



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SAĞLIK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**

HASTANE YATIŞ GÜN SAYISININ YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Doktora Tezi

Birgül YABANA KİREMİT

Danışman
Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

SAMSUN
2023

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
SAĞLIK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**



HASTANE YATIŞ GÜN SAYISININ YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Doktora Tezi

Birgül YABANA KİREMİT

Danışman

Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

Bu Tez Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisi tarafından
PYO.SBF.1904.21.003 numarasıyla desteklenmiştir.

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Birgöl YABANA KİREMİT tarafından, **Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN** danışmanlığında hazırlanan “**HASTANE YATIŞ GÜN SAYISININ YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ**” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 24.04.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Bilal CEMEK Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Prof. Dr. Saffet OCAK Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç.Dr. Polat TUNÇER Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Doç.Dr. Pınar YALÇIN BALÇIK Hacettepe Üniversitesi Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☒ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☐

16/06/2023

Birgül YABANA KİREMİT

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: HASTANE YATIŞ GÜN SAYISININ YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 14.06.2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 10

Tek kaynak oranı : % 3 çıkmıştır.

16/06/2023

Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

ÖZET

HASTANE YATIŞ GÜN SAYISININ YAPAY ZEKA YÖNTEMLERİ İLE TAHMİN EDİLMESİ

Birgöl YABANA KİREMİT
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı
Doktora, Nisan/2023
Danışman: Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

Sağlık hizmeti almak amacıyla sağlık kurumuna başvuran hastanın sağlık kurumuna kabulünden taburculuğuna kadar geçen süre hasta yatış süresi olarak tanımlanmaktadır. Hasta yatış süresi, sağlık kurumu kaynak kullanımları ve performansları hakkında bilgi veren önemli bir göstergedir. Dolayısıyla hasta yatış süresinin özellikle bilgisayar destekli program aracılığıyla tahmin edilmesi sağlık kurum yöneticilerine kurumların işleyiş, maliyet, verimlilik, etkililik ve kaynak yönetimleri açısından kararlarında etkili olabilecek daha güvenilir bilgiler sunabilecektir.

Çalışmanın amacı, sağlık hizmetlerinde yapay zeka tahmin yöntemlerinin kullanılabilirliğinin araştırılması ve yatan hastaya sağlık kurumunda sunulan hizmet verileri aracılığıyla yatılan gün sayısının tahmin edilmesini sağlayan en iyi model yapısının ortaya konulmasıdır.

Çalışmada, 2012-2020 yıllarında üniversite hastanesinde yatarak tedavi gören 18 yaş üstü 162.140 hasta verisi kullanılarak yatılan gün sayısı tahmin edilmiştir. Yatılan gün sayısı tahmininde Yapay Sinir Ağları, Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) ve Çoklu Doğrusal Regresyon yöntemleri kullanılmıştır. Hemogram test sayısı, direk grafi sayısı, ultrasonografi sayısı, bilgisayarlı tomografi sayısı, ikincil tanı olup olmama durumu girdi değişkenleri kullanılarak 12 farklı model oluşturulmuştur. Bu modeller, farklı yapay sinir ağları eğitim algoritmaları (Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization ve Scaled Conjugate Gradient) ile farklı aktivasyon fonksiyonları, nöron sayısı ve farklı iterasyonlar ile analiz edilmiştir. Aynı zamanda veriler ölçeklendirilerek aynı modeller üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılmıştır. En yüksek belirleme katsayısı ve en düşük hata değeri çok katmanlı yapay sinir ağı tahmin yöntemi hemogram test sayısı, bilgisayarlı tomografi sayısı, direk grafi sayısı ve ikincil tanı olup olmama durumunun girdi olarak kullanıldığı modelde elde edilmiştir ($R^2=0,885$; MAE=1,551; RMSE=2,319).

Hastalara sunulan sağlık hizmetine yönelik girdi parametreleri kullanılarak yapay sinir ağı yöntemiyle yapılan veri analizi ile gerçeğe yakın ve hata değeri düşük sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuç, hastaya ait sağlık göstergeleri dışındaki girdi verileriyle hasta yatış süresinin tahmin edilebileceğini ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçların sağlık kurumu yöneticilerine karar verme, kaynak tahsisi, uzun vadeli stratejik planlama ve geleceğe yönelik hedeflerinin belirlenmesinde destek sağlayacağı söylenebilir.

Anahtar Sözcükler: Sağlık kurumu, Hasta yatış süresi, Yapay sinir ağları, Çoklu Doğrusal Regresyon, ANFIS

ABSTRACT

ESTIMATION OF THE LENGTH OF STAY IN HOSPITAL WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

Birgöl YABANA KİREMİT
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Health Care Management
Ph.D., April/2023
Supervisor: Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

Hospital length of stay is defined as the time between admission and discharge of patients presenting to the hospital for medical care. The length of stay is an important indicator that provides information about the use of resources and the performance of health care institutions. Therefore, estimation of the length of stay, especially using a computer-based programme, will provide health managers with more reliable information that can be used to make effective decisions regarding the operation, cost, efficiency, effectiveness and resource management of their institutions.

The aim of the study is to investigate the applicability of artificial intelligence prediction methods in health services and to identify the best model structure for predicting hospital length of stay from the service data provided to the inpatient at the health facility.

In the study, hospital length of stay was estimated using data from 162,140 patients over the age of 18 who were hospitalized at a college hospital between 2012 and 2020. Artificial Neural Networks, Adaptive Neural Fuzzy Inference Systems (ANFIS) and Multiple Linear Regression were used for data analysis. 12 different models were created by using the input variables of the number of hemogram tests, direct radiography, ultrasonography, computed tomography and whether there is a secondary diagnosis or not. These models were analyzed using different artificial neural network training algorithms (Levenberg-Marquardt, Bayesian Regularization, and Scaled Conjugate Gradient) with different activation functions, number of neurons, and different iterations. At the same time, the data were scaled, and the analyzes were performed with the same methods.

At the end of the study, all the results obtained were compared. The multilayer neural network estimation method with the highest coefficient of determination; it was obtained in the model where the number of haemogram tests, the number of CT scans, the number of direct radiographs and the presence or absence of a secondary diagnosis were used as inputs ($R^2=0.885$; MAE =1.551; RMSE=2.319).

The data analysis with the artificial neural network method using the input parameters for patients' health care gave realistic results with a low error value. This result shows that the length of hospital stay can be estimated using input data other than patient health indicators. It can be said that the results obtained will assist the managers of health institutions in making decisions, allocating resources, long-term strategic planning and setting future goals.

Keywords: Health institution, Length of stay, Artificial neural networks, Multiple linear regression, ANFIS

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca ve tezimin yürütülmesi esnasında her daim bana destek olan, bilgisinden ve tecrübesinden yararlandığım çok değerli hocam Sayın Prof. Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN'a sabrı ve anlayışından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde bulunan, çalışmamın uygulama aşamasında değerli bilgi ve tecrübelerini paylaşarak yol gösterip bana destek olan değerli hocam Sayın Prof. Dr. Bilal CEMEK; tez izleme komitesinde bulunan ve çalışmama katkı sağlayan Sayın Doç. Dr. Polat TUNÇER'e en içten duygularıyla teşekkür ederim. Tez savunma jürisinde yer alan Sayın Prof. Dr. Saffet OCAK ve Sayın Doç. Dr. Pınar YALÇIN BALÇIK hocalarıma değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Yüksek lisans ve Doktora eğitim ve öğretim hayatım boyunca bana yardımcı olan tüm Sağlık Yönetimi Anabilim Dalı hocalarıma sonsuz teşekkür ederim. Hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan aldığım her kararın arkasında benimle duran, son 4 yıldır da manevi olarak desteğini ve birlikteliğini hissettiğim ve “iyi ki” ile başlayan cümlelerimde her daim varlığını sürdürecektir olan merhum babam Fevzi YABANA, ve yine her daim maddi ve manevi desteğini hissettiğim, sonsuz sevgi ve şefkat sahibi annem Müzeyyen YABANA ve kardeşlerime ömrüm boyunca teşekkürlerimi sunacağım.

Hayatımın dönüm noktaları dahil her anımda ve tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, destek olan, akademik bilgisini benimle de paylaşan, sabır gösteren, maddi ve manevi destek olup her daim yanımda hissettiğim kıymetli eşim Arş. Gör. Dr. Mehmet Sait KİREMİT'e sonsuz teşekkür ederim.

Hayatımda her daim sevgileri baki kalacak canım kızım Esila ve canım oğlum Emir Kaan'a sonsuz sevgi ve teşekkürler...

Birgül YABANA KİREMİT

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLOLAR DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
2.1. Sağlık, Hastalık ve Hasta Yatış Süresine İlişkin Kavramlar	5
2.1.1.Sağlık ve Hastalık Kavramları	5
2.1.2. Hasta Yatış Süresi ve İlişkili Kavramlar	7
2.1.3.Hasta Yatış Süresini Etkileyen Faktörler	10
2.2. Yapay Zekâ.....	11
2.2.1. Sağlık Kurumları İşletme İşlevlerinde Yapay Zekâ	12
2.2.1.1. Sağlık Kurumlarında Yönetim	12
2.2.1.2. Sağlık Kurumlarında Üretim	13
2.2.1.3. Sağlık Kurumlarında İnsan Kaynakları.....	14
2.2.1.4. Sağlık Kurumlarında Pazarlama.....	15
2.2.1.5. Sağlık Kurumlarında Halkla İlişkiler.....	16
2.2.1.6. Sağlık Kurumlarında Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge).....	17
2.2.1.7. Sağlık Kurumlarında Muhasebe ve Finansman	18
2.2.1. Yapay Sinir Ağları	19
2.2.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Nöron Yapısı	21
2.2.1.2. Yapay Sinir Ağlarının Mimari Yapısı.....	24
2.2.1.3. Yapay Sinir Ağlarında Modelin Öğrenmesi ve Geri Yayılım Algoritması..	26
2.2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Avantaj ve Dezavantajları.....	28
2.3. Sağlık Alanında Yapılan Yapay Sinir Ağları Çalışmaları.....	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	37
3.1. Materyal	37
3.1.1.Çalışmanın Amacı ve Önemi	37
3.1.2.Çalışmanın Kısıtlılıkları.....	38
3.1.3.Hastane ile İlgili Genel Bilgiler	39
3.2. Yöntem.....	40
3.1.4.Yapay Zekâ Yöntemleri	44
3.2.1.1. Çok Katmanlı Algılayıcı	45
3.2.1.2. Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS).....	45
3.2.2. Çoklu Doğrusal Regresyon	47
3.2.3. Ölçeklendirme Yöntemleri.....	48
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	50
4.1. Yatan Hastalar ile İlgili Temel Bulgular	50
4.2. Yapay Sinir Ağları, ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon Modellerinde Kullanılacak Girdi Değişkenlerinin Belirlenmesi	58
4.3. Hasta Yatış Süresinin Yapay Sinir Ağı, ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon Modelleri ile Tahmini	62
4.3.1.Yatılan Gün Sayısının Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmini	62
4.3.2.Ölçeklendirilmiş Verilerle Yatılan Gün Sayısının Tahmin Edilmesi.....	74

4.4. Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi ile Yatılan Gün Sayısının Tahmin Edilmesi	79
4.5. Çoklu Doğrusal Regresyon ile Hasta Yatış Süresi Tahmini.....	82
4.6. Kullanılan Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması	85
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR	97
EKLER	107
ÖZ GEÇMİŞ.....	160



SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
ANFIS	: Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi)
BR	: Bayesian Regularization
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CNN	: Convolutional Neural Networks (Konvolüsyonel Sinir Ağı)
ÇKA	: Çok Katmanlı Algılayıcılar
ÇKYSA	: Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları
DG	: Direk Grafi
EKG	: Elektrokardiyografi
GP	: Grid Partition (Izgara Bölümleme)
HL7	: Health Level Seven (Sağlık Seviye 7 Standardı)
HM	: Hemogram
ICD	: International Classification of Diseases (Uluslararası Hastalık Sınıflandırması)
İT	: İkincil Tanı
KMO	: Kaiser-Mayer- Olkin
LM	: Levenberg-Marquardt
LTSM	: Long short-term memory (Uzun Kısa Dönem Hafızası)
LVQ	: Learning Vector Quantization
MAE	: Mean Absolute Error (Ortalama Mutlak Hata)
MLP	: Multilayer Perceptron (Çok Katmanlı Algılayıcı)
MSE	: Mean Squared Error (Hata Kareler Ortalaması)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
OMU	: Ondokuz Mayıs Üniversitesi
RMSE	: Root Mean Square Error (Tahmin Hatasının Standart Sapması)
SCG	: Scaled Conjugate Gradient
SGK	: Sosyal Güvenlik Kurumu
SH	: Standart Hata
SHSK	: Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Hakkında Kanun
SUVAM	: Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi

TC	: Türkiye Cumhuriyeti
TDK	: Türk Dil Kurumu
TKYSA	: Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları
USG	: Ultrasonagrafi
Vd.	: Ve diğerleri
WHO	: World Health Organisation
YGS	: Yatılan Gün Sayısı
YSA	: Yapay Sinir Ağları



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yıllara göre hastanelerde yatan hasta ortalama kalış günü, tüm sektörler (Gün) ...	8
Şekil 2.2. Hastanelerde yatan hasta ortalama kalış gününün uluslararası karşılaştırması.....	9
Şekil 2.3. Yapay sinir ağı nöronunun bileşenleri.....	21
Şekil 2.4. Yapay sinir ağlarının genel yapısı	25
Şekil 3.1. Uygulama işlem adımları.....	41
Şekil 3.2. K-folds cross validation.....	44
Şekil 3.3. ANFIS'in temel yapısı.....	46
Şekil 4.1. Hastaya ait değişkenler arasındaki ilişkiler.....	61
Şekil 4.2. Çok katmanlı yapay sinir ağında (2-4-1) ağ yapısı diyagramı.....	64
Şekil 4.3. Çok katmanlı yapay sinir ağında (3-6-1) ağ yapısı diyagramı.....	65
Şekil 4.4. Çok katmanlı yapay sinir ağında (3-8-1) ağ yapısı diyagramı.....	65
Şekil 4.5. Çok katmanlı yapay sinir ağında (4-6-1) ağ yapısı diyagramı.....	66
Şekil 4.6. Çok katmanlı yapay sinir ağında (4-4-1) ağ yapısı diyagramı.....	66
Şekil 4.7. Çift gizli katmanlı yapay sinir ağı (4-5-7-1) ağ yapısı diyagramı.....	67
Şekil 4.8. LM eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması	72
Şekil 4.9. BR eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması	73
Şekil 4.10. SCG eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması	73
Şekil 4.11. Ölçeklendirilmiş verilerin LM eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması.....	78
Şekil 4.12. Ölçeklendirilmiş verilerin BR eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması.....	79
Şekil 4.13. Ölçeklendirilmiş verilerin SCG eğitim algoritması (4-8-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması ..	79
Şekil 4.14. ANFIS ile tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması	82
Şekil 4.15. Matlab arayüzde yatılan gün sayısı tahmini için oluşturulan model görünümü ..	82
Şekil 4.16. Çoklu doğrusal regresyon yöntemiyle yatılan gün sayısının tahmininde en iyi performansı veren M12'nin eğitim ve test verilerinin karşılaştırılması.....	84
Şekil 4.17. Oluşturulan modellerin test veri setine ait optimal R^2 , RMSE, MAE değerleri ..	88

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Yıllara ve Sektörlere Göre Hastanelerde Yatan Hasta Sayısı	10
Tablo 2.2. Yapay sinir ağlarında kullanılan aktivasyon fonksiyonları	24
Tablo 3.1. Kategorik değişkenlere ait kodlamalar	43
Tablo 4.1. Çalışmada ele alınan kliniklerdeki yatak sayısı.....	50
Tablo 4.2. Hastanede yatışı yapılan hastaların cinsiyet ve kliniklere göre dağılımı	51
Tablo 4.3. Hasta yaşına ait tanımlayıcı bulgular.....	52
Tablo 4.4. Yatış yapılan kliniklerin hasta yaşına göre dağılım.....	52
Tablo 4.5. Yatış süresine göre hasta dağılımı	54
Tablo 4.6. Hasta yatışının mevsimlere göre dağılımı	54
Tablo 4.7. Yatış türüne göre hasta dağılımları.....	54
Tablo 4.8. Cerrahi tedavi alan ve almayan hastalarının kliniklere göre dağılımları	55
Tablo 4.9. Yatan hastaların ICD-10 tanı gruplarına göre dağılımları	56
Tablo 4.10. İkinci tanı olup olmama durumuna ait dağılımı.....	56
Tablo 4.11. Hastaların sigorta türüne ait dağılımları	57
Tablo 4.12. Yatan hastalara yapılan tetkiklerin dağılımları	57
Tablo 4.13. Sayısal değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler.....	58
Tablo 4.14. Girdi değişkenlerinin belirlenmesi için yapılan faktör analizi KMO ve Bartlett's Test sonucu	59
Tablo 4.15. Döndürülmüş faktör yapısı matrisi	60
Tablo 4.16. Hasta yatış süresinin tahminine ait modellerde kullanılan veri seti için tanımlayıcı istatistikler.....	62
Tablo 4.17. YSA modellerinin kurulmasında kullanılan değişkenler.....	63
Tablo 4.18. Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması	68
Tablo 4.19. Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması	69
Tablo 4.20. Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması	70
Tablo. 4.21. Yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan modellerin istatistiksel analiz sonuçları.....	71
Tablo 4.22. Eğitim algoritmalarına göre modellerin istatistiksel analiz sonuçları.....	72
Tablo 4.23. Ölçeklendirilmiş verilerle Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması.....	74
Tablo 4.24. Ölçeklendirilmiş verilerle Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması.....	75
Tablo 4.25. Ölçeklendirilmiş verilerle Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması.....	76

Tablo 4.26. Ölçeklendirilmiş verilerle yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan modellerin istatistiksel analiz sonuçları.....	77
Tablo 4.27. Ölçeklendirilmiş verilerle eğitim algoritmalarına göre modellerin istatistiksel analiz sonuçları.....	78
Tablo 4.28. Yatılan gün sayısının uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemiyle tahmin edilmesine ait istatistiksel performansları.....	80
Tablo 4.29. Yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modellerine ait regresyon eşitlikleri	83
Tablo 4.30. Çoklu doğrusal regresyon modellerinin performans değerlendirmesi.....	84
Tablo 4.31. Yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan YSA, ANFIS ve çoklu doğrusal regresyon modellerinin performans değerlendirmesi	86



1. GİRİŞ

Sağlık kurumları sınırlı kaynakları etkin kullanarak verimli ve etkili sağlık hizmeti sunma ve sektörde ayakta kalabilme çabasına sahip kurumlardır. Sahip olduğu veri tabanı bilgilerini amaca yönelik kullanabilme yeteneği sağlık kurumlarına karar alma, geleceğe yönelik planlama yapma, kaynak planlaması gibi konularda karar destek sağlayabilmektedir. Sağlık Bakanlığının 2008 yılında hayata geçirdiği Sağlık.Net projesi ile sağlık hizmet sunucuları tarafından verilen hizmete yönelik veriler, HL7 (Health Level Seven-Sağlık Seviye 7 Standardı) standardına uygun şekilde depolanmaya başlanmıştır (Karakaya, 2019). “Sağlık.NET sağlık kurumlarında elektronik ortamda üretilen verileri, doğrudan üretildikleri yerden, standartlara uygun şekilde toplamayı, toplanan verilerden tüm paydaşlar için uygun bilgiler üreterek birinci, ikinci ve üçüncü basamak sağlık hizmetlerinde verim ve kaliteyi arttırmayı hedefleyen, entegre, güvenli, hızlı ve genişleyebilen bir bilgi ve iletişim platformudur.” Bu proje ile sağlık sektöründeki sorunların ve önceliklerin belirlenmesi, gerekli tedbirlerin alınması, sağlık sektörü kaynak, çalışma ve yatırım planlamasının yapılması, verilen sağlık hizmetinin kalitesinin değerlendirilmesi, bilimsel araştırma ve çalışmalarda kullanılmak üzere yeterli düzeyde veri toplanması ve işlenmesi hedeflenmiştir (Sağlık Bakanlığı, 2022). Sağlık sektöründen elde edilen bu verilerin analizi ile elde edilen çıktılar etkin olarak kullanıldığında sağlık hizmetinin kalite ve etkinliğini iyileştirebilecektir (Bulut, 2023:6).

Sağlık yöneticilerinin etkili planlama yapma ve organizasyonel karar almalarına yardımcı olabilmek için sağlık sektöründen elde edilen verilerin analiz edilmesini sağlayan birtakım analiz yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler mevcut verileri kullanarak yöneticilere karar almalarında destek sağlayabilmektedir. Bazı veri analiz yöntemlerine örnek olarak; veri zarflama analizi, panel veri analizi, regresyon analizleri, kantitatif teknikler, yapay zeka tahmin ve sınıflandırma yöntemleri verilebilir. Karar destek sistemlerine yardımcı olabilecek yapay zeka yönteminden biri Yapay Sinir Ağları (YSA)’dır. Yapay sinir ağları, teşhise yönelik uygulamalarda sıklıkla kullanılmakla birlikte, sağlık hizmet sunucularının organizasyonel kararlar almasında bilgi sağlayabilmek için de giderek kullanımı yaygınlaşmaktadır (Shahid et al., 2019).

İnsan beyninin üstün özellikleri, bilim adamlarını üzerinde çalışmaya zorlamış ve beyin nörofiziksel yapısından esinlenerek matematiksel model çıkarılmaya

çalışılmıştır. Beynin bütün davranışlarını tam olarak modelleyebilmek için fiziksel bileşenlerinin doğru olarak modellenmesi gerektiği düşüncesi ile çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Böylece YSA denen yeni ve günümüz bilgisayarlarının algoritma hesaplama yönteminden farklı bir bilim dalı ortaya çıkmıştır (Ataseven, 2013:102). Tahmin çalışmalarında YSA'nın en büyük faydası isteğe bağlı tahmin fonksiyonunu kullanarak belirlenmiş olan verilerden öğrenebilme ve tahminde bulunma yetenekleridir. YSA, problemlerin çözümünde geleneksel programlama yöntemleri yerine, örneklerle öğrenmeye dayalı adapte olabilen bir doğaya sahiptir. Ayrıca, YSA hızlı hesaplamaları sağlayan içsel paralellığe de sahiptir. YSA, diğer tahmin modellerine göre genelleme, öğrenme ve tahmin etme amaçlarına hızlı ve tutarlı hizmet eden hesaplama modellerini barındırmaktadır (Sönmez vd., 2015).

Yapay sinir ağları tahmin ve genellemeler yapabilme konusunda diğer yöntemlere göre daha başarılı olarak ifade edilebilmektedir. Büyük verinin işlenmesi ve tahminler yapmada başarılı olan yapay sinir ağları eksik veriler ile de çalışma kapasitesine sahiptir. Tahmin yapabilme yeteneğiyle birlikte YSA sınıflandırma, görüntü işleme konularında da başarılıdır. YSA, kurum yöneticilerine karar vermede destek sağlamakta olup gerçeğe yakın ve hızlı sonuçlar elde edebilmekte ve kurumun karşılaştığı değişimlere daha hızlı adapte olmasını sağlayabilmektedir.

Bilgi sistemleri ve teknolojilerinde meydana gelen gelişmelerle birlikte bilgisayar tabanlı modelleme ve sayısal hesaplamalar önemli hale gelmiştir. Bu gelişmeler birçok sektörü etkilemekle birlikte sağlık sektörü de bu gelişmelerden oldukça fazla etkilenmektedir. Sağlık kurumunun ömrünün daha uzun olması, daha rekabetçi yapıya sahip olması ve mevcut insan ve finansman kaynaklarını daha etkili ve verimli kullanmasında teknolojinin kuruma entegre edilmesi önem kazanmıştır. Teknolojik gelişmeleri takip edip kurumuna entegre edemeyen işletmelerin rekabet ortamında rakip işletmeler karşısında çok da şanslı olmadığı söylenebilir.

Sağlık hizmeti almak amacıyla sağlık kurumuna başvuran hastaların tedavi ve bakım süresince hastanede geçirdikleri süre sağlık kurumu için performans göstergesi olarak kabul edilmektedir. Hastane performansı bu açıdan ele alındığında kalış süresinin düşük çıkması beklenmektedir. Hastanın şifa ile kısa sürede taburcu edilmesi hastane performansını yükselten bir kriterdir (Yiğit ve Ağırbaş, 2004:154). Hasta yatış süresinin kısa olması hızlı ve kaliteli tedavi hizmeti sunulduğunun; kaynakların verimli kullanıldığı ve düşük maliyetle tedavi hizmeti sunulduğunun bir göstergesi

kabul edilmekle birlikte (Brown et al., 2003:754), hasta yatış süresinin kısa olması düşük kaliteli sağlık hizmeti ile ilişkili olabileceği, hastaların tam ve etkili şekilde tedavi hizmeti almadan erken taburcu edildiğinin bir göstergesi olarak da görülmektedir (McDermott and Stock, 2007:1025). Hasta yatış süresi birey, kurum ve devlet için önemli maliyetlere sebep olmaktadır. Hastanın tedavi almak için uzun süre beklemesi hastalığının ilerlemesine sebep olmakta bu durum hastalığın sosyal ve ekonomik yükünü artırmaktadır (Numanoğlu Tekin, 2011:47). Aynı zamanda hasta yatış süresinin uzun olması yatak doluluk oranını artırmakta bunun sonucunda da sağlık hizmeti almayı bekleyen hastalar sağlık kurumuna kabul edilememektedir (Dulworth ve Pyenson, 2004:123). Hastanın yatış süresinin tahmin edilmesi kaynak planlaması, kaynak tahsisi ve yönetimi için önemlidir. Yatış süresinin tahmini, oluşabilecek yatak müsaitliğine göre elektif ameliyatların planlanmasıyla birlikte kliniklerin ve hasta yataklarının kullanımının planlanmasına da yardımcı olabilir. Hastanede kalış süresi, hastalar arasındaki hastane maliyetlerindeki farklılıkların %85-%90'ını açıklamaktadır (Ropoport et al., 2003). Bu sebeplerden dolayı hasta yatış süresinin tahmin edilmesi ve bu doğrultuda yöneticilerin kararlar alıp oluşabilecek gereksiz maliyetler, uzun bekleme süreleri, ekonomik ve sosyal olumsuzluklar önlenebilecektir. Yapay zeka tahmin yöntemlerinin hızlı ve güvenilir tahminler ortaya koyması sağlık yöneticilerine bu olumsuzlukların giderilmesinde destek olacağı düşünüldüğünden bu tez çalışmasında hasta yatış süresinin tahmin edilmesinde yapay zeka yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Yapılan bu tez çalışmasında sağlık kurumunda maliyetler üzerinde oldukça fazla etkiye sahip olan hasta yatış süresi yapay zekâ yöntemleri (yapay sinir ağları, uyarlamalı bulanık çıkarım sistemi-ANFIS) ve çoklu doğrusal regresyon yöntemiyle tahmin edilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde genel bilgiler verilmiştir. Bu bölümde sağlık, hastalık ve hasta yatış süresiyle ilgili kavramlara değinilmiş ve yapay zekâ yöntemlerinden yapay sinir ağları ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Aynı zamanda bu bölümde sağlık alanında hasta yatış süresi/kalış süresi/hastane yatış gün konularında yapılan çalışmalar ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde çalışmanın amacı, yürütüldüğü kurum, verilerin elde edilmesi süreci, veri analizinde kullanılan yöntemlerin yer aldığı materyal ve yöntem bölümü yer almaktadır. Üçüncü bölümünde öncelikle hastalara ait demografik bilgiler, tanı, yatılan servis, mevsim, yapılan tetkik sayılarına ait tanımlayıcı istatistik sonuçları ve gerçekleştirilen YSA, ANFIS ve Çoklu

Doğrusal Regresyon yöntemlerinden elde edilen tahmin sonuçları yer almaktadır. Sonuçlar yorumlanmış ve ilgili literatürle tartışılmıştır. Çalışmanın son bölümünde elde edilen sonuçlar ele alınmış ve sonuçlar doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sağlık, Hastalık ve Hasta Yatış Süresine İlişkin Kavramlar

2.1.1. Sağlık ve Hastalık Kavramları

Sağlık, temel insan haklarından biridir. Sağlık evrensel olmakla birlikte geçmişten günümüze kadar farklı şekilde tanımlanmıştır. Hipokrat sağlığı, insanın içindeki bazı koşullar ile çevresindeki koşullar arasındaki dengelemenin bir sonucu (Işık, 2019:7) olarak tanımlarken ülkemizde 05.01.1961 gün ve 224 sayılı Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Konusundaki Kanun'un 2.maddesinde "sağlık, yalnız hastalık ve maluliyetin yokluğu olmayıp beden, ruhen ve sosyal bakımdan tam bir iyilik halidir" şeklinde tanımlanmıştır (SHSK, 1961). Sağlık kavramının günümüzde genel olarak kabul gören tanımı Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan tanımdır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre "Sağlık; yalnızca hastalığın ve sakatlığın olmaması durumu değil, fiziksel, sosyal ve ruhsal refah durumudur." (WHO, 2011).

Sağlık kavramı bireyler ve hekimler açısından ele alındığında; bireyler sağlığı, hasta olmama durumu şeklinde algılasa da; hekimler hastalığı bireylerin sağlık durumundaki en küçük değişim, sapma olarak değerlendirmekte ve bireyin sağlıklı olmadığını belirtmektedir (Koca, 2014:3).

Sağlık kavramının tanımlanmasında kolaylık sağlamak adına sağlık subjektif ve objektif olarak ikiye ayırıp incelenebilmektedir. Kişinin kendisinin, fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden durumunu algılaması hali subjektif sağlık olarak değerlendirilmektedir. Bu bakış açısına göre birey, hasta olmadığı halde kendisini hasta ya da hasta olduğu halde kendisini sağlıklı algılayabilmektedir. Objektif olarak sağlık ise, doktor muayenesi ve tanı testleri sonuçlarına göre belirlenen hastalığın olmaması durumudur. Bir bireye sağlıklı diyebilmek için, hem kişinin kendini subjektif olarak sağlıklı algılaması hem de objektif olarak gerçekten sağlıklı olması gerekmektedir (Bolsoy ve Sevil, 2006:79).

Sağlık; bireysel, toplumsal ve çevresel farklılıklarla algılanan bir durumdur. Bundan dolayı sağlık kavramı; biyolojik, tıbbi, psikolojik/mental ve sosyolojik bilimlerin kendine özgü bakış açısı ve yöntemlerle incelenmektedir. Buna göre (Sabuncu vd., 1996:5);

Biyolojik yönden sağlık, "bedenin her hücresinin optimal düzeyde işlev görmesi ve her hücrenin diğerleri ile mükemmel uyum durumundaki işlev yeteneği" olarak belirtilir.

Psikolojik/mental yönden sağlık, kişinin beklenmeyen olaylarla karşılaştığında göstermiş olduğu olumlu/olumsuz tepkiler, duygular ve geliştirmiş olduğu baş etme yöntemi ile yaşadığı olaya ve çevresine gösterdiği uyum yeteneğidir.

Sağlık, sosyolojik yönden ele alındığında; sosyal kontrolle, değer, inanış ve inançlara uygun davranma ya da uygun davranmama ile ilişkili olarak ele alınmaktadır. Kısaca bu yaklaşım ile sağlık, kişilerin sosyal değer ve kurallara uyumunun göstergesidir.

Hastalık, Türk Dil Kurumu Güncel Türkçe Sözlüğü'ne göre; "Organizmada birtakım değişikliklerin ortaya çıkmasıyla sağlığın bozulması durumu, rahatsızlık, çor, dert, sayrılık, illet, maraz, maraza, esenlik karşıtı" olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2022). Hastalık anormal bir durum olarak ifade edilmekle birlikte hastalık kişinin fiziksel, psikolojik, entelektüel ve sosyal fonksiyonlarını daha önceki haline göre azaltmakta veya tüketmektedir. Hastalık, kişinin çevresiyle uyumunu, etkileşimini, üretkenliğini, verimlilik ve denge durumunu bozmaktadır (Bolsoy ve Sevil, 2006:80).

Hastalık kavramı sağlık gibi bireysel, toplumsal ve çevresel farklılıklarla algılanan bir durumdur ve bu kavram da biyolojik, tıbbi, psikolojik/mental ve sosyolojik bilimlerin kendine özgü bakış açısı ve yöntemlerle ele alınmaktadır. Biyolojik açıdan hastalık; bedenin optimal fonksiyon ve yapısına zıt durum; tıbbi açıdan hastalık, kişide hastalığa özgü bulgu ve belirtileri oluşturan durumu; sosyolojik açıdan hastalık, kişinin sosyal normlardan sapmasını yani uyumsuzlukları ifade etmektedir (Sabuncu vd., 1996:5).

Hastalık, sağlığın ve kendi kendine yetebilmenin kısıtlandığı, insanlar tarafından tehlike olarak algılanan, hastaneye yatma, ameliyat olma, farklı bir ortama girme gibi geçici bir süreyi kapsar. Bu durum hasta tarafından fizyolojik, psikolojik, sosyal ve ekonomik açıdan travma oluşturan bir olay olarak değerlendirilmekte olup hasta için yetersizliklerin ortaya çıkabileceği bir yaşam dönemi olarak algılanmaktadır (Ünsal, 2017: 20).

Sağlık ve hastalık aynı zamanda sosyal yapı içinde meydana gelir ve sosyal yapı tarafından şekillendirilir. Bu yüzden sağlık ve hastalık toplumsal ve çevresel ürünlerin bir sonucudur. Sağlık ve hastalığa anlamını veren toplum ve toplumun onu algılayış biçimidir. Bu yüzden bazı semptomların hastalık olup olmadığı tarihsel süreç içinde ve toplumdan topluma farklılık göstermektedir. Örneğin geçmişte arzu edilen, istenilen ve zenginliğin göstergesi olarak kabul edilen şişmanlık, günümüzde bir hastalık olarak kabul edilmektedir. Sağlık ve hastalık aynı zamanda sosyal yapı içinde oluşur ve sosyal yapı tarafından şekillendirilir (Aytaç ve Kurttaş, 2015: 247). Sağlık ve hastalık kavramlarının iyi anlaşılması sağlık hizmetlerinin önemini anlamamız için yol gösterici olacaktır (Şahin, 2021:4)

2.1.2. Hasta Yatış Süresi ve İlişkili Kavramlar

Birey ve toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli rol üstlenen sağlık kurumları; toplumdaki tüm bireylerin sunulan sağlık hizmetinden faydalanmasını sağlamak, her bireyin zorlanmadan ikamet ettiği yere en yakın olan sağlık kuruluşunda tedavi edilmesini sağlamak ve kaliteli sağlık hizmeti sunumuna önem verilmesi amacı taşımaktadır (Karademir ve Can, 2019:126-127). Sağlık kurumunun sunduğu hizmetin kalite, performans ve verimlilik ile ilgili sonuçlarından biri hastanede yatış süresidir. Sağlık hizmetinde kalite ile ilgili bir sonuç olmakla birlikte hastanede yatış süresi sunulan tıbbi hizmete bağlı sağlık maliyetinin de belirleyicilerindendir (Mozes, 1989). Hastanede yatış süresi sağlık kurumunun kaynaklarının kullanımını temsil eden anlamlı bir ölçüdür. Ayrıca hasta bakımını iyileştirme konusunda da yardımcı olabilmekte (O’Keefe et al., 1999); hastane performansının değerlendirilmesi ve hastane verimliliğinin bir göstergesidir (Thomas et al., 1997).

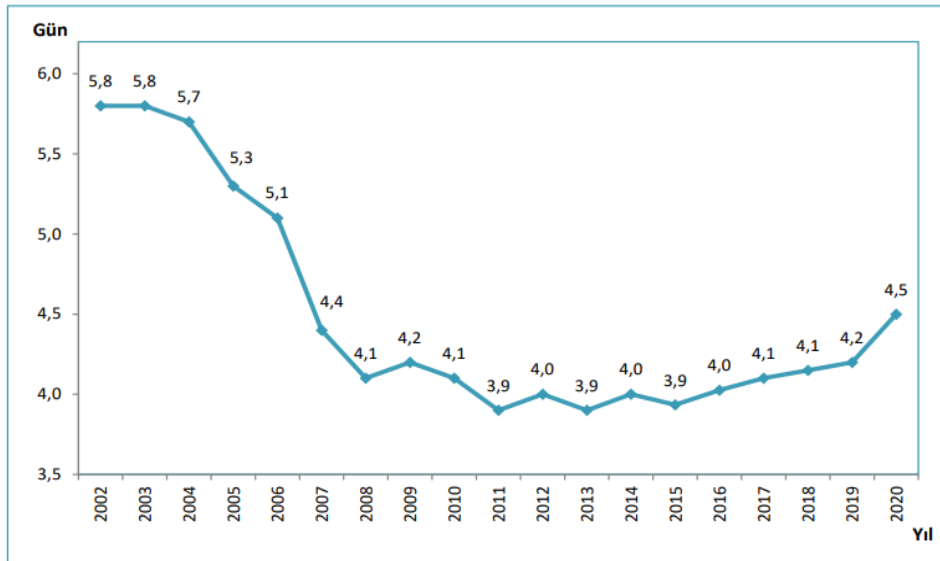
Hasta yatış süresi, hastanın sağlık kurumuna kabulünden taburculuğuna kadar geçen süredir (gün). Hastanın hastanede kalış gün sayısı hesaplamasında yatış yapılan gün sayılır fakat taburcu olduğu, sevkini gerçekleştirildiği veya öldüğü gün sayılmamaktadır. Gün içinde hastanın yatışının ve taburculuğunun olduğu durumlarda kalış süresi 1 gün olarak sayılmaktadır (Sümbüloğlu, 1990:166).

Hasta yatış süresinin kısa olması hastaların rahatlık ve memnuniyetinden taviz verdirilmekte, iyileşme süreçlerini olumsuz etkilemektedir. Taburcu edilen hastaların ihtiyaç duydukları sağlık hizmetini etkin biçimde almamalarından kaynaklı aynı

hastalık, benzer semptom veya komplikasyonlarla tekrar hastaneye başvurabilmektedir. Bu durum hastalıkların tedavi maliyetinde artışa sebep olmaktadır (Karademir ve Can, 2019:131). Hastanın, ağır bir hastalığının olması ve komorbiditesinin yüksek olması, sunulan bakım kalitesinin düşük olması sonucu hastada komplikasyon oluşması, hizmeti sunanların tedavide başarılı olamaması ya da hastanedeki diğer teknik nedenlerden dolayı hasta yatış süresi uzayabilmektedir (Aydan ve Arıkan, 2021:130). Ayrıca hastanın demografik özellikleri, tıbbi öyküsü, hastanın sosyokültürel çevresi, sağlık hizmetlerinin finansmanı ya da sosyal güvence durumu, hastanın hastaneye kabul edildiği gün gibi etkenler de hasta yatış süresinin uzamasına sebep olmaktadır (Dinçer, 2016:6). Bu durum hastanın uzun süre yatakta yatıyor olmasından kaynaklı vücut yaralarının oluşmasına, psikolojik ve fizyolojik olarak kendini rahatsız hissetmesine, sağlık kurumu tarafından sunulan sağlık hizmet maliyetlerinde artış gibi sonuçlar doğurabilmektedir.

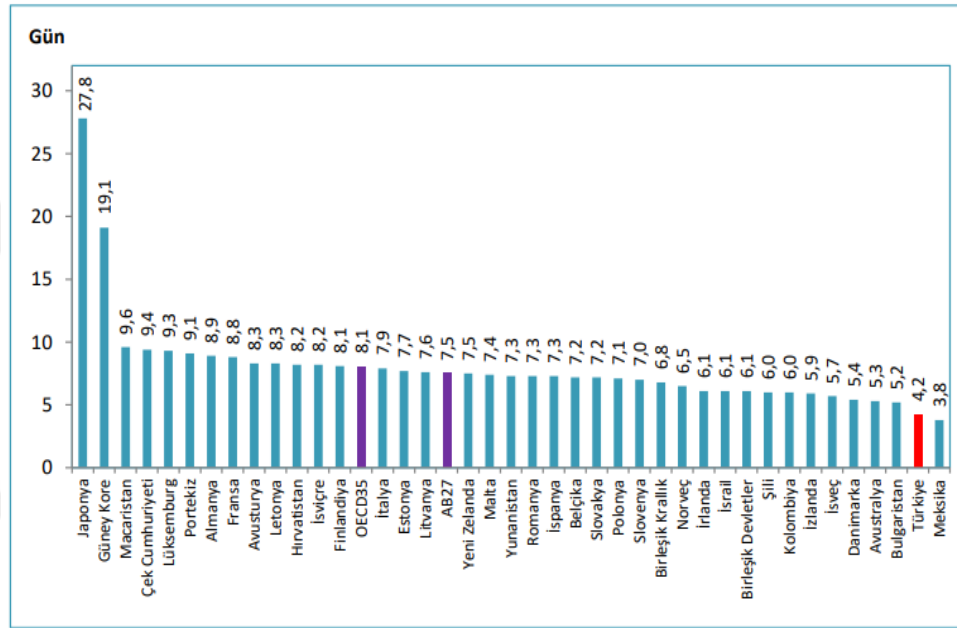
Ortalama hasta yatış süresi (Ortalama hasta kalış günü), hastanın hastanede ortalama kaç gün kaldığını göstermektedir. Ortalama hasta yatış süresi toplam hasta günleri sayısının çıkan-taburcu olan (çıkarılan ve ölen) hasta sayısına bölünmesiyle elde edilir (Ağırbaş, 2016:28).

Türkiye’de ortalama hasta kalış gün sayısı 2002 yılında 5,8 iken, 2008 yılında 4,1’e, 2011, 2013 ve 2015 yıllarında 3,9’a düştüğü görülmektedir. 2019 ve 2020 yıllarında bu oran 4,2 ve 4,5 olmuştur (Şekil 2.1).



Şekil. 2.1. Yıllara göre hastanelerde yatan hasta ortalama kalış günü, tüm sektörler, (Gün) (TC. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı, 2021)

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development-Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) ülkeleri ile kıyaslandığında 2018 yılında ortalama hasta kalış gün sayısının en fazla olduğu ülkeler sırasıyla Japonya, Güney Kore ve Macaristan (27,8; 19,1; 9,6 gün) iken en düşük ülkeler Meksika, Türkiye ve Bulgaristan (sırasıyla 3,8; 4,2; 5,2 gün) olmuştur. 2018 yılı OECD ortalaması ise 8,1'dir (TC. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019, 2021:167-169) (Şekil 2.2.). 2020 yılı Sağlık İstatistikleri Yıllığı'na göre 2019 yılı OECD ortalaması 8,0'dir (TC. Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2020, 167)



Şekil 2.2. Hastanelerde yatan hasta ortalama kalış gününün uluslararası karşılaştırması, 2018 (Not: Türkiye verisi 2019 yılına aittir. Ülke verileri 2018 yılına veya en yakın yıla aittir)

Sağlık hizmetlerinden yararlanma ihtiyacı olan bireyler olarak tanımlanan hastalar; ayakta, yatarak ve günübirlik tedavi alanlar olarak üçe ayrılmaktadır. Sağlık kurumunda yatırılmaksızın sağlık hizmetlerinden yararlanan hastalar ayakta tedavi alan hasta; hastanede yatmadan kemoterapi, radyoterapi, hemodiyaliz gibi günübirlik hizmet alanlar günübirlik tedavi alan ve sağlık hizmetinden hastanede yatarak faydalanan hastalar ise yatarak tedavi alan hasta olarak ifade edilmektedir. Hastanın sağlık kurumuna yattıktan taburcu olana kadar uygulanan tedavilere yatarak tedavi denilmektedir (Öngel ve Duran, 2015:732).

Yatış ve taburcu sürelerinin planlanması, hastaya yatış süresi konusunda; sağlık kurumuna da taburcu olacak hastadan sonraki başka bir hastanın yatış planının yapılmasında net bir bilgi sağlamaktadır (Yıldırım vd., 2015:180).

Yatan hasta sayısı, belli bir süre aralığında bakım ve tedavi hizmeti almak amacıyla hastaneye yatırılan hasta sayısıdır. Aynı süre içinde hastanede ölen veya şifa, salah ve hali ile evlerine gönderilen ya da başka kurumlara sevk edilen hastalara çıkan (taburcu edilen) hasta sayısı olarak tanımlanmaktadır. Hastane performans göstergeleri genellikle yatan ve taburcu olan hasta verilerinden elde edildiğinden yatan hasta sayısı ile taburcu edilen hasta sayısı hastane yönetimi için önemlidir. Yatan Hasta Sayısı: (Taburcu + Ölen Kişi Sayısı) şeklinde hesaplanır (Ağırbaş, 2016: 23).

Türkiye’de sektörlere göre yatan hasta sayısına bakıldığında 2020 yılı toplam yatan hasta sayısı 10.620.517 iken bu hastaların 5.517.337’si Sağlık Bakanlığı’na bağlı hastanelerde, 3.556.818’i özel hastanelerde ve 1.546.362’si üniversite hastanelerinde yatmıştır (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Yıllara ve Sektörlere Göre Hastanelerde Yatan Hasta Sayısı (TC. Sağlık İstatistikleri Yıllığı-2020, 2022)

	2002	2016	2017	2018	2019	2020
Sağlık Bakanlığı	4.169.779	7.561.989	7.606.159	7.675.972	7.742.707	5.517.337
Üniversite	781.990	1842.001	1.982.410	1.955.983	2.072.720	1.546.362
Özel	556.494	4.048.696	4.120.734	4.019.422	3.990.922	3.556.818
Toplam	5.508.263	13.452.686	13.709.303	13.651.377	13.806.349	10.620.517

2.1.3. Hasta Yatış Süresini Etkileyen Faktörler

Genel olarak hasta yatış süresini etkileyen faktörler; hastanın cinsiyeti, yaşı, konulan tanı, yatış türü, hasta yatışının gerçekleştiği mevsim, eşlik eden hastalığının olup olmaması, sağlık kurumunun yatak kapasitesi, yerleşim yeri, faaliyette bulunduğu coğrafi bölge, sağlık hizmeti sunucularının mülkiyet durumları, hizmet türü, sağlık kurumunun aldığı katılım payı ve Sosyal Güvenlik Kurumu’na (SGK) yansıyan hasta faturaları tutarları olarak ele alınabilmektedir (Numanoğlu Tekin, 2011:145-164). Ayrıca, hasta yatış süreleri hastaların sahip olduğu sosyal sigortanın kapsamına, hastaya yapılan ameliyat ve işlem grubuna, hastalara yapılan genel müdahale, ameliyat, radyolojik görüntü ve tetkik sayılarına göre de ele alınabilmektedir (Koca, 2014:29).

Hastaları, hasta yatış süresini uzatan faktörlerin belirlenmesiyle yatak devir hızının artırılması, dolayısıyla mevcut hasta yatağı ile daha fazla hastaya hizmet verilmesi mümkün olabilmekte ve hasta bekleme sürelerini en aza indirerek hasta

yataklarını daha verimli kullanıp gereksiz yatışları önlenebilmektedir (Esatoğlu ve Bozat, 2002:165).

2.2. Yapay Zekâ

İlk defa John McCarthy tarafından 1950'li yıllarda ortaya atılan ve zeki makineler, zeki bilgisayar programları ortaya koyma bilim ve mühendisliği, olarak tanımlanan yapay zekâ (McCarthy, 2007), insanlar tarafından yapılan bazı işlem ve görevlerin bilgisayarlar vasıtasıyla yapılabilmesi için tasarlanmıştır (De Bruyn et al., 2020). Bu bilim dalı, makinelerin algılama, muhakemede bulunma, geçmiş bilgilerden yararlanma, planlama, öğrenme, nesneleri hareket ettirme, yer değiştirebilme ve iletişim kurma yeteneklerine sahip olmasını amaçlamaktadır (Demirhan, Kılıç ve Güler, 2010:32).

1980-1990 yıllarında yapay zekâyâ olan ilgi artış göstermiştir. 2016'da ise yapay zekâ araştırmalarına yapılan yatırımların en büyük kısmı, diğer sektörlerle karşılaştırıldığında sağlık uygulamalarına yapılmıştır. Genel olarak sağlık hizmetlerinde; farklı klinik ortamlarda bulanık uzman sistemler, Bayes ağları, yapay sinir ağları ve hibrit akıllı sistemler gibi yapay zekâ teknikleri kullanılmıştır. Bununla birlikte yapay zekâ, halk sağlığı ve birinci basamak sağlık hizmetlerinde kullanımı yaygınlaşmaktadır. Birinci basamak sağlık kurumlarında hekimler, hasta ile ilgili notlarını almak, hastalarla görüşmelerini analiz etmek ve gerekli bilgileri doğrudan elektronik bilgi sistemine girmek için yapay zekâyı kullanmaktadır (Amisha, Pathania and Rathaur, 2019:2330).

Yapay zekâ; mühendislik, bankacılık, sigortacılık, borsa, pazarlama, sağlık, telekomünikasyon, endüstri, kalite kontrolü, astronomi ve genetik gibi pek çok alanda kullanılmaktadır (Dirican, 2019:9). Muhasebe ve finans alanında; vergi dolandırıcılığının tespiti, usulsüzlükleri bulunarak denetiminin geliştirmesinde, imza ve banknot doğrulama, risk yönetimi, döviz kuru tahmini, iflas tahmini, müşteri kredi notu, kredi kartı onayı ve dolandırıcılık tespiti, ekonomik dönüm noktalarını tahmin etme, tahvil derecelendirmesi ve ticareti, kredi onayları, ekonomik ve finansal tahminde kullanılmaktadır. Pazarlama alanında; tüketici harcama modelinin sınıflandırılması, yeni ürün analizi, müşteri özelliklerinin belirlenmesi, satış tahminlerinin yapılmasında; İnsan kaynakları alanında; çalışanın performansını ve davranışını tahmin etme, personel kaynak gereksinimlerinin belirlenmesinde (Singh

and Chauhan, 2009: 41); tıp alanında; hastalıkların önceden tahmin edilmesi, hastalığın sürecinin takip edilmesi, hastalıklı hücrelerin tespit edilip erken teşhis, tanı ve tedavi edilmesinde kullanılmaktadır (Demirhan vd., 2010:31). Aynı zamanda sağlık sistemlerinde yapay zekâ; sağlık politikası ve yönetimi, sağlık kurumlarının performansının ve kaynak tahsisinin iyileştirilmesi, diğer sağlık sorunlarıyla birlikte trafik yaralanmaları ve sağlık sisteminden kaynaklanacak diğer sorunların azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Schwalbe and Wahl, 2020).

2.2.1. Sağlık Kurumları İşletme İşlevlerinde Yapay Zekâ

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi bireyler ile birlikte işletmelere de önemli kazanımlar sağlamıştır. Bu teknolojik gelişmeler işletmenin temel fonksiyonlarını yüksek rekabet koşullarında daha verimli ve etkili kaynak planlamasının yapılmasına olanak sağlayacak şekilde yerine getirilmesine, maliyetlerin azaltılmasına, israf ve yapılabilecek hataların önlenmesine, rutin işlerin otomasyona bağlanmasına, çalışanların niteliklerinin artırılmasına, rekabet gücü ve işletme karının artmasına olanak sağlamıştır (Sarıdoğan, 2020). Diğer işletmeler ile birlikte sağlık işletmelerinin de devamlılığının sağlanması için yönetim, üretim, insan kaynakları, pazarlama, halkla ilişkiler, araştırma-geliştirme ve muhasebe-finance fonksiyonlarının eşgüdümü ve teknolojik gelişmeler takip edilerek yürütülmesi gerekmektedir (Nazlıoğlu, 2020:540).

Bu bölümde sağlık kurumları işletme işlevlerinde yapay zekanın kullanımı konusuna değinilecektir.

2.2.1.1. Sağlık Kurumlarında Yönetim

Yönetim kavramı, ekonomik bir hedefe ulaşmak için kurulan işletmelerin parasal, mekanik ve iş gücü kaynaklarının optimal düzeyde sevk ve idare edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Türkmendağ, 2012: 32). Sağlık Kurumları Yönetimi ise, sağlık hizmetlerinin üretilmesi aracılığıyla toplumun sağlık düzeyinin korunması ve geliştirilmesi için maddi ve insan kaynaklarının planlanması, örgütlenmesi, harekete geçirilmesi ve denetiminin sağlanması sürecidir (Kavuncubaşı ve Yıldırım, 2022:89).

Sağlık sektörünün giderek daha karmaşık bir hal alması, sağlık bakım ve tedavi maliyetlerinin artması, sağlık hizmetine olan talebin artması, kamu-özel sağlık hizmet kuruluşlarının artması gibi nedenler sağlık sektöründe kaynakların etkin ve verimli dağılımını sağlayacak profesyonel yönetime olan ihtiyacı artırmıştır (Çil Koçyiğit vd.,

2018). Bilgi ve teknolojideki gelişmeler sağlık kurumunun daha iyi işlemesine, kurum verimliliğinin artmasına, insandan kaynaklanan hataların azaltılmasına, maliyetlerin düşürülmesine, hasta ve çalışan memnuniyetinin sağlanmasına katkı sağlamıştır (Tüfekçi, Yorulmaz ve Cansever, 2017).

Sağlık Bakanlığı, büyük teknoloji firmalarıyla ortak çözümlerde bulunarak; demografik raporların oluşturulması, sağlık hizmeti kullanım oranlarının MHRS üzerinden gösterilmesi, acil servislere başvuran hasta sayısından yola çıkarak kapasite ve ilaç kullanım tahminlerinin gerçekleştirilmesinde yapay zekâdan faydalanmaktadır (Akalin ve Veranyurt, 2020:135).

Sağlık kurumlarında yönetsel olarak yapay zekâ uygulamaları; elektronik hasta kayıtları, teletıp, akıllı kart uygulamaları, karar destek ve klinik destek sistemleri, sanal gerçeklik uygulamaları gibi alanlarda kullanılmaktadır (Güleş ve Özata, 2005)

Yapay zekâ ile düzeltilebilir ve önlenebilir sistem verimsizliğinin ortadan kaldırılması, modern ve uygun maliyetli tedavi ve bakım hizmetlerinin sunulması, uygunsuz bakım hizmetleri ve aşırı tedaviden kaynaklanan sağlık harcamalarının azaltılması, personel veriminin artırılması mümkün olabilmektedir (Bernaert and Akpakwu, 2018).

2.2.1.2. Sağlık Kurumlarında Üretim

Üretim yönetimi, ürün ve hizmetlerin talep edilen zamanda ve en az maliyetle üretilmesinde karar alma faaliyetleri ile ilgilenen işletme fonksiyonudur. Üretim yönetiminde amaç; tüketici taleplerinin zaman, miktar, kalite ve fiyat bakımından en iyi şekilde karşılanması, mümkün olduğunca stokların düşük seviyede tutulması ya da stok devrinin artırılması, işletmenin beşerî ve fiziki kaynaklarından daha fazla yararlanmasını sağlamaktır (Yalpa, 2020;52).

Sağlık hizmetlerinin üretiminde yapay zekâ alt kollarından makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi yöntemlerden faydalanılabilmektedir. Bu yöntemler kullanılarak sağlık profesyonelleri tanı, tedavi, rehabilitasyon ve sağlığın korunması ve geliştirilmesinde yeni tekniklere geçmektedir (Akalin ve Veranyurt, 2020:132). Aynı zamanda yapay zekâ laboratuvar testlerinin analiz edilmesi, röntgen, bilgisayarlı tomografi taramaları, tıbbi konsültasyonda yardım sağlayabilecek hastaların mevcut tıbbi durumuna erişilmesi ve veri girişlerinde de kullanılabilmektedir (Büyükgöze ve Dereli, 2019).

Yapay zekâ sistemleri klinik karar vermenin geliştirilmesinde, hastalıkların teşhisinin kolaylaştırılmasında, gözden kaçan ya da tanımlanamayan lezyonların görüntüleme teknikleriyle tespit edilmesinde, çeşitli hastalıkların cerrahi müdahalelerinde yardımcı olmaktadır. Yapay zekâ uygulamaları, klinik uzmanların bulunmadığı uzak bölgelere sağlık hizmeti sunma potansiyeline sahiptir (Yu, Beam and Kohane, 2018:726). Yapay zekâ uygulamalarının kullanıldığı robotlar sağlık sektöründe; ilaç testlerinin gerçekleştirilmesi ve ilaç üretimi, lojistik sağlama, tedavi hizmetleri ve hasta bakımı gibi farklı alanlarda kullanılabilmektedir (Bacaksız vd., 2020:462). Aynı zamanda yapay zeka uygulamalarından sağlık hizmeti kalitesinin artırılması için eksikliklerin belirlenmesinde; yerinde, zamanında, yeterli ve kaliteli sağlık hizmeti sunulmasında; kişi ve toplumun yaşam kalitesinin artırılmasında da faydalanılmaktadır (Akalin ve Veranyurt, 2021; Dirican, 2019:9; He et al., 2019:2). Sonuç olarak; yapay zekâ yöntemleri hastane maliyet, klinik karar destek sistemleri ve sağlık profesyonellerinin yeterliliğinde sağlık kurumlarına destek sağlamaktadır.

2.2.1.3. Sağlık Kurumlarında İnsan Kaynakları

Sağlık hizmetlerinin işleyişinin sağlanmasında insan kaynakları temel girdilerin başında gelmektedir. Gelişen teknolojiyle birlikte daha iyi tedavi hizmetlerinin sunulabilmesi, hasta beklentilerinin karşılanabilmesi, sağlık sisteminin geliştirilmesi ve karmaşık olan bu sistemin boyutlarının bilimsel temelde yönetecek olan nitelikli ve donanımlı yönetici ve çalışanlara ihtiyaç giderek artmaktadır (Korkmazyürek, 2019:87). İnsan kaynakları yönetimi teknolojik gelişmelerden oldukça etkilenmekte ve dijitalleşme eğilimindedir (Jiang ve Wang, 2018). İnsan kaynakları yönetimi, veri analizi, bulut bilişim, büyük veri ve yapay zekâ yöntemlerinden faydalanmaktadır (Tiftik, 2021:382).

Yapay zekâ, hekimlerin daha iyi teşhis kararları vermelerinde, tedavi sonuçlarının iyileştirilmesine, tıbbi hataların azaltılmasına (Mesko, Hetenyi and Gyorffy, 2018:3) ve performanslarının artırılmasına yardımcı olmaktadır (Akalin ve Veranyurt, 2021; Dirican, 2019:9). Aynı zamanda sağlık insan gücünün işe alımı, seçilmesi, işten çıkarılması ve performans değerlendirme süreçlerinin yönetilmesinde insan kaynakları birimlerine destek olarak iş gücü krizlerinin aşılmasında destek olmaktadır (Kayıkçı ve Bozkurt, 2018; Mesko, Hetenyi and Gyorffy, 2018:3).

Kurumun gelişimi açısından personel eğitimi ve gelişimi de oldukça önemlidir (Tappaskhanova, Mustafaeva and Tokmakova, 2020:159). Sağlık sektörü çalışanları, yapay zekâ tarafından hazırlanan çeşitli uygulama ve simülasyonlar aracılığıyla eğitim ve gelişimleri desteklenebilmekte ve hata oranları azaltılabilmektedir. Yapay zekâ teknolojilerinin kullanılması ile sağlık profesyonellerinin iş yükünün azaltılması sağlanmakta ve böylece sağlık çalışanları asıl yapmaları gereken işlere odaklanabilmektedir. Bu durum çalışanların başarı ve performansını artırmaktadır (Akalin ve Veranyurt,2020).

İşe alım sürecinde yapay zekâdan faydalanılması zaman kaybını önlemekte, başvuru esnasında elde ettiği dil ipuçları ve konuşmayı analiz ederek kişiliği ortaya koyabilmekte, yapay zekâ uygulamaları ile yapılan video görüşmeler ile başvuranın beden dili, yüz ifadeleri ya da ses tonu yorumlanarak analiz edilmekte ve işletmedeki başarılı personel ile karşılaştırılarak en iyi aday önerilebilmektedir (Karaboğa, 2020:50-52).

2.2.1.4. Sağlık Kurumlarında Pazarlama

Kaynakların kıt olması, ekonomik ve hukuki koşulların değişimi, tüketicilerin bilinçlenmesi ve her sektörde olduğu gibi sağlık sektöründe de rekabetin artması, sağlık sektöründe pazarlama anlayışının gelişmesini sağlamıştır. Sağlık sektörü bulaşıcı olmayan hastalıkların, yaralanmaların ve yaşam şeklinden kaynaklanan rahatsızlıkların artmasıyla birlikte daha çok rekabetçi hale gelmektedir. Bu kapsamda sağlık işletmeleri pazarlama kavramından faydalanmaktadır (Marangoz, 2019:131).

Sağlık hizmetlerinde pazarlama, sağlık hizmeti tüketicilerinin ihtiyacının tespit edilmesi, sağlık hizmetinin bu ihtiyaca uygun hale getirilmesi ve hastaların bu hizmetten faydalanmaya teşvik edilmesi şeklinde ele alınmaktadır (Robinson and Whittington'dan akt. Tengilimoğlu, 2014:30). Sağlık hizmetleri pazarlamasının temelini, hizmeti talep edenlerin beklenti ve ihtiyaçlarının karşılanması oluşturmaktadır. Ayrıca sağlık hizmetleri pazarlamasında sağlık hizmeti sunucularının maliyetlerinin karşılanabilir düzeyde gerçekleşmesi beklenmektedir (Sarıyıldız, 2022:166). Pazarlama alanında yapay zekâ, müşteri verilerini kullanarak müşterinin bir sonraki adımının tahmin edilmesi ve müşteri yolculuğunun iyileştirilmesi sürecinde kullanılmaktadır (Alkaddour, 2022:53).

Gelişmiş ve yenilikçi yapay zekâ destekli pazarlama çözümleri ile işletmeler değişen ihtiyaçlara daha hızlı adapte olabilmektedir. Ayrıca, işletmeler paydaşları için kritik ve kazanç sağlayan iletişim ve çözüm paketleri oluşturabilmektedir (Chintalapati and Pandey, 2022: 2). Yapay zekâ, doğru tahminlerin yapılması, etkin varlık yönetimi, derinlemesine piyasa analizi geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Yapay zekâ teknolojisi sayesinde işletmeler rakiplerinin farkında olabilmekte, müşteri potansiyeli ve satın alma davranışları hakkında bilgi sahibi olabilmektedir (Javaid et al., 2022).

Sağlık sistemlerinde yapay zekâ uygulamaları, geniş veri tabanlarının yönetilmesi, sağlık hizmeti sunucuları ile hastalar arasında sorunsuz etkileşimin sağlanması için hızlı, basit ve doğru veri analizi gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır (Jain et al., 2021).

2.2.1.5. Sağlık Kurumlarında Halkla İlişkiler

Halkla ilişkiler uzun süreli bir yönetim fonksiyonu olmakla birlikte işletmelerin iç ve dış paydaşlarıyla etkileşimli, kalıcı, itibara, güvene ve kazan-kazan anlayışına dayalı, pozitif ilişkilerin kurulması ve sürekliliğin sağlanması için gereklidir (Besler, 2019:206). Sağlık kurumları için halkla ilişkiler, kurumunun ilişki ve iletişimde olduğu tüm paydaşlar ve işletmelerle, karşılıklı olarak doğru, dürüst ve güvenilir ilişkilerin kurulması ve kamuoyunda iyi bir izlenim oluşturulması için gerçekleştirilen planlı ve programlı iletişim faaliyetleridir (Türkoğlu ve Kantaş Yılmaz, 2022:185).

Halkla ilişkiler, reklam kısıtlamasının söz konusu olduğu sağlık sektörü için; özellikle kurumun kendini tanıması ve hedef kitlelere kendini tanıtmaya, iyi bir imaj ve itibara sahip olma, paydaşlarıyla iyi ilişkiler kurma, hizmet içi eğitim ve kriz zamanlarında önemli görevler üstlenme konusunda önem taşıyan işlerdir. Sağlık kurumunun sahip olduğu olumlu imaj kurum çalışanlarını olumlu yönde etkileyerek motivasyonlarını artıracaktır (Duğan ve Uludağ, 2015:141; Türkoğlu ve Kantaş Yılmaz, 2022:184).

Halkla ilişkiler bağlamında yapay zekâ, doğal dil işleme sistemleriyle haber medyasının kapsamını takip edebilmekte, sosyal medyayı izleme ve medya trendlerini tahmin etme, sosyal yardım ve tanıtımların gerçekleştirilmesinde, web sitesi verilerinin analiz edilmesi ve web sitesi sahibi işletmelerin tanıtım fırsatlarının belirlenmesinde kullanılabilmektedir. İşletmeler bu sayede itibarlarını yönetme ve

sorunların üstesinden gelmede daha başarılı olabilmektedir (Galloway and Swiatek, 2018:734).

2.2.1.6. Sağlık Kurumlarında Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge)

Teknolojinin sürekli değişerek gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan yenilikler artan rekabet koşullarında varlıklarını devam ettirmek isteyen işletmeler için araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerini önemli hale getirmiştir (Tokat ve Kara, 2018:173). Ortaya çıkan teknolojik gelişim ve değişimlerden en fazla etkilenen sektörlerden biri olan sağlık sektöründe Ar-Ge faaliyetleri; tıbbi cihaz, ilaç, aşı, tıbbi teknolojiler, koruyucu ve tedavi edici sağlık hizmetleri alanlarından oluşmaktadır. Ar-Ge faaliyetleri ülkelerin; gelişmişlikleri, ekonomik kalkınması ve sağlık hizmetlerinin verimlilik ve etkinliğini artırmasından dolayı ülkeler açısından önemli faaliyetleridir (Küçük, 2019: 3214).

Evlerde verilen tedavi ve bakım hizmetlerinin artmasıyla, bilgisayar destekli uygulamalar ve cihazlarda artışa; bilgisayar destekli tıbbi cihazların çeşitleri ve kullanım alanındaki oranının artmasına neden olacaktır. Yeni tıbbi cihaz ve ürünlerin ortalama 8 ayda yaşam döngüsünün olması Ar-Ge faaliyetlerinin önemli duruma gelmesini sağlamıştır. Teknolojik gelişmeler, bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans görüntüleme (MR), robotik cerrahi ve akıllı ilaçlar ile sunulan sağlık hizmeti ve bakım kalitesini, hasta memnuniyetini ve operasyonel etkililiğin artması üzerinde olumlu etkiye sahiptir (Şengün, 2016:194-195).

Yapay zekâ, bilinen ilaçların ve yeni moleküllerin polifarmakolojisinin belirlenmesinde yapı temelli metotlar ile bilgisayar simülasyonları kullanılarak yeni gelişmeler ve ilacın yeniden konumlandırılmasını sağlamıştır (Liu et al., 2013). İlaç geliştiren ve üreten firmaların, sağlık veri tabanlarındaki bilgilerden yararlanarak doğru ilaçların geliştirilebilmesi için alt yapı hazırlanması faaliyetinde yapay zeka kullanılmaktadır (Akalin ve Veranyurt, 2021; Dirican, 2019:9) Aynı zamanda nesnelerin interneti tabanlı uygulamalar ile tıbbi cihazlar yazılımlar vasıtasıyla bilgi teknolojisi sistemlerine bağlanabilmekte ve hastalar uzaktan takip edilebilmektedir. Bu durum sağlık sistemi üzerindeki yükü azaltmaktadır (Lepore at al., 2022). Türkiye’de ve Dünya’da çeşitli kurum ve kuruluşlar Ar-Ge faaliyetlerine destek sağlamaktadır.

2.2.1.7. Sağlık Kurumlarında Muhasebe ve Finansman

Sağlık sektörü kaynaklarının etkili, verimli ve doğru alanlarda kullanılmasında muhasebenin önemi büyüktür (Çil Koçyiğit vd., 2018). Sağlık hizmetlerinde muhasebe hesaplamalar üzerine kurulu bir faaliyettir. Ancak günümüzde hesaplamayı zorlaştıran birçok etken bulunmaktadır. Verilerin elde edilmesinin zor olması, hangi verilerin kullanılması gerektiğinin belirsiz olması, bazı verilerin nasıl ölçülebileceğinin bilinmemesi ve veriler arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında nasıl formüle edileceğine dair net yargının olmaması bu zorluklar arasında gösterilebilir (Gül, 2020:75). Yapay zekânın gelişmesi ile birlikte geleneksel muhasebecilerin çalışma yöntemlerini değiştirmiştir. Yapay zekâ, karmaşık finansal tablolarla, büyük gelir ve harcama istatistikleriyle karşı karşıya kaldığında, doğru analiz, hızlı hesaplama ile muhasebe iş yükünün verimli ve akıllı bir şekilde tamamlanmasını sağlamaktadır (Li, 2020:260). Muhasebe düzeyinde yapay zekâ uygulamalarının kullanılması kısa vadede işletmelerde maliyetlerin artmasına neden olacaktır. Fakat uzun vadede ele alındığında yapay zekânın muhasebe düzeyinde kullanılması işletmelerin daha sürdürülebilir kalkınma yeteneklerine sahip olmasını sağlayacaktır (Luo, Meng and Cai, 2018:854).

Sağlık kurumları yönetiminin başarılı olmasında muhasebe ve finans bilgisi büyük rol oynar. Kurum yöneticileri, muhasebeden elde ettikleri bilgiler sayesinde sağlık kurumunun başarısını analiz edebilmekte, geleceğe yönelik sağlıklı karar alıp planlama yapabilmektedir (Coşkun, 2006:105-106). Yapay zeka ile sağlık harcamalarındaki yanıtıcı işlemlerin ortaya konulması ve maliyeti azaltacak faktörlerin belirlenmekte, hizmet üretim ve sunum süreçlerinde oluşan maliyetler azaltılabilmektedir (Akalin ve Veranyurt, 2021; Dirican, 2019:9).

Finansal yönetim, işletmelerin amaçlarına ulaşması için ihtiyaç duyduğu fonların en az maliyetle elde edilmesi ve bu fonların işletme amacına uygun olarak en etkin ve verimli şekilde kullanılmasıdır (Arslan, 2022:120).

Hekimler, yapay zekâ uygulamaları sayesinde hasta ile uzaktan iletişime geçip ciddi bir sağlık sorununun olup olmadığını tespit edebilmekte ve buna göre tedavi planı hazırlanabilmektedir. Bu durum hekimleri zaman kazandırırken hastane maliyetlerine de olumlu katkı sağlamaktadır (Yuan, Shi and Wang, 2022).

Yapay zekâ uygulamaları, uzman sistemler, bulanık mantık, yapay sinir ağları ve makine öğrenmesi ve genetik algoritmalarından oluşmaktadır. Yapılan bu tez çalışmasında yapay zekâ tekniklerinden yapay sinir ağları kullanılmıştır.

2.2.1. Yapay Sinir Ağları

Yapay sinir ağları, insan beynine ait özelliklerden biri olan öğrenme aracılığıyla yeni bilgilerin türetilmesi, oluşturulması ve keşfedilmesi gibi becerileri yardım almadan, otomatik gerçekleştirilmesi için 1940'lı yıllarda ortaya konulan bilgisayar sistemleridir (Öztemel, 2012:29). Aynı zamanda yapay sinir ağları, beyine özgü bir faaliyeti gerçekleştirme yönteminin modellenmesi için tasarlanan bir sistem olarak da tanımlanmaktadır. Yapay sinir hücrelerinin birbirleriyle farklı şekillerde bağlanmasından oluşmaktadır ve genel olarak katmanlar halinde düzenlenir. Yapay sinir ağları, öğrenme aşamasından sonra bilgiyi muhafaza edebilme ve genelleme yapabilme yeteneğine sahip paralel dağılan bir işlemcidir. Donanım olarak elektronik devrelerle ya da bilgisayarlarda yazılım olarak gerçekleştirilebilir (Ataseven, 2013:102). Geleneksel programlama yöntemleriyle yeni bilgilerin elde edilmesi zor ya da mümkün olamazken YSA'nın sahip olduğu öğrenme yoluyla yeni bilgilerin elde edilmesi daha kolay olabilmektedir. Bundan dolayı YSA'nın programlanması çok zor ya da mümkün olmayan olaylar için geliştirilmiş adaptif bilgi işleme ile ilgilenen bir bilim dalı olduğu ifade edilebilir (Öztemel, 2012:29).

Yapay sinir ağları, yapay sinir hücrelerinin katmanlar şeklinde birbirine bağlanmasıyla ortaya çıkan veri tabanlı sistemler olup, insan beyninin öğrenme ve farklı koşullardaki hızlı karar verebilme becerilerinin, basitleştirilmiş modeller aracılığıyla karmaşık problemlerin üstesinden gelinmesi için kullanımını amaçlamaktadır (Koç vd., 2004). YSA, yüksek oranda parametrelerle ifade edilen istatistiksel modeller arasında yer almakta ve oldukça esnek bir yapıya sahiptir. Bundan dolayı fonksiyonlardaki küçük aykırılıkları doğru şekilde modelleyebilmektedir (Irmak, 2009:58). Yapay Sinir ağlarının verilerin istatistiksel dağılımı veya özellikleri hakkında hiçbir varsayımda bulunmaması ve bu nedenle pratik durumlarda daha yararlı olma eğiliminde olması yapay zekâ ile istatistiksel yaklaşımlar arasındaki temel farkı oluşturmaktadır (Bansal and Pandey, 2005).

YSA'da örnek verilerin kullanılmasıyla genel yargılar ya da sonuçlar elde edilmeye çalışılmaktadır. Uygulamacı tarafından bilgisayarda kurulan ağa yalnızca

eldeki örnekler verilir ve başka bilgi verilmeden bu örnekler ile sonuçlara bakarak ağın öğrenme işlemini gerçekleştirmesi istenilir. Ağ kendi sistemini kullanarak öğrenmeyi gerçekleştirir daha sonra ise hiç karşılaşmadığı örnekler için öğrendiği bilgiler aracılığıyla çözüm üretir (Sönmez Çakır, 2018:3).

Yapay sinir ağlarının genel özellikleri (Öztemel, 2012:31-33);

- ✓ Yapay sinir ağları makine öğrenmesi gerçekleştirirler,
- ✓ Programları çalışma stili bilinen programlama yöntemlerine benzememektedir,
- ✓ Bilgi saklanmaktadır,
- ✓ Yapay sinir ağları örnekleri kullanarak öğrenirler,
- ✓ Yapay sinir ağlarının güvenle çalıştırılabilmesi için kullanmaya başlamadan önce eğitilmeleri ve performanslarının test edilmesi gerekmektedir,
- ✓ Görülmemiş örnekler hakkında bilgi üretebilirler,
- ✓ Algılamaya yönelik olaylarda kullanılabilirler,
- ✓ Görüntü, ses vb. setler ile de çalışabilmekte ve bunlar arasında sınıflandırma ve ilişkilendirme yapabilmektedir,
- ✓ Örüntü tamamlama gerçekleştirebilirler,
- ✓ Kendi kendini organize etme ve öğrenebilme yetenekleri vardır,
- ✓ Eksik bilgi ile çalışmaya devam edebilmektedirler,
- ✓ Hata toleransına sahiptirler,
- ✓ Belirsiz, tam olmayan bilgileri işleyebilmektedirler,
- ✓ Dereceli bozulma (graceful degradation) gösterirler,
- ✓ Dağıtık belleğe sahiptirler fakat bilgi tüm ağı gezmektedir,
- ✓ Sadece nümerik bilgiler ile çalışabilmektedirler.

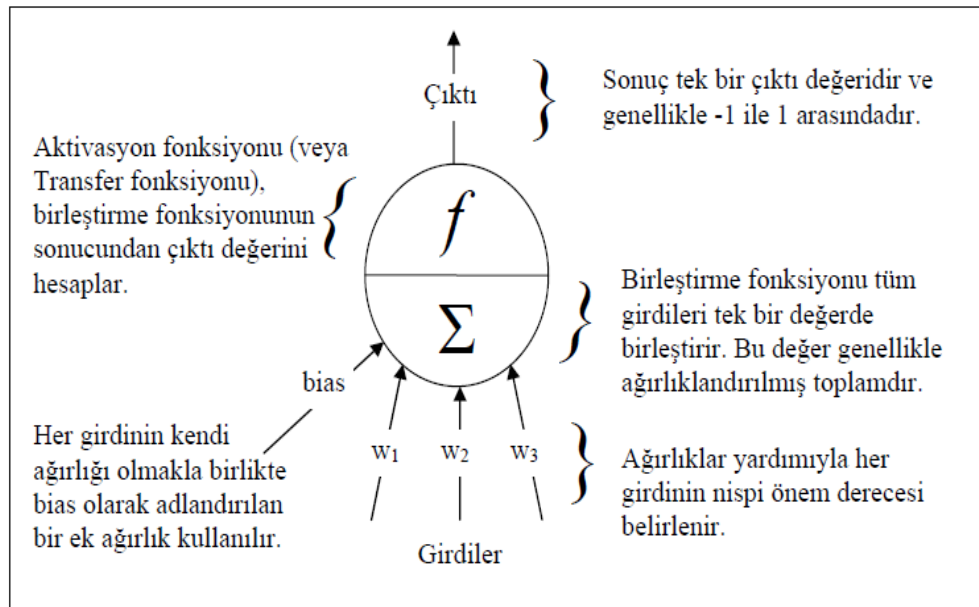
Birbiriyle etkileşim içinde bulunan birçok faktöre sahip olan sağlık sistemi karmaşık sistemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Doğrusal olmayan verilerin modellemesinde başarılı olan YSA, bu tür sistemleri modellemek için de faydalı olmaktadır (El-Sharo, 2002:22).

Yapay sinir ağlarının nöron yapısı, mimari yapısı, yapay sinir ağlarında öğrenme ve geri yayılım algoritması, yapay sinir ağlarının sahip olduğu avantaj ve dezavantajlara ve sağlık sektöründe yapılmış yapay sinir ağları çalışmalarına aşağıda değinilmiştir.

2.2.1.1. Yapay Sinir Ağlarının Nöron Yapısı

Yapay sinir ağları genel olarak benzer yapıya sahip olup, yapay nöronlar bir araya gelip basit halde kümelenilmektedir. Kümelenendirme basamaklar şeklinde yapılmaktadır. Daha sonra bu basamaklar bir diğer basamakla ilişkilendirilmektedir (Anderson and McNeill, 2006).

Yapay sinir ağları birçok sinir hücresinin (en küçük işlem birimi) bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Her işlem birimi birbirlerine bağlı halde olup basit hesaplamalar yapabilmektedir. En basit sinir ağı hücresi girdi, ağırlık, birleştirme fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve çıkış bileşenlerinden oluşmaktadır (Güven, 2020:27).



Şekil 2.3. Yapay sinir ağı nöronunun bileşenleri (Irmak, 2009:59).

Girdi katmanı; dış dünyadan gelen bilgileri toplayan katmandır. Bu katmanda dışarıdan gelen girdi sayısı kadar sinir hücresi bulunmaktadır. Girdi katmanındaki girdi değişkenleri herhangi bir işleme tutulmadan diğer katmana geçmektedir. Bu bilgiler ara katmanda işleme tabi olmaktadır.

Ağırlıklar; girdiler yapay sinir hücresine gelen bilgiler göstermekte iken, ağırlıklar hücreye gelen bilgilerin önem ve etkisini göstermektedir. Ağırlıklar, pozitif veya negatif olabilmektedir. YSA'da dış ortamdan alınan girdiler, ağırlıklar ile hücreye bağlanır. Net girdinin değeri farklı yöntemler ile hesaplanarak aktivasyon fonksiyonunda işlenip net çıktı değeri hesaplanmaktadır. Ağa sunulan girdilerin

ağırlıklar sabit değildir. YSA, kendine yeni örnekler gösterildikçe kendisi için en uygun sonucu verene kadar ağırlık değerlerini değiştirir ve en uygun ağırlık değerinin bulunmasını sağlar.

Birleştirme Fonksiyonu (combination function); tüm girdileri tek bir değerde birleştiren fonksiyondur (Sönmez Çakır, 2018: 21). En yaygın kullanılan birleştirme fonksiyonu ağırlıklandırılmış toplam fonksiyonudur (Irmak, 2009:60). Girdiler ile ağırlıkların çarpılmasıyla NET girdi değeri bulunur. NET girdi değeri ağıla gelen değeri göstermektedir.

$$net_k = bias_k + x_1w_{k1} + x_2w_{k2} + \dots + x_mw_{km}$$

Girdiler ve ağırlıklar çarpıldıktan sonra NET değerinin hesaplanmasında “toplama” formülü kullanılmaktadır. Eğer bias ifadesini $w_{k0} = bias_k$ olarak ifade ederek ve sabit girdi değerini $x_0 = 1$ olarak tanımlanırsa, net girdi toplamı ifadesini aşağıdaki gibidir:

$$NET = \sum_{i=1}^n X_i \cdot W_i$$

Bu formülde 1. girdiden n. girdiye kadar olan girdilerin her birinin kendilerine verilmiş rasgele ağırlık değerleri ile çağrılması ve elde edilen sonuçların toplanması ifade edilmektedir. X değeri her bir girdiyi W değerleri ise her bir girdinin kendi ağırlıklarını göstermektedir.

Aktivasyon fonksiyonu; girdi ve çıktı arasındaki doğrusal veya doğrusal olmayan eşleştirmeyi sağlayan fonksiyondur (Eğrioğlu vd., 2020:19). YSA’da en fazla kullanılan bazı aktivasyon fonksiyonları tabloda belirtilmiştir (Tablo 2.2).

Sıklıkla kullanılan aktivasyon fonksiyonları (Sönmez Çakır, 2018:24-28);

Sigmoid (logsig) fonksiyonunda doğrusal olan ve doğrusal olmayan fonksiyonlar için dengelenmiş çıktılar ortaya koyarak modellemeler yapılabilir. Bu fonksiyon ağırlıklı ortalama değerini 0-1 arasında bir değere dönüştürür.

Hiperbolik Tanjant (Tansig) fonksiyonunun kullanılabilmesi için öncelikle girdi değerleri (-1,1) aralığında ölçeklendirilir ve sonuçta elde edilen çıktı değerleri (-1,1) arasında yer alır.

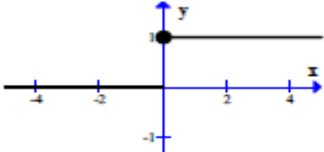
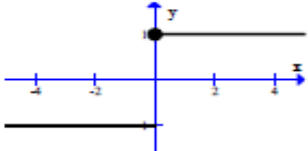
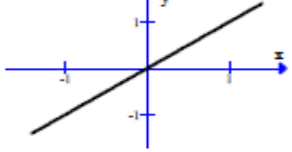
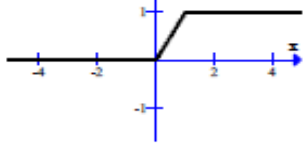
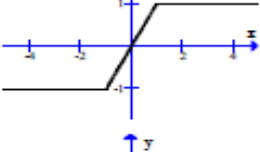
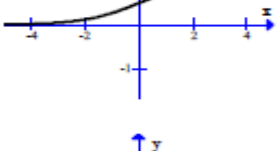
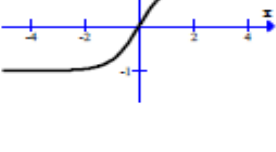
Doğrusal (Purelin) fonksiyonunda girdilerden elde edilen Net Girdi aynen çıktı olarak üretilir. Bu, modelin doğrusal olduğu durumlarda tercih edilen bir fonksiyondur.

Gaussian fonksiyonu simetrik bir fonksiyon olup girdi değişkeninin eşit negatif ve pozitif değerlerinde benzer çıktı elde edilir. Gaussian fonksiyonu ile ağ, hiç giriş olmaması ve çıktı mesafesi 0'dan uzaklaştıkça, en yüksek çıktıyı verir.

Çıktı katmanını ara katmanda işlenen ve bilgiye dönüşen verinin son geçiş katmanını olup buradan çıkan bilgi başka bir hücre ya da hücrelere girdi olacak veya direkt bilgi olarak hücreden çıkacaktır. Bir hücreden uygun sadece bir çıktı elde edilir ve bir hücrenin çıktısı başka bir hücreye girdi olmaktadır.

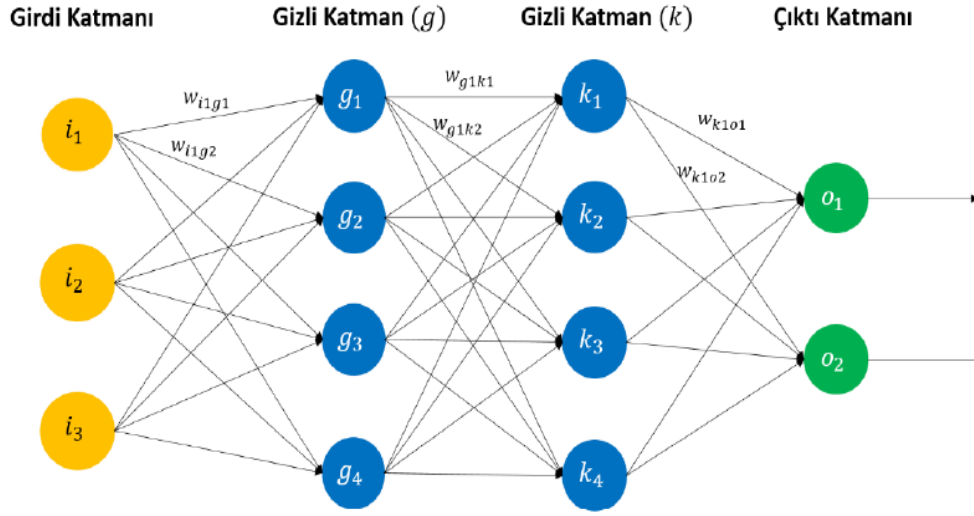


Tablo 2.2. Yapay sinir ağlarında kullanılan aktivasyon fonksiyonları (Kantardzic, 2020:236)

Aktivasyon Fonksiyonu	Girdi/Çıktı Bağımlılığı	Grafığı
Katı Limit (Hard Limit)	$y = \begin{cases} 1 & \text{if } net \geq 0 \\ 0 & \text{if } net < 0 \end{cases}$	
Simetrik Katı Limit (Symmetrical Hard Limit)	$y = \begin{cases} 1 & \text{if } net \geq 0 \\ -1 & \text{if } net < 0 \end{cases}$	
Doğrusal (Linear)	$y = net$	
Doygun Doğrusal (Saturating Linear)	$y = \begin{cases} 1 & \text{if } net > 1 \\ net & \text{if } 0 \leq net \leq 1 \\ 0 & \text{if } net < 0 \end{cases}$	
Simetrik Doygun Doğrusal (Symmetric Saturating Linear)	$y = \begin{cases} 1 & \text{if } net > 1 \\ net & \text{if } -1 \leq net \leq 1 \\ -1 & \text{if } net < -1 \end{cases}$	
Sigmoid veya Log-Sigmoid	$y = \frac{1}{1 + e^{-net}}$	
Hiperbolik Tanjant Sigmoid (Hyperbolic Tangent Sigmoid)	$y = \frac{e^{net} - e^{-net}}{e^{net} + e^{-net}}$	

2.2.1.2. Yapay Sinir Ağlarının Mimari Yapısı

Yapay sinir hücreleri yapay sinir ağında katmanların içerisinde yer alır. Bir YSA en az bir giriş katmanı, bir çıkış katmanı ve gizli katman olmak üzere 3 katmandan oluşur (Şekil 2.2).



Şekil 2.4. Yapay sinir ağlarının genel yapısı (Coşar, 2020:37)

Gizli katman sayısı, yapay sinir ağının yapısına ve problemin tipini göre farklılık gösterebilmekte olup derin öğrenme teknikleri hariç yapay sinir ağlarında çok fazla gizli katman olması istenmez. Gizli katmanlar, ağırlıkların da etkisiyle yapay sinir ağının öğrenme geçmişine ait verileri tutarak giriş bilgilerinin yorumlanmasını ve çıkışa aktarılmasını sağlar. Giriş katmanından aktarılan bilgiler gizli katmanlarda işlem görür ve çıktı katmanına iletilirler. Bir yapay sinir ağı n adet giriş katmanına ve n adet çıkış katmanına sahip olabilir (Güven, 2020:28).

YSA'da katman sayısı denildiğinde bahsedilen değer, gizli katmanın sayısıdır. YSA sahip olduğu katman sayısına göre tek katmanlı ve çok katmanlı olmak üzere iki gruba ayrılır (Sönmez Çakır, 2018:51).

Tek Katmanlı Yapay Sinir Ağları (TKYSA): TKYSA'da ağı girdi değerleri ile çıktı değerleri verilerek, ağ çıktıları üretmeye başlayana kadar eğitim devam eder. Çıktı değerlerine ulaşılabilmesi için ağın ağırlıkları her bir iterasyonda değiştirilir. Çıktı değerlerine ulaşıldığında ağın eğitimi tamamlanmış olup ağ kullanıma hazır hale gelmiştir. Tek katmanlı YSA sadece doğrusal problemler için kullanılabilir. Perceptron, Adaline/Madaline gibi ağlar tek katmanlı algılayıcılara örnek verilebilir (Sönmez Çakır, 2018:51).

Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇKYSA): Bu ağda nöronlar arasındaki bilgi, girişten çıkışa doğru tek yönlü düzenli katmanlar halinde bulunmaktadır. Bir katman sadece kendinden sonra gelen katmana bağlanmakta olup, bir nöronun çıktısı

sadece kendinden sonra gelen nöron katmanına girdi olabilmektedir. Aynı katmandaki başka bir nörona bağlantısı yoktur. Çok katmanlı YSA doğrusallık varsayımının gerçekleşmediği durumlarda kullanabilmektedir. Bu ağlara örnek olarak çok katmanlı algılayıcılar (Multilayer Perceptron-MLP) ve doğrusal vektör ayırıcı (Learning Vector Quantization-LVQ) verilebilir. Ayrıca YSA'da ileri beslemeli ve geri beslemeli olarak işlem yapılabilir. İleri beslemeli ağlarda hücreler basamaklar şeklinde düzenlenir ve bir basmaktan elde edilen hücre çıktısı, bir sonraki basamağa ağırlıklar üzerinden girdi olarak verilir. Girdi katmanı, dışarıdan alınan bilgiyi değiştirmeden, olduğu gibi gizli katmandaki hücrelere iletir. Bilgi, gizli ve çıktı katmanında işlenerek ağ çıkışı belirlenir. İleri beslemeli ağların mimarisi, yapının esnekliği, iyi temsil becerisi ve fazlaca öğrenme algoritmasına sahip olması nedenlerinden dolayı sıklıkla kullanılmaktadır (Ma and Khorasani, 2003: 361). Geri beslemeli YSA ise, gizli katman ve çıkış katmandaki çıktıların, giriş ya da daha önceki gizli katmanlara geri besleme yapılarak oluşturulan ağ yapısıdır. Dinamik hafızaya sahip geri beslemeli ağlarda belirli bir andaki çıktı hem o andaki hem de önceki girişleri göstermektedir. Geri beslemeli ağlarda, bir hücreden elde edilen çıktı tekrar aynı hücreye ya da diğer hücrelere girdi olarak verilir. Geri besleme genelde bir geciktirme elemanı üzerinden gerçekleştirilir. Geri besleme, hem aynı katmanda bulunan hücreler arasında hem de katmanlar arasındaki hücrelerde olabilmektedir (Öter, 2016:57)

YSA işlemlerinin adımları;

- 1.Adım: Problemin tanımlanması,
- 2.Adım: Problem ile ilgili değişkenlerin belirlenmesi,
- 3.Adım: Verilerin toplanması,
- 4.Adım: Verilerin ön işleminden geçirilmesi,
- 5.Adım: Sinir ağının tasarlanması (Ağın yapısı ve öğrenme kuralı seçilmesi),
- 6.Adım: Ağın eğitilmesi,
- 7.Adım: Ağın geçerliliğine bakılıp hata tespiti yapılması'dır.

2.2.1.3. Yapay Sinir Ağlarında Modelin Öğrenmesi ve Geri Yayılım Algoritması

YSA uygulamasında ağın işleyiş süreci ağın eğitimi ve test edilmesi şeklinde çalışır (Aydemir vd., 2014:146). YSA öğrenme algoritmasında amaç, ağırlıklar kümesinin değerlerinin (w), hata fonksiyonunu minimize etmek üzere belirlenmesidir.

Hata fonksiyonu, yapay sinir ağının tahmin değeri ile gerçek hedef değişken değeri arasındaki hata kareleri toplamının yarısı olarak ifade edilebilir (Tan vd., 2006):

Öğrenme olarak adlandırılan hataların kullanılmasıyla ağırlıkların düzeltilmesi için en yaygın yöntem geri yayılım (back propagation) algoritmasıdır (Shmueli et al., 2007: 410) Geri yayılım algoritması, öğrenme kapasitesinin yüksekliği ve basit algoritması nedeniyle birçok alanda kullanılmaktadır (Agatonovic and Beresford, 2000:720). Bu algoritma ileri beslemeli yapay sinir ağlarının öğrenmesi için kullanılan temel denetimli öğrenen algoritmadır (Kathirvalavakumar and Thangavel, 2006:111). Algoritma, tekrarlamalı bir gradyen azalma tekniğini kullanarak gerçek çıktı y ve istenen çıktı d arasındaki karesel hatayı minimum yapar. Hata değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E = \frac{1}{2} \left[\sum_p \sum_k (d_{pk} - y_{pk})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

E hata kareler ortalaması (MSE), d_{pk} istenen çıktı vektörünü ve y_{pk} gerçek çıktı vektörünü temsil eder. E değeri sıfıra ne kadar yakın olursa, ağ o kadar iyi eğitilmiş demektir (Agatonovic and Beresford, 2000:720).

Öğrenme aşaması süresince yapay sinir ağının çıktıları, gerçek hedef değerler (bağımlı değişken değerleri) ile karşılaştırılır. Eğer bu değerler birbirlerinden farklı ise bir hata fonksiyonu üretilir. Bu hata ağ boyunca geri yayılır ve ağırlıklar buna göre düzeltilir (Detienne et al., 2003:245-246).

Geri yayılım algoritmasında parametreler; aktivasyon fonksiyonu olarak sigmoid veya lojistik fonksiyonları kullanıldığı durumda çıktı katmanındaki j nöronunun hatası Err_j aşağıdaki biçimde hesaplanır (Irmak, 2009:66).

$$Err_j = O_j (1 - O_j) (T_j - O_j)$$

Burada; O_j , j nöronunun çıktı değeridir, T_j ise hedef değer yani bağımlı değişkenin gerçek değeridir. $O_j (1 - O_j)$ ise sigmoid fonksiyonun türevidir. Gizli katmandaki bir j nöronunun hatasını hesaplamak için, bu nörona bağlı bir sonraki katmandaki tüm nöronların hatalarının ağırlıklandırılmış toplamalarını hesaba katmak gerekir. Dolayısıyla bir gizli katman nöronunu hatası:

$$Err_j = O_j (1 - O_j) \sum_k Err_k w_{jk}$$

ile formüle edilir. Burada w_{jk} , j nöronunun bir sonraki katmanda yer alan k nöronu ile bağlantısının ağırlığıdır. Err_k ise üst katmandaki k nöronunun hatasıdır. Böylece bir sonraki katmanda yer alan j nöronuna bağlı tüm nöronların ağırlıklandırılmış hata toplamaları hesaba katılmış olur. Ağırlıklar ve bias değerleri geri yayılan hataları yansıtmak üzere düzeltilir:

$$\begin{aligned} \Delta w_{ij} &= (1) Err_j O_i & \Delta \theta_j &= (1) Err_j \\ w_{ij} &= w_{ij} + \Delta w_{ij} & \theta_j &= \theta_j + \Delta \theta_j \end{aligned}$$

Burada Δw_{ij} , w_{ij} ağırlığındaki değişimdir, $\Delta \theta_j$ ise θ_j bias değerindeki değişimdir. l ise öğrenme oranıdır (learning rate) ve genellikle 0 ile 1 arasında değer alır. Öğrenme oranı, karar uzayında yerel minimuma takılmaktan kurtulmaya ve global minimumu bulmaya yardımcı olur. Eğer öğrenme oranı çok küçük olursa öğrenme çok yavaş gerçekleşir, eğer çok büyük olursa da yetersiz çözümler arasında gidip gelme durumu gerçekleşebilir.

2.2.1.4. Yapay Sinir Ağlarının Avantaj ve Dezavantajları

Yapay sinir ağları gelenekselleşmiş yöntemlerin çözemediği problemler için çözüm üretebilme yetenekleri ile birçok avantaj sağlamaktadırlar. Net görülemeyen, göz ardı edilen etkenler ve bağlantılar klasik yöntemler ile gözden kaçırılabilirken yapay sinir ağları bu bağlantıları kurabilir ve probleme uygun çözüm üretebilirler. Giriş verilerinin eksik olması ya da kendi başlarına öğrenme yetenekleri de yapay sinir ağlarını klasik yöntemlere göre daha tercih edilir olmasının nedenleri arasındadır (Güven, 2020:31).

Yapay sinir ağlarının diğer avantajları aşağıda belirtilmiştir (Olgun, 2009; Sarı, 2016);

1. Yapay sinir ağları eksik olan giriş verilerini eğitim setinden aldığı veriler ile benzeştirerek tamamlayabilme yeteneğine sahiptir.
2. Yapay sinir ağları problemleri diğer klasik yöntemlere göre daha hızlı çözerler.

3. Veri değişikliklerine ya da diğer etkenlere tepki vererek yapay sinir hücreleri arasındaki bağlantıların ağırlıklarını değiştirebilir ve öğrenme yeteneğini kullanabilir.

4. Lineer yapıda olmadıkları için gerçek problemlere uygulanabilirliği yüksektir.

5. Kümeleme, tahminleme, genelleme, sınıflandırma ve örüntü tanıma gibi alanlarda başarılı sonuçlar vermektedir.

6. Hata tahammülü yüksektir, yapay sinir ağının belirli bir kesiminde meydana gelen bozulma ağın tamamına yayılmaz ve yapay sinir ağı bu bozulmadan etkilenmeden çalışmasına devam edebilir.

7. Yapay sinir ağları eş zamanlı çalışabilen yapay sinir hücrelerinden oluşturmaktadırlar.

Yapay sinir ağlarının dezavantajları aşağıda belirtilmiştir (Olgun, 2009; Sarı, 2016; Yıldırım, 2019);

1. Yapay sinir ağlarının oluőturulma aşamasında ilgili model seğimi için kesin yöntem olmaması ve modelin deneme yöntemiyle bulunması yapay sinir ağlarının dezavantajlarından biridir. Yapay sinir ağları birçok öğrenme algoritmalarına, ağ yapılarına ve değişkenlere sahiptir. Eğer probleme uygun bir model seğilemez ise yapay sinir ağının başarılı olma şansı düşüktür.

2. Yapay sinir ağlarında doğru model seğilse bile problemlerin yapısı ya da eğitim verilerinin yetersizliği gibi nedenlerden dolayı doğru çözüme ulaşılamayabilir.

3. Yapay sinir ağları bünyelerinde bulundurdıkları gizli katmanlar nedeni ile problemlerin çözümüne ilişkin net bilgiler veremezler ve açıklanamazlar. Literatürde “black box” (kapalı kutu) olarak adlandırılmaktadırlar.

4. Yapay sinir ağları paralel yapıya sahip olduklarından dolayı çok fazla güç tüketimine gereksinim duyabilirler, bu nedenle donanımsal açıdan ihtiyaçları yüksektir.

5. Yapay sinir ağlarında eğitim, problem çözümünün en önemli aőamalarından biridir. Fakat yapay sinir ağının ne kadar eğitilmesi gerektiği ile ilgili kesin bir bilgi yoktur. Bazı durumlarda karmaşık veriler ve veri sayısının çokluğu da yapay sinir ağlarının öğrenmesini yavaşlatabilir.

Ayrıca YSA modelinin ilk yapılandırılması aşamasında tüm nöron ağırlıkları rassal olarak ayarlanmaz ise her nöron girdi sinyalinin aynı kısmını öğrenecektir ve

bunun sonucunda geri yayılım algoritmasıyla her nöronun hataları aynı olacak ve her biri girdinin aynı kısmında takılacaktır (Pyle, 1999: 368).

2.3. Sağlık Alanında Yapılan Yapay Sinir Ağları Çalışmaları

Literatüre bakıldığında yapay sinir ağlarının sağlık ve tıp alanında genel olarak veri ve görüntü işleme yoluyla hastalık tahmini, teşhis, sınıflandırmada kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca mortalite, hasta yatış günü tahmini gibi hastane performansını etkileyen değişkenler de yapay sinir ağları ile analiz edilmiştir. Sağlık kurumunun etkili kaynak planlaması ve kaynak tahsisinin gerçekleştirebilmesi için hastaların hastaneye geliş sıklıkları, hastanede geçirdikleri süre ve hasta yatış gününün doğru tahmin edilmesi önemlidir. Bu bölümde hasta kalış süresinin ve yatış gününün yapay sinir ağları yöntemleri ile tahmin edildiği literatür çalışmalarına yer verilmektedir.

Akut alt gastrointestinal kanama sonucunun YSA ve Çoklu Lojistik Regresyon yöntemleriyle tahmininin dahili ve harici doğrulamasının yapıldığı çalışmada (Das vd., 2003) Ocak 1998-Haziran 1999 yılları arasında sağlık kurumuna ilk 12 ayda başvuran (n:120) hastalar eğitim, sonraki 6 ayda başvuran hasta (n:70) verileri test verileri olarak ele alınmış ve YSA ile analiz edilmiştir. Bulunan sonuçlar ile aynı ülkedeki başka bir hastaneye aynı teşhis ile başvuran hasta (n:142) verilerinin kullanılarak yapılan Çoklu Lojistik Regresyon yönteminin sonuçları karşılaştırılmıştır. YSA; Çoklu Lojistik Regresyona göre ölümü, tekrarlayan kanamayı ve müdahale ihtiyacını tahmin etmede daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Irmak vd., (2012) veri madenciliği yöntemlerini kullanarak hastanelerin gelecekteki hasta yoğunluklarını tahmin ettiği çalışmada, 2001-2009 yılları arasında hastaneye başvuran hasta sayıları çıktı değişkeni olarak ele alınmıştır. Çalışmada, Üstel Düzgünleştirme, ARIMA ve YSA yöntemleri kendi içinde farklı modeller ile kıyaslanmış her yöntemin en kestirimci modelleri birbirleriyle kıyaslanarak en iyi sonucu veren model tespit edilmeye çalışılmıştır. Üstel düzgünleştirme yöntemlerinden Winters Additive Modeli, ARIMA yöntemlerinden ARIMA (3,1,0) (1,0,0)12 Modeli ve YSA yöntemlerinden Prune Yöntemi ile elde edilen model en iyi sonuçları vermiştir. Bu modeller arasında en kestirimci model Winters Additive Üstel Düzgünleştirme modeli olmuş ve gerçekleşen değerlere en yakın tahminleri ürettiği ortaya konulmuştur.

Bergs vd., (2013), gelecekteki hasta ziyaretlerinin bilinmesi ile stratejik karar alınmasında kolaylık sağlaması ve kalite iyileştirme çalışmalarının desteklenmesi açısından Belçika'da bulunan 4 hastaneye ait 2005-2011 yılları hasta ziyaretleri incelenmiştir. Aylık olarak hasta gelişlerinin tahmin edilmesi amacıyla Üstel Düzgünleştirme yöntemi kullanılmıştır. Yapılan tahmin sonucunda %2,64-%4,8 arasında değişen ortalama mutlak yüzde hatası değerleri ile model başarılı bulunmuştur. Çalışma sonucunda aylık hasta ziyaretlerinin tahmin edilmesi personel sayısının ayarlanması açısından yeterli olmadığı bununla birlikte başka yöntemler ile analizlerin yapılması gerektiği önerilmiştir.

Hachesu vd., (2013) kronik arter hastalığına sahip hastaların hastanede yatış süresini tahmin etmeye çalıştıkları çalışmada makine öğrenmesi modellerinden Destek Vektör Makinesi, Karar Ağacı ve Yapay Sinir Ağları algoritmaları kullanılmıştır. 3.266 kalp hastasına ait demografik ve klinik değişkenlerin girdi olarak ele alındığı çalışmada hasta yatış süresini tahmin etmede en iyi modelin Destek Vektör Makinesi olduğu sonucuna varılmıştır.

Menke vd., (2014) acil serviste hasta yoğunluğunun tahmin edilmesinde YSA'nın kullanılıp kullanılmayacağı üzerinde yapmış oldukları çalışmada 3. Basamak sağlık kurumu acil servisine 2007-2009 yılları arasında başvuran hasta sayıları ele alınmıştır. Hava durumu, hava kalitesi, haftanın günleri ve özel durumların girdi olarak alındığı çalışmada geri yayımlı algoritma kullanılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda acil servislerde hasta yoğunluğunun tahmin edilmesinde YSA'nın kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Kortbeek vd., (2015) yapmış oldukları çalışmaya göre servislerdeki hemşirelerin iş yüklerinin hasta gelişlerine ve hastanede kalış sürelerine bağlı olduğunu ve iş yükü tahmininin hemşire istihdamı ve uygun maliyetli bakım kalitesi sunmada karar vericilere destek sağlaması açısından ele almıştır. Amsterdam'da bulunan bir tıp merkezi cerrahi servisinde gerçekleştirilen çalışmada öncelikle yatak sayısı tahmini yapılmış sonrasında bu tahmine bağlı olarak gereksinim duyulacak personel sayısı belirlenmeye çalışılmıştır. Kurulan modelin ayrıntılı açıklandığı çalışmada ihtiyaç duyulacak yatak sayısının saat olarak tahmini gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen yatak tahmini sonucu stokastik bir yaklaşımla ihtiyaç duyulacak hemşire sayısı belirlenmeye çalışılmıştır.

Gül ve Güneri (2015)'in acil serviste hasta kalış süresini yapay sinir ağırları yöntemleriyle inceledikleri çalışmada Ekim-Kasım 2010 yılında acil servise başvuran 1500 hasta verisi değerlendirilmiştir. Girdi değişkenleri olarak, cinsiyet, hastaneye geliş şekli, tanı konulup konulmadığı, acil servisin hangi kısmına kabul edildiği (gözlem odası, acil servis odası1-2 vb.), acil müdahale gerekip gerekmediği, yapılan tetkikler (ECG, X-Ray, Hemogram, Tomografi vb.) çıktı olarak da acil serviste kalınan süre ele alınmıştır. Çalışmada farklı girdi değişkenleri ve momentum katsayıları kullanılarak Quick Propagation, Quasi-Newton, Online-Back Propagation ve Levenberg-Marquardt gibi çeşitli öğrenme algoritmaları ile tahminler yapılmıştır. Kurulan modellerin doğruluk düzeyinin %80'in altında olduğu ve daha farklı tahmin modellerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Gholipour vd., (2015) travmatik hastaların yoğun bakım ünitesi sonuçlarının ve hastane kalış sürelerinin YSA ile incelemiş oldukları çalışmada 125 hastaya ait yaşamsal bulgular, fizik muayene sonuçları, solunum sayısı, yaş, hemoglobinin, oksijen satürasyonu, kan şekeri, kan potasyumu, üre, kreatinin ve tıbbi öykü gibi değişkenler kullanılmıştır. Çalışmada YSA'nın duyarlılığı ve özgüllüğü sırasıyla %75 ve %96,26 olarak hesaplanmıştır. YSA tarafından elde edilen sonuç tahminlerinin doğruluk oranı %93,33'ü olarak hesaplanmıştır.

Launay vd., (2015) yaşlı acil servisini kullanan hastaların hastanede kalış süresini YSA ile tahmin etmiştir. Çalışmada 85 yaş üstü 933 erkek hastaların; günlük kullanılan ilaç miktarı, son 6 ay içinde düşme hikayesi, psikoaktif ilaç kullanma, akut organ yetmezliği, geçici uyum bozukluğu, evde yaşama, hastanede kalış süresi gibi özellikleri ele alınmıştır. İleri Beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı ve Değiştirilmiş Çok Katmanlı Algılayıcı olmak üzere iki YSA algoritması kullanılan çalışmada değiştirilmiş Çok Katmanlı Algılayıcı modelinin daha doğru tahminlerde bulunduğu ortaya konulmuştur.

Wise vd., (2015) tarafından yapılan çalışmada, YSA kullanılarak rüptüre abdominal aort anevrizması sonrası hastane içi mortalite tahmin edilmeye çalışılmıştır. 1998-2013 yılları arasında sağlık kurumuna başvuran 325 hastadan 125'i hastane içi mortalite ile ilişkili preoperatif faktörler açısından gözden geçirilmiştir (108 hastaya açık ameliyat, 17 hastaya endovasküler onarım uygulanan). Mortaliteyi etkileyen beş değişken (böbrek hastalığı, şok, bilinç kaybı, kalp durması ve yaş) tespit edilerek bu beş değişkenden 4'ü; ameliyat öncesi şok, bilinç kaybı, kalp durması ve yaş faktörleri

Çoklu Lojistik Regresyon ve YSA ile modellenmiştir. Bu tahmin modelleri Glasgow Anevrizma Skoru ile karşılaştırılmış ve YSA ile yapılan tahminlerin diğer yöntemlere göre daha doğru sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

Gül ve Güneri (2016)'nin acil servislerde hasta gelişlerinin Regresyon ve YSA modelleriyle inceledikleri çalışmada 2008-2013 yıllarına ait hasta verileri kullanılmıştır. Geleceğe yönelik kısa, orta ve uzun dönem hasta geliş tahminlerinin yapıldığı çalışmada YSA modelinin Regresyon modelinden daha iyi sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca tatil günleri ve sıcaklık değişkenleri de eklenmesiyle kurulan tahmin modellerinde de YSA'nın daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

Tsai vd., (2016) kardiyovasküler ünite de üç ana tanıya (koroner ateroskleroz, kalp yetmezliği ve akut miyokard enfarktüsü) sahip yatan hastaların hasta kalış sürelerinin kabul öncesi ve taburculuk öncesi tahmininde YSA ve Lineer Regresyon yöntemlerini kullanmıştır. 1 Ekim 2010 ile 31 Aralık 2011 tarihleri arasında taburcu edilen toplam 2.377 kardiyoloji hastası analiz edilmiştir. YSA ve Lineer Regresyon model sonuçları sırasıyla; koroner ateroskleroz hastaları için taburculuk öncesi aşamada %88,07 ve %89,95 ve kabul öncesi aşamada %88,31 ve %91,53 olarak tahminde bulunabilmiştir. Akut miyokard enfarktüsü ve kalp yetmezliği hastaları için gerçekleşen tahminler sırasıyla; taburculuk öncesi aşamada %64,12 ve %66,78; kabul öncesi aşamada ise %63,69 ve %67,47 şeklindedir.

Jamei vd., (2017) 30 gün içinde hastaneye yeniden yatışların önlenmesi için yüksek riskli hastaları tahmin etmeye yönelik yapmış oldukları çalışmada Kuzey Kaliforniya'da bulunan 20 hastaneden elde edilen 323.813 hasta verisi analiz edilmiştir. 2009-2015 yıllarına ait hasta verilerinin kullanıldığı çalışmada yüksek riskli hastaların belirlenmesinde ilk aşamada Lojistik Regresyon, Rastgele Ormanlar ve YSA ile birlikte klasik ve modern sınıflandırıcı modeller kullanılmıştır. Yapay Sinir Ağları yönteminin diğer yöntemlere göre daha iyi performans gösterdiği ortaya konularak model optimize edilmeye çalışılmıştır.

Doğal dil işleme öğelerinin eklenmesiyle acil servise başvurularının tahmin edildiği Zhang vd., (2017) yapmış oldukları çalışmada 2012 ve 2013 yıllarına ait 642 hastaneden yapılan 47.200 acil servis ziyaretine ait veriler kullanılmıştır. Acil servise başvuruların ne kadarının hastaneye yatış yaptığı ve ne kadarının gerekli tedaviyi

aldıktan sonra taburcu edildiğine yönelik yapılan tahmin çalışmasında doğal dil işleme öğelerinin eklenmesi ve eklenmemesi durumunda Lojistik Regresyon ve YSA modelleri ile tahminler yapılmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda yapılandırılmış değişkenleri içeren modelde, AUC, Lojistik Regresyon için 0,824 ve YSA için 0,823 olmuştur. Yalnızca serbest metin bilgilerini içeren modellerde AUC, Lojistik Regresyon için 0,742 ve YSA için 0,753; hem yapılandırılmış değişkenler hem de serbest metin değişkenleri dahil edildiğinde, Lojistik Regresyon için AUC 0,846'ya ve YSA için 0,844'e ulaştığı tespit edilmiştir.

Evde bakım hizmeti alan hastaların acil servis ve hastane kullanımlarının tahmin edilmesi amacıyla gerçekleştirilen Jones vd., (2018) çalışmasında birkaç tahmin yöntemi kullanılarak karşılaştırmalar yapılmıştır. 2014 ve 2015 yıllarına ait verilerin eğitim, 2016 yılına ait verilerin test veri seti olarak kullanıldığı çalışmada Gradyan Ağaç Arttırma, Yapay Sinir Ağları ve Rasgele Orman algoritmaları Lojistik Regresyon yönteminin iki çeşidine karşı test edilmiştir. Performans göstergeleri olarak, logaritmik skor, Brier skoru, AUC ve tanısal doğruluk ölçümleri kullanılmıştır. En iyi sonuç Gradyan Ağaç Arttırma ve Yapay Sinir Ağları yöntemleri ile elde edilmiştir.

Daghistani vd., (2019) kardiyak hastaların hastanede kalış süresini tahmin etmeye çalıştıkları çalışmada 2008-2016 yıllarına ait 12.769 benzersiz hasta ile toplam 16.414 hasta yatışı incelenmiştir. Bu hastalara ait hastanede kalış süresini etkileyebilecek değişkenler ve risk faktörleri (yaş, cinsiyet, sigara içme, obezite, diyabet gibi) belirlenmiş olup 4 farklı makine öğrenmesi modeli (Yapay Sinir Ağları Rastgele Orman, Bayes Ağı, Destek Vektör Makinesi) ile tahmin yapılmıştır. En iyi tahmin Rastgele Orman modeli (doğruluk (%80), duyarlılık (%80), kesinlik (%80), F-skoru (%80), ROC (0,94) ve RMSE (0,32)) ile elde edilmiştir.

Nas ve Koyuncu (2019) acil servislerde ideal yatak sayısının belirlenmesi amacıyla simülasyon modeli oluşturmuş ve geri yayılım algoritması dahil 10 farklı makine öğrenme algoritması (Uzun Kısa Dönem Hafızası-LTSM, Karar Ağacı, Gradyan Artırımı, Lojistik Regresyon, Rasgele Orman, K-En Yakın Komşu, Destek Vektör Makinesi, Çok Katmanlı Algılayıcılar, Stokastik Gradyan Regresyon ve Adaboost) kullanarak hasta geliş sıklığı tahmin etmeye çalışmışlardır. Öznitelikler kümesi olarak haftanın günleri, hafta içi günler, hasta sonu günler, tatil günleri, günün saatleri, mevsim, sıcaklık, rüzgâr, yağmur, nem, hasta sayısı olarak belirlenmiştir. 5

yıla ait saatlik veriler kullanılarak yapılan tahminlerde en iyi sonucu Uzun Kısa Dönem Hafızası (LSTM) olduğu tespit edilmiştir.

Hung vd., (2020) makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak tüm nedenlere bağlı dış hastalıkları için 30 gün içinde hastaneye yeniden yatışı yapılan hastaları incelemiştir. 11.347 hastanın ele alındığı çalışmada demografik değişkenler, sosyoekonomik değişkenler ve klinik değişkenler girdi olarak kullanılmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarından Karar Ağaçları, Destek Vektör Makinesi, K-En Yakın Komşular ve Yapay Sinir Ağı kullanılmış sonuçlar Lojistik Regresyon analiz sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Makine öğrenmesi modelleri birbirine yakın performans göstermiş olup en iyi performans YSA ile elde edilmiştir. Ayrıca Lojistik Regresyon sonuçlarına göre de YSA daha iyi tahmin yaptığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, 30 gün içinde hastanın tekrar yatışı yapılmaması durumunda yaklaşık 25\$ tasarruf edileceği sonucuna varılmıştır.

Braga vd., (2021) Brezilya'da Covid-19 tanısıyla hastanede yapılan yatışlar neticesinde oluşacak yatak taleplerini tahmin etmeye çalıştıkları çalışmada, 6 farklı senaryo oluşturulmuştur. Oluşturulan senaryolarda elde edilen tahminlerin yeni veriler eklendikçe tahminlerin kalitesinin artıp artmadığı, tahminin kaç günde geçerliliğini kaybedip bozulmaya başladığı tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada, YSA'nın eğitimi için kullanılan veri miktarının 7 ve 14 günlük tahminlerin doğruluk ve eğilim ölçüleri arasında doğrudan bir ilişki olmadığı ortaya konulmuştur.

Li vd., (2021)'nin makine öğrenimi yöntemlerini kullanarak ABD'de dış problemi yaşayan hastalar için tüm nedenlere bağlı 90 gün içinde hastaneye yeniden yatışı tahmin etmeye çalıştıkları çalışmada; 2013 yılına ait 9260 vaka içinde 1746 yeniden yatış yapan hastalar analize dahil edilmiştir. Çalışmada Karar Ağacı, Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makinesi, K-En Yakın Komşular ve Yapay Sinir Ağı (YSA) dahil olmak üzere beş Makine Öğrenmesi sınıflandırma algoritması uygulanmıştır. Girdi değişkenleri olarak demografik değişkenler (yaş, cinsiyet), sosyoekonomik değişkenler (toplam ücret, ödemeyi yapan kurum; Medicare, Medicaid, özel sigorta, cepten ödeme, ücretsiz ve diğer; ortalama hane geliri), klinik değişkenler (hasta kalış süresi, teşhis sayısı, kronik rahatsızlık durumu, alt hastalık durumu, yapılan işlem sayısı) kullanılmıştır. Kurulan modellerden en iyi sonucu YSA'nın verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, ABD'de ele alınan 21 eyalette 90 gün içinde

hastaneye tekrar yatış yapılmadığında yılda yaklaşık 500 milyon dolar tasarruf edileceği ortaya konulmuştur.

Tey vd., (2021) Tayvan'daki üç tip hastaneden (tıp merkezini, bölgesel hastane ve yerel hastane) elde ettikleri veriler ile, pnömonili hastalarının 14 gün içinde tekrar hastaneye başvurularının yani planlanmamış yeniden hasta kabulünün tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, YSA ve CNN (Konvolüsyonel Sinir Ağı) modelleri kullanılmışlardır. 21.982 hasta verilerinin kullanıldığı çalışmada YSA'da CNN'ye göre daha yüksek oranda tahmin sonuçları elde edilmiştir. YSA için AUC (0,73), CNN için ise AUC (0,50) olarak hesaplanmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında yapay zeka yöntemlerinden yapay sinir ağları ve uyarlanmış sinirsel bulanık çıkarım sistemi kullanılmıştır. Aynı zamanda geleneksel yöntemlerden çoklu doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çalışma sağlık kurumlarında yatan hastaya sunulan hizmet verileri kullanarak hasta yatış gün sayısının minimum hata değeriyle tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Hastanın hastanede kaldığı gün sayısının tahmin edilmesiyle hastanın yatış süresi boyunca ne kadar tetkik ve görüntüleme hizmeti kullanabileceği konusunda sağlık kurumu yöneticilerine karar destek işlevi görebilecek sonuçlar elde edilmesi hedeflenmiştir. Literatürde hasta yatış süresi ya da hastanın hastanede kalış uzunluğunun tahmin edildiği çalışmalar mevcuttur. Fakat bu çalışmalar hastaya ve hastalığa ait veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Literatürdeki bu çalışmalar genel olarak mühendislik ve istatistik birimleri tarafından yapılmıştır. Ulusal tez merkezinde yer alan tezler incelendiğinde Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı bünyesinde gerçekleştirilmiş yapay zeka uygulamasının yer aldığı sadece bir tez çalışmasına rastlanılmıştır. Bu çalışmada yapay zeka algoritmalarından, AdaBoost, Rastgele Orman, Destek Vektör Makinesi, LightGBM, K-En Yakın Komşu ve CatBoost kullanılarak preeklampsinin erken tanısında kullanılacak model önerisi ortaya konulmuştur. Uluslararası literatür incelendiğinde; Daghistani vd. (2019) kardiyak hasta verilerini kullanarak Yapay Sinir Ağları Rastgele Orman, Bayes Ağı, Destek Vektör Makinesi yöntemleriyle hasta yatış süresini tahmin etmiştir. Hachesu vd. (2013) kronik arter hastalığına sahip hastalara ait verileri kullanarak hastane yatış süresini Destek Vektör Makinesi, Karar Ağacı ve Yapay Sinir Ağları ile tahmin etmiştir. Launay vd. (2015) erişkin acil servise başvuran hastaların hastanede kalış süresini İleri Beslemeli Çok Katmanlı Algılayıcı ve Değiştirilmiş Çok Katmanlı Algılayıcı ağ yapısına sahip yapay sinir ağları yöntemlerini kullanarak tahminlerini gerçekleştirmiştir. Gül ve Güneri (2015)'in acil serviste hasta kalış süresini Quick Propagation, Quasi-Newton, Online-Back Propagation ve Levenberg-Marquardt

öğrenme algoritmalarının kullanarak yapay sinir ağıyla tahmin etmiştir. Yapılan bu çalışmalarda hastalara ait veriler kullanılarak tahminler gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında, sunulan hizmete yönelik veriler kullanılarak hastanın yatış süresi tahmini gerçekleştirilecektir. Yapay Sinir Ağları İleri Beslemeli Çok Katmanlı ağ yapısı, Levenberg-Marquardt, Scaled Conjugate Gradient ve Bayesian Regularization eğitim algoritmaları bir arada kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi ve Çoklu Doğrusal Regresyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Tez çalışmasının bu özelliklerini içeren bir çalışma sağlık yönetimi alanında bulunmamakta ve bu durum çalışmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar görüntüleme cihazlarının hasta yatış süresince kullanımlarını ortaya koyabilecek ve hasta kaç günlük yatış gerçekleştirdiğinde hangi cihazlardan ne kadar faydalanabilecektir? sorusunun yanıtının yöneticilerin karar vermesinde önemli olacağı söylenebilir. Aynı zamanda hastanın demografik bilgileri, tanısı, yapılan görüntüleme ve tetkikler ile hasta yatış süresi arasında bir ilişki olup olmadığı veya hangilerinin hasta yatış süresinde etkisinin olmadığı ortaya konulacaktır. Çalışmada genel olarak hastanenin sunduğu hizmete yönelik değişkenler kullanılacağından bulguların sağlık kurumu yöneticileri için kurumun verimliliği, kapasite planlaması ve gelecek planlaması konularında karar destek sağlayabileceğinden önemli olabileceği söylenebilir.

Çalışma, Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezinde yürütülmüştür. Çalışma için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Dışı Araştırmalar Etik Kurulu'ndan Etik Kurul izni alınmıştır (EK1). Aynı zamanda çalışmanın sağlık kurumunda yürütülebilmesi ve gerekli verilerin alınabilmesi için gerekli olan kurum izni Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkez Müdürlüğü'nden izin alınmıştır (EK2). Veriler; Hastane İstatistik Birimi ve Arşiv biriminden temin edilmiştir.

3.1.2. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmanın Samsun ilinde bulunan Ondokuz Mayıs Üniversitesine bağlı Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezinde gerçekleştirilmiştir. Kuruma başvuran hastalara konulan tanılar ve yatış süreleri hastanenin yatak kapasitesi, coğrafi konumu ve çalışan

sayısına göre farklılık gösterebilecektir. Dolayısıyla elde edilen analiz sonuçları tüm hastaneler için genellenemez.

Çalışmanın yapılabilmesi yatan hastalara ait vital bulgular, tüm görüntüleme ve tetkikler hastane otomasyon sisteminde yer almadığından bazı verilere ulaşılamamıştır. Otomasyonda mevcut olan veriler analizlerde kullanılmıştır. Hasta yatış süresi ve birimde çalışan sağlık personeli arasındaki ilişkinin de ortaya konulabilmesi için birimlere ait çalışan sağlık personeli sayısı hastaneden temin edilemediğinden bu faktör çalışmaya eklenilmemiştir.

Çalışmada hastanenin erişkin bölümlerinde yatan 18 yaş üstü hasta verileri kullanılmıştır. Çocuk hastanesinde yatan hastalarla ilgili veriler çalışma dışında bırakılmıştır.

Analizlerde kullanılacak yatan hasta birimlerinin belirlenmesi için sağlık kurumunun tüm birimleri için ortalama hasta yatış süresi hesaplanmış ve 2020 yılı Sağlık istatistikleri yılına göre Türkiye ve OECD ortalama hasta yatış süresi baz alınarak birimler belirlenmiştir. Ortalama yatış süresinin aşırı yüksek ve aşırı düşük olan birimlerin dahil edilmesi analiz verimliliğini olumsuz etkileyebileceğinden çalışmada bu birimlere yer verilmemiştir.

Yukarıda belirtilen hususlar çalışmanın kısıtlılıklarını oluşturmaktadır.

3.1.3. Hastane ile İlgili Genel Bilgiler

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi (SUVAM) Samsun’da bulunan üniversite hastanelerinden biridir. 900 yatağa sahip üniversite hastanesi, 30.777 m²’lik kapalı alana sahiptir. Hastaneye ait 450 yataklı bölüm 1985 yılında bitirilmiştir. 1986 yılında da Samsun-Kurupelit Kampüsündeki binalarına taşınmıştır. 2005 yılında SUVAM’a ait Şehir Polikliniği hizmete girmiştir. Yine aynı yıl Diyaliz Ünitesi Samsun-İlkadım’da hizmete girmiştir. 2009 yılında Tıp Merkezi adı altında bu diyaliz ünitesi ile şehir polikliniği birleştirilerek hizmete başlamıştır. SUVAM’da 7/24 sağlık hizmeti sunulmaktadır ve her türlü tetkik, cerrahi işlem ve girişim ile yataklı tedavi hizmeti sunulmaktadır.

Hastanede sunulan poliklinik ve klinik hizmetler; Yetişkin ve Çocuk Acil Tıp Hizmetleri, Adli Tıp, Aile Hekimliği, Anesteziyoloji ve Reanimasyon, Cerrahi Poliklinikler ve Klinikler (Beyin ve Sinir, Çocuk, Genel, Göğüs, Kalp ve Damar Cerrahileri), Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları (Çocuk

Endokrinoloji, Alerji, İmmünoloji, Enfeksiyon Hastalıkları, Gastroenteroloji, Genetik, Hematoloji, Kardiyoloji, Nefroloji, Nöroloji, Onkoloji, Romatoloji, Yoğun bakım-Yeni Doğan Sağlık Hizmetleri), Deri ve Zührevi Hastalıkları, Doku Tipleme Laboratuvarı, Enfeksiyon Hastalıkları, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon-Romatoloji, , Göğüs Hastalıkları- Uyku Polikliniği, Göz Hastalıkları, Halk Sağlığı, Histoloji ve Embriyoloji, İç Hastalıkları-Dahiliye (Gastroenteroloji, Hematoloji, Onkoloji, Nefroloji, Endokrinoloji ve Romatoloji), Kadın Hastalıkları ve Doğum, Kardiyoloji, Kulak Burun Boğaz Hastalıkları, Nöroloji, Nükleer Tıp, Ortopedi ve Travmatoloji, Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi, Psikiyatri, Radyasyon Onkolojisi, Radyoloji (Çocuk, Girişimsel, Nöroradyoloji), Tıbbi Biyokimya-Tıbbi Biyoloji ve Tıbbi Mikrobiyoloji Laboratuvarları, Tıbbi Genetik, Tıbbi Patoloji, Tüp Bebek Merkazi, Üroloji -Çocuk Üroloji alanlarıdır.

Yatılan gün sayısının tahmin edilmesine yönelik OMU SUVAM'dan 2012-2020 yıllarına ait aşağıdaki veriler temin edilmiştir;

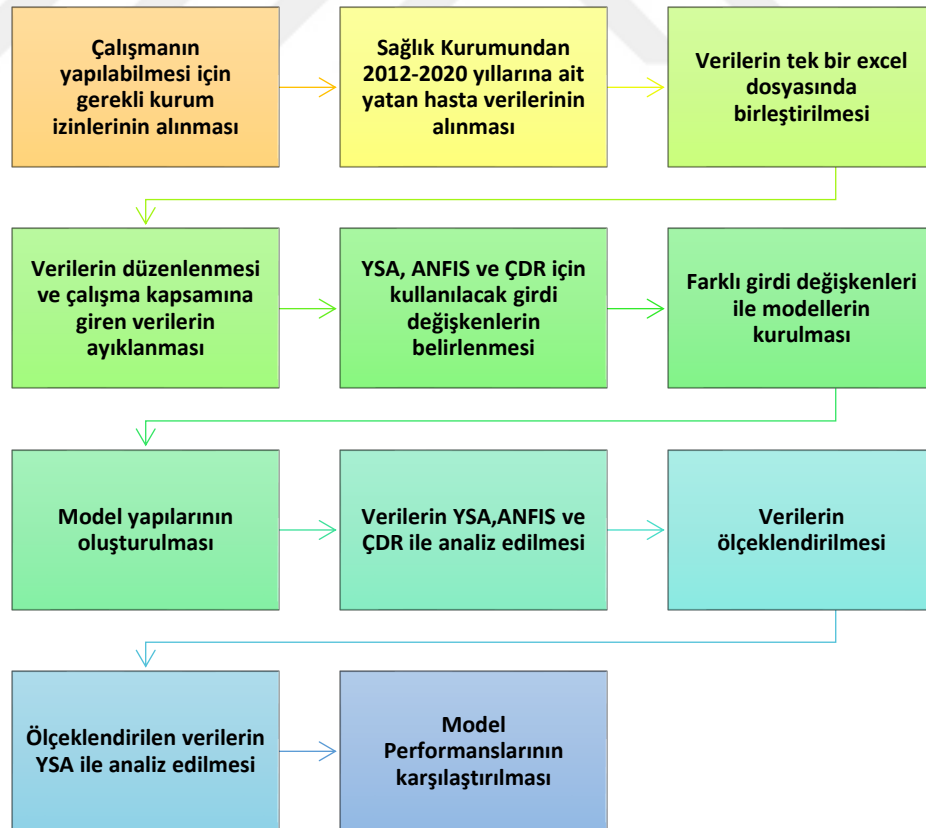
- ✓ 2012-2020 yılları arasında sağlık kurumunda günlük yatışı yapılan hasta sayısı,
- ✓ Bu tarihler arasında yatışı yapılan hastaların cinsiyeti, doğum tarihi,
- ✓ Bu hastaların sosyal güvenceleri, kesin tanısı, yatış yaptıkları klinik,
- ✓ Hastalara ana tanıyla birlikte ikinci tanı konulup konulmadığı,
- ✓ Hastaya cerrahi işlem yapılıp yapılmadığı,
- ✓ Bu hastalara yatış süreleri boyunca yapılan BT sayısı, Direkt grafi sayısı, ultrason sayısı, EKG sayısı, Hemogram sayısı ve Tıbbi biyokimya sayısı.

2.2. Yöntem

Çalışmada 2012-2020 yılları arasında sağlık kurumuna başvuran hastaların hastanede kalış süreleri/yatılan gün sayısı YSA, Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi ve Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR) yöntemleriyle analiz edilecektir. Çıktı değişkeni yatılan gün sayısı olarak ele alınmış, girdi değişkenleri ise yapılan temel bileşenler analiz sonucuna göre; BT, Direkt grafi sayısı, Ultrason sayısı, Hemogram sayısı ve ikincil tanı olup olmama durumu olarak analize dahil edilmiştir. Hastanede yatan hastalara birim bazında ortalama yatış süresi hesaplanmış ve Türkiye-OECD ortalamaları arasında kalan yatış sürelerini kapsayan birimler analize dahil edilmiştir. Hastanenin Beyin Cerrahi, Dahiliye, Endokrinoloji, Enfeksiyon Hastalıkları, Genel Cerrahi, Göğüs Cerrahi, Göğüs Hastalıkları, Hematoloji, Kalp ve Damar Cerrahi,

Nefroloji, Nöroloji, Nöromodülasyon, Ortopedi ve Travmatoloji ve Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi birimlerine başvuran 18 yaş ve üzeri hasta verileri analize dahil edilmiştir. Yapay sinir ağlarında analizlerin gerçekleştirilmesinde veri setinin sayısal verilerden oluşması gerekmektedir. Bundan hareketle verilerin analize hazırlanmasında sayısal olmayan veriler kodlanmıştır (Tablo 3.1). Veriler sağlık kurumundan Excel formatında alınmıştır. Her yıla ait yatan hasta verileri günlük olarak kaydedildiğinden her hastanın her yatışına ait kayıtlar tek satırda birleştirilmiştir. Bu işlem Microsoft Excel ortamında gerçekleştirilmiştir. Hastanın hastaneden taburcu olduğu tarihten yatış yaptığı tarih çıkarılarak yatılan gün sayısı hesaplanmıştır. Ayrıca yatış yapılan mevsimler yatılan tarihe göre ayrıştırılmış ve kodlanmıştır. Hasta yaşı gruplandırması Sağlık Bakanlığı Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2020'ye göre yapılmıştır (Sağlık Bakanlığı, 2022:3).

Verilerin sosyo-demografik ve temel tanımlayıcı analizleri ile Çoklu Doğrusal Regresyon analizi IBM SPSS Statistics 25; YSA ile ANFIS analizleri için The MathWorks Inc.(Matlab) kullanılmıştır. Şekil 3.1'de verilerin elde edilmesi, hazırlanması ve analiz edilmesindeki işlem adımları gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Uygulama işlem adımları

Hastanın cinsiyetine göre değişkenler kadın=0, erkek=1; hastanın ikincil tanısı var ise “0”, yok ise “1”; yatış yapılan klinikler alfabetik olarak sıralanmış ve 1-14 arasında kodlanmıştır. Hastanede yatan hastaların sosyal güvence durumları SGK olan hastalar “1”, diğer (sağlık turizmi ile gelen hastalar, Suriyeli hastalar, resmi kurum, bankalar, anlaşmalı kurum kapsamında olanlar ve ücretli hastalar) sağlık güvencesine sahip olanlar “2” şeklinde; yatan hastanın cerrahi tedavi alıp almamasına göre “0” ve “1” şeklinde; son olarak yatılan mevsimler 1-4 arasında kodlanmıştır (Tablo 3.1). Ayrıca hastalık tanıları ICD-10 kodlarına göre sınıflandırılmış ve aşağıdaki gibi numaralandırılmıştır.

ICD-10 Kodlarına Göre Tanı Sınıfları

- 1.Bazı Enfeksiyöz ve Paraziter Hastalıklar: A00-B99
- 2.Neoplazmlar: C00-D48
- 3.Kan ve Kan Yapıcı Organların Hastalıkları ve İmmün Sistemin Bazı Hastalıkları: D50-D89
- 4.Endokrin, Beslenme ve Metabolizma Hastalıkları: E00-E90
- 5.Mental ve Davranışsal Bozukluklar: F00-F99
- 6.Sinir Sistemi Hastalıkları: G00-G99
- 7.Göz ve Adneks Hastalıkları: H00-H59
- 8.Kulak ve Mastoid Çıkıntı Hastalıkları: H60-H95
- 9.Dolaşım Sistemi Hastalıkları: I00-I99
- 10.Solunum Sistemi Hastalıkları: J00-J99
- 11.Sindirim Sistemi Hastalıkları: K00-K93
- 12.Deri ve Deri altı Dokunun Hastalıkları: L00-L99
- 13.Kas, İskelet Sistemi ve Bağ Dokusu Hastalıkları: M00-M99
- 14.Genitoüriner Sistem Hastalıkları: N00-N99
- 15.Gebelik, Doğum ve Lohusalık: O00-O99
- 16.Perinatal Dönemden Kaynaklanan Bazı Durumlar: P00-P96
- 17.Konjenital Malformasyonlar, Deformasyonlar ve Kromozom Anomalileri: Q00-Q99
- 18.Semptomlar, Belirtiler ve Anormal Klinik ve Laboratuvar Bulguları, Başka Yerde Sınıflanmamış: R00-R99
- 19.Yaralanma, Zehirlenme ve Dış Nedenlerin Bazı Diğer Sonuçları: S00-T98
- 20.Özel Amaçlı Kodlar: U00-U99

21.Hastalık ve Ölümün Dış Sebepleri: V00-Y99

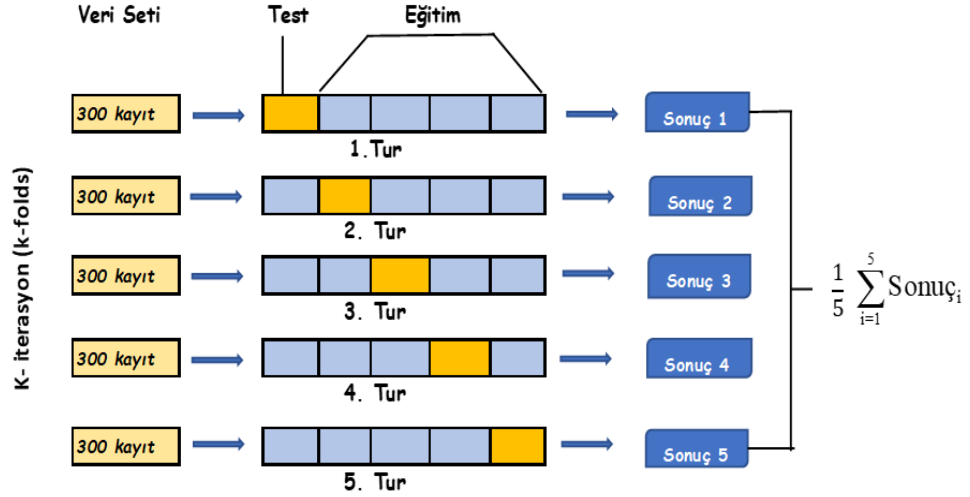
22.Sağlık Hizmetleriyle Temas ve Sağlık Durumunu Etkileyen Faktörler: Z00-Z99

Tablo 3.1. Kategorik değişkenlere ait kodlamalar

Kodlamalar			
Cinsiyet	İkinci Tanı Olup Olmama Durumu		
Kadın	0	İkincil Tanı Var	0
Erkek	1	İkincil Tanı Yok	1
Yatış yapılan servisler			
Beyin Cerrahi	1	Hematoloji	8
Dahiliye	2	Kalp Damar Cerrahi	9
Endokrinoloji	3	Nefroloji	10
Enfeksiyon Hastalıkları	4	Nöroloji	11
Genel Cerrahi	5	Nöromodülasyon	12
Göğüs Cerrahi	6	Ortopedi ve Travmatoloji	13
Göğüs Hastalıkları	7	Plastik Rekons.ve Estetik Cer.	14
Sigorta Kapsam Türü	Yatış Türü		
SGK	1	Medikal Tedavi Hastası	0
Diğer	2	Cerrahi Tedavi Hastası	1
Yatış Yapılan Mevsim			
Kış	1	Yaz	3
İlkbahar	2	Sonbahar	4

Verilerin yapay sinir ağı yöntemiyle analizi için tek girdili, 2 girdili, 3 girdili, 4 girdili gibi farklı kombinasyonlar oluşturulmuş ve ağı eğitiminde Levenberg-Marquardt (LM) ve Scaled Conjugate Gradient (SCG) ve Bayesian Regularization (BR) algoritmaları kullanılmıştır. Tek ve çift katmanlı farklı ağ yapıları ve farklı iterasyonlar kullanılarak tahminler yapılmıştır. ANFIS ile kullanılan modeller Grid Partition (GP) eğitim algoritması kullanılarak, trim, trap ve gauss (Üçgen, Yamuk ve Gausiyan) üyelik fonksiyonları kullanılmış ve analizler gerçekleştirilmiştir. Tüm modeller için 3*3 ve 4*4 üyelik fonksiyon sayısı kullanılmıştır. Veri sayısının fazlalığından dolayı 4 girdili modellerin 4*4*4*4 üyelik fonksiyon sayısına ait analizler gerçekleştirilememiştir. Bu durum çalışmanın kısıtlılığını oluşturmuştur. Son olarak aynı modeller çoklu doğrusal regresyon yöntemiyle analiz edilmiş ve yöntemler birbiriyle karşılaştırılmıştır. Yapay sinir ağlarında tek katmanlı ve çift katmanlı ağ yapıları oluşturulmuş transfer fonksiyonu olarak gizli katman ve çıktı katmanında sırasıyla sigmoid (tansig) ve lineer fonksiyon (purelin) kullanılmıştır.

K-Folds Cross Validation ile veriler alt kümelere ayrılarak veriler eğitim ve test için ayrılmıştır. Örnek k-folds hesaplaması şekildeki gibidir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. K-folds cross validation

Yatılan gün sayısının tahmin edilmesinde oluşturulacak YSA, ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon modelleri için girdi değişkeni olarak; hasta yaşı, hastanın cinsiyeti, hastanın yatmış olduğu servis, hastanın sigorta kapsam türü, ICD-10'a göre tanı sınıfı, cerrahi tedavi alıp almama durumu, ikinci tanı olup olmama durumu (eşlik eden hastalık durumu), yatan hastalara yapılan tetkikler (bilgisayarlı tomografi, ultrason, direk grafi, hemogram, tıbbi biyokimya vb.) kullanılması düşünülmüştür. Ancak, yapılan temel bileşenler analizi neticesinde bazı girdi değişkenlerinin yatılan gün sayısı ile yeterli düzeyde ilişkisi bulunmadığından analiz dışı bırakılmıştır. Kullanılan girdi değişkenleri; bilgisayarlı tomografi (BT), ultrason (USG), direk grafi (DG), hemogram (HM), tıbbi biyokimya (TB), ikinci tanı (İT) olarak kodlanıp analiz tablolarında gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan analiz yöntemlerine ilişkin genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

3.1.4. Yapay Zekâ Yöntemleri

Hastane yatış günü tahmininde kullanılmak üzere sağlık kurumundan temin edilen 2012-2020 yıllarına ait hasta verileri, yapay zekâ uygulamaları ve regresyon analizi için hazırlanmıştır. Bu veriler yapay sinir ağları, ANFIS ve çoklu doğrusal regresyon analizi yöntemlerinde analiz edilmiştir. Verilerin analiz edilmesinde Matlab (The MathWorks Inc.) ve IBM SPSS Statistics 25 kullanılmıştır.

Bu çalışmada verilerin analizinde yapay zekâ modelleri olarak çok katmanlı algılayıcı (Multilayer Perceptron, MLP), Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, ANFIS) ve Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon (ÇDR) Yöntemlerinden yararlanılmıştır.

3.2.1.1. Çok Katmanlı Algılayıcı

Çok katmanlı algılayıcılar (ÇKA), doğrusal olmayan problemlerin analizinde tek katmanlı algılayıcıların yetersiz olmasının üzerine geliştirilmiştir. Çok katmanlı algılayıcılar, girdi katmanı, bir ya da birden fazla ara (gizli) katman ve bir çıktı katmanından oluşmaktadır (Arı ve Berberler, 2017:59). ÇKA ileri beslemeli bir yapıya sahiptir ve bu modellerin eğitilmesinde farklı eğitim algoritmaları kullanılmaktadır. Bu çalışmada Levenberg-Marquardt (LM), Bayesian Regularization (BR) ve Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritmaları kullanılmıştır. Aynı zamanda çalışmada, gizli katman sayısının sonuçları etkileyip etkilemediğinin tespit edilmesi amacıyla tek gizli katmanlı ve çift gizli katmanlı modeller oluşturulmuştur.

Yapay sinir ağlarının başarılı olabilmesi aktivasyon fonksiyonu, öğrenme algoritması, nöron yapısı gibi tüm etmenlerin doğru seçilmesine bağlıdır. Aktivasyon fonksiyonu ve öğrenme algoritmasının seçiminde bazı yol göstericiler bulunsa da nöron katman yapısı için deneme yanılma yöntemi dışında en iyi yapıyı bulma yöntemi henüz bulunmamaktadır (Nas, 2020:8). Bu çalışmada da gizli katmandaki nöron sayıları deneme yanılma yöntemiyle belirlenmiştir.

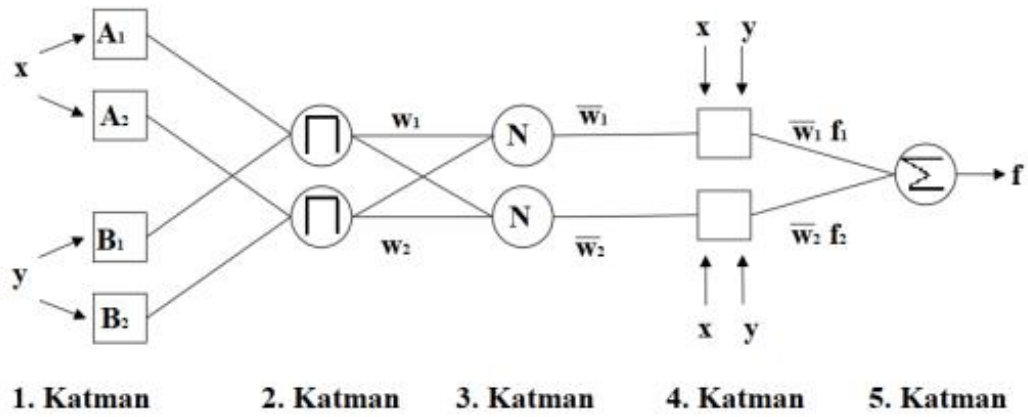
Yapay sinir ağları fazla miktarda veriler ile ifade edilebilen istatistiksel modellerden biridir ve fazla parametreler ile ifade edilmesi yapay sinir ağlarının esnek bir yapıda olmasını sağlamaktadır. YSA'nın esnek yapıya sahip olması fonksiyonlardaki nispeten küçük aykırılıkları doğru şekilde modelleyebilmektedir. Fakat YSA'nın esnek yapısı ciddi anlamda bir aşırı uyum problemini de oluşturmaktadır (Hand et al., 2001:391). Aşırı uyum probleminin aşılabilmesi için farklı çözüm önerileri sunulmuştur. Aşırı uyum problemi ile karşılaşıldığında ağırlık genelleme performansının artırılmasında eğitim veri setine yeni verilerin eklenilmesi (Liu et al., 2008), veri seti eğitim, test/doğrulama veri setlerine ayrılarak eğitim veri seti MAE değeri ile test/doğrulama veri seti MAE değerleri birbirinden uzaklaşmaya başladığında model eğitiminin durdurulması (Reed, 1993:740) gibi çözümler uygulanabilmektedir.

3.2.1.2. Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi

Uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi, yapay sinir ağları ile bulanık mantık modellerinin bir arada kullanıldığı hibrit bir yapay zeka yöntemidir (Akolaş ve Kaleli, 2020:2811). ANFIS yönteminin temelinde bulanık çıkarım sistemlerinde Takagi-Sugeno Kang bulanık çıkarım sistemi mevcuttur (Doğan, 2016:272). ANFIS'te yapay

sinir ağılarıyla gerçekleştirilen eş zamanlı paralel hesaplamalar ile bulanık mantıktaki çıkarım özelliği mevcut bütün veri kümesine birlikte uygulanmaktadır (Akolaş ve Kaleli, 2020:2811). 1993 yılında Jang tarafından geliştirilen ANFIS, doğrusal olmayan fonksiyonların modellenmesinde, doğrusal olmayan bileşenlerin belirlenmesi ve kaotik zaman serilerinin tahmin edilmesinde kullanılmaktadır (Doğan, 2016:272).

ANFIS, bulanık çıkarım sistemindeki Eğer-İse kuralları ve giriş çıkış bilgi çiftlerinden oluşmaktadır. Fakat modelin eğitilmesinde ve denetiminde YSA öğrenme algoritmaları kullanılmaktadır (Jang, 1993).



Şekil 3.3. ANFIS'in temel yapısı (Jang, 1993: 668; Küçüktopçu, 2021:43).

Şekil 3.3'te görüldüğü gibi ANFIS modeli, bulanık üyelik fonksiyonları, bulanıklaştırma çarpımı, normalleştirme, toplama ve çıkış fonksiyonu katmanları olmak üzere 5 katmandan oluşmaktadır (Yılmaz, 2015: 27-33);

1. Katman: Bulanıklaştırma katmanı olarak ifade edilen katmandır. Bu katmandaki düğümler ayarlanabilir düğümlerdir. Aynı zamanda bu katmanda genelleştirilmiş çan eğrisi aktivasyon fonksiyonu kullanılmakta ve giriş değerleri bulanık kümelerle ayrılmaktadır.

2. Katman: Kural katmanı olarak ifade edilmekte ve burada bulunan her bir düğüm bulanık mantık sistemine göre oluşturulan kuralları ve sayısını ifade etmektedir. Bu katmandaki her bir düğümün çıkışı aynı zamanda bir kuralın ateşleme seviyesini göstermektedir.

3. Katman: Normalizasyon katmanıdır. Üçüncü katmanda bulunan her bir düğüm, kural katmanı olan 2. katmandan gelen bütün düğümleri giriş değeri olarak ele almaktadır. 3. Katmanda her bir kuralın normalleştirilmiş tetikleme seviyesi hesaplanmaktadır.

4. Katman: Arındırma ve sonuç katmanıdır ve bu katmanda yer alan her bir düğümde verilen bir kuralın ağırlıklandırılmış sonuç değerleri hesaplanmaktadır.

5. Katman: Çıkış katmanıdır. Bu katmanda sadece bir düğüm bulunmaktadır. Bu katmanda bir önceki katmandan gelen düğüm çıkış değerleri ile işlem yapılır.

Bulanık çıkarım sistemi modelinin performans ve yorumlanabilirliği geliştirilirken çalışma süresini oldukça azaltan yöntemler mevcuttur. En sık kullanılan yöntemlerden bazıları; Eksiltici Kümeleme (Subtractive Clustering, SC), Izgara Bölümleme (Grid Partitioning, GP) ve Bulanık C-Ortalamlar Kümeleme (Fuzzy C-Means Clustering, FCM) yöntemleridir (Haznedar, 2017:6). Çalışmada ANFIS modelinde ızgara bölümleme yöntemi kullanılmıştır.

3.2.2. Çoklu Doğrusal Regresyon

Regresyon analizi, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkinin analiz edilmesinde kullanılan yaygın metotlardan biridir. Bir bağımlı değişken ile bir bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen regresyon basit (tekli) regresyon (Gabralı ve Aslan, 2020:27), bir bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenden oluşan modellerin analiz edilmesine çoklu regresyon analizi denir. ÇDR’de bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişki matematiksel modelle açıklanmakta ve bağımsız değişkenler aracılığıyla bağımlı değişkenin tahmini yapılmaktadır (Zaman, 2017:13). Çoklu doğrusal regresyon analizi en küçük kareler yöntemini kullanarak bağımsız değişkenin ifade edilmesinde bağımlı değişkenler gerçek verilerden tahmini bir model üretir (Alpar, 2011). Çoklu doğrusal regresyon analizi, değişkenler arasındaki ilişkinin gücü ve yönü hakkında bilgi verirken, bağımsız değişkenin bağımlı değişkenden ne derece etkilendiğini gösterir (Karakul ve Özaydın, 2019:132). ÇDR modeli;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

şeklinde belirtilir (James et al., 2013). Burada $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini göstermektedir (Es vd., 2014:497).

Çoklu doğrusal regresyon sosyal bilimler araştırma ve uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, farklı sosyo-ekonomik özellikler ele alınarak birey gelirinin tahmin edilmesi, belli bir seviyede öğrencilerin genel sınav performanslarının tahmini, çeşitli sosyo-ekonomik ve davranışsal özelliklere (meslek, alkol, sigara, yaş vb.) göre sistolik /diyastolik kan basıncı tahmini (Tranmer et al., 2020:12) çalışmalarında kullanılabilmektedir.

Bu çalışmada yatılan gün sayısının tahmininde yapay zekâ uygulamaları ile birlikte çok değişkenli doğrusal regresyon yöntemi de kullanılmıştır. Bu yöntemde de YSA ve ANFIS'te kullanılan modeller kullanılmıştır. Eğitim ve test veri setleri %70 ve %30 şeklinde bölünmüştür. Hemogram sayısı, direk grafi sayısı, ultrason sayısı, BT sayısı, ikincil tanı olup olmama durumu girdi değişkenleri (bağımsız değişkenler) yatılan gün sayısı ise çıktı değişkeni (bağımlı değişken) olarak alınmıştır.

3.2.3. Ölçeklendirme Yöntemleri

Yapay sinir ağına sunulan verinin eğitiminin daha verimli hale getirilmesinde ağ giriş ve çıkışlarına bazı ön işlemler uygulanabilmektedir. Bu işlemler ağ kullanımını daha iyi bir forma dönüştürmektedir. Ölçeklendirme işlemi ham verilere uygulanmaktadır. Min-max. normalizasyonu, basit normalizasyon, Z-Score veya istatistik normalizasyonu, D_min_max normalizasyonu gibi birçok normalizasyon tekniği bulunmaktadır (Jayalakshmi and Santhakumaran, 2011: 89-93).

Yapay sinir ağları girdileri arasında çok büyük ve çok küçük değerler görülebilmektedir. Bu değerler net girdilerin hesaplanmasında çok büyük ve küçük değerlerin oluşmasına sebep olarak ağı yanlış yönlendirebilmektedir. Veri setindeki tüm girdilerin belli aralıkta, genelde 0-1 aralığında, ölçeklendirilmesiyle farklı ortamlardan gelen bilgiler aynı ölçek üzerine indirgenebilmektedir. Aynı zamanda yanlış girilen aşırı yüksek ve aşırı düşük değere sahip verilerin etkisi ortadan kaldırılmış olacaktır (Öztemel, 2012:101-102).

Çalışmada çoğunlukla tercih edilen ölçeklendirme yöntemi olan Min-Max normalleştirme tekniği kullanılmıştır. Bu normalleştirme tekniği ile ham veri üzerinde doğrusal bir dönüşüm yapılmaktadır. Min-Max ölçeklendirme yöntemiyle veriler [0-1] aralığına dönüştürülmektedir. Bu ölçeklendirme tekniği ile, değişken için minimumu temsil eden veri değerinin sıfır olacağı ifade edilebilmektedir (Larose, 2005:36). Min-Max Ölçeklendirme yöntemi aşağıda verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X' = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

X' = ölçeklendirilmiş veri,

X_i = girdi değeri,

$X_{\min}$ = girdi veri setindeki en düşük değer

$X_{\max}$ = girdi veri setindeki en yüksek değeri belirtmektedir.

Çalışmada da yatan hastalara ait veriler 0-1 aralığında ölçeklendirilmiş ve LM, BR ve SCG eğitim algoritmaları, farklı ağ yapıları ve iterasyonlarla tahminler gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde 2012-2020 yılları arasında 18 yaş üstü yatan hastalara ait elde edilen demografik bilgiler, tanı, tetkikler, yatış ve taburcu tarihlerine ait verilerin tanımlayıcı istatistikleri ve YSA, ANFIS, ÇDR analiz sonuçları bu bölümde sunulmuştur.

4.1. Yatan Hastalar ile İlgili Temel Bulgular

Yatan hasta süresinin yapay sinir ağları yöntemleriyle tahmin edilmeye çalışıldığı bu tez çalışmasında ele alınan kliniklere ait bulgular ve yatan hastalara ait tanımlayıcı istatistikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.1. Çalışmada ele alınan kliniklerdeki yatak sayısı

Klinik	Yatak Sayısı	%
Beyin Cerrahisi	43	0,038
Dahiliye	26	0,023
Endokrinoloji	23	0,020
Enfeksiyon	18	0,016
Genel Cerrahi	45	0,039
Göğüs Cerrahisi	20	0,018
Göğüs Hastalıkları	33	0,029
Hematoloji	63	0,055
Kalp ve Damar Cerrahisi	23	0,020
Nefroloji	23	0,020
Nöroloji	28	0,025
Nöromodülasyon	8	0,007
Ortopedi ve Travmatoloji	48	0,042
Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi	20	0,018
Diğer Birimler	720	0,631
Toplam	1141	100

Çalışmada ele alınan kliniklere ait yatak sayılarının gösterildiği Tablo 4.1'e göre, 14 kliniğin toplam yatak sayısı toplam hastane yatak sayısının 0,369'unu oluşturmaktadır. Ele alınan kliniklerde en fazla yatak sayısına sahip klinikler sırasıyla Hematoloji ve Ortopedi ve Travmatoloji'dir (0,055; 0,042).

Tablo 4.2. Hastanede yatışı yapılan hastaların cinsiyet ve kliniklere göre dağılımı

Klinik	Cinsiyet				Klinik Toplam	Genel %
	Kadın		Erkek			
	n	%	n	%		
Beyin Cerrahi	6.166	0,47	7.074	0,53	13.240	8,17
Dahiliye	1.800	0,46	2.103	0,54	3.903	2,41
Endokrinoloji	5.226	0,64	2.902	0,36	8.128	5,01
Enfeksiyon Hastalıkları	4.021	0,46	4.762	0,54	8.783	5,42
Genel Cerrahi	13.351	0,55	10.716	0,45	24.067	14,84
Göğüs Cerrahi	1.829	0,29	4.413	0,71	6.242	3,85
Göğüs Hastalıkları	5.345	0,32	11.367	0,68	16.712	10,31
Hematoloji	12.957	0,43	17.300	0,57	30.257	18,66
Kalp ve Damar Cerrahisi	3.061	0,43	3.991	0,57	7.052	4,35
Nefroloji	5.456	0,48	5.872	0,52	11.328	6,99
Nöroloji	6.221	0,52	5.820	0,48	12.041	7,43
Nöromodülasyon	153	0,38	251	0,62	404	0,25
Ortopedi ve Travmatoloji	6.040	0,47	6.886	0,53	12.926	7,97
Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi	3.029	0,43	4.028	0,57	7.057	4,35
Genel Toplam	74.655	0,46	87.485	0,54	162.140	100,0

Tablo incelendiğinde incelenen kliniklerde yatış yapan hastaların %54'ü erkek, %46'sı kadındır. Erkek hastaların en fazla yatış yapmış oldukları klinikler; Hematoloji, Göğüs Hastalıkları ve Genel Cerrahi servisleridir. Kadın hastaların en fazla yatış yapmış oldukları servisler ise, Genel Cerrahi ve Hematolojidir. Klinik bazda cinsiyete göre yatış yapılan hasta sayıları incelendiğinde erkek hastaların en fazla yatış yapmış oldukları klinik Göğüs Cerrahi, kadın hastaların en fazla yatış yapmış oldukları birim ise Endokrinolojidir. Genel olarak ele alındığında ise en fazla yatan hasta oranına sahip olan klinik Hematoloji (%18,7), en az yatan hasta oranına sahip klinik, Nöromodülasyon servsidir.

Tablo 4.3. Hasta yaşına ait tanımlayıcı bulgular

Yaş Grubu	n	%
18-24	9.474	5,84
25-29	6.804	4,20
30-34	7.800	4,81
35-39	9.115	5,62
40-44	10.388	6,41
45-49	12.921	7,97
50-54	15.762	9,72
55-59	17.713	10,92
60-64	18.830	11,61
65-69	17.561	10,83
70-74	14.932	9,21
>75	20.840	12,85
Toplam	162.140	100,00

Tablo 4.3 incelendiğinde kliniklerde yatan hastaların %55,42'sinin 55 yaş ve üzeri hastalardan oluştuğu görülmektedir. Yatan hastaların en fazla 75 yaş ve üzeri (%12,85), en az 25-29 yaş (%4,20) arası hastalardan oluştuğu görülmektedir.

İncelenen dönemler içinde hastaneye yatışı yapılan hastaların yaş gruplarına göre hangi klinikte yatış yaptıklarını gösteren Tablo 4.4 incelendiğinde; en fazla hasta yatışı yapılan Hematoloji servisinde yatan hastaların %16,32'sini 75 yaş ve üzeri; %3,18'ini 25-29 yaş arası hastalar oluşturduğu tespit edilmiştir. Hasta yatışının en fazla olduğu diğer klinik olan Genel Cerrahi kliniğinde hastaların %11,87'ini 55-59 yaş arası hastalar oluşturmaktadır.

Tablo 4.4. Yatış yapılan kliniklerin hasta yaşına göre dağılım

	Yaş																								Toplam
	18-24		25-29		30-34		35-39		40-44		45-49		50-54		55-59		60-64		65-69		70-74		75 Yaş ve üzeri		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Beyin Cerrahi	624	4,71	529	4,00	658	4,97	891	6,73	1064	8,04	1312	9,91	1527	11,53	1566	11,83	1617	12,21	1351	10,20	1032	7,79	1069	8,07	13.240
Dahiliye	73	1,87	68	1,74	85	2,18	126	3,23	112	2,87	188	4,82	259	6,64	370	9,48	414	10,61	548	14,04	505	12,94	1155	29,59	3.903
Endokrinoloji	583	7,17	345	4,24	443	5,45	564	6,94	635	7,81	834	10,26	1040	12,80	1065	13,10	946	11,64	775	9,53	488	6,00	410	5,04	8.128
Enfeksiyon Hast.	419	4,77	406	4,62	555	6,32	643	7,32	618	7,04	701	7,98	774	8,81	962	10,95	979	11,15	827	9,42	759	8,64	1140	12,98	8.783
Genel Cerrahi	1400	5,82	1046	4,35	1356	5,63	1636	6,80	1909	7,93	2262	9,40	2518	10,46	2856	11,87	2715	11,28	2235	9,29	1759	7,31	2375	9,87	24.067
Göğüs Cerrahi	626	10,03	258	4,13	244	3,91	276	4,42	324	5,19	365	5,85	569	9,12	759	12,16	830	13,30	786	12,59	585	9,37	620	9,93	6.242
Göğüs Hastalıkları	307	1,84	269	1,61	391	2,34	519	3,11	750	4,49	1039	6,22	1593	9,53	2042	12,22	2505	14,99	2341	14,01	2059	12,32	2897	17,33	16.712
Hematoloji	1079	3,57	962	3,18	968	3,20	1168	3,86	1391	4,60	2159	7,14	2902	9,59	3180	10,51	3671	12,13	3995	13,20	3845	12,71	4937	16,32	30.257
Kalp Dam. Cer.	173	2,45	199	2,82	269	3,81	321	4,55	406	5,76	536	7,60	748	10,61	804	11,40	973	13,80	902	12,79	714	10,12	1007	14,28	7.052
Nefroloji	637	5,62	465	4,10	501	4,42	548	4,84	603	5,32	777	6,86	1036	9,15	1216	10,73	1330	11,74	1252	11,05	1145	10,11	1818	16,05	11.328
Nöroloji	655	5,44	597	4,96	714	5,93	857	7,12	975	8,10	964	8,01	1053	8,75	1110	9,22	1193	9,91	1103	9,16	988	8,21	1832	15,21	12.041
Nöromodülasyon	14	3,47	7	1,73	9	2,23	28	6,93	9	2,23	37	9,16	34	8,42	73	18,07	64	15,84	80	19,80	37	9,16	12	2,97	404
Ortopedi ve Travm.	1536	11,88	898	6,95	895	6,92	878	6,79	950	7,35	1151	8,90	1220	9,44	1211	9,37	1120	8,66	1060	8,20	792	6,13	1215	9,40	12.926
Plast. Rek.ve Es.C.	1348	19,10	755	10,70	712	10,09	660	9,35	642	9,10	596	8,45	489	6,93	499	7,07	473	6,70	306	4,34	224	3,17	353	5,00	7.057

Tablo 4.5. Yatış süresine göre hasta dağılımı

Yatılan gün sayısı	n	%
1 gün	47.648	29,4
2-7 gün	64.337	39,7
>7 gün	50.155	30,9
Toplam	162.140	100

Hastanede yatan hastalara ait yatış süresine ait dağılım incelendiğinde; hastaların %39,7'sinin 2-7 gün arası, %30,9'u 7 günden fazla ve %29,4'ünün 1 günlük yatış yaptıkları tespit edilmiştir.

Tablo 4.6. Hasta yatışının mevsimlere göre dağılımı

Mevsim	n	%
Kış	40.975	25,3
İlkbahar	39.291	24,2
Yaz	39.517	24,4
Sonbahar	42.357	26,1
Toplam	162.140	100

2012-2020 yılları arasında hastanede yatışı gerçekleştirilen hastaların mevsimlere göre dağılımları incelendiğinde; hasta yatışlarının en fazla sonbahar (%26,1) ve kış (%25,3) mevsimlerinde olduğu, en az ise sırasıyla yaz ve ilkbahar (%24,4; %24,2) mevsimlerinde gerçekleştiği görülmektedir (Tablo 4.6). Hasta yatışlarının sonbahar ve kış aylarında artmasının sebebinin mevsim geçişleri ile birlikte hava sıcaklığının düşmesi ve buna bağlı olarak hastalıkların daha hızlı yayılmasından kaynaklı olabileceği söylenebilir.

Tablo 4.7. Yatış türüne göre hasta dağılımları

Yatış Tipi	n	%
Cerrahi tedavi almayan hasta	115.653	71,3
Cerrahi tedavi alan hasta	46.487	28,7
Toplam	162.140	100,0

Tablo incelendiğinde hastanede yatış yapan hastaların %71,3'ünün cerrahi tedavi almayan hasta, %28,7'sinin ise cerrahi tedavi alan hasta oldukları görülmektedir (Tablo 4.7).

Tablo 4.8. Cerrahi tedavi alan ve almayan hastalarının kliniklere göre dağılımları

Klinik	Yatış Türü				Genel (%)	
	Cerrahi Tedavi Almayan		Cerrahi Tedavi Alan		Cerrahi Tedavi Almayan	Cerrahi Tedavi Alan
	n	%	n	%	%	%
Beyin Cerrahi	5.814	43,9	7.426	56,1	5,0	16,0
Dahiliye	3.753	96,2	150	3,8	3,2	0,3
Endokrinoloji	8.017	98,6	111	1,4	6,9	0,2
Enfeksiyon Hastalıkları	8.517	97,0	266	3,0	7,4	0,6
Genel Cerrahi	10.055	41,8	14.012	58,2	8,7	30,1
Göğüs Cerrahi	2.673	42,8	3.569	57,2	2,3	7,7
Göğüs Hastalıkları	16.570	99,2	142	0,8	14,3	0,3
Hematoloji	29.850	98,7	407	1,3	25,8	0,8
Kalp ve Damar Cerrahi	3.447	48,9	3.605	51,1	3,0	7,8
Nefroloji	10.477	92,5	851	7,5	9,1	1,8
Nöroloji	11.825	98,2	216	1,8	10,2	0,5
Nöromodülasyon	316	78,2	88	21,8	0,3	0,2
Ortopedi ve Travmatoloji	3.341	25,8	9.585	74,2	2,9	20,6
Plas.Rek. ve Estetik Cerrahi	998	14,1	6.059	85,9	0,9	13,0
Genel Toplam	115.653		46.487		71,3	28,7

Hastalar cerrahi tedavi hizmeti alıp almama durumlarına göre incelendiğinde cerrahi tedavi alan yatan hastalar sırasıyla Genel Cerrahi, Ortopedi ve Travmatoloji ve Beyin Cerrahi servislerinde olduğu görülmektedir (% 30,1; %20,6; %16,0). Cerrahi tedavi hizmeti almayan hastaların çoğunlukta olduğu birimler; Hematoloji (%25,8), Göğüs Hastalıkları (%14,3) ve Nöroloji (%10,2)'dir. En az cerrahi tedavi hizmeti alınan birimler Endokrinoloji ve Nöromodülasyon (%0,2); cerrahi tedavi hizmeti almayan hastalar en az %0,3 oran ile Nöromodülasyon kliniğindedir (Tablo 4.8). Nöromodülasyon kliniğinde tedavi gören hasta sayısı az olduğundan bu oranların az olması beklenen bir sonuç olmuştur.

Aynı zamanda hastaların yatış yaptıkları ICD-10 Tanı gruplarına göre dağılımları incelenmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Yatan hastaların ICD-10 tanı gruplarına göre dağılımları

Tanı Grubu	n	Yüzde (%)
Belirli Enfeksiyöz ve Paraziter Hastalıklar	2.363	1,5
Neoplazmlar	40.776	25,1
Kan ve Kan Yapıcı Organların Hastalıkları ve İmmün Sistemin Bazı Bozuklukları	5.436	3,4
Endokrin, Nutrisyonel ve Metabolik Hastalıklar	10.729	6,6
Mental ve Davranış Bozuklukları	778	0,5
Sinir Sistemi Hastalıkları	9.434	5,8
Göz ve Adnekslerin Hastalıkları	558	0,3
Kulak ve Mastoid Çıkıntı Hastalıkları	89	0,1
Dolaşım Sistemi Hastalıkları	13.564	8,4
Solunum Sistemi Hastalıkları	6.533	4,0
Sindirim Sistemi Hastalıkları	7.750	4,8
Deri ve Derialtı Dokusunun Hastalıkları	2.078	1,3
Kas İskelet Sistemi ve Bağ Dokusu Hastalıkları	11.347	7,0
Genitoüriner Sistem Hastalıkları	11.162	6,9
Gebelik, Doğum ve Lohusalık	138	0,1
Perinatal Dönemden Kaynaklanan Bazı Durumlar	7	0,01
Konjenital Malformasyonlar, Deformasyonlar ve Kromozom Anomalileri	882	0,5
Semptomlar, Belirtiler ve Anormal Klinik ve Laboratuvar Bulguları, Başka Yerde Sınıflanmamış	22.531	13,9
Yaralanma, Zehirlenme ve Dış Nedenlerin Bazı Diğer Sonuçları	10.734	6,6
Morbidite ve Mortalitenin Dış Kaynaklı Nedenleri	138	0,1
Sağlık Servisleriyle Temas ve Sağlık Durumunu Etkileyen Faktörler	3.482	2,1
Bilinmeyen Etiyolojili Hastalıkların Geçici Olarak Kodlanması	1.631	1,0
Toplam	162.140	100,0

Tablo 4.9 incelendiğinde yatan hastaların %25,1'i "Neoplazmlar", %13,9'u "Semptomlar, Belirtiler ve Anormal Klinik ve Laboratuvar Bulguları, Başka Yerde Sınıflanmamış" tanı grubundaki hastalık tanılarına sahip oldukları görülmektedir. En az "Perinatal Dönemden Kaynaklanan Bazı Durumlar" nedeniyle hasta yatışı gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.10. İkinci tanı olup olmama durumuna ait dağılımı

	n	(%)
İkinci Tanı Var	97.381	60,1
İkinci Tanı Yok	64.759	39,9
Toplam	162.140	100,0

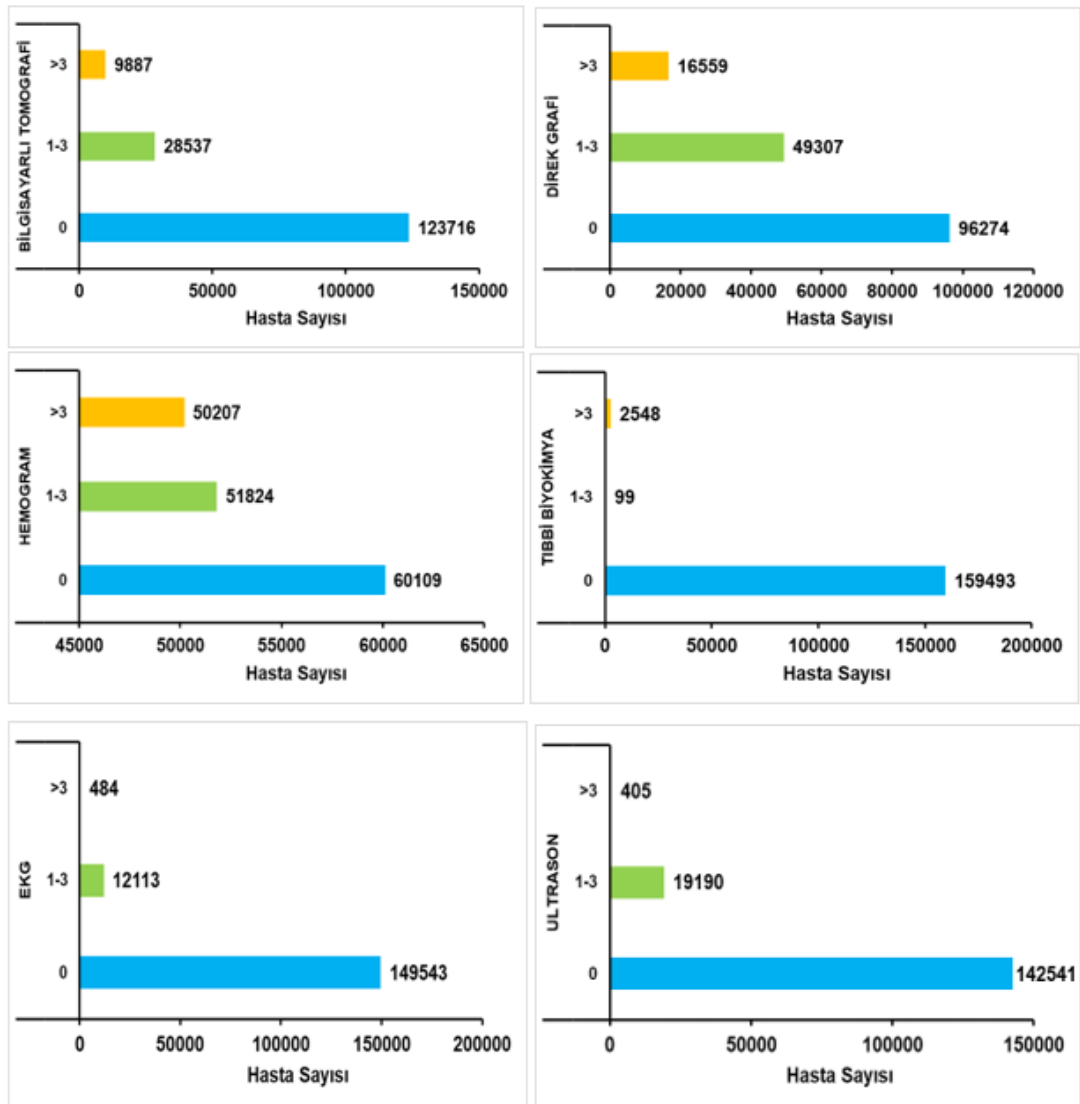
Hasta yatış süresini etkileyen diğer nedenlerden biri de hastanın ikincil tanısının olup olmaması durumudur. Yatan hastalara yönelik hastaneden ikincil tanı durumuna ait veriler alınmıştır (Tablo 4.10). Veriler incelendiğinde yatan hastaların %60,1'inde ikincil tanı mevcut iken, %39,9'unda ikincil tanı bulunmamaktadır.

Tablo 4.11. Hastaların sigorta türüne ait dağılımları

Sigorta Türü	n	(%)
SGK	160.670	99,8
Diğer	1.470	0,02
	162.140	100,0

Yatan hastaların sigorta kapsam türüne göre incelendiğinde; hastaların %99,8'inin SGK kapsamında sağlık hizmeti aldıkları, geri kalan hastaların diğer sigorta kapsamında olduğu görülmüştür (Tablo 4.11).

Tablo 4.12. Yatan hastalara yapılan tetkiklerin dağılımları



Tablo 4.12 incelendiğinde belirtilen tetkikler içinde yatan tüm hastalara bu tetkiklerin yapılmadığı görülmektedir. Hemogram testi tüm hastalar içinde 60.109 hastaya yapılmadığı görülmektedir. Diğer tetkiklerin ise yapılmadığı hasta sayısı genel

olarak 100.000'in üzerinde olduğu görülmektedir. Hemogram testinin daha fazla yapılmış olması yatan hastaların %25'inin Neoplazmlar tanı koduna sahip hastalardan oluşması ve hastalığın tanı ve takibi için bu testlerin önemli rol oynamasından kaynakladığı söylenebilir.

4.2. Yapay Sinir Ağları, ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon Modellerinde Kullanılacak Girdi Değişkenlerinin Belirlenmesi

Bu çalışmada, OMU SUVAM 2012-2020 yıllarına ait yatan hasta verileri kullanılarak farklı girdi kombinasyonlu tek ve çok katmanlı yapay sinir ağları modelleri oluşturulmuş ve hasta yatış süresi tahminleri yapılmıştır. OMU SUVAM'dan elde edilen yatan hasta verilerinin özet istatistiksel parametreleri “en büyük değer, en küçük değer, ortalama değer, standart sapma, çarpıklık ve basıklık değerleri Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13. Sayısal değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler

Değişkenler	En Küçük	En Büyük	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
Hasta Yaşı	18	106	55,13	17,161	-0,290	-0,677
Yatılan Gün Sayısı	1	109	6,92	8,245	2,847	13,501
BT Sayısı	0	22	0,61	1,434	3,450	16,728
Direk Grafi Sayısı	0	48	1,21	2,524	4,451	32,587
EKG Sayısı	0	30	0,11	0,541	17,561	579,300
Hemogram Sayısı	0	126	3,93	6,882	3,798	22,967
Ultrason Sayısı	0	14	0,16	0,510	4,856	41,700
Tıbbi Biyok. Sayısı	0	114	0,16	2,047	23,811	738,796

Tablo 4.13 incelendiğinde yatan hastaların yaşının en fazla 106, yatış süresinin en fazla 109 gün olduğu ve ortalama hastaların 6,92 gün hastanede yattıkları görülmektedir. Ayrıca, bir yatan hastaya yapılan BT, direk grafi, EKG, hemogram, ultrason, tıbbi biyokimya tetkiklerinin en fazla sırasıyla 22, 48, 30, 126, 14, 114 adet olduğu görülmektedir.

YSA, ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon'da kullanılacak modellerinin oluşturulması için değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinde Temel Bileşenler Analizi kullanılmıştır. Bu analiz ile genel olarak değişkenler arasındaki bağımlılık yapısı ortadan kaldırılmakta ve boyut indirgeme gerçekleştirilmektedir (Çilli, 2007:15).

Değişkenlere ait yeni değerlerin oluşturulması kaydıyla verinin boyut sayısının hesaplanması ve azaltılmasında etkili bir analiz tekniğidir (Juan and Gwun, 2009:145).

YSA modelleri girdi setinin belirlenmesi için değişkenler arasında yapılan faktör ve temel bileşenler analizine ait sonuçlar aşağıda sunulmuştur (Tablo 4.14 ve Tablo 4.15).

Tablo 4.14. Girdi değişkenlerinin belirlenmesi için yapılan faktör analizi KMO ve Bartlett's Test sonucu

Kaiser-Mayer-Olkin (KMO)		0,751*
	χ^2	397973.003
Bartlett's Test	df	105
	p	0.000

*p<0.05

Tablo 4.14'e göre yapılan temel bileşenler analizi sonucunda Bartlett's test değeri anlamlı olduğu ($p<0,05$) ve KMO değerinin 0,751 olduğu tespit edilmiştir. Hutcheson ve Sofroniou (1999)'a göre KMO değerleri 0,5 ile 0,7 arasında olan analizler vasat, 0,7 ile 0,8 arasındaki analizler iyi, 0,8 ile 0,9 arasındaki değerler çok iyi ve 0,9 üstü değerler mükemmel olarak sınıflandırılmıştır (Field, 2009: 647). Tabachnick ve Fidell (2015) ise KMO değerinin 0,6 ve üzerinde olması iyi bir faktör analizi için gerekli olduğunu belirtmiştir (Tabachnick and Fidell, 2015:620).

Döndürülmüş Faktör Yapısı Matrisine göre (Tablo 4.15) özdeğerleri 1'in üzerinde olan 6 faktör seçilmiştir. Bu 6 faktör toplam varyansın %57,854'ünü açıklamaktadır. İlk faktörün özdeğeri 3,038 ve toplam varyansın %20,255'ini oluşturmaktadır. 2,3,4,5 ve 6. faktörlerin açıklama oranları %10'un altında olup sırasıyla; 9,391; 7,618; 7,014; 6,859 ve 6,716 şeklindedir. Bu faktörlere ait özdeğerler ise; Faktör 2 için 1,409; Faktör 3 için 1,143; Faktör 4 için 1,052; Faktör 5 için 1,029 ve Faktör 6 için 1,007'dir. Liu ve arkadaşları (2003) faktör yükünün 0,75 ve üzeri olmasını "güçlü", 0,50-0,75 olması "orta" ve 0,30-0,50 aralığında olması "zayıf" şeklinde değerlendirmiştir (Liu et al., 2003:84). Faktör yük değerinin 0,45 ve üzerinde olması iyi bir seçim ölçüsü olmakla birlikte az sayıda değişken/madde için bu değer 0,30'a kadar indirilebilmektedir (Büyüköztürk, 2020:134).

Çalışmada ele alınan değişken sayısının az olmasından dolayı faktör yük değeri 0,30 ve üzeri olanlar girdi seçiminde göz önünde bulundurulmuştur. Faktör 1'de hemogram sayısı, yatılan gün sayısı, BT sayısı, direk grafi sayısı, ultrason sayısı ve ikincil tanılar; Faktör 2'de direk grafi sayısı, yatış tipi (cerrahi tedavi hastası / cerrahi tedavi hastası olmayan), tanılar ve hasta yaşı; Faktör 3'te bölüm adı, EKG sayısı ve ikincil tanılar; Faktör 4'te BT sayısı ve tıbbi biyokimya sayısı; Faktör 5'te cinsiyet ve Faktör 6'da doğum yeri ve mevsim değişkenlerinin faktör yükleri 0,30'dan yüksektir.

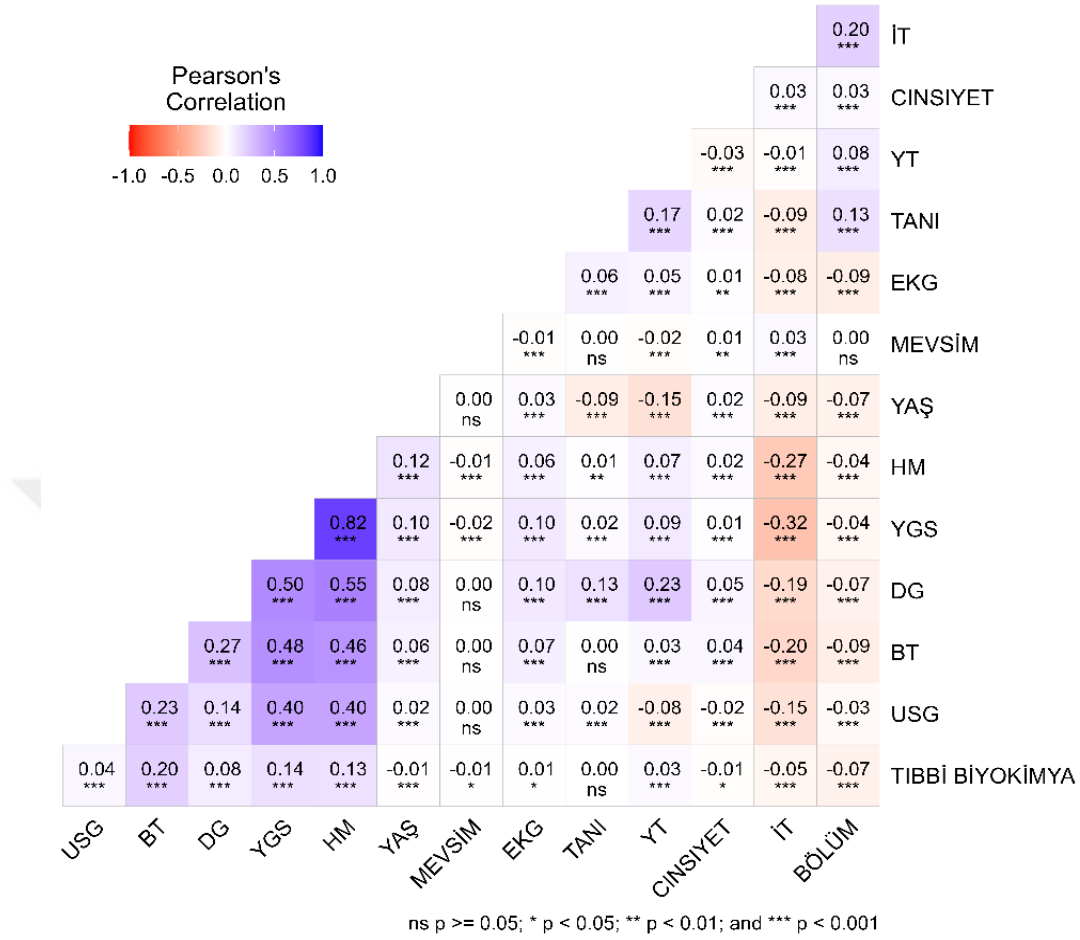
Tablo 4.15. Döndürülmüş faktör yapısı matrisi

Değişkenler	Faktörler					
	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5	Faktör 6
Hemogram Sayısı	0,897	0,031	0,059	0,038	0,039	-0,002
Yatılan Gün Sayısı	0,889	0,053	0,094	0,048	0,016	-0,013
BT Sayısı	0,610	-0,036	0,095	0,314	0,063	0,022
Direk grafi Sayısı	0,607	0,335	0,206	0,019	0,165	0,040
Ultrason Sayısı	0,604	-0,184	-0,140	-0,133	-0,191	-0,053
Yatış Tipi	0,046	0,734	0,026	0,147	0,005	-0,075
Tanılar	0,040	0,639	0,053	-0,223	0,005	0,129
Hasta Yaşı	0,157	-0,429	0,287	-0,276	0,219	0,154
Bölüm Adı	0,029	0,280	-0,668	-0,299	0,118	0,024
EKG Sayısı	0,004	0,201	0,602	-0,100	0,152	-0,031
İkincil Tanılar	-0,353	-0,018	-0,526	0,053	0,181	-0,001
Tıbbi biyokimya S.	0,133	0,020	0,016	0,814	-0,012	0,047
Cinsiyet	0,021	-0,022	-0,021	-0,033	0,831	-0,028
Mevsim	-0,023	-0,041	-0,108	0,173	0,290	0,631
Özdeğerler	3,038	1,409	1,143	1,052	1,029	1,007
Açıklama payı (%)	20,255	9,391	7,618	7,014	6,859	6,716
Birik. açık. payı (%)	20,255	29,646	37,264	44,279	51,138	57,854

Aynı zamanda değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya konulması için Pearson Korelasyon analizi yapılmıştır (Şekil 4.1).

Yatan hastanın yatılan gün sayısı, demografik veriler ve sunulan hizmete yönelik hastaneden alınan veriler arasındaki ilişkinin yer aldığı Şekil 4.1'e göre hemogram test sayısı ile yatılan gün arasında $p=0,82$ düzeyinde pozitif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda yatılan gün sayısı ile direk grafi sayısı arasında $p=0,50$; yatılan gün sayısı ile bilgisayarlı tomografi arasında $p=0,48$; yatılan gün sayısı ile ultrasonografi arasında $p=0,40$ düzeyinde pozitif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Yatılan gün sayısı ile ikinci tanı arasındaki ilişkiye bakıldığında ilişkinin $p=0,32$ düzeyinde negatif yönlü olduğu tespit edilmiştir ($p<0,001$). Aynı zamanda yatılan gün sayısı ile yatış yapılan mevsim ve yatış yapılan bölüm arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Hasta yaşı, cinsiyet, elektrokardiyografi sayısı, tıbbi biyokimya test sayısı, tanı, yatış türü ve arasındaki ilişki pozitif yönlü olup ilişki düzeyi çok zayıf çıkmıştır. Numanoglu Tekin vd. (2016)'nın yapmış oldukları çalışmaya göre hasta yatış süresi ile cinsiyet ve eşlik eden hastalığın olup olmaması arasında negatif yönde; yaş ve yatış yapılan mevsim ile yatılan süre arasında pozitif yönde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Eryavuz vd. (2016)'nın yapmış oldukları çalışmaya göre hasta yatış süresi ile yaş arasında ilişki olduğu, yaş ilerledikçe yatış süresinin uzadığı ortaya konulmuştur. Aynı zamanda çalışmada cinsiyet ile sağlık

sigortasının olup olmamasının yatış süresi ile ilişkisinin olmadığı sonucu ortaya konulmuştur.



Şekil 4.1. Hastaya ait değişkenler arasındaki ilişkiler

(USG: Ultrasonografi, BT: Bilgisayarlı Tomografi, DG: Direk Grafi, YGS: Yatılan Gün Sayısı, HM: Hemogram, YAŞ: Hasta Yaşı, EKG: Elektrokardiyografi, TANI: Hastaya ait ana tanı, YT: Yatış türü, IT: İkinci tanı).

Çalışmada kullanılacak girdi değişkenleri, yapılan temel bileşenler analizinde çıktığı değişkeni ile aynı faktörde yer alan ve faktör yükleri 0,30'dan yüksek olan (Fakör1) ve Korelasyon analizine göre yatılan gün sayısı ile aralarında anlamlı ilişki bulunan değişkenlerin modellerde kullanılmasına karar verilmiştir. Bu sonuca göre çalışmada yapay sinir ağları ve ANFIS modellerin oluşturulmasında kullanılacak eğitim ve test veri setleri için tanımlayıcı istatistik sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Hasta yatış süresinin tahminine ait modellerde kullanılan veri seti için tanımlayıcı istatistikler

		Min.	Max.	Ort.	SH.	SS.	Basıklık	Çarpıklık
Eğitim Veri Seti	Yatılan Gün S.	1	109	6,918	0,024	8,21	12,85	2,79
	BT Sayısı	0	22	0,60	0,004	1,42	16,33	3,42
	Direk Grafi Say.	0	48	1,21	0,007	2,52	32,24	4,43
	Hemogram Say.	0	126	3,93	0,020	6,86	22,20	3,74
	Ultrason Sayısı	0	14	0,16	0,001	0,50	45,68	4,96
	İkincil Tanı (Kategorik Veri)							
Test Veri Seti	Yatılan Gün S.	1	108	6,93	0,04	8,32	14,95	2,97
	BT Sayısı	0	21	0,61	0,01	1,46	17,56	3,51
	Direk Grafi Say.	0	46	1,21	0,01	2,52	33,41	4,50
	Hemogram Say.	0	106	3,94	0,03	6,95	24,65	3,93
	Ultrason Sayısı	0	10	0,17	0,00	0,52	33,43	4,63
	İkincil Tanı (Kategorik Veri)							

Min: Minimum değer, Max: Maksimum değer, Ort: Ortalama, S.H: Standart hata, S.S: Standart sapma.

4.3. Hasta Yatış Süresinin Yapay Sinir Ağı, ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon Modelleri ile Tahmini

Hastaların hastanede kaldıkları sürelerin tahmin edilmesinde kullanılacak modellerin girdi değişkenleri belirlendikten sonra, oluşturulan modeller yapay sinir ağları, ANFIS ve çoklu doğrusal regresyon yöntemleriyle analiz edilmiştir. Analiz sonuçları sırasıyla aşağıda belirtilmiştir.

4.3.1. Yatılan Gün Sayısının Yapay Sinir Ağlarıyla Tahmini

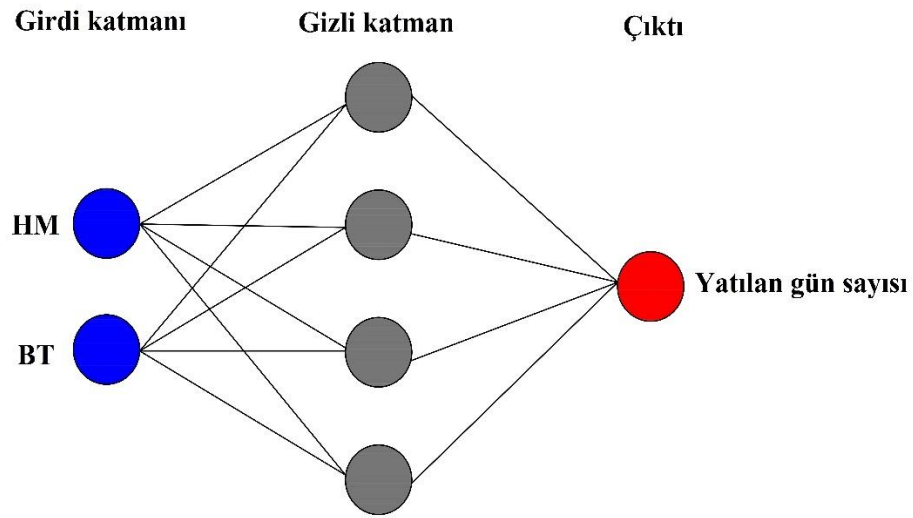
Hasta yatış süresinin YSA ile tahmin edilmesinin amaçlandığı çalışmanın bu kısmında; farklı girdi sayıları ve gizli nöron sayıları kullanılarak en iyi model oluşturulmuştur. Yapılan bu çalışma kapsamında hasta yatış süresinin tahmin edilmesinde kullanılacak modellere ait girdi sayıları, gizli katmanda bulunan nöron sayısı, tahminde kullanılacak eğitim algoritmaları ve transfer fonksiyonları ile model yapılarına ait özet tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.17. YSA modellerinin kurulmasında kullanılan değişkenler

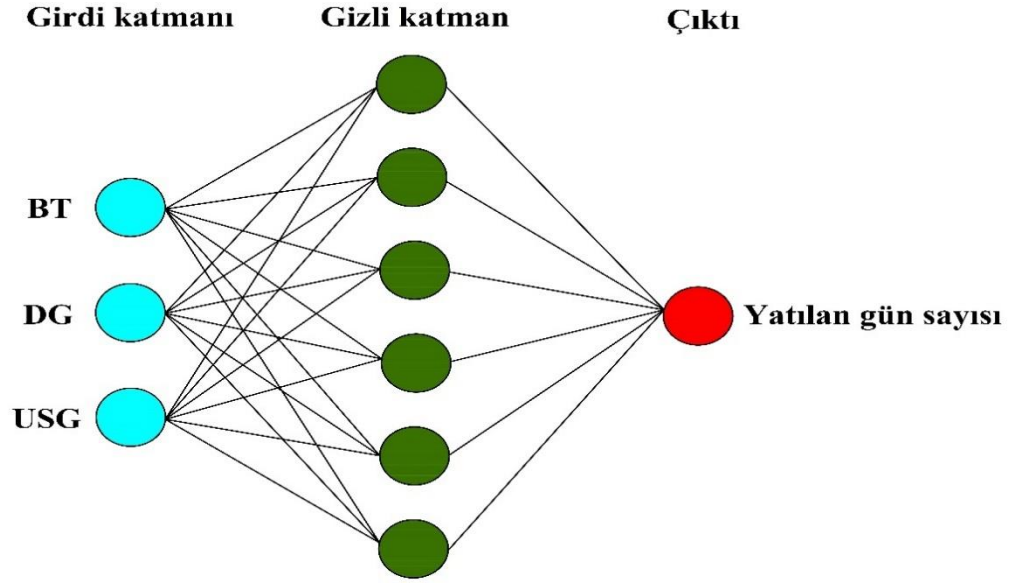
Girdi veri sayısı	1	2	3	4
Gizli (Ara) Katman sayısı	1 ve 2			
Gizli Katmandaki nöron sayısı	4-11 arasında			
Eğitim algoritması	1 Levenberg-Marquardt algoritması (trainlm) 2 Scaled Conjugate Gradient backpropagation (trainscg) 3 Bayesian Regularization backpropagation (trainbr)			
Transfer fonksiyonu	Gizli katmanda sigmoid (tansig), çıktı katmanında Lineer fonksiyon (purelin)			
Model Yapıları	1-4-1	2-4-1	3-4-1	4-4-1
	1-6-1	2-6-1	3-6-1	4-6-1
	1-8-1	2-8-1	3-8-1	4-8-1
	1-10-1	2-10-1	3-10-1	4-10-1
	1-5-7-1	2-5-7-1	3-5-7-1	4-5-7-1
	1-9-11-1	2-9-11-1	3-9-11-1	4-9-11-1

Çalışmada hasta yatış süresinin tahmin edilmesinde hasta yaşı, cinsiyet, tanı, ikincil tanı olup olmama durumu, mevsim, yatış tipi (cerrahi tedavi hastası / cerrahi tedavi hastası olmayan), yatırılan servis, hemogram sayısı, ultrason sayısı, EKG sayısı, BT sayısı, tıbbi biyokimya sayısı, direk grafi sayısı girdi değişkenleri olarak kullanılmıştır. Yapılan temel bileşenler analizi sonucunda aralarında ilişki bulunan değişkenler yapay sinir ağları modellerinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Modeller oluşturulduktan sonra verilerin %70'i ağına eğitilmesi ve %30'u ağına test edilmesinde kullanılmıştır. Aktivasyon fonksiyonu olarak girdi katmanı ve gizli katman arasında tansig fonksiyonu; gizli katman ile çıktı katmanı arasında ise lineer (purelin) etkinlik fonksiyonu kullanılmıştır. Yapay sinir ağı yöntemiyle hasta yatış süresi tahmininde bulunulurken en iyi sonucun elde edilmesi için üç farklı eğitim algoritması Levenberg-Marquardt (LM), Scaled Conjugate Gradient (SCG) ve Bayesian Regularization (BR) kullanılmıştır. Bununla birlikte çeşitli ağ yapıları ve farklı iterasyonlar kullanılarak (100, 200, 300, 400, 500) en iyi tahmin sonucu elde edilmeye çalışılmıştır. Modeller tek girdili (HM sayısı), 2 girdili üç model (HM sayısı-BT sayısı; HM sayısı-ikincil tanı; HM sayısı-USG sayısı), 3 girdili dört model (BT sayısı-DG sayısı-USG sayısı; HM sayısı-ikincil tanı-USG sayısı; HM sayısı-ikinci tanı-BT sayısı; HM sayısı-BT sayısı-USG sayısı) ve 4 girdili dört model (DG sayısı -HM sayısı-ikincil tanı-USG sayısı; ikincil tanı- DG sayısı -BT sayısı-USG sayısı; HM sayısı- DG sayısı -BT sayısı-USG sayısı; HM sayısı-ikincil tanı-BT sayısı- DG sayısı) şeklinde oluşturulmuştur. Hemogram test sayısının kullanıldığı tek girdili model (M1); hemogram test sayısı ve

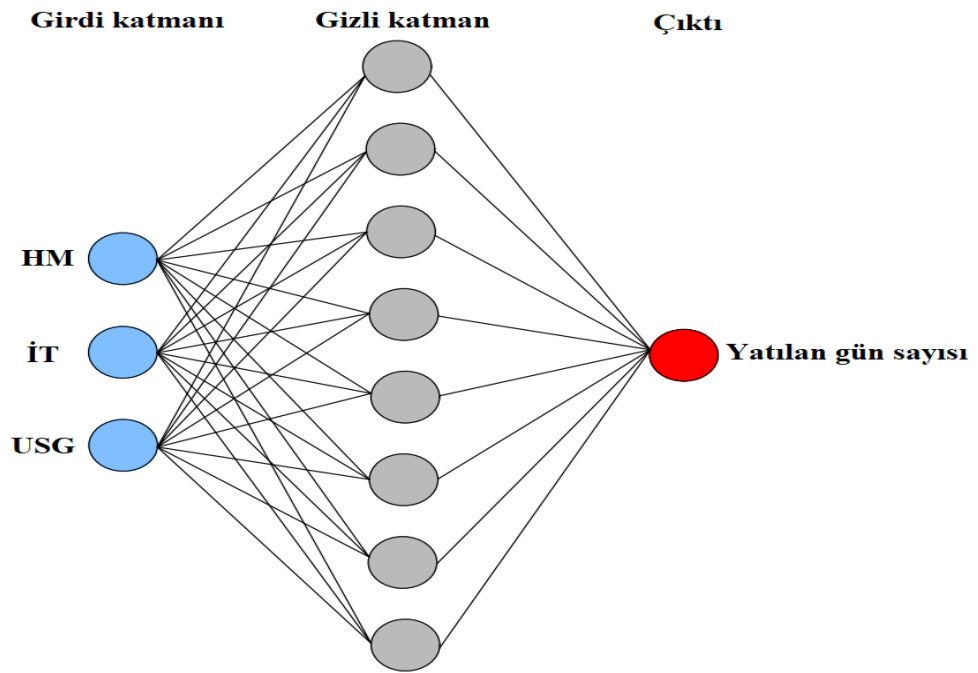
BT test sayısının kullanıldığı 2 girdili model (M2); hemogram test sayısı ve ikincil tanıların kullanıldığı 2 girdili model (M3); hemogram test sayısı ve USG sayısının kullanıldığı 2 girdili model (M4); BT sayısı, direk grafi sayısı ve USG sayısının kullanıldığı 3 girdili model (M5); hemogram test sayısı, ikincil tanı ve USG sayısının kullanıldığı 3 girdili model (M6); hemogram test sayısı, ikincil tanı ve BT sayısının kullanıldığı 3 girdili model (M7); hemogram test sayısı, BT sayısı ve USG sayısının kullanıldığı 3 girdili son model (M8); direk grafi sayısı, hemogram test sayısı, ikincil tanı ve USG sayısının kullanıldığı 4 girdili ilk model (M9); ikincil tanı, direk grafi sayısı, BT sayısı ve USG sayısının kullanıldığı 4 girdili model (M10); hemogram test sayısı, direk grafi sayısı, BT sayısı ve USG sayısının kullanıldığı 4 girdili model (M11) ve hemogram test sayısı, ikincil tanı, BT sayısı ve direk grafi sayısının kullanıldığı 4 girdili son model (M12) şeklinde isimlendirilmiştir. Oluşturulan bazı modellerin şematik görünüşleri; M2 Şekil 4.2; M5 Şekil 4.3; M6 Şekil 4.4; M9 Şekil 4.5 ve M10 Şekil 4.6’da ve çift gizli katmanlı modele ait görünüm Şekil 4.7’de verilmiştir.



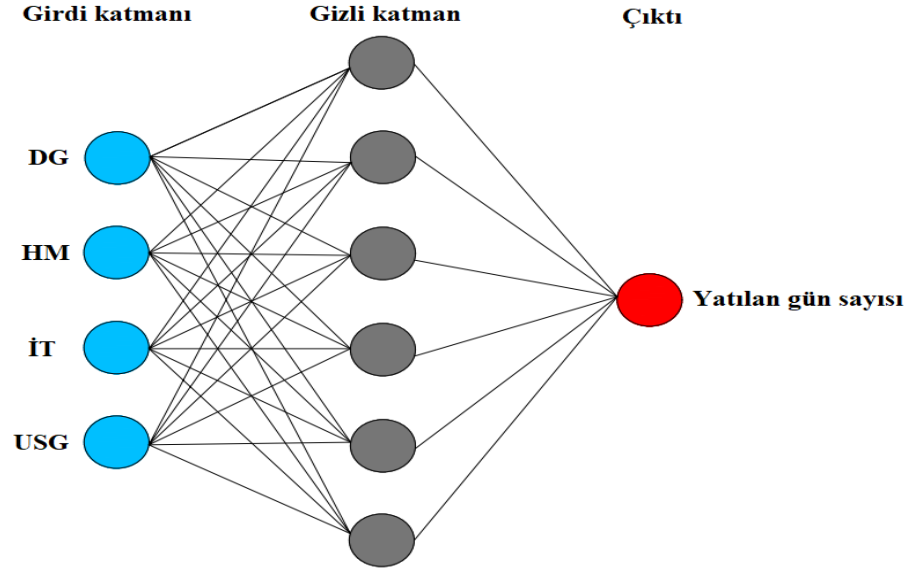
Şekil 4.2. Çok katmanlı yapay sinir ağında (2-4-1) ağ yapısı diyagramı



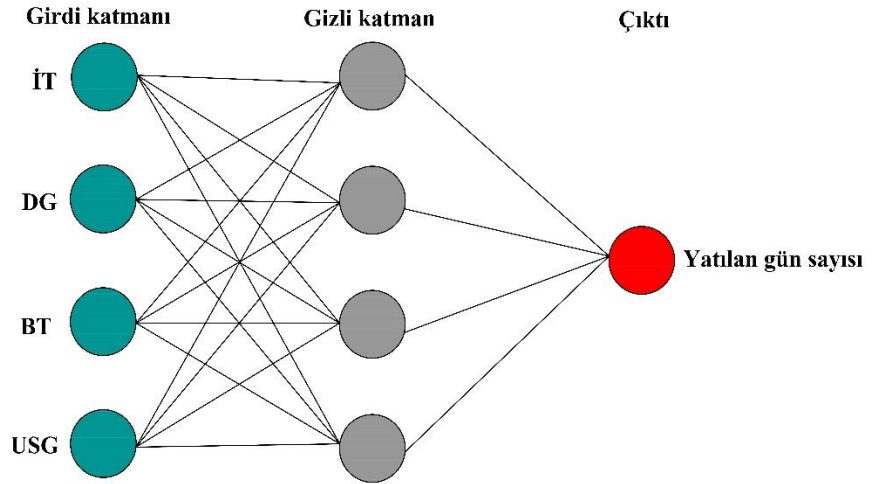
Şekil 4.3. Çok katmanlı yapay sinir ağında (3-6-1) ağ yapısı diyagramı



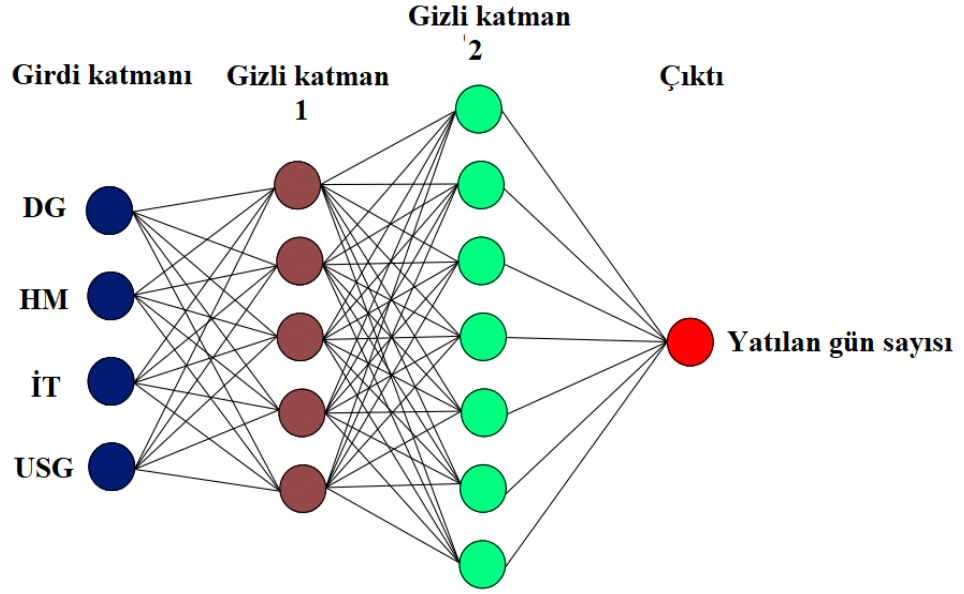
Şekil 4.4. Çok katmanlı yapay sinir ağında (3-8-1) ağ yapısı diyagramı



Şekil 4.5. Çok katmanlı yapay sinir ağında (4-6-1) ağ yapısı diyagramı



Şekil 4.6. Çok katmanlı yapay sinir ağında (4-4-1) ağ yapısı diyagramı



Şekil 4.7. Çift gizli katmanlı yapay sinir ağı (4-5-7-1) ağ yapısı diyagramı

Yatılan gün sayısının yapay sinir ağı yöntemiyle tahmin edilmesinde tek katmanlı 4-6-8-10 nöronlu ağ yapıları ve çift katmanlı 5-7 ve 9-11 nöronlu ağ yapıları; 100 ile 500 arasında değişen farklı iterasyonlar ile analiz edilmiştir. Farklı yapay sinir ağı mimarilerinin eğitilmesinde; farklı nöronlar; farklı eğitim algoritmalarının yatılan gün sayısının doğru olarak tahmin edilmesinde deneme ve hata esaslı baz alınmıştır. Her bir modele ait en uygun olan yapay sinir ağı mimarisi belirleme katsayısının (R^2) yüksek ve RMSE ve MAE değerlerinin düşük olmasına göre belirlenmiştir. Verilerin %70'i ağı eğitilmesinde %30'u ise ağı test edilmesinde kullanılmıştır.

Farklı ağ yapısı ve iterasyonlardaki LM eğitim algoritmasının hasta yatış süresinin tahmini için eğitim ve test verilerinden elde edilen sonuçların istatistiksel performans sonuçları EK 3'te; her model için en iyi sonuçların yer aldığı tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması

Model	Model Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
M1	1-9-11-1	400	0,729	2,472	3,991	0,671	3,481	5,734
M2	2-9-11-1	400	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
M3	2-9-11-1	200	0,863	1,741	2,344	0,803	2,025	2,956
M4	2-9-11-1	400	0,715	2,749	4,356	0,682	2,966	4,781
M5	3-9-11-1	300	0,696	2,092	2,618	0,633	2,530	3,476
M6	3-9-11-1	300	0,854	1,789	2,400	0,807	1,996	2,778
M7	3-9-11-1	300	0,723	2,781	4,435	0,686	2,764	4,361
M8	3-9-11-1	400	0,726	2,678	4,268	0,694	2,882	4,698
M9	4-9-11-1	500	0,872	1,679	2,269	0,813	1,962	2,882
M10	4-9-11-1	300	0,728	2,032	2,597	0,698	2,166	2,832
M11	4-9-11-1	400	0,775	1,876	1,021	0,67	4,497	1,108
M12	4-9-11-1	200	0,885	1,551	2,319	0,697	3,476	5,643

Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması ile hasta yatış gününü tahmin etmek için oluşturulan modellerin belirleme katsayılarının 0,692 – 0,885 arasında değiştiği görülmektedir. Kullanılan girdi değişkenlerine göre belirleme katsayısı değişmektedir. Hemogram değişkeninin girdi olarak kullanıldığı modellerde belirleme katsayılarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Modellerde en iyi sonuçların çift gizli katmanlı (1-9-11-1, 2-9-11-1, 3-9-11-1, 4-9-11-1) ağ yapısı ve 200-500 arasındaki iterasyonda elde edilmiştir. Modellerden elde edilen sonuçlar incelendiğinde en yüksek ve en düşük belirleme katsayısına (R²) sahip modellerin sırasıyla; M12 eğitim aşamasında 0,885, test aşamasında 0,697; M5 eğitim aşamasında 0,692 ve test aşamasında 0,634 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.18). M2, M3, M6, M9 ve M12’de belirleme katsayısının % 80’in üzerinde olduğu ve bu durum önemli bir sonuç olarak ifade edilebilir. M12 ve M5’e ait performans kriterleri incelendiğinde M12’nin MAE ve RMSE değerleri eğitim veri setinde 1,551 ve 2,319; test veri setinde 3,476 ve 5,643; M5’in MAE ve RMSE değerleri eğitim veri setinde 2,106 ve 2,637; test veri setinde 2,533 ve 3,479 şeklindedir.

Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlarda hasta yatış süresinin tahmini için eğitim ve test verilerinden elde edilen sonuçların istatistiksel performans sonuçları EK 4’te; her model için en iyi sonuçların yer aldığı tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4.19. Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması

Model	Model Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
M1	1-10-1	500	0,728	2,480	4,003	0,672	3,488	5,743
M2	2-10-1	400	0,819	2,099	2,924	0,816	2,100	2,927
M3	2-10-1	400	0,858	1,767	2,389	0,801	2,044	2,970
M4	2-10-1	500	0,711	2,756	4,385	0,679	2,974	4,808
M5	3-10-1	500	0,694	2,101	2,628	0,634	2,531	3,478
M6	3-8-1	500	0,851	1,797	2,422	0,806	1,998	2,779
M7	3-5-7-1	500	0,705	2,796	4,458	0,701	2,810	4,495
M8	3-10-1	500	0,718	2,699	4,332	0,692	2,892	4,730
M9	4-9-11-1	500	0,867	1,701	2,310	0,812	1,973	2,893
M10	4-9-11-1	500	0,726	2,038	2,604	0,698	2,167	2,831
M11	4-10-1	500	0,763	1,925	3,090	0,674	4,510	6,923
M12	4-9-11-1	500	0,875	1,608	2,412	0,696	3,514	5,710

Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması için oluşturulan modellerin analiz sonuçlarının incelendiğinde modellerin belirleme katsayılarının 0,660 ve 0,875 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ek 4). SCG algoritmasıyla yapılan analizlerde en iyi sonuçların yer aldığı Tablo 4.19 incelendiğinde en iyi sonucun 4. Girdili M12’de elde edildiği görülmektedir. En düşük performans değerlerine sahip model ise M6’dır. En yüksek ve en düşük performans değerlerinin elde edildiği modellere ait belirleme katsayısı sırasıyla eğitim veri setinde 0,875 ve 0,660; test veri setinde 0,696 ve 0,653’tür. Modellere ait MAE ve RMSE değerlerine bakıldığında M12 eğitim veri setinde MAE=1,608, RMSE=2,412; test veri setinde MAE=3,514, RMSE=5,710; M6’nın eğitim veri setinde MAE=2,904 ve RMSE=4,814; test veri setinde MAE=2,926 ve RMSE=4,930 olduğu görülmektedir.

Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlarda hasta yatış süresinin tahmini için eğitim ve test verilerinden elde edilen tüm sonuçlar EK 5’te; her model için en iyi sonuçlar Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması

Model	Model Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
M1	1-9-11-1	400	0,729	2,471	3,992	0,672	3,482	5,733
M2	2-9-11-1	400	0,825	2,075	2,873	0,821	2,078	2,881
M3	2-9-11-1	200	0,863	1,741	2,343	0,803	2,024	2,955
M4	2-9-11-1	400	0,717	2,750	4,354	0,679	2,971	4,796
M5	3-9-11-1	400	0,697	2,090	2,615	0,632	2,531	3,480
M6	3-9-11-1	300	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,773
M7	3-9-11-1	500	0,715	2,748	4,355	0,681	2,969	4,784
M8	3-9-11-1	400	0,726	2,675	4,271	0,695	2,878	4,692
M9	4-9-11-1	400	0,872	1,685	2,270	0,813	1,967	2,881
M10	4-9-11-1	500	0,729	2,030	2,594	0,698	2,168	2,835
M11	4-9-11-1	400	0,776	1,875	3,001	0,670	4,491	6,880
M12	4-9-11-1	300	0,884	1,554	2,326	0,697	3,477	5,647

Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan modellerin sonuçlarının yer aldığı Tablo 4.20 incelendiğinde; oluşturulan 12 modelden beşinin belirleme katsayısının %80'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında oluşturulan tüm modellerin en iyi sonuçları çift katmanlı ağ yapısında olduğu görülmektedir. Model analizlerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde en iyi ve en düşük belirleme katsayısına (R²) sahip modellerin sırasıyla; M12 eğitim aşamasında 0,884, test aşamasında 0,697; M5 eğitim aşamasında 0,697 ve test aşamasında 0,632 olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.20). M12 ve M5'e ait performans kriterleri incelendiğinde M12'nin MAE ve RMSE değerleri eğitim veri setinde 1,554 ve 2,326; test veri setinde 3,477 ve 5,647; M5'in MAE ve RMSE değerleri eğitim veri setinde 2,090 ve 2,615; test veri setinde 2,531 ve 3,480'dir.

Tablo. 4.21. Yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan modellerin istatistiksel analiz sonuçları

Model	E.A.	Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
				R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
M1	LM	1-9-11-1	400	0,729	2,472	3,991	0,671	3,481	5,734
	SCG	1-10-1	500	0,728	2,480	4,003	0,672	3,488	5,743
	BR	1-9-11-1	400	0,729	2,471	3,992	0,672	3,482	5,733
M2	LM	2-9-11-1	400	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
	SCG	2-10-1	400	0,819	2,099	2,924	0,816	2,100	2,927
	BR	2-8-1	400	0,825	2,081	2,877	0,821	2,085	2,882
M3	LM	2-9-11-1	200	0,863	1,741	2,344	0,803	2,025	2,956
	SCG	2-10-1	400	0,858	1,767	2,389	0,801	2,044	2,970
	BR	2-9-11-1	200	0,863	1,741	2,343	0,803	2,024	2,955
M4	LM	2-9-11-1	400	0,715	2,749	4,356	0,682	2,966	4,781
	SCG	2-10-1	500	0,711	2,756	4,385	0,679	2,974	4,808
	BR	2-9-11-1	400	0,717	2,750	4,354	0,679	2,971	4,796
M5	LM	3-9-11-1	300	0,696	2,092	2,618	0,633	2,530	3,476
	SCG	3-10-1	500	0,694	2,101	2,628	0,634	2,531	3,478
	BR	3-9-11-1	400	0,697	2,090	2,615	0,632	2,531	3,480
M6	LM	3-9-11-1	500	0,854	1,786	2,396	0,807	1,995	2,775
	SCG	3-8-1	500	0,851	1,797	2,422	0,806	1,998	2,779
	BR	3-9-11-1	300	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,773
M7	LM	3-9-11-1	300	0,723	2,781	4,435	0,686	2,764	4,361
	SCG	3-5-7-1	500	0,705	2,796	4,458	0,701	2,810	4,495
	BR	3-9-11-1	500	0,715	2,748	4,355	0,681	2,969	4,784
M8	LM	3-9-11-1	400	0,726	2,678	4,268	0,694	2,882	4,698
	SCG	3-10-1	500	0,718	2,699	4,332	0,692	2,892	4,730
	BR	3-9-11-1	400	0,726	2,675	4,271	0,695	2,878	4,692
M9	LM	4-9-11-1	500	0,872	1,679	2,269	0,813	1,962	2,882
	SCG	4-9-11-1	500	0,867	1,701	2,310	0,812	1,973	2,893
	BR	4-9-11-1	400	0,872	1,685	2,270	0,813	1,967	2,881
M10	LM	4-9-11-1	300	0,728	2,032	2,597	0,698	2,166	2,832
	SCG	4-9-11-1	500	0,726	2,038	2,604	0,698	2,167	2,831
	BR	4-9-11-1	500	0,729	2,030	2,594	0,698	2,168	2,835
M11	LM	4-9-11-1	400	0,775	1,876	1,021	0,67	4,497	1,108
	SCG	4-10-1	500	0,763	1,925	3,090	0,674	4,510	6,923
	BR	4-9-11-1	400	0,776	1,875	3,001	0,670	4,491	6,880
M12	LM	4-9-11-1	200	0,885	1,551	2,319	0,697	3,476	5,643
	SCG	4-9-11-1	500	0,875	1,608	2,412	0,696	3,514	5,710
	BR	4-9-11-1	300	0,884	1,554	2,326	0,697	3,477	5,647

Yapılan analizlerin istatistiksel sonuçlarının özetlendiği Tablo 4.21 incelendiğinde modellerin çoğunda en iyi istatistiksel kriter (R^2 , RMSE, MAE) Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritmasında olduğu ve LM'den sonra BR eğitim algoritmasının sonuçlarının iyi çıktığı gözlemlenmiştir. En düşük tahmin yeteneği SCG eğitim algoritması ile elde edilmiştir. Kurulan tüm modellerde en iyi performans sonucu M12'de LM eğitim algoritmasında elde edilmiştir.

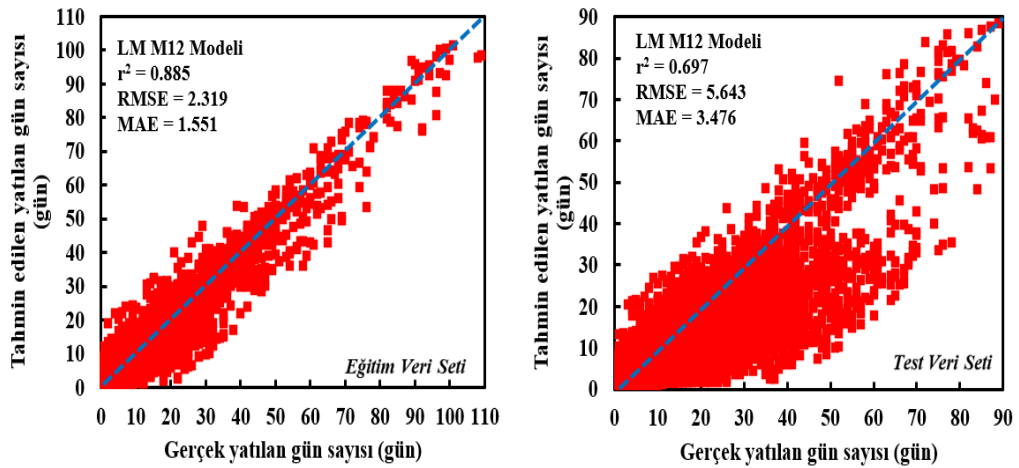
Yatılan gün sayısının yapay sinir ağı yöntemiyle tahmin edilmesinde her bir eğitim algoritmasında en iyi sonucu veren modeller belirlenmiştir (Tablo 4.22). Tabloya göre en yüksek belirleme katsayısı ve en düşük MAE ve RMSE değerine

sahip model tüm eğitim algoritmalarında çift gizli katmanlı M12'dir. YSA'da birden fazla gizli katmanlı modeller de kullanılmakla birlikte yapılan çalışmalarda tek gizli katmanlı modelin yeterli olduğu ifade edilmiştir (Cybenko, 1989; Hornik et al., 1989).

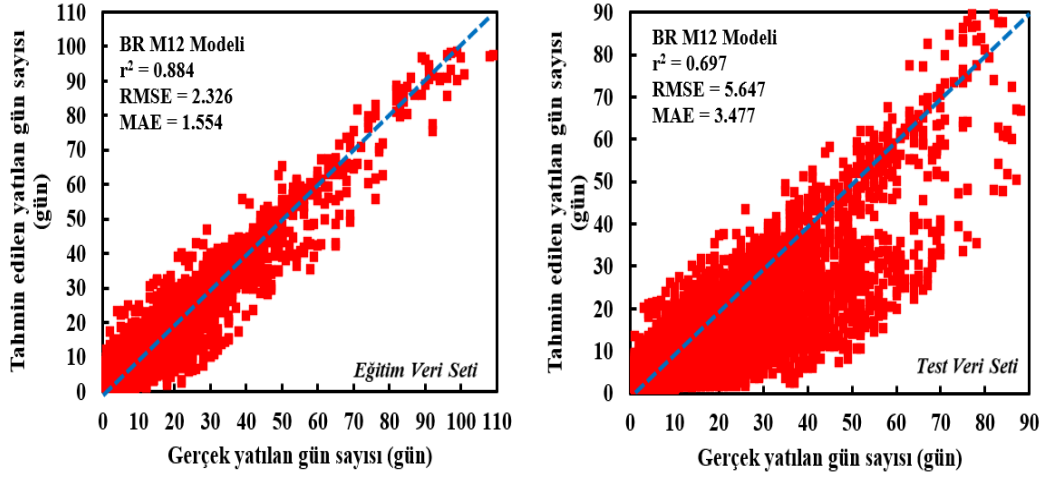
Tablo 4.22. Eğitim algoritmalarına göre modellerin istatistiksel analiz sonuçları

Eğitim Algoritması	Ağ Yapısı	İterasyon Sayısı	Model	Eğitim veri seti			Test veri seti		
				R ²	MAE (gün)	RMSE (gün)	R ²	MAE (gün)	RMSE (gün)
LM	4-9-11-1	200	M12	0,885	1,551	2,319	0,697	3,476	5,643
BR	4-9-11-1	500	M12	0,884	1,554	2,326	0,697	3,477	5,647
SCG	4-9-11-1	500	M12	0,875	1,608	2,412	0,696	3,514	5,710

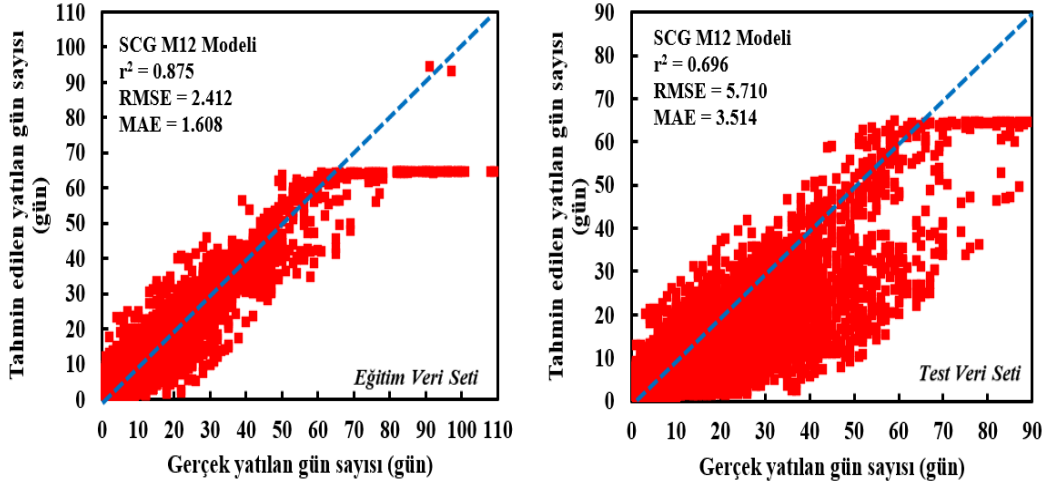
Yatılan gün sayısının tahminde oluşturulan modellerin eğitim algoritmaları açısından eğitim ve test veri setlerinde en iyi sonuçlarının karşılaştırması LM algoritması için Şekil 4.8, BR algoritması için Şekil 4.9 ve SCG algoritması için Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.8. LM eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.9. BR eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.10. SCG eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması

Yatılan gün sayısının tahmini için geliştirilen yapay sinir ağları modelinin formülü aşağıdaki eşitlikte verilmiştir. Modelin tahmininde kullanılan ağırlık ve bias değerleri Ek 7’de verilmiştir.

$$YGS_{tah} = \sum_{k=1}^K \left[\frac{2}{1 + \exp \left(-2 \left(\sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^L ((w_i(i,j)x(i)) + b_i(j)) \right) \right)} - 1 \right] w_2(k)b_2$$

4.3.2. Ölçeklendirilmiş Verilerle Yatılan Gün Sayısının Tahmin Edilmesi

Ölçeklendirme tekniklerinin yapay sinir ağları üzerindeki etkilerini incelemek ve modelde kullanılan verilerin eğitiminin daha verimli olmasının sağlanması amacıyla veriler Min-Max. Ölçeklendirme tekniği kullanılarak ölçeklendirilmiştir. Veriler 0-1 aralığında ölçeklendirilmiş ve LM, BR, SCG eğitim algoritmaları için farklı ağ yapısı ve iterasyonlarda analiz edilmiştir.

Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak min-max. normalizasyonu yapılan veriler farklı ağ yapıları ve iterasyonlarda hasta yatış süresinin tahmini için yapılan analiz sonucunda elde edilen sonuçların istatistiksel performans sonuçları EK 6’da; her model için en iyi sonuçlar Tablo 4.23’de verilmiştir.

Tablo 4.23. Ölçeklendirilmiş verilerle Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması

Model	Model Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
M1	1-9-11-1	400	0,729	2,472	3,990	0,671	3,482	5,736
M2	2-9-11-1	400	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
M3	2-9-11-1	500	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
M4	2-9-11-1	400	0,716	2,745	4,350	0,673	2,974	4,841
M5	3-9-11-1	300	0,696	1,160	2,171	0,626	2,535	3,496
M6	3-9-11-1	500	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,774
M7	3-9-11-1	500	0,724	2,780	4,429	0,684	2,767	4,377
M8	3-9-11-1	500	0,727	2,674	4,264	0,628	2,896	5,176
M9	4-9-11-1	500	0,871	1,682	2,272	0,814	1,963	2,882
M10	4-9-11-1	500	0,728	2,032	2,597	0,694	2,169	2,852
M11	4-9-11-1	500	0,776	1,880	3,001	0,623	4,494	7,156
M12	4-9-11-1	500	0,885	1,554	2,320	0,697	3,475	5,647

Verilerin min-max. ölçeklendirme tekniği ile ölçeklendirilip Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması farklı iterasyon ve ağ yapıları kullanılarak analiz edilmesi sonucunda modellerden elde edilen performans sonuçları incelendiğinde modellerin belirleme katsayılarının 0,692 ve 0,885 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ek 6). Aynı zamanda en iyi performans sonuçları çift gizli katmanlarda 300-400-500 iterasyonlarda elde edilmiştir. En iyi performans sonucu M12’de elde edilirken en düşük performans BT, DG, USG girdi değişkenlerine sahip M5’te elde edilmiştir. Performans kriterleri incelendiğinde M12’ye ait belirleme katsayıları sırasıyla eğitim veri setinde 0,885; test veri setinde 0,697’dir. M5’in belirleme katsayısı eğitim veri setinde 0,692; test veri setinde 0,633’tür (Tablo 4.23).

Tabloya göre en yüksek R^2 değerine sahip M12'nin MAE ve RMSE değerlerine bakıldığında, sırasıyla eğitim veri setinde 1,554 ve 2,320; test veri setinde 3,475 ve 5,647 olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere (4-9-11-1) ağ yapısı 500 iterasyonda ulaşılmıştır. HM, İT, BT, DG girdi değişkenlerini kullanan bu 4 girdili model diğer modellerden daha iyi sonuç vermiştir.

Ölçeklendirilmiş verilerle Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlarda hasta yatış süresinin tahmini için eğitim ve test verilerinden elde edilen sonuçların istatistiksel performans sonuçları EK 7'de; en iyi performans sonucu gösteren model yapıları Tablo 4.24'te verilmiştir.

Tablo 4.24. Ölçeklendirilmiş verilerle Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması

Model	Model Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R^2	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE
M1	1-9-11-1	500	0,729	2,479	3,996	0,672	3,487	5,735
M2	2-9-11-1	300	0,819	2,134	2,923	0,815	2,142	2,931
M3	2-9-11-1	500	0,861	1,765	2,359	0,802	2,044	2,964
M4	2-9-11-1	300	0,715	2,748	4,353	0,673	2,977	4,838
M5	3-6-1	500	0,687	2,142	2,657	0,627	2,574	3,507
M6	3-9-11-1	500	0,849	1,839	2,435	0,803	2,046	2,807
M7	3-9-11-1	500	0,716	2,848	4,487	0,680	2,826	4,408
M8	3-6-1	400	0,718	2,774	4,334	0,690	2,950	4,737
M9	4-6-1	400	0,863	1,784	2,348	0,804	2,061	2,946
M10	4-4-1	500	0,720	2,074	2,637	0,694	2,197	2,854
M11	4-5-7-1	500	0,760	1,982	3,105	0,669	4,561	6,923
M12	4-8-1	400	0,871	1,691	2,451	0,693	3,533	5,712

Ölçeklendirilmiş verilerle Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması için oluşturulan modellerin analiz sonuçlarının yer aldığı Tablo 4.24 incelendiğinde modellerin en iyi performans sonuçları M5, M8, M9, M10, M12'de tek gizli katmanlı ağ yapısında, diğer modellerde de çift gizli katmanlı ağ yapısında elde edilmiştir. Tüm modeller içinde en düşük sonuç M10 (4-5-7-1) ağ yapısı 100 iterasyonda elde edilirken en iyi performans sonucu M12 (4-8-1) ağ yapılı modelde elde edilmiştir. M10 ve M12'ye ait belirleme katsayıları incelendiğinde sırasıyla eğitim veri setinde 0,606; 0,871; test veri setinde 0,583; 0,693 şeklindedir.

En yüksek R^2 ve en düşük MAE ve RMSE değerlerine sahip model 4 girdili M12'nin MAE ve RMSE değerleri eğitim veri setinde 1,691 ve 2,451; test veri setinde

ise 3,533 ve 5,712 olduğu tespit edilmiştir. Bu değerlere (4-8-1) ağ yapısı 400 iterasyonda ulaşılmıştır. DG, HM, İT ve USG girdi değişkenlerinin SCG eğitim algoritmasıyla analiz edildiği bu 4 girdili model diğer modellerden daha iyi sonuç vermiştir.

Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak ölçeklendirilmiş verilerle farklı ağ yapıları ve iterasyonlar kullanılarak hasta yatış süresinin tahmini için eğitim ve test verilerinden elde edilen tüm sonuçlar EK 8’de verilmiştir. BR algoritmasında en iyi performans sonucu gösteren model yapıları Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.25. Ölçeklendirilmiş verilerle Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak oluşturulan model analizleriyle elde edilen en iyi performansların karşılaştırılması

Model	Model Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
M1	1-9-11-1	500	0,729	2,473	3,992	0,672	3,481	5,733
M2	2-9-11-1	500	0,825	2,078	2,873	0,822	2,080	2,879
M3	2-5-7-1	500	0,863	1,742	2,345	0,803	2,025	2,956
M4	2-9-11-1	500	0,710	2,794	4,391	0,677	3,007	4,818
M5	3-5-7-1	500	0,695	2,095	2,621	0,633	2,530	3,477
M6	3-9-11-1	500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,773
M7	3-9-11-1	300	0,723	2,793	4,438	0,686	2,776	4,362
M8	3-9-11-1	500	0,726	2,677	4,271	0,696	2,879	4,690
M9	4-9-11-1	400	0,871	1,687	2,277	0,813	1,966	2,884
M10	4-9-11-1	400	0,728	2,037	2,599	0,698	2,169	2,831
M11	4-9-11-1	500	0,775	1,882	3,005	0,672	4,471	6,868
M12	4-9-11-1	500	0,884	1,515	2,296	0,698	3,472	5,641

Tablo 4.25’te ölçeklendirilmiş verilerle Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritmasıyla farklı ağ yapıları ve iterasyonlarla yapılan analizlerin her model için elde edilen en iyi performans sonuçları verilmiştir. Yapılan tüm analiz sonuçları incelendiğinde modellerin belirleme katsayılarının 0,632 ve 0,884 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Ek 8). Elde edilen sonuçlara bakıldığında oluşturulan tüm modellerin en iyi sonuçları çift katmanlı ağ yapısında olduğu görülmektedir. Modellerin eğitim veri seti belirleme katsayıları M1 için R²=0,729; M2 için R²=0,825; M3 için R²=0,863; M4 için R²= 0,710; M5 için R²=0,695; M6 için R²=0,854; M7 için R²=0,723; M8 için R²=0,726; M9 için R²=0,871; M10 için R²=0,728; M11 için R²=0,775 ve M12 için R²=0,884’tür. Modellerin test veri seti belirleme katsayıları; M1 için R²=0,672; M2 için R²=0,822; M3 için R²=0,803; M4 için R²= 0,677; M5 için R²=0,633; M6 için

$R^2=0,807$; M7 için $R^2=0,686$; M8 için $R^2=0,696$; M9 için $R^2=0,813$; M10 için $R^2=0,698$; M11 için $R^2=0,672$ ve M12 için $R^2=0,698$ şeklindedir.

Tablo 4.25 incelendiğinde en yüksek R^2 ve en düşük MAE ve RMSE değerlerine sahip modelin 4 girdili M12 olduğu belirlenmiştir. En yüksek belirleme katsayısına (4-9-11-1) ağ yapısı 400 iterasyonda ulaşılmıştır. Bu modelin MAE ve RMSE değerleri eğitim veri setinde 1,515 ve 2,296; test veri setinde ise 3,472 ve 5,641 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.26. Ölçeklendirilmiş verilerle yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan modellerin istatistiksel analiz sonuçları

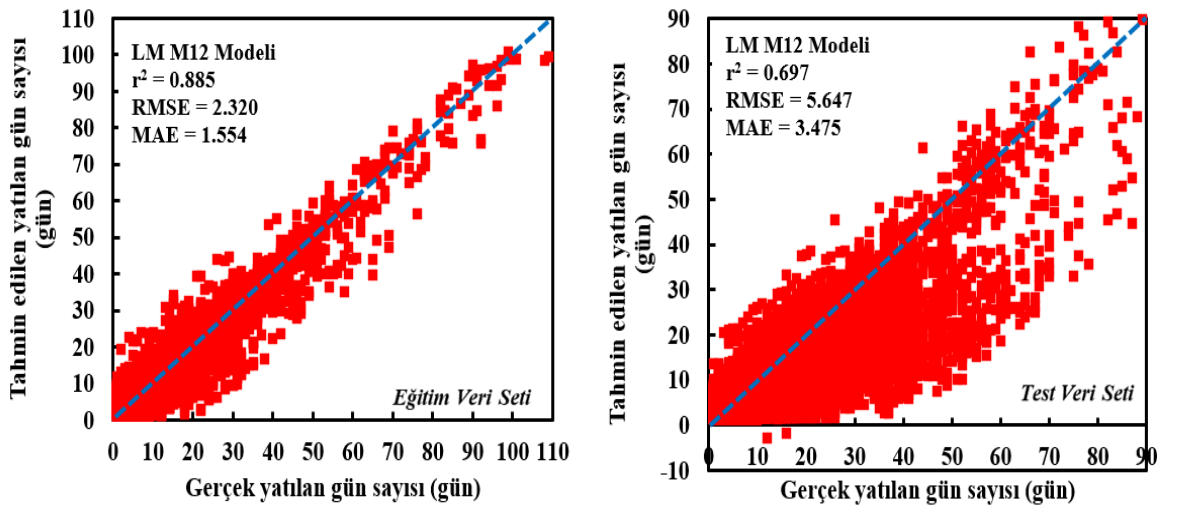
Model	E.A.	Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
				R^2	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE
M1	LM	1-9-11-1	400	0,729	2,472	3,990	0,671	3,482	5,736
	SCG	1-9-11-1	500	0,729	2,479	3,996	0,672	3,487	5,735
	BR	1-9-11-1	500	0,729	2,473	3,992	0,672	3,481	5,733
M2	LM	2-9-11-1	400	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
	SCG	2-9-11-1	300	0,819	2,134	2,923	0,815	2,142	2,931
	BR	2-9-11-1	400	0,825	2,078	2,873	0,822	2,080	2,879
M3	LM	2-9-11-1	500	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
	SCG	2-9-11-1	500	0,861	1,765	2,359	0,802	2,044	2,964
	BR	2-5-7-1	500	0,863	1,742	2,345	0,803	2,025	2,956
M4	LM	2-9-11-1	400	0,716	2,745	4,350	0,673	2,974	4,841
	SCG	2-9-11-1	300	0,715	2,748	4,353	0,673	2,977	4,838
	BR	2-9-11-1	500	0,710	2,794	4,391	0,677	3,007	4,818
M5	LM	3-9-11-1	300	0,696	1,160	2,171	0,626	2,535	3,496
	SCG	3-6-1	500	0,687	2,142	2,657	0,627	2,574	3,507
	BR	3-5-7-1	500	0,695	2,095	2,621	0,633	2,530	3,477
M6	LM	3-9-11-1	500	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,774
	SCG	3-9-11-1	500	0,849	1,839	2,435	0,803	2,046	2,807
	BR	3-9-11-1	500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,773
M7	LM	3-9-11-1	500	0,724	2,780	4,429	0,684	2,767	4,377
	SCG	3-9-11-1	500	0,716	2,848	4,487	0,680	2,826	4,408
	BR	3-9-11-1	300	0,723	2,793	4,438	0,686	2,776	4,362
M8	LM	3-9-11-1	500	0,727	2,674	4,264	0,628	2,896	5,176
	SCG	3-6-1	400	0,718	2,774	4,334	0,690	2,950	4,737
	BR	3-9-11-1	500	0,726	2,677	4,271	0,696	2,879	4,690
M9	LM	4-9-11-1	500	0,871	1,682	2,272	0,814	1,963	2,882
	SCG	4-6-1	400	0,863	1,784	2,348	0,804	2,061	2,946
	BR	4-5-7-1	400	0,871	1,687	2,277	0,813	1,966	2,884
M10	LM	4-9-11-1	500	0,728	2,032	2,597	0,694	2,169	2,852
	SCG	4-4-1	500	0,720	2,074	2,637	0,694	2,197	2,854
	BR	4-9-11-1	400	0,728	2,037	2,599	0,698	2,169	2,831
M11	LM	4-9-11-1	500	0,776	1,880	3,001	0,623	4,494	7,156
	SCG	4-5-7-1	500	0,760	1,982	3,105	0,669	4,561	6,923
	BR	4-9-11-1	500	0,775	1,882	3,005	0,672	4,471	6,868
M12	LM	4-9-11-1	500	0,885	1,554	2,320	0,697	3,475	5,647
	SCG	4-8-1	400	0,871	1,691	2,451	0,693	3,533	5,712
	BR	4-9-11-1	500	0,884	1,515	2,296	0,698	3,472	5,641

Ölçeklendirilmiş veriler ile yapılan analizlerin istatistiksel sonuçlarının özetlendiği Tablo 4.26 incelendiğinde tüm modellerde en iyi istatistiksel kriter (R^2 , RMSE, MAE) Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritmasında ve Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritmasında iyi çıktığı gözlemlenmiştir. En düşük tahmin yeteneği Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması ile elde edilmiştir. Kurulan tüm modellerde en iyi performans sonucu M12’de LM eğitim algoritmasında elde edilmiştir.

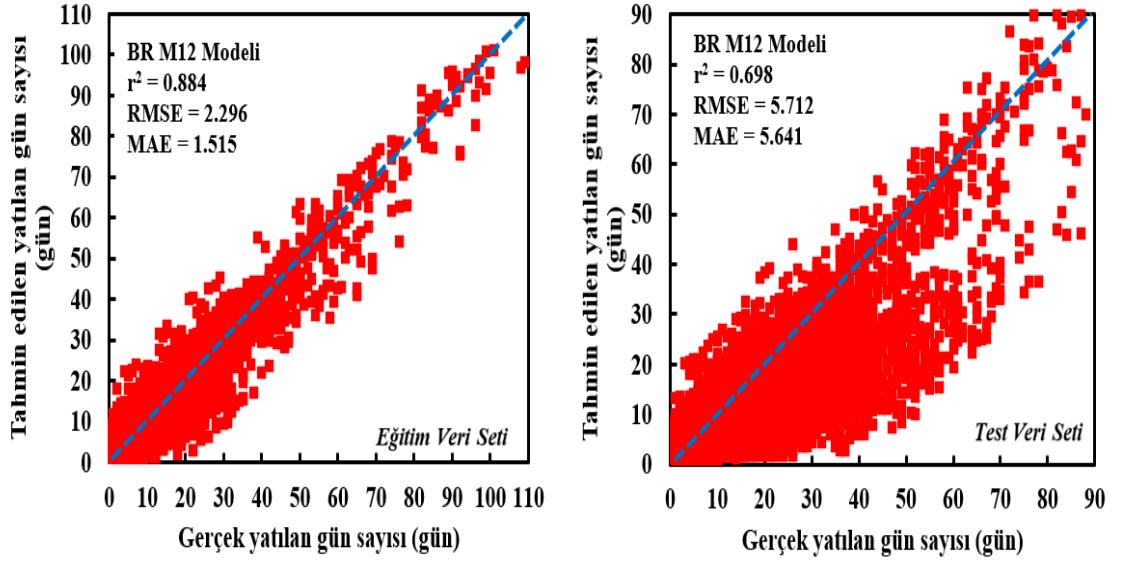
Ölçeklendirilmiş veriler ile yatılan gün sayısının yapay sinir ağları yöntemiyle tahmin edilmesinde her bir eğitim algoritmasında en iyi sonucu veren modeller belirlenmiştir (Tablo 4.27). Tabloya göre en yüksek belirleme katsayısı ve en düşük MAE ve RMSE değerine sahip model tüm eğitim algoritmalarında M12’dir. Yatılan gün sayısının tahmininde oluşturulan modellerin eğitim algoritmaları açısından eğitim ve test veri setlerinde en iyi sonuçlarının karşılaştırması LM algoritması için Şekil 4.11; BR algoritması için Şekil 4.12 ve SCG algoritması için Şekil 4.13’te verilmiştir.

Tablo 4.27. Ölçeklendirilmiş verilerle eğitim algoritmalarına göre modellerin istatistiksel analiz sonuçları

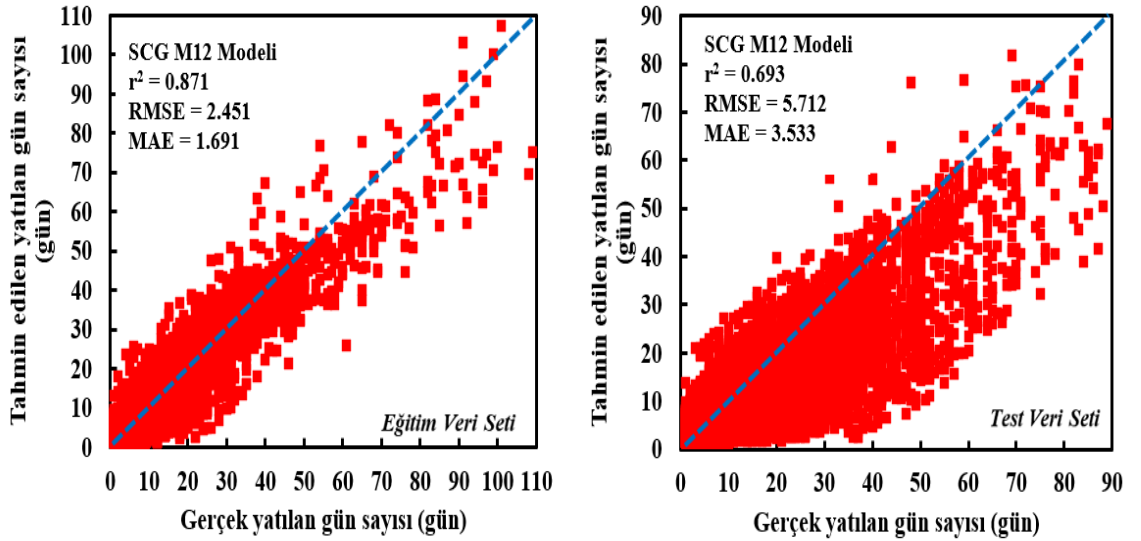
Eğitim Algoritması	Ağ Yapısı	İterasyon Sayısı	Model	Eğitim veri seti			Test veri seti		
				R^2	MAE	RMSE	R^2	MAE	RMSE
LM	4-9-11-1	500	M12	0,885	1,554	2,320	0,697	3,475	5,647
BR	4-9-11-1	500	M12	0,884	1,515	2,296	0,698	3,472	5,641
SCG	4-8-1	400	M12	0,871	1,691	2,451	0,693	3,533	5,712



Şekil 4.11. Ölçeklendirilmiş verilerin LM eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.12. Ölçeklendirilmiş verilerin BR eğitim algoritması (4-9-11-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.13. Ölçeklendirilmiş verilerin SCG eğitim algoritması (4-8-1) ağ yapısında tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması

4.4. Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi ile Yatılan Gün Sayısının Tahmin Edilmesi

Yapılan tez çalışmasının bu aşamasında yatılan gün sayısının tahmin edilmesinde uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sisteminin uygulanabilirliği incelenmiştir. Yapay sinir ağları yönteminde kullanılan modeller ANFIS ile tahminde de kullanılmıştır. ANFIS modellerinin oluşturulmasında Grid Partition (GP) eğitim algoritması kullanılmıştır. GP eğitim algoritması için Trim, Trap, Gauss (Üçgen,

Yamuk ve Gausiyan) üyelik fonksiyonları kullanılmış ve yatılan gün sayısının tahmininde en düşük MAE ve RMSE değerine sahip model en iyi sonucu vermektedir.

Yatılan gün sayısının ANFIS ile tahmin edilmesinde yapay sinir ağıları yönteminde kullanılan modeller kullanılmıştır. Çalışma kapsamında 2012-2020 yılları arasındaki hasta verileriyle oluşturulan modellere ait eğitim ve test veri setlerinin istatistiksel performans sonuçları Tablo 4.28’de verilmiştir.

Tablo 4.28. Yatılan gün sayısının uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemiyle tahmin edilmesine ait istatistiksel performansları

Girdiler	Model Adı	Eğitim Algoritması	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM	M1	Trim (3)	0,727	2,478	4,010	0,673	3,483	5,736
		Trap (3)	0,718	2,643	4,076	0,663	3,621	5,855
		Gauss (3)	0,722	2,590	4,043	0,667	3,570	5,812
		Trim (4)	0,728	2,477	3,998	0,672	3,483	5,733
		Trap (4)	0,720	2,622	4,059	0,665	3,593	5,823
		Gauss (4)	0,723	2,577	4,037	0,668	3,549	5,787
BT, HM	M2	Trim (3-3)	0,824	2,089	2,885	0,820	2,093	2,894
		Trap (3-3)	0,814	2,226	2,962	0,809	2,234	2,978
		Gauss (3-3)	0,817	2,185	2,939	0,812	2,193	2,953
		Trim (4-4)	0,824	2,088	2,883	0,820	2,093	2,895
		Trap (4-4)	0,816	2,202	2,948	0,811	2,210	2,962
		Gauss (4-4)	0,818	2,164	2,927	0,814	2,170	2,939
HM, İT	M3	Trim (3-3)	0,863	1,746	2,349	0,802	2,028	2,957
		Trap (3-3)	0,857	1,834	2,397	0,793	2,124	3,023
		Gauss (3-3)	0,857	1,825	2,393	0,795	2,112	3,012
		Trim (4-4)	0,863	1,746	2,348	0,802	2,029	2,959
		Trap (4-4)	0,857	1,830	2,394	0,794	2,120	3,019
		Gauss (4-4)	0,858	1,817	2,388	0,795	2,104	3,008
HM, USG	M4	Trim (3-3)	0,713	2,754	4,368	0,677	2,965	4,817
		Trap (3-3)	0,704	2,918	4,440	0,672	3,099	4,860
		Gauss (3-3)	0,709	2,856	4,402	0,671	3,058	4,860
		Trim (4-4)	0,714	2,756	4,362	0,674	2,973	4,832
		Trap (4-4)	0,707	2,887	4,417	0,665	3,090	4,907
		Gauss (4-4)	0,710	2,831	4,389	0,296	3,098	8,740
BT, DG, USG	M5	Trim (3-3-3)	0,694	2,099	2,626	0,528	2,549	3,891
		Trap (3-3-3)	0,687	2,137	2,656	0,623	2,569	3,527
		Gauss (3-3-3)	0,690	2,127	2,644	0,614	2,567	3,549
		Trim (4-4-4)	0,695	2,097	2,623	0,477	2,560	4,147
		Trap (4-4-4)	0,689	2,131	2,648	0,624	2,570	3,523
		Gauss (4-4-4)	0,692	2,117	2,636	0,344	2,596	5,166
HM, İT, USG	M6	Trim (3-3-3)	0,853	1,792	2,403	0,807	1,998	2,778
		Trap (3-3-3)	0,846	1,880	2,461	0,798	2,089	2,841
		Gauss (3-3-3)	0,848	1,859	2,447	0,800	2,066	2,827
		Trim (4-4-4)	0,848	1,864	2,448	0,789	2,075	2,900
		Trap (4-4-4)	0,847	1,874	2,456	0,798	2,082	2,837
		Gauss (4-4-4)	0,849	1,850	2,440	0,796	2,060	2,855
HM, İT, BT	M7	Trim (3-3-3)	0,722	2,786	4,443	0,686	2,768	4,366
		Trap (3-3-3)	0,716	2,874	4,490	0,677	2,858	4,423
		Gauss (3-3-3)	0,719	2,838	4,463	0,682	2,821	4,394
		Trim (4-4-4)	0,722	2,802	4,443	0,684	2,786	4,377
		Trap (4-4-4)	0,718	2,855	4,474	0,679	2,838	4,415
		Gauss (4-4-4)	0,720	2,829	4,457	0,681	2,812	4,395

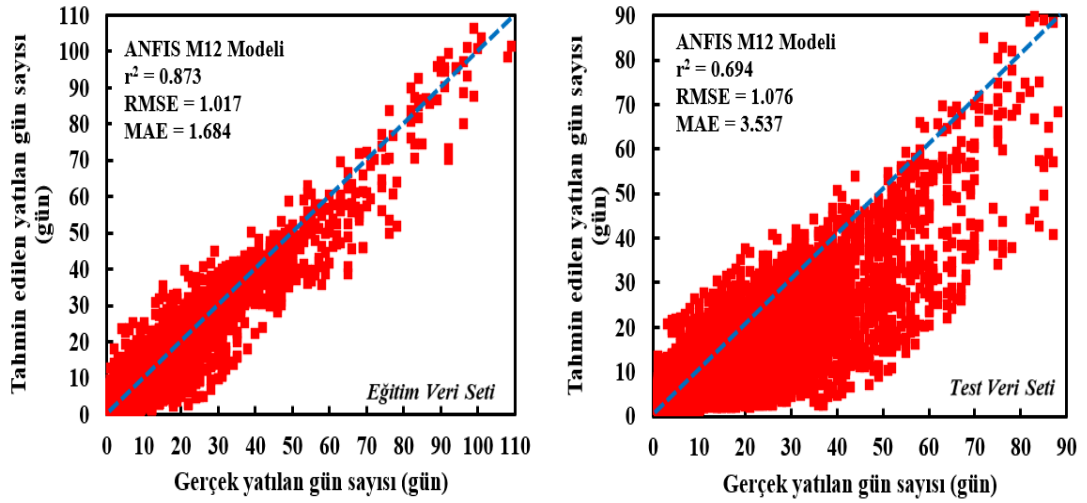
Tablo 4.28. (Devam)

Girdiler	Model Adı	Eğitim Algoritması	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM, BT, USG	M8	Trim (3-3-3)	0,711	2,844	4,388	0,679	2,994	4,822
		Trap (3-3-3)	0,448	4,453	6,060	0,434	4,500	6,372
		Gauss (3-3-3)	0,656	3,231	4,786	0,604	3,316	5,339
		Trim (4-4-4)	0,712	2,831	4,374	0,677	2,982	4,836
		Trap (4-4-4)	0,547	3,962	5,487	0,500	4,045	5,998
		Gauss (4-4-4)	0,671	3,146	4,679	0,382	3,273	7,262
DG, HM, İT, USG	M9	Trim (3-3-3-3)	0,870	1,691	2,281	0,691	1,985	3,682
		Trap (3-3-3-3)	0,865	1,777	2,332	0,796	2,067	3,006
		Gauss (3-3-3-3)	0,866	1,752	2,316	0,745	2,046	3,318
İT, DG, BT, USG	M10	Trim (3-3-3-3)	0,727	2,037	2,604	0,377	2,200	4,815
		Trap (3-3-3-3)	0,721	4,881	6,459	0,604	4,983	6,717
		Gauss (3-3-3-3)	0,724	4,881	6,463	0,631	4,987	6,724
HM,DG, BT,USG	M11	Trim (3-3-3-3)	0,763	1,981	3,085	0,667	4,557	6,950
		Trap (3-3-3-3)	0,506	3,379	4,459	0,434	6,148	8,972
		Gauss (3-3-3-3)	0,732	2,225	3,286	0,601	4,821	7,451
HM, İT,BT, DG	M12	Trim (3-3-3-3)	0,873	1,684	1,017	0,694	3,537	1,076
		Trap (3-3-3-3)	0,587	3,250	1,090	0,495	6,085	1,178
		Gauss (3-3-3-3)	0,835	1,982	1,036	0,664	6,477	1,175

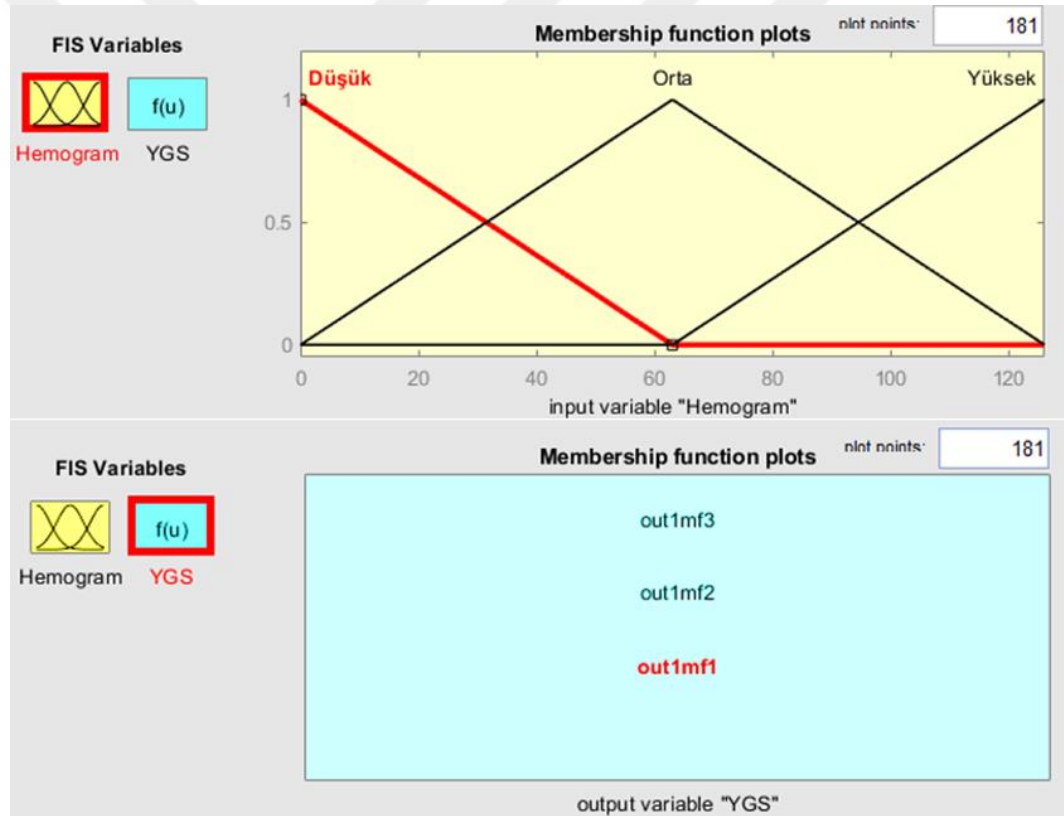
Tablo 4.28 incelendiğinde tüm modellerin en iyi performansı üçgen (trim) fonksiyon türünde elde edildiği tespit edilmiştir. Modellerin belirleme katsayıları eğitim veri setinde 0,448 ile 0,873; test veri setinde 0,296 ile 0,820 arasında değişmektedir. En yüksek performans sonuçlarına sahip model HM, İT, BT, DG girdi değişkenlerine sahip M12'dir. 3*3*3*3 üyelik fonksiyonunda en iyi sonucun elde edildiği modelde performans sonuçları eğitim veri setinde; R²=0,873, MAE=1,684, RMSE=1,017'dir. Test veri setinde R²=0,694, MAE=3,537, RMSE=1,076'dir. Modeller içinde en düşük performans gösteren model yamuk fonksiyon türünde 3*3*3 üyelik fonksiyonunda M8'dir. Model performans sonuçları eğitim veri setinde R²=0,448, MAE=4,453, RMSE=6,060'dır. Test veri setinde R²=0,434, MAE=4,500, RMSE=6,372'dir.

ANFIS için oluşturulan tüm modeller incelendiğinde en iyi sonuç HM, İT, BT, DG girdi değişkenlerine sahip M12 modeli 3*3*3*3 üçgen üyelik fonksiyon türünde elde edilmiştir. En iyi sonuç elde edilen diğer modeller sırasıyla M9, M3, M6 ve M2'dir.

En iyi istatistiksel performansın elde edildiği M12'nin eğitim ve test veri setlerinde elde edilen tahmin değerlerine ait grafiksel gösterim Şekil 4.14'de verilmiştir.



Şekil 4.14. ANFIS ile tahmin edilen yatılan gün sayısı ile gerçek yatılan gün sayısı değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 4.15. Matlab arayüzde yatılan gün sayısı tahmini için oluşturulan model görünümü

4.5. Çoklu Doğrusal Regresyon ile Hasta Yatış Süresi Tahmini

Yatılan gün sayısının tahmin edildiği bu tez çalışmasında hastalara ait ikincil veriler kullanılarak çoklu doğrusal regresyon modelleri ile tahminler gerçekleştirilmiştir. %70 Eğitim veri seti ve %30 test veri seti olarak hazırlanmış olan ve daha önce YSA ve ANFIS'te kullanılan modellerin çoklu doğrusal regresyon

analiziyle tahminleri yapılmıştır. Çoklu doğrusal regresyon yöntemi ile analiz edilen modellerin performanslarının değerlendirilmesinde belirleme katsayısının yüksek (R^2), RMSE ve MAE değerlerinin daha düşük olduğu modelin daha iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışma kapsamında oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modellerinin tanımlanmasında kullanılan regresyon eşitlikleri ve bu modellere ait istatistiksel kriterler sırasıyla Tablo 4.29 ve Tablo 4.30’da verilmiştir.

Yatılan gün sayısının tahmin edilmesi için oluşturulan modellerde ikincil tanı olup olmama durumu (İT) negatif korelasyon içinde bulunmuştur. İT girdi değişkeninin kullanılmadığı modellerde tüm girdiler pozitif korelasyon göstermiştir. HM ve İT girdi değişkenlerinin birlikte kullanıldığı M3 ve M12 dışındaki modellerde (M6, M7, M9) ilişki katsayısı diğer girdilere göre yüksektir.

Tablo 4.29. Yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modellerine ait regresyon eşitlikleri

Model	Girdi	Regresyon Eşitlikleri	R^2	MAE (gün)	RMSE (gün)
M1	HM	$YGS = 2,530 + 0,953 \times HM$ $SH = [0,014]^{***}[0,002]^{***}$	0,713	2,673	4,112
M2	BT, HM	$YGS = 2,434 + 0,666 \times BT + 0,907 \times HM$ $SH = [0,011]^{**}[0,008]^{**}[0,002]^{**}$	0,811	2,261	2,984
M3	HM, İT	$YGS = 2,730 + 0,937 \times HM - 1,006 \times İT$ $SH = [0,012]^{***}[0,001]^{***}[0,016]^{***}$	0,856	1,840	2,401
M4	HM, USG	$YGS = 2,808 + 0,940 \times HM + 1,287 \times USG$ $SH = [0,015]^{***}[0,002]^{***}[0,029]^{***}$	0,696	2,970	4,494
M5	BT, DG, USG	$YGS = 2,823 + 1,738 \times BT + 1,246 \times DG + 4,068 \times USG$ $SH = [0,012]^{**}[0,009]^{**}[0,005]^{**}[0,025]^{**}$	0,621	2,697	3,435
M6	HM, İT, USG	$YGS = 3,175 - 1,249 \times İT + 0,915 \times HM + 0,224 \times USG$ $SH = [0,014]^{**}[0,019]^{**}[0,002]^{**}[0,022]^{**}$	0,791	2,193	2,968
M7	HM, İT, BT	$YGS = 3,564 + 0,901 \times HM + 0,687 \times BT - 1,482 \times İT$ $SH = [0,021]^{***}[0,002]^{***}[0,011]^{***}[0,029]^{***}$	0,710	2,923	4,537
M8	HM, BT, USG	$YGS = 2,666 + 0,878 \times HM + 0,659 \times BT + 1,167 \times USG$ $SH = [0,015]^{***}[0,002]^{***}[0,010]^{***}[0,029]^{***}$	0,707	2,897	4,418
M9	DG, HM, İT, USG	$YGS = 3,074 - 1,237 \times İT + 0,233 \times DG + 0,878 \times HM + 1,096 \times USG$ $SH = [0,015]^{**}[0,020]^{**}[0,005]^{**}[0,002]^{**}[0,021]^{**}$	0,799	2,284	3,118
M10	İT, DG, BT, USG	$YGS = 3,770 - 2,067 \times İT + 1,699 \times BT + 1,178 \times DG + 4,022 \times USG$ $SH = [0,015]^{**}[0,019]^{**}[0,009]^{**}[0,005]^{**}[0,023]^{*}$	0,693	2,263	2,991
M11	HM, DG, BT, USG	$YGS = 2,069 + 0,785 \times HM + 0,642 \times BT + 1,100 \times USG + 0,155 \times DG$ $SH = [0,011]^{***}[0,002]^{***}[0,008]^{***}[0,022]^{***}[0,005]^{***}$	0,758	2,018	3,119
M12	HM, İT, BT, DG	$YGS = 2,768 + 0,890 \times HM + 0,622 \times BT - 1,032 \times İT + 0,179 \times DG$ $SH = [0,012]^{***}[0,002]^{***}[0,007]^{***}[0,016]^{***}[0,004]^{***}$	0,864	1,782	2,517

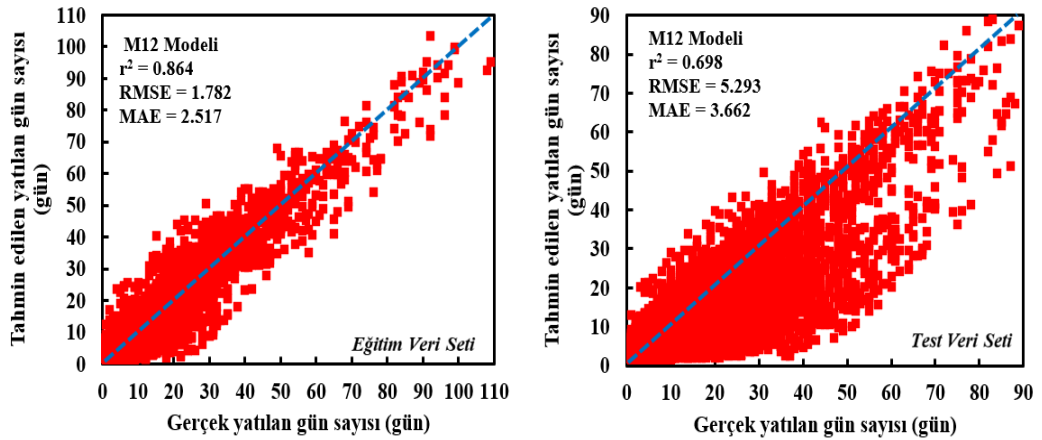
*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$

Yatılan gün sayısının tahmin edilmesi amacıyla oluşturulan çoklu doğrusal regresyon eşitlikleri tespit edildikten sonra eğitim ve test veri setlerinin çok değişkenli regresyon performansı değerlendirilmiştir (Tablo 4.30).

Tablo 4.30. Çoklu doğrusal regresyon modellerinin performans değerlendirilmesi

Girdiler	Modelin Adı	Eğitim veri seti			Test veri seti		
		R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM	M1	0,713	2,673	4,112	0,657	3,737	5,426
HM, BT	M2	0,811	2,261	2,984	0,809	2,248	2,987
HM, İT	M3	0,856	1,840	2,401	0,794	2,183	2,933
HM, USG	M4	0,696	2,970	4,494	0,667	3,274	4,837
BT, DG, USG	M5	0,621	2,697	3,435	0,604	2,738	3,492
HM, İT, USG	M6	0,791	2,193	2,968	0,776	2,246	3,020
HM, İT, BT	M7	0,710	2,923	4,537	0,671	2,910	4,462
HM, BT, USG	M8	0,707	2,897	4,418	0,682	3,170	4,739
DG, HM, İT, USG	M9	0,799	2,284	3,118	0,796	2,274	3,114
İT, DG, BT, USG	M10	0,693	2,263	2,991	0,689	2,237	2,869
HM,DG,BT, USG	M11	0,758	2,018	3,119	0,666	4,336	6,017
HM, İT, DG, BT	M12	0,864	1,782	2,517	0,698	3,662	5,293

Yatılan gün sayısının tahmin edilmesi için oluşturulan çoklu doğrusal regresyon modellerinin eğitim veri setinde en yüksek belirleme katsayısı, $R^2=0,864$ sonucuyla en iyi modelin M12 olduğu belirlenmiştir (RMSE=1,782, MAE=2,517). M5 modelinde ise belirleme katsayısı en düşük $R^2=0,621$ ve MAE ve RMSE değerleri en yüksektir (2,697; 3,435). Sonuç olarak çoklu doğrusal regresyon yöntemiyle yatılan gün sayısının tahmin edilmesi amacıyla oluşturulan modeller incelenmiş ve en iyi tahmini veren modelin M12 olduğu tespit edilmiştir. Yatılan gün sayısının tahmin edilmesinde en iyi performans sonucunu veren gerçek değerler ile tahmin sonuçlarının karşılaştırılması Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Çoklu doğrusal regresyon yöntemiyle yatılan gün sayısının tahmininde en iyi performansı veren M12'nin eğitim ve test verilerinin karşılaştırılması

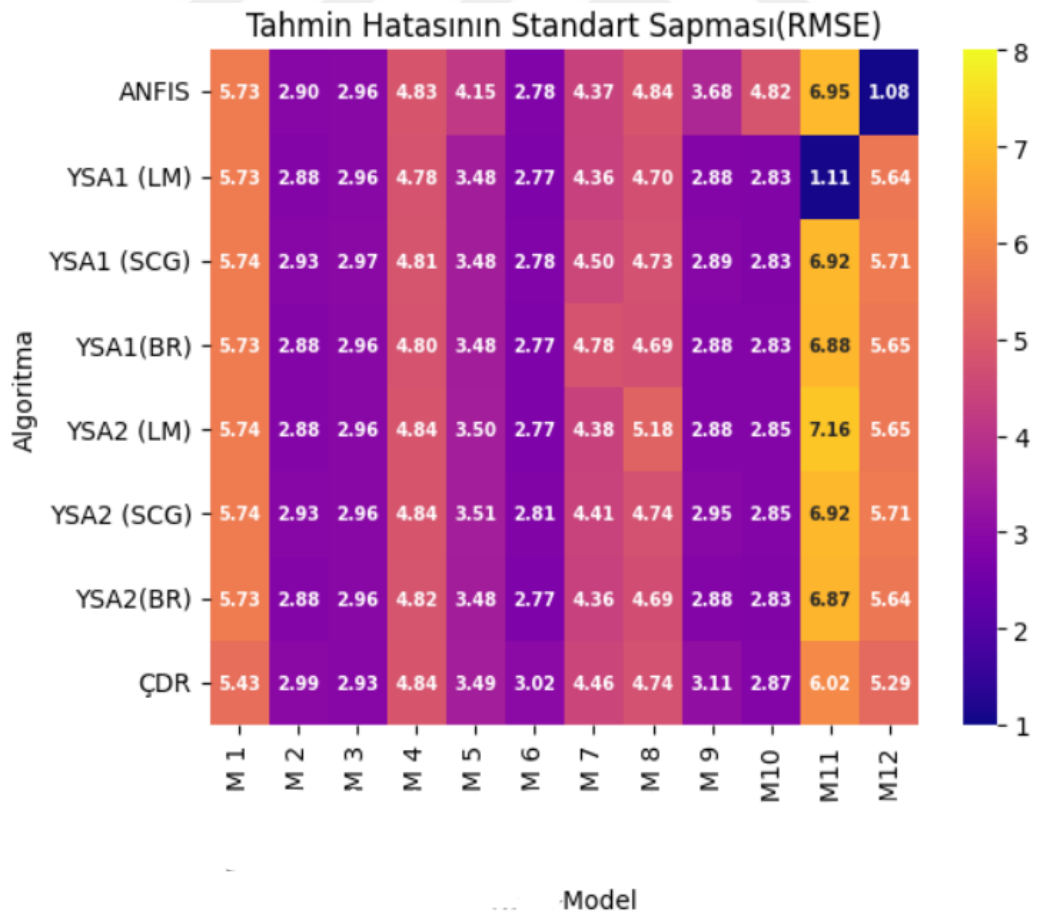
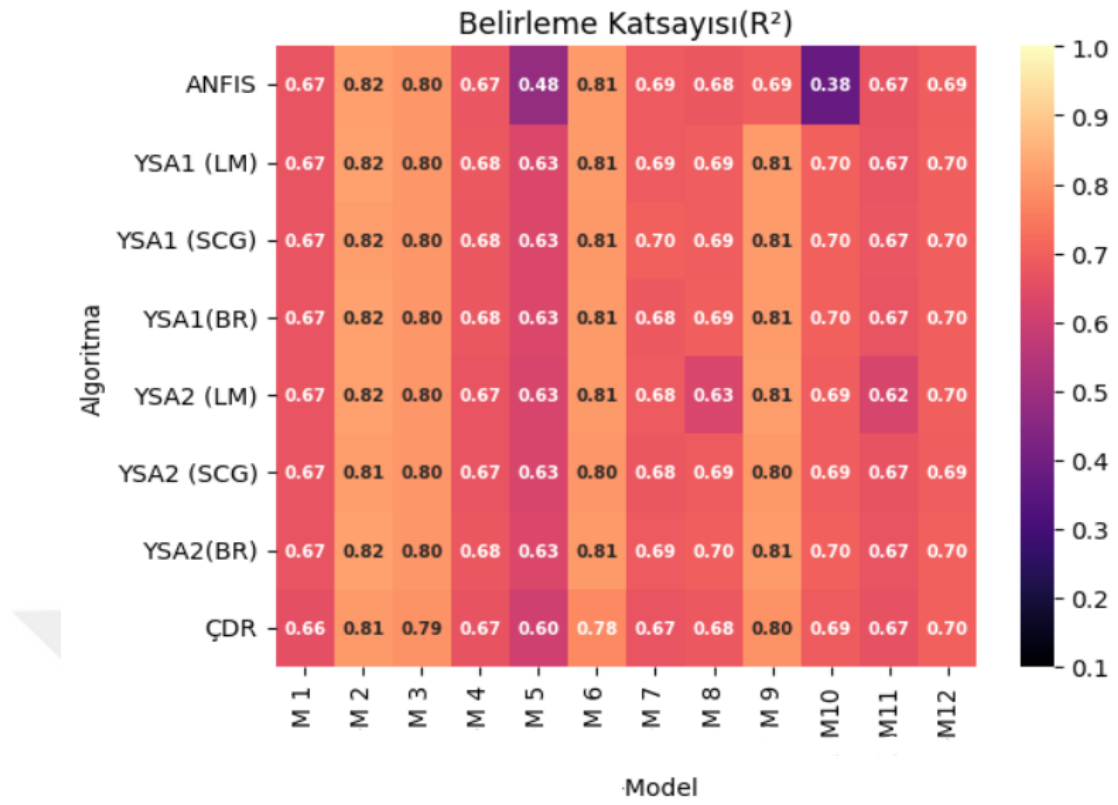
4.6. Kullanılan Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması

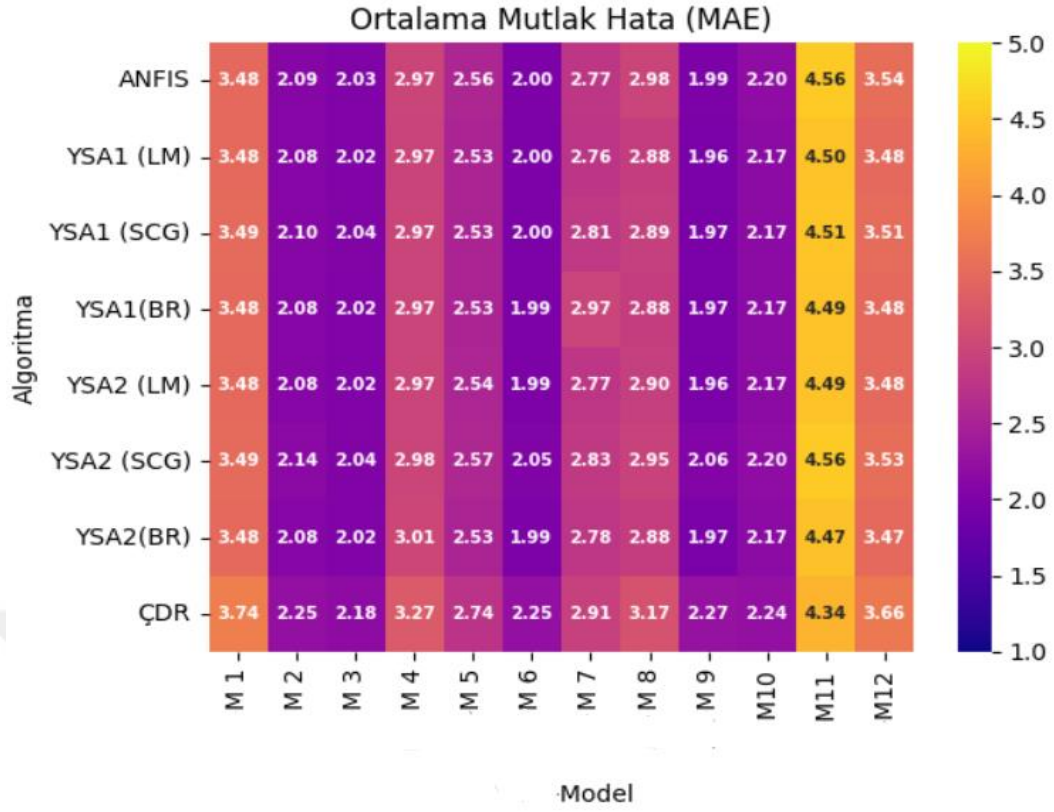
Yapılan tez çalışmasının bu bölümünde yatılan gün sayısının tahmin edilmesinde yapay sinir ağları (ham ve ölçeklendirilmiş verilerin kullanıldığı), çoklu doğrusal regresyon ve ANFIS yöntemleri kullanılarak 4 tahmin çalışmasında 48 model incelenmiştir. Tablo 4.31’de modellere ait sonuçlar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo incelendiğinde tüm tahmin yöntemleri içinde en iyi sonuçlar hemogram test sayısı ve ikincil tanı olma durumunun girdi değişkeni olarak kullanıldığı M3, M6, M9 ve M12’de elde edilmiştir. Bu modellere çoklu doğrusal regresyon dışında diğer analiz sonuçlarında belirleme katsayısı 0,85’in üzerinde elde edilmiştir. M5 tüm yöntemlerde diğer modellere göre daha düşük performans göstermiştir. Çok katmanlı yapay sinir ağı ile yatılan gün sayısı tahmininde belirleme katsayıları 0,632-0,885 arasında değişim göstermiştir. ANFIS sonuçlarına bakıldığında en iyi belirleme katsayıları; 0,506-0,873 arasında elde edilmiştir. Ölçeklendirilen veriler ile yapılan yapay sinir ağları tahmin sonucu belirleme katsayıları, 0,640-0,885 arasında değişim göstermiştir. Çoklu doğrusal regresyon yönteminde belirleme katsayıları 0,621-0,864 arasında değişim göstermiştir. Tüm tahmin sonuçları içinde en yüksek belirleme katsayısı ve en düşük hata değeri çok katmanlı yapay sinir ağı tahmin yöntemi M12’de elde edilmiştir ($R^2=0,885$; MAE=1,551; RMSE=2,319). Bunu sırasıyla ölçeklendirilmiş verilerin kullanıldığı YSA, ANFIS ve ÇDR modeli izlemiştir.

Tablo 4.31. Yatılan gün sayısının tahmini için oluşturulan YSA, ANFIS ve çoklu doğrusal regresyon modellerinin performans değerlendirmesi

Tahmin Yöntemi	Model	Modelin Ağ Yapısı	Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
Yapay Sinir Ağları	M1	LM (1-9-11-1)	0,729	2,472	3,991	0,671	3,481	5,734
	M2	LM (2-9-11-1)	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
	M3	BR (2-9-11-1)	0,863	1,741	2,343	0,803	2,024	2,955
	M4	BR (2-9-11-1)	0,717	2,75	4,354	0,679	2,971	4,796
	M5	BR (3-9-11-1)	0,697	2,090	2,615	0,632	2,531	3,480
	M6	LM (3-9-11-1)	0,854	1,786	2,396	0,807	1,995	2,775
	M7	LM (3-9-11-1)	0,723	2,781	4,435	0,686	2,764	4,361
	M8	LM (3-9-11-1)	0,726	2,678	4,268	0,694	2,882	4,698
	M9	LM (4-9-11-1)	0,872	1,679	2,269	0,813	1,962	2,882
	M10	BR (4-9-11-1)	0,729	2,030	2,594	0,698	2,168	2,835
	M11	BR (4-9-11-1)	0,776	1,875	3,001	0,670	4,491	6,88
	M12	LM (4-9-11-1)	0,885	1,551	2,319	0,697	3,476	5,643
Yapay Sinir Ağları (Ölçeklendirilmiş veri)	M1	LM (1-9-11-1)	0,729	2,472	3,990	0,671	3,482	5,736
	M2	LM (2-9-11-1)	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
	M3	LM (2-9-11-1)	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
	M4	LM (2-9-11-1)	0,716	2,745	4,350	0,673	2,974	4,841
	M5	LM (3-9-11-1)	0,696	1,160	2,171	0,626	2,535	3,496
	M6	LM (3-9-11-1)	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,774
	M7	LM (3-9-11-1)	0,724	2,780	4,429	0,684	2,767	4,377
	M8	LM (3-9-11-1)	0,727	2,674	4,264	0,628	2,896	5,176
	M9	LM (4-9-11-1)	0,871	1,682	2,272	0,814	1,963	2,882
	M10	LM (4-9-11-1)	0,728	2,032	2,597	0,694	2,169	2,852
	M11	LM (4-9-11-1)	0,776	1,880	3,001	0,623	4,494	7,156
	M12	LM (4-9-11-1)	0,885	1,554	2,320	0,697	3,475	5,647
ANFIS	M1	Trim(4)	0,728	2,477	3,998	0,672	3,483	5,733
	M2	Trim(4-4)	0,824	2,088	2,883	0,820	2,093	2,895
	M3	Trim(4-4)	0,863	1,746	2,348	0,802	2,029	2,959
	M4	Trim(4-4)	0,714	2,756	4,362	0,674	2,973	4,832
	M5	Trim(4-4-4)	0,695	2,097	2,623	0,477	2,560	4,147
	M6	Trim(3-3-3)	0,853	1,792	2,403	0,807	1,998	2,778
	M7	Trim(3-3-3)	0,722	2,786	4,443	0,686	2,768	4,366
	M8	Trim(4-4-4)	0,725	2,68	4,275	0,014	3,429	87,851
	M9	Trim(3-3-3-3)	0,870	1,691	2,281	0,691	1,985	3,682
	M10	Trim(3-3-3-3)	0,727	2,037	2,604	0,377	2,200	4,815
	M11	Trim(3-3-3-3)	0,763	1,981	3,085	0,667	4,557	6,95
	M12	Trim(3-3-3-3)	0,873	1,684	1,017	0,694	3,537	1,076
Çoklu Doğrusal Regresyon	M1		0,713	2,673	4,112	0,657	3,737	5,426
	M2		0,811	2,261	2,984	0,809	2,248	2,987
	M3		0,856	1,840	2,401	0,794	2,183	2,933
	M4		0,696	2,970	4,494	0,667	3,274	4,837
	M5		0,621	2,697	3,435	0,604	2,738	3,492
	M6		0,791	2,193	2,968	0,776	2,246	3,020
	M7		0,710	2,923	4,537	0,671	2,910	4,462
	M8		0,707	2,897	4,418	0,682	3,170	4,739
	M9		0,799	2,284	3,118	0,796	2,274	3,114
	M10		0,693	2,263	2,991	0,689	2,237	2,869
	M11		0,758	2,018	3,119	0,666	4,336	6,017
	M12		0,864	1,782	2,517	0,698	3,662	5,293





Şekil 4.17. Oluşturulan modellerin test veri setine ait optimal R^2 , RMSE, MAE değerleri

Bu modeller ile birlikte ayrıca İT'nin tek girdi değişkeni olarak kullanıldığı model, BT ve İT'nin oluşturduğu model, BT ve DG'nin girdi değişkeni olarak yer aldığı model, İT, BT, DG değişkenlerinden oluşan model, İT, BT, USG'nin girdi olarak yer aldığı model ve İT, DG ve USG'nin yer aldığı modeller kurulmuştur. İkinci tanının yer aldığı model YSA ile hesaplama yapma esnasında iterasyon belirlenen sayıya ulaşamamış, işlem sürdürülememiştir. Bundan dolayı belirleme katsayısı hesaplanamamıştır. Diğer modellerin belirleme katsayıları sırasıyla $R^2=0,33$; $R^2=0,45$; $R^2=0,48$; $R^2=0,49$; $R^2=0,41$ olarak hesaplanmıştır. Modellerin performansları 0,50'nin altında olduğu için bu modeller tez kapsamı dışında bırakılmıştır. Hemogram test sayısının girdi değişkeni olarak kullanılmadığı bu modellerin performanslarının düşük olduğu söylenilebilir. Hemogram test sayısının girdi olarak kullanıldığı modellerde hemogram test sayısının model performansını yükselttiği sonucuna ulaşılmıştır. M5'e girdi değişkeni olarak HM eklenildiğinde oluşturulan M11'de belirleme katsayısının $R^2=0,697$ 'den $R^2=0,775$ 'e yükselerek modelin performansını %11,19 oranında etkilediği tespit edilmiştir.

USG'nin girdi değişkenli olarak yer aldığı ve yer almadığı modeller kıyaslandığında USG'nin modelde kullanılmasıyla model performansı düşmüştür.

M1'e ait belirleme katsayısı $R^2=0,729$ iken USG nin yer aldığı M4'te belirleme katsayısının $R^2=0,717$ olduğu, M3'e USG girdi değişkeni eklenilip yeni bir model kurulduğunda, M6, belirleme katsayısı $R^2=0,863$ 'ten $R^2=0,854$ 'e düştüğü görülmektedir. Son olarak M2'ye USG girdi değişkeninin eklenilmesiyle oluşturulan M8'de belirleme katsayısı $R^2=0,826$ 'dan $R^2=0,726$ 'ya düştüğü görülmektedir. USG'nin girdi değişkeni olarak modellerde yer almasıyla model performanslarında yaklaşık %16'ya kadar düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada aynı zamanda direk grafi sayısının yer aldığı modeller ile yer almadığı modeller kıyaslandığında DG sayısının yer aldığı modellerin belirleme katsayısının yükseldiği tespit edilmiştir. M6'ya DG girdi olarak eklenildiğinde oluşturulan yeni model M9'da belirleme katsayısı 0,854'ten 0,872'ye yükseldiği ve M7'ye DG girdi olarak eklenilerek oluşturulan M12'de belirleme katsayısı $R^2=0,723$ 'ten $R^2=0,885$ 'e yükseldiği tespit edilmiştir. DG'nin girdi değişkeni olarak yer aldığı modellerin performanslarının %2,12 -% 22,4 arasında artış sağladığı tespit edilmiştir.

Literatürde sağlık sektöründe YSA'nın diğer tahmin yöntemleriyle tahmin sonuçlarının karşılaştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Das ve arkadaşları (2003) YSA ile çoklu lojistik regresyon yöntemini; Gül ve Güneri (2016) YSA ve regresyon modelini; Jamei ve arkadaşları (2017) YSA, lojistik regresyon ve rasgele orman yöntemlerini karşılaştırmış ve en iyi tahminlerin YSA'da elde edildiği ortaya konulmuştur. Daghistani ve arkadaşları (2019) tarafından kalp rahatsızlığına sahip hastalarının hastanede kalış süresinin sınıflandırıldığı çalışmada makine öğrenmesi tekniklerinden yararlanılmıştır. En yüksekten en düşüğe doğru performans sonuçları Rasgele Orman, Destek Vektör Makineleri, Bayes Ağı ve Yapay Sinir Ağları modellerinden elde edilmiştir.

Khosravizadeh ve arkadaşlarının (2016) hastanede kalış süresi etkileyen faktörler üzerinde yapmış oldukları kesitsel çalışmada kalış süresini cinsiyet, ikamet yeri ve yatış türünün etkilemediği ortaya konulmuştur. Benzer sonuçlar tez çalışmasında gerçekleştirilen açımlayıcı faktör analizi ile elde edilmiştir.

Kelly vd. (2012)'nin kolorektal kanser cerrahisi vakalarının hastanede kalış sürelerini etkileyen faktörleri belirlemeye çalıştıkları çalışmada; kalış süresinin hastanın yaşı, medeni durumu ve hastaya ana tanı dışında konulan tanı sayısından

etkilendiği ortaya konulmuştur. Yapılan bu tez çalışmasında, hasta yatış süresinin hastanın yaşından etkilenmeyip ikincil tanısının olup olmamasından etkilendiğini ortaya koymuştur.

Alshakhs ve arkadaşlarının (2022) İzole Koroner Arter Bypass Graft hastalarının ameliyat sonrası hastanede kalış sürelerinin tahmin ettikleri çalışmaları, Naive Bayes, Karar Ağacı, Rastgele Orman, Lojistik Regresyon ve K -En Yakın Komşu algoritmalarını kullanmışlardır. Geliştirilen 20 modelde en iyi performans yapay zeka algortimalarından Rasgele Orman algoritması ile elde edilmiştir (AUC:0,81, F1 skoru:0,82).

Klempt vd. (2022)'nin total diz artroplastisi sonrasında hastanede kalış süresini tahmin ettikleri çalışmada Yapay Sinir Ağları, Destek Vektör Makinesi ve Lojistik Regresyon yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda hastanede kalı süresini tahmin etmede YSA'nın diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur (YSA AUC:0,88; DVM AUC:0,86; LR AUC:0,86).

LaFaro vd. (2015)'in insizyon öncesi değişkenlere göre kalp cerrahisi sonrasında yoğun bakım ünitesinde kalış süresini tahmin ettikleri çalışmada Otomatik Lineer Model, Yapay Sinir Ağları, Rasgele Orman ve Karar Ağacı modellerini kullanmışlardır. Yapılan analiz sonucunda en iyi sonuç yapay sinir ağı ile elde edilmiştir. Çapraz doğrulama r^2 değeri sırasıyla YSA=0,410; Rasgele Orman=0,303; Otomatik Lineer Model=0,200 ve Karar Ağacı=0,113'tür.

Gentimis vd. (2017) farklı tanılara sahip hastaların yoğun bakım ünitesinden ayrıldıktan sonra hastanede kalış sürelerinin tahmin edilmesinde yapay sinir ağlarının kullanımını araştırmıştır. Yapılan çalışmada % 80 doğruluk oranıyla yapay sinir ağlarının hasta yatış süresinin tahmin edilmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Hachesu vd. (2013). Kroner arter hastalığına sahip hastaların hastanede kalış süresini Karar Ağacı, Destek Vektör Makineleri ve YSA algoritmaları ile tahmin etmeye çalıştıkları çalışmada 3 algoritmanın da tahminde başarılı olduğu fakaten iyi sonuç %96,4 doğruluk ile Destek Vektör Makineleri algoritması ile elde edildiği belirtilmiştir. Aynı zamanda çalışmada hasta yatış süresinin hastalığa bağlı faktörler ile birlikte; hastanın kilosu, hastalık durumu, hasta yönetim tarzı, hastane yönetimi, organizasyonel özellikler ve bireysel özelliklerden etkilendiğini ifade edilmiştir.

Symum ve Zayas-Castro (2020) tarafından yapılan 5 kronik hastalığa (akut miyokard enfarktüsü, kalp yetmezliği, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, tip 2 diyabet ve pnömoni) sahip hastaların hastanede kalış süresinin tahmin edildiği çalışmada Karar Ağacı, Doğrusal Destek Vektör Makinesi, K-En Yakın Komşular, Rastgele Orman ve Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları algortimaları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda analiz edilen beş kronik hastalığa ait yatış süresinin tahmininde sırasıyla en yüksek doğruluk oranına sahip algoritmalar Doğrusal Destek Vektör Makinesi, Rasgele Orman ve YSA olmuştur.

Abujaber vd. (2022)'nin travmatik beyin hasarı olan hastaların hastanede uzun kalış süresinin önceden tahmin edilmesi için YSA modeli oluşturmuştur. Toplu öğrenme ve sıralı öğrenme modellerinin kullanıldığı çalışma %84,2 doğruluk ile toplu öğrenme modelinin sıralı öğrenme modeline göre daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hastaların hastanede yatış süresinin tahmin edilmesinde kullanılan YSA, ANFIS ve ÇDR sonuçları aşağıda özet şeklinde verilmiş ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda öneriler sunulmuştur.

2012-2020 yılları arasında OMU SUVAM'a ait yatan hasta verileri temin edilerek her birim için ortalama yatış süresi hesaplanmıştır. Ortalama yatış süresi Türkiye ile OECD ortalaması arasında kalan birimler çalışma kapsamına alınmıştır. Bu birimler; Beyin Cerrahi, Dahiliye, Endokrinoloji, Enfeksiyon Hastalıkları, Genel Cerrahi, Göğüs Cerrahi, Göğüs Hastalıkları, Hematoloji, Kalp ve Damar Cerrahi, Nefroloji, Nöroloji, Nöromodülasyon, Ortopedi ve Travmatoloji ve Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi'dir. Bu birimlerde günlük yapılan hasta yatışları, hastaların cinsiyeti, doğum tarihi, sosyal güvenceleri, kesin tanısı, ikinci tanısının olup olmadığı, cerrahi işlem yapılıp yapılmadığı ve bu hastalara yatış süreleri boyunca yapılan BT sayısı, direk grafi sayısı, ultrason sayısı, EKG sayısı, hemogram test sayısı ve tıbbi biyokimya test sayısı verileri hastaneden alınmıştır.

Tanımlayıcı bulgular incelendiğinde; yatış yapılan hastaların büyük çoğunluğunun erkek olduğu; hastalar en fazla Hematoloji ve Genel Cerrahi servislerinde; en az Nöromodülasyon ve Dahiliye servislerinde yatış yaptığı; Hematoloji servisinde yatan hastaların genel olarak erkek hastalardan oluştuğu tespit edilmiştir. Servislerde yatış yapılan hastaların çoğunlukla Neoplazmlar tanı koduyla; en az ise Perinatal Dönemden Kaynaklanan Bazı Durumlar tanı grubu hastalıklardan dolayı yatışı gerçekleşmiştir. Onkolojik hastaların fazlalığı ve bu hastaların kan ve kan ürünleri gereksinimleri göz önünde bulundurulduğunda hematoloji servisindeki yoğunluk onkolojik hastalardan kaynaklanabileceği söylenilebilir. Ana tanımlar ile birlikte hastalara konulan ikincil tanımlar da bulunmaktadır. Yatan hastaların yarısından fazlası ana tanımla birlikte ikinci tanısı olan hastalardan oluşmaktadır.

Hastanede yatan hastaların yatış süresine incelendiğinde; hastaların büyük kısmının yatış süresi 2-7 gün arasında değişmektedir. Aynı zamanda mevsimsel yatışlar incelenmiş ve en fazla hasta yatışları son bahar mevsiminde gerçekleştiği bu durumun mevsim değişikliğinin hastalığa yakalanma düzeyini artırmasına bağlı olduğu söylenilebilir. Hastaların çoğu cerrahi tedavi almayan hastalardan oluşmakta ve cerrahi tedavi almayan hastalar en fazla Hematoloji servisinde yatış yaptıkları tespit

edilmiştir. Cerrahi tedavi almak amacıyla yatışı yapılan hastalar en fazla Genel Cerrahi servisinde yatış yaptıkları tespit edilmiştir.

Hastaların sosyal güvence durumlarına bakıldığında genel olarak hastaların SGK kapsamında sosyal güvenceye sahip olduğu tespit edilmiştir. Yatan hastalara yapılan tetkik ve görüntüleme sayılarına bakıldığında ise hastaların en fazla sırasıyla hemogram, direk grafi, BT, ultrason yapıldığı en az ise tıbbi biyokimya ve EKG çekilmiştir.

Yatılan gün sayısının diğer değişkenler ile ilişkisinin incelendiği korelasyon sonuçlarına göre yatılan gün sayısının hemogram test sayısı, direk grafi, bilgisayarlı tomografi ve ultrasonografi ile pozitif yönde ilişkisinin olduğu; yatılan gün sayısının ikinci tanı, yatış yapılan mevsim ve yatış yapılan bölüm arasında negatif yönlü ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yatılan gün sayısı ile hasta yaşı, cinsiyeti, hastaya yapılan elektrokardiyografi sayısı, tıbbi biyokimya test sayısı, tanı, yatış türü arasındaki pozitif yönlü çok zayıf ilişki tespit edilmiştir. Literatürde benzer değişkenler ile yatılan gün sayısı arasındaki ilişkilerin ortaya konulduğu çalışmalar mevcuttur.

Yapay sinir ağları, ANFIS ve çoklu doğrusal regresyon analizlerinde kullanılacak girdi değişkenlerinin belirlenmesi amacıyla temel bileşenler analizi yapılmış ve modeller oluşturulmuştur. 1,2,3 ve 4 girdili 12 farklı model oluşturulmuştur. Oluşturulan modellerin Yapay Sinir Ağları LM, BR ve SCG eğitim algoritmaları kullanılarak yapılan tahmin sonuçlarına bakıldığında en iyi sonuç LM eğitim algoritması HM, İT, DG, BT girdi değişkenlerine sahip M12 çift katmanlı ağ yapısında elde edilmiştir. İkinci olarak en iyi sonucu veren eğitim algoritması BR ve son olarak SCG eğitim algoritması olmuştur.

Ölçeklendirme tekniklerinin YSA performansı üzerindeki etkisine bakmak amacıyla veriler (0-1) aralığında ölçeklendirilmiştir. Aynı modellerin ölçeklendirilmiş verileri ile yapılan tahmin sonuçlarına bakıldığında en iyi sonucun yine LM eğitim algoritması M12 çift katmanlı ağ yapısında elde edildiği tespit edilmiştir. İkinci olarak en iyi sonucu veren eğitim algoritması BR ve SCG eğitim algoritması M12 modeli çift katmanlı ağ yapısında elde edilmiştir. Veri ölçeklendirilmeden ve ölçeklendirilerek yapılan analiz sonuçları karşılaştırıldığında iki analiz sonucunda farklılığın az olduğu tespit edilmiştir.

ANFIS ile yapılan hasta yatış süresi tahmin sonuçlarına bakıldığında tüm modeller içinde en iyi sonuç M12 modeli 3*3*3*3 üyelik fonksiyon sayısı üçgen üyelik fonksiyonunda tespit edilmiştir.

Hasta yatış süresinin tahmin edilmesinde kullanılan diğer bir yöntem olan çoklu doğrusal regresyon sonuçları incelendiğinde en iyi sonuç yine 4 girdili M12’de elde edilmiştir.

Çalışmada hasta yatış süresinin tahmin edilmesi amacıyla kullanılan tüm analiz yöntemleri arasında en iyi sonuç yapay sinir ağlarında elde edilmiştir. YSA’dan sonra en iyi sonuçlar sırasıyla ANFIS ve Çoklu Doğrusal Regresyon yöntemlerinde elde edilmiştir. En iyi sonuçlar hemogram test sayısı, ikincil tanı olma durumu, bilgisayarlı tomografi sayısı ve direk grafi sayısının girdi değişkeni olarak kullanıldığı M12’de olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında M12’deki dört girdinin birlikte analize dahil edilmesi hasta yatış gün sayısının tahmininde %80’nin üzerinde performans gösterdiği görülmüştür. Hemogram testinin yapılmış olması ve sayısı ile hastanın ana tanısıyla birlikte ikinci tanısının olup olmaması hastanın taburcu edilmesi veya hastanın yatışının devam etmesi için bir gösterge olabileceği söylenebilir. Aynı zamanda laboratuvar test sonuçları veya görüntüleme sonuçları hastalığın seyri ile ilgili fikir verdiğinden bu sonuçlar hastanın yatış günü üzerinde etkisinin olabileceği söylenebilir. Hemogram test sayısının kullanıldığı M1’in performans sonuçlarının %70’in üzerinde olduğu ve hemogram test sayısının girdi olarak kullanıldığı modellerin sonuçlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Hemogram test sayısı ve bilgisayarlı tomografi sayısının kullanıldığı model (M2) ile hemogram test sayısı ve ikincil tanı girdi değişkenlerinin kullanıldığı model (M3) sonuçlarına bakıldığında belirleme katsayısının 0,80’nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. M2’ye ikinci tanı girdi değişkeni eklenildiğinde elde edilen belirleme katsayısının düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde hasta yatış süresi tahmininde HM-BT ve HM-İT girdi değişkenlerinin ikili kombinasyonlarının kullanılması tahmin sonuçlarını yüksek düzeyde etkilediği söylenebilir.

Çalışmada ele alınan yıllar kapsamında yatan hastalara hemogram testinden sonra en fazla direk grafi yapıldığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında kurulan modellere direk grafi sayısının girdi olarak eklenerek oluşturulan yeni modellerin sonuçlarında artış olduğu tespit edilmiştir. Özellikle hemogram test sayısı ve ikincil tanının birlikte kullanıldığı modellere (M9, M12) direk grafi sayısı da girdi olarak

dahil edildiğinde sonuçlarda artış tespit edilmiştir. Bu model değişkenlerinin birlikte kullanılmasıyla hasta yatış günü tahmininde yüksek performans sonuçları elde edilebileceği söylenebilir.

Çalışmada, ultrasonografinin girdi olarak kullanıldığı model sonuçlarında düşüş olduğu tespit edilmiştir. M3'e ultrasonografi sayısı girdi değişkeni olarak eklenildiğinde oluşturulan M6'nın belirleme katsayısında düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması sonuçları değerlendirildiğinde hasta yatış süresinin tahmin edilmesinde yapay zeka yöntemlerinin kullanımının mümkün olabileceği ortaya konulmuştur. Hasta yatış süresinin tahmininde farklı yapay zeka model ve algoritmalarından faydalanılabileceği ve elde edilen sonuçların kabul edilebilir düzeyde olduğu söylenebilir. Hasta yatış süresine bağlı olarak sağlık kurum yöneticilerinin yapacakları planlama ve yatak kapasitesi belirleme çalışmalarında yapay zeka tahmin yöntemlerinden faydalanmaları hızlı ve etkili karar vermelerine yardımcı olacağı söylenebilir.

Hastanın hastaneye kabul edilmesinden taburcu edilmesine kadar geçen süre yani hasta yatış süresi sağlık kurumunun maliyet ve harcamaları üzerinde etkilidir. Sağlık kurumunun performansının değerlendirilmesinde, sağlık kurumunda insan gücü, tıbbi cihaz, ilaç, tıbbi sarf malzeme gibi kaynakların nasıl kullanıldığıнын yani verimliliğin bir göstergesi olarak hasta yatış süresi önemlidir. Sağlık kurumu karar vericilerinin, kaynak planlamalarının yapılması esnasında hasta yatış süreleri konusunda bilgi sahibi olması ve bu doğrultuda kaynaklarını organize etmeleri mümkün olabilecektir. Hasta yatış süresinin kısa olması yoğun bir hasta bakımı gerektireceğinden sağlık kurumu bakım sürecinde gerekli olabilecek gerek insan gücü, gerekse tıbbi cihaz ve ilacı elinde bulundurması gerekli olabilecektir. Hasta yatış süresinin uzun olması durumunda hastane yöneticileri sağlık insan gücü sayısının artırılması, ilgili servislerdeki yatak sayısının artırılması ya da mümkün olabiliyorsa yeni servislerin açılabilmesi, hastanede tıbbi sarf malzeme miktarının artırılması, görüntüleme cihazlarının sayısının artırılması ya da kullanım saatlerinin artırılması durumları söz konusu olabilecektir. Aynı zamanda hasta yatış süresinin uzun olmasının hastada oluşturacağı fizyolojik ve psikolojik rahatsızlıkların engellenmesi veya en aza indirilebilmesinde kurum yöneticileri ve sağlık profesyonelleri gerekli tedbirleri almaları gerekli olacaktır. Bu nedenlerden dolayı sağlık kurumunda hasta

yatış süresinin doğru ya da doğruya en yakın olacak şekilde tahmin edilmesi önem arz etmektedir.

Sağlık kurum yöneticileri, tıbbi cihazların bakım, onarım zamanları yatan hastaların bu cihazlardan yatış süreleri boyunca faydalanabilme durumlarına göre planlayabilir, uzun vadeli stratejik planlamasında kapasite ölçeklendirmesine olanak sağlayabilir, hastane içinde oluşabilecek kalabalığın ve gürültünün önlenmesi açısından karar destek sağlayacağı söylenebilir. Hekimler hastanın laboratuvar ve görüntüleme sonuçlarına göre tedavide hızlı karar verebilir ve hasta yatış sürelerinin uzayıp kısılması üzerinde belirleyici olabilir.

Yapılan bu tez çalışmasıyla sağlık kurumunun ele alınan 14 birimi üzerinden hasta yatış süreleri genel olarak %70'in üzerinde tahmin katsayısıyla ve 2,319 gün hata oranıyla tahmin edilmiştir. Bu sonuç tahminlerin iyi derecede olduğunun bir göstergesi olarak ele alınabilir. Literatürde hastaya ait sosyo-demografik veriler, vital bulgular veya hastanın hastalığına yönelik tanımlayıcı veriler ile hasta yatış süresi tahmin ve sınıflandırması yapılmıştır. Fakat bazen hastanın hastalığına yönelik verilerin elde edilmesi zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir. Bu gibi durumlarda hastaya sunulan hizmet verileri ile genel olarak yatış süresi tahmininin düşük hata oranıyla ve daha hızlı yapılabileceği bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Yapılacak yeni araştırmalarda, tezde kullanılan girdi değişkenleri dahi olmak üzere hasta yatış süresinin tahmininde sağlık hizmet sunumundaki diğer hizmetler de eklenerek analizler gerçekleştirilebilir. Hasta yatış süresi, birimsel ve hastalık bazında tahmini gerçekleştirilebilir. Aynı zamanda gerçekleştirilecek çalışmalarda farklı yapay zeka yöntem ve algoritmaları kullanılabilir. Sağlık kurumunda sunulan hizmetler ile birlikte hastanın hastalığına yönelik veriler de çalışmaya eklenerek yeni akademik çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Abujaber, A., Fadlalla, A., Nashwan, A., El-Menyar, A. and Al-Thani, H. (2022). Predicting prolonged length of stay in patients with traumatic brain injury: A machine learning approach. *Intelligence-Based Medicine*. 6. Article ID:100052.
- Agatonovic, S. and Beresford R. (2000). Basic concepts of artificial neural network (ANN) modeling and its application in pharmaceutical research. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 22(5). 717-27.
- Ağırbaş, İ. (2016). Hastane yönetimi ve organizasyonu. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Akalın, B. ve Veranyurt, Ü. (2020). Sağlıkta dijitalleşme ve yapay zekâ. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*. 2(2).131-141.
- Akalın, B. ve Veranyurt, Ü. (2021). Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. *Acta Infologica*. 5(1). 231-240.
- Akolaş, H.İ. ve Kaleli, A. (2020). Kontrollü EGR soğutma sistem tasarımının NOx ve BSFC üzerine etkisinin uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) ile modellenmesi ve optimizasyonu. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 10(4). 2809-2821.
- Alkaddour, M. (2022). Pazarlamada yapay zekâ kullanımı. *İşletme ve Girişimcilik Araştırmaları Dergisi*. (1).48-66.
- Alpar, R. (2011). Çok değişkenli istatistiksel yöntemler. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Alshakhs, F., Alharthi, H., Aslam, N., Khan, I. U. and Elasheri, M. (2020). Predicting postoperative length of stay for isolated coronary artery bypass graft patients using machine learning. *International Journal of General Medicine*, 2(13).751-762.
- Amisha, M.P, Pathania, M. and Rathaur V.K. (2019). Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 8(7).2328-2331.
- Anderson, D. and McNeill, G. (1992). Artificial neural networks technology. A DACS State-of-the-Art Report. <https://csi.ac.org/state-of-the-art-reports/artificial-neural-networks-technology>. Erişim:16.04.2023.
- Arı, A. ve Berberler, M.E. (2017). Yapay sinir ağları ile tahmin ve sınıflandırma problemlerinin çözümü için arayüz tasarımı. *Acta Infologica*. 1(2).55-73.
- Arslan, M. (2022). “Hizmet işletmelerinde finansal yönetim”. Y.Yıldırım (ed.). *Disiplinlerarası boyutlarıyla hizmet işletmeleri*. (s.117-130). Konya: Eğitim Yayınevi.
- Ataseven, B. (2013). Yapay sinir ağları ile öngörü modellemesi. *Öneri*. 10 (39).101-115
- Aydan, S. ve Arıkan, C. (2021). OECD ülkelerinde hastane yatış süresini etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*. 24(1). 127-138
- Aytaç, Ö. ve Kurttaş, M. Ç. (2015). Sağlık-hastalığın toplumsal kökenleri ve sağlık sosyolojisi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 25(1).231-250.
- Aydemir, E., Karaatlı, M., Yılmaz G., Aksoy S. (2014). 112 Acil çağrı merkezine gelen çağrı sayılarını belirleyebilmek için bir yapay sinir ağları tahminleme modeli geliştirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 20(5). 145-149
- Bacaksız, F. E., Yılmaz, M., Ezizi, K., ve Alan, H. (2020). Sağlık hizmetlerinde robotları yönetmek. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*. 3(7).458-465
- Bansal, R.C. and Pandey, J.C. (2005). Load forecasting using artificial intelligence techniques: a literature survey. *International Journal of Computer Applications in Technology*. (22).109-119.

- Bernaert, A., and Akpakwu, E. (2018). Four ways AI can make healthcare more efficient and affordable. *In World Economic Forum*.
<https://www.weforum.org/agenda/2018/05/four-ways-ai-is-bringing-down-the-cost-of-healthcare/>. Erişim: 10.04.2023
- Bergs, J., Heerinckx, P. and Verelst, S., (2014). Knowing what to expect, forecasting monthly emergency department visits: a time-series analysis. *International Emergency Nursing*. 22.112–115.
- Bolsoy, N. ve Sevil, Ü. (2006). Sağlık-hastalık ve kùltür etkileşimi. *Atatùrk Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Dergisi*. 9 (3).78-87.
- Braga MdB, Fernandes RdS, Souza GNd Jr, Rocha JECd, Dolácio CJF, Tavares IdS Jr, et al. (2021). Artificial neural networks for short-term forecasting of cases, deaths, and hospital beds occupancy in the COVID-19 pandemic at the Brazilian Amazon. *PLoS ONE*. 16(3). e0248161.
- Brown, M.P., Sturman, M.C. and Simmering, M.J. (2003), Compensation policy and organizational performance: the efficiency, operational, and financial implications of pay levels and pay structure. *Academy of Management Journal*. 46(6). 752-62
- Bulut, F. (2023). Sağlıkta büyük veri: ulusal düzenlemeler ve veri kayıt sistemlerinin tıp etiği açısından incelenmesi. Doktora Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Bursa.
- Büyükgöze, S. ve Dereli, E. (2019). Dijital sağlık uygulamalarında yapay zekâ. VI. *Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi-Fen ve Sağlık*. Ankara.
- Büyükoztürk, ř. (2020). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni spss uygulamaları ve yorum. Ankara: Pegem Akademi.
- Chintalapati, S. and Pandey, S. K. (2022). Artificial intelligence in marketing: A systematic literature review. *International Journal of Market Research*. 64(1). 38-68.
- Çoşar, K. (2020). OECD sağlık verilerinin veri madenciliği yöntemleri ile analizi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Coşkun, A. (2006). STK'ların stratejik performans yönetiminde yeni bir yaklaşım. *Sivil Toplum Dergisi*. 4 (1). 105-106.
- Cybenko, G. (1989). Approximation by superpositions of a sigmoidal function. *Mathematics of Control. Signals and Systems*. 2(4). 303-314.
- Çilli, M. (2007). İnsan hareketinin modellenmesi ve benzeşiminde temel bileşenler analizi yönteminin kullanılması. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Çil Koçyiğit, S., şenay, F., Dursun, T. N. ve Kahraman, G. (2018). Türkiye'deki üniversitelerde sağlık yönetimi yüksek lisans eğitiminde muhasebe ve finansman dersleri üzerine bir araştırma. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*.13 (49). 149-166.
- Daghistani, T.A., Elshaw, R., Sakr, S., Ahmed, A.M., Al-Thwayee, A., Al-Mallah, M.H. (2019). Predictors of in-hospital length of stay among cardiac patients: A machine learning approach. *International Journal of Cardiology*. 288.140–147
- Das, A., Ben-Menachem, T., Cooper, G.S., Chak, A., Sivak Jr, M.V., Gonet, J.A., Wong, R.C. (2003). Prediction of outcome in acute lower-gastrointestinal haemorrhage based on an artificial neural network: internal and external validation of a predictive model. *The Lancet*. 362.1261-1266.
- De Bruyn, A., Viswanathan, V., Beh, Y. S., Brock, J. K. U., and Von Wangenheim, F. (2020). Artificial intelligence and marketing: Pitfalls and opportunities. *Journal of Interactive Marketing*. 51(1). 91-105.

- Demirhan, A., Kılıç, YA., Güler, İ. (2010). Tıpta yapay zekâ uygulamaları. *Yoğun Bakım Dergisi*. 9(1).31-41
- Detienne, K.B., Detienne, D.H. And Joshi, S.A. (2003). Neural networks as statistical tools for business researchers. *Organizational Research Methods*. 6(2).236-265.
- Dinçer, M. (2016). Kardiyak risk faktörlerinin hastanede yatış süresine etkileri üzerine bir uygulama. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* .18(1). 1-26
- Dirican, E. (2019). Makine öğrenimi yöntemlerini kullanarak evre III invaziv duktal karsinomlu hasta verilerinin sınıflandırılması. Doktora Tezi. Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Diyarbakır.
- Doğan, O. (2016). Uyarlamalı sinirsel bulanık çıkarım sisteminin (ANFIS) talep tahmini için kullanımı ve bir uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 31(1). 257-288.
- Duğan, Ö. ve Uludağ, A. (2015). Sağlık çalışanlarının halkla ilişkilere bakışı: selçuk üniversitesi tıp fakültesi hastanesi örneği. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. (34).41-51 .
- Dulworth, S. and Pyenson, B. (2004). Healthcare- associated infections and length of hospital stay in medicare population. *American Journal of Medical Quality*. 19(3). 121-127.
- Eğrioğlu, E., Yolcu U. ve Baş, E. (2020). Yapay sinir ağları öngörü ve tahmin uygulamaları. 2. Basım. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- El-Sharo, MRA. (2002). Predicting hospital admissions from emergency department using artificial neural networks and time series analysis, Yarmouk University (Master Thesis). p.22
- Eryavuz, A.K., Özdemir, M., ve Üçdoğruk, Ş. (2016). Türkiye’de hastanede yatış süresini etkileyen demografik özelliklerin sayma verisi modelleriyle incelenmesi. *Eurasian Econometrics Statistics & Empirical Economics Journal*. 4.17–29.
- Es, H.A., Kalender, FY. ve Hamzaçebi, C. (2014). Yapay sinir ağları ile Türkiye net enerji talep tahmini. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 29 (3). 495-504.
- Esatoğlu, A.E. ve Bozat, S. (2002). Survey on the length of stay for the patients with chronic obstructive pulmonary disease: an application on atatürk chest disease hospital. *Journal of Ankara Medical School*. 24 (4).165-176.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gabralı, D. ve Aslan, Z. (2020). Güneş enerjisi potansiyelinin çoklu lineer regresyon ve yapay sinir ağları ile modellenmesi. *Aurum Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi*.4(1):23-36.
- Galloway, C. and Swiatek, L. (2018). Public relations and artificial intelligence: It’s not (just) about robots. *Public Relations Review*. 44(5). 734-740.
- Gentimis, T., Alnaser, A.J., Durante, A., Cook, K., and Steele, R. (2017). Predicting Hospital Long of Stay Of Neural Networks on MIMIC III Data. 2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 15th Intl Conf On Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress.Orlando, FL, ABD. s. 1194-1201.
- Gholipour, C., Rahim, F., Fakhree, A. and Ziapour, B. (2015). Using an artificial neural networks (anns) model for prediction of intensive care unit (icu) outcome and length of stay at hospital in traumatic patients. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 9(4). OC19–OC23.

- Gül, H. (2020). "Sağlık hizmetleri muhasebesi: boyutları ve zorlukları". Ş.A. Uysal, R. Çelik (ed.). *Sağlık yönetiminde güncel konular*. (s.55-83). Ankara: İksad.
- Gül, M. ve Güneri, A.F. (2015). Forecasting patient length of stay in emergency department by artificial neural networks. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*. 8(2).43-48.
- Gül, M. ve Güneri, A.F. (2016). Planning the future of emergency departments: forecasting ed patient arrivals by using regression and neural network models. *International Journal of Industrial Engineering*. 23(2).137- 154.
- Güleş, H. K., ve Özata, M. (2005). Sağlık bilişim sistemleri. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Güven, İ. (2020). Perakende hazır giyim endüstrisinde yapay zekâ yöntemleri ile talep tahmini. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Karabük.
- Hachesu, P.R., Ahmadi, M., Alizadeh, S., Sadoughi, F. (2013). Use of data mining techniques to determine and predict length of stay of cardiac patients. *Healthcare Informatics Researsch*. 19(2).121-129.
- Hand, D., Mannila, H. and Smyth, P. (2001). Principles of data mining. Cambridge, USA: The MIT Press.
- Haznedar, B. (2017). Benzetilmiş tavlama algoritması ile adaptif ağ tabanlı bulanık mantık çıkarım sisteminin (ANFIS) eğitilmesi. Doktora tezi. Erciyes Üniversitesi. Kayseri.
- He, J., Baxter, S.L., Xu, J., Xu, J., Zhou, X., Zhang, K. (2019). The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nature Medicine*. 25(1).30-36.
- Hornik, K., Stinchcombe, M., and White, H. (1989). Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural Networks*. 2(5). 359-366.
- Hung, M., Li, W., Hon, E.S., Su, S., Su, W., He, Y., Sheng, X., Holubkovl, R., Lipsky, M.S. (2020). Prediction of 30-day hospital readmissions for all-cause dental conditions using machine learning. *Risk Management and Healthcare Policy*.13. 2047–2056.
- Hutcheson, G. and Sofroniou, N. (1999). The multivariate social scientist: introductory statistics using generalized linear models. Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- Irmak, S., Köksal, C.D. ve Asilkan, Ö. (2012). Hastanelerin gelecekteki hasta yoğunluklarının veri madenciliği yöntemleri ile tahmin edilmesi. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*. 4(1).101-114.
- Irmak, S. (2009). Veri madenciliği yöntemleri ile sağlık sektörü veri tabanlarında bilgi keşfi: tanımlayıcı ve kestirimci model uygulamaları. Doktora Tezi. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Antalya.
- Işık, T. (2019). Sağlık iletişimde dijital iletişim kanallarının kullanımı: sektör aktörlerinin sosyal medya hesaplarının incelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Jain, D., Dash, M.K., Kumar, A. and Luthra, S., (2021). How is blockchain used in marketing: A review and research agenda. *International Journal of Information Management Data Insights*. 1(2).1-12.
- Jamei, M., Nisnevich, A., Wetchler, E., Sudat, S., Liu, E. (2017) Predicting all-cause risk of 30-day hospital readmission using artificial neural networks. *PLoS ONE*. 12(7). e0181173.
- James, G., Witten, D., Hastie, T. and Tibshirani, R. (2013). An introduction to statistical learning (Vol. 6). New York: Springer.
- Jang, J.S.R. (1993). ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. 23(3). 665-685.

- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R.P., Suman, R., Rab, S., (2022). Significance of machine learning in healthcare: Features, pillars and applications. *International Journal of Intelligent Networks*. 3. 58–73.
- Jayalakshmi, T. and Santhakumaran, A. (2011). Statistical normalization and back propagation for classification. *International Journal of Computer Theory and Engineering*. 3(1). 1793-8201.
- Jones, A., Costa, A.P., Pesevski, A., McNicholas, P.D. (2018). Predicting hospital and emergency department utilization among communitydwelling older adults: statistical and machine learning approaches. *Plos One*. 13(11).1-19.
- Juan, L. and Gwun, O. (2009). A Comparison of SIFT, PCA-SIFT and SURF. *International Journal of Image Processing*. 3(4). 143-152.
- Karademir, R. ve Can, G. (2019). Sağlık işletmelerinde maliyetler ve maliyet hesapları. *Anadolu Bil Meslek Yüksek Okulu Dergisi*. 54. 125-144.
- Karakaya, B. (2019). Hastanelerin fiziki ve insan kaynaklarını optimum kullanımının veri madenciliği yöntemleri araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Afyon Kocatepe Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Afyon.
- Karakul, A.K. ve Özaydın, G. (2019). Türkiye'nin inovasyon göstergeleri arasındaki ilişkilerin değişen varyans problemlili çok değişkenli doğrusal regresyon ile modellenmesi. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 2(2).125-139.
- Kantardzic, M. (2020). Data mining: concepts, models, methods, and algorithms. IEEE Press, 3. Edition. USA.s.236.
- Kathirvalavakumar, T., Thangavel, P., (2006). A modified backpropagation training algorithm for feedforward neural networks. *Neural Processing Letters*. 23. 111-119.
- Karaboğa, U. (2020). İşe alım süreçlerinde yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.İstanbul.
- Kavuncubaşı, Ş., Yıldırım, S. (2022). Hastane ve Sağlık Kurumları Yönetimi. Siyasal Kitabevi, 6.Baskı. Ankara.
- Kelly, M., Sharp, L., Dwane, F., Kelleher, T., Comber, H. (2012). Factors predicting hospital length-of-stay and readmission after colorectal resection: a population-based study of elective and emergency admissions. *BMC Health Services Research*. 12. 77.
- Khosravizadeh O, Vatankhah S, Bastani P, Kalhor R, Alirezai S, Doosty F. (2016). Factors affecting length of stay in teaching hospitals of a middle-income country. *Electron Physician*. 8(10).3042-3047.
- Klemt, C., Tirumala, V., Barghi, A., Cohen-Levy, W.B., Robinson, M.G. and Kwon, Y.M. (2022). Artificial intelligence algorithms accurately predict prolonged length of stay following revision total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 30. 2556–2564.
- Koca, E. (2014). Hasta yatış sürelerini etkileyen faktörlerin maliyetlere etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Beykent Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.İstanbul.
- Koç, M L., Balas CE., Arslan, A. (2004). Taş dolgu dalgakıranların yapay sinir ağları ile ön tasarımı. *İMO Teknik Dergi*. 15(4). 3351-3375.
- Korkmazyürek, Y. (2019). Sağlık kurumlarında insan kaynakları yönetimi. A.Demirci, G. Manavgat (ed.). *Sağlık kurumları yönetimi*. (87-106). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kortbeek, N., Braaksma, A., Burger, C.A.J., Bakker, P.J.M., Boucherie, R.J., (2015). Flexible nurse stafing based on hourly bed census predictions. *Int. J. Production Economics*.161.167-180.

- Küçük, A. (2019). Türkiye'nin sağlık Ar-Ge politikasında kamu-özel ortaklığı (KÖÖ) modelinin önemi. *Turkish Studies-Social Sciences*.14(6).3211–3229.
- Küçüktopçu, E. (2021). Kümes içi çevre koşullarının belirlenmesinde deterministik ve stokastik yöntemlerin kullanımı. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Samsun.
- LaFaro, R.J., Pothula, S., Kubal, K.P., Inchiosa, M.E., Pothula, V.M., Yuan, S.C., et al. (2015) Neural Network Prediction of ICU Length of Stay Following Cardiac Surgery Based on Pre-Incision Variables. *PLoS ONE*. 10(12). e0145395.
- Larose, D.T. (2005). Discovering knowledge in data: an introduction to data mining. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Launay, C.P., Rivière, H., Kabeshova, A. and Beauchet, O. (2015). Predicting prolonged length of hospital stay in older emergency department users: Use of a novel analysis method, the artificial neural network. *European Journal of Internal Medicine*. 26.478–482.
- Lepore, D., Dolui, K., Tomashchuk, O., Shim, H., Puri, C., Li, Y., Chen, N., Spigarelli, F., (2022). Interdisciplinary research unlocking innovative solutions in healthcare. *Technovation*.120.1-12.
- Luo, J., Meng, Q., and Cai, Y. (2018). Analysis of the impact of artificial intelligence application on the development of accounting industry. *Open Journal of Business and Management*, 6(4). 850-856.
- Li, W., Lipsky, M.S., Hon, E.S., Su, W., Su, S., He, Y., Holubkovl, R., Sheng, X., Hung, M. (2021). Predicting all-cause 90-day hospital readmission for dental patients using machine learning methods. *BDJ Open*. 7.1. 1-7.
- Li, Z. (2020). Analysis on the influence of artificial intelligence development on accounting, *2020 International Conference on Big Data, Artificial Intelligence and Internet of Things Engineering (ICBAIE)*, Fuzhou, China. (260-262).
- Liu, X., Zhu, F., H Ma, X., Shi, Z., Y Yang, S., Q Wei, Y., and Z Chen, Y. (2013). Predicting targeted polypharmacology for drug repositioning and multi-target drug discovery. *Current medicinal chemistry*. 20(13). 1646-1661.
- Liu, Y., Starzyk, J.A., Zhu, Z. (2008). Optimized approximation algorithm in neural networks without overfitting. *IEEE Transactions on Neural Networks*. 19(6). 983-995.
- Ma, L. and Khorasani, K., (2003). A new strategy for adaptively constructing multilayer feedforward neural networks. *Neurocomputing*. 51.361-385.
- McCarthy, J. (2007). What is artificial intelligence. <https://hub.cnetworks.info/wp-content/uploads/2023/07/whatisai.pdf>. Erişim: Ocak 2023
- McDermott, C., and Stock, G. N. (2007). Hospital operations and length of stay performance. *International Journal of Operations & Production Management*. 27(9).1020-1042.
- Menke, N.B., Caputo, N., Fraser, R., Haber, J., Shields, C., Menke, M.N. (2014). A retrospective analysis of the utility of an artificial neural network to predict ED volume. *American Journal of Emergency Medicine*. 32.614–617
- Meskó, B., Hetényi, G., and Györffy, Z. (2018). Will artificial intelligence solve the human resource crisis in healthcare?. *BMC Health Services Research*. 18(1). 1-4.
- Mozes, B. (1989). Unnecessary hospitalization days. *Israel Journal of Medical Sciences*. 25(7). 360- 361.
- Nas, S. (2020). Acil servislerde yapay sinir ağları ile tahminleme ve kaynak planlaması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.

- Nas, S. ve Koyuncu, M. (2019). Emergency department capacity planning: a recurrent neural network and simulation approach. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2019. 1-13
- Nazlıoğlu, B. (2020). Sağlık işletmelerinde muhasebe sistemi perspektifinde medikal muhasebe. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*.22 (2).533-550.
- Numanoğlu Tekin, R. (2011). *Hasta yatış süresini etkileyen faktörler: Türk sağlık sistemi açısından bir değerlendirme*. Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Numanoğlu Tekin, R., Yılmaz, F., İlter, H. K. ve Malhan, S. (2016). Türkiye’de hasta yatış süresini etkileyen faktörlerin multinomial lojistik regresyon ile belirlenmesi. *Sosyal Güvence*. 0 (10). 74-94
- Olgun, S. (2009). Tedarik zinciri yönetiminde talep tahmini yöntemleri ve yapay zekâ tabanlı bir talep tahmini modelinin uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- O’Keefe, G. E., Jurkovich, G. J., Maier, R. V. (1999). Defining excess resource utilization and identifying associated factors for trauma victims. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 46(3). 473-478.
- Öngel, V. ve Duran, E. (2015). Hasta yatış süreleri açısından cerrahpaşa tıp fakültesi hastanesi çocuk nefroloji servisi’nin 2012 yılı analizi. *International Conference on Eurasian Economies*. 732-735
- Öztemel, E. (2012). Yapay Sinir Ağları. (3.Baskı).İstanbul:Papatya Yayıncılık
- Öter, A. (2016). Modern parametrik yöntemler ile akıllı sistemler kullanarak uyku apnesinin teşhisi ve sınıflandırılması. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.
- Pyle, D., (1999). Data preparation for data mining, Academic Press, San Diego, CA.
- Reed, R. (1993). Pruning algorithms-a survey. *IEEE Transactions on Neural Networks*. 4(5).740-747
- Robinson, L.M. and Whittington, B.F. (1979). Marketing as viewed by hospital administrators. Health Care Marketing: Issues and Trends, Derleyen: Phillip D. Cooper, Maryland: Apsen Publications.
- Rapoport, J., Teres, D., Zhao, Y., and Lemeshow, S. (2003). Length of stay data as a guide to hospital economic performance for ICU patients. *Medical care*. 41(3).386-397.
- Sabuncu, N., Babadağ, K., Taşocak, G., Atabek, T. (1996). Hemşirelik tanımları, temel kavram ve kuramlar. H.Seçim (ed.). Hemşirelik Esasları. Eskişehir: Açıköğretim Fakültesi Yayınları.
- Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Kanunu. (1961). Resmi Gazete, 10705, 12 Ocak 1961.
- Sarı, M. (2016). Yapay sinir ağları ve bir otomotiv firmasında satış talep tahmini uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.
- Sarıdoğan, A. A. (2020). Küresel salgın sonrası muhasebede dijitalleşme. S. Öz, D. Celayir, F.S.Onursal. (ed.). Pandemi Sonrası Yeni Dünya Düzeninde Teknoloji Yönetimi ve İnsani Dijitalizasyon. İstanbul: Hiperyayın
- Sarıyıldız, A. Y. (2022). Sağlık hizmetleri pazarlamasında yeni yaklaşımlar. *Selçuk Sağlık Dergisi*.3 (2).166-179.

- Schwalbe, N., ve Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*. 395(10236). 1579-1586.
- Shahid N., Rappon T. and Berta W. (2019). Applications of artificial neural networks in health care organizational decision-making: A scoping review. *PLoS ONE*. 14(2). e0212356.
- Shmueli, G., Patel, N.R. and Bruce, P.C. (2007). Data mining for business intelligence: concepts, techniques, and applications in Microsoft Office Excel with XLMiner. *John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, USA*.
- Singh, Y., Chauhan, A. S. (2009) Neural networks in data mining. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*. 5(1).37– 42.
- Sönmez Çakır, F. (2018). Yapay Sinir Ağları Matlab Kodları ve Matlab Toolbox Çözümleri. Ankara: Nobel Yayıncılık
- Sönmez F., Zontul M. ve Bülbül Ş. (2015). Mevduat bankalarının karlılığının yapay sinir ağları ile tahmini: bir yazılım modeli tasarımı. *BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar*. 9(1).9-46.
- Sümbüloğlu, K. (1990). Sağlık alanına özel istatistiksel yöntemler. Ankara: Hatiboğlu Yayınları.
- Symum, H. and Zayas-Castro, J. L. (2020). Prediction of chronic disease-related inpatient prolonged length of stay using machine learning algorithms. *Healthcare informatics research*. 26(1). 20-33.
- Şahin, M. (2021). Sağlık hizmetlerinde hasta memnuniyetinin ölçülmesi: malatya eğitim ve araştırma hastanesi örneği. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Elazığ.
- Şengün, H. (2016). Sağlık hizmetleri sunumunda inovasyon. *Haseki Tıp Bulteni*.54(4). 194–198.
- Tabachnick, B.G. and Fidell, L.S. (2013). Using multivariate statistics. Six Edition. Pearson.
- Tan, P.N., Steinbach, M. and Kumar, V. (2006). Introduction to data mining. Boston: Pearson, Addison-Wesley.
- Tappaskhanova, E. O., Mustafaeva, Z. A., and Tokmakova, R. A. (2020). The use of artificial intelligence in personnel management. In *2nd International Scientific and Practical Conference. Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth (MTDE 2020)*. (157-163). Atlantis Press.
- TC. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2021. Ankara. s.167-169.
- TC. Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2020, T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 2022. Ankara. s.3-167.
- T.C. Sağlık Bakanlığı, Sağlık.Net Hakkında, <https://e-saglik.gov.tr/TR,6212/sagliknet-hakkinda.html>. Erişim: 16.06.2022.
- Tengilimoğlu, D. (2014). Sağlık hizmetleri pazarlaması. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Tey, S.F., Liu, C.F., Chien, T.W., Hsu, C.W., Chan, K.C., Chen, C.J., Cheng, T.J., Wu, W.S. (2021). Predicting the 14-day hospital readmission of patients with pneumonia using artificial neural networks (ANN). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(10).5110.
- Thomas, J. W., Guire, K. E., Horvat, G. G. (1997). Is patient length of stay related to quality of care. *Hospital Health Service Administration*. 42(4). 489-507.
- Tiftik, C. (2021). İnsan kaynakları yönetiminde yapay zekâ uygulamaları. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*. (9).374-390.

- Tranmer, M., Murphy, J., Elliot, M., and Pampaka, M. (2020) Multiple linear regression (2nd Edition); Cathie Marsh Institute Working Paper 2020-01
- Tsai, P.F., Chen, P.C., Chen, Y.Y., Song, H.Y., Lin, H.M., Lin, F.M., Huang, Q.P. (2016). Length of hospital stay prediction at the admission stage for cardiology patients using artificial neural network. *Journal of Healthcare Engineering*. Volume 2016, Article ID 7035463.1–11.
- Tüfekçi, N., Yorulmaz, R. ve Cansever, İ. H. (2017). Dijital hastane. *Journal of Current Researches on Health Sector*. 7(2). 143-156
- Türk Dil Kurumu Sözlükleri, Güncel Türkçe Sözlük. <https://sozluk.gov.tr/>. Erişim:03.01.2022.
- Türkoğlu, M. C. ve Kantaş Yılmaz, F. (2022). Sağlık kurumlarında yürütülen halkla ilişkiler faaliyetleri üzerine bir literatür incelemesi. *Sağlık Profesyonelleri Araştırma Dergisi*. 4 (3).184-192.
- Türkmendağ, N. (2012). Sağlık kurumlarında üretim yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Ünsal, A. (2017). Hemşireliğin dört temel kavramı: insan, çevre, sağlık&hastalık. *Hemşirelik. Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 1(1).11-25.
- Wise, E.S., Hocking, K.M., Brophy, C.M., Tenn, N. (2015). Prediction of in-hospital mortality after ruptured abdominal aortic aneurysm repair using an artificial neural network. *Journal of Vascular Surgery*.62(1).8-15.
- World Health Organization, Constitution of the World Health Organization, www.who.int, 2011
- Xiaoping, Y., Chengxia, S., Zhihong W. (2022). The optimization of hospital financial management based on cloud technology and wireless network technology in the context of artificial intelligence. *Wireless Communications and Mobile Computing*. vol. 2022. Article ID 9998311.1-11
- Yalpa, Ö. (2020). Endüstri 4.0 ve Endüstri 4.0 Teknolojilerinin İşletme Fonksiyonları Üzerine Olası Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Osmaniye
- Marangoz, A.Y. (2019). Sağlık hizmetlerinde pazarlama. A. Demirci, G. Manavgat (ed.). *Sağlık kurumları yönetimi*. (131-152). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Yıldırım, A., Torlak, D., Bilgen, Ö.F., Yılmazlar, A. (2015). Klinik kılavuzların yatış süresi üzerindeki etkinliğinin değerlendirilmesi ve analizi. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*.2(4).180:182.
- Yıldırım, A. (2019). Talep tahmin yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi: gıda sektöründe bir uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.
- Yılmaz, A. (2015). Sinirsel bulanık mantık modeliyle kanser risk analizi. Doktora Tezi.Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Sakarya.
- Yiğit, V. ve Ağırbaş, İ. (2004). Hastane işletmelerinde kapasite kullanım oranının maliyetlere etkisi: sağlık bakanlığı tokat doğum ve çocuk bakımevi hastanesinde bir uygulama. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*. 7 (2).141-162.
- Yu, KH., Beam, A.L. and Kohane, I.S. Artificial intelligence in healthcare. *Nat Biomed Eng* 2, 719–731 (2018).

Zaman, T. (2017). Çoklu doğrusal regresyon analizinde çakı tahmin yöntemi ve test problemlerine katkılar. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Samsun.

Zhang, X., Kim, J., Patzer, R.E., Pitts, S.E., Patzer, A., Schrager, J.D. (2017). Prediction of emergency department hospital admission based on natural language processing and neural networks. *Methods of Information in Medicine*. 56(05). 377-389



EKLER

Ek 1. Etik kurul izni

Tez çalışmasının yapılabilmesi için Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nda izin alınmıştır. Doktora Tez Savunması'nda Doktora Tez Jürisi tarafından tez başlığının oy birliğiyle “Hastane Yatış Gün Sayısının Yapay Zeka Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi” olarak değiştirilmesi uygun bulunmuştur. Tez çalışmasına ait Etik Kurul izinleri aşağıda sunulmuştur.





T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/677

22.10.2020

Sayın Prof.Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Yapay Sinir Ağları Yöntemleriyle Hastane Kaynaklarının Etkin Kullanımının Araştırılması** başlıklı OMÜ KAEK 2020/ 613 Karar nolu Dosya taraması nitelikli araştırma projeniz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre 21.10.2020 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırmanın yapılacağı yerlerdeki ilgili kurumlardan izin yazısı alınmadığından ilgili kurumlardan izin yazısı alınıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra **başlanmasına** oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof.Dr.Ramis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/677-282

12.06.2023

Sayın Prof.Dr. Elif DİKMETAŞ YARDAN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Hastane Yatış Gün Sayısının Yapay Zeka Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi** başlıklı OMÜ KAEK 2020/ 613 Karar nolu Dosya taraması nitelikli araştırma projeniz Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre 21.10.2020 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırmanın yapılacağı yerlerdeki ilgili kurumlardan izin yazısı alınmadığından ilgili kurumlardan izin yazısı alınıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra **başlanmasına** oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof.Dr.Rafis ÇOLAK
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ek 2. Kurum izni



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi

Sayı : E-15374210-302.08.01-10407
Konu : Veri Talebi (Birgöl YABANA KİREMİT) Hk.

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 22.01.2021 tarihli ve E-72975315-100-9428 sayılı yazınız.

Enstitünüz Sağlık Yönetimi Ana Bilim Dalı doktora öğrencisi Birgöl YABANA KİREMİT'in, "Yapay Sinir Ağları Yöntemleriyle Hastane Kaynaklarının Etkin Kullanımının Araştırılması" konulu tez çalışmasını hastanemizde yapması Merkez Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.
Bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. Türker YARDAN
Merkez Müdürü

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 8PD1-K3R3-0D27

Belge Doğrulama Adresi : <https://ebyssorgu.omu.edu.tr>

Adres: Ondokuz Mayıs Üniversitesi 55139 Kurupelit / SAMSUN

Telefon No : 0362 312 19 19

e-Posta :

Fax No : (362) 457 60 29

İnternet Adresi : <http://www.omu.edu.tr/>

Bilgi İçin : Hava Konaçoğlu

Veri Giriş Personeli

Telefon No: 0362 312 19 19



Ek 3. Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlar kullanılarak hasta yatış süresinin tahmini için geliştirilen YSA modellerinin eğitim ve test veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması

Girdiler	Modelin Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM (M1)	1-4-1	100	0,728	2,480	4,001	0,673	3,483	5,726
		200	0,728	2,477	3,996	0,673	3,475	5,719
		300	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,725
		400	0,714	2,645	4,099	0,664	3,625	5,866
		500	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,725
	1-6-1	100	0,728	2,492	4,002	0,673	3,485	5,723
		200	0,729	2,473	3,995	0,673	3,477	5,726
		300	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,725
		400	0,729	2,473	3,995	0,673	3,477	5,726
		500	0,729	2,473	3,994	0,672	3,480	5,730
	1-8-1	100	0,729	2,474	3,996	0,673	3,476	5,725
		200	0,729	2,473	3,995	0,673	3,477	5,726
		300	0,729	2,479	3,995	0,673	3,476	5,722
		400	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,725
		500	0,729	2,473	3,995	0,673	3,478	5,728
	1-10-1	100	0,729	2,474	3,995	0,673	3,477	5,726
		200	0,729	2,474	3,996	0,673	3,476	5,725
		300	0,729	2,473	3,995	0,673	3,477	5,725
		400	0,729	2,472	3,994	0,673	3,477	5,727
		500	0,729	2,472	3,993	0,672	3,480	5,731
	1-5-7-1	100	0,729	2,473	3,994	0,672	3,480	5,730
		200	0,729	2,472	3,993	0,671	3,482	5,734
		300	0,729	2,472	3,994	0,672	3,480	5,730
		400	0,714	2,643	4,099	0,664	3,623	5,865
		500	0,729	2,472	3,993	0,671	3,481	5,732
	1-9-11-1	100	0,728	2,468	3,997	0,672	3,484	5,740
		200	0,729	2,472	3,993	0,672	3,481	5,732
		300	0,729	2,472	3,992	0,672	3,481	5,733
		400	0,729	2,472	3,991	0,671	3,481	5,734
		500	0,729	2,472	3,995	0,673	3,480	5,731
HM, BT (M2)	2-4-1	100	0,824	2,087	2,884	0,820	2,092	2,892
		200	0,824	2,082	2,880	0,821	2,086	2,886
		300	0,824	2,086	2,884	0,820	2,090	2,891
		400	0,824	2,086	2,883	0,820	2,090	2,890
		500	0,824	2,081	2,879	0,821	2,085	2,884
	2-6-1	100	0,824	2,086	2,884	0,820	2,090	2,891
		200	0,825	2,079	2,877	0,821	2,082	2,881
		300	0,825	2,078	2,875	0,822	2,082	2,880

HM,IT (M3)		400	0,824	2,086	2,884	0,820	2,090	2,891
		500	0,825	2,078	2,876	0,821	2,080	2,880
	2-8-1	100	0,824	2,084	2,884	0,820	2,089	2,891
		200	0,825	2,080	2,877	0,821	2,083	2,883
		300	0,824	2,083	2,881	0,821	2,086	2,887
		400	0,825	2,078	2,876	0,821	2,080	2,880
		500	0,825	2,080	2,877	0,821	2,083	2,882
	2-10-1	100	0,825	2,079	2,876	0,821	2,082	2,882
		200	0,825	2,081	2,877	0,821	2,083	2,881
		300	0,825	2,077	2,875	0,821	2,080	2,880
		400	0,824	2,080	2,878	0,821	2,083	2,882
		500	0,825	2,079	2,875	0,821	2,082	2,881
	2-5-7-1	100	0,825	2,076	2,875	0,821	2,079	2,880
		200	0,825	2,077	2,874	0,822	2,079	2,879
		300	0,825	2,079	2,875	0,821	2,081	2,882
		400	0,825	2,077	2,875	0,822	2,079	2,880
		500	0,825	2,077	2,875	0,822	2,080	2,880
	2-9-11-1	100	0,825	2,075	2,871	0,821	2,082	2,882
		200	0,825	2,075	2,872	0,821	2,080	2,881
		300	0,825	2,074	2,870	0,822	2,079	2,879
		400	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
		500	0,825	2,079	2,876	0,822	2,079	2,878
	2-4-1	100	0,863	1,743	2,346	0,803	2,026	2,956
		200	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
		400	0,863	1,746	2,348	0,803	2,027	2,956
		500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-6-1	100	0,863	1,744	2,346	0,803	2,025	2,955
		200	0,863	1,743	2,346	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		400	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		500	0,863	1,745	2,348	0,803	2,027	2,956
	2-8-1	100	0,863	1,745	2,348	0,802	2,027	2,956
		200	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,955
		500	0,863	1,742	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-10-1	100	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,956
		200	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,743	2,346	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-5-7-1	100	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		200	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
		400	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956

HM, USG (M4)		500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,027	2,956
	2-9-11-1	100	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		200	0,863	1,741	2,344	0,803	2,025	2,956
		300	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,741	2,344	0,803	2,025	2,955
	2-4-1	100	0,714	2,752	4,363	0,681	2,969	4,784
		200	0,714	2,754	4,364	0,681	2,972	4,786
		300	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,786
		400	0,714	2,753	4,364	0,681	2,971	4,786
		500	0,714	2,754	4,363	0,681	2,971	4,783
	2-6-1	100	0,713	2,751	4,366	0,681	2,967	4,784
		200	0,714	2,753	4,362	0,681	2,970	4,783
		300	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,786
		400	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,786
		500	0,714	2,751	4,359	0,682	2,968	4,779
	2-8-1	100	0,714	2,751	4,360	0,682	2,968	4,781
		200	0,714	2,751	4,359	0,682	2,967	4,779
		300	0,714	2,753	4,362	0,682	2,969	4,782
		400	0,714	2,751	4,359	0,682	2,968	4,780
		500	0,714	2,754	4,363	0,681	2,971	4,783
	2-10-1	100	0,714	2,754	4,362	0,682	2,968	4,780
		200	0,714	2,753	4,362	0,682	2,969	4,782
		300	0,714	2,750	4,360	0,682	2,965	4,777
		400	0,714	2,752	4,362	0,682	2,968	4,782
		500	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
	2-5-7-1	100	0,714	2,749	4,359	0,679	2,969	4,795
		200	0,714	2,753	4,359	0,682	2,968	4,780
		300	0,714	2,750	4,359	0,681	2,969	4,785
		400	0,714	2,752	4,363	0,681	2,970	4,785
		500	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,785
	2-9-11-1	100	0,714	2,751	4,359	0,681	2,969	4,783
		200	0,714	2,750	4,360	0,682	2,968	4,782
		300	0,715	2,749	4,357	0,681	2,968	4,785
		400	0,715	2,749	4,356	0,682	2,966	4,781
		500	0,714	2,750	4,358	0,681	2,969	4,783
BT,DG, USG (M5)	3-4-1	100	0,693	2,102	2,630	0,634	2,534	3,478
		200	0,693	2,102	2,631	0,634	2,532	3,478
		300	0,693	2,102	2,632	0,633	2,536	3,482
		400	0,692	2,106	2,637	0,634	2,533	3,479
		500	0,693	2,104	2,633	0,634	2,532	3,477
	3-6-1	100	0,694	2,100	2,628	0,633	2,532	3,479
		200	0,694	2,099	2,627	0,634	2,529	3,477
		300	0,694	2,097	2,626	0,634	2,533	3,477
		400	0,694	2,101	2,627	0,634	2,531	3,478
		500	0,694	2,097	2,625	0,633	2,532	3,479

HM, IT, USG (M6)	3-8-1	100	0,693	2,099	2,629	0,634	2,528	3,474
		200	0,694	2,100	2,627	0,634	2,532	3,477
		300	0,695	2,096	2,623	0,634	2,531	3,478
		400	0,694	2,099	2,627	0,634	2,529	3,475
		500	0,693	2,101	2,629	0,634	2,529	3,477
	3-10-1	100	0,694	2,098	2,626	0,634	2,530	3,476
		200	0,695	2,096	2,624	0,633	2,532	3,478
		300	0,695	2,096	2,623	0,634	2,529	3,475
		400	0,695	2,098	2,624	0,634	2,534	3,478
		500	0,695	2,096	2,622	0,634	2,529	3,473
	3-5-7-1	100	0,694	2,102	2,628	0,634	2,529	3,474
		200	0,694	2,098	2,625	0,634	2,528	3,475
		300	0,695	2,097	2,624	0,634	2,529	3,475
		400	0,695	2,096	2,623	0,633	2,531	3,478
		500	0,695	2,095	2,622	0,633	2,530	3,475
	3-9-11-1	100	0,695	2,095	2,621	0,633	2,529	3,477
		200	0,695	2,095	2,621	0,633	2,530	3,477
		300	0,696	2,092	2,618	0,633	2,530	3,476
		400	0,695	2,094	2,620	0,634	2,534	3,478
		500	0,695	2,094	2,620	0,634	2,532	3,478
	3-4-1	100	0,853	1,796	2,408	0,806	2,000	2,782
		200	0,853	1,804	2,407	0,806	2,006	2,778
		300	0,853	1,794	2,406	0,806	1,998	2,779
		400	0,853	1,791	2,403	0,807	1,995	2,776
		500	0,853	1,796	2,408	0,806	2,000	2,782
	3-6-1	100	0,853	1,794	2,406	0,807	1,995	2,775
		200	0,853	1,791	2,403	0,806	1,996	2,779
		300	0,854	1,789	2,401	0,807	1,995	2,775
		400	0,853	1,791	2,403	0,806	1,997	2,779
		500	0,853	1,791	2,403	0,807	1,996	2,777
	3-8-1	100	0,853	1,793	2,405	0,806	1,997	2,779
		200	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,774
		300	0,853	1,795	2,404	0,807	1,998	2,775
		400	0,853	1,791	2,403	0,807	1,997	2,778
		500	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,773
	3-10-1	100	0,853	1,790	2,401	0,807	1,996	2,777
		200	0,854	1,790	2,400	0,807	1,996	2,775
		300	0,853	1,790	2,401	0,807	1,997	2,778
		400	0,853	1,791	2,403	0,807	1,997	2,778
		500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,773
	3-5-7-1	100	0,853	1,790	2,402	0,807	1,996	2,777
		200	0,853	1,791	2,403	0,806	1,997	2,779
		300	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,775
		400	0,853	1,790	2,402	0,807	1,996	2,778
		500	0,854	1,789	2,401	0,807	1,996	2,777
	3-9-11-1	100	0,854	1,788	2,400	0,807	1,994	2,777

HM, IT, BT (M7)		200	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,777
		300	0,854	1,789	2,400	0,807	1,996	2,778
		400	0,854	1,788	2,396	0,807	1,995	2,774
		500	0,854	1,786	2,396	0,807	1,995	2,775
		100	0,720	2,793	4,457	0,684	2,775	4,378
	3-4-1	200	0,720	2,798	4,461	0,683	2,780	4,381
		300	0,721	2,790	4,446	0,686	2,770	4,365
		400	0,722	2,787	4,445	0,686	2,765	4,363
		500	0,722	2,787	4,445	0,686	2,765	4,363
		100	0,721	2,789	4,448	0,685	2,768	4,367
	3-6-1	200	0,712	2,818	4,522	0,683	2,781	4,382
		300	0,719	2,796	4,469	0,684	2,771	4,378
		400	0,721	2,786	4,453	0,685	2,765	4,371
		500	0,721	2,789	4,447	0,686	2,769	4,366
		100	0,722	2,789	4,446	0,686	2,769	4,365
	3-8-1	200	0,722	2,787	4,444	0,686	2,766	4,363
		300	0,722	2,786	4,441	0,686	2,766	4,362
		400	0,722	2,784	4,441	0,686	2,764	4,362
		500	0,722	2,784	4,439	0,686	2,765	4,363
		100	0,722	2,784	4,440	0,686	2,765	4,362
	3-10-1	200	0,722	2,786	4,441	0,686	2,767	4,363
		300	0,722	2,785	4,441	0,686	2,766	4,364
		400	0,722	2,785	4,440	0,686	2,764	4,360
		500	0,722	2,783	4,438	0,686	2,764	4,363
		100	0,721	2,790	4,452	0,684	2,775	4,376
HM,BT, USG (M8)	3-5-7-1	200	0,720	2,791	4,455	0,684	2,774	4,377
		300	0,721	2,787	4,447	0,685	2,771	4,372
		400	0,721	2,787	4,450	0,685	2,768	4,370
		500	0,722	2,782	4,439	0,686	2,763	4,362
		100	0,722	2,784	4,442	0,686	2,767	4,365
	3-9-11-1	200	0,721	2,791	4,453	0,684	2,774	4,375
		300	0,723	2,781	4,435	0,686	2,764	4,361
		400	0,722	2,784	4,441	0,685	2,768	4,371
		500	0,722	2,783	4,444	0,684	2,768	4,374
		100	0,723	2,689	4,291	0,695	2,885	4,697
	3-4-1	200	0,723	2,684	4,291	0,695	2,880	4,696
		300	0,724	2,686	4,288	0,695	2,883	4,695
		400	0,723	2,692	4,295	0,694	2,896	4,703
		500	0,723	2,692	4,291	0,694	2,891	4,700
		100	0,724	2,686	4,287	0,695	2,882	4,693
	3-6-1	200	0,722	2,704	4,303	0,693	2,898	4,708
		300	0,724	2,685	4,287	0,695	2,882	4,693
		400	0,724	2,684	4,286	0,695	2,882	4,695
		500	0,723	2,686	4,289	0,695	2,883	4,695
		100	0,722	2,692	4,300	0,694	2,885	4,701
	3-8-1	200	0,723	2,684	4,290	0,695	2,881	4,695

DG, HM, IT, USG (M9)		300	0,724	2,683	4,286	0,695	2,880	4,691
		400	0,724	2,690	4,284	0,696	2,878	4,680
		500	0,724	2,682	4,285	0,695	2,878	4,690
		100	0,724	2,684	4,283	0,696	2,877	4,686
		200	0,724	2,682	4,281	0,696	2,877	4,685
	3-10-1	300	0,723	2,684	4,288	0,695	2,881	4,695
		400	0,724	2,683	4,285	0,695	2,879	4,691
		500	0,725	2,681	4,280	0,696	2,876	4,686
		100	0,724	2,683	4,286	0,695	2,879	4,690
		200	0,724	2,680	4,283	0,696	2,875	4,687
	3-5-7-1	300	0,724	2,681	4,282	0,695	2,880	4,695
		400	0,724	2,681	4,284	0,695	2,879	4,692
		500	0,724	2,682	4,288	0,695	2,878	4,694
		100	0,725	2,679	4,278	0,696	2,873	4,684
		200	0,725	2,680	4,280	0,696	2,875	4,683
	3-9-11-1	300	0,726	2,674	4,271	0,696	2,874	4,688
		400	0,726	2,678	4,268	0,694	2,882	4,698
		500	0,725	2,679	4,280	0,696	2,876	4,686
		100	0,869	1,696	2,290	0,813	1,972	2,892
		200	0,869	1,700	2,290	0,812	1,977	2,892
	4-4-1	300	0,869	1,701	2,292	0,813	1,975	2,892
		400	0,870	1,695	2,287	0,812	1,973	2,892
		500	0,870	1,695	2,284	0,813	1,972	2,888
		100	0,869	1,698	2,290	0,813	1,974	2,892
		200	0,870	1,691	2,282	0,813	1,967	2,884
	4-6-1	300	0,870	1,691	2,281	0,813	1,969	2,886
		400	0,869	1,701	2,293	0,812	1,976	2,894
		500	0,870	1,691	2,282	0,813	1,967	2,883
		100	0,870	1,690	2,280	0,813	1,969	2,885
		200	0,871	1,686	2,278	0,813	1,965	2,884
	4-8-1	300	0,871	1,690	2,280	0,813	1,968	2,885
		400	0,871	1,686	2,277	0,813	1,965	2,883
		500	0,871	1,688	2,279	0,813	1,966	2,884
		100	0,870	1,693	2,285	0,812	1,971	2,889
		200	0,871	1,689	2,280	0,813	1,966	2,883
	4-10-1	300	0,869	1,698	2,289	0,812	1,976	2,895
		400	0,871	1,686	2,278	0,813	1,965	2,884
		500	0,871	1,685	2,276	0,813	1,965	2,883
		100	0,870	1,694	2,285	0,813	1,972	2,890
		200	0,870	1,689	2,281	0,813	1,970	2,889
	4-5-7-1	300	0,869	1,699	2,290	0,812	1,975	2,893
		400	0,871	1,686	2,277	0,814	1,964	2,881
		500	0,871	1,686	2,278	0,814	1,964	2,883
		100	0,870	1,692	2,283	0,812	1,970	2,886
		200	0,871	1,685	2,276	0,813	1,967	2,887
	4-9-11-1	300	0,871	1,681	2,271	0,814	1,963	2,882

İT, DG, BT, USG (M10)		400	0,872	1,681	2,271	0,813	1,963	2,882
		500	0,872	1,679	2,269	0,813	1,962	2,882
	4-4-1	100	0,724	2,048	2,617	0,696	2,178	2,842
		200	0,724	2,046	2,617	0,697	2,174	2,839
		300	0,725	2,042	2,611	0,696	2,174	2,841
		400	0,725	2,042	2,612	0,697	2,171	2,839
		500	0,725	2,044	2,613	0,697	2,174	2,840
	4-6-1	100	0,725	2,041	2,613	0,697	2,171	2,838
		200	0,726	2,039	2,606	0,698	2,168	2,833
		300	0,726	2,040	2,608	0,697	2,171	2,838
		400	0,726	2,039	2,606	0,697	2,169	2,836
		500	0,726	2,039	2,605	0,698	2,169	2,834
	4-8-1	100	0,727	2,037	2,604	0,698	2,167	2,832
		200	0,727	2,037	2,603	0,698	2,168	2,832
		300	0,727	2,038	2,603	0,698	2,167	2,832
		400	0,726	2,040	2,606	0,698	2,169	2,835
		500	0,727	2,037	2,602	0,698	2,167	2,832
	4-10-1	100	0,727	2,037	2,602	0,698	2,166	2,831
		200	0,727	2,037	2,603	0,698	2,169	2,834
		300	0,727	2,036	2,602	0,698	2,167	2,832
		400	0,727	2,036	2,601	0,698	2,166	2,832
		500	0,727	2,035	2,601	0,698	2,165	2,831
HM, DG, BT, USG (M11)	4-5-7-1	100	0,726	2,038	2,605	0,698	2,167	2,832
		200	0,727	2,037	2,602	0,698	2,167	2,831
		300	0,727	2,036	2,602	0,699	2,166	2,830
		400	0,727	2,036	2,601	0,698	2,168	2,832
		500	0,727	2,035	2,600	0,699	2,165	2,829
	4-9-11-1	100	0,727	2,036	2,600	0,699	2,167	2,830
		200	0,728	2,034	2,598	0,699	2,166	2,830
		300	0,728	2,032	2,597	0,698	2,166	2,832
		400	0,728	2,033	2,597	0,698	2,168	2,834
		500	0,727	2,035	2,600	0,699	2,166	2,830
	4-4-1	100	0,770	1,907	1,023	0,674	4,482	1,105
		200	0,768	1,911	1,023	0,671	4,497	1,106
		300	0,771	1,907	1,024	0,672	4,480	1,105
		400	0,771	1,905	1,023	0,673	4,483	1,105
		500	0,771	1,907	1,024	0,672	4,480	1,105
	4-6-1	100	0,769	1,909	1,023	0,673	4,495	1,105
		200	0,771	1,909	1,024	0,673	4,483	1,104
		300	0,771	1,901	1,024	0,673	4,490	1,107
		400	0,769	1,906	1,024	0,672	4,490	1,106
		500	0,770	1,927	1,027	0,674	4,481	1,106
	4-8-1	100	0,772	1,896	1,023	0,673	4,472	1,105
		200	0,771	1,904	1,023	0,673	4,475	1,105
		300	0,774	1,885	1,022	0,672	4,482	1,106
		400	0,772	1,892	1,023	0,675	4,477	1,106

HM, IT, BT, DG (M12)	4-10-1	500	0,772	1,903	1,024	0,673	4,477	1,106
		100	0,770	1,904	1,023	0,672	4,506	1,107
		200	0,774	1,883	1,022	0,675	4,473	1,106
		300	0,772	1,895	1,023	0,672	4,482	1,106
		400	0,773	1,893	1,022	0,673	4,475	1,105
	4-5-7-1	500	0,773	1,891	1,022	0,672	4,488	1,106
		100	0,771	1,896	1,023	0,669	4,504	1,105
		200	0,768	1,913	1,024	0,670	4,517	1,107
		300	0,770	1,902	1,023	0,671	4,495	1,106
		400	0,772	1,895	1,023	0,668	4,500	1,106
	4-9-11-1	500	0,774	1,887	1,023	0,672	4,482	1,106
		100	0,774	1,881	1,022	0,672	4,481	1,106
		200	0,774	1,881	1,022	0,671	4,489	1,107
		300	0,774	1,881	1,022	0,671	4,499	1,108
		400	0,775	1,876	1,021	0,670	4,497	1,108
	4-4-1	500	0,775	1,882	1,023	0,671	4,486	1,107
		100	0,881	1,580	2,352	0,695	3,496	5,660
		200	0,880	1,582	2,369	0,696	3,491	5,671
		300	0,881	1,579	2,354	0,697	3,489	5,651
		400	0,881	1,574	2,351	0,697	3,487	5,649
	4-6-1	500	0,881	1,574	2,351	0,697	3,487	5,649
		100	0,882	1,567	2,344	0,697	3,484	5,651
		200	0,882	1,568	2,345	0,697	3,484	5,653
		300	0,880	1,584	2,364	0,695	3,496	5,669
		400	0,882	1,572	2,343	0,697	3,483	5,647
	4-8-1	500	0,883	1,559	2,338	0,698	3,475	5,644
		100	0,883	1,562	2,337	0,698	3,473	5,640
		200	0,883	1,565	2,340	0,697	3,480	5,651
		300	0,883	1,563	2,340	0,697	3,478	5,646
		400	0,883	1,558	2,335	0,698	3,471	5,639
	4-10-1	500	0,882	1,574	2,349	0,696	3,490	5,658
		100	0,867	1,589	2,501	0,694	3,535	5,811
		200	0,883	1,562	2,340	0,697	3,483	5,650
		300	0,883	1,564	2,338	0,697	3,477	5,645
		400	0,880	1,660	2,378	0,696	3,512	5,650
	4-5-7-1	500	0,883	1,568	2,338	0,697	3,483	5,648
		100	0,883	1,565	2,341	0,696	3,483	5,655
		200	0,883	1,563	2,338	0,696	3,484	5,652
		300	0,883	1,560	2,336	0,697	3,477	5,649
		400	0,883	1,559	2,335	0,697	3,476	5,645
	4-9-11-1	500	0,879	1,592	2,379	0,696	3,501	5,671
		100	0,884	1,551	2,331	0,697	3,477	5,653
		200	0,885	1,551	2,319	0,697	3,476	5,643
		300	0,884	1,557	2,326	0,696	3,480	5,653
		400	0,884	1,551	2,322	0,697	3,479	5,648
		500	0,884	1,550	2,322	0,697	3,476	5,642

Ek 4. Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlar kullanılarak hasta yatış süresinin tahmini için geliştirilen YSA modellerinin eğitim ve test veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması

Girdiler	Modelin Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM (M1)	1-4-1	100	0,678	2,958	4,404	0,636	3,757	6,144
		200	0,693	2,598	4,259	0,649	3,621	6,085
		300	0,696	2,699	4,238	0,649	3,670	6,009
		400	0,725	2,504	4,023	0,670	3,517	5,778
		500	0,722	2,494	4,048	0,673	3,502	5,783
	1-6-1	100	0,672	2,671	4,403	0,622	3,746	6,304
		200	0,723	2,475	4,034	0,669	3,502	5,788
		300	0,713	2,589	4,114	0,665	3,570	5,868
		400	0,721	2,564	4,048	0,670	3,542	5,791
		500	0,718	2,562	4,077	0,668	3,568	5,852
	1-8-1	100	0,682	2,634	4,329	0,638	3,690	6,167
		200	0,714	2,576	4,105	0,665	3,565	5,861
		300	0,712	2,608	4,117	0,666	3,580	5,873
		400	0,709	2,595	4,136	0,661	3,607	5,910
		500	0,720	2,576	4,058	0,669	3,545	5,804
	1-10-1	100	0,691	2,658	4,268	0,649	3,673	6,080
		200	0,710	2,539	4,137	0,664	3,551	5,898
		300	0,718	2,498	4,076	0,666	3,500	5,802
		400	0,726	2,480	4,015	0,673	3,491	5,751
		500	0,728	2,480	4,003	0,672	3,488	5,743
	1-5-7-1	100	0,672	2,692	4,406	0,628	3,736	6,318
		200	0,707	2,537	4,157	0,663	3,557	5,938
		300	0,702	2,572	4,197	0,658	3,591	6,002
		400	0,718	2,518	4,079	0,669	3,528	5,835
		500	0,716	2,546	4,088	0,668	3,548	5,850
HM, BT (M2)	1-9-11-1	100	0,681	2,658	4,342	0,638	3,692	6,225
		200	0,716	2,567	4,089	0,668	3,527	5,823
		300	0,713	2,525	4,111	0,667	3,541	5,871
		400	0,706	2,572	4,166	0,661	3,578	5,941
		500	0,722	2,512	4,043	0,670	3,522	5,802
	2-4-1	100	0,757	2,232	3,430	0,755	2,231	3,418
		200	0,804	2,247	3,049	0,799	2,257	3,065
		300	0,805	2,138	3,043	0,801	2,142	3,048
		400	0,807	2,131	3,022	0,804	2,135	3,028
		500	0,804	2,135	3,043	0,801	2,137	3,047
	2-6-1	100	0,786	2,167	3,195	0,784	2,167	3,189
		200	0,808	2,121	3,014	0,805	2,125	3,016
		300	0,810	2,106	2,997	0,807	2,110	3,001
		400	0,815	2,119	2,953	0,812	2,124	2,959

HM,IT (M3)	2-8-1	500	0,816	2,123	2,944	0,814	2,125	2,942
		100	0,785	2,178	3,202	0,783	2,178	3,196
		200	0,795	2,118	3,125	0,792	2,119	3,125
		300	0,813	2,134	2,974	0,810	2,138	2,974
		400	0,814	2,120	2,969	0,810	2,125	2,975
	2-10-1	500	0,814	2,125	2,963	0,811	2,129	2,966
		100	0,762	2,369	3,370	0,759	2,371	3,363
		200	0,808	2,123	3,013	0,804	2,129	3,022
		300	0,816	2,105	2,949	0,813	2,108	2,952
		400	0,819	2,099	2,924	0,816	2,100	2,927
	2-5-7-1	500	0,818	2,126	2,927	0,815	2,128	2,930
		100	0,747	2,414	3,499	0,743	2,415	3,493
		200	0,766	2,221	3,340	0,766	2,210	3,313
		300	0,808	2,122	3,017	0,804	2,126	3,025
		400	0,812	2,124	2,985	0,808	2,127	2,988
	2-9-11-1	500	0,799	2,139	3,089	0,795	2,142	3,092
		100	0,782	2,223	3,245	0,779	2,220	3,240
		200	0,801	2,142	3,075	0,797	2,147	3,082
		300	0,798	2,216	3,101	0,795	2,218	3,099
		400	0,810	2,102	2,996	0,807	2,107	3,003
	2-4-1	500	0,816	2,108	2,949	0,813	2,113	2,954
		100	0,808	1,858	2,806	0,769	2,133	3,262
		200	0,825	1,855	2,662	0,782	2,126	3,138
		300	0,850	1,761	2,455	0,801	2,032	2,985
		400	0,845	1,822	2,500	0,794	2,099	3,040
	2-6-1	500	0,852	1,791	2,437	0,799	2,062	2,990
		100	0,752	2,204	3,165	0,702	2,472	3,577
		200	0,849	1,814	2,475	0,796	2,093	3,021
		300	0,854	1,769	2,423	0,800	2,045	2,980
		400	0,852	1,735	2,441	0,801	2,010	2,989
	2-8-1	500	0,856	1,799	2,407	0,799	2,075	2,983
		100	0,830	1,835	2,637	0,788	2,109	3,119
		200	0,845	1,827	2,504	0,795	2,101	3,028
		300	0,854	1,741	2,423	0,802	2,019	2,980
		400	0,856	1,785	2,405	0,801	2,056	2,967
	2-10-1	500	0,856	1,765	2,405	0,802	2,038	2,964
		100	0,824	1,815	2,679	0,784	2,089	3,153
		200	0,825	1,838	2,669	0,786	2,099	3,122
		300	0,854	1,782	2,421	0,801	2,051	2,966
		400	0,858	1,767	2,389	0,801	2,044	2,970
	2-5-7-1	500	0,857	1,754	2,395	0,803	2,027	2,959
		100	0,801	1,885	2,861	0,763	2,165	3,320
		200	0,846	1,788	2,496	0,800	2,041	2,976
		300	0,822	1,867	2,688	0,774	2,156	3,194
		400	0,823	1,874	2,680	0,781	2,139	3,140
		500	0,845	1,780	2,503	0,798	2,050	3,012

HM, USG (M4)	2-9-11-1	100	0,798	1,986	2,880	0,755	2,273	3,355
		200	0,856	1,759	2,408	0,803	2,030	2,961
		300	0,856	1,755	2,406	0,803	2,029	2,963
		400	0,857	1,754	2,400	0,803	2,026	2,961
		500	0,857	1,759	2,396	0,802	2,031	2,959
	2-4-1	100	0,672	2,929	4,685	0,644	3,127	5,106
		200	0,668	2,855	4,708	0,645	3,054	5,089
		300	0,679	2,783	4,634	0,653	3,007	5,041
		400	0,692	2,840	4,531	0,663	3,045	4,950
		500	0,705	2,765	4,434	0,674	2,986	4,853
	2-6-1	100	0,673	2,937	4,680	0,644	3,133	5,099
		200	0,691	2,879	4,540	0,666	3,050	4,928
		300	0,697	2,846	4,494	0,666	3,038	4,907
		400	0,710	2,760	4,396	0,678	2,977	4,818
		500	0,709	2,785	4,399	0,678	2,988	4,809
	2-8-1	100	0,691	2,759	4,543	0,664	2,989	4,962
		200	0,690	2,827	4,555	0,663	3,024	4,966
		300	0,700	2,820	4,471	0,671	3,019	4,880
		400	0,704	2,776	4,436	0,674	2,989	4,853
		500	0,708	2,768	4,409	0,676	2,987	4,841
	2-10-1	100	0,680	2,777	4,621	0,654	3,001	5,023
		200	0,705	2,757	4,431	0,674	2,979	4,860
		300	0,698	2,797	4,484	0,669	3,007	4,892
		400	0,702	2,772	4,452	0,673	2,989	4,870
		500	0,711	2,756	4,385	0,679	2,974	4,808
BT,DG, USG (M5)	2-5-7-1	100	0,676	2,888	4,667	0,652	3,068	5,062
		200	0,693	2,805	4,525	0,665	3,014	4,941
		300	0,680	2,814	4,632	0,653	3,027	5,048
		400	0,706	2,760	4,420	0,676	2,977	4,840
		500	0,708	2,764	4,406	0,677	2,981	4,826
	2-9-11-1	100	0,688	2,840	4,567	0,660	3,035	4,972
		200	0,682	2,850	4,612	0,654	3,056	5,033
		300	0,702	2,768	4,451	0,672	2,981	4,856
		400	0,707	2,768	4,413	0,677	2,981	4,831
		500	0,709	2,764	4,401	0,678	2,979	4,820
	3-4-1	100	0,673	2,143	2,719	0,624	2,568	3,539
		200	0,689	2,108	2,649	0,632	2,539	3,494
		300	0,691	2,104	2,639	0,633	2,535	3,486
		400	0,689	2,124	2,649	0,631	2,556	3,494
		500	0,689	2,113	2,647	0,632	2,544	3,488
	3-6-1	100	0,687	2,110	2,656	0,632	2,539	3,496
		200	0,691	2,106	2,641	0,632	2,538	3,488
		300	0,691	2,109	2,639	0,633	2,542	3,486
		400	0,692	2,106	2,635	0,633	2,537	3,481
		500	0,693	2,103	2,633	0,634	2,535	3,480
	3-8-1	100	0,674	2,172	2,713	0,621	2,609	3,562

HM, IT, USG (M6)		200	0,692	2,102	2,637	0,633	2,532	3,480
		300	0,691	2,107	2,641	0,633	2,538	3,484
		400	0,693	2,100	2,631	0,634	2,531	3,479
		500	0,692	2,103	2,633	0,634	2,534	3,479
		100	0,688	2,100	2,650	0,632	2,532	3,496
	3-10-1	200	0,692	2,102	2,634	0,633	2,534	3,483
		300	0,692	2,106	2,635	0,633	2,538	3,482
		400	0,693	2,100	2,630	0,634	2,530	3,476
		500	0,694	2,101	2,628	0,634	2,531	3,478
		100	0,687	2,109	2,657	0,632	2,541	3,503
	3-5-7-1	200	0,688	2,104	2,651	0,633	2,537	3,497
		300	0,692	2,100	2,635	0,633	2,533	3,486
		400	0,691	2,100	2,641	0,633	2,532	3,487
		500	0,692	2,105	2,637	0,633	2,536	3,483
		100	0,689	2,109	2,650	0,630	2,544	3,502
	3-9-11-1	200	0,693	2,098	2,630	0,633	2,531	3,481
		300	0,692	2,105	2,633	0,633	2,537	3,482
		400	0,691	2,100	2,640	0,633	2,530	3,483
		500	0,693	2,101	2,631	0,633	2,533	3,481
		100	0,828	1,910	2,608	0,763	2,105	3,093
	3-4-1	200	0,815	1,886	2,711	0,786	2,074	2,928
		300	0,786	1,922	2,932	0,791	2,104	2,890
		400	0,826	1,874	2,622	0,793	2,064	2,876
		500	0,831	1,873	2,588	0,796	2,064	2,851
		100	0,830	1,815	2,605	0,796	2,000	2,862
	3-6-1	200	0,825	1,877	2,629	0,789	2,070	2,905
		300	0,819	1,889	2,679	0,787	2,077	2,919
		400	0,835	1,823	2,551	0,799	2,018	2,835
		500	0,845	1,808	2,474	0,804	2,004	2,793
		100	0,814	1,862	2,723	0,784	2,056	2,945
	3-8-1	200	0,832	1,858	2,581	0,798	2,048	2,842
		300	0,843	1,826	2,486	0,802	2,024	2,810
		400	0,843	1,813	2,488	0,804	2,007	2,797
		500	0,851	1,797	2,422	0,806	1,998	2,779
		100	0,820	1,853	2,677	0,790	2,041	2,898
	3-10-1	200	0,830	1,830	2,588	0,796	2,020	2,853
		300	0,839	1,811	2,524	0,801	2,006	2,817
		400	0,849	1,802	2,439	0,806	2,003	2,784
		500	0,851	1,797	2,424	0,806	1,999	2,781
		100	0,788	1,903	2,912	0,764	2,090	3,085
	3-5-7-1	200	0,817	1,897	2,694	0,786	2,091	2,925
		300	0,835	1,855	2,553	0,798	2,049	2,836
		400	0,846	1,806	2,461	0,805	2,004	2,788
		500	0,836	1,814	2,548	0,800	2,006	2,822
		100	0,809	1,829	2,761	0,784	2,009	2,946
	3-9-11-1	200	0,803	1,927	2,819	0,778	2,107	2,993

HM, IT, BT (M7)		300	0,848	1,801	2,448	0,806	2,000	2,784
		400	0,850	1,795	2,431	0,805	1,997	2,787
		500	0,849	1,795	2,436	0,806	1,995	2,780
		100	0,660	2,904	4,814	0,653	2,926	4,930
		200	0,679	2,882	4,669	0,675	2,899	4,759
	3-4-1	300	0,691	2,855	4,570	0,690	2,872	4,641
		400	0,685	2,868	4,621	0,683	2,881	4,697
		500	0,701	2,801	4,492	0,700	2,816	4,543
		100	0,679	2,853	4,662	0,675	2,871	4,755
	3-6-1	200	0,689	2,819	4,591	0,687	2,834	4,669
		300	0,699	2,819	4,511	0,700	2,833	4,565
		400	0,690	2,832	4,576	0,690	2,849	4,643
		500	0,702	2,808	4,483	0,701	2,823	4,530
	3-8-1	100	0,674	2,887	4,714	0,669	2,907	4,814
		200	0,689	2,843	4,589	0,686	2,863	4,669
		300	0,705	2,799	4,466	0,702	2,813	4,509
		400	0,702	2,797	4,481	0,701	2,810	4,529
		500	0,703	2,821	4,480	0,701	2,834	4,527
	3-10-1	100	0,674	2,851	4,698	0,669	2,872	4,798
		200	0,682	2,842	4,646	0,679	2,861	4,732
		300	0,704	2,801	4,466	0,702	2,813	4,506
		400	0,702	2,825	4,485	0,701	2,834	4,525
		500	0,703	2,813	4,478	0,701	2,827	4,523
	3-5-7-1	100	0,638	2,975	4,998	0,629	3,000	5,132
		200	0,665	2,914	4,766	0,660	2,935	4,871
		300	0,684	2,822	4,625	0,681	2,837	4,712
		400	0,677	2,880	4,680	0,673	2,900	4,776
		500	0,705	2,796	4,458	0,701	2,810	4,495
	3-9-11-1	100	0,672	2,886	4,720	0,668	2,900	4,816
		200	0,693	2,831	4,564	0,691	2,851	4,638
		300	0,700	2,833	4,506	0,698	2,847	4,561
		400	0,704	2,798	4,467	0,701	2,813	4,513
		500	0,705	2,800	4,463	0,702	2,814	4,504
HM,BT, USG (M8)	3-4-1	100	0,678	2,870	4,643	0,656	3,041	5,039
		200	0,697	2,732	4,503	0,674	2,924	4,896
		300	0,705	2,724	4,432	0,682	2,919	4,829
		400	0,711	2,729	4,389	0,686	2,914	4,783
		500	0,713	2,721	4,375	0,687	2,915	4,773
	3-6-1	100	0,666	2,778	4,725	0,646	2,981	5,106
		200	0,702	2,789	4,467	0,677	2,966	4,868
		300	0,682	2,968	4,608	0,664	3,098	4,969
		400	0,708	2,754	4,411	0,683	2,938	4,803
		500	0,715	2,707	4,355	0,690	2,898	4,752
	3-8-1	100	0,678	2,842	4,663	0,656	3,015	5,064
		200	0,711	2,715	4,386	0,686	2,907	4,783
		300	0,710	2,744	4,400	0,684	2,932	4,800

DG, HM, IT, USG (M9)	3-10-1	400	0,713	2,716	4,376	0,687	2,908	4,775
		500	0,716	2,720	4,350	0,690	2,911	4,748
		100	0,685	2,731	4,592	0,663	2,940	4,982
		200	0,707	2,732	4,422	0,683	2,924	4,818
		300	0,707	2,735	4,422	0,683	2,925	4,816
		400	0,718	2,703	4,335	0,692	2,896	4,732
		500	0,718	2,699	4,332	0,692	2,892	4,730
		100	0,672	2,753	4,693	0,650	2,969	5,100
		200	0,673	2,773	4,689	0,652	2,976	5,093
		300	0,698	2,721	4,486	0,675	2,925	4,883
	3-5-7-1	400	0,705	2,729	4,436	0,681	2,919	4,827
		500	0,696	2,741	4,508	0,674	2,932	4,901
		100	0,695	2,762	4,512	0,673	2,952	4,903
		200	0,706	2,725	4,429	0,682	2,918	4,827
		300	0,709	2,718	4,406	0,685	2,910	4,801
	3-9-11-1	400	0,717	2,696	4,337	0,691	2,894	4,736
		500	0,718	2,700	4,334	0,691	2,893	4,733
		100	0,823	1,856	2,692	0,782	2,134	3,162
		200	0,836	1,799	2,589	0,795	2,075	3,074
		300	0,841	1,836	2,531	0,797	2,100	3,023
	4-4-1	400	0,851	1,775	2,456	0,805	2,050	2,981
		500	0,850	1,797	2,462	0,802	2,067	2,985
		100	0,823	1,817	2,682	0,787	2,087	3,138
		200	0,840	1,789	2,545	0,797	2,061	3,037
		300	0,851	1,752	2,454	0,807	2,020	2,963
	4-6-1	400	0,857	1,759	2,399	0,806	2,037	2,957
		500	0,855	1,765	2,412	0,806	2,036	2,951
		100	0,813	1,836	2,777	0,781	2,101	3,212
		200	0,848	1,724	2,475	0,805	1,984	2,961
		300	0,845	1,803	2,500	0,799	2,074	3,014
	4-8-1	400	0,861	1,723	2,366	0,812	1,989	2,906
		500	0,862	1,724	2,352	0,812	1,991	2,903
		100	0,827	1,785	2,655	0,791	2,059	3,128
		200	0,849	1,720	2,471	0,807	1,987	2,975
		300	0,857	1,737	2,402	0,810	2,003	2,930
	4-10-1	400	0,858	1,744	2,394	0,809	2,013	2,934
		500	0,864	1,714	2,335	0,812	1,985	2,902
		100	0,797	1,808	2,895	0,768	2,062	3,291
		200	0,833	1,775	2,601	0,794	2,042	3,067
		300	0,852	1,721	2,445	0,809	1,987	2,951
	4-5-7-1	400	0,846	1,729	2,498	0,804	2,000	2,998
		500	0,854	1,764	2,423	0,808	2,032	2,946
		100	0,822	1,780	2,692	0,788	2,029	3,109
		200	0,840	1,733	2,547	0,799	2,002	3,037
		300	0,861	1,705	2,362	0,813	1,973	2,906
	4-9-11-1	400	0,853	1,735	2,439	0,808	2,003	2,948

IT, DG, BT, USG (M10)		500	0,867	1,701	2,310	0,812	1,973	2,893
	4-4-1	100	0,718	2,051	2,646	0,691	2,178	2,867
		200	0,718	2,045	2,643	0,692	2,173	2,864
		300	0,721	2,060	2,631	0,693	2,189	2,854
		400	0,723	2,048	2,623	0,695	2,176	2,845
		500	0,723	2,046	2,620	0,696	2,174	2,842
	4-6-1	100	0,712	2,069	2,673	0,687	2,195	2,887
		200	0,722	2,044	2,624	0,694	2,174	2,850
		300	0,718	2,073	2,643	0,693	2,195	2,858
		400	0,725	2,040	2,610	0,697	2,169	2,836
		500	0,723	2,046	2,621	0,695	2,175	2,847
	4-8-1	100	0,720	2,057	2,635	0,693	2,185	2,858
		200	0,723	2,049	2,619	0,695	2,178	2,845
		300	0,724	2,044	2,616	0,696	2,173	2,841
		400	0,724	2,047	2,617	0,696	2,176	2,841
		500	0,724	2,045	2,614	0,697	2,174	2,839
	4-10-1	100	0,722	2,043	2,624	0,695	2,172	2,846
		200	0,724	2,045	2,615	0,696	2,174	2,842
		300	0,725	2,042	2,611	0,697	2,172	2,838
		400	0,726	2,040	2,607	0,698	2,169	2,835
		500	0,726	2,039	2,606	0,698	2,168	2,834
	4-5-7-1	100	0,714	2,067	2,664	0,689	2,189	2,875
		200	0,720	2,053	2,636	0,692	2,182	2,860
		300	0,722	2,054	2,627	0,694	2,183	2,851
		400	0,722	2,049	2,627	0,694	2,177	2,851
		500	0,723	2,045	2,619	0,697	2,172	2,840
HM, DG, BT, USG (M11)	4-9-11-1	100	0,718	2,055	2,646	0,691	2,184	2,866
		200	0,724	2,043	2,618	0,696	2,172	2,844
		300	0,726	2,040	2,606	0,698	2,170	2,834
		400	0,726	2,042	2,607	0,698	2,170	2,833
		500	0,726	2,038	2,604	0,698	2,167	2,831
	4-4-1	100	0,688	1,976	3,576	0,648	4,686	7,489
		200	0,728	2,013	3,323	0,657	4,558	7,145
		300	0,744	1,991	3,220	0,667	4,584	7,062
		400	0,745	1,971	3,212	0,666	4,560	7,035
		500	0,755	1,987	3,143	0,672	4,597	6,996
	4-6-1	100	0,712	2,010	3,436	0,648	4,609	7,289
		200	0,745	1,947	3,212	0,666	4,551	7,053
		300	0,748	1,946	3,189	0,667	4,494	6,943
		400	0,747	1,932	3,200	0,667	4,535	7,028
		500	0,755	1,927	3,145	0,669	4,523	6,969
	4-8-1	100	0,715	2,021	3,415	0,654	4,624	7,267
		200	0,732	1,959	3,297	0,656	4,563	7,138
		300	0,755	1,928	3,145	0,670	4,525	6,964
		400	0,762	1,906	3,095	0,672	4,500	6,915
		500	0,759	1,937	3,116	0,672	4,524	6,949

HM, IT, BT, DG (M12)	4-10-1	100	0,722	2,009	3,372	0,654	4,595	7,215
		200	0,745	1,959	3,217	0,666	4,538	7,047
		300	0,752	1,928	3,166	0,668	4,521	6,996
		400	0,762	1,914	3,097	0,673	4,503	6,929
		500	0,763	1,925	3,090	0,674	4,510	6,923
	4-5-7-1	100	0,711	1,998	3,434	0,653	4,653	7,313
		200	0,734	1,947	3,285	0,660	4,566	7,126
		300	0,755	1,930	3,146	0,670	4,520	6,964
		400	0,747	1,952	3,199	0,663	4,572	7,072
		500	0,761	1,937	3,104	0,672	4,532	6,946
	4-9-11-1	100	0,701	1,991	3,496	0,647	4,647	7,371
		200	0,742	1,980	3,237	0,665	4,589	7,102
		300	0,755	1,919	3,139	0,670	4,510	6,952
		400	0,757	1,934	3,127	0,671	4,487	6,927
		500	0,758	1,932	3,123	0,671	4,530	6,960
	4-4-1	100	0,824	1,682	2,887	0,653	3,66	6,23
		200	0,850	1,623	2,654	0,678	3,597	5,998
		300	0,848	1,662	2,678	0,678	3,601	6,004
		400	0,866	1,674	2,508	0,692	3,548	5,786
		500	0,865	1,611	2,513	0,694	3,532	5,786
	4-6-1	100	0,833	1,671	2,809	0,66	3,644	6,172
		200	0,852	1,656	2,641	0,682	3,581	5,939
		300	0,863	1,621	2,538	0,689	3,557	5,852
		400	0,861	1,633	2,552	0,688	3,562	5,86
		500	0,868	1,588	2,486	0,693	3,529	5,789
	4-8-1	100	0,847	1,633	2,681	0,677	3,599	6,025
		200	0,849	1,63	2,67	0,676	3,601	6,023
		300	0,866	1,613	2,506	0,692	3,544	5,81
		400	0,872	1,589	2,442	0,696	3,516	5,744
		500	0,868	1,639	2,484	0,693	3,538	5,769
	4-10-1	100	0,841	1,645	2,742	0,667	3,63	6,122
		200	0,866	1,621	2,511	0,692	3,546	5,821
		300	0,870	1,611	2,471	0,694	3,527	5,768
		400	0,869	1,595	2,473	0,695	3,526	5,774
		500	0,874	1,593	2,423	0,696	3,516	5,713
	4-5-7-1	100	0,803	1,675	3,075	0,632	3,715	6,479
		200	0,814	1,787	2,987	0,646	3,711	6,361
		300	0,852	1,676	2,64	0,683	3,583	5,942
		400	0,857	1,617	2,599	0,685	3,575	5,928
		500	0,867	1,608	2,493	0,692	3,538	5,796
	4-9-11-1	100	0,837	1,659	2,777	0,664	3,632	6,134
		200	0,861	1,647	2,558	0,688	3,578	5,858
		300	0,851	1,636	2,653	0,679	3,592	6,004
		400	0,869	1,592	2,477	0,695	3,524	5,766
		500	0,875	1,608	2,412	0,696	3,514	5,71

Ek 5. Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlar kullanılarak hasta yatış süresinin tahmini için geliştirilen YSA modellerinin eğitim ve test veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması

Girdiler	Modelin Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM (M1)	1-4-1	100	0,728	2,475	4,003	0,674	3,479	5,725
		200	0,728	2,474	3,996	0,673	3,475	5,722
		300	0,729	2,474	3,996	0,673	3,477	5,725
		400	0,729	2,474	3,996	0,673	3,476	5,725
		500	0,729	2,474	3,995	0,673	3,477	5,726
	1-6-1	100	0,728	2,482	4,001	0,673	3,483	5,725
		200	0,729	2,474	3,995	0,673	3,477	5,726
		300	0,729	2,475	3,996	0,673	3,476	5,725
		400	0,729	2,473	3,995	0,673	3,478	5,727
		500	0,714	2,645	4,099	0,664	3,625	5,865
	1-8-1	100	0,729	2,474	3,995	0,673	3,477	5,726
		200	0,729	2,473	3,995	0,673	3,477	5,726
		300	0,729	2,472	3,994	0,672	3,48	5,73
		400	0,729	2,472	3,995	0,673	3,478	5,727
		500	0,729	2,473	3,995	0,673	3,478	5,728
	1-10-1	100	0,729	2,473	3,995	0,673	3,478	5,727
		200	0,729	2,472	3,994	0,672	3,48	5,731
		300	0,729	2,472	3,994	0,672	3,48	5,731
		400	0,729	2,473	3,995	0,673	3,478	5,728
		500	0,729	2,473	3,995	0,673	3,477	5,726
	1-5-7-1	100	0,729	2,474	3,995	0,673	3,478	5,727
		200	0,729	2,474	3,994	0,672	3,48	5,729
		300	0,729	2,472	3,994	0,672	3,48	5,73
		400	0,718	2,519	4,075	0,67	3,526	5,828
		500	0,729	2,473	3,994	0,672	3,478	5,727
	1-9-11-1	100	0,729	2,473	3,994	0,672	3,48	5,731
		200	0,729	2,471	3,993	0,672	3,481	5,732
		300	0,549	2,975	5,149	0,501	3,925	6,971
		400	0,729	2,471	3,992	0,672	3,482	5,733
		500	0,729	2,472	3,992	0,671	3,481	5,733
HM, BT (M2)	2-4-1	100	0,824	2,084	2,882	0,820	2,089	2,889
		200	0,824	2,083	2,881	0,821	2,088	2,888
		300	0,824	2,082	2,879	0,821	2,085	2,885
		400	0,824	2,082	2,879	0,821	2,085	2,885
		500	0,812	2,250	2,981	0,807	2,256	2,992
	2-6-1	100	0,824	2,083	2,880	0,821	2,085	2,884
		200	0,824	2,080	2,878	0,821	2,081	2,881
		300	0,825	2,078	2,876	0,821	2,081	2,882

HM,IT (M3)		400	0,824	2,082	2,879	0,821	2,085	2,883
		500	0,825	2,079	2,877	0,821	2,082	2,882
	2-8-1	100	0,824	2,082	2,879	0,821	2,085	2,885
		200	0,822	2,098	2,896	0,819	2,103	2,903
		300	0,825	2,081	2,877	0,821	2,084	2,883
		400	0,825	2,081	2,877	0,821	2,085	2,882
		500	0,824	2,082	2,880	0,821	2,086	2,886
	2-10-1	100	0,825	2,079	2,877	0,821	2,082	2,882
		200	0,824	2,085	2,883	0,821	2,088	2,888
		300	0,825	2,079	2,877	0,821	2,082	2,883
		400	0,825	2,079	2,877	0,821	2,082	2,884
		500	0,825	2,079	2,877	0,821	2,083	2,884
	2-5-7-1	100	0,823	2,092	2,893	0,820	2,094	2,895
		200	0,823	2,093	2,892	0,819	2,097	2,897
		300	0,825	2,076	2,874	0,821	2,079	2,880
		400	0,825	2,077	2,875	0,821	2,080	2,880
		500	0,825	2,077	2,875	0,821	2,080	2,881
	2-9-11-1	100	0,825	2,081	2,874	0,821	2,086	2,883
		200	0,825	2,077	2,873	0,821	2,081	2,882
		300	0,825	2,076	2,873	0,821	2,080	2,881
		400	0,825	2,075	2,873	0,821	2,078	2,881
		500	0,825	2,078	2,875	0,822	2,080	2,880
	2-4-1	100	0,863	1,748	2,349	0,802	2,03	2,959
		200	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,745	2,348	0,803	2,027	2,956
		400	0,863	1,745	2,348	0,803	2,027	2,956
		500	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
	2-6-1	100	0,863	1,745	2,348	0,803	2,027	2,956
		200	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		400	0,863	1,744	2,346	0,803	2,026	2,957
		500	0,863	1,745	2,345	0,803	2,027	2,953
	2-8-1	100	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		200	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,744	2,346	0,803	2,026	2,956
		500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-10-1	100	0,863	1,745	2,348	0,803	2,027	2,957
		200	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		300	0,863	1,742	2,345	0,803	2,025	2,956
		400	0,863	1,742	2,345	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,742	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-5-7-1	100	0,863	1,744	2,348	0,802	2,027	2,96
		200	0,863	1,741	2,344	0,803	2,025	2,956
		300	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,742	2,345	0,803	2,025	2,955

HM, USG (M4)	2-9-11-1	500	0,863	1,746	2,348	0,803	2,027	2,957
		100	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		200	0,863	1,741	2,343	0,803	2,024	2,955
		300	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,956
		400	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,741	2,344	0,803	2,025	2,956
	2-4-1	100	0,714	2,750	4,361	0,682	2,964	4,777
		200	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,786
		300	0,714	2,753	4,364	0,681	2,970	4,786
		400	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,786
		500	0,714	2,752	4,364	0,681	2,970	4,785
	2-6-1	100	0,714	2,752	4,361	0,682	2,968	4,780
		200	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
		300	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
		400	0,714	2,752	4,362	0,681	2,971	4,785
		500	0,714	2,751	4,362	0,681	2,968	4,783
	2-8-1	100	0,714	2,752	4,362	0,681	2,970	4,784
		200	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
		300	0,714	2,751	4,359	0,682	2,966	4,779
		400	0,714	2,751	4,361	0,682	2,968	4,781
		500	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
	2-10-1	100	0,714	2,752	4,363	0,681	2,970	4,784
		200	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
		300	0,714	2,752	4,362	0,681	2,969	4,783
		400	0,714	2,751	4,359	0,682	2,967	4,779
		500	0,714	2,751	4,361	0,681	2,968	4,782
BT,DG, USG (M5)	2-5-7-1	100	0,714	2,750	4,361	0,682	2,966	4,782
		200	0,714	2,751	4,364	0,682	2,967	4,783
		300	0,714	2,751	4,360	0,681	2,969	4,788
		400	0,714	2,751	4,362	0,681	2,968	4,783
		500	0,714	2,751	4,359	0,682	2,968	4,781
	2-9-11-1	100	0,714	2,750	4,360	0,682	2,967	4,780
		200	0,714	2,750	4,359	0,682	2,967	4,780
		300	0,714	2,751	4,362	0,681	2,970	4,787
		400	0,715	2,748	4,354	0,679	2,971	4,796
		500	0,715	2,748	4,355	0,681	2,969	4,784
	3-4-1	100	0,693	2,102	2,632	0,634	2,532	3,478
		200	0,694	2,101	2,628	0,634	2,533	3,477
		300	0,693	2,102	2,631	0,634	2,533	3,478
		400	0,693	2,102	2,631	0,634	2,533	3,479
		500	0,694	2,101	2,628	0,634	2,533	3,477
	3-6-1	100	0,695	2,097	2,624	0,633	2,531	3,477
		200	0,695	2,097	2,624	0,633	2,531	3,479
		300	0,694	2,097	2,625	0,634	2,528	3,476
		400	0,694	2,098	2,626	0,634	2,529	3,474
		500	0,695	2,098	2,623	0,633	2,531	3,476

HM, IT, USG (M6)	3-8-1	100	0,695	2,097	2,624	0,634	2,529	3,476
		200	0,694	2,099	2,626	0,634	2,530	3,475
		300	0,694	2,097	2,625	0,634	2,529	3,476
		400	0,695	2,097	2,623	0,634	2,529	3,475
		500	0,693	2,101	2,630	0,634	2,531	3,477
	3-10-1	100	0,694	2,098	2,626	0,633	2,532	3,479
		200	0,695	2,095	2,623	0,634	2,528	3,475
		300	0,695	2,096	2,622	0,633	2,529	3,476
		400	0,695	2,096	2,622	0,634	2,529	3,475
		500	0,695	2,096	2,622	0,634	2,529	3,474
	3-5-7-1	100	0,693	2,102	2,631	0,632	2,536	3,481
		200	0,692	2,106	2,634	0,633	2,536	3,479
		300	0,695	2,097	2,624	0,634	2,529	3,474
		400	0,695	2,096	2,622	0,634	2,529	3,475
		500	0,695	2,095	2,622	0,634	2,529	3,474
	3-9-11-1	100	0,696	2,094	2,620	0,634	2,529	3,475
		200	0,696	2,094	2,619	0,633	2,530	3,476
		300	0,696	2,094	2,620	0,633	2,530	3,476
		400	0,697	2,090	2,615	0,632	2,531	3,480
		500	0,696	2,092	2,617	0,633	2,531	3,478
	3-4-1	100	0,845	1,895	2,469	0,798	2,100	2,842
		200	0,853	1,793	2,405	0,806	1,998	2,780
		300	0,853	1,791	2,403	0,807	1,994	2,775
		400	0,853	1,791	2,403	0,807	1,995	2,776
		500	0,853	1,793	2,405	0,806	1,998	2,780
	3-6-1	100	0,853	1,791	2,402	0,807	1,995	2,776
		200	0,853	1,791	2,403	0,807	1,995	2,776
		300	0,853	1,790	2,402	0,807	1,994	2,775
		400	0,853	1,791	2,403	0,807	1,997	2,778
		500	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,774
	3-8-1	100	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,775
		200	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,774
		300	0,854	1,788	2,400	0,807	1,994	2,773
		400	0,854	1,789	2,400	0,807	1,994	2,774
		500	0,854	1,788	2,400	0,807	1,994	2,773
	3-10-1	100	0,854	1,789	2,400	0,807	1,994	2,774
		200	0,854	1,789	2,399	0,807	1,995	2,774
		300	0,853	1,791	2,404	0,807	1,996	2,778
		400	0,854	1,788	2,400	0,807	1,994	2,774
		500	0,854	1,789	2,400	0,807	1,996	2,778
	3-5-7-1	100	0,852	1,798	2,416	0,806	2,001	2,782
		200	0,853	1,790	2,402	0,807	1,996	2,778
		300	0,853	1,790	2,403	0,807	1,996	2,778
		400	0,854	1,788	2,398	0,807	1,993	2,773
		500	0,853	1,790	2,402	0,807	1,996	2,777
	3-9-11-1	100	0,854	1,788	2,398	0,807	1,995	2,774

HM, IT, BT (M7)		200	0,854	1,788	2,398	0,807	1,995	2,775
		300	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,773
		400	0,854	1,788	2,398	0,807	1,995	2,775
		500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,774
	3-4-1	100	0,721	2,790	4,453	0,685	2,772	4,373
		200	0,721	2,790	4,450	0,686	2,768	4,366
		300	0,721	2,790	4,446	0,686	2,768	4,364
		400	0,721	2,790	4,446	0,686	2,769	4,364
		500	0,722	2,789	4,445	0,686	2,769	4,364
	3-6-1	100	0,722	2,787	4,444	0,686	2,766	4,364
		200	0,721	2,785	4,448	0,685	2,766	4,368
		300	0,721	2,789	4,450	0,685	2,768	4,368
		400	0,722	2,787	4,445	0,686	2,767	4,363
		500	0,721	2,790	4,446	0,686	2,769	4,364
	3-8-1	100	0,722	2,784	4,441	0,686	2,765	4,362
		200	0,721	2,788	4,449	0,685	2,768	4,368
		300	0,722	2,784	4,441	0,686	2,765	4,363
		400	0,722	2,789	4,443	0,686	2,769	4,363
		500	0,722	2,798	4,442	0,686	2,778	4,361
	3-10-1	100	0,722	2,784	4,438	0,686	2,765	4,362
		200	0,723	2,783	4,437	0,686	2,764	4,361
		300	0,722	2,787	4,443	0,686	2,767	4,365
		400	0,722	2,787	4,443	0,686	2,768	4,364
		500	0,722	2,784	4,439	0,686	2,764	4,359
HM,BT, USG (M8)	3-5-7-1	100	0,721	2,794	4,449	0,684	2,777	4,380
		200	0,723	2,783	4,437	0,687	2,762	4,358
		300	0,720	2,793	4,454	0,684	2,775	4,379
		400	0,720	2,788	4,454	0,684	2,768	4,374
		500	0,722	2,787	4,444	0,686	2,768	4,365
	3-9-11-1	100	0,723	2,780	4,432	0,686	2,764	4,360
		200	0,722	2,783	4,442	0,685	2,768	4,370
		300	0,723	2,782	4,433	0,685	2,768	4,366
		400	0,723	2,784	4,431	0,686	2,767	4,362
		500	0,723	2,779	4,430	0,686	2,763	4,360
	3-4-1	100	0,722	2,692	4,301	0,694	2,885	4,704
		200	0,722	2,695	4,297	0,694	2,891	4,702
		300	0,723	2,689	4,294	0,694	2,884	4,700
		400	0,724	2,686	4,288	0,695	2,883	4,695
		500	0,721	2,692	4,307	0,694	2,882	4,700
	3-6-1	100	0,724	2,686	4,287	0,695	2,884	4,693
		200	0,724	2,684	4,286	0,695	2,879	4,693
		300	0,724	2,683	4,282	0,696	2,876	4,684
		400	0,723	2,694	4,295	0,694	2,890	4,704
		500	0,724	2,683	4,286	0,695	2,880	4,691
	3-8-1	100	0,724	2,686	4,286	0,695	2,882	4,690
		200	0,723	2,683	4,289	0,695	2,881	4,694

DG, HM, IT, USG (M9)		300	0,724	2,684	4,282	0,696	2,879	4,687
		400	0,724	2,684	4,285	0,696	2,874	4,685
		500	0,724	2,684	4,286	0,695	2,879	4,691
	3-10-1	100	0,724	2,685	4,286	0,696	2,880	4,689
		200	0,724	2,683	4,282	0,696	2,879	4,686
		300	0,724	2,683	4,281	0,696	2,876	4,684
		400	0,724	2,683	4,286	0,695	2,878	4,691
		500	0,723	2,685	4,289	0,695	2,882	4,695
	3-5-7-1	100	0,722	2,692	4,301	0,694	2,887	4,703
		200	0,725	2,680	4,278	0,696	2,875	4,683
		300	0,725	2,679	4,278	0,696	2,876	4,687
		400	0,725	2,681	4,279	0,696	2,874	4,683
		500	0,724	2,680	4,281	0,696	2,875	4,688
	3-9-11-1	100	0,725	2,677	4,275	0,696	2,874	4,684
		200	0,725	2,678	4,274	0,696	2,876	4,688
		300	0,723	2,684	4,293	0,694	2,879	4,699
		400	0,726	2,675	4,271	0,695	2,878	4,692
		500	0,724	2,682	4,282	0,695	2,879	4,691
	4-4-1	100	0,868	1,706	2,298	0,812	1,981	2,900
		200	0,870	1,695	2,284	0,813	1,972	2,888
		300	0,870	1,694	2,285	0,812	1,972	2,891
		400	0,869	1,700	2,292	0,813	1,974	2,892
		500	0,869	1,701	2,294	0,812	1,976	2,894
	4-6-1	100	0,870	1,689	2,281	0,813	1,969	2,889
		200	0,871	1,686	2,279	0,813	1,965	2,885
		300	0,869	1,702	2,293	0,812	1,979	2,898
		400	0,870	1,690	2,281	0,813	1,969	2,886
		500	0,870	1,694	2,286	0,813	1,970	2,887
	4-8-1	100	0,871	1,686	2,277	0,814	1,964	2,882
		200	0,870	1,693	2,285	0,813	1,970	2,888
		300	0,870	1,694	2,286	0,813	1,970	2,887
		400	0,870	1,693	2,284	0,813	1,970	2,887
		500	0,871	1,690	2,280	0,813	1,969	2,886
	4-10-1	100	0,871	1,688	2,279	0,813	1,968	2,885
		200	0,871	1,689	2,279	0,813	1,968	2,885
		300	0,871	1,685	2,276	0,813	1,966	2,884
		400	0,871	1,687	2,279	0,813	1,968	2,886
		500	0,870	1,690	2,284	0,814	1,966	2,884
	4-5-7-1	100	0,869	1,698	2,293	0,810	1,983	2,907
		200	0,869	1,696	2,289	0,813	1,973	2,893
		300	0,870	1,689	2,281	0,813	1,967	2,886
		400	0,869	1,704	2,296	0,811	1,982	2,903
		500	0,870	1,690	2,284	0,812	1,970	2,891
	4-9-11-1	100	0,871	1,686	2,277	0,813	1,967	2,890
		200	0,871	1,683	2,273	0,814	1,963	2,880
		300	0,872	1,680	2,271	0,814	1,962	2,881

IT, DG, BT, USG (M10)		400	0,872	1,685	2,270	0,813	1,967	2,881
		500	0,871	1,682	2,272	0,813	1,964	2,883
	4-4-1	100	0,725	2,044	2,613	0,697	2,173	2,838
		200	0,725	2,040	2,610	0,697	2,170	2,838
		300	0,724	2,047	2,617	0,696	2,176	2,843
		400	0,726	2,039	2,608	0,697	2,169	2,836
		500	0,725	2,041	2,611	0,697	2,171	2,838
	4-6-1	100	0,726	2,040	2,608	0,697	2,171	2,838
		200	0,725	2,042	2,611	0,697	2,172	2,840
		300	0,727	2,037	2,603	0,698	2,167	2,832
		400	0,726	2,040	2,606	0,698	2,169	2,834
		500	0,726	2,040	2,608	0,698	2,168	2,833
	4-8-1	100	0,727	2,037	2,603	0,698	2,170	2,835
		200	0,727	2,037	2,604	0,697	2,170	2,836
		300	0,725	2,041	2,610	0,697	2,172	2,840
		400	0,726	2,038	2,604	0,698	2,168	2,833
		500	0,726	2,038	2,606	0,697	2,169	2,836
	4-10-1	100	0,727	2,037	2,603	0,698	2,167	2,831
		200	0,727	2,037	2,603	0,698	2,167	2,832
		300	0,727	2,036	2,603	0,698	2,167	2,832
		400	0,727	2,037	2,603	0,698	2,166	2,831
		500	0,727	2,036	2,601	0,698	2,168	2,833
HM, DG, BT, USG (M11)	4-5-7-1	100	0,727	2,037	2,602	0,698	2,166	2,831
		200	0,725	2,043	2,609	0,697	2,173	2,837
		300	0,726	2,040	2,606	0,697	2,170	2,836
		400	0,727	2,037	2,602	0,699	2,167	2,830
		500	0,727	2,035	2,600	0,698	2,166	2,831
	4-9-11-1	100	0,728	2,032	2,597	0,698	2,167	2,833
		200	0,728	2,033	2,598	0,698	2,167	2,833
		300	0,728	2,031	2,595	0,698	2,167	2,834
		400	0,729	2,031	2,594	0,697	2,169	2,836
		500	0,729	2,030	2,594	0,698	2,168	2,835
	4-4-1	100	0,770	1,913	3,044	0,673	4,499	6,892
		200	0,770	1,907	3,040	0,674	4,499	6,878
		300	0,769	1,913	3,051	0,671	4,489	6,890
		400	0,770	1,907	3,044	0,672	4,497	6,895
		500	0,767	1,925	3,058	0,668	4,496	6,909
	4-6-1	100	0,771	1,902	3,038	0,673	4,484	6,878
		200	0,769	1,911	3,049	0,671	4,512	6,898
		300	0,771	1,902	3,034	0,672	4,489	6,885
		400	0,771	1,900	3,038	0,674	4,486	6,878
		500	0,771	1,901	3,036	0,672	4,503	6,886
	4-8-1	100	0,772	1,895	3,030	0,672	4,496	6,883
		200	0,773	1,888	3,024	0,674	4,466	6,865
		300	0,773	1,895	3,024	0,674	4,477	6,874
		400	0,773	1,887	3,022	0,673	4,469	6,870

HM, IT, BT, DG (M12)	4-10-1	500	0,771	1,902	3,034	0,673	4,490	6,886
		100	0,772	1,893	3,025	0,673	4,487	6,872
		200	0,774	1,885	3,018	0,673	4,468	6,858
		300	0,772	1,891	3,027	0,674	4,500	6,875
		400	0,774	1,885	3,017	0,672	4,485	6,875
	4-5-7-1	500	0,773	1,893	3,021	0,672	4,481	6,878
		100	0,770	1,907	3,041	0,672	4,501	6,898
		200	0,768	1,914	3,053	0,670	4,507	6,896
		300	0,770	1,903	3,040	0,670	4,501	6,898
		400	0,770	1,900	3,039	0,672	4,492	6,881
	4-9-11-1	500	0,772	1,888	3,029	0,671	4,500	6,899
		100	0,775	1,875	3,005	0,671	4,485	6,872
		200	0,774	1,882	3,013	0,673	4,487	6,872
		300	0,775	1,877	3,007	0,671	4,490	6,881
		400	0,776	1,875	3,001	0,670	4,491	6,880
	4-4-1	500	0,773	1,885	3,019	0,671	4,498	6,885
		100	0,879	1,591	2,377	0,696	3,495	5,679
		200	0,88	1,58	2,366	0,696	3,488	5,67
		300	0,881	1,579	2,359	0,696	3,487	5,663
		400	0,88	1,594	2,369	0,696	3,492	5,673
	4-6-1	500	0,879	1,59	2,379	0,697	3,495	5,67
		100	0,882	1,573	2,348	0,696	3,487	5,654
		200	0,862	1,642	2,544	0,691	3,56	5,823
		300	0,882	1,571	2,348	0,697	3,485	5,657
		400	0,882	1,567	2,343	0,697	3,483	5,648
	4-8-1	500	0,88	1,586	2,367	0,696	3,498	5,676
		100	0,883	1,564	2,34	0,697	3,482	5,648
		200	0,883	1,56	2,336	0,697	3,477	5,646
		300	0,883	1,558	2,332	0,697	3,477	5,644
		400	0,883	1,561	2,334	0,697	3,479	5,645
	4-10-1	500	0,883	1,567	2,339	0,697	3,483	5,652
		100	0,843	1,641	2,719	0,67	3,622	6,061
		200	0,882	1,567	2,342	0,698	3,48	5,646
		300	0,883	1,56	2,336	0,698	3,472	5,64
		400	0,883	1,56	2,335	0,697	3,478	5,646
	4-5-7-1	500	0,883	1,564	2,338	0,698	3,477	5,643
		100	0,883	1,568	2,337	0,696	3,485	5,654
		200	0,882	1,576	2,344	0,696	3,492	5,66
		300	0,88	1,589	2,368	0,698	3,49	5,66
		400	0,883	1,559	2,334	0,697	3,478	5,648
	4-9-11-1	500	0,884	1,56	2,331	0,697	3,476	5,647
		100	0,884	1,549	2,323	0,697	3,471	5,639
		200	0,884	1,555	2,328	0,697	3,475	5,648
		300	0,884	1,554	2,326	0,697	3,477	5,647
		400	0,884	1,557	2,329	0,696	3,485	5,661
		500	0,883	1,559	2,332	0,695	3,484	5,655

Ek 6. Ölçeklendirilmiş verilerle Levenberg-Marquardt (LM) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlarla hasta yatış süresinin tahmini için geliştirilen YSA modellerinin eğitim ve test veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması

Girdiler	Modelin Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM (M1)	1-4-1	100	0,728	2,483	3,997	0,673	3,486	5,730
		200	0,729	2,476	3,996	0,673	3,478	5,726
		300	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,725
		400	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,726
		500	0,729	2,475	3,996	0,673	3,477	5,725
	1-6-1	100	0,729	2,473	3,994	0,672	3,481	5,731
		200	0,729	2,476	3,994	0,672	3,483	5,732
		300	0,729	2,475	3,993	0,672	3,480	5,729
		400	0,729	2,472	3,994	0,672	3,480	5,731
		500	0,729	2,473	3,993	0,672	3,480	5,730
	1-8-1	100	0,729	2,474	3,994	0,672	3,482	5,732
		200	0,729	2,473	3,993	0,672	3,480	5,731
		300	0,729	2,472	3,993	0,672	3,480	5,731
		400	0,729	2,472	3,993	0,672	3,480	5,731
		500	0,729	2,472	3,993	0,672	3,480	5,731
	1-10-1	100	0,729	2,476	3,994	0,672	3,484	5,733
		200	0,729	2,473	3,993	0,672	3,482	5,733
		300	0,729	2,473	3,993	0,672	3,481	5,732
		400	0,729	2,472	3,993	0,672	3,481	5,732
		500	0,729	2,472	3,993	0,672	3,481	5,733
	1-5-7-1	100	0,729	2,473	3,993	0,672	3,481	5,732
		200	0,729	2,473	3,994	0,672	3,482	5,733
		300	0,729	2,472	3,993	0,671	3,482	5,734
		400	0,729	2,469	3,993	0,672	3,482	5,734
		500	0,729	2,472	3,993	0,672	3,481	5,732
	1-9-11-1	100	0,729	2,469	3,992	0,672	3,482	5,737
		200	0,729	2,472	3,992	0,672	3,481	5,734
		300	0,729	2,471	3,991	0,671	3,482	5,735
		400	0,729	2,472	3,990	0,671	3,482	5,736
		500	0,729	2,473	3,991	0,671	3,482	5,735
HM, BT (M2)	2-4-1	100	0,824	2,087	2,884	0,820	2,092	2,892
		200	0,824	2,082	2,880	0,821	2,086	2,886
		300	0,824	2,086	2,884	0,820	2,090	2,891
		400	0,824	2,086	2,883	0,820	2,090	2,890
		500	0,824	2,081	2,879	0,821	2,085	2,884
	2-6-1	100	0,824	2,086	2,884	0,820	2,090	2,891
		200	0,825	2,079	2,877	0,821	2,082	2,881
		300	0,825	2,078	2,875	0,822	2,082	2,880

HM, IT (M3)		400	0,824	2,086	2,884	0,820	2,090	2,891
		500	0,825	2,078	2,876	0,821	2,080	2,880
	2-8-1	100	0,824	2,084	2,884	0,820	2,089	2,891
		200	0,825	2,080	2,877	0,821	2,083	2,883
		300	0,824	2,083	2,881	0,821	2,086	2,887
		400	0,825	2,078	2,876	0,821	2,080	2,880
		500	0,825	2,080	2,877	0,821	2,083	2,882
	2-10-1	100	0,825	2,079	2,876	0,821	2,082	2,882
		200	0,825	2,081	2,877	0,821	2,083	2,881
		300	0,825	2,077	2,875	0,821	2,080	2,880
		400	0,824	2,080	2,878	0,821	2,083	2,882
		500	0,825	2,079	2,875	0,821	2,082	2,881
	2-5-7-1	100	0,825	2,076	2,875	0,821	2,079	2,880
		200	0,825	2,077	2,874	0,822	2,079	2,879
		300	0,825	2,079	2,875	0,821	2,081	2,882
		400	0,825	2,077	2,875	0,822	2,079	2,880
		500	0,825	2,077	2,875	0,822	2,080	2,880
	2-9-11-1	100	0,825	2,075	2,871	0,821	2,082	2,882
		200	0,825	2,075	2,872	0,821	2,080	2,881
		300	0,825	2,074	2,870	0,822	2,079	2,879
		400	0,826	2,073	2,869	0,821	2,080	2,881
		500	0,825	2,079	2,876	0,822	2,079	2,878
	2-4-1	100	0,858	1,823	2,391	0,795	2,108	3,006
		200	0,863	1,744	2,346	0,803	2,026	2,956
		300	0,861	1,774	2,360	0,801	2,055	2,969
		400	0,863	1,745	2,347	0,803	2,027	2,957
		500	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
	2-6-1	100	0,862	1,760	2,350	0,802	2,039	2,955
		200	0,863	1,743	2,346	0,803	2,025	2,955
		300	0,862	1,756	2,353	0,802	2,037	2,960
		400	0,863	1,743	2,346	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-8-1	100	0,861	1,778	2,364	0,800	2,061	2,976
		200	0,862	1,762	2,355	0,802	2,041	2,961
		300	0,863	1,747	2,349	0,803	2,027	2,956
		400	0,863	1,745	2,347	0,803	2,026	2,956
		500	0,863	1,743	2,346	0,803	2,025	2,955
	2-10-1	100	0,862	1,770	2,357	0,801	2,050	2,964
		200	0,863	1,748	2,348	0,802	2,029	2,957
		300	0,862	1,749	2,350	0,802	2,030	2,958
		400	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
	2-5-7-1	100	0,862	1,757	2,353	0,802	2,037	2,960
		200	0,863	1,746	2,348	0,803	2,027	2,955
		300	0,863	1,750	2,349	0,802	2,030	2,957
		400	0,863	1,743	2,346	0,803	2,025	2,955

HM, USG (M4)	2-9-11-1	500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		100	0,861	1,769	2,359	0,801	2,049	2,966
		200	0,863	1,748	2,347	0,803	2,028	2,955
		300	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,743	2,344	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,742	2,344	0,803	2,025	2,955
	2-4-1	100	0,713	2,770	4,368	0,680	2,986	4,795
		200	0,713	2,754	4,365	0,681	2,970	4,786
		300	0,714	2,753	4,362	0,681	2,970	4,783
		400	0,714	2,748	4,364	0,681	2,964	4,784
		500	0,714	2,750	4,363	0,682	2,965	4,781
	2-6-1	100	0,714	2,751	4,360	0,682	2,966	4,779
		200	0,714	2,750	4,359	0,682	2,966	4,777
		300	0,714	2,748	4,363	0,681	2,965	4,786
		400	0,714	2,752	4,360	0,682	2,968	4,780
		500	0,714	2,751	4,359	0,682	2,967	4,780
	2-8-1	100	0,714	2,749	4,362	0,682	2,964	4,783
		200	0,714	2,751	4,360	0,682	2,966	4,779
		300	0,714	2,751	4,360	0,682	2,967	4,782
		400	0,714	2,750	4,358	0,682	2,968	4,782
		500	0,714	2,751	4,359	0,682	2,967	4,780
	2-10-1	100	0,714	2,759	4,363	0,680	2,973	4,790
		200	0,715	2,753	4,357	0,681	2,969	4,782
		300	0,714	2,751	4,359	0,681	2,968	4,783
		400	0,714	2,751	4,358	0,677	2,972	4,814
		500	0,714	2,751	4,357	0,672	2,974	4,844
BT,DG, USG (M5)	2-5-7-1	100	0,714	2,754	4,361	0,682	2,968	4,782
		200	0,714	2,752	4,358	0,682	2,969	4,780
		300	0,714	2,750	4,358	0,682	2,968	4,782
		400	0,715	2,750	4,357	0,681	2,970	4,786
		500	0,714	2,750	4,358	0,681	2,968	4,786
	2-9-11-1	100	0,714	2,751	4,359	0,681	2,968	4,787
		200	0,715	2,749	4,356	0,668	2,979	4,871
		300	0,715	2,748	4,353	0,667	2,979	4,876
		400	0,716	2,745	4,350	0,673	2,974	4,841
		500	0,715	2,748	4,353	0,659	2,981	4,934
	3-4-1	100	0,692	1,174	2,197	0,633	2,540	3,483
		200	0,693	1,171	2,191	0,633	2,537	3,481
		300	0,694	1,168	2,183	0,633	2,529	3,478
		400	0,693	1,170	2,187	0,634	2,532	3,477
		500	0,693	1,170	2,187	0,634	2,532	3,477
	3-6-1	100	0,693	1,167	2,188	0,633	2,536	3,480
		200	0,694	1,167	2,181	0,634	2,530	3,477
		300	0,694	1,167	2,183	0,633	2,531	3,478
		400	0,694	1,168	2,184	0,634	2,530	3,475
		500	0,694	1,167	2,181	0,634	2,530	3,477

HM, IT, USG (M6)	3-8-1	100	0,694	1,168	2,184	0,634	2,530	3,477
		200	0,695	1,167	2,182	0,634	2,529	3,476
		300	0,694	1,167	2,183	0,634	2,531	3,475
		400	0,695	1,167	2,182	0,634	2,530	3,477
		500	0,694	1,166	2,183	0,633	2,531	3,480
	3-10-1	100	0,693	1,167	2,187	0,633	2,536	3,482
		200	0,694	1,166	2,182	0,633	2,532	3,479
		300	0,695	1,167	2,181	0,633	2,530	3,478
		400	0,694	1,168	2,183	0,634	2,530	3,478
		500	0,695	1,165	2,179	0,633	2,531	3,478
	3-5-7-1	100	0,694	1,167	2,184	0,633	2,532	3,479
		200	0,695	1,167	2,180	0,633	2,529	3,478
		300	0,695	1,166	2,179	0,634	2,529	3,477
		400	0,696	1,163	2,175	0,633	2,530	3,478
		500	0,695	1,164	2,177	0,633	2,530	3,479
	3-9-11-1	100	0,695	1,164	2,178	0,633	2,531	3,476
		200	0,696	1,163	2,175	0,633	2,531	3,479
		300	0,696	1,160	2,171	0,626	2,535	3,496
		400	0,696	1,161	2,173	0,631	2,532	3,485
		500	0,697	1,161	2,171	0,631	2,531	3,485
	3-4-1	100	0,852	1,826	2,413	0,805	2,032	2,786
		200	0,853	1,792	2,403	0,807	1,996	2,775
		300	0,846	1,880	2,463	0,799	2,084	2,835
		400	0,853	1,792	2,403	0,807	1,996	2,776
		500	0,850	1,831	2,430	0,803	2,036	2,804
	3-6-1	100	0,852	1,814	2,416	0,805	2,022	2,791
		200	0,851	1,820	2,419	0,804	2,028	2,795
		300	0,853	1,791	2,401	0,807	1,995	2,773
		400	0,853	1,795	2,405	0,806	2,001	2,781
		500	0,854	1,791	2,400	0,807	1,997	2,774
	3-8-1	100	0,852	1,806	2,410	0,806	2,014	2,785
		200	0,853	1,797	2,402	0,807	2,003	2,776
		300	0,854	1,790	2,400	0,807	1,995	2,774
		400	0,854	1,790	2,400	0,807	1,996	2,775
		500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,995	2,774
	3-10-1	100	0,851	1,826	2,421	0,804	2,032	2,795
		200	0,853	1,804	2,408	0,806	2,010	2,780
		300	0,853	1,804	2,409	0,806	2,011	2,783
		400	0,853	1,792	2,402	0,807	1,999	2,777
		500	0,853	1,793	2,403	0,807	1,999	2,777
	3-5-7-1	100	0,852	1,814	2,414	0,805	2,020	2,788
		200	0,854	1,790	2,400	0,807	1,997	2,775
		300	0,853	1,792	2,403	0,807	1,998	2,778
		400	0,854	1,788	2,398	0,807	1,994	2,774
		500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,773
	3-9-11-1	100	0,854	1,792	2,400	0,807	1,997	2,774

HM, IT, BT (M7)		200	0,854	1,788	2,398	0,807	1,994	2,773
		300	0,854	1,788	2,398	0,807	1,995	2,773
		400	0,854	1,788	2,398	0,807	1,994	2,773
		500	0,854	1,787	2,397	0,807	1,994	2,774
		100	0,720	2,816	4,462	0,683	2,797	4,383
	3-4-1	200	0,720	2,828	4,460	0,684	2,805	4,375
		300	0,720	2,796	4,455	0,685	2,775	4,373
		400	0,721	2,792	4,454	0,684	2,772	4,374
		500	0,712	2,899	4,519	0,675	2,876	4,441
		100	0,720	2,828	4,460	0,683	2,807	4,381
	3-6-1	200	0,721	2,806	4,451	0,685	2,785	4,371
		300	0,721	2,808	4,450	0,685	2,785	4,368
		400	0,721	2,789	4,446	0,686	2,769	4,366
		500	0,722	2,786	4,444	0,686	2,764	4,363
		100	0,721	2,797	4,446	0,685	2,776	4,367
	3-8-1	200	0,722	2,792	4,446	0,686	2,770	4,365
		300	0,722	2,788	4,441	0,686	2,768	4,363
		400	0,721	2,794	4,447	0,686	2,772	4,365
		500	0,721	2,790	4,447	0,685	2,770	4,367
		100	0,720	2,817	4,454	0,684	2,795	4,373
	3-10-1	200	0,722	2,790	4,442	0,686	2,770	4,365
		300	0,721	2,804	4,446	0,685	2,784	4,368
		400	0,722	2,789	4,441	0,686	2,771	4,364
		500	0,722	2,791	4,440	0,686	2,771	4,362
		100	0,721	2,800	4,448	0,685	2,779	4,367
HM,BT, USG (M8)	3-5-7-1	200	0,722	2,789	4,443	0,685	2,770	4,367
		300	0,723	2,781	4,438	0,674	2,771	4,452
		400	0,722	2,788	4,442	0,686	2,768	4,365
		500	0,723	2,783	4,437	0,685	2,768	4,369
		100	0,722	2,796	4,441	0,685	2,780	4,372
	3-9-11-1	200	0,723	2,782	4,433	0,686	2,768	4,365
		300	0,722	2,788	4,438	0,686	2,769	4,365
		400	0,723	2,781	4,433	0,686	2,764	4,365
		500	0,724	2,780	4,429	0,684	2,767	4,377
		100	0,721	2,719	4,305	0,692	2,910	4,713
	3-4-1	200	0,722	2,708	4,297	0,693	2,904	4,707
		300	0,723	2,689	4,291	0,695	2,887	4,695
		400	0,722	2,700	4,302	0,694	2,894	4,704
		500	0,723	2,696	4,295	0,695	2,889	4,694
		100	0,723	2,703	4,291	0,694	2,898	4,698
	3-6-1	200	0,723	2,696	4,289	0,695	2,891	4,696
		300	0,724	2,686	4,285	0,695	2,882	4,690
		400	0,724	2,690	4,285	0,696	2,884	4,690
		500	0,724	2,685	4,283	0,696	2,878	4,684
		100	0,723	2,706	4,291	0,694	2,900	4,698
	3-8-1	200	0,724	2,687	4,283	0,696	2,883	4,690

DG, HM, IT, USG (M9)		300	0,724	2,684	4,281	0,695	2,881	4,688
		400	0,724	2,687	4,283	0,696	2,881	4,688
		500	0,725	2,687	4,280	0,695	2,884	4,690
		100	0,723	2,706	4,294	0,694	2,899	4,698
		200	0,723	2,704	4,291	0,694	2,898	4,697
	3-10-1	300	0,724	2,689	4,281	0,696	2,883	4,686
		400	0,725	2,686	4,280	0,694	2,885	4,698
		500	0,725	2,683	4,280	0,692	2,884	4,714
		100	0,724	2,684	4,283	0,696	2,878	4,685
		200	0,725	2,683	4,280	0,696	2,878	4,686
	3-5-7-1	300	0,725	2,680	4,277	0,696	2,876	4,686
		400	0,725	2,687	4,279	0,696	2,882	4,684
		500	0,725	2,681	4,278	0,696	2,879	4,685
		100	0,725	2,685	4,277	0,695	2,883	4,692
		200	0,725	2,689	4,276	0,695	2,886	4,692
	3-9-11-1	300	0,725	2,681	4,276	0,692	2,881	4,711
		400	0,726	2,677	4,267	0,681	2,890	4,787
		500	0,727	2,674	4,264	0,628	2,896	5,176
		100	0,869	1,706	2,294	0,812	1,982	2,895
		200	0,867	1,734	2,310	0,810	2,010	2,913
	4-4-1	300	0,869	1,700	2,291	0,813	1,976	2,893
		400	0,868	1,720	2,302	0,811	1,998	2,903
		500	0,870	1,694	2,286	0,812	1,973	2,892
		100	0,867	1,745	2,311	0,809	2,022	2,913
		200	0,866	1,745	2,315	0,808	2,025	2,921
	4-6-1	300	0,867	1,733	2,310	0,810	2,011	2,913
		400	0,870	1,694	2,285	0,813	1,973	2,890
		500	0,870	1,690	2,281	0,813	1,968	2,887
		100	0,865	1,762	2,324	0,807	2,041	2,931
		200	0,870	1,698	2,287	0,812	1,976	2,891
	4-8-1	300	0,871	1,691	2,280	0,813	1,970	2,886
		400	0,870	1,695	2,285	0,812	1,974	2,890
		500	0,870	1,691	2,283	0,812	1,971	2,890
		100	0,869	1,716	2,295	0,811	1,995	2,900
		200	0,870	1,692	2,281	0,813	1,971	2,887
	4-10-1	300	0,871	1,696	2,280	0,813	1,975	2,886
		400	0,870	1,689	2,281	0,813	1,970	2,889
		500	0,869	1,708	2,290	0,812	1,986	2,893
		100	0,869	1,705	2,292	0,812	1,981	2,892
		200	0,870	1,697	2,287	0,812	1,975	2,892
	4-5-7-1	300	0,870	1,699	2,285	0,813	1,974	2,884
		400	0,870	1,692	2,283	0,813	1,969	2,887
		500	0,870	1,693	2,283	0,813	1,972	2,889
		100	0,870	1,696	2,283	0,813	1,975	2,887
		200	0,870	1,701	2,286	0,812	1,980	2,891
	4-9-11-1	300	0,871	1,684	2,275	0,806	1,967	2,928

IT, DG, BT, USG (M10)		400	0,871	1,689	2,276	0,813	1,968	2,882
		500	0,871	1,682	2,272	0,814	1,963	2,882
	4-4-1	100	0,721	2,067	2,630	0,694	2,192	2,852
		200	0,724	2,048	2,615	0,697	2,174	2,838
		300	0,724	2,045	2,615	0,696	2,175	2,840
		400	0,726	2,041	2,608	0,698	2,169	2,833
		500	0,725	2,041	2,609	0,697	2,171	2,838
	4-6-1	100	0,722	2,066	2,626	0,694	2,192	2,850
		200	0,724	2,047	2,614	0,697	2,176	2,838
		300	0,726	2,039	2,605	0,698	2,168	2,833
		400	0,725	2,045	2,613	0,697	2,174	2,837
		500	0,726	2,040	2,607	0,698	2,169	2,834
	4-8-1	100	0,724	2,047	2,614	0,697	2,174	2,840
		200	0,725	2,043	2,611	0,697	2,172	2,836
		300	0,726	2,041	2,609	0,697	2,172	2,839
		400	0,727	2,038	2,603	0,698	2,168	2,833
		500	0,726	2,039	2,606	0,698	2,168	2,834
	4-10-1	100	0,722	2,064	2,626	0,695	2,190	2,849
		200	0,727	2,038	2,602	0,698	2,167	2,831
		300	0,727	2,040	2,604	0,698	2,171	2,834
		400	0,727	2,036	2,602	0,698	2,167	2,832
		500	0,727	2,036	2,603	0,698	2,168	2,833
HM, DG, BT, USG (M11)	4-5-7-1	100	0,724	2,047	2,618	0,696	2,176	2,842
		200	0,727	2,038	2,604	0,698	2,169	2,834
		300	0,727	2,036	2,603	0,698	2,168	2,833
		400	0,727	2,037	2,604	0,698	2,169	2,834
		500	0,727	2,036	2,601	0,698	2,167	2,831
	4-9-11-1	100	0,727	2,036	2,603	0,698	2,166	2,832
		200	0,726	2,038	2,605	0,698	2,167	2,833
		300	0,728	2,034	2,599	0,698	2,166	2,831
		400	0,728	2,033	2,598	0,698	2,167	2,833
		500	0,728	2,032	2,597	0,694	2,169	2,852
	4-4-1	100	0,770	1,918	3,044	0,673	4,501	6,901
		200	0,770	1,910	3,040	0,673	4,485	6,893
		300	0,770	1,907	3,040	0,672	4,483	6,888
		400	0,771	1,906	3,037	0,673	4,477	6,886
		500	0,769	1,926	3,049	0,672	4,504	6,906
	4-6-1	100	0,771	1,908	3,037	0,672	4,487	6,895
		200	0,771	1,906	3,033	0,672	4,480	6,890
		300	0,772	1,903	3,029	0,673	4,471	6,878
		400	0,772	1,896	3,027	0,675	4,471	6,864
		500	0,771	1,903	3,036	0,630	4,490	7,133
	4-8-1	100	0,772	1,907	3,030	0,669	4,484	6,902
		200	0,771	1,909	3,033	0,674	4,480	6,887
		300	0,771	1,911	3,034	0,670	4,487	6,897
		400	0,772	1,904	3,028	0,674	4,475	6,875

HM, IT, BT, DG (M12)	4-10-1	500	0,773	1,892	3,022	0,673	4,474	6,865
		100	0,772	1,908	3,029	0,674	4,477	6,876
		200	0,773	1,904	3,024	0,674	4,461	6,868
		300	0,772	1,903	3,026	0,673	4,466	6,874
		400	0,773	1,895	3,018	0,674	4,458	6,860
	4-5-7-1	500	0,773	1,891	3,019	0,675	4,464	6,858
		100	0,772	1,904	3,029	0,672	4,472	6,879
		200	0,770	1,914	3,040	0,673	4,481	6,887
		300	0,774	1,893	3,018	0,672	4,473	6,872
		400	0,773	1,896	3,020	0,654	4,489	6,976
	4-9-11-1	500	0,773	1,892	3,021	0,673	4,466	6,872
		100	0,773	1,900	3,020	0,671	4,463	6,880
		200	0,774	1,902	3,018	0,673	4,470	6,872
		300	0,775	1,885	3,009	0,672	4,475	6,871
		400	0,775	1,886	3,005	0,664	4,484	6,912
	4-4-1	500	0,776	1,880	3,001	0,623	4,494	7,156
		100	0,878	1,623	2,387	0,694	3,506	5,687
		200	0,879	1,618	2,375	0,694	3,511	5,695
		300	0,880	1,585	2,363	0,696	3,495	5,673
		400	0,880	1,593	2,365	0,696	3,503	5,680
	4-6-1	500	0,880	1,588	2,361	0,694	3,500	5,680
		100	0,881	1,585	2,356	0,696	3,495	5,673
		200	0,881	1,586	2,357	0,697	3,494	5,671
		300	0,881	1,587	2,360	0,696	3,493	5,669
		400	0,881	1,583	2,354	0,695	3,494	5,669
	4-8-1	500	0,882	1,572	2,344	0,697	3,485	5,656
		100	0,879	1,612	2,375	0,695	3,498	5,675
		200	0,881	1,587	2,353	0,696	3,495	5,668
		300	0,882	1,571	2,347	0,697	3,485	5,660
		400	0,882	1,571	2,343	0,697	3,480	5,650
	4-10-1	500	0,882	1,570	2,344	0,696	3,486	5,655
		100	0,880	1,600	2,363	0,696	3,494	5,666
		200	0,882	1,572	2,345	0,697	3,484	5,655
		300	0,883	1,569	2,341	0,696	3,487	5,655
		400	0,883	1,563	2,338	0,698	3,478	5,646
	4-5-7-1	500	0,883	1,567	2,340	0,697	3,481	5,652
		100	0,881	1,584	2,353	0,696	3,493	5,666
		200	0,882	1,578	2,350	0,696	3,490	5,669
		300	0,882	1,578	2,351	0,695	3,494	5,662
		400	0,883	1,564	2,338	0,697	3,479	5,649
	4-9-11-1	500	0,882	1,568	2,341	0,697	3,484	5,652
		100	0,884	1,558	2,327	0,698	3,474	5,647
		200	0,882	1,575	2,342	0,697	3,487	5,656
		300	0,883	1,568	2,336	0,697	3,484	5,651
		400	0,884	1,558	2,328	0,697	3,478	5,650
		500	0,885	1,554	2,320	0,697	3,475	5,647

Ek 7. Ölçeklendirilmiş verilerle Scaled Conjugate Gradient (SCG) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlarla hasta yatış süresinin tahmini için geliştirilen YSA modellerinin eğitim ve test veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması

Girdiler	Modelin Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM (M1)	1-4-1	100	0,720	2,609	4,062	0,669	3,524	5,740
		200	0,724	2,530	4,026	0,670	3,532	5,774
		300	0,725	2,526	4,020	0,669	3,528	5,777
		400	0,726	2,511	4,012	0,669	3,522	5,776
		500	0,726	2,506	4,011	0,669	3,519	5,771
	1-6-1	100	0,724	2,524	4,028	0,667	3,536	5,783
		200	0,725	2,505	4,019	0,668	3,521	5,772
		300	0,725	2,509	4,020	0,668	3,524	5,776
		400	0,726	2,499	4,015	0,669	3,507	5,754
		500	0,726	2,502	4,015	0,669	3,509	5,757
	1-8-1	100	0,721	2,471	4,054	0,666	3,520	5,799
		200	0,725	2,494	4,023	0,669	3,488	5,744
		300	0,725	2,490	4,018	0,669	3,489	5,743
		400	0,727	2,489	4,004	0,671	3,502	5,749
		500	0,727	2,491	4,005	0,671	3,502	5,749
	1-10-1	100	0,725	2,465	4,025	0,669	3,490	5,751
		200	0,727	2,499	4,009	0,671	3,499	5,742
		300	0,727	2,489	4,005	0,671	3,501	5,749
		400	0,727	2,488	4,004	0,671	3,500	5,749
		500	0,727	2,489	4,004	0,671	3,500	5,749
	1-5-7-1	100	0,714	2,591	4,109	0,657	3,535	5,763
		200	0,726	2,511	4,012	0,669	3,515	5,761
		300	0,722	2,554	4,044	0,668	3,551	5,794
		400	0,728	2,486	4,000	0,672	3,492	5,740
		500	0,726	2,518	4,016	0,669	3,522	5,769
	1-9-11-1	100	0,722	2,511	4,043	0,664	3,520	5,771
		200	0,726	2,496	4,014	0,669	3,508	5,763
		300	0,725	2,483	4,021	0,670	3,490	5,748
		400	0,724	2,514	4,027	0,668	3,511	5,758
		500	0,729	2,479	3,996	0,672	3,487	5,735
HM, BT (M2)	2-4-1	100	0,810	2,213	2,996	0,807	2,215	2,999
		200	0,805	2,260	3,036	0,801	2,262	3,038
		300	0,815	2,178	2,954	0,811	2,184	2,963
		400	0,810	2,211	2,992	0,806	2,216	3,004
		500	0,813	2,233	2,970	0,809	2,236	2,976
	2-6-1	100	0,799	2,291	3,079	0,796	2,293	3,078
		200	0,793	2,329	3,126	0,789	2,330	3,130
		300	0,812	2,204	2,980	0,807	2,210	2,994

HM, IT (M3)		400	0,810	2,215	2,996	0,805	2,223	3,009
		500	0,813	2,193	2,973	0,808	2,201	2,983
	2-8-1	100	0,761	2,518	3,357	0,759	2,515	3,349
		200	0,798	2,293	3,085	0,795	2,297	3,090
		300	0,798	2,308	3,091	0,795	2,312	3,089
		400	0,810	2,206	2,993	0,805	2,217	3,012
		500	0,810	2,209	2,991	0,806	2,216	3,005
	2-10-1	100	0,796	2,317	3,105	0,793	2,325	3,102
		200	0,810	2,224	2,996	0,804	2,233	3,016
		300	0,812	2,212	2,978	0,809	2,216	2,982
		400	0,798	2,289	3,091	0,794	2,291	3,091
		500	0,813	2,169	2,970	0,808	2,176	2,987
	2-5-7-1	100	0,774	2,406	3,272	0,772	2,404	3,257
		200	0,812	2,200	2,980	0,808	2,205	2,987
		300	0,809	2,208	3,000	0,806	2,210	3,002
		400	0,816	2,179	2,948	0,811	2,188	2,966
		500	0,815	2,174	2,955	0,810	2,183	2,969
	2-9-11-1	100	0,802	2,241	3,054	0,798	2,251	3,062
		200	0,794	2,332	3,119	0,791	2,336	3,114
		300	0,819	2,134	2,923	0,815	2,142	2,931
		400	0,817	2,163	2,935	0,814	2,168	2,941
		500	0,813	2,185	2,973	0,808	2,192	2,985
	2-4-1	100	0,850	1,870	2,450	0,789	2,145	3,047
		200	0,847	1,900	2,480	0,782	2,199	3,114
		300	0,855	1,847	2,414	0,791	2,136	3,032
		400	0,857	1,825	2,393	0,795	2,109	3,006
		500	0,856	1,836	2,404	0,794	2,123	3,019
	2-6-1	100	0,849	1,838	2,460	0,791	2,115	3,033
		200	0,853	1,852	2,428	0,789	2,141	3,049
		300	0,854	1,851	2,420	0,790	2,140	3,039
		400	0,859	1,797	2,377	0,798	2,080	2,989
		500	0,855	1,845	2,411	0,792	2,131	3,026
	2-8-1	100	0,851	1,876	2,448	0,788	2,159	3,050
		200	0,855	1,841	2,411	0,793	2,126	3,024
		300	0,853	1,858	2,427	0,789	2,148	3,050
		400	0,856	1,838	2,405	0,793	2,126	3,025
		500	0,854	1,858	2,422	0,790	2,148	3,043
	2-10-1	100	0,852	1,859	2,439	0,790	2,145	3,046
		200	0,858	1,817	2,392	0,797	2,094	2,994
		300	0,849	1,831	2,461	0,792	2,099	3,023
		400	0,859	1,810	2,382	0,797	2,093	2,993
		500	0,855	1,835	2,412	0,791	2,126	3,037
	2-5-7-1	100	0,852	1,819	2,442	0,795	2,089	3,002
		200	0,855	1,838	2,413	0,794	2,121	3,020
		300	0,838	1,980	2,552	0,768	2,279	3,174
		400	0,733	2,342	3,272	0,673	2,638	3,762

HM, USG (M4)	2-9-11-1	500	0,858	1,797	2,388	0,797	2,084	3,004
		100	0,844	1,891	2,506	0,784	2,162	3,076
		200	0,854	1,843	2,420	0,790	2,135	3,046
		300	0,856	1,839	2,408	0,793	2,129	3,026
		400	0,859	1,789	2,378	0,798	2,073	2,990
		500	0,861	1,765	2,359	0,802	2,044	2,964
	2-4-1	100	0,712	2,785	4,374	0,679	3,000	4,803
		200	0,714	2,753	4,362	0,682	2,968	4,782
		300	0,713	2,745	4,367	0,681	2,967	4,794
		400	0,714	2,751	4,361	0,682	2,966	4,781
		500	0,714	2,751	4,360	0,682	2,967	4,780
	2-6-1	100	0,710	2,814	4,391	0,676	3,025	4,826
		200	0,712	2,799	4,374	0,680	3,001	4,788
		300	0,714	2,753	4,364	0,681	2,970	4,785
		400	0,714	2,751	4,360	0,682	2,968	4,781
		500	0,714	2,751	4,361	0,682	2,966	4,781
	2-8-1	100	0,712	2,793	4,378	0,678	3,007	4,810
		200	0,714	2,757	4,363	0,681	2,972	4,784
		300	0,714	2,752	4,360	0,682	2,968	4,780
		400	0,714	2,752	4,359	0,681	2,968	4,783
		500	0,714	2,751	4,360	0,682	2,967	4,781
	2-10-1	100	0,713	2,768	4,366	0,681	2,982	4,791
		200	0,714	2,751	4,360	0,682	2,967	4,781
		300	0,714	2,750	4,360	0,682	2,966	4,781
		400	0,714	2,751	4,359	0,682	2,966	4,780
		500	0,714	2,751	4,358	0,682	2,968	4,782
BT,DG, USG (M5)	2-5-7-1	100	0,714	2,752	4,363	0,681	2,969	4,784
		200	0,714	2,750	4,359	0,682	2,966	4,780
		300	0,714	2,751	4,359	0,682	2,967	4,780
		400	0,714	2,751	4,360	0,682	2,967	4,779
		500	0,714	2,751	4,358	0,682	2,967	4,782
	2-9-11-1	100	0,712	2,796	4,379	0,678	3,008	4,810
		200	0,714	2,748	4,358	0,682	2,966	4,782
		300	0,715	2,748	4,353	0,673	2,977	4,838
		400	0,714	2,750	4,360	0,682	2,966	4,782
		500	0,715	2,750	4,354	0,679	2,972	4,801
	3-4-1	100	0,668	2,208	2,735	0,605	2,654	3,596
		200	0,684	2,159	2,670	0,625	2,592	3,516
		300	0,685	2,153	2,665	0,625	2,587	3,514
		400	0,686	2,149	2,661	0,626	2,582	3,510
		500	0,685	2,152	2,664	0,626	2,584	3,510
	3-6-1	100	0,669	2,169	2,734	0,617	2,597	3,565
		200	0,675	2,189	2,709	0,614	2,630	3,566
		300	0,679	2,161	2,691	0,619	2,600	3,547
		400	0,686	2,147	2,661	0,626	2,581	3,510
		500	0,687	2,142	2,657	0,627	2,574	3,507

HM, IT, USG (M6)	3-8-1	100	0,662	2,185	2,760	0,613	2,610	3,586
		200	0,670	2,166	2,726	0,620	2,589	3,542
		300	0,677	2,158	2,700	0,623	2,586	3,526
		400	0,681	2,168	2,680	0,621	2,604	3,532
		500	0,677	2,151	2,697	0,622	2,577	3,534
	3-10-1	100	0,642	2,222	2,840	0,600	2,635	3,626
		200	0,678	2,172	2,694	0,619	2,606	3,542
		300	0,671	2,174	2,725	0,616	2,600	3,556
		400	0,682	2,161	2,675	0,620	2,598	3,534
		500	0,679	2,167	2,688	0,619	2,600	3,542
	3-5-7-1	100	0,671	2,190	2,725	0,612	2,623	3,571
		200	0,645	2,228	2,831	0,593	2,657	3,656
		300	0,683	2,159	2,672	0,624	2,592	3,520
		400	0,684	2,147	2,670	0,627	2,578	3,514
		500	0,670	2,179	2,727	0,614	2,607	3,562
	3-9-11-1	100	0,655	2,240	2,787	0,593	2,688	3,640
		200	0,677	2,155	2,699	0,622	2,586	3,533
		300	0,683	2,147	2,673	0,627	2,577	3,515
		400	0,681	2,150	2,682	0,624	2,582	3,531
		500	0,668	2,154	2,738	0,614	2,578	3,556
	3-4-1	100	0,840	1,915	2,509	0,794	2,115	2,866
		200	0,818	2,023	2,677	0,776	2,211	2,991
		300	0,839	1,924	2,514	0,793	2,126	2,875
		400	0,840	1,928	2,509	0,795	2,127	2,863
		500	0,846	1,881	2,463	0,798	2,089	2,840
	3-6-1	100	0,832	1,910	2,574	0,789	2,105	2,906
		200	0,830	1,966	2,585	0,787	2,157	2,914
		300	0,841	1,893	2,506	0,793	2,101	2,886
		400	0,839	1,914	2,516	0,791	2,125	2,891
		500	0,844	1,886	2,475	0,797	2,091	2,844
	3-8-1	100	0,826	1,933	2,618	0,784	2,128	2,938
		200	0,831	1,946	2,581	0,784	2,150	2,933
		300	0,828	1,932	2,599	0,781	2,132	2,958
		400	0,841	1,900	2,501	0,793	2,107	2,876
		500	0,843	1,891	2,486	0,795	2,099	2,857
	3-10-1	100	0,827	1,975	2,608	0,780	2,172	2,963
		200	0,829	1,944	2,595	0,788	2,143	2,915
		300	0,841	1,889	2,503	0,794	2,093	2,870
		400	0,840	1,894	2,508	0,793	2,099	2,875
		500	0,842	1,900	2,491	0,794	2,106	2,866
	3-5-7-1	100	0,818	1,979	2,677	0,781	2,157	2,954
		200	0,829	1,959	2,590	0,783	2,161	2,944
		300	0,792	2,139	2,863	0,752	2,330	3,145
		400	0,846	1,870	2,462	0,798	2,077	2,840
		500	0,846	1,873	2,462	0,799	2,079	2,835
	3-9-11-1	100	0,830	1,942	2,590	0,785	2,139	2,926

HM, IT, BT (M7)		200	0,839	1,903	2,515	0,790	2,113	2,898
		300	0,844	1,874	2,477	0,797	2,077	2,849
		400	0,846	1,870	2,462	0,798	2,078	2,839
		500	0,849	1,839	2,435	0,803	2,046	2,807
		100	0,677	3,123	4,804	0,635	3,109	4,731
	3-4-1	200	0,697	2,999	4,637	0,661	2,973	4,530
		300	0,714	2,854	4,503	0,679	2,835	4,411
		400	0,707	2,920	4,560	0,671	2,895	4,470
		500	0,716	2,862	4,491	0,679	2,840	4,410
		100	0,704	2,925	4,584	0,672	2,890	4,468
	3-6-1	200	0,707	2,903	4,562	0,671	2,879	4,467
		300	0,709	2,915	4,545	0,672	2,894	4,458
		400	0,713	2,877	4,515	0,677	2,857	4,424
		500	0,714	2,874	4,508	0,678	2,851	4,418
		100	0,697	3,016	4,641	0,663	2,983	4,523
	3-8-1	200	0,691	3,002	4,682	0,653	2,983	4,585
		300	0,711	2,860	4,529	0,675	2,834	4,441
		400	0,711	2,898	4,530	0,676	2,869	4,436
		500	0,718	2,847	4,476	0,682	2,826	4,394
		100	0,640	3,317	5,080	0,601	3,284	4,928
	3-10-1	200	0,712	2,883	4,518	0,676	2,863	4,429
		300	0,714	2,871	4,502	0,679	2,846	4,410
		400	0,715	2,862	4,501	0,678	2,840	4,416
		500	0,713	2,888	4,513	0,676	2,865	4,429
		100	0,708	2,893	4,554	0,673	2,872	4,452
HM,BT, USG (M8)	3-5-7-1	200	0,709	2,883	4,546	0,673	2,858	4,458
		300	0,693	2,982	4,670	0,655	2,954	4,576
		400	0,709	2,904	4,543	0,673	2,884	4,450
		500	0,711	2,897	4,525	0,675	2,878	4,441
		100	0,703	2,915	4,593	0,664	2,898	4,516
	3-9-11-1	200	0,701	2,943	4,608	0,666	2,917	4,501
		300	0,716	2,862	4,493	0,678	2,842	4,414
		400	0,714	2,863	4,502	0,680	2,838	4,403
		500	0,716	2,848	4,487	0,680	2,826	4,408
		100	0,700	2,887	4,470	0,679	3,029	4,825
	3-4-1	200	0,701	2,883	4,462	0,678	3,032	4,834
		300	0,715	2,809	4,356	0,687	2,980	4,760
		400	0,713	2,808	4,371	0,685	2,978	4,775
		500	0,717	2,762	4,335	0,689	2,944	4,743
		100	0,690	2,905	4,544	0,666	3,056	4,919
	3-6-1	200	0,709	2,857	4,408	0,680	3,025	4,831
		300	0,710	2,811	4,392	0,680	2,989	4,810
		400	0,712	2,826	4,376	0,683	2,997	4,788
		500	0,718	2,774	4,334	0,690	2,950	4,737
		100	0,669	2,930	4,724	0,649	3,127	5,149
	3-8-1	200	0,709	2,822	4,399	0,681	2,991	4,793

DG, HM, IT, USG (M9)		300	0,693	2,903	4,518	0,668	3,061	4,893
		400	0,715	2,794	4,354	0,684	2,970	4,776
		500	0,702	2,862	4,450	0,682	3,003	4,806
		100	0,680	2,977	4,617	0,647	3,158	5,036
		200	0,704	2,881	4,435	0,678	3,037	4,832
	3-10-1	300	0,702	2,874	4,455	0,676	3,025	4,847
		400	0,708	2,822	4,407	0,678	3,005	4,819
		500	0,716	2,754	4,343	0,688	2,938	4,746
		100	0,687	2,920	4,563	0,667	3,055	4,911
	3-5-7-1	200	0,704	2,844	4,437	0,678	2,997	4,819
		300	0,708	2,825	4,410	0,681	2,993	4,806
		400	0,705	2,800	4,431	0,673	2,996	4,855
		500	0,716	2,766	4,344	0,687	2,953	4,757
	3-9-11-1	100	0,667	3,142	4,710	0,645	3,239	5,085
		200	0,711	2,801	4,386	0,679	2,987	4,813
		300	0,710	2,803	4,389	0,683	2,974	4,790
		400	0,706	2,798	4,422	0,680	2,967	4,803
		500	0,709	2,828	4,399	0,680	3,003	4,808
	4-4-1	100	0,794	2,099	2,881	0,740	2,356	3,364
		200	0,849	1,860	2,461	0,795	2,130	3,033
		300	0,860	1,806	2,368	0,799	2,094	2,987
		400	0,861	1,804	2,364	0,802	2,083	2,968
		500	0,862	1,794	2,351	0,804	2,073	2,960
	4-6-1	100	0,828	2,003	2,628	0,757	2,321	3,251
		200	0,855	1,819	2,412	0,799	2,089	2,989
		300	0,860	1,796	2,374	0,798	2,087	2,986
		400	0,863	1,784	2,348	0,804	2,061	2,946
		500	0,862	1,790	2,358	0,802	2,069	2,961
	4-8-1	100	0,852	1,874	2,436	0,792	2,158	3,036
		200	0,830	1,903	2,613	0,778	2,156	3,131
		300	0,860	1,810	2,372	0,800	2,094	2,983
		400	0,859	1,808	2,381	0,800	2,088	2,986
		500	0,856	1,833	2,401	0,797	2,118	3,019
	4-10-1	100	0,844	1,884	2,501	0,783	2,169	3,087
		200	0,854	1,834	2,421	0,795	2,117	3,019
		300	0,856	1,826	2,403	0,794	2,111	3,009
		400	0,858	1,798	2,385	0,802	2,068	2,971
		500	0,855	1,860	2,413	0,794	2,148	3,029
	4-5-7-1	100	0,807	2,133	2,786	0,734	2,437	3,378
		200	0,857	1,828	2,400	0,798	2,095	2,972
		300	0,856	1,797	2,404	0,800	2,066	2,974
		400	0,862	1,783	2,355	0,802	2,062	2,962
		500	0,856	1,802	2,407	0,798	2,080	2,989
	4-9-11-1	100	0,713	2,348	3,435	0,662	2,604	3,803
		200	0,829	1,950	2,622	0,773	2,224	3,186
		300	0,860	1,798	2,375	0,802	2,073	2,968

IT, DG, BT, USG (M10)		400	0,854	1,820	2,421	0,796	2,094	3,001
		500	0,862	1,783	2,355	0,805	2,057	2,951
	4-4-1	100	0,672	2,278	2,907	0,649	2,379	3,107
		200	0,719	2,073	2,640	0,694	2,194	2,854
		300	0,718	2,078	2,645	0,693	2,198	2,859
		400	0,718	2,079	2,645	0,693	2,200	2,858
		500	0,720	2,074	2,637	0,694	2,197	2,854
	4-6-1	100	0,588	2,441	3,204	0,580	2,532	3,351
		200	0,713	2,103	2,671	0,687	2,225	2,884
		300	0,682	2,165	2,807	0,661	2,270	3,001
		400	0,715	2,079	2,659	0,691	2,197	2,868
		500	0,719	2,074	2,641	0,693	2,195	2,856
	4-8-1	100	0,666	2,200	2,879	0,652	2,299	3,046
		200	0,655	2,277	2,926	0,636	2,388	3,109
		300	0,714	2,086	2,665	0,690	2,205	2,872
		400	0,714	2,080	2,662	0,689	2,203	2,875
		500	0,719	2,074	2,639	0,692	2,200	2,860
	4-10-1	100	0,683	2,134	2,806	0,662	2,247	2,999
		200	0,711	2,097	2,678	0,687	2,216	2,884
		300	0,690	2,173	2,774	0,667	2,290	2,975
		400	0,713	2,094	2,669	0,688	2,212	2,879
		500	0,717	2,077	2,648	0,692	2,197	2,861
HM, DG, BT, USG (M11)	4-5-7-1	100	0,606	2,353	3,125	0,583	2,476	3,332
		200	0,699	2,111	2,732	0,673	2,238	2,949
		300	0,713	2,084	2,670	0,689	2,200	2,873
		400	0,719	2,066	2,640	0,691	2,194	2,864
		500	0,716	2,082	2,653	0,691	2,204	2,868
	4-9-11-1	100	0,674	2,211	2,849	0,651	2,328	3,054
		200	0,710	2,082	2,683	0,685	2,206	2,894
		300	0,708	2,090	2,693	0,688	2,202	2,881
		400	0,715	2,085	2,659	0,688	2,210	2,881
		500	0,713	2,091	2,670	0,686	2,215	2,888
	4-4-1	100	0,731	2,073	3,290	0,644	4,612	7,129
		200	0,730	2,133	3,297	0,644	4,755	7,181
		300	0,758	1,995	3,118	0,668	4,565	6,959
		400	0,756	2,035	3,134	0,662	4,623	6,990
		500	0,758	2,005	3,119	0,667	4,570	6,931
	4-6-1	100	0,696	2,329	3,514	0,600	4,954	7,476
		200	0,739	2,071	3,240	0,653	4,681	7,055
		300	0,759	1,990	3,113	0,669	4,583	6,958
		400	0,760	1,989	3,110	0,672	4,570	6,972
		500	0,759	2,013	3,116	0,664	4,612	6,968
	4-8-1	100	0,738	2,109	3,250	0,641	4,726	7,192
		200	0,753	2,016	3,155	0,657	4,622	7,038
		300	0,755	2,008	3,140	0,664	4,597	6,969
		400	0,733	2,127	3,277	0,644	4,748	7,178

HM, IT, BT, DG (M12)	4-10-1	500	0,758	2,015	3,119	0,665	4,639	7,008
		100	0,724	2,170	3,330	0,627	4,805	7,290
		200	0,740	2,067	3,233	0,649	4,687	7,137
		300	0,758	1,998	3,117	0,668	4,564	6,970
		400	0,759	2,013	3,115	0,667	4,608	6,990
	4-5-7-1	500	0,753	2,034	3,151	0,658	4,611	7,039
		100	0,684	2,413	3,616	0,622	4,933	7,507
		200	0,750	2,037	3,175	0,658	4,604	6,997
		300	0,729	2,111	3,300	0,637	4,716	7,189
		400	0,710	2,282	3,413	0,615	4,944	7,413
	4-9-11-1	500	0,760	1,982	3,105	0,669	4,561	6,923
		100	0,725	2,077	3,324	0,646	4,691	7,207
		200	0,724	2,148	3,330	0,620	4,794	7,349
		300	0,726	2,124	3,323	0,642	4,736	7,202
		400	0,752	2,034	3,160	0,662	4,621	7,023
	4-4-1	500	0,755	1,992	3,139	0,668	4,531	6,927
		100	0,718	2,463	3,630	0,590	4,131	6,537
		200	0,852	1,875	2,635	0,682	3,608	5,777
		300	0,862	1,766	2,537	0,689	3,587	5,816
		400	0,858	1,798	2,576	0,690	3,585	5,787
	4-6-1	500	0,862	1,773	2,533	0,689	3,572	5,794
		100	0,835	1,932	2,774	0,670	3,702	5,950
		200	0,811	2,156	2,975	0,658	3,809	6,034
		300	0,859	1,734	2,562	0,684	3,564	5,751
		400	0,871	1,691	2,451	0,693	3,533	5,712
	4-8-1	500	0,869	1,716	2,472	0,692	3,552	5,749
		100	0,661	2,555	3,980	0,573	4,091	6,618
		200	0,821	1,913	2,890	0,670	3,670	5,958
		300	0,855	1,798	2,605	0,683	3,598	5,825
		400	0,862	1,737	2,533	0,690	3,582	5,815
	4-10-1	500	0,862	1,741	2,533	0,689	3,580	5,796
		100	0,792	2,076	3,113	0,655	3,759	6,009
		200	0,845	1,869	2,686	0,686	3,603	5,812
		300	0,817	1,972	2,942	0,647	3,740	6,039
		400	0,858	1,787	2,573	0,693	3,603	5,842
	4-5-7-1	500	0,866	1,708	2,497	0,688	3,553	5,767
		100	0,645	2,781	4,068	0,496	4,488	7,427
		200	0,850	1,818	2,644	0,680	3,608	5,849
		300	0,823	2,035	2,876	0,668	3,762	5,958
		400	0,851	1,766	2,637	0,678	3,622	5,932
	4-9-11-1	500	0,870	1,719	2,467	0,694	3,548	5,745
		100	0,849	1,707	2,669	0,671	3,654	5,988
		200	0,836	1,962	2,793	0,665	3,689	6,033
		300	0,859	1,803	2,565	0,684	3,603	5,831
		400	0,854	1,820	2,613	0,684	3,602	5,818
		500	0,866	1,720	2,501	0,683	3,572	5,781

Ek 8. Ölçeklendirilmiş verilerle Bayesian Regularization (BR) eğitim algoritması kullanılarak farklı ağ yapıları ve iterasyonlarla hasta yatış süresinin tahmini için geliştirilen YSA modellerinin eğitim ve test veri setlerinin performanslarının karşılaştırılması

Girdiler	Modelin Ağ Yapısı	İterasyon	Eğitim veri seti			Test veri seti		
			R ²	MAE	RMSE	R ²	MAE	RMSE
HM (M1)	1-4-1	100	0,728	2,496	3,997	0,672	3,482	5,719
		200	0,729	2,476	3,994	0,672	3,484	5,732
		300	0,729	2,475	3,994	0,672	3,483	5,731
		400	0,728	2,492	4,001	0,673	3,494	5,732
		500	0,729	2,476	3,994	0,672	3,482	5,731
	1-6-1	100	0,729	2,479	3,995	0,672	3,486	5,733
		200	0,728	2,487	3,997	0,672	3,494	5,738
		300	0,729	2,475	3,994	0,672	3,483	5,732
		400	0,729	2,475	3,994	0,672	3,482	5,731
		500	0,728	2,481	3,997	0,673	3,484	5,728
	1-8-1	100	0,729	2,473	3,993	0,672	3,481	5,732
		200	0,729	2,473	3,993	0,672	3,482	5,733
		300	0,729	2,473	3,993	0,672	3,482	5,733
		400	0,729	2,473	3,993	0,672	3,481	5,732
		500	0,729	2,478	3,994	0,672	3,483	5,73
	1-10-1	100	0,729	2,475	3,993	0,672	3,483	5,733
		200	0,729	2,473	3,993	0,672	3,481	5,732
		300	0,729	2,473	3,993	0,672	3,482	5,733
		400	0,729	2,473	3,993	0,672	3,482	5,733
		500	0,729	2,473	3,993	0,672	3,483	5,734
	1-5-7-1	100	0,729	2,473	3,993	0,672	3,483	5,733
		200	0,728	2,48	3,996	0,673	3,482	5,727
		300	0,729	2,474	3,995	0,672	3,48	5,729
		400	0,729	2,476	3,995	0,673	3,479	5,727
		500	0,729	2,472	3,994	0,672	3,48	5,73
	1-9-11-1	100	0,729	2,48	3,995	0,672	3,486	5,732
		200	0,729	2,476	3,993	0,672	3,48	5,729
		300	0,728	2,48	3,996	0,673	3,482	5,727
		400	0,729	2,472	3,993	0,672	3,481	5,732
		500	0,729	2,473	3,992	0,672	3,481	5,733
HM, BT (M2)	2-4-1	100	0,820	2,114	2,917	0,817	2,116	2,921
		200	0,824	2,093	2,886	0,820	2,096	2,890
		300	0,824	2,088	2,882	0,821	2,091	2,887
		400	0,824	2,088	2,882	0,821	2,091	2,886
		500	0,823	2,093	2,889	0,820	2,098	2,895
	2-6-1	100	0,824	2,093	2,885	0,820	2,098	2,890
		200	0,823	2,099	2,887	0,820	2,102	2,891
		300	0,824	2,086	2,880	0,821	2,089	2,885

HM, IT (M3)		400	0,823	2,094	2,887	0,820	2,098	2,892
		500	0,824	2,085	2,879	0,821	2,088	2,884
	2-8-1	100	0,822	2,112	2,895	0,819	2,115	2,899
		200	0,824	2,087	2,880	0,821	2,090	2,885
		300	0,824	2,091	2,882	0,821	2,094	2,886
		400	0,824	2,087	2,881	0,821	2,090	2,885
		500	0,824	2,085	2,879	0,821	2,088	2,884
	2-10-1	100	0,824	2,097	2,882	0,821	2,100	2,886
		200	0,824	2,090	2,881	0,821	2,093	2,886
		300	0,824	2,089	2,880	0,821	2,092	2,885
		400	0,824	2,086	2,878	0,821	2,090	2,884
		500	0,825	2,083	2,876	0,821	2,086	2,881
	2-5-7-1	100	0,823	2,100	2,888	0,820	2,104	2,892
		200	0,825	2,080	2,876	0,821	2,083	2,881
		300	0,824	2,085	2,878	0,821	2,088	2,884
		400	0,825	2,077	2,874	0,822	2,080	2,880
		500	0,825	2,078	2,874	0,822	2,080	2,879
	2-9-11-1	100	0,818	2,168	2,933	0,814	2,174	2,943
		200	0,823	2,101	2,891	0,820	2,105	2,895
		300	0,825	2,076	2,871	0,821	2,081	2,881
		400	0,825	2,077	2,874	0,822	2,080	2,879
		500	0,825	2,078	2,873	0,822	2,080	2,879
	2-4-1	100	0,857	1,833	2,397	0,793	2,123	3,023
		200	0,857	1,834	2,398	0,793	2,126	3,025
		300	0,859	1,795	2,377	0,798	2,077	2,986
		400	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
		500	0,86	1,782	2,37	0,8	2,063	2,976
	2-6-1	100	0,859	1,800	2,377	0,798	2,084	2,991
		200	0,86	1,789	2,371	0,799	2,073	2,984
		300	0,862	1,759	2,354	0,802	2,039	2,959
		400	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
		500	0,862	1,748	2,35	0,803	2,028	2,957
	2-8-1	100	0,858	1,814	2,386	0,796	2,099	3,000
		200	0,862	1,75	2,351	0,802	2,031	2,958
		300	0,858	1,823	2,391	0,795	2,108	3,006
		400	0,862	1,752	2,352	0,802	2,033	2,958
		500	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
	2-10-1	100	0,862	1,753	2,352	0,802	2,034	2,958
		200	0,863	1,745	2,349	0,803	2,026	2,956
		300	0,858	1,822	2,39	0,796	2,106	3,003
		400	0,862	1,761	2,356	0,802	2,044	2,965
		500	0,863	1,744	2,347	0,803	2,026	2,956
	2-5-7-1	100	0,863	1,747	2,349	0,803	2,028	2,957
		200	0,857	1,835	2,398	0,793	2,126	3,025
		300	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		400	0,863	1,743	2,346	0,803	2,026	2,956

HM, USG (M4)	2-9-11-1	500	0,863	1,742	2,345	0,803	2,025	2,956
		100	0,857	1,832	2,397	0,793	2,122	3,023
		200	0,863	1,744	2,346	0,803	2,026	2,956
		300	0,863	1,744	2,345	0,803	2,026	2,956
		400	0,863	1,743	2,345	0,803	2,025	2,955
		500	0,863	1,743	2,345	0,803	2,026	2,956
	2-4-1	100	0,698	2,914	4,48	0,663	3,113	4,92
		200	0,676	3,001	4,641	0,647	3,173	5,043
		300	0,709	2,819	4,395	0,677	3,023	4,817
		400	0,709	2,819	4,398	0,676	3,026	4,829
		500	0,706	2,842	4,419	0,671	3,054	4,861
	2-6-1	100	0,654	3,109	4,799	0,629	3,254	5,177
		200	0,7	2,877	4,468	0,67	3,075	4,883
		300	0,698	2,906	4,482	0,666	3,085	4,897
		400	0,706	2,829	4,422	0,672	3,04	4,854
		500	0,704	2,904	4,438	0,671	3,094	4,863
	2-8-1	100	0,632	3,35	4,95	0,609	3,442	5,286
		200	0,7	2,9	4,464	0,669	3,084	4,881
		300	0,707	2,841	4,417	0,672	3,048	4,855
		400	0,7	2,871	4,463	0,665	3,079	4,903
		500	0,708	2,825	4,408	0,673	3,039	4,845
	2-10-1	100	0,685	2,989	4,577	0,656	3,164	4,971
		200	0,688	2,963	4,555	0,648	3,166	5,022
		300	0,707	2,843	4,412	0,671	3,054	4,86
		400	0,704	2,885	4,435	0,669	3,088	4,876
		500	0,708	2,831	4,407	0,671	3,039	4,861
BT,DG, USG (M5)	2-5-7-1	100	0,665	3,11	4,723	0,631	3,291	5,138
		200	0,7	2,857	4,468	0,666	3,058	4,902
		300	0,709	2,795	4,396	0,676	3,003	4,826
		400	0,703	2,884	4,443	0,669	3,09	4,881
		500	0,708	2,828	4,41	0,675	3,03	4,831
	2-9-11-1	100	0,687	2,978	4,573	0,655	3,146	4,972
		200	0,69	2,953	4,537	0,662	3,128	4,936
		300	0,71	2,802	4,391	0,678	3,012	4,813
		400	0,708	2,827	4,405	0,673	3,031	4,845
		500	0,71	2,794	4,391	0,677	3,007	4,818
	3-4-1	100	0,688	2,135	2,652	0,629	2,568	3,504
		200	0,693	2,100	2,629	0,634	2,530	3,477
		300	0,693	2,108	2,633	0,632	2,541	3,482
		400	0,693	2,104	2,631	0,633	2,537	3,481
		500	0,693	2,103	2,632	0,634	2,532	3,479
	3-6-1	100	0,688	2,131	2,653	0,629	2,565	3,506
		200	0,694	2,099	2,627	0,633	2,531	3,479
		300	0,694	2,101	2,628	0,633	2,533	3,478
		400	0,695	2,097	2,624	0,634	2,530	3,476
		500	0,695	2,097	2,624	0,634	2,530	3,477

HM, IT, USG (M6)	3-8-1	100	0,694	2,095	2,626	0,634	2,529	3,478
		200	0,694	2,097	2,625	0,634	2,529	3,476
		300	0,695	2,097	2,623	0,634	2,531	3,476
		400	0,695	2,097	2,624	0,634	2,530	3,476
		500	0,695	2,097	2,623	0,634	2,530	3,476
	3-10-1	100	0,693	2,104	2,631	0,632	2,538	3,485
		200	0,694	2,095	2,625	0,634	2,528	3,478
		300	0,695	2,097	2,624	0,634	2,530	3,476
		400	0,695	2,096	2,624	0,634	2,530	3,477
		500	0,695	2,099	2,623	0,633	2,533	3,476
	3-5-7-1	100	0,692	2,104	2,633	0,633	2,537	3,481
		200	0,695	2,097	2,624	0,633	2,530	3,478
		300	0,695	2,093	2,622	0,634	2,527	3,478
		400	0,695	2,096	2,623	0,633	2,531	3,478
		500	0,695	2,095	2,621	0,633	2,530	3,477
	3-9-11-1	100	0,695	2,097	2,624	0,634	2,529	3,476
		200	0,695	2,097	2,624	0,634	2,529	3,475
		300	0,695	2,097	2,622	0,634	2,531	3,476
		400	0,695	2,091	2,623	0,634	2,527	3,482
		500	0,695	2,095	2,622	0,633	2,530	3,477
	3-4-1	100	0,846	1,879	2,464	0,798	2,084	2,837
		200	0,846	1,874	2,460	0,799	2,080	2,834
		300	0,849	1,847	2,436	0,801	2,056	2,817
		400	0,853	1,792	2,409	0,807	1,996	2,779
		500	0,852	1,813	2,413	0,805	2,020	2,788
	3-6-1	100	0,849	1,853	2,442	0,801	2,061	2,821
		200	0,850	1,832	2,428	0,803	2,037	2,802
		300	0,853	1,799	2,403	0,807	2,005	2,776
		400	0,853	1,794	2,403	0,807	2,000	2,777
		500	0,853	1,794	2,403	0,807	2,000	2,777
	3-8-1	100	0,851	1,825	2,424	0,804	2,029	2,796
		200	0,853	1,795	2,403	0,807	2,001	2,778
		300	0,853	1,795	2,404	0,807	2,001	2,777
		400	0,854	1,791	2,401	0,807	1,997	2,775
		500	0,853	1,793	2,402	0,807	1,999	2,776
	3-10-1	100	0,849	1,828	2,438	0,802	2,034	2,815
		200	0,853	1,797	2,404	0,807	2,003	2,778
		300	0,853	1,797	2,402	0,807	2,003	2,775
		400	0,854	1,790	2,401	0,807	1,996	2,774
		500	0,853	1,793	2,402	0,807	1,998	2,776
	3-5-7-1	100	0,846	1,880	2,464	0,798	2,085	2,838
		200	0,851	1,824	2,423	0,804	2,029	2,795
		300	0,854	1,789	2,400	0,807	1,995	2,773
		400	0,854	1,790	2,400	0,807	1,995	2,774
		500	0,854	1,790	2,400	0,807	1,995	2,774
	3-9-11-1	100	0,849	1,857	2,441	0,801	2,064	2,819

HM, IT, BT (M7)		200	0,854	1,790	2,400	0,807	1,995	2,774
		300	0,854	1,791	2,400	0,807	1,996	2,774
		400	0,854	1,790	2,401	0,807	1,996	2,774
		500	0,854	1,788	2,399	0,807	1,994	2,773
		100	0,720	2,810	4,458	0,684	2,789	4,377
	3-4-1	200	0,720	2,802	4,455	0,684	2,782	4,375
		300	0,721	2,793	4,453	0,685	2,773	4,373
		400	0,720	2,830	4,460	0,684	2,808	4,380
		500	0,721	2,795	4,451	0,685	2,775	4,371
		100	0,718	2,844	4,474	0,682	2,822	4,392
	3-6-1	200	0,720	2,808	4,454	0,684	2,787	4,375
		300	0,721	2,784	4,446	0,686	2,763	4,365
		400	0,721	2,807	4,451	0,685	2,783	4,368
		500	0,722	2,790	4,444	0,686	2,768	4,363
		100	0,712	2,900	4,521	0,675	2,877	4,442
	3-8-1	200	0,721	2,800	4,447	0,685	2,780	4,369
		300	0,721	2,795	4,446	0,685	2,774	4,367
		400	0,722	2,790	4,443	0,686	2,770	4,365
		500	0,722	2,788	4,441	0,686	2,768	4,363
		100	0,720	2,822	4,456	0,684	2,801	4,375
	3-10-1	200	0,721	2,801	4,450	0,685	2,779	4,368
		300	0,722	2,792	4,442	0,686	2,771	4,362
		400	0,721	2,795	4,446	0,686	2,774	4,366
		500	0,722	2,792	4,445	0,685	2,772	4,367
		100	0,721	2,796	4,451	0,685	2,774	4,370
HM,BT, USG (M8)	3-5-7-1	200	0,722	2,787	4,441	0,686	2,766	4,361
		300	0,722	2,786	4,439	0,686	2,768	4,362
		400	0,721	2,793	4,447	0,685	2,774	4,370
		500	0,722	2,785	4,440	0,686	2,766	4,364
		100	0,722	2,788	4,445	0,686	2,767	4,366
	3-9-11-1	200	0,720	2,825	4,460	0,683	2,805	4,383
		300	0,723	2,793	4,438	0,686	2,776	4,362
		400	0,722	2,786	4,440	0,686	2,766	4,361
		500	0,722	2,785	4,439	0,686	2,766	4,361
		100	0,705	2,900	4,426	0,682	3,042	4,807
	3-4-1	200	0,723	2,685	4,289	0,695	2,883	4,697
		300	0,722	2,709	4,299	0,693	2,906	4,709
		400	0,716	2,786	4,346	0,689	2,955	4,745
		500	0,723	2,693	4,293	0,695	2,891	4,697
		100	0,722	2,739	4,297	0,693	2,922	4,700
	3-6-1	200	0,705	2,844	4,431	0,687	2,997	4,773
		300	0,724	2,688	4,283	0,696	2,883	4,687
		400	0,724	2,694	4,285	0,696	2,887	4,688
		500	0,723	2,702	4,293	0,695	2,895	4,696
		100	0,723	2,713	4,291	0,694	2,904	4,695
	3-8-1	200	0,722	2,717	4,298	0,693	2,911	4,708

DG, HM, IT, USG (M9)		300	0,725	2,683	4,278	0,696	2,881	4,688
		400	0,725	2,683	4,278	0,695	2,882	4,689
		500	0,724	2,688	4,281	0,696	2,884	4,688
		100	0,724	2,690	4,282	0,696	2,886	4,689
		200	0,724	2,687	4,281	0,694	2,884	4,699
	3-10-1	300	0,725	2,689	4,280	0,696	2,885	4,688
		400	0,724	2,693	4,283	0,696	2,888	4,688
		500	0,725	2,686	4,278	0,696	2,883	4,688
		100	0,723	2,695	4,295	0,695	2,889	4,695
		200	0,723	2,691	4,291	0,695	2,887	4,693
	3-5-7-1	300	0,725	2,684	4,279	0,696	2,880	4,684
		400	0,725	2,684	4,279	0,696	2,880	4,686
		500	0,725	2,684	4,280	0,696	2,880	4,686
		100	0,723	2,704	4,291	0,695	2,895	4,692
		200	0,724	2,700	4,283	0,696	2,888	4,680
	3-9-11-1	300	0,724	2,687	4,282	0,696	2,882	4,686
		400	0,725	2,686	4,279	0,696	2,881	4,685
		500	0,726	2,677	4,271	0,696	2,879	4,690
		100	0,870	1,696	2,287	0,812	1,973	2,891
		200	0,864	1,790	2,338	0,804	2,072	2,954
	4-4-1	300	0,869	1,720	2,296	0,811	1,994	2,898
		400	0,868	1,730	2,303	0,811	2,006	2,906
		500	0,870	1,697	2,288	0,812	1,974	2,891
		100	0,867	1,724	2,311	0,809	2,003	2,916
		200	0,864	1,780	2,333	0,805	2,063	2,947
	4-6-1	300	0,870	1,700	2,288	0,812	1,978	2,891
		400	0,870	1,700	2,289	0,812	1,977	2,891
		500	0,870	1,695	2,286	0,812	1,973	2,890
		100	0,868	1,722	2,299	0,811	2,002	2,904
		200	0,870	1,701	2,288	0,812	1,979	2,891
	4-8-1	300	0,870	1,699	2,288	0,812	1,977	2,890
		400	0,870	1,700	2,288	0,812	1,978	2,891
		500	0,870	1,693	2,284	0,813	1,972	2,889
		100	0,864	1,780	2,333	0,805	2,063	2,947
		200	0,869	1,705	2,290	0,812	1,983	2,892
	4-10-1	300	0,869	1,704	2,290	0,812	1,982	2,892
		400	0,870	1,695	2,286	0,812	1,976	2,895
		500	0,870	1,695	2,283	0,813	1,972	2,886
		100	0,869	1,717	2,296	0,811	1,994	2,896
		200	0,870	1,694	2,284	0,813	1,972	2,890
	4-5-7-1	300	0,871	1,688	2,280	0,813	1,966	2,884
		400	0,871	1,687	2,277	0,813	1,966	2,884
		500	0,871	1,688	2,277	0,813	1,967	2,882
		100	0,869	1,707	2,294	0,812	1,984	2,897
		200	0,867	1,736	2,310	0,809	2,014	2,915
	4-9-11-1	300	0,870	1,698	2,286	0,813	1,975	2,890

İT, DG, BT, USG (M10)		400	0,870	1,692	2,282	0,813	1,969	2,885
		500	0,871	1,688	2,278	0,813	1,967	2,883
	4-4-1	100	0,720	2,071	2,635	0,694	2,193	2,852
		200	0,724	2,043	2,614	0,696	2,174	2,842
		300	0,725	2,044	2,613	0,696	2,173	2,840
		400	0,723	2,053	2,619	0,696	2,182	2,843
		500	0,721	2,067	2,628	0,694	2,192	2,850
	4-6-1	100	0,722	2,063	2,624	0,695	2,190	2,849
		200	0,726	2,042	2,608	0,698	2,170	2,832
		300	0,724	2,045	2,614	0,696	2,174	2,841
		400	0,726	2,039	2,605	0,698	2,169	2,833
		500	0,726	2,037	2,604	0,698	2,167	2,832
	4-8-1	100	0,721	2,068	2,630	0,694	2,193	2,850
		200	0,723	2,054	2,622	0,696	2,179	2,843
		300	0,725	2,049	2,614	0,696	2,177	2,840
		400	0,726	2,040	2,606	0,698	2,169	2,833
		500	0,726	2,039	2,605	0,698	2,170	2,835
	4-10-1	100	0,722	2,064	2,627	0,695	2,190	2,849
		200	0,726	2,038	2,605	0,698	2,168	2,832
		300	0,726	2,039	2,606	0,698	2,167	2,832
		400	0,726	2,038	2,605	0,698	2,168	2,832
		500	0,727	2,037	2,603	0,698	2,167	2,832
	4-5-7-1	100	0,723	2,066	2,623	0,695	2,194	2,847
		200	0,727	2,037	2,603	0,698	2,167	2,831
		300	0,725	2,044	2,613	0,697	2,171	2,837
		400	0,727	2,036	2,604	0,698	2,166	2,832
		500	0,727	2,035	2,601	0,698	2,167	2,833
	4-9-11-1	100	0,722	2,064	2,627	0,694	2,190	2,850
		200	0,726	2,040	2,607	0,698	2,168	2,833
		300	0,727	2,035	2,602	0,698	2,166	2,831
		400	0,728	2,037	2,599	0,698	2,169	2,831
		500	0,727	2,035	2,600	0,698	2,167	2,831
HM, DG, BT, USG (M11)	4-4-1	100	0,768	1,947	3,057	0,675	4,522	6,909
		200	0,769	1,931	3,05	0,675	4,509	6,9
		300	0,77	1,912	3,042	0,672	4,497	6,899
		400	0,77	1,911	3,043	0,672	4,499	6,901
		500	0,77	1,91	3,043	0,673	4,491	6,891
	4-6-1	100	0,769	1,934	3,048	0,676	4,506	6,899
		200	0,77	1,926	3,044	0,673	4,512	6,913
		300	0,77	1,913	3,039	0,674	4,491	6,888
		400	0,771	1,91	3,035	0,673	4,482	6,886
		500	0,771	1,911	3,033	0,673	4,476	6,882
	4-8-1	100	0,77	1,924	3,039	0,673	4,497	6,898
		200	0,771	1,909	3,032	0,675	4,468	6,871
		300	0,772	1,903	3,029	0,674	4,465	6,868
		400	0,772	1,905	3,027	0,674	4,464	6,872

HM, IT, BT, DG (M12)	4-10-1	500	0,771	1,91	3,032	0,674	4,479	6,885
		100	0,768	1,952	3,055	0,675	4,512	6,897
		200	0,771	1,91	3,032	0,674	4,481	6,884
		300	0,771	1,908	3,034	0,673	4,485	6,894
		400	0,772	1,906	3,026	0,673	4,465	6,872
	4-5-7-1	500	0,773	1,901	3,024	0,673	4,465	6,878
		100	0,769	1,932	3,047	0,674	4,512	6,903
		200	0,771	1,901	3,032	0,673	4,485	6,895
		300	0,772	1,898	3,025	0,674	4,474	6,873
		400	0,772	1,896	3,025	0,674	4,468	6,871
	4-9-11-1	500	0,771	1,906	3,036	0,674	4,479	6,881
		100	0,77	1,916	3,04	0,674	4,486	6,884
		200	0,771	1,905	3,036	0,674	4,493	6,899
		300	0,773	1,9	3,02	0,674	4,464	6,869
		400	0,775	1,885	3,011	0,673	4,47	6,861
	4-4-1	500	0,775	1,882	3,005	0,672	4,471	6,868
		100	0,878	1,63	2,386	0,694	3,508	5,689
		200	0,877	1,631	2,393	0,693	3,51	5,693
		300	0,88	1,591	2,366	0,694	3,502	5,686
		400	0,881	1,581	2,357	0,695	3,495	5,673
	4-6-1	500	0,881	1,579	2,359	0,697	3,486	5,662
		100	0,88	1,602	2,362	0,696	3,499	5,671
		200	0,88	1,601	2,367	0,696	3,497	5,672
		300	0,881	1,576	2,352	0,697	3,489	5,667
		400	0,882	1,576	2,349	0,697	3,487	5,658
	4-8-1	500	0,881	1,57	2,352	0,697	3,481	5,656
		100	0,881	1,581	2,357	0,697	3,487	5,662
		200	0,881	1,585	2,354	0,696	3,494	5,67
		300	0,882	1,581	2,351	0,696	3,489	5,663
		400	0,882	1,58	2,35	0,696	3,493	5,665
	4-10-1	500	0,881	1,581	2,353	0,696	3,493	5,667
		100	0,879	1,621	2,38	0,695	3,502	5,679
		200	0,882	1,576	2,348	0,697	3,484	5,659
		300	0,881	1,583	2,352	0,696	3,491	5,664
		400	0,881	1,579	2,351	0,697	3,49	5,661
	4-5-7-1	500	0,883	1,569	2,341	0,698	3,48	5,65
		100	0,881	1,582	2,358	0,695	3,495	5,673
		200	0,879	1,605	2,374	0,695	3,501	5,677
		300	0,883	1,564	2,34	0,697	3,477	5,649
		400	0,882	1,563	2,342	0,697	3,48	5,652
	4-9-11-1	500	0,883	1,562	2,337	0,698	3,476	5,645
		100	0,881	1,587	2,361	0,696	3,498	5,682
		200	0,883	1,564	2,339	0,697	3,478	5,65
		300	0,882	1,525	2,309	0,697	3,484	5,654
		400	0,883	1,52	2,303	0,697	3,478	5,647
		500	0,884	1,515	2,296	0,698	3,472	5,641

Ek 9. Girdi katmanı ile gizli katman ve gizli katman ile çıktı katmanı arasındaki ağırlık ve bias değerleri (M12 modeli (4-9-11-1) LM algoritması için)

GKSS						iw					Bias		
Girdi - Gizli Katman 1	1	-1,14127	-0,29658	2,205228	1,075887						4,635565	-2,98368	
	2	-0,16874	0,087276	1,117247	0,360258						0,257418	-0,68191	
	3	2,904818	0,096937	0,285937	0,190384						-4,79528	-1,58852	
	4	-0,02469	0,034543	0,032328	0,019552						-0,07113	-0,61594	
	5	0,986743	-0,97001	0,215154	2,009167						2,336068	-1,39072	
	6	0,877328	-0,54674	0,152093	2,929853						-0,3281	-0,26775	
	7	-5,84672	-0,49615	0,677896	0,718002						5,708735	0,962613	
	8	0,01128	0,003897	-0,02717	-0,00342						0,960745	0,020809	
	9	0,242071	-0,19773	0,259421	0,177875						-1,09363	1,713775	
												-2,23154	
												14,17312	
Gizli Katman 1 - Gizli Katman 2	1	-0,65243	1,669904	1,692908	-6,05479	0,781223	-4,76059	-2,05577	-1,46517	2,523271			
	2	-2,27852	-0,49825	0,228954	0,791452	-1,33496	1,749399	-1,09204	-6,12114	-0,69799			
	3	-0,05602	2,141758	-0,58092	-2,78963	1,861349	-0,22235	0,491053	-5,43396	-0,3402			
	4	0,670805	0,709942	0,421933	0,966415	-0,12019	0,197784	-1,72272	1,413386	0,206053			
	5	-0,25992	-0,22532	-0,52096	-0,18658	0,058788	-0,11206	0,118114	3,827169	0,994616			
	6	0,142208	-1,26179	-0,78423	1,019351	0,150789	-0,22225	1,489528	-0,05523	0,884452			
	7	1,263727	-0,99893	1,761231	-0,7567	0,857005	9,850063	-1,08503	3,902388	-1,13112			
	8	-0,18713	-1,44287	-2,79705	-4,18811	0,880421	0,854591	0,76586	-4,66599	0,025889			
	9	1,144992	1,794951	-2,45124	-0,05482	0,411695	4,755758	1,118734	13,82569	4,021818			
	10	-1,52552	2,545524	0,065554	-6,69909	1,72194	-0,95556	0,418596	-1,04224	1,005605			
	11	-0,99578	-1,09096	0,42221	-1,12872	-0,05991	-1,30978	0,364341	0,965567	-1,07957			
												Bias	
Gizli - Çıktı Katmanı	1	-12,5083	17,26805	12,37849	7,311943	-8,67704	9,92315	-0,55891	-2,81197	-12,5979	-11,7009	-12,7502	-12,5083

GKSS: Gizli Katman Sinir Sayısı

ÖZ GEÇMİŞ

Birgül YABANA KİREMİT 2006 yılında İskenderun Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi'ni bitirdikten sonra Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nden 2012 yılında mezun oldu. 2016 yılında OMÜ LEE Sağlık Yönetimi Yüksek Lisans programını bitirdi. Mezuniyetinden bu yana Araştırma Görevlisi olarak görev yapan Birgül YABANA KİREMİT, iyi derecede İngilizce bilmektedir. (30.03.2023).

İletişim Bilgileri

ORCID ID : 0000-0001-7729-5685

Yayınlar:

A. Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Sarıyıldız A.Y., Dikmetaş Yardan E., **Yabana Kiremit B.** (2022). The Study of The Reasons of Leaving Job in Private Health Organization. *Turkish Studies-Economics-Finance-Politics*. 17(1). 207-221.
2. Yüksel D., **Yabana Kiremit B.**, Aydın G.Z. (2021). Organizational Resilience Perception of Health Care Personnel During The Covid-19 Pandemic. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 7(1).79-91.
3. **Yabana Kiremit B.**, Dikmetaş Yardan E. (2021). Application of Activity-Based Costing in the IVF Department. *Pearson Journal Of Social Sciences & Humanities*. 6(11). 305-318.
4. Karahan Gökmen M., **Yabana Kiremit B.**, Dikmetaş Yardan E. (2020). Activity Based Costing in Health Institutions: An Application in Gynecology Clinic of a Public Hospital. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*. 51.112-121.
5. **Yabana Kiremit B.** (2018). Hasta Bina Sendromun Sağlık Çalışanları Üzerine Etkileri. *Hitit Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 11(1). 709-722.
6. Dikmetaş Yardan E., **Yabana Kiremit, B.** (2016). Türkiye Kalkınma Planları'nda Sağlık Sektörü. *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*. 1(2). 93-110.
7. Dikmetaş Yardan E., Demirkıran M., **Yabana Kiremit, B.** (2016). Türkiye Sağlık Harcamaları Trendi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(1).157-175.

B. Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler :

1. Yabana Kiremit B. (2022). 0-14 Yaş Çocuklarda Solunum Yolu Hastalıklarına Ait Hasta Fatura Tutarının Yapay Sinir Ağları Ve Çoklu Doğrusal Regresyon İle Tahmin Edilmesi. 5. *Uluslararası 15.Ulusal Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi*. Samsun
- 2.Yabana Kiremit B. (Ekim, 2022). Sağlıkta Risk Yönetimi ve Covid-19: Sistematik İnceleme. 5. *Uluslararası 15.Ulusal Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi*. Samsun.
- 3.Dikmetaş Yardan, E., Coşkun Us, N.,**Yabana Kiremit, B.** (Ekim 2018). Sağlık Çalışanlarında Psikolojik Taciz ve Bilgi İfşası. *International Congress on Social and Legal Studies*. Samsun
4. Dikmetaş Yardan, E., Yardan, T., Coşkun Us, N.,**Yabana Kiremit, B.** (Eylül 2018). Samsun İl Merkezi ve İlçelerindeki Termal ve Spa-Wellness Sağlık turizmi Potansiyeli. *Akşemseddin 3. Uluslar arası İnsan ve Toplum Bilimleri Sempozyumu*. Hitit Üniversitesi, Çorum. (s.672-679).
5. Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.**, Budak, S. (Ekim 2017). Sağlık Kurumlarında Örgütsel Öğrenme ve Personel Güçlendirmeye Yönelik Bir Araştırma. *1. Uluslararası 11. Sağlık ve Hastane İdaresi Kongresi*. Trabzon.

C. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler:
C2. Yazılan ulusal/uluslararası kitaplardaki bölümler:

1. Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.** (2022). “Sağlık Sektörü Teknoloji Uygulamaları.” E. Dikmetaş Yardan (ed.). *Sağlık Bilgi Sistemi*. (s.145-160). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- 2.Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.** (2021). “Girişimcilik ve Yenilikçilik Türleri.” E. Dikmetaş Yardan (ed.). *Sağlık Sektöründe Girişimcilik ve Yenilikçilik*. (s.9-26). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
3. Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.** (2019). “Sindirim Sistemi ile İlgili Terimler.” E. Dikmetaş Yardan (ed.). *Sağlık Hizmetlerinde Tıbbi Terminoloji*. (s.71-80). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
4. Katı, C., **Yabana Kiremit, B.** (2019). “Üriner Sistem İle İlgili Terimler.” E. Dikmetaş Yardan (ed.). *Sağlık Hizmetlerinde Tıbbi Terminoloji*. (s.89-95). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
5. Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.** (2019). “Göz İle İlgili Terimler.” E. Dikmetaş Yardan (ed.). *Sağlık Hizmetlerinde Tıbbi Terminoloji*. (s.107-114). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
6. Dikmetaş Yardan, E., Tepebaş, Ş., **Yabana Kiremit, B.** (2018). “Entrepreneurship and Innovation in the Health Sector.” N. L. Shapekova, L. Özdemir, B. Ak, V. Şenol, H. Yıldız (ed.). *Recent Researches in Health Sciences*. (s.605-618). Cambridge Scholars Publishing.

7. Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.** (2018). “Health Informatics: E-Health, Telemedicine and M-Health.” E. Alexandrova, N. L. Shapekova, B. Ak, F. Özcanaslan (ed.). *Health Sciences Research in the Globalizing World*. (s. 903-915). Sofya: St. Kliment Ohridski University Press.

8. Dikmetaş Yardan, E., **Yabana Kiremit, B.** (2017). “Sağlık Kurumlarında Örgütsel Adalet.” M.Çimen, S. Deniz (ed.). *Sağlık Kurumları Yönetiminde Örgütsel Davranış Konuları*. (s.40-55). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

D. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

1. Dikmetaş Yardan, E., Dikmetaş, H., Coşkun Us, N., Yabana, B. (2014). Türkiye ve Dünya da Sağlık Turizmi. *Sağlıkta Performans ve Kalite*. (8). 27-42.

