



**KTO KARATAY
ÜNİVERSİTESİ**

**T.C.
KTO Karatay Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI TEZLİ YÜKSEK
LİSANS PROGRAMI**

**YILLIK ANLIK MAKSİMUM AKIMLARIN, COĞRAFİ VERİ
BİLEŞENLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ**

Esra Ash ÇUBUKÇU

**KONYA
MAYIS 2019**

YILLIK ANLIK MAKSİMUM AKIMLARIN, COĞRAFİ VERİ
BİLEŞENLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ

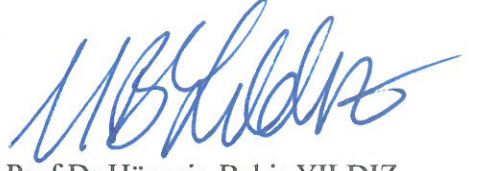
Esra Aslı ÇUBUKÇU

KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

KONYA
Mayıs 2019

Fen Bilimleri Enstitü Onayı



Prof. Dr. Hüseyin Bekir YILDIZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezli yüksek lisans tezinin yapılması gereken bütün gerekliliklerinin yerine getirdiğini onaylıyorum.



Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK
Anabilim Dalı Başkanı

Esra Aslı ÇUBUKÇU tarafından hazırlanan YILLIK ANLIK MAKSİMUM AKIMLARIN, COĞRAFİ VERİ BİLEŞENLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ başlıklı bu çalışma 29.05.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jüri tarafından tezli yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir



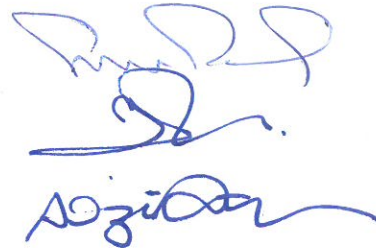
Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

Üye: Doç. Dr. Yurdağül KUMCU

Üye: Doç. Dr. Atilla ÖZÜTOK

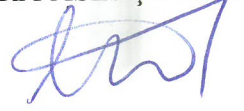


TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak ve kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

29.05.2019

ESRA ASLI ÇUBUKÇU



ÖZET

YILLIK ANLIK MAKSİMUM AKIMLARIN, COĞRAFİ VERİ BİLEŞENLERİ VE YAPAY SİNİR AĞLARI İLE MODELLENMESİ

ÇUBUKÇU, Esra Aslı

Yüksek Lisans - İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

Mayıs 2019

Yıllık Anlık Maksimum Akım (YAMA), su yılı içerisindeki anlık olarak kaydedilen en büyük debiyi göstermektedir. Bu debi meydana geldiği yerde genelde taşkınla sonuçlanmaktadır. Taşkına sebebiyet veren en önemli parametreler ani yağışlar ve kar erimeleri olarak görülmektedir. Ortaya çıkan taşkın; yerleşim yerlerinde, tarım arazilerinde can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Bu nedenle taşkına sebebiyet veren debinin tahmin edilmesi, buna bağlı önlem alınması zararları en aza indirmek için önem arz etmektedir. Bu çalışmada; 14 nolu Yeşilirmak Havzasında yer alan beş adet Akım Gözlem İstasyonuna (AGİ) ait coğrafi konum, yükseklik ve alan bilgileri olmak üzere 8 giriş verisi kullanılarak her bir AGİ için YAMA verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada toplamda 240 adet (5 istasyon x 48 yıl) giriş verisi kullanılmıştır. Veri periyodu 1964-2012 yıllarını kapsamaktadır. Maalesef YAMA değerleri 2012 yılından sonra kullanılan 5 istasyon için de izlenememektedir. Bu nedenle veri periyodu 2012 yılında durdurulmuştur. YAMA tahmininde Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇKYSA), Genelleştirilmiş Yapay Sinir Ağları (GRYSA), Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları (RTYSA) ve Çoklu Doğrusal Regülasyon (ÇDR) yöntemleri kullanılmıştır. Giriş veri setleri 4'er paket haline getirilerek bu paketler hem eğitim hem de test aşamalarında sırasıyla kullanılmıştır. Karşılaştırma kriteri olarak Karekök Ortalama Karesel Hata (KOKH), Ortalama Mutlak Hata (OMH) ve Korelasyon Katsayısı (R) kullanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında son yılların modellendiği analizlerin sonuçları ÇKYSA (8 Giriş) (KOKH=119.118, OMH=93.213, R=0.808), şeklinde gözlemlenirken, eksik verilerin tamamlanması gibi çalışmalarda kullanılmak üzere yapılan geçmiş yılların modellemesi RTYSA (2 Giriş) (KOKH=111.559, OMH= 81.114, R=0.900) şeklinde gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Modelleme, Taşkın, Yapay Sinir Ağları, Yıllık Anlık Maksimum Akım

ABSTRACT

MODELING OF ANNUAL MAXIMUM FLOWS WITH GEOGRAPHIC DATA COMPONENTS AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

ÇUBUKÇU, Esra Aslı

M.Sc Department of Civil Engineering

Advisor: Asist. Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ

May 2019

Annual Maximum Flow (AMF) represents the largest flow rate recorded in the water year. This flow usually results in floods. The most important parameters that cause flooding are seen as precipitation and snow melts. Occurring flood is the resulted loss of life and property in agricultural areas in residential areas. Therefore, it is important to estimate the flow causing the flood and to take precautions accordingly. In this study; It is used in five Current Observation Stations (COS) located in Yeşilirmak Basin 14. By using 8 input data including geographical location, altitude and area information of these stations, AMF data were tried to be estimated for each COS.

A total of 240 input data was used in the study. The data period covers the years 1964-2012. Unfortunately, YAMA values cannot be monitored for all 5 stations used after 2012. Therefore, the data period was stopped in 2012. In this study, Multilayer Artificial Neural Networks (MANN), Generalized Artificial Neural Networks (GANN), Radial Based Artificial Neural Networks (RBANN) and Multiple Linear Regulation (MLR) methods were used. Input data sets were made into 4 packets and these packages were used respectively in both training and testing stages. Root mean square error (RMSE), mean absolute error (MAE) and correlation coefficient (R) were used as the comparison criteria. The results of the analysis of the MANN (8 Input) (RMSE = 119.118, MAE = 93.213, R = 0.808), and RBANN (2 Input) (RMSE = 111.559, MAE = 81.114, R = 0.900) like this.

Keywords: Modeling, Flood, Artificial Neural Networks, Annual Instantaneous Maximum Current.

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup bana yardımcı olan, danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet Faik SEVİMLİ hocama ve tez çalışmamda kaynak aramak için yardım talep ettiğim ve deneyimlerine başvurduğum, bu çalışma boyunca bana desteklerini esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Vahdettin DEMİR hocama teşekkürlerimi sunarım.

Esra Aslı ÇUBUKÇU

Mayıs, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	ix
SİMGELER	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. MATERYAL ve METOT	18
3.1. Materyal	18
3.1.1. YAMA Nedir?	18
3.1.2. Çalışma Alanı	20
3.2. Metot	22
3.2.1. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları	23
3.2.2. Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları	25
3.2.3. Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı	26
3.2.4. Çoklu Doğrusal Regresyon	27
4. UYGULAMA	29
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	52
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	60

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Çalışılan parametrelere ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler.	19
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan istasyonlara ait özet bilgiler.	21
Çizelge 4.1. Kolerasyon tablosu.	29
Çizelge 4.2. Kullanılan veri paketleri.	30
Çizelge 4.3. Analizlerde Kullanılan Veri Paketleri.	30
Çizelge 4.4. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M_1 Analizi için denklem katsayıları.	32
Çizelge 4.5. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M_2 Analizi için denklem katsayıları.	33
Çizelge 4.6. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M_3 Analizi için denklem katsayıları.	34
Çizelge 4.7. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M_4 Analizi için denklem katsayıları.	35
Çizelge 4.8. Genelleştirilmiş Regresyon YSA yöntemi için analizlere göre spread katsayıları.	36
Çizelge 4.9. Radyal Tabanlı YSA yöntemi için analizlere göre Ara Tabaka Hücre Sayıları (ATHS) ve Spread Katsayıları (SP).	36
Çizelge 4.10. Çok Katmanlı YSA yöntemi için analizlere göre Ara Tabaka Hücre Sayıları (ATHS).	37
Çizelge 4.11. M_1 Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.	38
Çizelge 4.12. M_1 Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.	39
Çizelge 4.13. M_2 Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.	41
Çizelge 4.14. M_2 Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.	42
Çizelge 4.15. M_3 Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.	44
Çizelge 4.16. M_3 Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.	45
Çizelge 4.17. M_4 Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.	47
Çizelge 4.18. M_4 Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.	48
Çizelge 4.19. M_4 Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Yeşilirmak Havzası Drenaj Ağı [37].	21
Şekil 3.2. Üç Tabakalı/Katmanlı (a,b,c tabakaları) bir YSA yapısı.	25
Şekil 3.3. $a = \text{Purelin fonksiyonu (n)}$. (Lineer Transfer Fonksiyonu) gösterilmiştir.	26
Şekil 3.4. GRYSA'nın genel yapısı 3.4'te verilmiştir.	27
Şekil 4.1. M_1 Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	40
Şekil 4.2. M_1 Analizi, ÇKYSA yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	40
Şekil 4.3. M_2 Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	43
Şekil 4.4. M_2 Analizi, RTYSA yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	43
Şekil 4.5. M_3 Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	46
Şekil 4.6. M_3 Analizi, RTYSA yöntemi (1 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	46
Şekil 4.7. M_4 Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	49
Şekil 4.8. M_4 Analizi, RTYSA yöntemi (2 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	49
Şekil 4. 9. M_1 Analizi, ÇDR yöntemi (3 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri	50
Şekil 4. 10. M_2 Analizi, ÇDR yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	50
Şekil 4. 11. M_3 Analizi, ÇDR yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	51
Şekil 4. 12. M_4 Analizi, ÇDR yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.	51

KISALTMALAR

Kisaltmalar	Açıklama
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
AR	Otoregresiv Modeli
ATHS	Ara Tabaka Hücre Sayısı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇDOR	Çoklu Doğrusal Olmayan Yapay Sinir Ağı
ÇDR	Çoklu Doğrusal Regresyon
CG	Conjugate-Gradient
ÇKYSA	Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağı
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EXP	Üstel Dağılım
GBYSA	Geri Beslemeli Yapay Sinir Ağı
GEV	Genelleştirilmiş Maksimum Değer Dağılım
GFFYSA	Genelleştirilmiş İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağı
GL	Genelleştirilmiş Lojistik Dağılım
GLO	Genelleştirilmiş Lojistik Dağılım
GNO	Genelleştirilmiş Normal Dağılım
GPA	Genelleştirilmiş Pareto Dağılım
GRYSA	Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı
GUM	Gumbel Dağılımı
HTS	Hiperbolik Tanjant Sigmoid
İBGYSA	İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı
KOKH	Karekök Ortalama Karesel Hata
KÜHES	Küçük Düşülü Hidro Elektrik Santrali
LG	Logaritmik Sigmoid Fonksiyonu
LM	Levenberg Markquart Algoritması
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NORM	Normal Dağılım
OKH	Ortalama Karesel Hata
OMH	Ortalama Mutlak Hata
OSS	Tek Adım Sekant Algoritması
OYF	Olasılık Yoğunluk Fonksiyonu
P	Yağış
PE3	Pearson Tip 3 Dağılım
Q	Debi - Akış
QN	Quasi-Newton
RTYSA	Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları
SCG	Ölçeklendirilmiş Eşleştirilmeli Gradyant Algoritması
SP	Spread Katsayısı
TJ	Tanjant Sigmoid Fonksiyonu
TBAYSA	Temel Bileşen Analizi Yapay Sinir Ağı
UNI	Normal Olmayan Dağılım

YAMA
YSA

Yıllık Anlık Maksimum Akım
Yapay Sinir Ağları



SİMGELER

Simgeler	Açıklama
A_{ab}	a ve b tabakaları arasındaki ağırlıklar kümesi
\mathcal{C}_{xa}	x örneği için a tabakasının çıktı kümesi
D	Girdi vektörünün boyutu
E	Verimlilik Katsayısı
G_{tc}	“c” örneği için gerçek çıktı değeri
H_t	“t” örneği için toplam hata
I	Birim matrisi
J	Jacobian matrisi
J^T	Jacobian matrisinin traspozesi
N	iterasyon sayısı
R	Korelasyon Katsayısı
R^2	Belirlilik Katsayısı
T_{tc}	c örneği için tahmin edilen çıktı değeri
X'	Normalize edilmiş veri
X_1	Girdi değerini
X_{max}	Girdi setinde yer alan en büyük sayıyı göstermektedir
X_{min}	Girdi setinde yer alan en küçük sayıyı,
θ_b	Tarafılık sabiti (bias)
μ	Yakınsama hızını etkileyen parametredir
ε	Hata
σ_2	Normal dağılışa sahip şansa bağlı hata değişkenidir

1. GİRİŞ

Bir su yılı içerisindeki anlık olarak gözlemlenen en büyük debiye Yıllık Anlık Maksimum Akım (YAMA) denilmektedir. Bu debi genellikle kaydedildiği bölgede ani değişimler sonucu meydana gelmiş olup, taşkın ile sonuçlanmaktadır. YAMA verileri 2011 yılına kadar Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından kayıt altına alınmaktaydı. Ancak şu anda Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından oluşturulan Akım Yıllıkları'nda bulunmaktadır. Nehir ya da dere yatağındaki su miktarının, normalden fazla yağmur yağması veya ani kar erimesinden kaynaklı hızlı bir şekilde artması durumu taşkın olarak tanımlanmaktadır. Taşkınlar debilerine göre yatak çevresinde yaşayan canlılara ve arazilere büyük ölçüde zarar verebilme gücüne sahiptir. Şiddetli yağışın ardından fazla eğimli ve geçirimsiz topraklı alanlarda, yoğun kar yağışı bulunan havzalarda ani sıcaklık değişimi sonucu yan kollardaki suyun birden yükselmesi en tehlikeli taşkınları meydana getirmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucunda atmosferin su döngüsünde değişimler olurken, şiddetli yağış olayları ve meteorolojik doğal afetlerin oluşumlarında artış gözlenmektedir. Isınan iklim şartları farklı zaman ve yerlerde kuraklık ve taşkın risklerini artırmaktadır [1].

Bir diğer sebep ise havzanın yağış rejimidir. 1967-1987 yılları arasında akarsularda görülen taşkın sayısının tüm hidrometeorolojik afetler içindeki oranı % 33 iken; 1998-2008 yılları arasında bu oran % 14'e gerilemiştir. Son yıllarda bölgede kurulan baraj sayılarındaki artışlar, dere ıslah çalışmaları ve köylerden kentlere göçler, bu şekilde nehirlerden kaynaklanan taşkınlarda azalmaya neden olmuştur. Ancak buna rağmen DSİ verilerine göre 1975-2015 yılları arasında 1209 adet taşkın olayı meydana gelmiş, bu taşkınlar sonucunda 720 can kaybı olmuştur, 893.933 hektar tarım arazisi taşkına maruz kalmıştır [2].

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verilerine göre 1940-2010 yılları arasında meydana gelen 2372 taşkınının 109'u seçilen istasyonların olduğu illerde meydana gelmiştir. Bu oranın meydana gelen tüm taşkınların yaklaşık %9.317'sini kapsadığı görülmüştür [3]. Ortaya çıkan taşkınının en az zararla yerleşim yerleri ve tarım

arazilerinden uzaklaştırılması için alınması gereken önlemler ve kurulması gereken altyapı sistemleri açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu noktada taşkının önceden tahmin edilmesi beklenmeyen can ve mal kayıplarının en aza indirilmesinde bize yardımcı olmaktadır. Gelecekte gerçekleşmesi muhtemel bir taşkın tahmin edilmesi yağış ve ani hava değişimine bağlı kar erimesi parametrelerine bağlı olduğu için her zaman güç bir konu olmuştur. Hidrolojik tahminler ve taşkınlara müdahale etme oldukça önemli bir konu iken, şu anki atmosferik tahminler, iklim tahminleri ya da hidrolojik tahminler için genellikle yeterli seviyede bir doğruluk sağlayamamaktadır [1]. Bu güçlüğün bilinen fonksiyonların dışında kapalı kutu modeline dayalı Yapay Sinir Ağlarıyla (YSA) veya regresyon yöntemiyle tahmin edilmesi ve eksik verilerin tamamlanması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Yapay zekâ, makinelere insanlar gibi düşünme, karar verme, karşılaştırma, analiz etme gibi birtakım fonksiyonların kazandırılması olarak tanımlanmaktadır. Tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Antik Yunan'da robotlarla ilgili çeşitli düşünceler olduğu görülmektedir. Cansız nesnelere zeki nesnelere haline getirmek bu fikrin temelini oluşturmaktadır [4]. Yapay zeka için 1884 yılı oldukça önemlidir, bu tarihte Charles Babbage bir makine üzerinde çalışmalar yapmıştır. Fakat yeterli insani zekaya ulaşamadığı gözlemlenmiştir. 1940'lı yıllarda bilgisayarların üretilmesi ile ortaya çıkan kavram 1956'da bir konferansta yapay zeka terimi olarak ilk defa ortaya atılmıştır. Çalışmalar 1960'lı yılların başına kadar yavaş ilerlemiştir. 1965 – 1970 yılları arasında yapay zeka için karanlık olan dönem, 1970 - 1975 yıllarında çalışmaların ivme kazanmasıyla hızla gelişmeye başlamıştır.

YSA insan beyninin en temel özelliği olan öğrenme fonksiyonunu gerçekleştiren bilgisayar sistemleridir. Öğrenme işlemini örnekler yardımı ile gerçekleştirirler [5]. YSA'nın öğrenme ve genelleştirme yeteneği bu yöntemi karmaşık problemlerin çözümünde ideal bir araç olarak karşımıza çıkartmaktadır [6]. YSA, insan beyninin özelliklerinden olan öğrenme yolu ile yeni bilgileri tecrübe yolu ile türetebilme, keşfedebilme gibi yetenekleri, herhangi bir yardım almadan algoritmalar ile otomatik olarak gerçekleştirebilmek amacı ile geliştirilen makine sistemleridir.

Taşkın debisinin tahmin edilmesi taşkın modelleme çalışmalarının ilk aşamasıdır. Bu modelleme ile taşkını görsel olarak sunabiliriz. YSA ile tahmin modellenmesinin yapılabilmesi için veri sürekliliğine ihtiyacımız vardır. Yaşanan taşkınlar Akım Gözlem İstasyonlarına (AGİ) zarar vererek veri sürekliliğini bozabilmektedir. Çalışmamızda Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 14 no'lu Yeşilirmak Havzası'nda yer alan (1402, 1412, 1413, 1414, 1418) 5 adet AGİ'nin YAMA verileri, coğrafi bileşenleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu alanın seçilmesinde en büyük neden, geçmiş yıllarda yaşanan taşkın olayları ve verilerinde sağlayabildiğimiz sürekliliktir. YAMA verileri DSİ'nin web sitesinde, Faaliyetler sekmesinde, Akım Gözlem Yıllıklarında seçeneğinde, DSİ'nin kayıtları 1959 – 2015 ve EİE'nin kayıtları 1935 – 2011 şeklinde yayınlanmıştır. Bu çalışmada; 1964-2012 yılları arasındaki YAMA verileri ve coğrafi bilgiler ile oluşturulan veri setleri kullanılarak, tüm veri setleri sırasıyla eğitim ve test aşamalarına tabi tutulmuştur. Böylece çalışmada; hem oluşabilecek taşkınlar tahmin edilmeye çalışılırken, hem de geçmiş yıllarda sel vb. doğal afetlerden dolayı yaşanmış veri kayıplarının eksiklerini modelleyerek, eksik verilerin tamamlanması amacını taşımaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

YSA'larının ortaya atılmasından itibaren yüzlerce çalışma yapılmış, çalışmalar 20. yy'ın ilk yarısında başlamış ve günümüze kadar büyük bir hızla devam etmiştir. İlk yapay sinir ağı modeli 1943 yılında, doktor Warren McCulloch ile matematikçi Walter Pitts tarafından gerçekleştirilmiştir. McCulloch ve Pitts, insan beyninin hesaplayabilme tecrübe ile öğrenme yeteneğinden ilham alarak, elektrik devreleriyle basit bir sinir ağı modellemişlerdir. 1970'li yıllar YSA için bir dönüm noktası olmuş, daha önce çözülmesi mümkün görülmeyen birçok problem bu dönemlerde çözülmeye başlamıştır [7]. Bu bölümde YSA'lar üzerine yapılan, yüzlerce çalışma yer alır, 2000 - 2018 yılları arasında yapılan YÖKTEZ tabanında bulunan tezler ve ulusal - uluslararası makaleler yıl sırasına göre özetlenmiştir.

Dibike ve arkadaşları 2001 yılındaki çalışmaları ile nehir sistemlerinin tasarımları, işletimi ve nehir akışlarının verilerini elde etmek için kullanılabilir yağış-akış modellemesini kapalı kutu yöntemleriyle uygulamaya başlayanlardandır. Böyle bir doğa olayında, fiziksel sürecin iç yapısını detaylı bir şekilde çözümleyebilecek, girdi ve çıktılar arasında eşleme tanımlayabilecek, 'Kapalı Kutu' modeli uygulamasını tercih etmişlerdir. Kapalı kutu modeli olarak tanımlanan YSA girdi ve çıktılar arasındaki doğrusal olmayan karmaşık yapıya sahip en başarılı makine öğrenme tekniği olarak görülmüştür. Çalışmada Çok Katmanlı YSA (ÇKYSA) ve Radyal Tabanlı YSA (RTYSA) kullanılarak modelleme yapılmıştır. Sonuçlar karşılaştırıldığında, YSA yöntemlerinin başarılı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir [8].

Lim ve Lye 2002 yılındaki çalışmalarında Malezya'nın Sarawak kentindeki nehir havzasının taşkın kayıtlarını, L-moment yöntemine dayanan bir endeks-taşkın tahmini modeli kullanarak incelemişlerdir. İki homojen bölge tanımlanmış, Genelleştirilmiş Maksimum Değer (Generalized Extreme Value (GEV)) ve Genelleştirilmiş Lojistik (Generalized Logistic (GL)) dağılımlarının, taşkınını ilgili bölgelerde uygun şekilde dağılımını tanımladığını görmüşlerdir. Daha sonra her bölge için bölgesel bir büyüme eğrisi geliştirmişlerdir. Bu eğriler, Sarawak'taki sualtı havzalarındaki tasarım

taşkınlarının yöntem için belirlenen sınırlamalar dahilinde tahmini olarak kullanılabilir. Burada sunulan sonuçlar Sarawak'ta mühendislik uygulamaları için yararlıdır. Genel olarak taşkın kayıtlarının mevcut olması koşuluyla diğer bölgelerde de kullanılabilir. Sarawak'ta tanımlanmış bir homojen bölgenin içinde veya yakınında bulunan gelgit olayından etkilenmemiş havzalarına da uygulanabilir [9].

Yarar 2004 yılındaki çalışmasında Konya'da bulunan Beyşehir Gölü'nün su seviyesi değişimlerini DSİ tarafından ölçülen 1962-1990 yılları arasındaki Giren akım- Kayıp akım, buharlaşma, çekilen akım, yağış ve su seviyesi verilerini kullanarak ÇKYSA ile tahmin etmeye çalışmış, geleneksel yöntem sonuçlarıyla karşılaştırmıştır. Eğitim algoritması olarak Levenberg-Marquardt (LM), Tek Adım Sekant (OSS) ve Ölçeklendirilmiş Eşleştirilmeli Gradyant (SCG) algoritmaları kullanırken, 348 aylık verinin yaklaşık %80'i eğitim aşamasında, %20'si ise test aşamasında kullanmıştır. Çalışma sonucunda lineer olmayan bu değişimin YSA metotları tarafından eğitilerek hızlı, doğru ve rahatça tahmin edilebildiğini görmüştür [10].

Yaşar 2004'te yaptığı çalışmasında Küçük Düşülü Hidroelektrik Santrallerinin (KÜHES) tasarımında temel giriş olan akış değerlerindeki boşlukları YSA modeli ile doldurmayı hedeflemiştir. Böylelikle KÜHES'lerin tasarımı güvenli ve ekonomik şekilde çözülebileceğini ortaya koymuştur. Adıyaman'da bulunan Ziyaret Çayı'na ait 1985-1988 yılları arasındaki yağış-akış ilişkisi oluşturulmuş olup çalışmada, sıcaklık ve yağış verileri girdi, akış verileri çıktı olarak kullanmıştır. 1435 veriden yaklaşık %90'ı eğitim, %10'u test aşamasında kullanmıştır. Eğitim aşamasında girdi parametresi olarak gün, sıcaklık, yağış ve bir gün önceki akış değerleri değerlerini kullanmıştır. Yöntem olarak İleri Beslemeli Geri Yayılımlı (İBGYSA) ve Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı (GRYSA) kullanmıştır. Sonuçlar %90 a varan doğruluğu yakalamıştır. Yıl içerisindeki eksik günlük akış değerlerinin tamamlanması hedefine ulaşmıştır [11].

Öcal 2007'de yaptığı çalışmasında YSA'ların katı madde tahmin modellerinin güvenilirliğini ölçmek amaçlı, Büyük Menderes Nehri üzerinde bulunan, Yukarı

Büyük Menderes alt havzası ve Banaz Çayı Alt Havzası'ya ait 715 ve 735 nolu AGİ'ler için akarsularla taşınan katı madde tahmin modelleri YSA ve ÇDR ile geliştirmiştir. Modellerde 2 adet gizli katman ve katmanlardaki nöron sayısını 20 olarak almıştır. Veriler 3 tip gruplamaya tabi tutulmuş, bunları; %50, %60 %70 eğitim ve sırasıyla %50, %40, %30 test aşaması için kullanmıştır. Madde miktarı değişim verisini aylık almaktadır. Değerlendirme kriteri olarak OM, E ve KOKH olarak belirlenmiştir. Tüm sonuçlar dikkate alındığında eğitim ve test aşamalarında ortaya koyduğu modeller doğrultusunda YSA modelleri ÇDR modellerine göre yüksek performans göstermiştir [12].

Partal 2007'de yaptığı çalışmada Türkiye geneline yayılmış, günlük meteorolojik verilerden (ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama nem, toplam buharlaşma, toplam yağış) homojenlik testinden geçmiş olanları seçerek (14 istasyona ait) İBGYSA, RTYSA, GRYSA yöntemleri kullanarak tahmin etmiştir. Sonuçları ÇDR ile karşılaştırmıştır. İBGYSA modelinin en iyi sonucu verdiğini görmüştür. Ardından çalışmada orijinal veriler ayrık dalgacık dönüşümü modeli ile yağış tahmininde etkin bileşen seviyelerine ayırmıştır ki Türkiye'de ilk defa meteorolojik veriler dalgacık dönüşümü ile bileşen seviyelerine ayrılarak çalışılmıştır. Dalgacık dönüşümü yöntemi YSA tahminine önemli ölçüde doğruluk kazandırmış, tahmini iyileştirmiştir. Sonuçlar karşılaştırılınca dalgacık-İBGYSA modelinin en iyi performansı gösterdiğini belirlemiştir. Böylelikle dalgacık dönüşümü yönteminin YSA ile rahatça kullanılabileceğini ortaya koymuştur [13].

Şahin 2007'de yaptığı çalışmasında Karadeniz Bölgesinde, aylık ortalama yağış, ortalama sıcaklık, ortalama nem, ortalama buharlaşma, ortalama basınç ve toplam akım verilerini kullanarak, İBGYSA, RTYSA, GRYSA yöntemleriyle modeller oluşturup, elde edilen sonuçları ÇDR modelinin sonuçlarıyla karşılaştırmıştır. Ekstrapolasyon uygulanması gerektiğinde İBGYSA ve RTYSA metodlarının daha uygun olduğu görülürken, bu iki yöntem düşük akım değerlerinde negatif tahmin yaparken, GRYSA tercih ettiğimizde bu sorun ortadan kalkmaktadır. GRYSA modelinin kullanılacağı problemde veri sayısı ne kadar fazla olursa o kadar doğru

sonuç verdiğini gözlemlerken, sonuçlar incelendiğinde İBGYSA ve RTYSA modellerinin ÇDR modelinden daha doğru sonuç verdiğini görmüştür. İstatistiksel yöntemler kullanılarak yapılan modellemelerde çeşitli ön kabuller yapılırken, YSA modellemesinde hiçbir önşart ya da kabul yapılmamaktadır. Bu da YSA yapısının karmaşık olayları çözümüleme yeteneğini arttırmaktadır [14].

Afşar 2008 yılında yaptığı çalışmasında Yozgat, Kayseri, Kırşehir ve Nevşehir illerinde bulunan istasyonların kaydettiği, günlük ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama nem ve buharlaşma verilerini kullanarak ÇKYSA, RTYSA, GRYSA, ÇDR ve Bulanık mantık metodlarıyla birbirinden farklı giriş ve kombinezonları kullanarak buharlaşma tahminleri yapmıştır. Değerlendirme kriteri olarak KOKH, OMH, ve R kullanmıştır. Yıllara göre ölçüm ayları değişkenlik gösterdiğinden tüm iller için aynı yılların aynı gün verileri kullanamamış, illere göre kendi içinde verileri gruplamıştır. Yozgat ve Kayseri illeri için 1993-2005 yılları arası, 15 yıllık günlük ölçümleri dikkate almıştır. Bu 15 yılını 10 yılını eğitim, 5 yılını ise test aşamalarında kullanmıştır. İki ilde yapılan karşılaştırmada en iyi sonuçlar 4. Kombinezonda, RTYSA ve ÇKYSA modellerini kullanarak elde etmiştir. Kırşehir istasyonunda 2001-2006 yıllarını kapsayan 6 yıllık verinin 4 yılını eğitim, 2 yılını test aşamasında kullanmıştır. Kırşehir ili için en iyi sonucu RTYSA modelini kullanarak elde etmiştir. Nevşehir istasyonu içinse 2002 - 2007 yıllarını kapsayan 6 yıllık veriden ilk 4 yılını eğitim, son 2 yılını test aşamasında kullanmıştır. Modellemeler sonucu yapılan karşılaştırma en iyi sonucu ÇDR yönteminin verdiğini görmüştür. Bütün istasyonlarda en kötü sonuçları 1. Kombinezonda ortaya koymuştur [15].

Türktemiz 2008'de yaptığı çalışmada Antalya Havzasında yer alan Manavgat Çayı üzerinde inşa edilmiş Oymapınar ve Manavgat Barajları için Manavgat Çayı üzerinde kaydedilen 901 nolu AGİ'nin debi değerlerini, yine aynı nehir üzerinde bulunan 911 ve 912 nolu AGİ'lerin debi verilerini kullanarak YSA ve rasyonel metodlarıyla tahmin etmiş ve karşılaştırmıştır. DSİ'nin drenaj alanlarının oranlarını kullanarak uyguladığı yöntem, havzanın özelliklerini tam olarak yansıtmadığı için az güvenilir bir yöntemdir. Gerekli parametreler hazne su depolama değerleri, bölgesel yağış değerleri ve akım

değerleri olarak baz almıştır. 1964 - 1974 yılları arasındaki 11 yılı kapsayan günlük verilerin ilk 7 yılını eğitim, son 4 yılını ise test aşamasında kullanırken, farklı nöron sayıları ve farklı normalize değerleri modelleri kurmuştur. Değerlendirme kriterleri olarak Ortalama Kare Hata (OKH), ve belirlilik katsayısı R^2 kullanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde YSA modelinin Logaritmik Sigmoid (LG) ve Tanjant Sigmoid (TJ) fonksiyonları, 0-1 normalize değerleri kullanıldığında daha iyi sonuçlar verdiğini görmüştür. Nöron sayısını artırarak çözümlemenin doğruluğunu yükselttiğini görmüştür [16].

Öncül 2008'de, çalışmasında Aşağı Sakarya Havzası'nda bulunan akarsuların akımlarını YSA ile tahmin ederek bu tahmini debilerden faydalanarak havzanın, hidroelektrik enerji potansiyellerini tespit etmiştir. İBGYSA ve Geri Beslemeli Yinelemeli YSA (GBYSA) ve ÇDR yöntemlerini kullanmıştır. Papaz Deresi, Çark Suyu regülatör çıkışı, Karakaya ve Kurtköy Derelerini çalışma alanı olarak seçmiştir. Burada bulunan istasyonlara ait 1999 - 2000 yılları arasındaki ötelenmiş günlük akım verileri kullanılarak t anındaki akım tahminlerini yapmaya çalışmıştır. 1448 adet veriden 968'ini eğitim, 480 adetini test aşamasında kullanmıştır. Sonuçlar YSA modelinin gelecekteki akım tahminlerinde oldukça başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Tahminlere göre havza incelemesi yapıldığında havzanın KÜHES potansiyelinin olduğuna kanaat getirilmiştir [17].

Dahamsheh 2008 yılında yaptığı çalışmada Ürdün'ün farklı bölgelerinden seçtiği Amman, Baqura ve Safawi istasyonlarının önceki gün ve aylara ait yağış verilerini kullanarak, gelecekteki aylık yağışlarının Markov zinciri eklenmiş koşullu YSA'lar ile modellemesini yapmıştır. Çalışmasında kullanılan verileri öncelikle homojenlik testlerinden geçirmiş, homojenliklerini kanıtlamıştır. YSA yöntemlerinden İBGYSA, GRYSA, ve ÇDR yöntemlerini kullanmıştır. Sonraki aşamada modellerin performansları artırmak için Markov Zincirleri, YSA ve ÇDR modelleri ile birleştirerek çözmüştür. YSA ve ÇDR modellerini geliştirmek için eğitim verileri Thomas - Fiering uygulayarak sentetik seriler ile uzatmıştır. Sonuç olarak YSA ve ÇDR modelleri ile sentetik serilerle güçlendirmiş modellerin yetersiz kaldığı, Markov

zinciri ile birleştirerek YSA ve DR modellerinin kuraklık - yağış tahminlerinde başarıyı yakaladıklarını görmüştür. Koşullu YSA ve koşullu DR modellerinin gelecekteki yağış ve kuraklık ya da eksik verilerin tamamlanması çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna varmıştır [18].

Mazmancı 2009 yılında yaptığı araştırmada Adana şehrinde, Seyhan Nehri üzerinde bulunan Çatalan Barajı'nın günlük buharlaşma miktarındaki dalgalanmayı modern yöntemlerle tahmin edip, geleneksel istatistik yöntemler ve skotastik model sonuçları ile karşılaştırmıştır. Baraj seviyesinin modellenmesinde üç farklı metot kullanmıştır. Bunlar; DR, Otoregresiv modeli (AR), ve YSA'dır. YSA modelinin eğitim algoritmasında Bayesian düzenleme tekniği ve LM optimizasyonu geliştirilerek, katsayılar düzenlemiştir. Çalışmada kullanılan 1 Ocak 2005 ve 28 şubat 2008 tarihleri arasında kaydedilen toplamda 1095 verinin, yaklaşık %67 si eğitim, %33'ü de test aşamasında kullanılarak günlük buharlaşma miktarlarını üretmiştir. Sonuçları incelediğinde YSA modelinin geleneksel yöntemler ve DR modelleriyle karşılaştırıldığında daha doğru sonuçlarla tahmin ettiğini görmüştür. YSA'nın diğer yöntemlere göre daha avantajlı olmasının nedenini non lineer olması ve tüm veri setlerini analize dahil etmesi şeklinde açıklamıştır [19].

Hu ve arkadaşları 2009'da araştırmalarında YSA'ya dayalı yağış akış modelinin genelleme performansını iyileştirmeye yönelik yeni tedbirleri araştırmak ve yeni önlemlerin uygulanabilirliğini değerlendirme noktasında çalışmalar yapmıştır. YSA modelleri, hidrolojik sistemlerin doğrusal olmayan davranışlarını simüle etmek için büyük potansiyel sağlar. Bununla birlikte, o dönemde model genelleme performansını iyileştirme ile ilgili problemlerden dolayı YSA'nın potansiyeli henüz tam olarak kullanılmamıştır. Hidrolojik bağlamda, daha iyi genelleme performansı, daha yüksek tahmin kesinliği anlamına gelir. Yaygın olarak kullanılan Back Propagation (BP) ağına kıyasla üç geliştirmenin yapıldığı, yağış sürecinin modellenmesi için değiştirilmiş bir sinir ağı modeli hedeflemişlerdir. Üç gelişme (a) hidrolojik n bilginin sinir ağı öğrenmesine aıkca entegrasyonu; (b) değiştirilmiş bir eğitim amaç fonksiyonunun dahil edilmesi; ve (c) ağ hassasiyetinin giriş hatalarına indirgenmesi. Çalışma alanı

olarak Çin'deki havza alanları seçmişlerdir, 7 havzada uygulamışlardır. Bu çalışmanın sonucunda, önceki hidrolojik bilginin sinir ağı öğrenme algoritması ile birleştirilmesi, sinir ağlarının yağmurun akışa dönmesi için kapalı kutu modeli olarak kullanılması yerine tavsiye etmişler, yedi havzanın hepsinde tutarlı gelişmeler sağlamışlardır. İkincisi, eğitim hedefi işlevinin değiştirilmesi, yüksek ve düşük akışlar için geliştirilmiş model performansına rağmen, değişken sonuçlar sunar. Son olarak, giriş hatalarına karşı ağ hassasiyetini azaltmak için ek hassasiyet kısıtlamaları getirmek, sinir ağı modeli performansını ve özellikle genelleme özelliklerini iyileştirme çalışması devam etmelidir. Geliştirilmiş modellerin BP'den daha iyi performans gösterdiği, önerilen 3 modelin de performansta iyileşme sağlattığını gözlemlenmişlerdir [20].

Dindar 2010 yılındaki çalışmasında ülkemizin Güneydoğu Bölgesi'nde yer alan Tahtaköprü Barajı'nın aylık buharlaşma miktarını modern yöntemlerle tahmin edip, geleneksel istatistik yöntemler ve skotastik model sonuçları ile karşılaştırmıştır. Baraj seviyesinin modellenmesinde üç farklı metot kullanmıştır. Bunlar; ÇDR, AR, ve YSA'dır. YSA modelinin eğitim algoritmasında Bayesian düzenleme tekniği ve LM optimizasyonu geliştirerek, katsayılar düzenlemiştir. Karşılaştırma kriterleri ise OMH, OKH ve R^2 'dir. 1976-2005 yılları arasındaki aylık buharlaşma miktarı verilerinin %70'ini eğitim aşamasında, geri kalan %30'unu ise test aşamasında kullanmıştır. Bu çalışma sonucunda YSA modelinin geleneksel yöntemler ve ÇDR modeline göre daha doğru tahminler yaptığını ortaya koymuştur. Bu tip veriler ve olayın gerçekleştiği ortamı incelediğinde YSA yapısının doğadaki olayları modellemek için daha uygun olduğu sonucuna varmıştır [21].

Saplıoğlu ve Çimen 2010 yılındaki çalışmalarında Amerika Birleşik Devletleri'nin Portland Bölgesinde bulunan 21, 107, 120 ve 121 numaralı istasyonların Haziran 2000- Şubat 2009 yılları arasında ölçülmüş 3170 adet günlük yağış verisine İBGYSA uygulanarak eksik verileri tamamlamışlardır. Sonuçları ağırlıklı ve harmonik ortalama metotlarından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırmışlardır, ayrıca sonuçlar hem eğitimin ölçülmüş çıktı değerleri ile hem de test için ayrılmış verilerin ölçülmüş çıktı

değerleri ile kıyaslanmıştır. Hidrolojik olarak benzer özellikler gösteren istasyonlar seçilmişlerdir. Verilerin %80'ini eğitim, %20 sini test aşamasında kullanmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde 4 nöronlu YSA modelinin en küçük hata değerini vermesi ve uygun saçılım grafiklerini oluşturması açılarından diğer iki standart hesap yöntemine göre daha üstün olduğunu görmüşlerdir [22].

Ren ve arkadaşları 2010 yılındaki çalışmasında Çin'in Liaoning eyaletinde bir havzaya bulanık mantık ve YSA metotlarını bir hidrolojik modelle birleştirerek, gerçek zamanlı taşkın tahmini modellemişlerdir. Daha önce gerçekleşmiş taşkınların pik noktaları ve akıntı derinliği açılarından sınıflandırmak için bulanık kümeleme modelini kullanmışlar, taşkın modelini her taşkın sınıfı için kalibre etmişlerdir. Gerçek veriler ile kümeleme modelinden elde edilen veriler Geri Yayılımlı Sinir Ağı ile eğitilerek taşkın tahminleri yaptırmışlardır. Sonuçlara bakarak sınıflandırılmış modellerin diğerlerinden daha doğru sonuç verdiğini göstermişlerdir [23].

Can 2012 yılındaki çalışmasında YSA'yı hidroloji alanında su yapıları açısından önemli olan, belirli bir süreçteki akım değerlerini tahmin etmede kullanmıştır. Modelleri oluştururken girdi ve çıktı veri setlerini çoklu regresyon modelinden faydalanarak oluşturmuş, devlet kurumlarınca uygulanan lineer regresyon modeli ile karşılaştırmıştır. Çalışma alanı olarak Kocadere, Karadere ve Kurudere'yi seçmiştir. Kocadere ve Karadere'ye ait AGİ'lerde gözlemlenen aylık akım verileri ile Kurudere'ye ait eksik aylık akım değerleri modellemiştir. Belirtilen bu 3 dereye ait AGİ'lerden alınan 1967 - 2004 yılları arasında 456 adet veriden Kurudere'ye ait gerçek ölçümlerin içinden "0" değerli olanlar ve ÇDR'de negatif çıkan tahminler ayıklandığında 195 veri kalmaktadır. %70 eğitim ve %30 oranında verileri ayırarak eğitim ve test aşamaları tamamlanarak 5 farklı modelde çalıştırır. Sonuçları incelediğinde; maksimum değerlerde tüm modeller birbirine yakın sonuçlar vererek gerçeğe oldukça yakınlaştıklarını görmüştür. Minimum değerlerle karşılaştırıldığında lineer regresyon modelinin en yakın sonucu verdiği görülür. YSA modelinin gerçeğe en yakın sonuçları vererek oldukça başarılı olduğunu, hata oranlarının tolere edilebilir seviyede olduğunu görmüştür [24].

Karaboran 2013'teki çalışmasında Kayseri ilinin güneybatısında bulunan, Develi-Yeşilhisar Havzası'ndaki meteorolojik veriler ile, havzada bulunan iki adet yeraltı suyu gözlem kuyusuna ait meteorolojik verileri kullanarak aralarındaki ilişkinin tahmin edilmesini amaçlamıştır. Modellemeyi ÇDR ve YSA tekniklerinden ÇKYSA ve RTYSA'yı kullanarak yapmıştır. Seçtiği kuyular; Sindelhüyük ve Zile Kuyularıdır. Kullandığı veriler 2007 - 2010 yıllarını kapsayan günlük verilerdir. Bu tarihler arasında günlük birimlerdeki, ortalama sıcaklık, ortalama nispi nem, ortalama buhar basıncı, terleme-buharlaştırma, verilerini bir ay sonrasında kuyulardaki yeraltı su seviyesini etkileyecek olan bağımsız değişkenler olarak seçmiştir. Verilerin %50'sini eğitim, %50'sini test aşamasında kullanmıştır. Elde edilen regresyon denklemlerini YSA modelleri ile karşılaştırdığı zaman, en doğru sonucu seçilen yöntemler içerisinde ÇKYSA modelinin verdiğini görmüştür [25].

Kızılaslan ve arkadaşlarının 2014'te yaptıkları çalışmalarında, Aşağı Sakarya Nehri debi miktarını İBGYSA kullanarak tahmin etmişlerdir. Çeşitli ihtimaller göz önüne alınarak zaman ötelemesi yaparak, en iyi sonucu veren senaryoyu belirlemeye çalışmışlardır. 1221 nolu AGİ'nin m^3/sn biriminden akım verileri dört gün öncesine kadar öteleyerek modele dahil etmişler, çeşitli ihtimallerle modele gösterdiği etkiyi araştırmışlardır ve en iyi sonucu veren senaryoyu belirlemeye çalışılmışlardır. 2003 – 2010 yılları arasındaki 2557 akım verisinin 1534' ünü eğitim, 1023' ünü ise test amaçlı kullanmışlardır. Değerlendirmeleri R^2 , OKH ve OMH değerlerine bakarak yapmışlardır. En iyi sonucu 4 gün zaman ötelemeli olan modelin verdiğini ve tahminin küçük debilerde daha iyi sonuçlar verirken büyük debilerde saçılımın dağıldığını görmüşlerdir [26].

Moghaddam 2014 yılında yaptığı çalışmasında Doğu Karadeniz Havzası'nın Bölgesel yağış şiddeti – süre – tekerrür analizini L-momentler yöntemini kullanarak gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Bölgeyi seçmesinde en büyük etken yoğun yağış alması nedeniyle sık sık taşkın yaşanmasıdır. Havzada bulunan 7 meteoroloji istasyonundan 12 farklı süre için ölçülen yıllık en büyük yağış değerlerini kullanarak

bölgesel frekans analizi yapmıştır. Homejenlik testleri sonucu bölge homojen çıkmıştır. Çalışmada enlem, boylam, yükseklik, süre ve tekerrür periyotları ve ÇKYSA, Genelleştirilmiş İleri Beslemeli YSA (GFFYSA), Temel Bileşen Analizi YSA (TBAYSA), Çoklu Doğrusal Olmayan Regresyon (ÇDOR) analizini kullanmıştır. Verileri %70 eğitim, %15 değerlendirme, %15 test aşamasında kullanmıştır. Modellemelerde sonuçlar karşılaştırıldığında GFFYSA modelinin en iyi sonucu vererek güvenilir tahminler yaptığını görmüştür [27].

İsmail ve arkadaşları 2015 yılında, Malezya'da bulunan Johor Nehri Havzası için taşkınların ortalama tekraralama aralığını tahmin etmeye çalışmışlardır. Rantau Panjang ölçüm istasyonunda kaydedilen Temmuz 1965 - Haziran 2010'a kadar YAMA verilerini kullanarak, GEV, Lognormal, Pearson 5, Weibull ve Gamma yöntemlerinde test etmişlerdir. En iyi sonuçları GEV dağılımı ardından Pearson 5, Lognormal, Weibull ve en az Gamma dağılımının verdiği görmüşlerdir. Büyük taşkın olayları sırasında kaybolan veriler, akışın tahminini etkilediği göz önüne alındığı için yeniden hesaplamışlardır. 50, 100 ve 200 yıl gerisi için tahmini YAMA'yı $691 \text{ m}^3/\text{s}$, $786 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $856 \text{ m}^3/\text{s}$ olarak ortaya koymuşlardır [28].

Ahmad ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları çalışmada Pakistan'da bulunan 5 farklı nehrin, 18 farklı bölgesinin hidrolojik özelliklerini kullanarak frekans analizi yapmışlardır. Çalışmada L momentler, TL momentler, maksimum olasılık tahmini yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmanın başında farklı olasılık dağılımları kullanılarak her bölge için en iyi dağılım tanımlanmıştır. Bu dağılımlar; Genelleştirilmiş Lojistik (GLO), GEV, Genelleştirilmiş Pareto (GPA), Genelleştirilmiş Normal (GNO), Pearson tip 3 (PE3), Normal (NORM), uniform (UNI), Gumbel (GUM) ve üstel (EXP) dağılım yöntemleri şeklindedir. Ortalama Mutlak Sapma Endeksi, Anderson Testi ve Olasılık Korelasyon Katsayısı testleri uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında 10 olasılık dağılımından, GPA, GLO, ve GEV en iyi üç uygun dağılım olarak kabul edilmiştir, L Momentler yöntemi en uygun tahmin yöntemi olarak bulunmuştur. Taşkın Frekans Analizi için, verilen taşkın

büyüklikleriyle ilişkili farklı geri dönüş süreleri de tahmin ederlerken, gözlemlenen akışlarla yakın uyum içindedirler [29].

Yaylak 2016'daki çalışmasında Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Dicle Havzası sınırları içerisinde Bitlis il merkezinden geçen Bitlis Çayı'nın bölgenin hidrolik ve hidrolojik verilerine dayalı olarak, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanarak taşkın tahmini yapmıştır. Bu bölgeyi seçmesinde Bitlis ilinin şehir merkezindeki derenin çeşitli nedenler sonucunda geçmişte ani debi artışıyla şehir merkezinde mesken ve ticaret merkezlerine verdiği zararlarıdır. Taşkın analizlerini CBS yazılımlarından Arc.GIS ve HEC-GeoRAS ve HEC-RAS yardımıyla yapmıştır. ArcGIS'de hazırlanan haritalardan arazinin 3 boyutlu haritaları ve hidrolojik katmanları HEC-GeoRAS yardımıyla HEC-RAS'a aktararak orada analiz etmiştir. DSİ'nin kaydettiği, 10. Bölge müdürlüğüne ait olan günlük debi değerlerini kullanmıştır. İstatistiksel analizler yardımıyla maksimum debileri belirleyip, taşkın oluşturup oluşturmadığını kontrol ederek taşkın risk haritalarını çıkartmıştır. Sonuç olarak farklı periyotlarda olabilecek farklı senaryoları değerlendirmiştir [30].

Turhan ve Çağatay 2016 yılındaki çalışmalarında Hatay'da bulunan Ası Nehri üzerindeki 1907 numaralı Demirköprü AGİ'ye ait 1960 yılı, aylık eksik akım verilerinin tahminini, diğer istasyon verilerini kullanarak İBGYSA ile modellemişlerdir. Sonuçları ise ÇDR ve ÇDOR ile karşılaştırmışlardır. Akım değerleri giriş verileri olarak kullanılmış, önceki ve sonraki zaman akım değerlerinden faydalanılarak YSA, ÇDR ve ÇDOR yöntemleri ile modellenmesi şeklinde oluşturmuşlardır. Eksik akım değerlerinin tahmini modellemesinde en yakınındaki istasyonun değerleri baz alınarak sinir ağı yapısı oluşturmuşlardır. Akım değerlerinin önceki ve sonraki aya ait akım değerleri ile ilişkili olduğu gözden kaçırılmaması gereken bir ayrıntıdır. Sonuç olarak yapılan modellerde İBGYSA yönteminin eksik akımların üretilmesi probleminde tahmin modeli açısından ÇDR ve ÇDOR yöntemleri gibi kullanılabilceğini görmüşlerdir. Elde edilen sonuçlara baktıklarında; İBGYSA model sonuçlarının çok yüksek başarı düzeyini yakalayamadığı, ancak yine de iyi sonuçlar ortaya koyduğunu düşünmüşlerdir. En iyi sonucu görmek için çok fazla

sayıda deneme yapılması gerekmektedir. Kullanılan girdi verileri haricinde yapısı farklı girdiler kullanılarak oluşturulacak modellemeler sonuçlarda farklılık ortaya koyabileceğini gözlemlemiştirlerdir [31].

Romali ve Yusop 2017 yılındaki çalışmalarında Malezya'da bulunan Segamat Nehri'nde meydana gelen taşkınların çevresine çok zarar verdiğini görerek, bu bölge için ortalama tekerrür aralığı ve YAMA hesaplayarak olabilecek taşkınları öngörmeye çalışmışlardır. Segamat Nehri taşkın 1960 - 2011 yılları verileri için frekans analizi yaparak, uyum testinden geçirmişlerdir. GP, GEV, Log-Pearson 3, Log-Normal ve Weibull yöntemleriyle uygulanmıştır. İlk aşama için geçmiş akım verilerine dayanarak yıllık anlık maksimum akım debileri tahmini yapmışlardır. Daha sonra, 1960 yılından 2011 yılına kadar seçilen 52 yıllık akım verisini analiz etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda Genelleştirilmiş Pareto dağılımının en uygun olanı sağladığı, ardından GEV, Log-Pearson 3, Log-Normal ve en az Weibull için sağladığını gözlemlemiştirlerdir. 50, 100 ve 200 yıl boyunca Segamat Nehri'nin YAMA'larının sırasıyla 1362.2 m³/s, 1914 m³/s ve 2642.0 m³/s olduğunu tahmin etmişlerdir. Bu tahmin yöntemlerinin taşkın riski olan bölgelerde taşkın risk yönetimi için oldukça faydalı öngörü mekanizmasıdır. Gelecekteki taşkın riski haritaları oluşturmak için kullanılabilir [32].

Abu Salam 2018'de yaptığı çalışmasında Irak'ta bulunan Dibis barajına ait 10 yıllık akım verilerini kullanarak YSA modelleriyle seviye tahmini yapmış ve gerçek ölçümlerle karşılaştırmıştır. 4 ayrı model, İBGYSA her modelde 4, 6, 8, 10 nöron kullanılmıştır. Sonuçları incelediğinde ilk modelde kullanılan parametreler; giren debi, çıkan debi ve yağış verileri ile yapılan modellemede sonuçların gerekli doğruluk seviyesine ulaşmadığını görmüştür. İkinci modelde giren debi ve çıkan debinin yanında başlangıçtaki su seviyesi değerini kullanmış, ortaya konan sonuçlarda R değerini %88.7 ye çıkartmıştır. Yapılan 3. Modelde hazneye giren debi, haznedeki çıkan debi, başlangıç su seviyesi ve yağış verileri ile modelleme yapmış ve %88.8'i yakalamıştır. Son olarak üçüncü modelde kullanılan giriş datalarının yanına başlangıç gününden bir önceki günün su seviyesini de dahil ederek %89.7 doğruluk sağladığını

ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçları karşılaştırdığında doğruluk seviyesinin artmasındaki en önemli veri setinin başlangıç su seviyesi olduğunu, tahmin modellerini en az etkileyen veri setinin ise yağış miktarı olduğu anlaşılmaktadır. Kullanılan nöron sayılarının modelleri çok etkilemediği, yakın sonuçlar verdiğini görmüştür [33].

Uçar 2018 yılında yaptığı çalışmasını havza ve drenaj ağı parametrelerinin CBS uygulaması ile belirlenmesi üzerine yapmıştır. Uygulama alanı olarak Ceyhan Havzasını seçmiştir. Uygulama alanına ait gözlem değeri olan ve memba kesiminde baraj vb. olmayan 25 adet AGİ ve gözlem değeri olmayan 33 adet alt havza belirlemiştir. Havza parametreleri olarak; havza sınırı, havza çevresi, havza alanı, havza uzunluğu, havza genişliği, havza maks. ya da min. kotu, havza eğimi, akarsu mertebesi, akarsu sayısı, çatallanma oranı vb. toplam 52 adet morfometrik, drenaj ve fiziksel parametreleri kullanmıştır. CBS yazılımı olarak Arc.GIS 10.4 programı uygulamıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde Arc.GIS programının bir havzaya ait fiziksel parametrelerin hesaplanmasında oldukça başarılı olduğu, özellikle verisi olmayan ya da eksik olan akım gözlem istasyonlarının bulunduğu havzadaki parametrenin hesaplanması ya da yorumlanması açısından oldukça yardımcı olduğunu gözlemlemiştir [34].

Yüksek ve arkadaşları 2018 yılında yaptıkları çalışmalarında Giresun ilinin Aksu Deresi üzerinde bulunan AGİ'den ölçülmüş günlük ortalama akış ve Giresun Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülmüş günlük toplam yağış verileri ile oluşturmuş 5 farklı giriş modeli kullanmış, farklı YSA yapıları ile noktasal yağış-akış modelleri denemiştir. Oluşturulan modellerde eğitim algoritması olarak LM, Quasi-Newton (QN) ve Conjugate-Gradient (CG) kullanılmıştır. YSA yapılarında Hiperbolik Tanjant Sigmoid (HTS), LS transfer fonksiyonları uygulamışlardır. Yağış-akış modellerinde günlük ortalama akış (Q) değerleri ve günlük toplam yağış (P) değerleri kullanılarak gün gecikmeli giriş setlerini oluşturmuş ve bir sonraki gün için Q değerleri tahmin etmeye çalışmıştır. Veriler 1995 - 2005 yıllarında kaydedilen günlük verilerdir ve %70 eğitim, %15 doğrulama ve %15 test olarak ayırıp kullanmışlardır. Sonuçlar RMSE, R

ve E hesaplayarak karşılaştırmışlardır. YSA-QN, YSA-LM modellerinin en yüksek performansı verse de YSA-CG modelinin daha az bağımsız değişken kullanarak diğer modellere yakın sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır [35].



3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. YAMA Nedir?

YAMA, su yılı içerisindeki anlık olarak kaydedilen en büyük debiyi gösteren, AGİ'ler tarafından kaydedilen genellikle taşkın veya sel ile sonuçlanan akımlardır. Toprağın, bir akarsu ya da çok miktarda yağmur veya diğer nedenlerle geçici olarak oluşan büyük su kütlelerine uğraması taşkın olarak tanımlanır. Genellikle vadi yüzeylerinde ve aşağı havzalarda meydana gelirler. İçerdikleri katı materyal miktarı sellere oranla daha az olmaktadır, yüksek su akışlarını ifade ederler. Taşkına sebebiyet veren en önemli parametreler ani yağışlar ve ani kar erimeleri olarak görülmektedir. Bu ani değişimlerin sonucunda meydana gelen ani debi artışı genellikle taşkınla sonuçlanmaktadır. Ortaya çıkan taşkın; yerleşim yerlerinde veya tarım arazilerinde can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Bu nedenle taşkına sebebiyet veren debinin tahmin edilmesi ve buna bağlı önlem alınması zararları en aza indirmek için önem arz etmektedir.

AGİ'lerinin parametreleri olarak konum bilgileri, yükseklik, yıl ve YAMA değerleri YSA girişleri olarak alınmıştır. İstasyonların seçiminde, her istasyon için yıllık veri olarak kullanılan YAMA'nın, geçmişe ait en az 30 yıllık ulaşılabilir verisi olması dikkate alınmıştır [36]. Verilerin tamamı DSİ'nin ve EİE'nin Akım Gözlem Yıllıklarından temin edilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışılan parametrelere ait tanımlayıcı istatistiksel bilgiler.

Değişken	Birimi	Veri sayısı	Maksimum değeri	Minimum değeri	Ortalama	Standart sapma	Çarpıklık katsayısı
Alan	(km ²)	240	33904.000	1608.000	13251.440	12566.148	0.660
Doğu (Derece)	°	240	37.000	35.000	36.000	0.634	0.001
Doğu (Dakika)	'	240	30.000	6.000	15.000	10.356	0.478
Doğu (Saniye)	"	240	45.000	3.000	27.800	19.497	-0.409
Kuzey (Derece)	°	240	40.000	40.000	40.000	0.001	0.001
Kuzey (Dakika)	'	240	46.000	18.000	32.200	10.948	0.158
Kuzey (Saniye)	"	240	42.000	3.000	21.400	16.619	0.226
Yükseklik	m	240	820.000	190.000	470.200	217.091	0.321
Yıl	1964-2012	240	2012.000	1964.000	1988.417	14.017	-0.028
YAMA	m ³ /sn	240	1252.000	5.010	259.571	246.695	1.542

YAMA verilerinin istatistiksel bilgilerine bakıldığında maximum değer 1252 m³/sn, minimum değerin 5.010 m³/sn görülür. Bu da veriler arasındaki farkların çok fazla olabileceğini, YAMA'nın fazla değişken olduğunu göstermektedir. Verilerin ortalaması 259.571 m³/sn iken, verilerin standart sapması 246.695'tir. Çarpıklık katsayısı 1.542'dir. Bu sayı 1'den fazla olduğu için, veriler sağa çarpıktır.

Sağa arpıklık, sonucu modellemenin hata payının yüksek olması beklenirken, bu durum modellemeyi zorlaştırmaktadır. Kuzey (Derece) parametresi her istasyon için aynı enlemde olduğundan maksimum değeri, minimum değeri ve ortalaması eşittir.

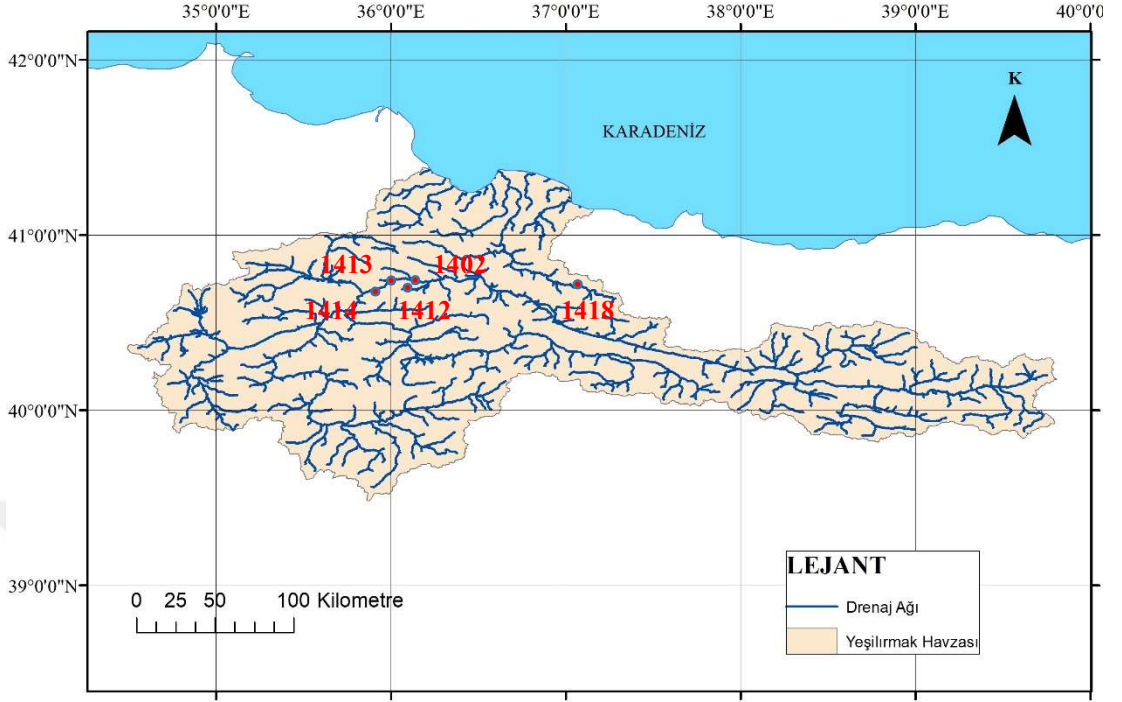
3.1.2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı 14 nolu Yeşilırmak Havzası içinde olup, Yeşilırmak Nehri ve orum at Irmağı üzerinde yer alan akım gözlem istasyonları numaralarıyla harita üzerinde gösterilmiştir. Çalışma verisi olarak 1402, 1412, 1413, 1414, 1418 kodlu AGİ için 1964'ten başlayarak 2012 yılına kadar maksimum akım verileri kullanılmıştır ancak 1968 yılında tüm istasyonlar için veri olmadığından 1968 yılı verileri hariç tutularak tahminler yapılmıştır.

Yeşilırmak Havzası; Samsun, Amasya, Çorum, Yozgat, Sivas, Erzincan Giresun, Gümüşhane illerinin bir kısmı ve Tokat ilinin tamamını kapsamaktadır. Havzanın maksimum yüksekliği 3295 m, minimum yüksekliği 0 m ve ortalama yüksekliği 1147 m'dir. Havzanın yükseklik haritası incelendiğinde batısından doğusuna yüksekliğin arttığı anlaşılmaktadır [37].

Yeşilırmak Havzası'nda maksimum eğimi % 86.42 ve ortalama eğimi % 52.98'dir [37]. Eğim haritaları incelendiğinde havzanın genel olarak eğim yüzdesinin yüksek çıktığı görülmektedir, havzanın batısında diğer bölgelerine göre daha düz alanlar mevcuttur [37].

Havzanın Drenaj Ağı Haritası incelendiğinde Karadeniz'e yakın kısımlarda drenaj ağından denize noktaları bulunurken, havzanın iç kısımlarında drenaj ağı bir bütündür, bir çıkış noktası bulunmaktadır [37].



Şekil 3.1. Yeşilirmak Havzası Drenaj Ağı [37].

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan istasyonlara ait özet bilgiler.

Kodu	İl	İstasyon Adı	Enlem	Boylam	Yükseklik	Veri Periyodu
1402	Tokat	Kale	40° 46' K	36° 30' D	190 m	1964-2012*
1412	Çorum	Şeyhoğlu	40° 27' K	35° 25' D	530 m	1964-2012*
1413	Amasya	Durucasu	40° 44' K	36° 30' D	301 m	1964-2012*
1414	Tokat	Sütlüce	40° 26' K	36° 7' D	510 m	1964-2012*
1418	Tokat	Gömeleönü	40° 18' K	37° 7' D	820 m	1964-2012*

*1968 yılı kullanılmamıştır.

Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'deki bilgilere göre Kuzey (Derece) olarak ifade edilen parametre bütün AGİ'ler için 40° enleminde bulunduğundan, bu değişkenle bir korelasyon bulunamamış ve tüm istasyonlar için bu parametre çıkartılarak kullanılmamıştır.

3.2. Metot

İnsan beyninin en temel özelliği olan öğrenme fonksiyonunu gerçekleştiren makine sistemlerini YSA olarak tanımlayabiliriz. YSA'lar öğrenme işlemlerini örnekler yardımı ile gerçekleştirmektedir, yani insanların tecrübe ederek öğrenme mekanizmasının makineye aktarılmış hali olarak tanımlanabilir. Bu öğrenme mekanizması, bilinenden farklı olarak ortama uyum sağlama, adapte olabilme, belirsizlik anında geçmiş tecrübelerle veya eksik bilgilere göre çalışabilme yeteneğini kullanarak hesaplama özelliğini bilgisayara kazandırmaktadır.

İnsan beyninin çalışma mantığı ve fonksiyonları uzun yıllar araştırılmıştır. 1890 yılında beynin çalışma fonksiyonuyla ilgili ilk eser ortaya konulmuştur. 1911 yılında insan beyninin belirli bir sistem içinde ve sinir hücrelerinden oluştuğu fikrinin benimsenmeye başlandığı görülür. İlk yapay sinir ağı hücresi modeli 1943 yılında, bir sinir hekimi olan Warren McCulloch ile bir matematikçi olan Walter Pitts tarafından ortaya konulsa da, YSA'nın tarihsel gelişimi incelendiğinde 1970 yılının bir dönüm noktası olduğu görülmektedir [5]. Bu tarihten önce de bir çok araştırma yapılsa da 1969 yılında XOR probleminin çözülememesi ile araştırmaların durma noktasına geldiği, ancak 1970 yılında sınırlı sayıda araştırmacının çalışmalarını sürdürmeleri ve XOR problemini çözmeleri sonucunda YSA'ya olan ilgi yeniden artmıştır. Ardından gelen 10 yılda birbirinden farklı 30 civarından yeni model geliştirilmiştir. Aynı zamanda çalışmalar laboratuarlardan çıkarak günlük hayatta kullanılan sistemler haline geldiği görülmüştür [5].

YSA'larda ağ hücrelerinin giriş ve çıkışlarına çeşitli ön işlemlerin uygulanıp, YSA döngüsüne dahil edilip eğitilen verilerin eğitim işlemi daha verimli hale gelebilir. Bu ön işlem "Normalizasyon" şeklinde adlandırılmaktadır. YSA verilerinin eğitim süreci normalleştirme yapılmadan uygulandığında çok uzun sürebilir. Literatürde birçok veri normalizasyon yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada D_Min_Max Normalizasyonu kullanılmıştır. YSA modelinin uygulanması için tüm veriler önce denklem 3.1 ile 0.2 ile 0.8 arasında normalize edilmiştir [38].

$$X' = 0.6 * \frac{X_1 - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} + 0.2 \quad (3.1)$$

X' = Normalize edilmiş veri,

X_1 = Girdi değerini,

X_{\min} = Girdi setinde yer alan en küçük sayıyı,

X_{\max} = Girdi setinde yer alan en büyük sayıyı göstermektedir.

3.2.1. Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları

1982 yılında çok katmanlı algılayıcıların geliştirilmesiyle beraber en yaygın kullanılan YSA modellerinden biri olan ÇKYSA bir giriş katmanı, en az bir hücreli ara katman ve bir çıkış katmanından oluşmaktadır [5]. Bu ağların en önemli özelliği doğrusal olmayan problemleri çözebilmesidir. Girdi katmanı çözülecek problemin YSA'ya girmesini sağlar. Ara katman girdi kamanından gelen bilgileri işleyerek çıktı katmanına aktarımı gerçekleştirilmektedir. Çıktı katmanı ağ içerisinde işlenen bilginin dışarıya aktarıldığı katmandır. ÇKYSA ağının eğitilmesi “Genelleştirilmiş Delta Kuralı” ile yapılmaktadır. Ağa hem girdiler hem de o girdilere karşılık üretmesi gereken çıktılar gösterilir. Kullanılan öğrenme mantığı; eğitim sırasında ağın ürettiği çıktılar ile üretmesi gereken çıktılar arasındaki farkın ağın ağırlıklarına dağıtılarak zamanla bu farkın en aza indirilmesidir [5].

Tüm girişler ve ağırlıklar çarpılarak toplanıp fonksiyondan geçirilerek o nöronun çıkış değeri hesaplanır. ÇKYSA modelinde bilgi akışı ileri yönde gerçekleştiğinden ileri beslemelidir. Hata minimum oluncaya kadar geriye doğru yayılır. Bu klasik algoritmaların yanı sıra sayısal optimizasyon yöntemlerini kullanan ve çözümlenelerde hızlı yakınsama sağlayan Newton ve Levenberg-Marquardt algoritmaları da sıklıkla tercih edilir hale gelmiştir [39]. Levenberg-Marquardt eğitim algoritması için daha detaylı bilgiye buradan ulaşabilirsiniz [40]. Ayrıca uygulamada Logsig fonksiyonu ve Epop (iterasyon) değeri 100 olarak kullanılmıştır. İterasyon, katmanlar ve nöronlar arası ağırlıkları ayarlar. Eğitim aşamasının bitirilmesinin

belirlenmesi, ağın eğitimi azami iterasyon sayısına ve indirgenilmek istenilen minimum hata değerine ulaşıldığında veya azami iterasyon sayısı ya da minimum hata değerinden biri sağlandığında durdurulmaktadır [40, 41]. Uygulamada 100 iterasyonda çıkan en iyi sonuç 1000 iterasyonla çalıştırılıp sonuçlar karşılaştırılmıştır. Doğruluk oranını çok fazla etkilemediği, hemen hemen çok yakın sonuçlar çıkarttığı gözlemlenmiştir. 1000 iterasyonla çalıştırıldığında çözüm süresi uzun sürdüğünden çalışmaya 100 iterasyon kullanılarak devam edilmiştir. Şekil 3.2.’de b ve c tabakalarındaki her bir hücre, önceki tabakadan NET ağırlıklı toplam çıktılarını girdi olarak almaktadır. NET değerleri denklem 3.2’de eşitlikle bulunmaktadır.

$$NET_{xb} = \sum_{a=1}^D A_{ab} C_{xa} + \theta_b \quad (3.2)$$

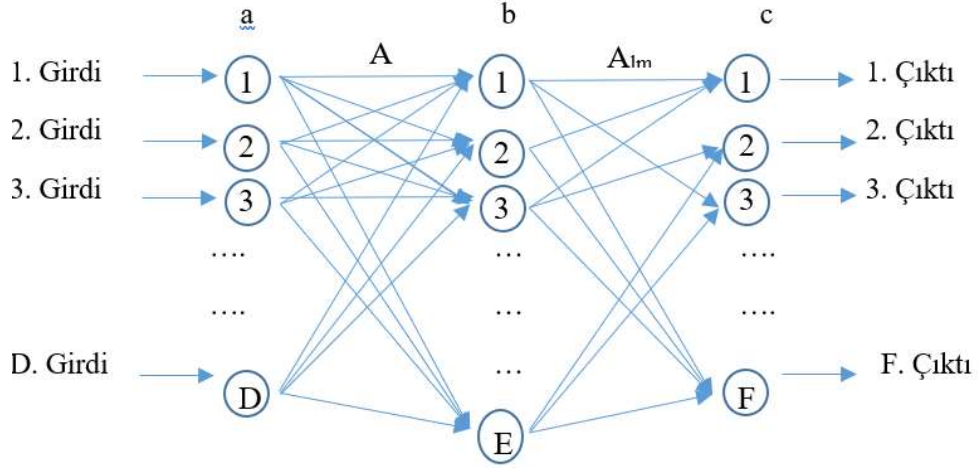
θ_b taraflılık sabiti (bias), A_{ab} a ve b tabakaları arasındaki ağırlıklar kümesi, D girdi vektörünün boyutu, C_{xa} x rneği için a tabakasının çıktı kümesidir. İkinci tabaka olan b ve nc tabaka c’ den her bir hücre, NET değerini doğrusal olmayan bir tasnif fonksiyonundan geçirir. Bunun sonucunda denklem 3.3’de $f(NE T)$ ıktısı üretilir.

$$f(NE T) = \frac{1}{1 + e^{-NE T}} \quad (3.3)$$

“t” rneği için toplam hata “ H_t ”, tahmin edilen ve gerçek çıktılar arasındaki karelerin farkına bağlı olarak, eğitim aşamasında, denklem 3.4’teki gibi hesaplanmaktadır.

$$H_t = \sum_{c=1}^N (G_{tc} + T_{tc})^2 \quad (3.4)$$

“ G_{tc} ” “c” rneği için gerçek çıktı değer, “ T_{tc} ” c rneği için tahmin edilen çıktı değer, “N” iterasyon sayısıdır. Toplam hataya bağlı olarak her bir bağlantı ağırlığı, “ A_{ab} ”, denklem 3.5’te yer alan eşitlik yardımıyla yenilenir.



Şekil 3.2. Üç Tabakalı/Katmanlı (a,b,c tabakaları) bir YSA yapısı.

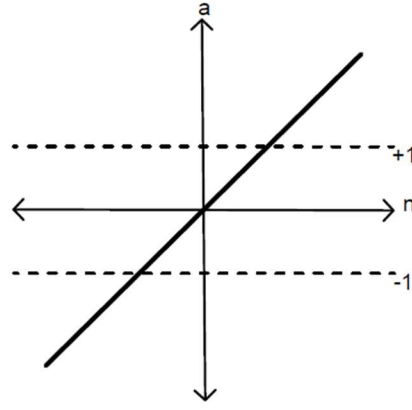
$$A_{ab}^{yeni} = A_{ab}^{eski} - [J^T J + \mu I]^{-1} J^T H_t \quad (3.5)$$

“J” Jacobian matrisini (hataların ağırlıklarına göre türevlerini içeren), “J^T” Jacobian matrisinin traspozmesini, “I” birim matrisi, “μ” ise yakınsama hızını etkileyen bir parametredir. “μ” değerinin artması eşitlik eğim azaltma algoritmasına, azaldığında ise Gauss-Newton algoritmasına dönüşür [42]. Daha ayrıntılı bilgiye buradan ulaşabilirsiniz [43].

3.2.2. Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları

Radyal tabanlı YSA kavramı literatüre 1988 yılında Broomhead ve Lave tarafından yerleştirilmiştir. Radyal tabanlı fonksiyonlar ve YSA modeli insanlarda görülen sinir sistemindeki nöron hücrelerinin etki-tepki durumları dikkate alınarak geliştirilmiştir. Verilere dayanarak belirlenmiş etki alanlarını belirleyen vektörleri kullanırlar. Her bir vektör çok büyük boyutlu bir uzayın bir boyutu olarak düşünülebilir [5]. RTYSA modellerinin eğitimini çok boyutlu uzayda eğri uydurma yaklaşımı olarak görmek mümkündür [44]–[46]. Böylelikle RTYSA örneğinin eğitim performansı, çıktı vektör uzayındaki verilere en yakın sonucu bulma ve dolayısıyla bir interpolasyon problemine dönüşmektedir [45]. RTYSA yapısı genel olarak YSA yapısına benzer

şekilde giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Fakat diğer YSA'lerden farklı olarak girdi katmanından gizli katmana geçerken veriler radyal tabanlı aktivasyon fonksiyonlarına ve doğrusal olmayan bir küme analizine maruz kalmaktadır. Gizli katmanla çıktı katmanı arasındaki yapı diğer YSA tiplerinde olduğu gibi işler ve asıl eğitim bu katmanda gerçekleşir. Kullandığımız RTYSA modelinde purelin fonksiyonu ile problem çözümü yapılmıştır. Purelin: Bu aktivasyon fonksiyonunda nöron girişleri farklılığına göre nöron çıkışı lineer olarak değişmektedir. Fonksiyonun değişim aralığı $[-1 \ 1]$ aralığıdır. Fonksiyona ait giriş-çıkış karakteristiği ve fonksiyon tanımı aşağıda verilmiştir [47].

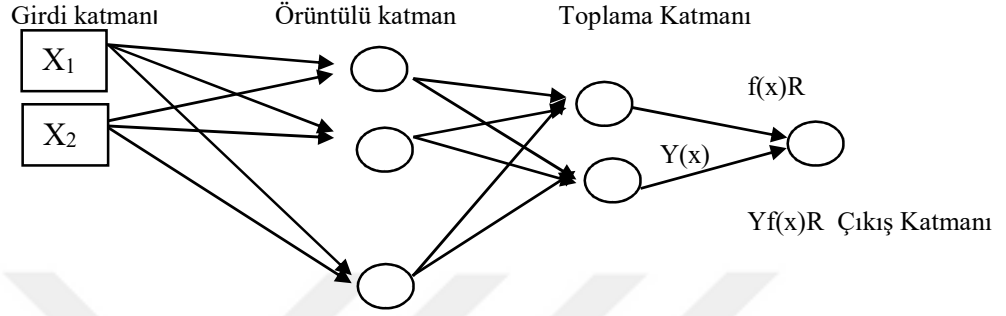


Şekil 3.3. $a =$ Purelin fonksiyonu (n) (Lineer Transfer Fonksiyonu) gösterilmiştir.

3.2.3. Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı

Specht (1991) tarafından önerilen genelleştirilmiş regresyon sinir ağı, geriye yayılım metodunda olduğu gibi bir iteratif eğitim prosedürü gerektirmemektedir [48]. Geri beslemeli YSA modellerinden farklı olarak tek geçişte tüm hesaplamaları yapabilmektedir. Diğerlerine göre hızlı sonuç üretebilmektedir. Ancak herhangi bir ön-işlemci algoritmasının kullanılmadığı Standart GRYSA'da örüntü katmanındaki nöron sayısının, eğitim setindeki veri sayısı ile eşit olması nedeniyle, eğitim verilerinin fazla olduğu problemlerde ağ yapısı eğitim veri setiyle aynı oranda büyük olmakta ve yapılan işlem sayısı artmaktadır. GRYSA giriş katmanı, örüntü katmanı toplama

katmanı ve çıkış katmanı şeklinde 4 katmanlı, ileri beslemeli bir YSA modelidir. Farklı olarak iteratif gerektirmez. Yapısındaki her katman farklı sayılarda nöronlardan oluşur [49].



Şekil 3.4. GRYSA'nın genel yapısı 3.4'te verilmiştir.

GRYSA, eğitim verisini kullanarak girdi ve çıktı vektörleri arasındaki herhangi bir fonksiyonu tahmin etmektedir. Eğitim seti genişledikçe tahmin hatası sıfıra iner [50]. Tanım olarak bilindiği gibi regresyon, “x” ve eğitim seti verildiğinde bir “y” bağımlı değişkeninin en olası değerini bağımsız “x” değişkenine bağlı olarak tahmin eder. Regresyon metodu ortak kare hatasını en aza indirecek şekilde “y” yi tahmin eder. GRYSA, bir eğitim seti verildiğinde “x” ve “y” nin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonunu (OYF) tahmin eden bir metottur. OYF veriden bir ön kabul yapılmadan elde edildiği için sistem genel olarak idealdir [50]. $f(x,y)$ ortak olasılık yoğunluk fonksiyonunun bilinmesi durumunda, bağımsız “x” değişkenine göre bağımlı “y” değişkeninin regresyonu denklem (5)'de verilmiştir.

$$E[y|X] = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} yf(X, y)dy}{\int_{-\infty}^{\infty} f(X, y)dy} \quad (3.6)$$

3.2.4. Çoklu Doğrusal Regresyon

Çalışmada kullanılan ÇDR modelinin temelini oluşturan regresyon analizi, aralarında sebep-sonuç bağlantısı bulunan bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki

fonksiyonun modelini saptamakta ve bu model kullanılarak gelecekle ilgili tahminler yapılmasını sağlamaktadır. Birden fazla bağımsız değişken kullanılarak yapılan regresyon analizine çoklu regresyon analizi (multiple regression analysis) adı verilmektedir [51]. İki değişken arasında doğrusal bağıntıyı;

$$y = a + bx + \varepsilon \quad (3.7)$$

olarak ifade edebiliriz. Denkleme göre y bağımlı, “ x ” bağımsız değişken olup, $(-,+)$ “ ε ” ise hata olarak ifade edilebilir [39]. Değişken sayısının arttığı durumlarda denklem

$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \dots + b_nx_n + \varepsilon \quad (3.8)$$

şeklinde gösterilir. Bu denklemler çoklu regresyon denklemleri olarak isimlendirilir. Modelde “ a ” regresyon eğrisinin “ y ” eksenini kesim noktası, “ b_1 ” 1. bağımsız değişkenin regresyon katsayısı, “ b_2 ” 2. bağımsız değişkenin regresyon katsayısı, “ b_3 ” 3. bağımsız değişkenin regresyon katsayısı, “ ε ” ise ortalaması sıfır, varyansı “ σ_2 ” olan normal dağılışa sahip şansa bağlı hata değişkenidir [51].

4. UYGULAMA

Çalışma alanı olarak seçilen 14 nolu Yeşilirmak havzası içinde seçilen istasyonların verileri kullanılarak çıkartılan korelasyon ilişkisinde; YAMA ile Alan arasında korelasyon katsayısı 0.803 olarak bulunmuş olup onu Dakika (D) 0.677 ile, Saniye(K) -0.616 ile, Saniye (D) 0.603 ile Z (m) 0.384 ile, Dakika(K) 0.151 ile, Derece (D) 0.147 ile ve son olarak Yıl parametresi 0.113 korelasyon katsayısı ile takip etmektedir (Bkz. Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Kolerasyon tablosu.

	Alan(km ²)	Dakika'(K)	Z(m)	Saniye"(D)	Derece°(K)	Dakika'(D)	Derece°(D)	Saniye"(K)	Yıl	YAMA
Alan(km ²)	1.000									
Dakika'(K)	-0.052	1.000								
Z(m)	0.451	-0.553	1.000							
Saniye"(D)	0.590	0.656	-0.078	1.000						
Derece°(K)	***	***	***	***	1.000					
Dakika'(D)	0.946	-0.261	0.372	0.440	***	1.000				
Derece°(D)	0.085	0.692	-0.507	0.805	***	0.044	1.000			
Saniye"(K)	-0.897	0.423	-0.465	-0.211	***	-0.963	0.223	1.000		
Yıl	0.013	0.000	0.016	0.025	***	0.012	0.023	-0.004	1.000	
YAMA	0.803	0.151	0.384	0.603	***	0.677	0.147	-0.616	-0.113	1.000

**5. Sütun (Derece (K)) değerleri kullanılmayacaktır, istasyonlarımızın hepsi 40° enleminde bulunduğu için herhangi bir ilişki kurulamadı.

1964 - 2012 yılları arası eşit şekilde paketlere ayrılmış ve temsil etmiş olduğu paketler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Korelasyon katsayıları ilk etapta hem işarete hem de büyüklük sıralamasına göre analiz edilip sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuçlarda çok küçük farklar ortaya çıktığı için çalışmaya katsayı ilişkisine göre işarete bakılmaksızın büyükten küçüğe sıralanarak devam edilip, parametrelerin giriş sırası belirlenmiştir. Korelasyon katsayıları bulunurken Derece (K) parametresi bütün istasyonlar ve verileri için 40° enleminde bulunduğundan bu parametre ile ilişki kurulamamış olup analizde Derece (K) verisi kullanılmamıştır.

Çizelge 4.2. Kullanılan veri paketleri.

Veri Paketi	Yıllar
A ₁	2012-2001
A ₂	2000-1989
A ₃	1988-1977
A ₄	1976-1964

Test paketlerinin dağılımı ve her duruma göre adlandırılan analiz isimleri Çizelge 4.2.’de verilmiştir. A₁ paketi 2012 - 2001 yıllarını, A₂ paketi 2000 - 1989 yıllarını, A₃ paketi 1988 - 1977 yıllarını, A₄ paketi 1976 - 1964 yıllarını temsil etmektedir.

Çizelge 4.3. Analizlerde Kullanılan Veri Paketleri.

Analiz	Eğitim Paketleri	Test Paketleri
M ₁	A ₂ + A ₃ + A ₄	A ₁
M ₂	A ₁ + A ₃ + A ₄	A ₂
M ₃	A ₁ + A ₂ + A ₄	A ₃
M ₄	A ₁ + A ₂ + A ₃	A ₄

Veri paketlerinin eğitim ve test paketleri olarak gruplandırılması Çizelge 4.3.’te verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi M₁ analizinde A₁ paketi testde, A₂+ A₃+ A₄ paketleri eğitimde kullanıştır. M₂ analizinde A₂ paketi testde, A₁+ A₃+ A₄ paketleri

eğitimde kullanıştır. M₃ analizinde A₃ paketi testde, A₁+ A₂+ A₄ paketleri eğitimde kullanıştır. M₄ analizinde A₄ paketi testde, A₁+ A₂+ A₃ paketleri eğitimde kullanıştır.

$$KOKH = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (YAMA_{Gerçek} - YAMA_{Tahmin, YSA})^2} \quad (4.1)$$

$$OMH = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |YAMA_{Gerçek} - YAMA_{Tahmin, YSA}| \quad (4.2)$$

$$R = \left(\frac{N * (\sum YAMA_{Gerçek} * YAMA_{Tahmin, YSA}) - (\sum YAMA_{Gerçek}) * (\sum YAMA_{Tahmin, YSA})}{\sqrt{(N * \sum YAMA_{Gerçek}^2) - (\sum YAMA_{Gerçek})^2} * \sqrt{(N * \sum YAMA_{Tahmin, YSA}^2) - (\sum YAMA_{Tahmin, YSA})^2}} \right) \quad (4.3)$$

Karşılaştırma kriteri olarak yukarıda denklemleri verilen KOKH, OMH ve R kullanılmıştır. Bu kriterlere göre en iyi sonuç veren yöntemler belirlenerek sonuçlar tablo haline getirilmiştir.

Denklemlerde kullanılan;

N : Veri sayısını,

YAMA_{Gerçek} : Gözlenen değerini,

YAMA_{Tahmin, YSA} : YSA ile tahmin edilen model değerini temsil etmektedir.

Çizelge 4.4. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M₁ Analizi için denklem katsayıları.

ÇDR	Denklem Katsayıları (M ₁ Analizi)							
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈
1 Giriş	0.0195							
2 Giriş	0.0179	0.9753						
3 Giriş	0.0308	-9.1696	0.3524					
4 Giriş	0.0359	-11.4466	0.4652	-1.6583				
5 Giriş	0.0351	-11.1996	0.4472	-1.4407	0.3400			
6 Giriş	0.0351	-11.1996	0.4472	-1.4407	0.3400	0.0001		
7 Giriş	0.0321	-9.8606	0.4026	0.0001	0.3633	0.0001	-1.0662	
8 Giriş	0.0337	23.1572	2.1510	0.0001	-2.0957	0.0001	-8.0325	0.8680

Çizelge 4.4.'te görüldüğü gibi ÇDR yöntemi M₁ analizinde en büyük ilişkiyi 23.1572 katsayısı ile b₂ (8 giriş) kurmuştur. b₆ ile hiçbir girişte ilişki kuramadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.5. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M₂ Analizi için denklem katsayıları.

ÇDR	Denklem Katsayıları (2. Analiz)							
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈
1 Giriş	0.0177							
2 Giriş	0.0155	1.3158						
3 Giriş	0.0289	-9.1665	0.3642					
4 Giriş	0.0323	-10.6676	0.4385	-1.0932				
5 Giriş	0.0321	-10.6215	0.4351	-1.0526	0.0634			
6 Giriş	0.0321	-10.6215	0.4351	-1.0526	0.0634	0.0001		
7 Giriş	0.0299	-9.6432	0.4025	0.0000	0.0805	0.0001	-0.7789	
8 Giriş	0.0340	74.4107	4.8534	0.0000	-6.1794	0.0001	-18.5132	-2.2053

Çizelge 4.5.'te görüldüğü gibi ÇDR yöntemi M₂ analizinde en büyük ilişkiyi 74.4107 katsayısı ile b₂ (8 giriş) kurmuştur. b₆ ile hiçbir girişte ilişki kuramadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.6. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M₃ Analizi için denklem katsayıları.

ÇDR	Denklem Katsayıları (3. Analiz)							
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈
1 Giriş	0.0164							
2 Giriş	0.0143	1.2685						
3 Giriş	0.0276	-9.1949	0.3635					
4 Giriş	0.0285	-9.5896	0.3830	-0.2874				
5 Giriş	0.0292	-9.8046	0.3987	-0.4769	-0.2960			
6 Giriş	0.0292	-9.8046	0.3987	-0.4769	-0.2960	0.0001		
7 Giriş	0.0282	-9.3614	0.3839	0.0000	-0.2883	0.0001	-0.3529	
8 Giriş	0.0312	53.8682	3.7321	0.0000	-4.9973	0.0001	-13.6935	-1.6556

Çizelge 4.6.'da görüldüğü gibi ÇDR yöntemi M₃ analizinde en büyük ilişkiyi 53.8682 katsayısı ile b₂ (8 giriş) kurmuştur. b₆ ile hiçbir girişte ilişki kuramadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7. Çoklu Doğrusal Regresyon yönteminde M₄ Analizi için denklem katsayıları.

ÇDR	Denklem Katsayıları (4. Analiz)							
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈
1 Giriş	0.0175							
2 Giriş	0.0151	1.4722						
3 Giriş	0.0286	-9.1352	0.3685					
4 Giriş	0.0290	-9.3220	0.3778	-0.1361				
5 Giriş	0.0297	-9.5486	0.3942	-0.3357	-0.3118			
6 Giriş	0.0297	-9.5486	0.3942	-0.3357	-0.3118	0.0001		
7 Giriş	0.0290	-9.2366	0.3838	0.0000	-0.3064	0.0001	-0.2484	
8 Giriş	0.0381	174.1367	10.0939	0.0000	-13.9631	0.0001	-38.9377	-4.7916

Çizelge 4.7.'de görüldüğü gibi ÇDR yöntemi M₄ analizinde en büyük ilişkiyi 174.1367 katsayısı ile b₂ (8 giriş) kurmuştur. b₆ ile hiçbir girişte ilişki kuramadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Genelleştirilmiş Regresyon YSA yöntemi için analizlere göre spread katsayıları.

GRYSA	1. Analiz	2. Analiz	3. Analiz	4. Analiz
1 Giriş	0.0300	0.0010	0.0020	0.0030
2 Giriş	0.0300	0.0010	0.0010	0.0020
3 Giriş	0.0300	0.0010	0.0020	0.0020
4 Giriş	0.0210	0.0010	0.0020	0.0030
5 Giriş	0.0210	0.0010	0.0020	0.0030
6 Giriş	0.0210	0.0010	0.0060	0.0070
7 Giriş	0.0300	0.0200	0.0120	0.0130
8 Giriş	0.0090	0.0090	0.0010	0.0260

GRYSA yöntemi için spread katsayıları Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Radyal Tabanlı YSA yöntemi için analizlere göre Ara Tabaka Hücre Sayıları (ATHS) ve Spread Katsayıları (SP).

RTYSA	Analizler							
	M ₁		M ₂		M ₃		M ₄	
	ATHS	SK	ATHS	SK	ATHS	SK	ATHS	SK
1 Giriş	8	1.80	7	2.0	6	0.2	6	0.2
2 Giriş	3	0.60	7	1.3	5	2.0	4	0.2
3 Giriş	4	0.30	15	1.9	7	0.7	7	0.7
4 Giriş	3	1.70	15	0.8	7	1.6	3	0.2
5 Giriş	4	1.90	5	0.8	5	0.7	5	0.7
6 Giriş	6	0.80	4	0.7	7	1.7	6	0.6
7 Giriş	6	0.70	6	1.6	7	1.7	5	0.8
8 Giriş	17	0.30	11	0.5	18	1.9	6	1.0

RTYSA yöntemi için ATHS ve Spread katsayıları Çizelge 4.9.'da verilmiştir. ATHS tüm yöntemler için ilk önce 20 ile sınırlandırılmıştır. Ancak 17 – 18 gibi sınıra yakın değerlerin olduğu görülünce sınır 30'a çıkarılmıştır. Program tekrar çalıştırıldığında değerlerin değişmediği gözlenmiştir. Bu nedenle sınır 30'da bırakılmıştır.

Çizelge 4.10. Çok Katmanlı YSA yöntemi için analizlere göre Ara Tabaka Hücre Sayıları (ATHS).

ÇKYSA	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄
	ATHS	ATHS	ATHS	ATHS
1 Giriş	3	3	4	4
2 Giriş	9	9	10	6
3 Giriş	9	9	10	5
4 Giriş	6	9	6	4
5 Giriş	9	7	6	6
6 Giriş	6	9	7	8
7 Giriş	14	17	1	17
8 Giriş	4	8	3	8

ÇKYSA yöntemi için ATHS ve Spread katsayıları Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.11. M₁ Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.

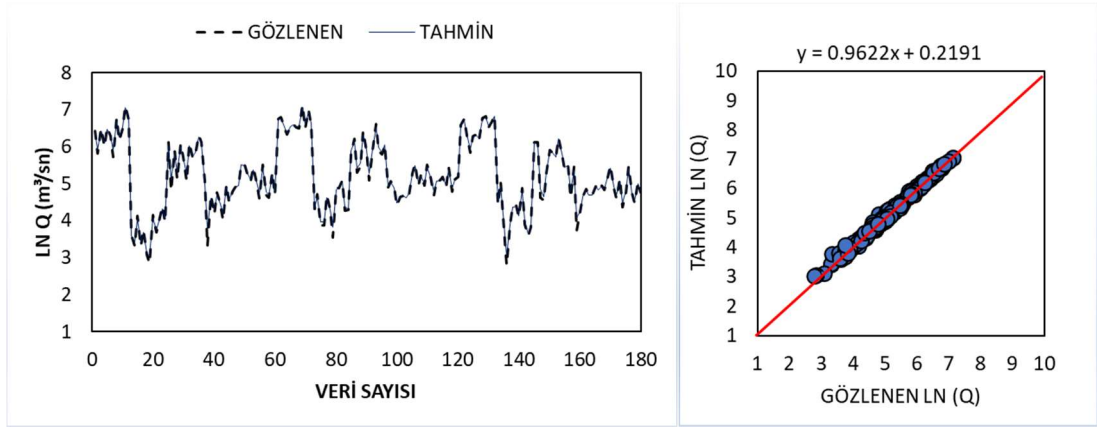
Karşılaştırma (Eğitim)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₁ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	124.181	123.485	123.485	123.485	123.485	123.485	123.485	114.574	122.458
	RTYSA	123.485	134.288	129.596	147.724	123.934	123.485	123.485	125.993	128.999
	GRYSA	124.901	123.758	123.661	123.486	123.486	123.485	123.485	21.864	111.016
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		124.189	127.177	125.581	131.565	123.635	123.485	123.485	87.477	
OMH	ÇKYSA	80.267	78.071	78.071	78.071	78.071	78.071	78.071	75.235	77.991
	RTYSA	78.071	93.509	85.337	99.348	78.677	78.071	78.071	89.294	85.047
	GRYSA	81.759	78.896	78.657	78.088	78.086	78.071	78.071	14.058	70.711
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		80.032	83.492	80.688	85.169	78.278	78.071	78.071	59.529	
R	ÇKYSA	0.881	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.883	0.900	0.885
	RTYSA	0.883	0.859	0.870	0.827	0.882	0.883	0.883	0.878	0.870
	GRYSA	0.880	0.882	0.882	0.883	0.883	0.883	0.883	0.997	0.896
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		0.881	0.875	0.878	0.864	0.882	0.883	0.883	0.925	

Çizelge 4.11.'de M₁ analizi eğitim sonuçlarının karşılaştırması verilmiştir. ÇDR yöntemi algoritmasının çalışma şekli gereğince eğitim aşamasını kullanmamaktadır. En iyi eğitim sonucu tüm girişlerin ortalamalarına bakıldığında en düşük hata ve en yakın tahmin oranı ile GRYSA'nın eğitimi olmaktadır.

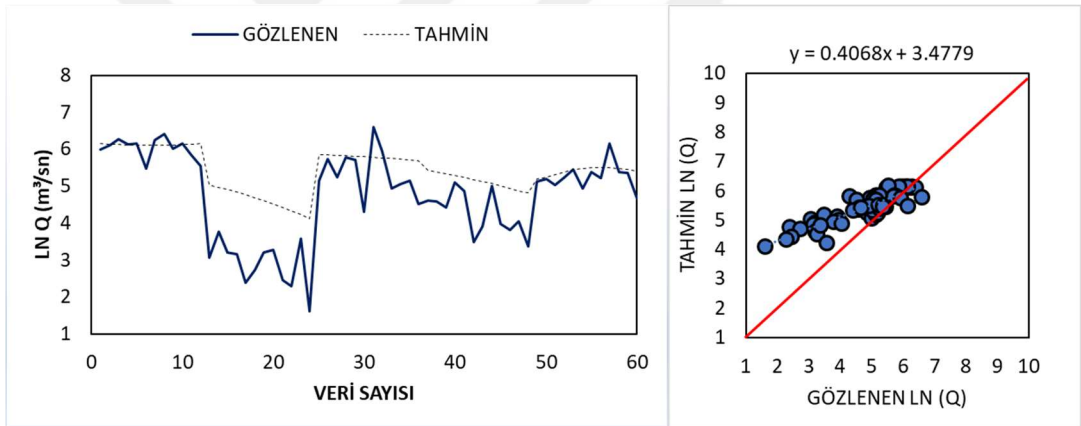
Çizelge 4.12. M₁ Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırma (Test)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₁ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	167.985	167.355	167.355	167.355	167.355	167.355	167.355	119.118	161.404
	RTYSA	167.355	163.160	163.672	158.921	167.792	167.355	167.355	140.252	161.983
	GRYSA	170.561	167.662	167.570	167.362	167.361	167.355	167.355	161.314	167.067
	ÇDR	182.568	180.600	164.277	167.232	167.355	167.355	167.355	158.533	169.409
Ortalama		172.117	169.694	165.718	165.217	167.466	167.355	167.355	144.804	
OMH	ÇKYSA	120.790	118.732	118.732	118.732	118.732	118.732	118.732	93.213	115.799
	RTYSA	118.732	120.303	117.931	111.059	119.732	118.732	118.732	108.647	116.734
	GRYSA	126.141	120.031	119.775	118.811	118.802	118.732	118.732	120.153	120.147
	ÇDR	144.620	146.543	114.114	118.403	118.732	118.732	118.732	108.504	123.547
Ortalama		127.571	126.402	117.638	116.752	119.000	118.732	118.732	107.629	
R	ÇKYSA	0.773	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.776	0.808	0.780
	RTYSA	0.776	0.780	0.784	0.778	0.774	0.776	0.776	0.632	0.760
	GRYSA	0.759	0.774	0.775	0.776	0.776	0.776	0.776	0.798	0.776
	ÇDR	0.711	0.706	0.788	0.777	0.776	0.776	0.776	0.775	0.761
Ortalama		0.755	0.759	0.781	0.777	0.776	0.776	0.776	0.753	

Çizelge 4.12.'de M₁ analizi test sonuçları görülmektedir. Test sonuçlarına bakıldığında tüm girişlerin ortalamalarında en düşük hata ve en yüksek doğruluk oranını ÇKYSA'nın verdiği görülmektedir.



Şekil 4.1. M₁ Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.



Şekil 4.2. M₁ Analizi, ÇKYSA yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

Şekil 4.1.'de GRYSA'nın eğitim sonuçlarının gidiş ve saçılma grafikleri verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, GRYSA'nın A₂, A₃, A₄, verilerini oldukça iyi eğittiği anlaşılmaktadır. Şekil 4.2'de ÇKYSA'nın test sonuçlarının gidiş ve saçılma grafiği verilmiştir. A₁ paketinin test edildiği bu aşamada pik noktalarını tam olarak yakalayamazken, genelinde akımı daha yüksek tahmin ederek, sonuçlandırmıştır.

Çizelge 4.13. M₂ Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.

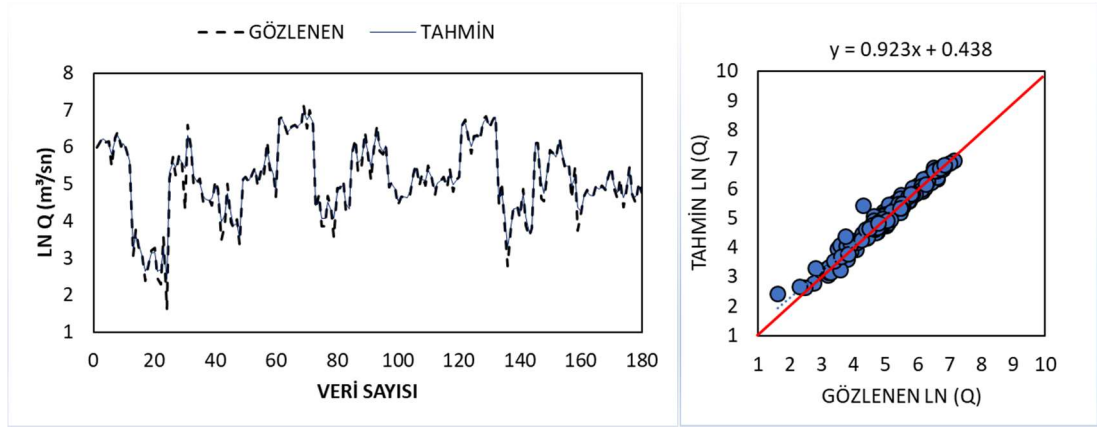
Karşılaştırma (Eğitim)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₂ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	132.694	121.349	132.030	132.030	132.030	132.030	132.030	102.210	127.051
	RTYSA	132.030	132.030	132.030	132.030	135.377	132.798	169.065	115.833	135.149
	GRYSA	132.030	132.030	132.030	132.030	132.030	132.030	132.030	43.199	120.927
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		132.252	128.470	132.030	132.030	133.146	132.286	144.375	87.081	
OMH	ÇKYSA	87.889	76.206	86.010	86.010	86.010	86.010	86.010	66.766	82.614
	RTYSA	86.010	86.010	86.010	86.010	93.496	87.290	134.185	74.133	91.643
	GRYSA	86.010	86.010	86.010	86.010	86.010	86.010	86.010	26.883	78.619
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		86.636	82.742	86.010	86.010	88.505	86.437	102.068	55.928	
R	ÇKYSA	0.841	0.890	0.843	0.843	0.843	0.843	0.843	0.909	0.857
	RTYSA	0.843	0.843	0.843	0.843	0.834	0.841	0.725	0.882	0.832
	GRYSA	0.843	0.843	0.843	0.843	0.843	0.843	0.843	0.985	0.861
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		0.842	0.859	0.843	0.843	0.840	0.842	0.804	0.925	

Çizelge 4.13.'de M₂ analizi eğitim sonuçları gösterilmektedir. Sonuçlarda tüm yöntemlerin ortalamalarına bakıldığında doğruluk oranları birbirine yakın olsa da hata oranlarında GRYSA yöntemi düşük hata vererek verileri daha iyi eğittiği gözlenmiştir.

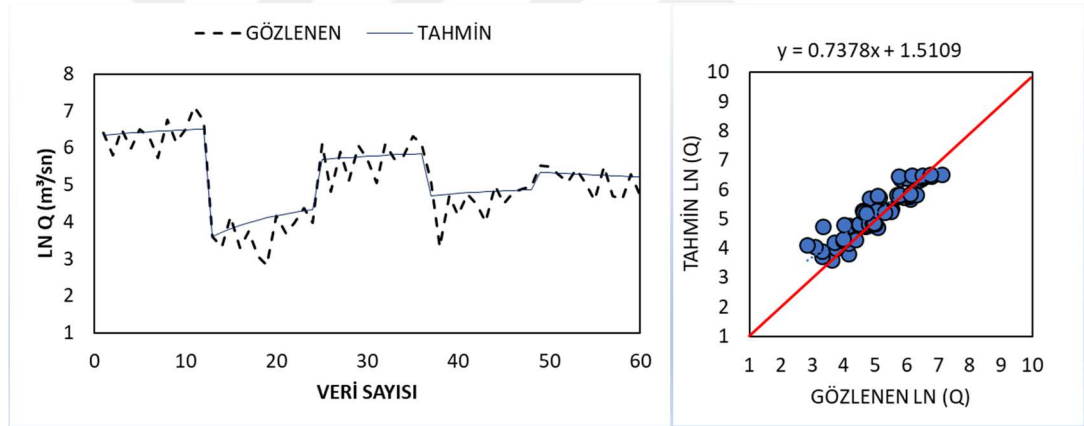
Çizelge 4.14. M₂ Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırma (Test)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₂ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	131.208	164.070	130.483	130.483	130.483	130.483	130.483	170.296	139.749
	RTYSA	130.483	130.483	130.483	130.483	133.416	130.281	169.722	123.334	134.836
	GRYSA	130.483	130.483	130.483	130.483	130.483	130.483	130.483	174.202	135.948
	ÇDR	147.731	146.869	129.860	130.474	130.483	130.483	130.483	129.839	134.528
Ortalama		134.976	142.976	130.327	130.481	131.216	130.433	140.293	149.418	
OMH	ÇKYSA	85.033	111.668	81.444	81.444	81.444	81.444	81.444	124.251	91.021
	RTYSA	81.444	81.444	81.444	81.444	91.150	82.614	134.364	78.381	89.035
	GRYSA	81.444	81.444	81.444	81.444	81.444	81.444	81.444	116.368	85.809
	ÇDR	101.830	103.260	80.570	81.377	81.444	81.444	81.444	80.963	86.541
Ortalama		87.438	94.454	81.225	81.427	83.870	81.736	94.674	99.991	
R	ÇKYSA	0.850	0.789	0.851	0.851	0.851	0.851	0.851	0.825	0.840
	RTYSA	0.851	0.851	0.851	0.851	0.844	0.852	0.731	0.870	0.838
	GRYSA	0.851	0.851	0.851	0.851	0.851	0.851	0.851	0.770	0.841
	ÇDR	0.814	0.808	0.853	0.851	0.851	0.851	0.851	0.856	0.842
Ortalama		0.842	0.825	0.852	0.851	0.849	0.851	0.821	0.830	

Çizelge 4.14.'de M₂ analizi test sonuçları görülmektedir. Yöntemlere göre ortalamaların birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bireysel olarak en iyi sonucu RTYSA (8 Giriş) vermiştir.



Şekil 4.3. M₂ Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.



Şekil 4.4. M₂ Analizi, RTYSA yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

Şekil 4.3.'te GRYSA'nın eğitim sonuçlarının gidiş ve saçılma grafikleri verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, GRYSA'nın A₁, A₃, A₄, verilerini oldukça iyi eğittiği anlaşılmaktadır. Şekil 4.4'te RTYSA'nın test sonuçlarının gidiş ve saçılma grafiği verilmiştir. A₂ paketinin test edildiği bu aşamada pik noktalarının olduğu alanlarda pike yakın değerler tahmin ettiği görülmüştür.

Çizelge 4.15. M₃ Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.

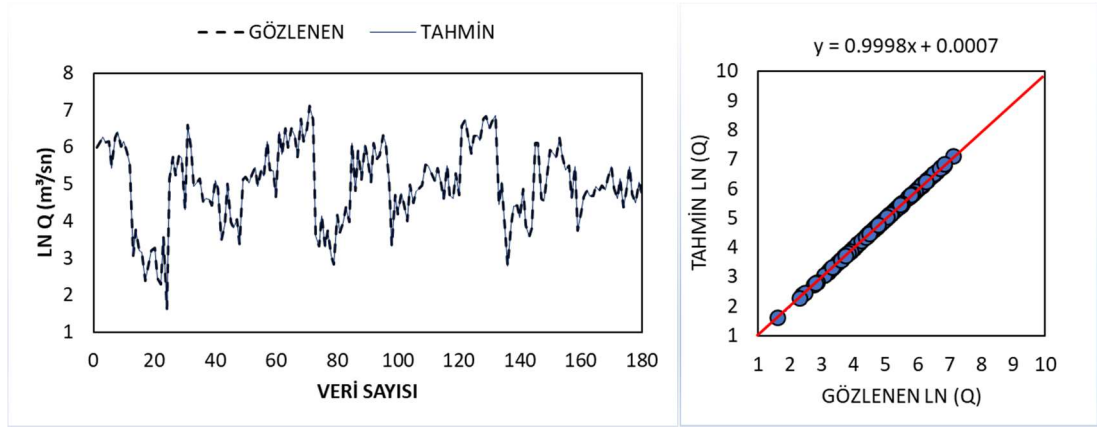
Karşılaştırma (Eğitim)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₃ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	125.655	125.655	125.655	125.655	125.655	125.655	125.655	110.620	123.776
	RTYSA	129.243	126.265	126.038	125.655	125.926	124.710	162.971	137.136	132.243
	GRYSA	125.655	125.655	125.655	125.655	125.655	125.655	125.655	0.001	109.948
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		126.851	125.858	125.783	125.655	125.745	125.340	138.094	82.585	
OMH	ÇKYSA	82.023	82.023	82.023	82.023	82.023	82.023	82.023	72.067	80.779
	RTYSA	88.153	84.681	83.987	82.023	83.350	83.620	129.019	103.477	92.289
	GRYSA	82.023	82.023	82.023	82.023	82.023	82.023	82.023	0.001	71.770
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		84.066	82.909	82.678	82.023	82.465	82.555	97.688	58.515	
R	ÇKYSA	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836	0.875	0.841
	RTYSA	0.825	0.834	0.835	0.836	0.835	0.884	0.702	0.801	0.819
	GRYSA	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836	0.836	0.999	0.856
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		0.832	0.835	0.835	0.836	0.836	0.852	0.791	0.892	

Çizelge 4.15.'te M₃ analizi eğitim sonuçları gösterilmektedir. Sonuçlarda tüm yöntemlerin ortalamalarına bakıldığında GRYSA yönteminin en iyi sonucu verdiği gözlemlenmiştir.

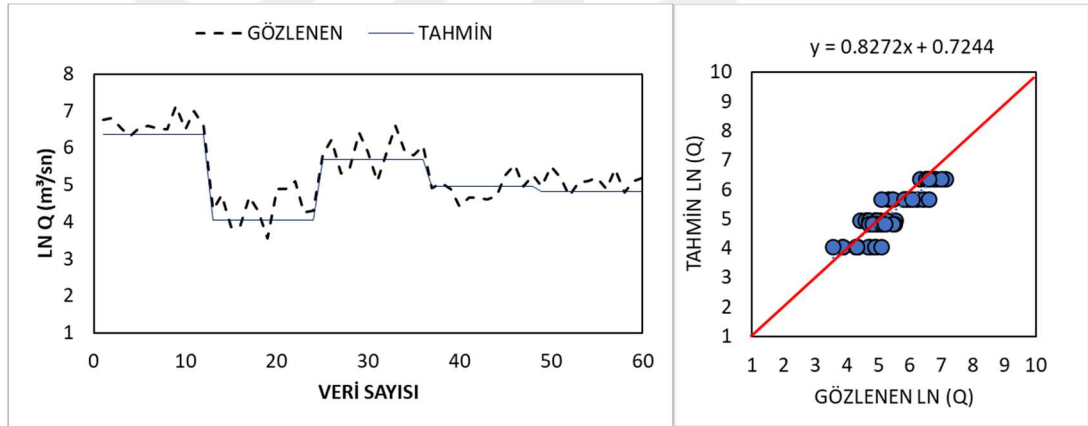
Çizelge 4.16. M₃ Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırma (Test)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₃ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	157.169	157.169	157.169	157.169	157.169	157.169	157.169	133.832	154.252
	RTYSA	156.763	156.103	156.224	157.169	157.098	162.575	194.340	168.396	163.584
	GRYSA	157.169	157.169	157.169	157.169	157.169	157.169	157.169	131.457	153.955
	ÇDR	172.978	171.992	157.546	157.101	157.169	157.169	157.169	150.691	160.227
Ortalama		161.020	160.609	157.027	157.152	157.152	158.521	166.462	146.094	
OMH	ÇKYSA	94.769	94.769	94.769	94.769	94.769	94.769	94.769	90.319	94.213
	RTYSA	95.499	93.050	93.437	94.769	94.621	115.804	139.454	109.615	104.531
	GRYSA	94.769	94.769	94.769	94.769	94.769	94.769	94.769	85.033	93.552
	ÇDR	117.921	112.791	95.546	94.715	94.769	94.769	94.769	89.354	99.329
Ortalama		100.740	98.845	94.631	94.756	94.732	100.028	105.940	93.580	
R	ÇKYSA	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.894	0.904
	RTYSA	0.910	0.909	0.908	0.905	0.906	0.890	0.817	0.869	0.877
	GRYSA	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.905	0.889	0.903
	ÇDR	0.882	0.876	0.904	0.906	0.905	0.905	0.905	0.907	0.899
Ortalama		0.900	0.899	0.906	0.905	0.905	0.877	0.883	0.890	

Çizelge 4.16.'da M₃ analizi test sonuçları görülmektedir. Yöntemlere göre ortalamaların birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Lokal olarak en iyi sonucu RTYSA (1 Girişli) vermiştir.



Şekil 4.5. M₃ Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.



Şekil 4.6. M₃ Analizi, RTYSA yöntemi (1 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

Şekil 4.5.'te GRYSA'nın eğitim sonuçlarının gidiş ve saçılma grafikleri verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, GRYSA'nın A₁, A₂, A₄, verilerini oldukça iyi eğittiği anlaşılmaktadır. Şekil 4.6.'da RTYSA'nın test sonuçlarının gidiş ve saçılma grafiği verilmiştir. A₃ paketinin test edildiği analizde genel anlamda tahmin ettiği ancak pik noktalarını tam olarak yakalayamadığı görülmüştür.

Çizelge 4.17. M₄ Analizi Eğitim verilerinin karşılaştırılması.

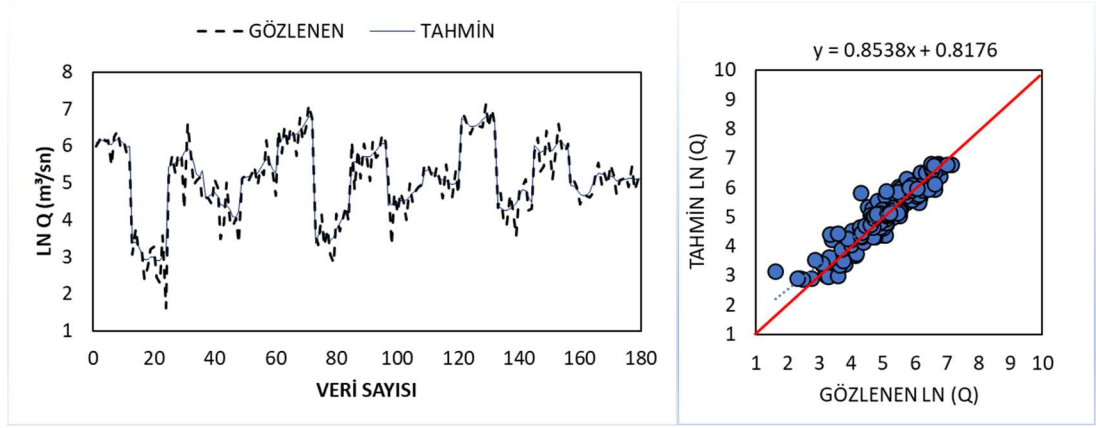
Karşılaştırma (Eğitim)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₄ analizi)								Ortalama
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	
KOKH	ÇKYSA	137.414	137.414	137.414	137.414	137.414	137.414	137.414	106.910	133.601
	RTYSA	140.813	141.559	137.853	144.925	137.911	138.768	137.414	140.442	139.961
	GRYSA	137.414	137.414	137.414	137.414	137.414	137.414	137.414	93.962	131.982
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		138.547	138.795	137.560	139.918	137.580	137.865	137.414	113.771	
OMH	ÇKYSA	86.266	86.266	86.266	86.266	86.266	86.266	86.266	68.187	84.006
	RTYSA	93.131	94.557	87.708	100.949	87.498	88.979	86.266	93.010	91.512
	GRYSA	86.266	86.266	86.266	86.266	86.266	86.266	86.266	60.456	83.040
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		88.554	89.029	86.747	91.160	86.677	87.170	86.266	73.884	
R	ÇKYSA	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.900	0.837
	RTYSA	0.818	0.816	0.827	0.806	0.827	0.824	0.828	0.819	0.821
	GRYSA	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.828	0.924	0.840
	ÇDR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama		0.825	0.824	0.827	0.821	0.827	0.827	0.828	0.881	

Çizelge 4.17.'de M₄ analizi eğitim sonuçları gösterilmektedir. Sonuçlarda tüm yöntemlerin ortalamalarına bakıldığında doğruluk oranları birbirine yakın olsa da hata oranlarında GRYSA yöntemi düşük hata vererek verileri daha iyi eğittiği gözlenmiştir.

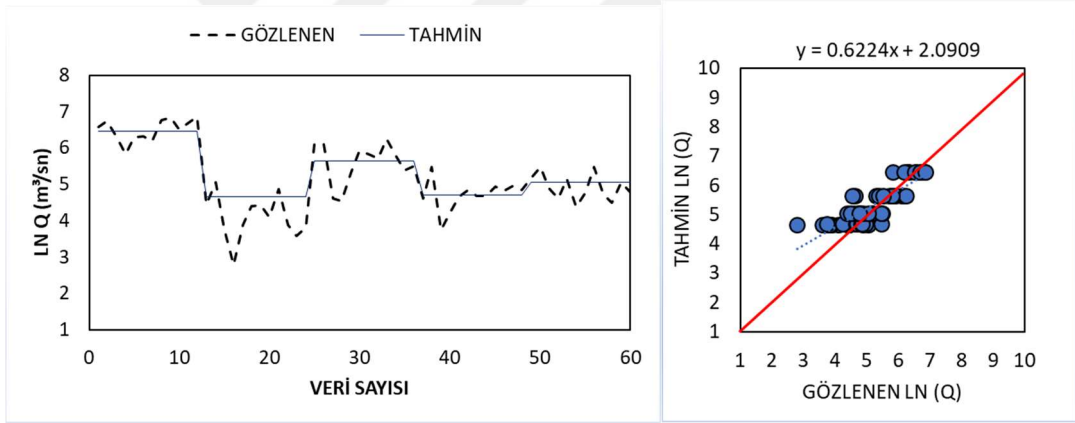
Çizelge 4.18. M₄ Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırma (Test)	Yöntem	Giriş Verileri (M ₄ analizi)								
		(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(v)	(vi)	(vii)	(viii)	Ortalama
KOKH	ÇKYSA	113.922	113.922	113.922	113.922	113.922	113.922	113.922	462.576	157.504
	RTYSA	112.867	111.559	112.056	113.518	112.532	112.261	113.922	163.246	118.995
	GRYSA	113.922	113.922	113.922	113.922	113.922	113.922	113.922	129.813	115.909
	ÇDR	131.541	131.847	114.179	113.817	113.922	113.922	113.922	158.064	123.902
Ortalama		118.063	117.813	113.520	113.795	113.575	113.507	113.922	228.425	
OMH	ÇKYSA	79.702	79.702	79.702	79.702	79.702	79.702	79.702	371.905	116.227
	RTYSA	80.166	81.114	78.974	82.849	80.106	80.764	79.702	133.713	87.174
	GRYSA	79.702	79.702	79.702	79.702	79.702	79.702	79.702	98.564	82.060
	ÇDR	97.146	95.162	80.126	79.788	79.702	79.702	79.702	138.363	91.211
Ortalama		84.179	83.920	79.626	80.510	79.803	79.968	79.702	185.636	
R	ÇKYSA	0.894	0.894	0.894	0.894	0.894	0.894	0.894	0.698	0.869
	RTYSA	0.897	0.900	0.898	0.897	0.897	0.898	0.894	0.842	0.891
	GRYSA	0.894	0.894	0.894	0.894	0.894	0.894	0.894	0.890	0.893
	ÇDR	0.860	0.853	0.893	0.894	0.894	0.894	0.894	0.895	0.885
Ortalama		0.886	0.885	0.895	0.895	0.895	0.895	0.894	0.831	

Çizelge 4.18.'de M₄ analizi test sonuçları görülmektedir. Yöntemlere göre ortalamaların birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Bireysel olarak en iyi sonucu RTYSA (2 Girişli) vermiştir.

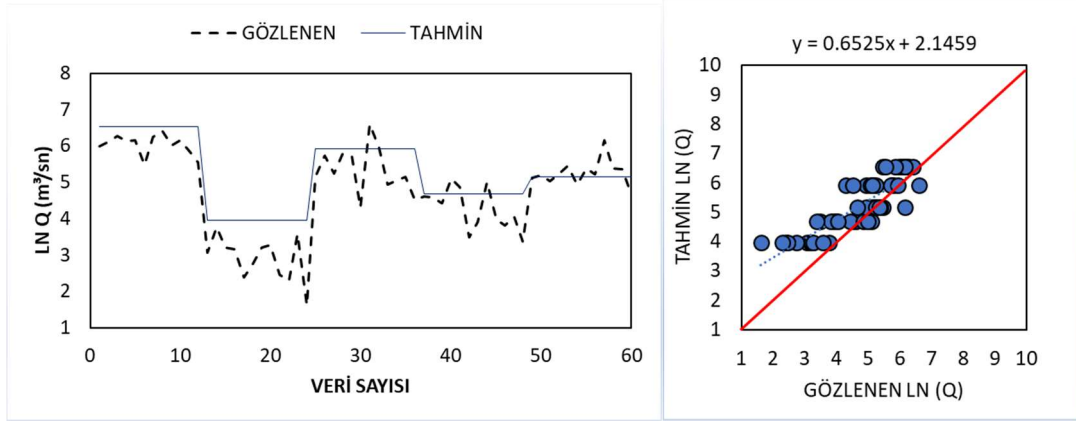


Şekil 4.7. M4 Analizi, GRYSA yöntemi (8 giriş) Eğitim verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

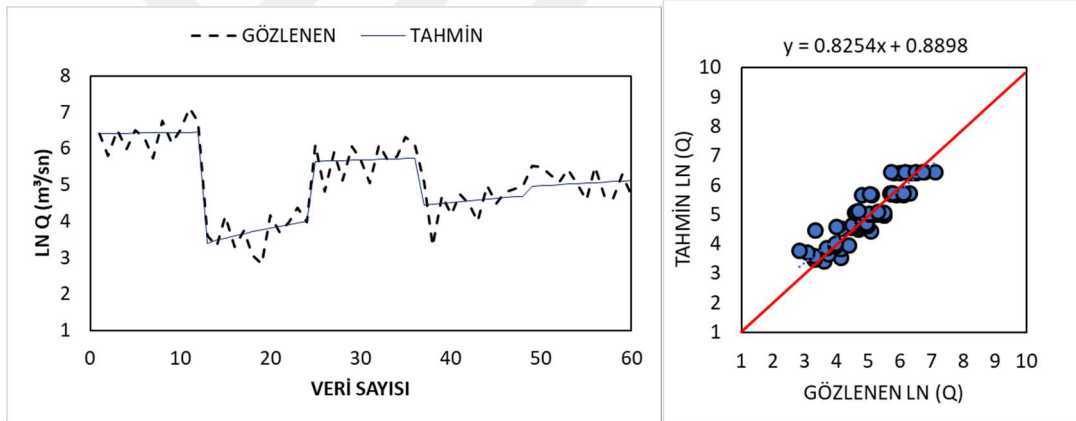


Şekil 4.8. M4 Analizi, RTYSA yöntemi (2 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

Şekil 4.7.'de GRYSA'nın eğitim sonuçlarının gidiş ve saçılma grafikleri verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, GRYSA'nın A₁, A₂, A₃, verilerini iyi eğittiği anlaşılmaktadır. Şekil 4.8.'de RTYSA'nın test sonuçlarının gidiş ve saçılma grafiği verilmiştir. A₄ paketinin test edildiği bu aşamada pik noktalarını bazı yerlerde yakaladığı görülmektedir.

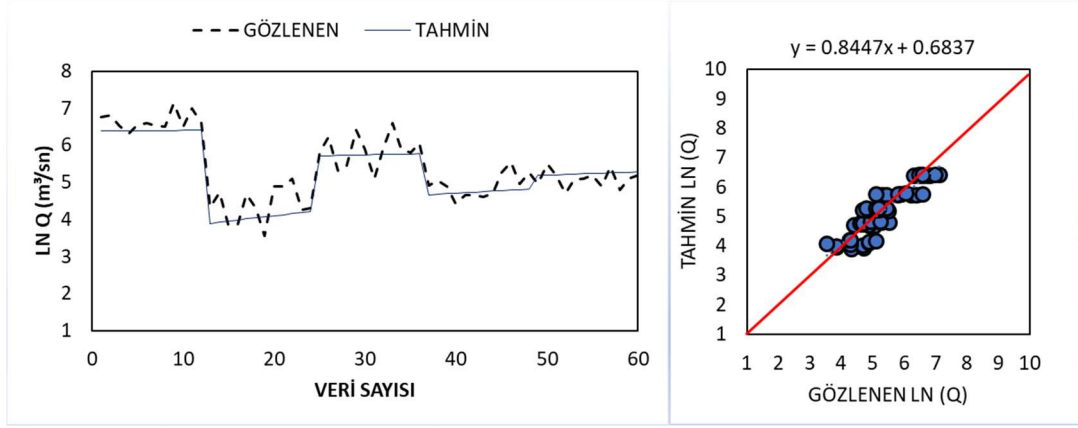


Şekil 4.9. M_1 Analizi, ÇDR yöntemi (3 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri

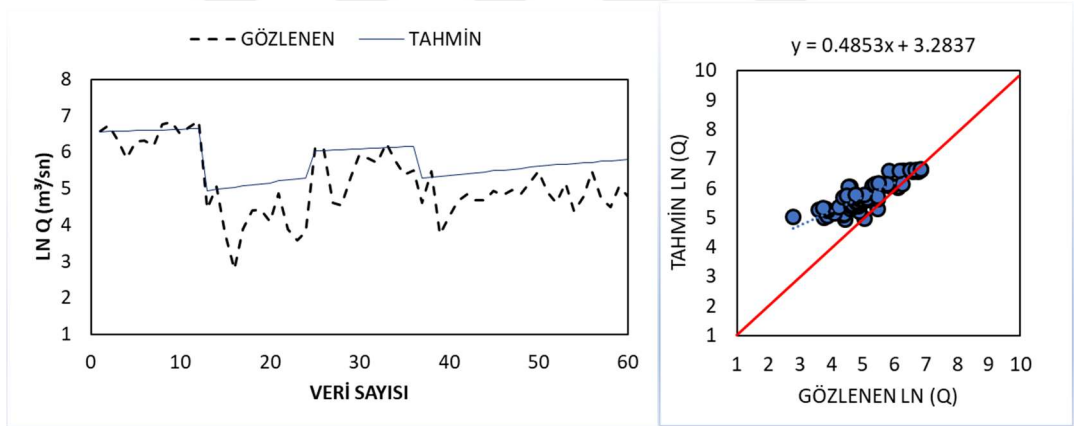


Şekil 4.10. M_2 Analizi, ÇDR yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

Şekil 4.9.'da ÇDR'nin M_1 analizi modelinde ÇKYSA'dan daha kötü, ancak kullanılabilir doğruluğu sağladığı sonucu gözlemlenmektedir. Şekil 4.10.'da ÇDR'nin M_2 analizinde RTYSA'yı yakalayamadığı ancak, RTYSA'dan sonra en doğru modeli ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. ÇKYSA'nın ve RTYSA'nın ÇDR'ye alternatif bir çözüm sunduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 4.11. M₃ Analizi, ÇDR yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.



Şekil 4.12. M₄ Analizi, ÇDR yöntemi (8 giriş) Test verilerinin gidiş ve saçılma grafikleri.

Şekil 4.11.'de ÇDR'nin M₃ analizi modelinde RTYSA'dan daha kötü, ancak kullanılabilir doğruluğu sağladığı sonucu gözlemlenmektedir. Şekil 4.12.'de ise ÇDR'nin M₄ analizinde RTYSA'yı yakalayamadığı ancak, RTYSA'ya en yakın modeli ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, RTYSA'nın ÇDR'ye alternatif bir çözüm sunduğu sonucuna varılmıştır.

1968 yılı için tüm istasyonlarda YAMA verileri elde edilemediğinden analizlerde kullanılan veri setlerinde o yıl hariç tutularak girişler yapılmıştır. Çizelge 4.19’da 1968 yılı eksik verilerinin tamamlanması çalışması yapılmıştır. Yöntemlere göre her istasyon için tahmin edilen debiler tablodaki gibidir. Ancak elimizde o yıla ait veri bulunmadığından kontrol edebileceğimiz bir durum sözkonusu değildir.

Çizelge 4.19. M₄ Analizi Test verilerinin karşılaştırılması.

1968 Yılı İçin Tahmin Edilen Debiler				
Yöntem	İstasyon No	İstasyon Adı	Giriş sayısı	Tahmin Debisi (m ³ /sn)
ÇKYSA	1402	Kale		619.472
	1412	Şeyhoğlu		51.428
	1413	Durucasu	7 Giriş	326.575
	1414	Sütlüce		109.791
	1418	Gömeleönü		182.588
RTYSA	1402	Kale		636.507
	1412	Şeyhoğlu		105.204
	1413	Durucasu	2 Giriş	283.479
	1414	Sütlüce		109.315
	1418	Gömeleönü		155.349
GRYSA	1402	Kale		619.472
	1412	Şeyhoğlu		51.428
	1413	Durucasu	7 Giriş	326.575
	1414	Sütlüce		109.791
	1418	Gömeleönü		182.588
ÇDR	1402	Kale		746.45
	1412	Şeyhoğlu		178.406
	1413	Durucasu	8 Giriş	453.553
	1414	Sütlüce		236.77
	1418	Gömeleönü		309.567

Tablo 4.19 genel olarak incelendiğinde ÇDR yönteminin diğer yöntemlere göre tüm istasyonlar için daha yüksek tahminler yaptığı görülmektedir. ÇKYSA ve GRYSA yöntemlerinin ise diğer paketlerin sonuçlarındaki gibi birbirlerine çok yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Nehir ya da dere yatağındaki su miktarının, normalden fazla yağmur yağması veya ani kar erimesi sonucunda hızlı ve kontrolsüz bir şekilde artması durumu taşkın olarak tanımlanmaktadır. Taşkınlar debilerine göre yatak çevresinde yaşayan canlılara ve arazilere büyük ölçüde zarar verebilme gücüne sahiptir. Şiddetli yağışın ardından ya da karlı bölgelerde ani ısınma sonucu kar erimelerinden kaynaklanan eğimli ve geçirimsiz topraklı alanlarda yan kollardaki suyun aniden yükselmesi en tehlikeli taşkınlara sebep olmaktadır.

Su yılı içerisinde anlık olarak gerçekleşen en büyük debi YAMA olarak adlandırılmaktadır. Bu debi genellikle gerçekleştiği bölgede ani kar erimeleri, ani yağışlar sonucu meydana gelip, bölgede taşkın ile sonuçlanmaktadır. YAMA verileri DSİ tarafından oluşturulan Akım Yıllıkları'nda bulunmaktadır.

Taşkın debisinin tahmin edilmesi taşkın modelleme çalışmalarının ilk aşamasıdır. YSA ile tahmin modellenmesinin yapılabilmesi için veri sürekliliğine ihtiyacımız vardır. Yaşanan taşkınlar AGİ'lere zarar vererek veri sürekliliğini bozabilmektedir. Çalışmamızda Karadeniz Bölgesi'nde bulunan 14 no'lu Yeşilirmak Havzası'nda yer alan (1402, 1412, 1413, 1414, 1418) 5 adet AGİ'nin YAMA verileri, coğrafi bileşenleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu alanın seçilmesinde en büyük neden, geçmiş yıllarda yaşanan taşkın olayları ve verilerinde sağlayabildiğimiz sürekliliktir.

Bu çalışmada; 14 numaralı Yeşilirmak Havzası'nda yer alan 5 adet AGİ'ye (1402, 1412, 1413, 1414, 1418) ait coğrafi konum (kuzey ve doğu; derece, dakika, saniye), yükseklik ve alan bilgileri olmak üzere 8 giriş verisi kullanılarak her bir AGİ için YAMA verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Veri periyodu 1964-2012 yıllarını kapsamaktadır. 48 yıllık veriler %75 eğitim, %25 test paketleri olmak üzere gruplandırılmıştır. Her defasında 1 paket test edilecek şekilde 4 defa analiz yapılmıştır. Böylece çalışmada; hem oluşabilecek taşkınlar tahmin edilmeye çalışılırken, hem de geçmiş yıllarda sel vb. doğal afetlerden dolayı yaşanmış veri

kayıplarının eksiklerini modelleyerek, eksik verilerin tamamlanması amacını taşımaktadır. YAMA tahmininde ÇKYSA, GRYSA, RTYSA ve ÇDR yöntemleri kullanılmıştır.

YSA, insan beyninin en temel özelliği olan öğrenme fonksiyonunu gerçekleştiren bilgisayar sistemleridir. Öğrenme işlemini örnekler yardımı ile tecrübe ettikten sonra öğrenmeyi gerçekleştiren ve herhangi bir yardım almadan algoritmalar ile otomatik olarak ilerleten makine sistemleridir. YSA' nın öğrenme ve genelleştirme yeteneği bu yöntemi karmaşık problemlerin çözümünde ideal bir araç yapmaktadır.

Sonuçlar incelendiğinde;

- M_1 analizi için en iyi sonucun ÇKYSA (8 Giriş) (KOKH=119.118, OMH= 93.213, R=0.808),
- M_2 analizi için en iyi sonucun RTYSA (8 Giriş) (KOKH= 123.334, OMH= 78.381, R=0.870),
- M_3 analizi için en küçük hata oranlarının GRYSA (8 Giriş) (KOKH= 131.457, OMH= 85.033, R= 0.889) verirken, en büyük R katsayısını RTYSA'nın (1 Giriş) (KOKH= 156.763, OMH= 95.499, R= 0.910),
- M_4 analizinde ise en iyi sonucun RTYSA (2 Giriş) (KOKH=111.559, OMH= 81.114, R=0.900) ile verdiği gözlemlenmiştir.
- AGİ'lerin çeşitli sebeplerle veri kaydedemediği yıllar olmaktadır. Bu şekilde veri kaydedilemediği yıllarda eksik veriler olduğu gözlenir. Test sonuçları eksik verilerin yerine tahmin yapılması için yeterli doğruluğu verdiği gözlemlenmiştir.
- Kullanılan giriş parametrelerine göre (bkz. Çizelge 3.1) hatalar; alan, dakika(D), saniye(K), saniye (D) girişleri kullanılarak azalırken, yıl, derece(D) ve dakika(K) parametrelerinde artmıştır. Korelasyon katsayıları büyükten küçüğe işarete göre sıralandığında sonuçlarda küçük farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada korelasyon katsayıları büyüklük olarak sıralanıp, işarete bakılmaksızın, analiz yapılırken veriler korelasyon katsayılarının büyüklük sırasına göre girilmiştir.
- Analiz sonuçlarına bakıldığında ÇDR yönteminin ÇKYSA' dan iyi olmasına rağmen RTYSA ve GRYSA' dan iyi bir tahmin ortaya koyamadığı gözlenmiştir.

Dolayısıyla RTYSA ve GRYSA modellerinin ÇDR alternatif bir çözüm olduğu sonucuna varılmıştır. Dolayısıyla RTYSA'nın ortalama bir taşkın modellemesinde geçerli doğruluk oranını sağladığı ve kullanılabilceğı gözlemlenmiştir.

- A₁ paketinde doğruluk oranının diğere paketlere nazaran düşük olmasının nedeni; son yıllarda yaşanan küresel ısınma ve buna bağılı olarak mevsimlerin, yağış miktarlarının farklılaşması olarak söylenebilir.
- Modelleme sonucunda gözlenen verilerden yüksek tahminlerin çıkması önlem alınması açısından önemlidir. YAMA debisi pik noktalarında çoğı kez sel ve taşkına sebebiyet vermektedir. Bu durum göz önüne alındığında gözlenenden yüksek bir debinin tahmini önlem alınarak taşkının getirdiğı zararın en aza indirilmesi açısından faydalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Tonkaz T., Çetin M., Kızıloğlu F., ve Fayrap A., Mütferrik Doğu Karadeniz Suları Havzası Yıllık Anlık Maksimum Akımlarının Olasılık Analizi, II. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 315-321, Afyonkarahisar, Türkiye, Mart 2010.
- [2] Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Taşkın Yönetimi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, 2017.
- [3] “Doğal afetler, taşkınlar” erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/arastirma/dogal-afetler.aspx?s=taskinlar> erişim tarihi: 23 Haziran 2018.
- [4] Yılmaz A., Yapay Zeka, İstanbul, 2017.
- [5] Öztemel E., Yapay Sinir Ağları, İstanbul, 2012.
- [6] Aydoğan B., Ayay B., ve Çevik E., Yapay Sinir Ağları ile Akıntı Profiline Modeldenmesi, 7. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 403-409, Trabzon, Türkiye, Kasım 2011.
- [7] “Yapay Sinir Ağları” erişim adresi: <https://www.kimnezamanicatetti.com/yapay-sinir-agi/>, erişim tarihi: 1 Mayıs 2019.
- [8] Dibike Y. B. ve Solomatine D. P., River Flow Forecasting Using Artificial Neural Networks, Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere (B), 26(1), 1-7, 2001 .
- [9] Lim Y. H. and Lye L. M., Regional flood estimation for ungauged basins in Sarawak , Malaysia Regional flood estimation for ungauged basins in Sarawak, Malaysia, Hydrological Sciences Journal, 48(1), 79–94, 2003.
- [10] Yarar A., 2004, Beyşehir Gölü Su Seviyesi Değişimlerinin Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.*
- [11] Y. Mutlu, 2004, Günlük Akışlardaki Boşlıkların Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Tamamlanması, *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.*
- [12] Öcal O., 2007, Yapay Sinir Ağları Algoritması Kullanılarak Akarsu Havzalarında Yağış-Akış-Katı Madde İlişkisinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.*
- [13] Partal T., 2007, Türkiye Yağış Miktarlarının Yapay Sinir Ağları Ve Dalgacık Dönüşümü Yöntemleri İle Tahmini, *Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [14] Şahin M., 2007, Karadeniz Bölgesindeki Yağış-Akış İlişkisinin Farklı Yapay Sinir Ağları Metotlarıyla Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [15] Afşar S., 2008, Yapay Sinir Ağları Ve Bulanık Mantık Yöntemleri Kullanılarak Tava Buharlaşma Tahmini Yapılması, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [16] Türktemiz B., 2008, Baraj Haznelerine Giren Akımların Yapay Sinir Ağları (YSA) ile Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.*
- [17] Öncül M., 2008, Aşağı Sakarya Havzasındaki Küçük Akarsuların Yapay Sinir

- Ağları Yöntemiyle Akım Süreklilik Eğrilerinin Elde Edilerek Enerji Potansiyellerinin Tespiti, *Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.*
- [18] Dahamsheh A., 2008 Kurak Bölge Aylık Yağışlarının Markov Zinciri Eklenmiş Koşullu Yapay Sinir Ağları İle Tahmini, *Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [19] Mazmancı K., 2009 Çatalan Barajı Haznesindeki Buharlaştırma Miktarının Yapay Sinir Ağları Modeliyle Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.*
- [20] Hu T. S., Lam K. C., and Ng S. T., A Modified Neural Network for Improving River Flow Prediction/Un Réseau de Neurones Modifié pour Améliorer la Prédiction de L'Écoulement Fluvial, *Hydrological Sciences Journal*, 50(2), 298–318, 2009.
- [21] Dindar K. K., 2010 Yapay Sinir Ağları Yaklaşımı ile Tahtaköprü Barajındaki Aylık Buharlaştırma Miktarının Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay .*
- [22] Saplıoğlu K. and Çimen M., Yapay Sinir Ağlarını Kullanarak Günlük Yağış Miktarının Tahmini Mühendislik Bilim. ve Tasarım Dergisi, 1(1), 14–21, 2010.
- [23] Ren M., Wang B., Liang Q., And Fu G., Classified Real-Time Flood Forecasting By Coupling Fuzzy Clustering and Neural Network, *International Journal of Sediment Research* 25(2), 134-148, 2010.
- [24] Can M., 2012, Yapay Sinir Ağları İle Akım Tahmini: Mahmudiye Göleti Örneği, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- [25] Karaboran O., 2013, Serbest Akiferlerdeki Yeraltı Su Seviyeleri ile Meteorolojik Veriler Arasındaki İlişkinin Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.*
- [26] Kızılaslan M. A., Sağın F., Doğan E., ve Sönmez O., Aşağı Sakarya Nehri Akımlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi, *Sakarya. Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(2), 99–103, 2014.
- [27] Moghaddam F. G., 2014, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Yağış Şiddeti–Süre–Tekerrür Analizinin L-Momentleri Ve Yapay Sinir Ağları ile Yapılması, *Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.*
- [28] İsmail A. Z., Yusop Z. ve Yusof Z. Comparison Of Flood Distribution Models For Johor River Basin, *Jurnal Teknologi* 74(11), 123–128, 2015.
- [29] Ahmad I., Fawad M., ve Mahmood I., At-Site Flood Frequency Analysis of Annual Maximum Stream Flows in Pakistan Using Robust Estimation Methods, *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(6), 2345–2353, 2015.
- [30] Yaylak M. M., 2016, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Yardımıyla Bitlis Deresi Taşkın Risk Analizi, *Yüksek Lisans Tezi, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitlis..*
- [31] Turhan E. ve Çağatay H. Ö., Eksik Akım Verilerinin Tahmin Modelinin Oluşturulmasında Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı : Asi Nehri- Demirköprü Akım Gözlem İstasyonu Örneği, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimar. Fakültesi Dergisi*, 31(1), 93–106, 2016.
- [32] Romali N. S. and Yusop Z., Frequency Analysis of Annual Maximum Flood for Segamat River, in *MATEC Web of Conferences*, 2017,

- [33] Abu Salam Z. K. A., 2018, Yapay Sinir Ağları İle Dibis Barajı'nın Seviye Tahmini, *Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.*
- [34] Uçar A., 2018, Hidrolojik Modelleme İçin Havza Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemler ile Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.*
- [35] Yüksek Ö., Babacan H. T., and Saka F., Yağış - Akış Modellemesinde Optimum Yapay Sinir Ağı Yapısının Araştırılması, *Türk Hidrolik Dergisi* 2(1), 31–37, 2018.
- [36] “Uygun istatistiksel test seçim kılavuzu,” Erişim adresi: <http://www.toraks.org.tr/uploadFiles/book/file/962014105211-2629.pdf>. erişim tarihi: Haziran 2018
- [37] Çay F., 2018, CBS Yardımıyla Türkiye'deki Havzaların Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.*
- [38] Yavuz S. ve Devenci M., İstatistiksel Normalizasyon Tekniklerinin Yapay Sinir Ağı Performansına Etkisi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 167–187, 2012.
- [39] Okkan U. ve Mollamahmutoglu A., Yiğitler Çayı Günlük Akımlarının Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi İle Modellenmesi, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23, 33–48, 2010.
- [40] Çavuşlu M. A., Becerikli Y., ve Karakuzu C., Levenberg- Marquardt Algoritması ile YSA Eğitiminin Donanımsal Gerçeklenmesi, *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 5(5), 1–7, 2012.
- [41] Arı A. ve Berberler M. E., Yapay Sinir Ağları ile Tahmin ve Sınıflandırma Problemlerinin Çözümü İçin Arayüz Tasarımı, *Acta Infologica*, 1(2), 55–73, 2017.
- [42] Kişi Ö. ve Afşar S., Yapay Sinir Ağı ve Bulanık-Yapay Sinir Ağı Yöntemleri Kullanılarak Tava Buharlaştırma Tahmini, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 45–51, 2010.
- [43] Fırat M. ve Güngör M., Askı Madde Konsantrasyonu ve Miktarının Yapay Sinir Ağlarıyla Belirlenmesi, *İMO Teknik Dergisi*, 3267–3282, 2004.
- [44] Partal T., Kahya E., ve Cıgızoglu K., Yağış Verilerinin Yapay Sinir Ağları ve Dalgacık Dönüşümü Yöntemleri ile Tahmini, *İtü Mühendislik Dergisi*, 7(3), 73–85, 2008.
- [45] Okkan U. ve Dalkılıç H. Y., Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları ile Kemer Barajı Aylık Akımlarının Modellenmesi, *İMO Teknik Dergisi*, 5957–5966, 2012.
- [46] Poggio T. ve Girosi F., Regularization Algorithms for Learning That are Equivalent to Multilayer Networks, *Science*, 247(4945), 978–982, 1990.
- [47] Altun H., Eminoğlu U., ve Tezekici B. S., MLP Yapay Sinir Ağlarında Öğrenme Sürecinin Aktivasyon Fonksiyonu ve İstatistiksel Değişim Gösteren Giriş Verilerine Bağımlılığı, *Eleco'2002 Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, 310-314, Bursa, Türkiye, 2002.
- [48] A. Sürel, 2006, Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı'nın Su Kaynakları Mühendisliğinde Kullanımı, *Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*

- [49] Oral M., Kartal S., Melis B., ve Tarihi K., Genelleştirilmiş Regresyon Yapay Sinir Ağı Örüntü Katman Büyüklüğünü Azaltmak İçin Kümeleme Tabanlı Bir Yaklaşım, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(5), 857–863, 2017.
- [50] Alp M. ve Cıgızoğlu K., Farklı Yapay Sinir Ağı Metodları ile Yağış-Akış İlişkisinin Modellenmesi, İtü Mühendislik Dergisi, 3(1), 80–88, 2004.
- [51] Takma Ç., Atıl H., ve Aksakal V., Çoklu Doğrusal Regresyon ve Yapay Sinir Ağı Modellerinin Laktasyon Süt Verimlerine Uyum Yeteneklerinin Karşılaştırılması, Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 18(6), 941–944, 2012.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı Adı :ÇUBUKÇU, Esra Aslı
Uyruğu :T.C
Doğum Tarihi ve Yeri :05.06.1995 Konak
Medeni Hali :Bekar
Telefon :+905056102536
e - mail :cubukcuasli@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Lisans	:KTO Karatay Üniversitesini / İnşaat Mühendisliği	2017
Y. Lisans	:KTO Karatay Üniversitesi	Devam Ediyor

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Uray,E.,Sancioğlu, S.,Erdem, D., Cubukcu, A., (2016), "Çimento ile Stabilizasyonda Optimum Çimento Oranının Belirlenmesi", 1. Ulusal Genç Geoteknik Mühendisleri Sempozyumu, 12 Ekim 2016, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Cubukcu, E., A., Sevimli, M. F. (2018), "Yıllık Anlık Maksimum Akımların, Coğrafi Veri Bileşenleri ve Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi", International Symposium on Urban Water and Wastewater Management, October 25-27, 2018, Denizli

Çubukçu E. A., Sancioğlu S., Demir V., Sevimli M. F. (2019) "Sea Water Level Estimation Using Six Different Artificial Neural Networks Training Algorithm", International Civil Engineering and Architecture Conference 2019, April 17-20, Trabzon.

Çubukçu E. A., Demir V., Sevimli M. F. (2019) “Uzun Vadeli Aylık Sıcaklıklarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi”, 10. Hidroloji kongresi, 9-12 Ekim 2019, Muğla.

