

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ORTALAMA DEBİ VE MAKSİMUM
YAĞIŞ TAHMİNİ İSTANBUL GÖKSU DERE ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulgani FIRAT

Enstitü Anabilim Dalı

: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı

: Dr.Öğr.Üyesi Gökmen ÇERİBAŞI

Haziran 2019

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YAPAY SINIR AĞLARI İLE ORTALAMA DEBİ VE MAKSİMUM
YAĞIŞ TAHMİNİ İSTANBUL GÖKSU DERE ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Abdulgani FIRAT

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

**Bu tez 19/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**

Prof. Dr.
Metin İPEK
Jüri Başkanı

Dr. Öğr. Üyesi
Gökmen ÇERİBAŞI
Üye

Prof. Dr.
Emrah DOĞAN
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Abdulgani FIRAT

19/06/2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamın hazırlanması ve yürütülmesinde değerli bilgileri ve önerileri ile beni yönlendirerek destek olan, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Dr.Öğr. Üyesi Sayın Gökmen ÇERİBAŐINA teşekkür ederim.

Sakarya Üniversitesi; Hidrolik ABD öğretim üyeleri Dr.Öğr.Üyesi Mehmet SANDALCI ve Prof. Dr. Emrah DOĞAN hocalarıma teşekkür ederim.

Bu çalışma sürecinde gerekli veri ve bilgilere ulaşmamda bana yardımını esirgemeyen İnşaat Mühendisi Mehmet Şirin KÖRNES'e teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca bana verdiği manevi destek, göstermiş olduğu sabır ve anlayıőtan dolayı değerli eőim Selma FIRAT'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xii
SUMMARY.....	xiii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Konunun Önemi	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	3
1.3. Literatür Özeti	4

BÖLÜM 2.

ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA BİLGİLER	8
2.1. Projenin Yeri.....	8
2.2. Genel Jeoloji.....	9
2.2.1. Jeolojik durumu.....	9
2.2.2. Deprem durumu	9
2.2.3. Topoğrafya	10
2.3. Toprak.....	10
2.4. Bitki Örtüsü	10

BÖLÜM 3.

HİDROLOJİ VE İKLİM.....	11
3.1. İklim	11
3.2. Meteoroloji	12
3.3. Sıcaklık.....	13
3.4. Buharlaşma	14
3.5. Rüzgar	15
3.6. Ortalama Nispi Nem.....	16
3.7. Ortalama Aktüel Basınç.....	17
3.8. Aylık Toplam Yağış (mm).....	18
3.9. Yıllık Maksimum Yağış.....	19
3.10. Akım (Debi) Değerleri.....	20

BÖLÜM 4.

MATERYAL VE YÖNTEM	23
4.1. Giriş.....	23
4.2. Yapay Sinir Ağlarının (YSA) Yapısı ve Katmanları.....	25
4.3. Yapay Sinir Ağının Eğitilmesi	29
4.4. Regresyon.....	30

BÖLÜM 5.

YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA) VE REGRESYON ANALİZİ İLE VERİ

TAHMİNİ	34
5.1. Verilerin Temini.....	34
5.1.1. Akım gözlem istasyonu (AGİ)	34
5.1.2. Meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ)	35
5.2. Komşu Havza ilişkisi	36
5.3. YSA ve Regresyon Analizi ile Ortalama Debi ve Maksimum Yağış Tahmini	37
5.4. Regresyon Analizi ile Göksu Deresi Ortalama Debi Tahmini.....	40
5.4.1. ÇRA (senaryo-debi-I ile) ile göksu deresi ortalama debi tahmini	40
5.4.2. ÇRA (senaryo-debi-I ile) ile göksu deresi akımlarının tahmin edilmesi	42

5.5. Regresyon Analizi ile Aylık Maksimum Yağış Tahmini.....	46
5.5.1. ÇRA (senaryo-yağış-I) ile şile istasyonu aylık maksimum yağış miktarının tahmin edilmesi	47
5.5.2. ÇRA (senaryo-yağış-II) ile şile istasyonu aylık maksimum yağış miktarının tahmin edilmesi	49
5.6. YSA ile Ortalama Debi ve Maksimum Yağış Tahmini.....	53
5.6.1. YSA (senaryo-debi-I) ile göksu deresi ortalama debi tahmini.....	53
5.6.2. YSA (senaryo-debi-I) ile göksu deresi ortalama debi tahmini.....	56
5.6.3. YSA (senaryo-yağış-I) şile aylık maksimum yağış tahmini	59
5.6.4. YSA (senaryo-yağış-II) ile şile aylık maksimum yağış tahmini	62
5.7. YSA ile İleriye Yönelik Veri Tahmini	64
5.7.1. YSA ile ileriye yönelik göksu deresi aylık ortalama debilerinin tahmini	64
5.7.2. YSA ile ileriye yönelik şile MGİ aylık maksimum yağış tahmini	65
BÖLÜM 6.	
TARTIŞMA VE SONUÇ.....	66
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ.....	76

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
DSİ	: Devlet Su İşleri
GFF	: Generalized Feedforwad
MAE	: Ortalama Yüzde Hata
MAPE	: Ortalama Mutlak Yüzde Hata
MGİ	: Meteoroloji Gözlem İstasyonu
MGM	: Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
MLP	: Multilayer Perceptron
MSE	: Ortalama Karesel Hata
PNN	: Probabilistic Neural Network
R	: Korelasyon Katsayısı
R^2	: Determinasyon Katsayısı
R^3	:Düzeltilmiş Determinasyon Katsayısı
RBF	: Radial Basis Function
RMSE	: Kök Ortalama Kare Hata
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
YSA	: Yapay Sinir Ağları
YZ	: Yapay Zeka

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Göksu deresi ve konumu.....	9
Şekil 3.1. İstanbul meteoroloji istasyonları haritası.....	13
Şekil 3.2. Şile MGİ ortalama sıcaklık değerleri (°C).....	14
Şekil 3.3. Şile MGİ ortalama buharlaşma değerleri (mm).....	14
Şekil 3.4. Şile MGİ ortalama rüzgar hızları ve esme sayıları.....	16
Şekil 3.5. Şile MGİ aylık ortalama rüzgar hızları (m/sec.).....	16
Şekil 3.6. Şile MGİ aylık ortalama nispi nem oranları (%).	17
Şekil 3.7. Şile MGİ aylık ortalama aktüel basınç miktarları (hPa).	17
Şekil 3.8. Şile MGİ aylık toplam yağış ortalaması (mm).	19
Şekil 3.9. Şile MGİ yıllık maksimum yağış değerleri (mm).....	19
Şekil 3.10. Göksu ve sungurlu dereleri yağış toplama havzaları.	21
Şekil 3.11. Göksu ve sungurlu dereleri aylık ortalama akımları (m ³ /s).	22
Şekil 4.1. YSA çalışma prensibi.....	25
Şekil 4.2. YSA modeli ve bileşenleri.....	26
Şekil 4.3. sigmoid ve rektefiye edilmiş lineer (ReLU) aktivasyon fonksiyonları.....	27
Şekil 4.4. Tanh ve step aktivasyon fonksiyonları.	27
Şekil 4.5. Çok katmanlı YSA modeli.....	28
Şekil 5.1. Göksu ve sungurlu dereleri aylık ortalama akımları.....	37
Şekil 5.2. Analizlerde kullanılan verilerin zaman serileri.....	39
Şekil 5.3. Göksu deresi akım değerlerinin ÇRA (senaryo-debi-I) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	42
Şekil 5.4. Göksu deresi ölçülen ve ÇRA (senaryo-debi-I) ile tahmin edilen debi değerlerinin zamana göre değişimleri.....	42
Şekil 5.5. Göksu deresi akım değerlerinin ÇRA (senaryo-debi-II) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	44

Şekil 5.6. Göksu dere ölçülen akım değerleri ve ÇRA ile tahmin edilen akım değerlerinin normalize edilmiş P-P grafiği.....	45
Şekil 5.7. Göksu dere ölçülen akım miktarları ve ÇRA ile tahmin edilen akım değerlerinin standardize edilmiş göksu deresi histogramı.....	45
Şekil 5.8. Göksu deresi ölçülen ve ÇRA (senaryo-debi-II) ile tahmin edilen debi değerlerinin zamana göre değişimleri.....	46
Şekil 5.9. Şile aylık maksimum yağış değerlerinin ÇRA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	48
Şekil 5.10. Şile aylık maksimum yağış verileri ve ÇRA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin normalize edilmiş P-P grafiği.....	49
Şekil 5.11. Şile ölçülen ve ÇRA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin zamana göre değişimleri	49
Şekil 5.12. Şile aylık maksimum yağış değerlerinin ÇRA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	51
Şekil 5.13. Şile aylık maksimum yağış verileri ve ÇRA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin standardize edilmiş histogramı.....	52
Şekil 5.14. Şile aylık maksimum yağış verileri ve ÇRA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin normalize edilmiş P-P grafiği.....	52
Şekil 5.15. Şile ölçülen ve ÇRA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin zamana göre değişimleri.....	53
Şekil 5.16. Göksu deresi akım değerlerinin YSA (senaryo-debi-I) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	54
Şekil 5.17. Göksu dere ölçülen akım miktarları ve YSA (senaryo-debi-I) ile tahmin edilen akım değerlerinin standardize edilmiş histogramı.....	55
Şekil 5.18. Göksu deresi ölçülen debileri ve YSA (senaryo-debi-I) ile tahmin edilen debilerin normalize edilmiş P-P grafiği.....	55
Şekil 5.19. Göksu deresi ölçülen ve YSA (senaryo-debi-I) ile tahmin edilen debi değerlerinin zamana göre değişimleri.....	56
Şekil 5.20. Göksu deresi akım değerlerinin YSA (senaryo-debi-II) ile	

tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	57
Şekil 5.21. Göksu dere ölçülen akım miktarları ve YSA (senaryo-debi-II) ile tahmin edilen akım değerlerinin standardize edilmiş histogramı.....	57
Şekil 5.22. Göksu deresi ölçülen debileri ve YSA (senaryo-debi-II) ile tahmin edilen debilerin normalize edilmiş P-P grafiği.....	58
Şekil 5.23. Göksu deresi ölçülen ve YSA (senaryo-debi-II) ile tahmin edilen debi değerlerinin zamana göre değişimleri.....	59
Şekil 5.24. Şile aylık maksimum yağış değerlerinin YSA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	60
Şekil 5.25. Şile aylık maksimum yağış verileri ve YSA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin standardize edilmiş histogramı.....	60
Şekil 5.26. Şile aylık maksimum yağış verileri ve YSA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin normalize edilmiş P-P grafiği.....	61
Şekil 5.27. Şile ölçülen ve YSA (senaryo-yağış-I) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin zamana göre değişimleri.....	61
Şekil 5.28. Şile aylık maksimum yağış değerlerinin YSA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilmesi, dağılım grafiği.....	62
Şekil 5.29. Şile aylık maksimum yağış verileri ve YSA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin standardize edilmiş histogramı.....	63
Şekil 5.30. Şile aylık maksimum yağış verileri ve YSA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin normalize edilmiş P-P grafiği.....	63
Şekil 5.31. Şile ölçülen ve YSA (senaryo-yağış-II) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin zamana göre değişimleri.....	64
Şekil 5.32. Göksu deresi ölçülen ve YSA ile tahmin edilen aylık ortama debilerin (1979-2038) zamana göre değişimleri.....	65
Şekil .5.33. Şile MGİ ölçülen ve YSA ile tahmin edilen aylık maksimum yağışların (1979-2038) zamana göre değişimleri.....	65
Şekil 6.1. YSA ve ÇRA ile şile aylık maksimum yağış tahmini normalize	

edilmiş hata değerleri.....	68
Şekil 6.2. Göksu deresi aylık ortalama tahmini analizlerinde senaryolar ve R, R ² değerleri.	70
Şekil 6.3. Göksu deresi ölçülen aylık ortalama debilerin ve YSA ile ileriye yönelik tahmin edilen aylık ortalama debileri.	71
Şekil 6.4. Şile MGİ ölçülen aylık maksimum yağışların ve YSA ile ileriye yönelik tahmin edilen aylık maksimum yağışların ortalamaları.	72



TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Göksu deresi çalışma alanı başlangıç ve bitiş koordinatları	8
Tablo 3.1. Çalışma alanına yakın gözlem istasyonları.....	12
Tablo 3.2. Proje yağış alanı ve civarındaki bazı MGİ'lere ait ortalama sıcaklıklar (°C).....	13
Tablo 3.3. Şile MGİ aylık ortalama sıcaklık ve buharlaşma değerleri	15
Tablo 3.4. Proje alanı yıllık toplam yağış ve mevsimlere göre dağılımı	18
Tablo 3.5. Göksu ve sungurlu dereleri aylık debileri (m ³ /s)	21
Tablo 5.1. Çalışmada faydalanılan akım gözlem istasyonları (AGİ).....	35
Tablo 5.2. Çalışmada faydalanılan şile akım gözlem istasyonu (MGİ).....	36
Tablo 5.3. Analizde kullanılan verilere ait istatistiki bilgiler.....	37
Tablo 5.4. YSA ve ÇRA'da kullanılan senaryolar.....	38
Tablo 5.5. Göksu dere debisi ortalama debileri tahmini için kullanılan verilerin pearson korelasyon değerleri	40
Tablo 5.6. Pearson korerlasyon değerleri (bağımlı değişken; göksu D.).....	41
Tablo 5.7. Göksu deresi debi tahmininde; senaryo-debi-I için ÇRA analizi sonuçları	41
Tablo 5.8. Senaryo-debi-II için hesaplanan pearson korelasyon değerleri	43
Tablo 5.9. Göksu deresi debi tahmininde; senaryo-debi-II için çoklu regresyon analizi sonuçları	43
Tablo 5.10. Aylık maksimum yağış değerlerinin tahmini için kullanılan verilerin pearson korelasyon değerleri	46
Tablo 5.11. Pearson korelasyon değerleri (bağımlı değişken; aylık maks. yağış (mm))	47
Tablo 5.12. ÇRA sonuçları (bağımlı değişken; aylık maks.yağış (mm)).....	48
Tablo 5.13. Pearson kolerasyon değerleri (bağımlı değişken; aylık maks. yağış (mm)).....	50

Tablo 5.14. Şile istasyonu aylık maksimum yağış tahmininde; senaryo-yağış-II için ÇRA analizi sonuçları	51
Tablo 5.15. Göksu deresi debi tahmininde; senaryo-debi-I için YSA analiz sonuçları.....	54
Tablo 5.16. Göksu deresi debi tahmininde; senaryo-debi-II için YSA analiz sonuçları.....	56
Tablo 5.17. Şile istasyonu aylık maksimum yağış tahmininde; senaryo-yağış-I için YSA analiz sonuçları	59
Tablo 5.18. Şile İstasyonu aylık maksimum yağış tahmininde; senaryo-yağış-II için YSA analiz sonuçları	62
Tablo 6.1. Aylık maksimum yağış tahmini analizleri ve sonuçları	67
Tablo 6.2. Göksu deresi aylık ortalama debi tahmini analizleri ve sonuçları	69

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ORTALAMA DEBİ VE MAKSİMUM YAĞIŞ TAHMİNİ: İSTANBUL GÖKSU DERE ÖRNEĞİ

ÖZET

Gelişen dünya, doğayı daha iyi tanımaya, doğadan maksimum fayda elde etmeye çalışmakta ve bunu yaparken doğal olaylardan en az zararla kurtulmaya çalışmaktadır. Yaşam ve medeniyet her zaman su kenarlarında başlamış ve büyümüştür. İnsanoğlu ilk günden beri hep nehir kenarlarına şehirler kurmuş, tarım, hayvancılık yapmış ve balık avlamışlardır. Ancak İnsanoğlu nehir kenarlarına yerleştiği ilk günden beri hep taşkınlar ile mücadele etmiştir. Büyük taşkınlarda, şehirler ve tarım arazileri yok olmuştur. Binlerce can ve mal kaybına neden sebebiyet vermişlerdir. Günümüzde taşkınlar ile mücadele çok önemli noktalara ulaşmıştır. Maksimum yağış değerlerinin ve derelerin akım değerlerinin ve tahmini, şiddetinin bilinmesi, taşkın olabilecek tarım ve yerleşim alanları için çok önem arz etmektedir. Maksimum yağış ve debilerin tahmini için değişik bilgisayar programları ve istatistiki yöntemler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada; Göksu Deresi aylık ortalama akımlarının ve Şile MGİ aylık maksimum yağışlarının tahmini için Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) kullanılmıştır. Aylık maksimum yağış değerlerinin ve ortalama akım değerlerinin tahmini için havzaya en yakın Şile Meteoroloji istasyonunun ortalama yağış, aylık maksimum yağış, basınç, sıcaklık, nispi nem, rüzgar hızları, buharlaşma değerleri ve komşu havzada ve yakın mesafede bulunan Sungurlu Deresi ortalama akım değerleri, Göksu Deresi debileri kullanılmıştır. Farklı senaryolar için Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri kullanılarak Göksu Deresi aylık ortalama akımları ve Şile aylık maksimum yağışları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Göksu Deresi aylık ortalama debi tahmininde determinasyon katsayısı $R^2=0,934$ bulunmuş ve 1'e yakın değer olduğu için en iyi tahmin modeli kabul edilmiştir. Aylık maksimum yağış tahmininde determinasyon katsayısı $R^2=0,852$ bulunmuş ve kabuledilebilir bir tahmin olarak düşünülmüştür.

Bu çalışmada komşu iki havza ve derenin debi değerinin, debi tahmininde kullanılabileceği görülmüştür. YSA ve ÇRA ile ortalama debi ve maksimum yağış tahmini yapılabileceği, böylece önceden tahmin edilen ortalama debi ve maksimum yağışlar ile planma faaliyetlerinin, su yapıları hesaplarının, taşkın ve dere yatağı iyileştirmelerinin yapılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Göksu Deresi, Debi, Aylık Maksimum Yağış, Yapay Sinir Ağları, Çoklu Regresyon Analizi, Sungurlu Deresi

ESTIMATION OF AVERAGE FLOW AND MAXIMUM PRECIPITATION BY ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS CASE OF ISTANBUL GÖKSU STREAM

SUMMARY

The developing world is trying to get to know the nature better, to get the maximum benefit from the nature and trying to get rid of the natural events with the least damage. Life and civilization have always started and grew on the water's edge. Mankind has always set up cities on the river front, farming, stockbreeding and fishing. However, Mankind has always struggled with floods since the day he settled at the riverside. In large floods, cities and farmland have been destroyed. They caused thousands of lives and property losses. Today, the fight against floods has reached very important points. Maksiumum precipitation values and the current values of the creeks and the estimation, the severity of the information is very important for agricultural and residential areas. Different computer programs and statistical methods are used to estimate maximum rainfall and flow rates.

In this study; Artificial Neural Networks (ANN) and Multiple Regression Analysis (MRA) were used to estimate the monthly mean currents of the Göksu Creek and the monthly maximum rainfall of Şile Meteorology Observation Station Average rainfall, monthly maximum rainfall, pressure, temperature, relative humidity, wind speeds, evaporation values and average flow values of Sungurlu Creek in the neighboring basin and near distance, flow rates. For the different scenarios, monthly average flows of Göksu Creek and maximum monthly rainfall were estimated by using Multiple Regression Analysis (MRA) and Artificial Neural Networks (ANN). In the estimation of monthly average flow of Göksu Creek, the coefficient of determination was found to be $R^2 = 0.934$ and the best estimation model was accepted because it was close to 1 R. In the estimation of monthly maximum precipitation, the coefficient of determination was $R^2 = 0,852$ and it was considered as an acceptable estimation.

In this study, it was seen that the flow rate of the two adjacent basins and streams could be used in estimation of flow. It is thought that the average flow rate and maximum rainfall estimation can be made by Artificial Neural Networks (ANN) and Multiple Regression Analysis (MRA), so that the estimated average flow rate and maximum rainfall and planning activities, water structure calculations, flood and stream bed improvements can be made.

Keywords: Göksu Creek, Flow Rate, Monthly Maximum Rainfall, Artificial Neural Networks, Multiple Regression Analysis, Sungurlu Creeks, Multiple Regression

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Konunun Önemi

Su yaşamın kaynağıdır ve hayatın devamı için en önemli maddedir. İlk çağlardan beri insanlar hep su kaynaklarına yakın yerlerde koloniler kurmuş, nehir ve dere kenarlarında tarım, hayvancılık yapmış, balık avlamışlardır. Geçmişin tüm büyük medeniyetleri hep bir nehir kenarında kurulmuştur. Antik Mısır Nil Nehri, Roma İmparatorluğu Tiber Irmağı, Büyük İskender İmparatorluğu Tuna Nehri, Abbasiler -Emeviler Fırat ve Dicle Nehirleri kenarlarında başkentlerini kurmuşlardır. Günümüzde de bir çok şehir nehir kenarlarında yerleşiktir. Londra, Paris, Budapeşte, Roma, Venedik, Hong-Kong, Vancouver, Cape Town, Lizbon, Amsterdam, Bağdat gibi yüzlerce şehir ve kasaba nehir kenarlarına kurulmuştur. Ancak su kenarına kurulan yaşam alanlarının ilkçağdan beri en büyük korkuları taşkınlar, yatak değişimleri ve med-cezir (gel-git) olmuştur. Birçok şehir ve köy taşkınlar sonucu yok olmuştur.

Taşkınlar çok büyük insani krizlere sebep olmaktadır. Yerleşim alanları ve tarım arazileri yok olan insanlar göç etmekte, demografi değişmekte hem maddi hem toplumsal sorunlar baş göstermektedir. Bangladeş gibi halkının yüzde 80'ni tarım ile geçinen ülkelerde deniz ilerlemesi ve nehir taşkınları sonucu tarım alanları yok olmakta, ekonomik kayıplar olmakta ve büyük göçler yaşanmaktadır. Dünyada ve ülkemizde her geçen gün taşkınlar nedeniyle meydana gelen can ve mal kayıplarında artış yaşanmaktadır, mal kayıpları milyarlarca Amerikan Dolarını bulmaktadır.

Günümüzde Nüfusun büyük bir bölümü okyanus, deniz ve nehirlerin taşkın tehdidi altında bulunan düzlük alanlarda yerleşiktirler. Hollanda, Danimarka'nın tamamı A.B.D. ve Çin'in nüfusunun yaklaşık %25'lik kesimi taşkın tehdidi altındadır. Türkiyede 1975 ve 2015 1209 adet taşkın yaşanmış, bu taşkınlarda 720 kişi yaşamını

kaybetmiş ve 893.933 ha arazi su altında kalmıştır. (Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2017)

Dünyanın bir çok ülkesinde, şiddetli fırtına ve hortumların sahil şeridinde meydana getirdiği dalga hareketlerinden kaynaklan kıyı taşkınları, göllerdeki seviye değişiklikleri ve dalga etkilerinden kaynaklanan göl taşkınları, aşırı yağışlar sonucunda yada kar erimelerinden kaynaklanan nehir taşkınları sık sık görülmektedir. Türkiye'de meydana gelen tehlikeli taşkınların tamamına yakını nehir ve dere taşkınlarıdır.

Bir akarsu debisinin önceden tahmini; taşkın hesapları, sanayi tesisleri ve yerleşim yerleri planları, su yapıları ve enerji üretim tesisleri hesalarında, köprü ve dere yatağı düzenlemelerinde, tarım arazileri planlamasında çok önem arz etmektedir.

Derelerin akım değerlerinin önceden tahmini dere üzerinde veya çevresinde yapılacak veya mevcut olan tüm yapıların, sistemlerin plan ve programında bize kolaylıklar ve faydalar sağlamaktadır.

Günümüzde verilerin önceden hesaplanması (tahmin) çalışmaları çok önem arz etmektedir. Devletler, yerel yönetimler, Uluslararası kuruluşlar bu konudaki çalışmalarını teşvik etmekte ve kaynak ayırmaktadırlar. Akademik camia toplumsal bu talebe cevap vermek için çeşitli istatistikî ve deneysel yöntemler üzerine çalışmış, büyük fonlar ve emekler harcanmıştır. 1980'den beri bilgisayarın yaygınlaşması ile birlikte bilgisayar programları kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde veri tahmini için değişik istatistikî ve bilgisayar programları kullanılmaktadır. Bilgisayarın yaygınlaşması ile birlikte hazır paket programlar geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır.

Veri tahmininde; Makine Öğrenmesi (Machine Learning), Bulanık Mantık, Karar Ağaçları, Veri Madenciliği (Data Mining), Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Bu çalışmada mevcut aylık ortalama akım ve buharlaşma, yağış, aylık maksimum yağış, nispi nem, minimum sıcaklık, ortalama sıcaklık, maksimum sıcaklık, rüzgar hızı, aktüel basınç vb veriler girdi olarak kullanılarak Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Resyon Analizi yöntemleri ile ortalama debiler ve aylık maksimum yağış miktarları tahmin edilmeye çalışılmıştır.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Yapay Sinir Ağları, insan beyni ve sinir hücrelerinin (nöron) çalışmasından esinlenen, paralel olarak bilgi işleyen, katmanlardan oluşan, girdi verileri üzerinden çıktılar üreten bir bilgisayar simülasyonudur.

En az bir girdi ve bir çıktı katmanından oluşan yapay sinir ağları, bilgisayarın yaygınlaşması ile gelişmiş ve kullanımı artmıştır. Günümüzde tüm bilim dallarında yapay sinir ağları ile modellemeler ve çalışmalar yapılmaktadır.

Yapay sinir ağları lineer olmayan problemlerde başarılı tahmin sonuçları verebilmektedir. Girdi katmanı verilerinin vektörel ve fiziksel değerlerine bakmaksızın sadece matematik modelleme ile girdi ile çıktı arasında modelleme yapabilmektedir.

Bu çalışmada daha önce taşkın yaşamış Göksu Deresinin aylık ortalama debi (m^3/s) ve Şile MGİ aylık maksimum yağış (mm) değerlerinin tahmini yapılmıştır.

Çalışmada Göksu Deresi ortalama akım değerleri, Şile MGİ yağış, maksimum yağış, buharlaşma, nispi nem, aktüel basınç, rüzgar hızı ve sıcaklık değerleri Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizinde girdi olarak kullanılmıştır.

Komşu ve aynı benzer havza özelliği gösteren, yağış toplama rezevuar alanı değerleri yakın olan, aynı yere deşarj olan ve yağış değerleri aynı MGİ'den ölçülen Sungurlu Deresi aylık ortalama akımları da analizlerde girdi olarak kullanılmıştır.

40 yıllık gözlemlenmiş, ölçülmüş veriler kullanılarak Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon ile Sungurlu Deresi aylık ortalama ve aylık maksimum yağış değerleri bulunmuştur.

Çoklu Regresyon Analizi ve Yapay Sinir ağları ile bulunan değerler birbirleriyle karşılatırılmış, en uygun model belirlenmiş ve grafikleri çizilmiştir.

Grafik ve regresyon analizleri için IBM SPSS programı 23.2 kullanılmıştır. SPSS programı grafik ve istatistik analiz ve veri tahmininde yaygın olarak kullanılan bir paket programdır.

Yapay Sinir Ağları (YSA) analizinde Multilayer Perceptron (MLP), Probabilistic Neural Network (PNN), Generalized Feedforwad (GFF) gibi farklı modeller kullanılarak Göksu Deresi aylık ortalama ve Şile aylık maksimum yağış değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

1.3. Literatür Özeti

Yapay Zeka (YZ), Yapay Sinir Ağları (YSA), bilgisayar programları ile veri tahmini çalışmaları akademik çalışmalarda ve değişik pratik uygulamalarda çok kullanılmıştır.

Literatürde basınç, rüzgar, fırtına, kuraklık, sıcaklık, buharlaşma, yağış gibi meteorolojik verilerin tahmininde ve akarsu debileri ve taşkın debilerinin tahmininde çokca kullanıldığı görülmektedir.

Yarar (2004), Konya Ovası tarımsal sulama kaynağı ve aynı zamanda içme suyu temininde faydalanılan, Beyşehir Gölünün su seviyesinin Yapay Sinir Ağları (YSA) ile tahmini modellenmiştir. Devet Su İşlerinin manuel olarak yaptığı su seviyesi ölçümleriyle YSA ile tahmin edilen değerler karşılaştırılmıştır. YSA ile tahmin edilen su seviyesi oranlarının DSİ verileri ile uyumlu olduğu belirtilmiştir. Beyşehir Gölü için YSA modelinin kullanılabilceği gösterilmiştir. (Yarar, 2004)

Aslan (2008), Hidroloji verilerinin uzun zaman aralıklı veri tahmini için, Genelleştirilmiş Yapay Sinir Ağları, Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı ve İleri Beslemeli Geriye Yayılım Sinir Ağı metotları kullanılmıştır. Yurt içi ve yurt dışındaki 4 havzadan alınan aylık ve günlük akımlar ile yeraltı su seviyesi verisi kullanılarak ileriye yönelik tahmin modelleri oluşturulmuştur. Yapay Sinir Ağları modelinde veri tahminleri, zaman serilerine göre kıyaslanarak hesaplanmıştır. Uzun zaman aralıklarında aylık akımlar, yeraltı su seviyesi tahmininde genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA) modelinin iyi bir performans gösterdiği belirtilmiştir. (Aslan, 2008)

Aktaş (2009) Akarsularda sürüntü maddesi hesabı adlı yüksek lisans tez çalışması yapmıştır. Bu tez çalışmasında esnek yöntemlerle sürüntü maddesi hareketi modellenmiştir. Çeşitli istatistikî yöntemler, regresyon analizleri ve yapay sinir ağları kullanılarak akarsu sürüntü maddesinin taşınması hesabı için arazi modellemesi yapılmıştır. Bu modellemeler 12 farklı akarsu için kullanılarak sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada konu edilen 12 akarsuyun sürüntü maddesi hesabında yapay sinir ağları (YSA) yönteminin en başarılı yöntem olduğu tespit edilmiştir (Aktaş, 2009).

Sönmez (2010) Akım ölçümü yapılmayan derelerde debi süreklilik çizgisinin belirlenmesi adlı yüksek lisans tez çalışmasında; akım (debi) ölçümü olmayan bir dereye YSA ile debi tahmini yapılmıştır. Aynı havzada bulunan komşu dereye ait 1 yıllık akım verileri ile çeşitli senaryolar denenerek Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizi yöntemleri ile debi tahmini yapılmış, grafikleri çizilmiş ve en iyi modelin bulunmasına çalışılmıştır. Farklı senaryolar ile yapılan yapay sinir ağları (YSA) ve çoklu lineer regresyon (ÇRA) metodları ile elde edilen korelasyon, determinat ve hata katsayıları bulunmuş ve YSA modelinin ÇRA modeline kıyasla daha iyi tahmin sonuçları verdiği belirtilmiştir (Sönmez, 2010).

Nacar (2014) Haldizen Deresi örneğinde; farklı yapay zeka yöntemleriyle günlük akarsu akım değerlerinin tahmini konulu tez çalışmasında; mevcut akım ve debi verileri ile ileriye dönük kısa ve uzun vadeli debi tahmini için en uygun modelin bulunması amaçlanmıştır. Üç farklı YSA modellemesi kullanılmıştır. Haldizen Deresinin 12 yıllık (1998-2009 yılları verileri) günlük debi değerleri kullanılarak, Zaman Geciktirmeli

Özyineli Yapay Sinir Ağları (ZGÖ-YSA), , Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇK-YSA) ve Temel Bileşenler Analizi Yapay Sinir Ağları (TBA-YSA) modelleri ile kısa ve uzun vadeli debi değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bulunan debilerin hata oranlarının kabul edilebilir değerler aralığında olmaları amaçlanmıştır. Su yapıları, enerji yapıları, taşkın analiz ve hesaplarında kullanılmak üzere akım değerleri hesaplanmıştır. Bulunan debi değerlerinin küçük değerlerde başarılı olduğu ancak maksimum debilerde sapmaların ve hata paylarının arttığı gözlemlenmiştir. Uzun vadeli tahminlerde normalden sapmanın daha da arttığı gözlemlenmiştir. Kısa süreli debi tahmininde Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇK-YSA) modelinin diğer modellere kıyasla daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Pik debilerin tahmininde Zaman Geciktirmeli Özyineli Yapay Sinir Ağları (ZGÖ-YSA) modelin diğer modellere oranla daha başarılı olduğu kaydedilmiştir (Nacar, 2014).

Erenson (2018) Uzun Dönem Kuraklık Tahmininde Dalgacık Yöntemiyle Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması yüksek lisans tez çalışmasında; Rize, Karapınar ve Manisa meteoroloji istasyonlarının yağış ölçümleri ile ileriye yönelik kuraklık tahmini modellenmiştir. Bu istasyonlara ait veriler ile değişik zaman dilimlerine ait Normalleştirilmiş yağış indisi (NYI) değerleri bulunmuştur. Yapay sinir ağı (YSA) modeli ile 12 aylık toplam yağış değerleri ile hesaplanan NY12 değerleri girdi olarak kullanılmış ileriye yönelik tahminler bulunmuştur. MATLAB bilgisayar programı ile ileriye yönelik kuraklık verileri tahmin modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan modeller, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇK-YSA) ile çalıştırılmış ve ileriye dönük zaman tahmininde en iyi sonuç veren modelin bulunmasına çalışılmıştır. En iyi sonuç veren model çıktıları ile ölçülen (gerçek) kuraklık indisleri karşılaştırılmış, modellerin performansları değerlendirilmiştir. Ayrıca tez çalışmasında, modellenen yapay sinir ağlarında farklı transfer fonksiyonları ve eğitim yöntemleri denenmiştir. Tablolar ve grafikler halinde bu sonuçlar değerlendirilmiştir (Erensoy, 2018).

Bu tez çalışmamızda; literatürde yapılan çalışmalardan farklı olarak ortalama değerler ile çalışılmış ve 40 yıllık gözlem verileri kullanılmıştır. Komşu havza akım değerlerinin birbirileri ile korelasyon halinde oldukları tespit edilmiş ve ortama debilerin tahmininde kullanılabileceği gösterilmiştir. Yapay Sinir Ağları ve Çoklu Regresyon Analizi ile

aylık ortalama akım ve aylık maksimum yağış miktarları tahmin edilmiş, ölçülmüş değerler ile kıyaslanmıştır, Kabul edilebilir hata değerleri içinde oldukları gösterilmiştir. Aylık ortalama debi ve aylık maksimum yağış miktarını en iyi tahmin eden model bulunmaya çalışılmıştır.



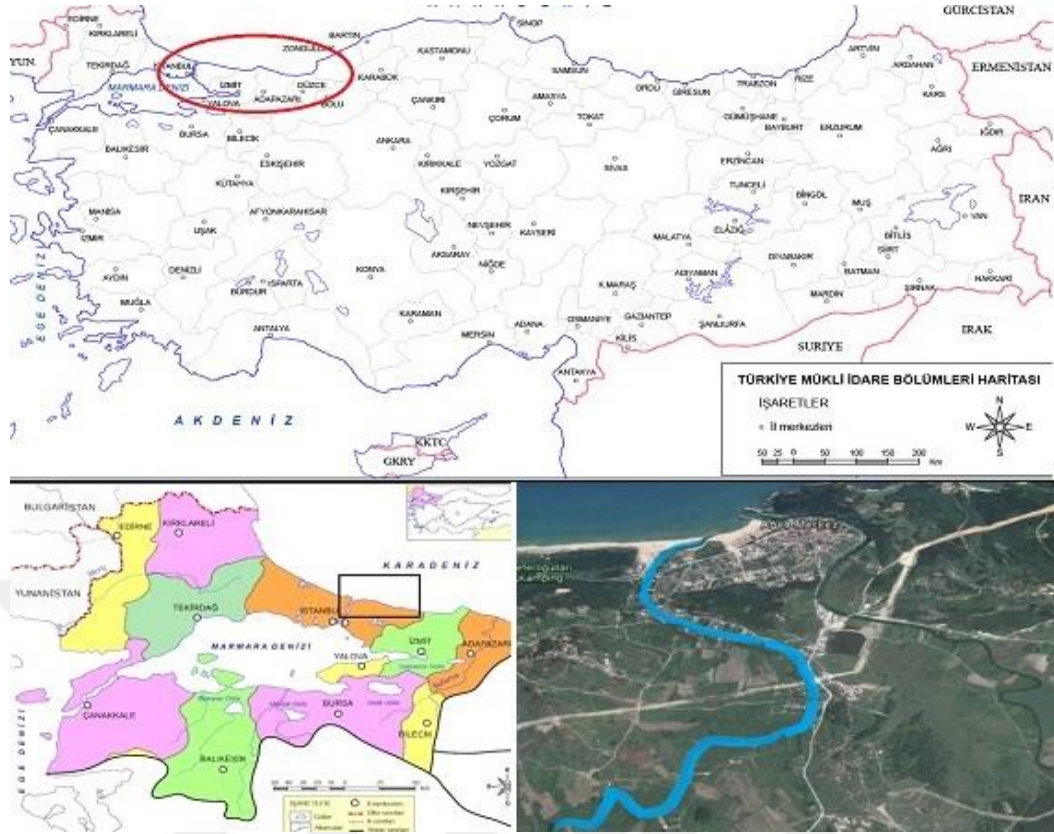
BÖLÜM 2. ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA BİLGİLER

2.1. Projenin Yeri

Göksu Deresi; İstanbul İlinin yaklaşık 90-100 km. kuzey-doğusunda, Kocaeli İlinin sınırından, Ağva mahallesinin yaklaşık 15-20 km güney-batısından başlamaktadır. Dere; 578 m kotlarında Kaynarca Tepeden doğan Elmalıdere ve 525 m kotlarında Domuztepe'den doğan Aktaş dere ile 220 m kotlarında birleşerek Kocadere adını alır. Kocadere kuzeye doğru akarken Duraklı yerleşimi yakınında 380 m kotlarında Harmancıktepe'den Sarp dere adıyla doğan sonrasında Büyükdere adını alan dereyle birleşir. Büyükdere karadenize doğru akarken Göksudere adını alır ve Ağva mahallesinde, Sungurlu Deresi ile birlikte Karadeniz'e deşarj olur. Göksu Deresi yaklaşık 395 km² yağış toplama havzasına sahiptir. Şekil 2.1.'de Göksu Deresi konumu gösterilmiştir. Ağva, İstanbul'un Karadeniz sahilinde yer alan denizi yüzmek için uygun bir sahil kasabasıdır. Bu yüzden yazın nüfusu 3 kat artmaktadır. Önceleri Şile İlçesi'ne bağlı bir belde iken yeni çıkan Büyükşehir Belediye Yasasıyla mahalle statüsüne geçmiştir. Bölgenin 1/5000 lik hali hazır ve sayısal haritaları DSİ'den temin edilmiştir. Tablo 2.1.'de Göksu Deresi çalışma alanının başlangıç ve bitiş koordinatları verilmiştir. (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 2013).

Tablo 2.1. Göksu Deresi Çalışma Alanı Başlangıç ve Bitiş Koordinatları

Çalışma Alanı	Başlangıç Koordinatı		Bitiş Koordinatı	
	ENLEM	BOYLAM	ENLEM	BOYLAM
Göksu Deresi	41° 05' 35" N	29° 48' 09" E	41° 8' 19" N	29° 50' 49" E



Şekil 2.1. Göksu Deresi ve Konumu

2.2. Genel Jeoloji

2.2.1. Jeolojik durumu

Proje alanında, üst tabakada yaşlı ve kalın bir alüvyon tabakası görülmektedir. Volkanik kayalar yaşlı tabakaları ve kretase filişlerini keserek küçük mostralar vermiştir (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 2013).

2.2.2. Deprem durumu

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığınca hazırlanan Türkiye deprem haritasına göre çalışma alanı; 2.derece deprem kuşağı içinde bulunmaktadır. Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattı, Göksu Dere su toplama havzasının 32 km güneyinde yer almaktadır. 1999 yılı Ağustos Ayında 7,4 şiddetinde meydana gelen depremin etki alanında

bulunmaktadır. 1999 depremine neden olan, Adapazarı-Sapanca-Gölcük-Avcılar kırık fay hattı bölgenin güneyinde yer almaktadır.

2.2.3. Topoğrafya

Göksu Deresinin Karadenize deşarj olduğu noktadan başlayarak membaya doğru 2,5 km deniz seviyesinin altında bulunmakta yani batık çalışmaktadır. Bölge membadan mansaba doğru meyillidir. Ondülasyonlu bir topoğrafyası bulunan bölgede, akarsu vadileri, alçak tepeler ve tarıma uygun ufak düzlükler bulunmaktadır.

2.3. Toprak

Proje alanının toprakları; kahverengi orman toprağı ve alüvyon topraklardan oluşmaktadır. Alüvyon toprak olan bölgelerde tarım yapılmaktadır. Bölgenin tamamı göz önüne alındığında toprakların büyük kısmının kireçsiz orman toprağı olduğu görülmektedir.

2.4. Bitki Örtüsü

Karadeniz iklimi vadi yamaçları boyunca içeriye kadar etkisini sürdürmektedir. Doğal bitki örtüsü ormandır. Ancak tarım, sanayi, yerleşim, turizm, hayvancılık ve başka nedenlerle tahrip edilen ormanlık alanlarda, Akdeniz iklimi bitki örtüsü olan maki görülmektedir. Bölgede Karadeniz ve Akdeniz iklimi karışımı bir iklim etkisini sürdürmektedir. Don ve karlı geçen gün sayısının azlığı, biki örtüsünün çeşitlenmesine ve büyümesine olumlu etkisi olmaktadır. Yazın yağışların azalması otsu bitkilerin gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

BÖLÜM 3. HİDROLOJİ VE İKLİM

3.1. İklim

İstanbul'un iklimi Karadeniz bölgesinin iklimi ile Akdeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi özelliği gösterir. Kışın zaman zaman kuzeyden ve Orta Avrupa'dan gelen soğuk baskınları görülür. Yıllık ortalama sıcaklıklar 12 °C'tan aşağı düşmez. En soğuk ay ocaktır ve ortalama sıcaklığı 5 °C'ın altına inmez. En sıcak aylar temmuz, ağustos aylarıdır ve ortalama sıcaklıkları 23 °C'dir. Ortalama yüksek sıcaklıklar genellikle ağustos ayındadır ve 29 °C'ı bulmaz. Ortalama düşük sıcaklıklar ocak ayında görülür ve 2 °C'ın altına inmez. Yıllık ortalama yağış miktarı yarım metreden fazla, bir metreden de azdır. En yağışlı mevsim kıştır, en az yağışsa yaz mevsiminde düşer. Bu özellik Akdeniz yağış rejimini anımsatırsa da, yaz kuraklığı daha hafiflemiştir. Yağışlı gün sayısı 100 günü geçer. Kar yağışlı gün sayısı ortalama olarak 10 günden azdır. İstanbul'da kuzeyden esen rüzgârlar egemen durumdadır; genellikle kuzeydoğu (poyraz) rüzgârları üstünlük gösterir. İkinci derecede rüzgârlar güneyden gelir ve genellikle güneybatıdan (lodos) eser. Poyraz rüzgârı kışın Boğaz kesimine kar ve düşük sıcaklık getirir, yazın ise sıcaklığı düşürerek ferahlatıcı bir etki yapar. Lodos yazın seyrek ve az şiddetli eser, sıcaklığı yükseltir; kışın ise sık sık ve şiddetli eser, arkasından da yağmur gelir.

Göksu Deresi, Şile-Ağva-Kocaeli üçgeni içinde yer almaktadır. Sahanın yağışları incelendiğinde Marmara geçiş tipi yağış rejimi görülür. Bu yağış rejimi tipinde yaz kuraklığı Akdeniz rejiminde olduğu kadar şiddetli değildir. En az yağış temmuz ve ağustos aylarında düşer. Bölge üzerinde Balkanlardan gelen soğuk hava akımlarının etkisi görülebilir. Kış ayları soğuk ve yağışlı geçer. Kış aylarında kar yağışı çok azdır. Cephe etkinliklerinin artması nedeniyle en yağışlı mevsim kış mevsimidir. Yağışlar; ilkbahar aylarına nazaran oran itibarıyla sonbahar aylarında daha yüksektir. Yağışlar,

genellikle yağmur şeklindedir. Çalışma sahasında kar yağışları olsa bile taşkınları etkilemeyecek boyutta olduğu yağış kayıtlarından tespit edilmiştir. Bölge Kardeniz iklimi kuşağında olduğundan her mevsim yağış görülebilmektedir.

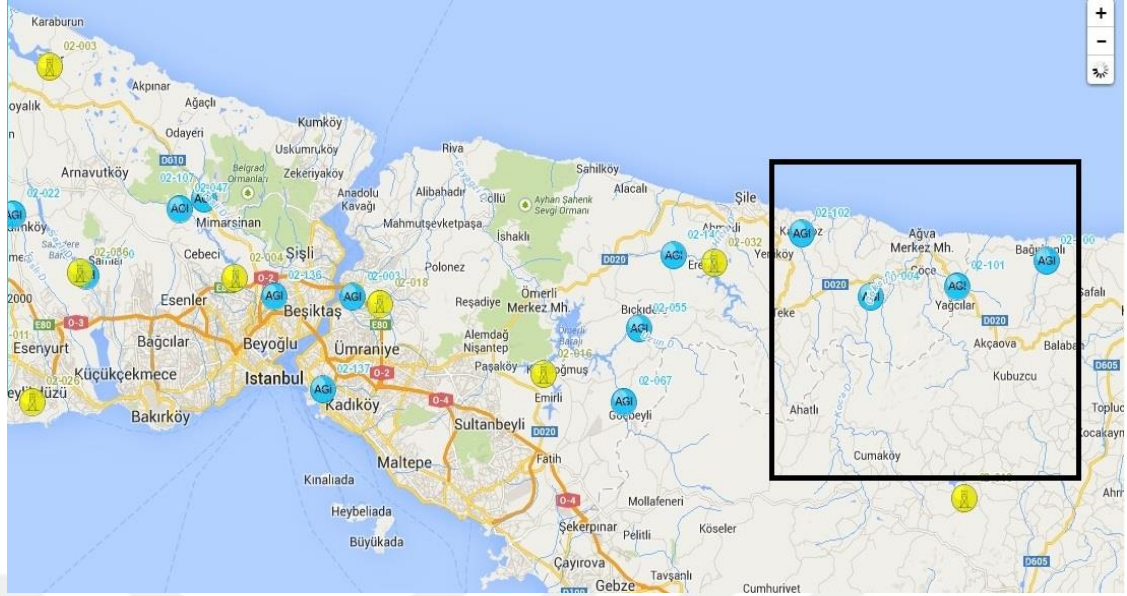
Bu çalışmada ile ilgili olarak T.C. Tarım ve Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınmış olan 1979-2018 yılları arasına ait Şile Meteoroloji İstasyonunun Meteorolojik verilerinden yararlanılmıştır.

3.2. Meteoroloji

Çalışma alanı ve yakın çevresinde MGM (Meteoroloji Genel Müdürlüğü) ve DSİ'nin gözlem istasyonları mevcuttur. Proje alanına en yakın meteoroloji istasyonları Ağva (MGİ), Şile (MGİ) Akçaova (MGİ) ve Kepekli (DSİ)'dir. Daha uzun yıllar ve güvenilir rasadı olan bir diğer istasyon ise Kocaeli (MGİ)'dir. Bu bölgede gözlem ölçüm yapan meteoroloji istasyonlarının konumları Şekil 3.1.'de gösterilmiştir. Proje sahasının iklim karakteristikleri hakkında bilgi vermesi açısından Şile (MGİ)'ye ait ortalama ölçüm değerleri tablolar halinde verilmiştir. Tablo 3.1.'de bölgede gözlem yapan istasyonlarına ait bilgiler verilmiştir. Ağva-1071 ve Şile-17610 proje alanına en yakın meteorolojik gözlem istasyonlarıdır (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2019).

Tablo 3.1. Çalışma Alanına Yakın Gözlem İstasyonları

Sıra No	İstasyon No	İstasyonun Adı	İşleten Kuruluş	İstasyonun Kotu (m)
1	17610	Şile	MGİ	83
2	1071	Ağva	MGİ	10
3	17066	Kocaeli	MGİ	76
4		Akçaova	MGİ	125
5	1076	Kandıra	MGİ	100
6	02-013	Kepekli	DSİ	39



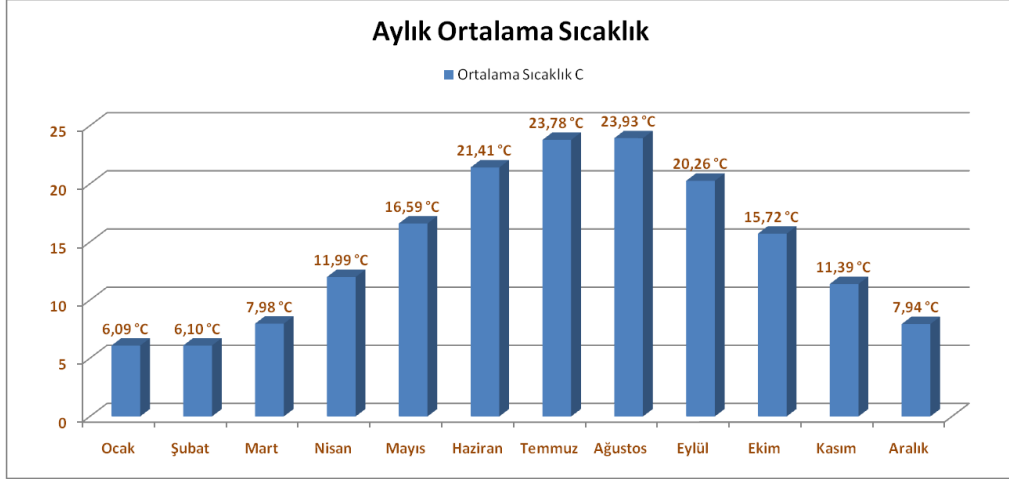
Şekil 3.1. İstanbul Meteoroloji İstasyonları Haritası (Geotada, 2019).

3.3. Sıcaklık

Tez çalışma alanına yakın, güvenilir ve en uzun sıcaklık gözlemleri olan meteoroloji istasyonu Şile (MGİ)'dir. Kocaeli (MGİ) istasyonunun yıllık ortalama sıcaklığı 14.6 °C'dir. Gözlem süresince ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay Temmuz (23.6 °C) , en düşük olduğu ay ise Ocak ayıdır (6 °C). Şile MGİ'de ortalama sıcaklık 14.40 °C olup, ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay 23.9 °C ile Ağustos Ayı, en düşük ay ise 6 °C ile Ocak Ayıdır. Tablo 3.2.'de Şile, Kocaeli ve Kandıra istasyonlarına ait ortalama sıcaklıklar verilmiştir. Şekil 3.2.'de Şile MGİ'na ait ortalama sıcaklık değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Proje Yağış Alanı ve Civarındaki Bazı MGİ'lere Ait Ortalama Sıcaklıklar (°C)

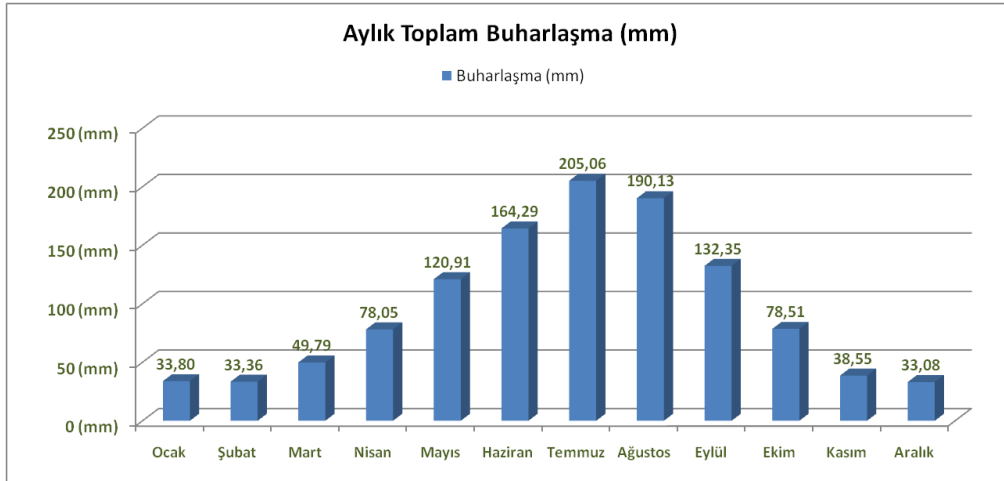
İstasyon No	İstasyon Adı	Aylar												Yıllık Ortalama
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz	Tem	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
17610	Şile	6,1	6,1	7,9	11,9	16,6	21,4	23,8	23,9	20,3	15,7	11,4	7,9	14,4
17066	Kocaeli	6,0	6,4	8,2	12,7	17,4	21,4	23,7	23,5	20,1	16,0	12,0	8,2	14,6
1076	Kandıra	6,2	6,3	8,0	12,0	16,5	20,7	22,6	22,3	19,1	15,6	12,0	8,4	14,1



Şekil 3.2. Şile MGİ Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C).

3.4. Buharlaşma

Çalışmalarda sahasını en iyi temsil eden ve uzun yıllara dayalı sağlıklı tava (Class A'pan) buharlaşma rasatları yapılan Şile (MGİ) istasyonunun (1979-2018) yılları arasındaki 40 yıllık buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Şekil 3.3.'te Şile MGİ'na ait ortalama buharlaşma değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Şile MGİ Ortalama Buharlaşma Değerleri (mm).

Buharlaşmanın en çok olduğu aylar sıcaklığın etkisiyle Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Kış aylarında buharlaşmanın minimum indiği görülmektedir. En çok buharlaşma Temmuz (205,1 mm), En az buharlaşma 33,1 mm ile Aralık ayında

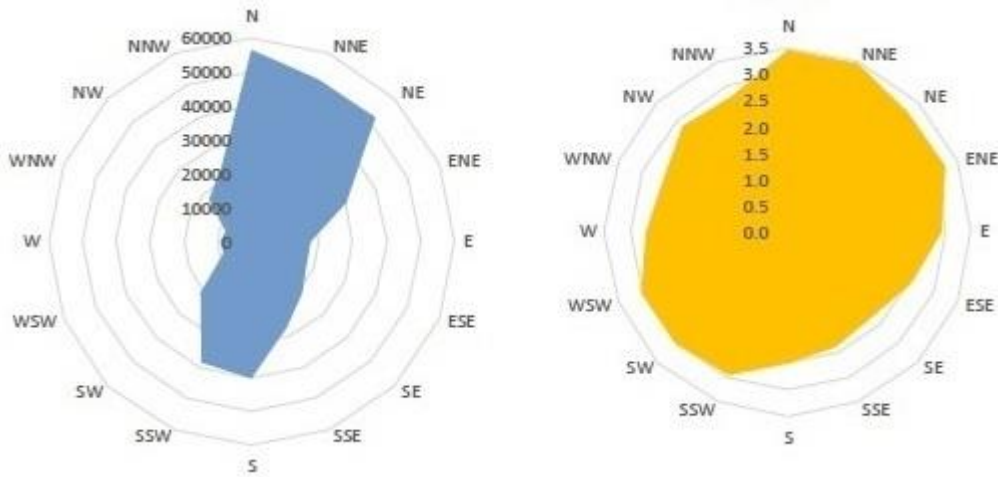
gerçekleşmektedir. Tablo 3.3. 'te Şile MGİ aylara göre ortalama sıcaklık ve buharlaşma değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Şile MGİ Aylık Ortalam Sıcaklık ve Buharlaşma Değerleri

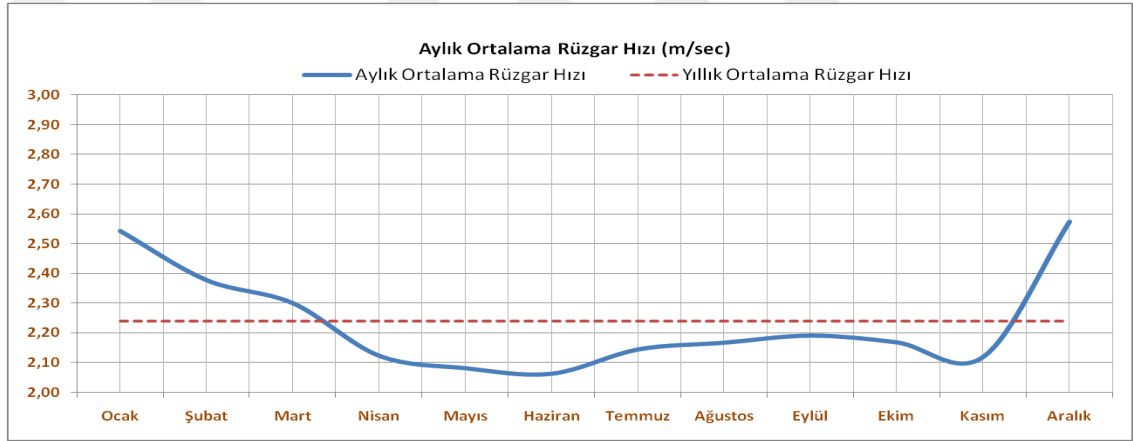
Aylık Sıcaklık ve Buharlaşma Değerleri		
Aylar	Ortalama Sıcaklık °C	Toplam Buharlaşma mm
Ocak	6,1 °C	33,8 mm
Şubat	6,1 °C	33,4 mm
Mart	8,0 °C	49,8 mm
Nisan	12,0 °C	78,1 mm
Mayıs	16,6 °C	120,9 mm
Haziran	21,4 °C	164,3 mm
Temmuz	23,8 °C	205,1 mm
Ağustos	23,9 °C	190,1 mm
Eylül	20,3 °C	132,4 mm
Ekim	15,7 °C	78,5 mm
Kasım	11,4 °C	38,6 mm
Aralık	7,9 °C	33,1 mm

3.5. Rüzgar

Proje alanını temsil eden istasyon Şile MGİ' dir. Şile MGİ'ye göre hakim rüzgar yönü Kuzey olup, yıllık ortalama rüzgar hızı (40 yıllık ölçüm) 2,24 m/sec tir. Buna rağmen 40 yıllık verilere göre en sert rüzgar Güneybatı'dan esmektedir. . Şekil 3.4.'de Şile MGİ ortalama rüzgar hızları ve yıllık rüzgar resme sayıları grafiksel olarak gösterilmiştir. Şekil 3.5.'de Şile MGİ aylık ortalama rüzgar hızları görülmektedir.



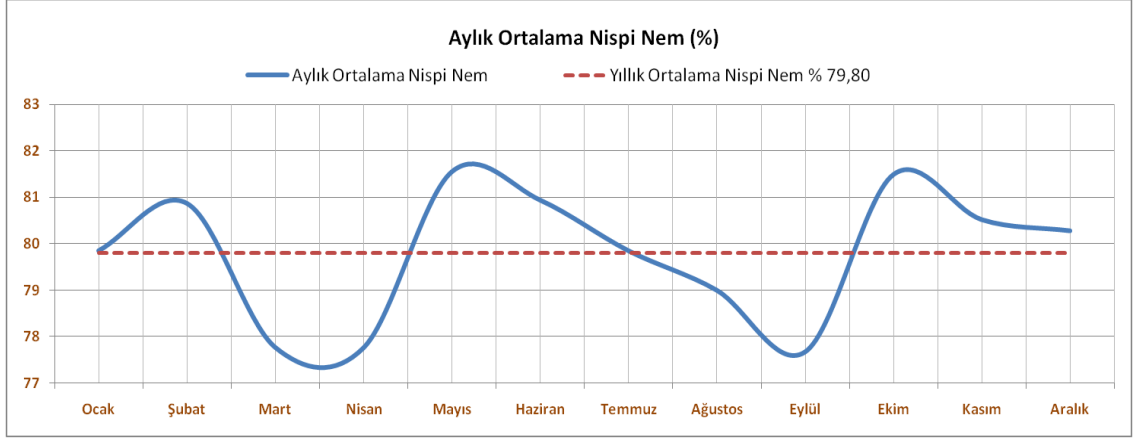
Şekil 3.4. Şile MGİ Ortalama Rüzgar Hızları ve Esme Sayıları ((Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), 2015)



Şekil 3.5. Şile MGİ Aylık Ortalama Rüzgar Hızları (m/sec.).

3.6. Ortalama Nispi Nem

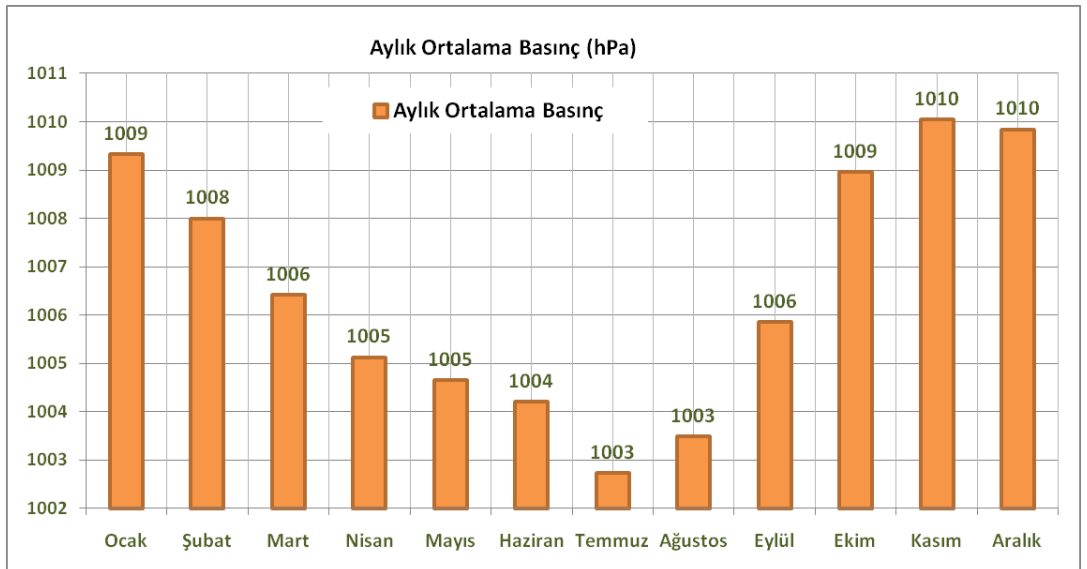
İstanbul İli Şile İlçesi bölgesinin nem ortalaması Şile Meteoroloji İstasyonu uzun yıllar (1979-2018) gözlem kayıtlarına göre ortalama nispi nem % 79,80 civarındadır. Nem miktarının en düşük olduğu ay % 77-78 ile Mart ,Nisan ve Eylül aylarıdır. Şekil 3.6.'da Şile MGİ aylık ortalama nispi nem miktarları gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Şile MGİ Aylık Ortalama Nispi Nem Oranları (%).

3.7. Ortalama Aktüel Basınç

İstanbul İli Şile İlçesi bölgesinin nem ortalaması Şile Meteoroloji İstasyonu uzun yıllar (1979-2018) gözlem kayıtlarına göre ortalama aktüel basınç 1006,56 hPa civarındadır. Deniz seviyesine yakın olduğundan yıl boyu ortalama 1 atm basınç gözlemlenmektedir. Sıcaklığın etkisi ile kış aylarında basınç yaz aylarına göre nispi olarak biraz artmaktadır. Şekil 3.7.'de Şile MGİ aylık ortalama aktüel basınç miktarları gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Şile MGİ Aylık Ortalama Aktüel Basınç Miktarları (hPa).

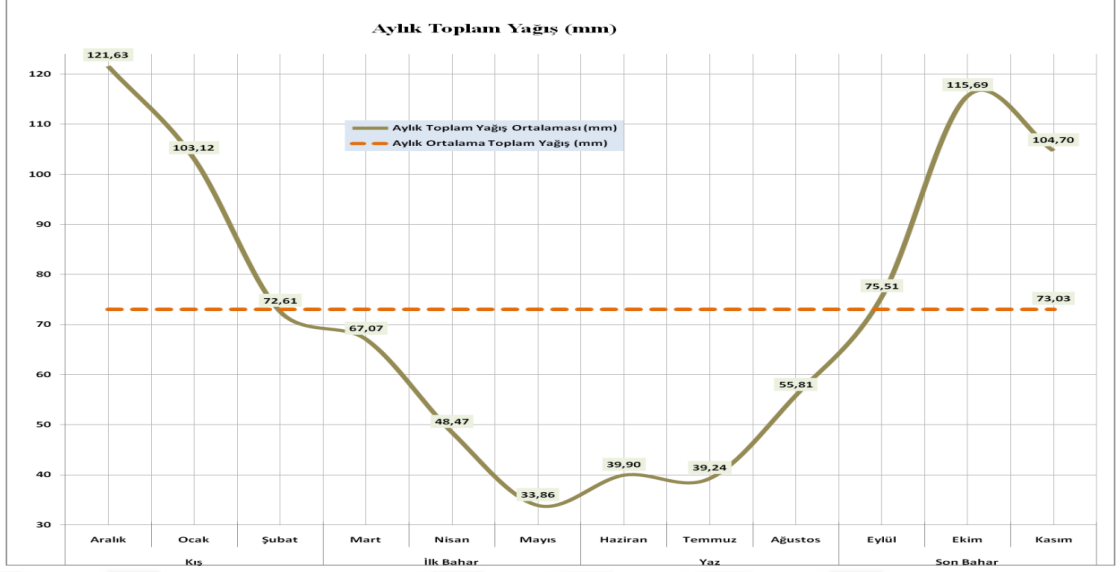
3.8. Aylık Toplam Yağış (mm)

Çalışma sahasını en iyi temsil eden ve uzun yıllara dayalı ölçüm yapan, Şile (MGİ) istasyonunun (1979-2018) yılları arasındaki 40 yıllık yağış değerleri kullanılmıştır. Şile Meteoroloji istasyonu 2013 yılına kadar manuel, 2013 yılından sonra otomatik olarak veri toplamaktadır. Bakımı ve işletmesi İstanbul Meteoroloji Bölge Müdürlüğüne yapılmaktadır. İstasyon kodu 17610 ve kotu 83 m dir. Tarım ve Orman Bakanlığı Geodata altyapısında internet ortamında görülebilmektedir.

Çalışma alanında sistemsiz olarak hemen hemen her mevsim yağışlar mevcuttur. Yaz aylarında (Haziran, Temmuz, Ağustos) yağış azalmakta ve en çok yağış son bahar ve kış mevsiminde görülmektedir. Yıllık toplam yağış 877 mm dir. En yağışlı ay 122 mm ile Aralık ayı olup, en düşük ay 33,86 mm ile Mayıs Ayıdır. Proje alanına yakın gözlem istasyonlarının ortalama toplam yağış ve mevsimlere göre dağılımı Tablo.3.4.'de görülmektedir. Şekil 3.8.'de Şile MGİ aylık toplam yağış değerleri gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Proje Alanı Yıllık Toplam Yağış ve Mevsimlere Göre Dağılımı

İstasyonlar	Yıllık Top. Yağış (mm)	İLKBAHAR		YAZ		SONBAHAR		KIŞ	
		Mart-Mayıs		Haziran-Ağust.		Eylül-Kasım		Aralık-Şubat	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
Şile	877,6	149	17,0	135	15,4	296	33,7	297	33,8
Ağva	834,9	152,1	18,2	126,7	15,2	276,4	33,1	279,7	33,5
Kocaeli	793,7	166,2	20,9	132,7	16,7	221,7	27,9	273,2	34,4
Akçaova	1.101,3	204,5	18,6	143,5	13,0	360,9	32,8	392,4	35,6
Kandıra	1.115,0	206,6	18,5	173,6	15,6	348,1	31,2	386,7	34,7
Kepekli	896,5	170,4	19,0	148,7	16,6	288,3	32,2	289,1	32,2
ORTALAMA	936,5	174,8	18,7	143,4	15,3	298,6	31,9	319,7	34,1



Şekil 3.8. Şile MGİ Aylık Toplam Yağış Ortalaması (mm).

3.9. Yıllık Maksimum Yağış

Şile (MGİ) istasyonunun (1938-2018) yılları arasındaki 81 yıllık maksimum yağış değerleri bulunmaktadır. Şile istasyonunda görülen en büyük yağış 1985 yılında kaydedilen 199,3 mm yağıştır. Şekil 3.9.'da Şile MGİ yıllık maksimum yağış miktarları (mm) görülmektedir.

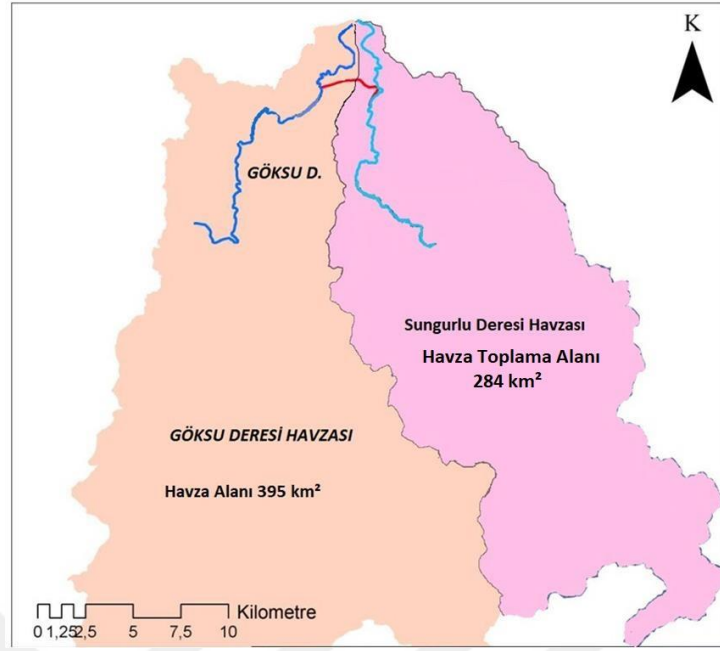


Şekil 3.9. Şile MGİ Yıllık Maksimum Yağış Değerleri (mm).

3.10. Akım (Debi) Değerleri

Göksu Deresi havza alanı yaklaşık olarak 395 km² dir. Göksu Deresi ile aynı bölgede bulunan ve komşu yağış toplama havzalarına sahip Sungurlu Deresinin yağış toplama havza alanı 284 Km² dir. Göksu ve Sungurlu Dereleri benzer havza özelliği gösteren, komşu yağış havzalarına sahip ve aynı yere deşarj olan iki deredir. İki derenin havza yağış ölçümleri Şile Meteoroloji İstasyonundan yapılmaktadır. İki dere benzer havza özellikleri göstermektedir. Benzer havza özellikleri gösterdiklerinden debi ve akım özellikleri benzer karakteristiklere sahiptir. Bir derede yaşanan bir taşkın diğer dere de görülmektedir. Şekil 3.10.'da Göksu ve Sungurlu Dereleri yağış toplama havzaları görülmektedir. Derelerin akım ölçüleri Devlet Su İşleri 14.Bölge Müdürlüğüne yapılmaktadır. Bu iki dere üzerinde İstanbul ili su ihtiyacı için baraj yapılması planlanmaktadır.

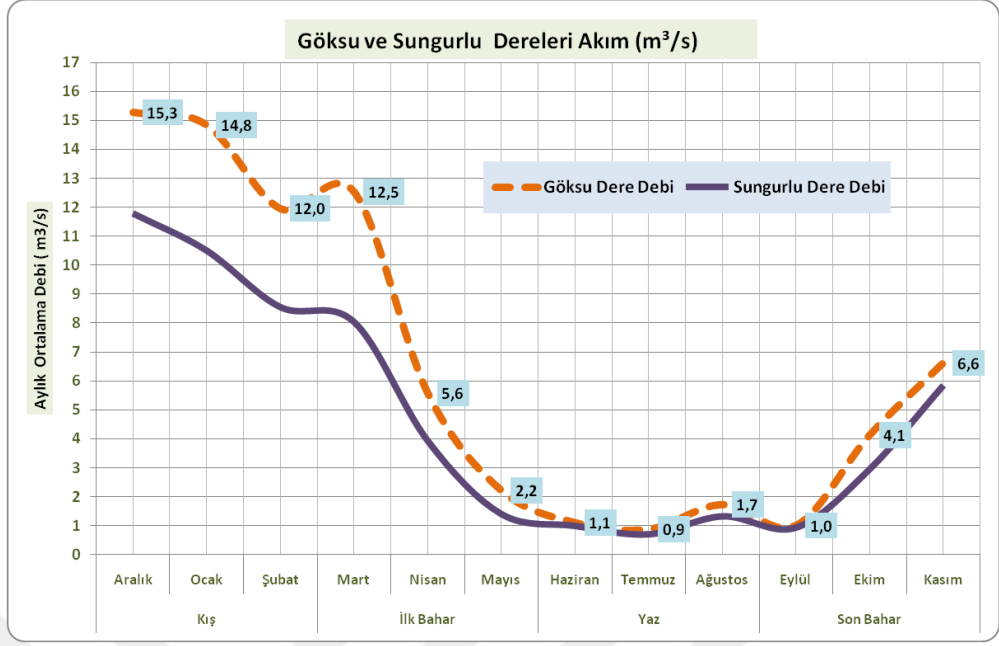
Göksu Deresi için 2-004 İsaköy Akım Gözlem İstasyonu (AGİ), Sungurlu Deresi için 2-003 Çanakkere-Gerdelli Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) verileri kullanılmıştır. Derelere ait debi değerleri 40 yıllık değerler olup, Kış ve İlkbahar mevsiminde akım değerleri en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Yazın akım değerleri minimumdur. Aylık bazda ise en yağışlı ay Aralık, en kurak ay Temmuz olarak görülmüştür. Göksu Deresinin yıllık ortalama debisi 77,87 m³/s, Sungurlu Deresinde ise 55,03 m³/s olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 3.13'de Göksu ve Sungurlu Dereleri aylık ortalama debi (m³/s) değerleri görülmektedir. Tablo 3.5.'te Göksu ve Sungurlu Dereleri aylık akımları tablo halinde gösterilmiştir (Devlet Su İşleri (DSİ), 2019).



Şekil 3.10. Göksu ve Sungurlu Dereleri Yağış Toplama Havzaları.

Tablo 3.5. Göksu ve Sungurlu Dereleri Aylık Debileri (m³/s)

Aylar	Aylık Akımlar (m ³ /s)	
	Göksu Dere	Sungurlu Deresi
Ocak	14,84	10,50
Şubat	11,95	8,55
Mart	12,53	8,04
Nisan	5,59	3,94
Mayıs	2,22	1,41
Haziran	1,11	1,00
Temmuz	0,88	0,71
Ağustos	1,73	1,33
Eylül	1,00	0,94
Ekim	4,12	2,97
Kasım	6,62	5,62
Aralık	15,28	10,02



Şekil 3.11. Göksu ve Sungurlu Dereleri Aylık Ortalama Akımları (m³/s).

BÖLÜM 4. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde; veri tahmininde kullanılan Yapay Zeka (YZ), Yapay Sinir Ağları (YSA) ve regresyon analizi hakkında teorik ve genel bilgiler, prensipler anlatılmıştır. Yapay Sinir Ağı modellerinin temel çalışma prensibi, katmanları, işlem adımları hakkında bilgiler verilmiştir. Yapay Sinir Ağı modellerinin insan nöron yapısı ile olan benzerliği ve matematik algoritmaları hakkında bilgilere değinilmiştir. Girdi ve çıkış katmanları, eğitim ve öğrenme, test aşamaları gösterilmiştir. Ayrıca regresyon analizi ve çeşitleri, determinasyon katsayısı (R^2) hakkında teorik ve genel bilgiler verilmiş, çalışma prensiplerine değinilmiştir.

4.1. Giriş

Makine öğrenmesi, yapay zeka (YZ), günümüzde hemen hemen tüm akademik ve uygulamalı bilimlerde kullanılan bir algoritmalar kümesidir. İnsan beyni ve sinir hücrelerinin bilgiyi alma, öğrenme ve işleme tekniğinden esinlenilerek çalışma algoritmaları modellenmiştir (Ersoy&Karal, 2012).

İnsan vücudundaki, tüm bilgilerin alınması, iletilmesi, işlenmesi, depo edilmesi ve bu bilgiler arasında bir bağlantı kurulması yani eğitimi; sinir hücrelerinde meydana gelmektedir. Sinir hücreleri (nöron) aksonlar aracılığıyla birbirleri ile bağlar kurar ve geniş bir ağ sistemi oluşturular (Haykin, 1998).

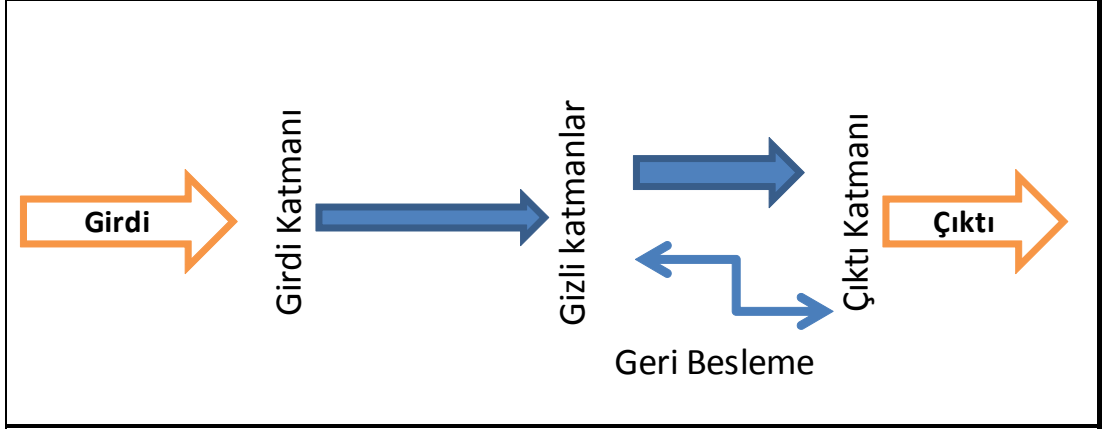
Oluşan bu ağlar, bilgi ve girdileri; iletir, öğrenir, depolar ve verilerin arasındaki bağlantı ve ilişki biçimlerini ortaya koyarlar. İki nöronun birbirleri ile bağlantı kurduğu bölge olan sinaptik boşluk insanlarda öğrenmenin meydana geldiği yerdir. İnsan embriyo döneminden ölümüne kadar sinir hücrelerine gelen her girdiyi işleyip depo eder, yani yaşayarak öğrenir. Merkezi sinir sistemi, deneyimleyerek bilgi depo eder, işler ve

öğrenir. Yapay Sinir Ağlarında'da tıpkı insan sinir hücresinin çalışma sistemi gibi tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Öğrenme katmanı için, eğitim yoluyla girdiler kullanılarak ağlar ve katmanlar meydana getirilir. Girdi ve çıktı verileri kullanılarak algoritma eğitilir. Girdi ve çıktıların işlenmesi ile eğitim algoritması elde edilir. Girdi ve çıktı verileri arasında istenilen yakınsama değerine uygun matematiksel bir bağ buluncaya kadar algoritma, baştan başlar, istenilen hata değerine ulaşıncaya kadar (Öztemel, 2003).

Yapay Sinir Ağları modelleri girdi, ve çıktı verilerinin vektörel değerlerini dikkate alamaz, girdiler ön kabulsüz ve skaler değerler olarak işlenir. Çıkış katmanında çıkan değerlerde skaler değerler olarak değerlendirilir. YSA, en az bir girdi bir de çıkış katmanı olmak üzere iki katmanlı olarak modellenirler (Karpathy, 2019).

Paralel çalışma sunması, kendi kendine eğitmesi, tüm ham girdileri makine algısı şeklinde işlemesi; YSA tahmin modellerinin tercih edilmesinin anasebepleridir. Verileri etiketleme ya da kümeleme şeklinde yorumlayabilir. Sayısallaştırılabilen her türlü veriyi işler ve çıktı olarak sonuçlar verir (Neuro Solutions, 2019).

Yapay Sinir Ağlarında veri önce giriş katmanı aracılığıyla gizli ve orta katmanlara sırasıyla iletilirler. YSA bu katmanalarda veriler arasında matematiksel bir algoritma kurmaya çalışır ve bulduğu bu algoritmayla çıktılar oluşturur. Çıktılar matematiksel olarak kabuledilebilir hata seviyesine gelene kadar, geri besleme ile veriler tekrar tekrar işlenir. İstenilen hata payına yakınsama olunca algoritma durur ve çıktı olarak sonuçları verir. Şekil 4.1.'de basit bir YSA modeli çalışma prensibi gösterilmiştir.



Şekil 4.1. YSA Çalışma Prensibi

YSA hesap algoritması ileriye doğru girdileri çıktı olarak verir, sonra hesapladığı çıktıların ölçülen değerler ile oranlanması sonucu bulunduğu hataları azaltmak için geriye doğru bu çıktıları tekrar algoritmaya işlemek üzere besleme yapar. Yani YSA ileri ve geri doğru besleme yaparak gerçeğe yakınsak çıktılar bulmaya çalışır. İyi bir veri tahmini için değişik YSA modelleri kullanılması gereklidir (Aksu, 2019).

YSA'nın bulunduğu ilk veriler yüksek hatalı çıktılardır. YSA hata yapı yapı, kendini eğitir ve hata ağırlıklarını 0 değerine yakınsamaya çalışır. Çıktı olarak verilen sonuçlar; eğitim sonucu tahmin edilen verilerin, hata ağırlıkları 0 yada 0 değerine yakınsayan değerlerdir.

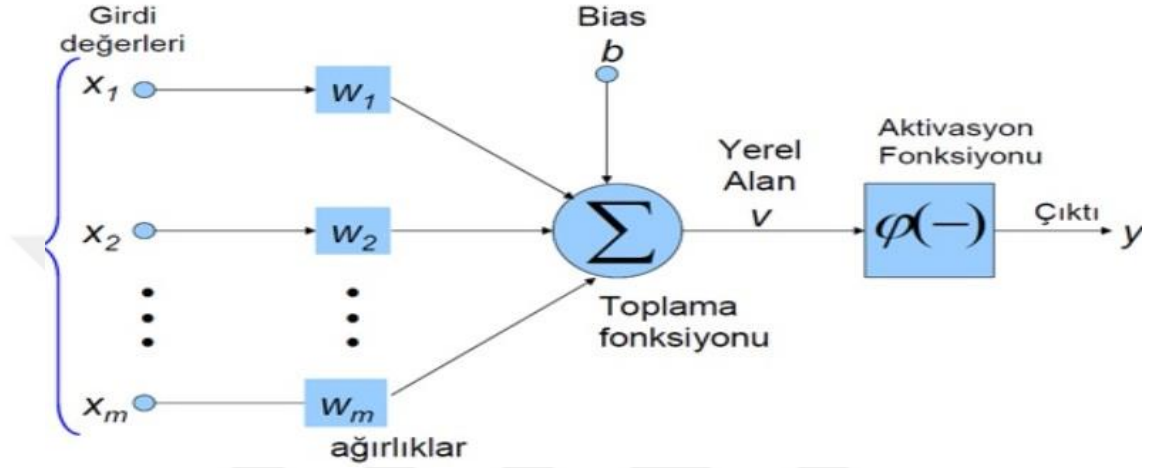
4.2. Yapay Sinir Ağlarının (YSA) Yapısı ve Katmanları

Yapay Sinir Ağları temel insan sinir hüçersinden esinlenmiştir. Her türlü veriyi işleme özelliği vardır. Mühendislik uygulamalarında, yüz ve yazı tanıma gibi ileri güvenlik işlerinde, ekonomi, maliye, finans alanlarında, hatta sağlık sektöründe çokca kullanılmakta ve akademik makalelerde başvurulmaktadır.

YSA hatalı ve eksik veri durumunda da başarılı tahminler yapabilmektedir. Bu özellik eksik verili çalışmalarda kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda hatalı veya hatalı olduğu düşünülen verilerde de güzel sonuçlar verebilmektedir. Kedi kendine eğitmesi, hataları tolere etmesi, eksik veriyi tamamlaya bilmesi, istenilen miktarda çıktı

alınmasına imkan vermesi gibi olumlu özellikleri çalışmalarda tercih edilmesine sebep olmaktadır (Şen, 2004).

YSA katmanlardan oluşur. Girdi ve çıktı katmanları, verilerin ağırlıkları, birleşme ve transfer fonksiyonları olmak üzere 5 ana birimden oluşur. Şekil 4.2 de Basit bir YSA modeli ve bileşenleri görülmektedir.



Şekil 4.2. YSA Modeli ve Bileşenleri (YSA, 2018).

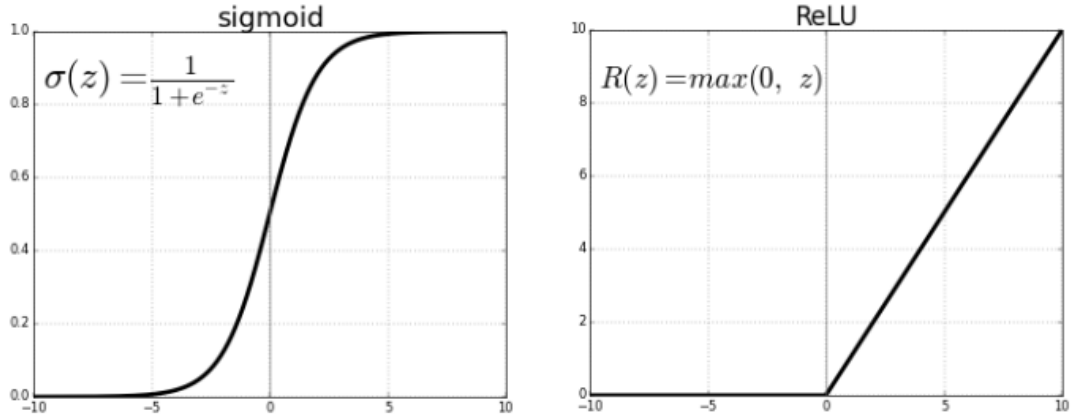
Girdiler (input); ölçülen yada elle hesaplanan ham skaler değerlerdir. Girdiler zaman, mekan, yön, şiddet gibi vektörel değerler taşımazlar. Bu şekildeki vektörel yada niteliksel veriler; sayısallaştırılır, bu şekilde YSA modeline işlenir. Her bir YSA modelinde mutlaka bir girdi katmanı bulunmaktadır.

Ağırlıklar (weights); hücreye, YSA modeline sunulan girdilerin etkisini (ağırlığını) gösterir. Bu ağırlıklar her bir geri ve ileri beslemede değişkenlik gösterirler. YSA eğitim algoritması boyunca değişen ağırlık değerleri, eğitim sonuçlanınca optimum değeri alır ve sabitlenirler.

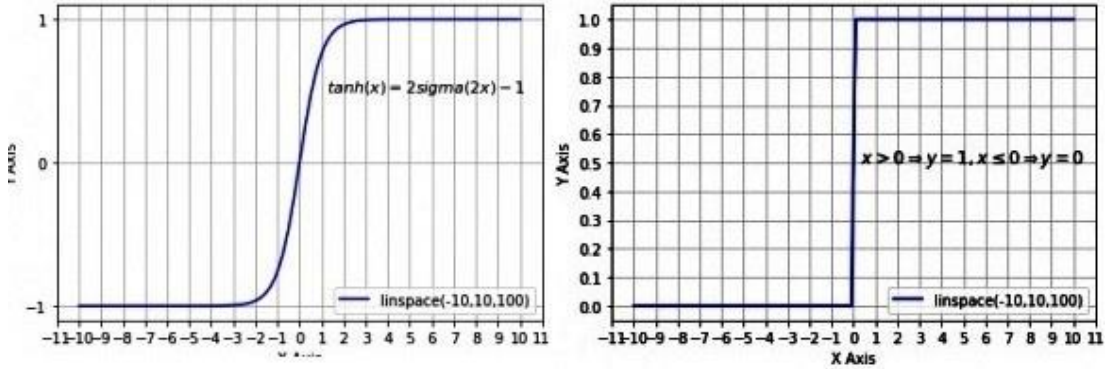
Toplama (birleşme) fonksiyonu; girdi verilerininin ağırlıklandırılarak, bu ağırlıkları toplayan bir fonksiyondur.

Aktivasyon fonksiyonu; girdilerin, ağırlıklarının işlendiği, değerlendirildiği ve çıktı olarak sonuçların verildiği fonksiyondur. Bu aktivasyon fonksiyonları için yaygın olarak

Sigmoid, Hiperbolik Tanjant (tanh), Linear, Step, Rektefiye edilmiş lineer (ReLU) fonksiyonları kullanılır. Şekil 4.3.'te Sigmoid ve Rektefiye edilmiş lineer (ReLU) , ve Şekil 4.4.'te Tanh ve Step aktivasyon fonksiyonları görülmektedir.



Şekil 4.3. Sigmoid ve Rektefiye Edilmiş Lineer (ReLU) Aktivasyon Fonksiyonları (Sharma, 2019).



Şekil 4.4. Tanh ve Step Aktivasyon Fonksiyonları(MAKİNİST, 2019).

Son işlem adımı olarak çıktılar; seçilen aktivasyon fonksiyonunun sonuçlarını çıkış katmanı aracılığıyla model dışına iletir.

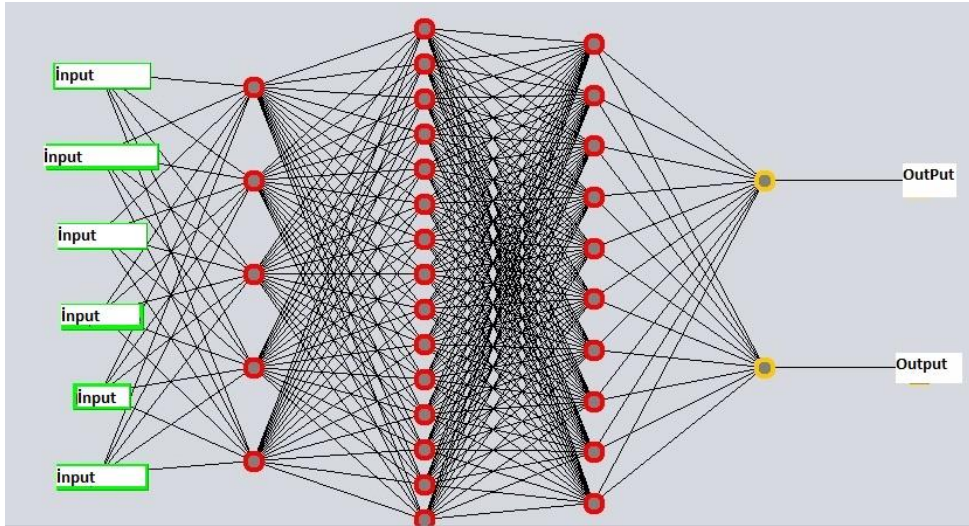
Yapay Sinir Ağları kısaca aşağıdaki adımları takip ederek çıktı sonuçları üretir.

- Girdi verilerinin hazırlanması, toplanması
- YSA Ağının topolojik özelliği belirlenmesi
- Öğrenme-Eğitim parametrelerinin oluşturulması

- Ağırlıklara (weight) başlangıç-giriş değerlerinin atanması
- Verilerden eğitim setinin seçilmesi seçilmesi ve ağa tanıtılması
- Öğrenme aşamasında ileri besleme yapılması
- Hesaplanan çıktıların beklenen veriler ile karşılaştırılması
- Hata düzelme için ağırlıkların tekrar değiştirilmesi

Yukarıda verilen aşamalar ağın öğrenme süreci tamamlanıncaya kadar devam eder. Ağın öğrenmesinin tamamlanması; tahmin edilen değerler ile ölçülen veriler arasındaki hata paylarının kabuledilebilir sınırlar içerisinde gelinceye kadar devam eder. Modelin öğrenme ve başarısı tahmin ettiği değerlerin istenilen hata payı sınırlarında kalmasıyla ölçülebilir. İstenilen hata payı sınırına ulaşan model eğitimi tamamlamış olur ve durur.

Yapay Sinir Ağları modelleri en az bir girdi, bir çıktı ve birde gizli katman olmak üzere üç katmandan oluşur. Verilerin durumuna, ağın yapısına ve tercihe göre katman sayısı artırılabilir veya azaltıla bilmektedir. Şekil 4.5.'te çok katmanlı bir YSA modeli görülmektedir (Anurag&Kumar, 2015).



Şekil 4.5. Çok katmanlı YSA Modeli (WEKA, 2019).

4.3. Yapay Sinir Ağının Eğitilmesi

YSA modellerinde ağın doğru eğitilmesi, tahmin ve çıktı sonuçlarında istenilen değerlere ulaşmamızda çok önemli bir basamaktır. YSA modeline eğitim için sunulacak verilerin adet olarak çokluğu ve doğruluğu önemlidir. Az veri ile eğitilmiş modeller uzun süreli tahminlerde istenilen sonuçlar verememektedir.

YSA modelinde girdi olarak verdiğimiz değerlerin tamamı eğitim için kullanılabilir gibi, belli bir kısmı ya da yüzdesi de eğitim için kullanılabilir. (Alp&Çiğizoğlu, 2007)

Eğitim setindeki veriler arasında matematiksel bir korelasyonun olması, çıktı olarak alınan sonuçların daha kabul edilebilir değerlerde olmasına imkan sağlamaktadır.

YSA modelinde eğitim verileri mutlak doğru kabul edildiğinden, ölçümü yanlış yada maddi olarak yanlış girilen değerler çıktılarda hatalara ve sapmalara sebep olmaktadır.

Katmanların çok seçilmesi, eğitimin tekrarı olarak çok yapılması her zaman çıktılarda olumlu sonuçlar vermez. Aşırı eğitilmiş bir ağ, eğitim setindeki ağırlıkları doğru kabul eder ve ezberler. Ezberleme sonucunda yanlış tahminler, çıktılar verir. YSA modelinin verimli çalışması için optimum eğitim yapılması gerekmektedir. Bu yüzden istenilen hata düzeyine ulaşan model eğitimi sonlandırmalıdır. Aksi durumda modelle ezberlemenin getirdiği ağırlık değerleri ile hatalı veriler elde edilebilir.

YSA ağı modellemesinde eğitim setine tanıtılan veri sayısının çok az olması da; sonuçlarda istenilen hata değerlerine ulaşmayı zorlaştırmaktadır. 2 yıl kurak dönen, yaşayan bir derenin debi değerleri eğitim setine tanıtılarak elde edilecek tahmini debi değerleri kurak dönem verileri ile paralellik gösterecektir. Aynı şekilde bazen mevsimsel, yada dönemsel olarak yağış, akım yada sıcaklık gibi meteorolojik değerler yüksek yada düşük seyredebilmektedir. Sadece bu dönemden alınan veriler ile eğitilen bir ağda uzun dönem tahmin sonuçları yüksek hata oranlarına sahip olacaktır. Rüzgar hızları tahmin edilen böyle bir bölgede kurulacak Rüzgar Enerji Santrali (RES) istenilen verimlilik ile çalışamayacaktır. Aynı şekilde yağışlı dönem verileri ile eğitilen,

bir ağın hesapladığı tahmin değerleriyle planlaması yapılan bir Hidroelektrik Santrali (HES), istenilen enerji verimine ve randımına ulaşamayacaktır. Bu nedenlerle planlama ve diğer faaalıyetler için yapılan modellemelerde homejen, bölgeyi temsil eden ve uzun dönem verileri ile çalışılması salık verilmektedir.

4.4. Regresyon

Regresyon; iki yada daha fazla değişkenin aralarındaki ilişkiyi ve düzeyini ortaya koyan bir analizdir. Yaygın olarak; istatistik, matematik ve mühendislikte veriler arasında bir ilişkinin olup olmadığını, düzeyini ve yönünü (+,-) belirlemede kullanılır (Bayazıt& Önöz, 2008).

Önceleri sadece sayısal (nicelik, kantitatif) veriler arasında bir ilişki kurmak için kullanılan regresyon, bugün sayısal olamayan (nitelik,kalitatif) verinin dijitalleştirilmesi ile tüm alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Ekonomi, tıp, çevre, eğitim, planlama gibi tüm dallarda verilerin sayılaştırılması ile kullanılmaktadır.

Regresyon analizinde bulunan ilişki ampriktir, fonksiyonel bir bağlantı değildir. Analizde bulunan ilişki mevcut veriler ile yeni verileri tahmin etme, hesaplama kolaylığı sağlamaktadır. Sayısal olan bir veri setinde regresyon analizi mutlaka bir bağlantı vermektedir. Resgresyon analizinde elde edilen sonuçlar, istenilen hata değerleri içinde bulunmayabilir. YSA modellerinden farklı olarak girdi ve çıktı değerleri değişmediği sürece regresyon analizinde tek bir çıkış kümesi elde edilecektir. Çıktı olarak hesaplanan değerlerin istenilen hata değerlerine ulaşmasını; girdiler ve çıktılar arasındaki fonksiyonel ve matematiksel ilişkisi düzeyi belirlemektedir (Alpar, 2014).

Regresyon her zaman bir kesin sonuç almak için kullanılmaz, bazen bir ön fikir vermesi için kullanılır. Tüm veri tahmini hesaplamalarında önce regresyon analizi yapılabilir. Bu şekilde eğitim seti olarak kullanılan verilerin birbiri arasındaki ilişki düzeyi ve şiddeti hakkında bir ön bilgiye sahip olunur. YSA ve değişik yapay zeka tahmin metotları tercihi ve eğitim setinin düzenlemesinde bu regresyon analizi verilerine göre karar

verilebilir. Yani kısaca tahmin modeli tipi, şekli, yapısı ve eğitim seti seçiminde, regresyon analizi sonuçları kullanılmaktadır.

Regresyon analizi yapılırken sadece iki veri seti arasındaki ilişkiye bakılmaz, bazen bir veriyi iki veya daha fazla veri kümesi beraber etkileyebilmektedir.

Regresyon analizi yapmadan önce, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tanımlanması gerekmektedir.

Bağımsız değişken (Independent Variable): Analizde kullanılan diğer değişkenlerin artıp, azalmasından etkilenmeyen değişkendir. Bağımlı değişkenin nedeni yada diğer değişkenlerle birlikte bağımlı değişken değerini etkilediği düşünülen değişkenlerdir. Bazen açıklayıcı değişken olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır.

Bağımlı değişken (Dependent Variable) : Bağımsız değişkenlerin değerlerinden etkilenen, onların değerleri ile artıp azalan değişkendir. Bağımsız değişkenler aracılığıyla açıklanan, çözümlenen değişkendir. Regresyon Analizinde sadece tek bir bağımlı değişken kümesi olması gerekmektedir. Aksi durum regresyon analizi ile açıklanamaz, böyle durumlarda çok doğrusallık ve korelasyon analizleri ile çözümler bulunmaya çalışılır.

Bağımlı ve bağımsız değişkenler belirlendikten sonra bu değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayacak regresyona analizi ve denklemin tipine karar vermek gerekiyor. Regresyon analizi tipi seçilirken, veri sayısı, bağımsız değişkenlerin yapısı, sayısı ve olası ilişki düzeyine bakılarak tercih yapılır.

Yaygın olarak kullanılan regresyon analiz çeşitleri şunlardır;

Basit lineer regresyon: en çok karşılaşılan ve kullanılan regresyon tipidir. 2 değişken arasındaki lineer ilişkiyi birinci dereeden bir denklem halinde ifade etmek için kullanılır.

Bağımsız değişken : x

Bağımlı değişken : y

Kesişim noktası : a (sabit değer, x=0 olduğundaki y değeri)

Regresyon Katsayısı : b

$$y = a + bx$$

(4.1)

regresyon analizi denklelemi elde edilir.

Çoklu liner regresyon: Birden fazla bağımsız ve bir bağımlı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi, açıklamak için kullanılır. Bağımsız değişkenlerin bağımsız değişkeni etkilediği ön kabulü ile regresyon yapılır. Standart çoklu regresyon, hiyerarşik çoklu regresyon ve istatistiksel çoklu regresyon gibi çeşitleri vardır.

Nonlinear regresyon analizi: Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki düzeyi ve biçimi linear denklemler ile ifade edilemeyen verilerin analizinde kullanılır.

Regresyon analizi sonuç çıktılarının yorumlanması;

Sabit değer (constant): bağımsız değişlerin etkisinin olmadığı kabul edildiğinde, bağımlı değişkenin alacağı değerdir.

Bağımsız değişken katsayıları; Bağımlı değişkeni açıklamak için kullanılan bağımsız değişkenlere çarpan olarak etkileyen pozitif veya negative olabilen sayısal değerlerdir.

Korelasyon Katsayısı (R) : Bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi ve yönünü ifade eden bir kat sayıdır.

Korelasyon kat sayısı (R), -1 ile +1 arasında değerler alır.

R değerinin -1 olması değişkenler arasında negatif, ters yönlü bir ilişkinin olduğunu gösterir.

R değerinin +1 olması değişkenler arasında pozitif (doğru önlü) yönlü bir ilişkinin olduğunu gösterir.

Determinasyon Katsayısı (R^2) ; tıpkı korelasyon katsayısı (R) gibi yorumlanır. Korelasyon sayısının karesi alınarak hesaplanır.

Düzeltilmiş R^2 (adjusted R^2) ; Regresyon analizinde çoğu zaman bağımlı değişkeni etkileyen birden çok bağımlı değişken bulunur. Bağımsız değişken sayısı arttıkça R^2 'de çok büyük bir değişiklik gözlenemez. Her zaman uyumlu bir değer olarak hesaplanabilir. Bu durumda düzeltilmiş (Adjusted R^2), hesaplanır ve kullanılır. Bağımsız değişken sayısı çok olana analizlerde Düzeltilmiş R^2 'ye bakılması daha doğru olacaktır.

Regresyon analizi sonucunda; sabit değer, bağımsız değişken kat sayıları; korelasyon katsayısı (R), determinasyon katsayısı (R^2) ve düzeltilmiş R^2 hesaplanır. Bulunan bu değerler ile analizin denklemini hesaplanır ve grafiği çizilir.

BÖLÜM 5. YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA) VE REGRESYON ANALİZİ İLE VERİ TAHMİNİ

5.1. Verilerin Temini

Bu çalışmamızda 40 yıllık (480 ay) veriler kullanılmıştır. Meteorolojik bilgiler İstanbul Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden; akım ve debi değerleri İstanbul DSİ 14.Bölge Müdürlüğünden temin edilmiştir.

Önceleri her kurum ihtiyacı olan veriyi toplamak için AGİ (Akım Gözlem İstasyonu) ve MGİ (Meteoroloji Gözlem İstasyonu) kurup işletmiş, bu yönde eleman istihdam etmiştir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Köy İşleri Genel Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü, Tarım Bakanlığı ve Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü gibi resmi kuruluşlar AGİ ve MGİ kurup işletmişlerdir.

2005 yılında kanun ile tüm Meteorolojik verileri toplama yetkisi Meteoroloji Genel Müdürlüğüne verilmiş ve bu yönde adımlar atılmıştır. Su işlerinde ise Devlet Su İşleri yetkili kılınmış ve AGİ kurma, rasat toplam yetkisi nehir, dere ve göllerde DSİ'ye verilmiştir.

5.1.1. Akım gözlem istasyonu (AGİ)

Akarsu, dere, nehir, göl ve baraj üzerinde kurulan debi (m^3/s), taşınan katı madde miktarı, suyun hızı ve göllerde su yüksekliği gibi değerleri ölçmek için kurulmuş ölçüm tesisleridir. Çalışmamızdaki akım değerleri Göksu Deresi üzerine kurulan, 2-004 numaralı Göksu-İsaköy Akım Gözlem İstasyonundan ve 2-003 numaralı Sungurlu Deresi üzerinde işletilen, Çanakdere Akım Gözlem İstasyonlarından elde edilmiştir.

Bu AGİ'ler Devlet Su İşleri (DSİ), Marmara Bölgesi havzası çalışması master planı kapsamında; İstanbul iline su temini için planlan Sunguru ve Osmangazi Barajları hesapları için kurulmuş ve işletilmektedirler. Tablo 5.1.'de çalışmamızda yararlanılan AGİ'ler ve bilgileri görülmektedir.

Tablo 5.1. Çalışmada Faydalanılan Akım Gözlem İstasyonları (AGİ)

AKIM GÖZLE İSTASYONLARI		
	Göksu AGİ	Çanakdere AGİ
Kurulu Dere	Göksu	Sungurlu dere
İstasyon No	2-004	2-003
Koordinatlar	29°46'34"D / 41°04'36"K	29°51'08"D / 41°04'19"K
Havza Alanı	395 km ²	284 km ²
İşleten İdare	DSİ	DSİ
Böge	Marmara	Marmara
İl ve İlçesi	İstanbul-Şile	İstanbul-Şile

5.1.2. Meteoroloji gözlem istasyonu (MGİ)

MGİ; Sıcaklık, buharlaşma, nem, basınç, rüzgar yönü, rüzgar sayısı, rüzgar şiddeti, güneşli gün sayısı, karlı geçen gün sayısı, yağış miktarı gibi meteorolojik verileri ölçen yapılardır. Denizlerde, okyanus ve buzullarda ölçüm yapan spesifik türleride bulunmaktadır.

17610 numarası ile Şile Meteoroloji Gözlem İstasyonu İstanbul İli, Şile İlçesi Ağva mahallesi mevkiinde 83 m kotunda ölçüm yapmaktadır. 1938 -2005 yılları arası manuel olarak çalıştırılmıştır. 2005 yılından sonra Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu (OMGİ) olarak değiştirilerek, otomatik olarak ölçüm ve bilgi transferi yapmaktadır. İşletme ve bakımı İstanbul Meteoroloji Bölge Müdürlüğüne yapılmaktadır. Tablo 5.2 de Şile MGİ'ye ait bilgiler görülmektedir.

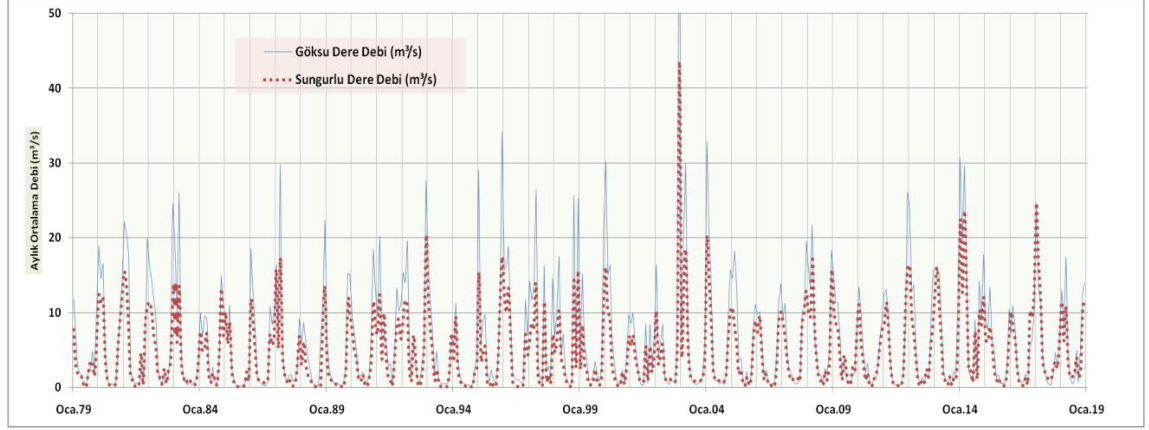
Tablo 5.2. Çalışmada Faydalanılan Şile Akım Gözlem İstasyonu (MGİ)

ŞİLE Meteoroloji Gözlem İstasyonu (MGİ)			
İstasyon Adı	ŞİLE	İşlet. İdare	MGM
İstasyon No	17610	Bölge	MARMARA
İl ve İlçesi	İSTANBUL-ŞİLE	Koordinat	41° 11' - 29° 37'
Açılış Tarihi	1938	Rakım	83 m

5.2. Komşu Havza ilişkisi

Tüm çalışmaların, planlamaların, hesaplamaların ilk önce temel başlangıç noktası, sağlam ve güvenilir veridir. Bazı bölgelerde, havzalarda planlamanın olmaması, ulaşım imkanının zor olması gibi maddi nedenlerle ya da meteoroloji istasyonunun arızalanması, çalışmaması gibi aksaklıklardan dolayı, veriler eksik olabilmekte ya da hiç olmayabilmektedir. Hidrolojide bazen ölçülmüş verisi olmayan ya da eksik olan bir dere ya da akarsuyun tahmin veya diğer hesapları için komşu havza ve derenin verileri kullanılabilir. Bu veriler hiçbir işleme tabi olmadan direk kullanılabilirdiği gibi, bazı taransfer yöntem ve metodları ile de taşınabilir. Özellikle benzer havza özellikleri dediğimiz, rakım, enlem, eğim, bitki örtüsü, yağış miktarı gibi değerlerin yaklaşık olması durumunda veriler bazen formüllerle, bazende direkt hiç bir işleme tabi tutulmadan kullanılabilir. Havzaların benzer özellikleri ne kadar yakın olursa elde edilecek sonuçlarında o derece doğruya yakın çıkması beklenir.

YSA ve Regresyon analizi hesaplamalarında girdi sayısının çok olması sonuç ve tahminlerde daha fazla kaliteli sonuçlar almamıza imkan vermektedir. Yapay Sinir Ağı ve Regresyon analizinde komşu havzada akan, aynı yere deşarj olan ve benzer havza özellikleri taşıyan Sungurlu Deresi akımlarından faydalanılmıştır. Şekil 5.1.'de Göksu ve Sungurlu Derelerinin 40 yıllık ortalama akımları gözükmemektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere Göksu ve Sungurlu Dereleri ortalama akımları arasında bir korelasyon vardır.



Şekil 5.1. Göksu ve Sungurlu Dereleri Aylık Ortalama Akımları.

5.3. YSA ve Regresyon Analizi ile Ortalama Debi ve Maksimum Yağış Tahmini

Regresyon ve YSA analizinde 1979 ile 2018 arası 40 yıl (480 aylık) veri kullanılmıştır. Tablo 5.3.'te kullanılan verilere ait istatistiki bilgiler görülmektedir. Aylık ortalama yağış (mm), Aylık maksimum yağış (mm), Aylık ortalama basınç (hPa), Aylık ortalama nispi nem (%), Aylık ortalama rüzgar hızı (m/sec), Göksu Deresi aylık ortalama debi (m³/s), Sungurlu Deresi aylık ortalama debi (m³/s), Aylık ortalama buharlaşma (mm), Aylık ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık (°C) olmak üzere 11 farklı veri kümesinden toplam 5280 adet veri kullanılmıştır. Şekil 5.2.'de girdi olarak kullanılan 11 adet veri kümesi ve zaman çizelgeleri görülmektedir.

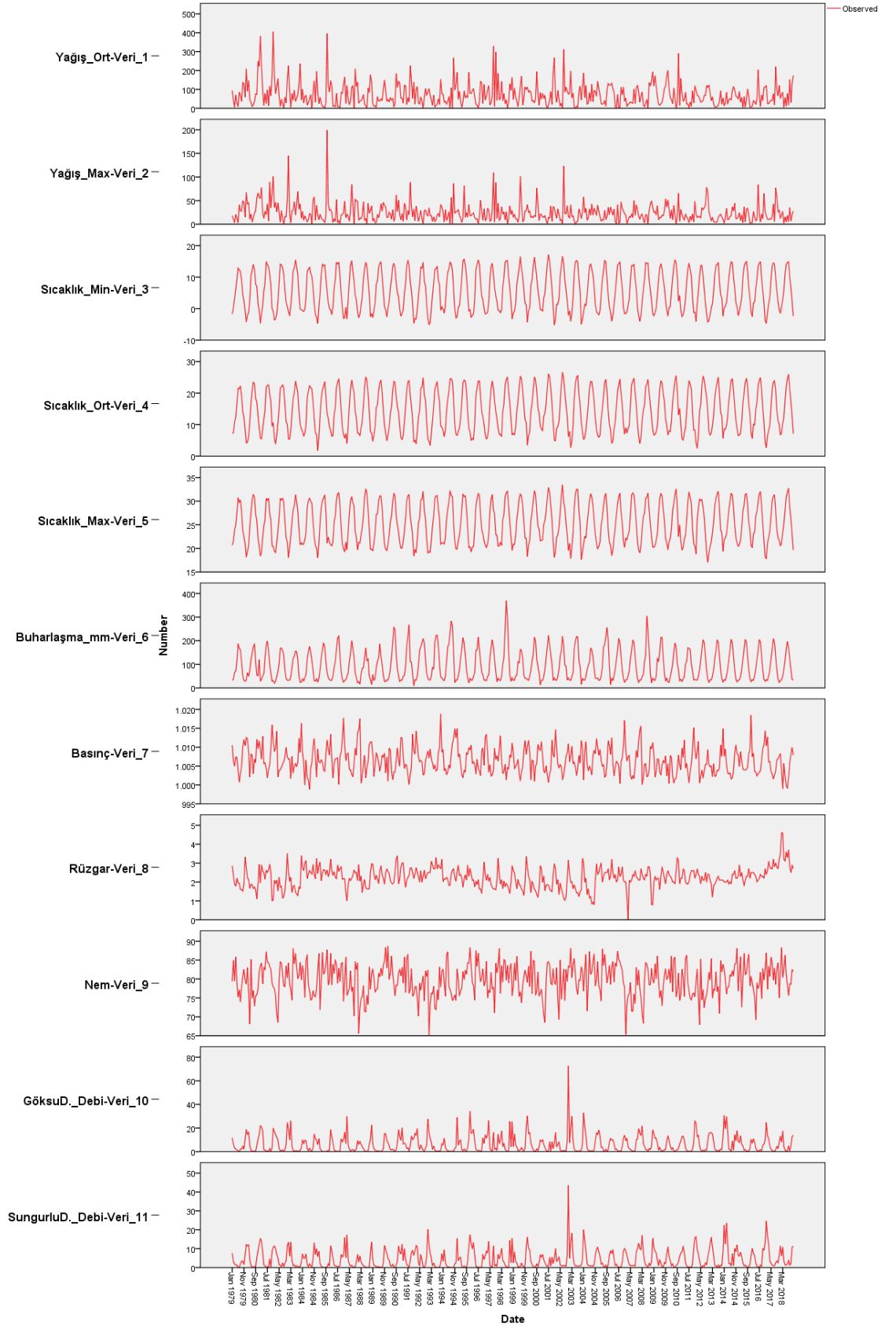
Tablo 5.3. Analizde Kullanılan Verilere Ait İstatistiki Bilgiler

	Tanımlayıcı İstatistik Tablosu					
	Adet	Minimum	Maksimum	Ortalama		Std. Deviation
				Art.Ort	Stnd.Hata	Standart Sapma
1-) Basınç (hPa)	480	998,85	1018,76	1006,554	0,166	3,636
2-) Buharlaşma (mm)	480	8,90	368,9	96,490	3,013	66,022
3-) Göksu D.(m ³ /s)	480	0,12	72,53	6,489	0,348	7,621
4-) Nem_ORT_%	480	65,03	88,74	79,796	0,202	4,426
5-) Rüzgar Hızı (m/sec)	480	0,00	4,6	2,237	0,025	0,547
6-) Sıcaklık_Max (°C)	480	17,08	33,45	25,298	0,196	4,293
7-) Sıcaklık_Min (°C)	480	-5,17	17,14	5,705	0,285	6,238
8-) Sıcaklık_Ort (°C)	480	1,80	26,6	14,432	0,303	6,648
9-) Sungurlu D.(m ³ /s)	480	0,00	43,51	4,587	0,232	5,074
10-) Yağış_Max (mm)	480	0,00	199,3	24,624	0,967	21,189
11-) Yağış_Ort (mm)	480	0,00	404,7	73,135	2,863	62,734
Toplam Veri Sayısı	5280					

Regresyon ve Yapay Sinir Ağları (YSA) analizleri ile Göksu Debisi tahmininde 2 farklı senaryo, aylık maksimum yağış tahmininde 2 senaryo olmak üzere 4 farklı senaryo ile hesaplamalar yapıldı. Tablo 5.4.'de analizlerde kullanılan senaryolar görülmektedir.

Tablo 5.4. YSA ve ÇRA'da Kullanılan Senaryolar

Senaryolar	Çıktı_Output (y)	Girdiler_Input (x)
Senaryo-Debi-I	Göksu Deresi Debi	9 Adet veri kümesi (Sungurlu Deresi debileri kullanılmadı)
Senaryo-Debi-II	Göksu Deresi Debi	10 adet veri kümesi (Sungurlu Deresi debileri kullanıldı)
Senaryo-Yağış-I	Aylık Maksimum Yağış (mm)	9 Adet veri kümesi (Sungurlu Deresi debileri kullanılmadı)
Senaryo-Yağış-II	Aylık Maksimum Yağış (mm)	10 adet veri kümesi (Sungurlu Deresi debileri kullanıldı)



Şekil 5.2. Analizlerde Kullanılan Verilerin Zaman Serileri.

5.4. Regresyon Analizi ile Göksu Deresi Ortalama Debi Tahmini

Göksu Deresinin regresyon analizi için , Göksu Deresi akım verileri ile diğer 10 adet veri kümesi arasındaki, korelasyon ilişkisi ve tablosu SPSS programı yardımıyla bulunmuştur. Pearson korelasyon analizi (Tablo 5.5. pearson korelasyon değerleri) tablosunda da görüldüğü gibi, Göksu Deresi akımları ile diğer girdiler arasında bir korelasyon mevcuttur. Tablodan Göksu Deresi akımlarının; sıcaklık değerleri (min,maks,ort) ve buharlaşma miktarı ile negatif korelasyon gösterdiği, diğer girdiler ile pozitif bir korelasyon içinde olduğu görülmektedir. Ayrıca tabloda diğer girdilerin kendi aralarındaki pearson korelasyon katsayıları da görülmektedir.

Tablo 5.5. Göksu Dere Debisi Ortalama Debileri Tahmini İçin Kullanılan Verilerin Pearson Korelasyon Değerleri

		Yağış (mm)	Yağış_Maks	Sıcaklık_MIN	Sıcaklık_ORT	Sıcaklık_Maks	Buharlaşma	Basınç	Rüzgar Hızı	Nem_ORT	Göksu D	Sungurlu D.
		mm	mm	mm	°C	°C	mm	hPa	m/sec	%	m ³ /s	m ³ /s
Yağış (mm)	Pearson Correlation	1	.808**	-.381**	-.294**	-.428**	-.328**	.252**	.039	.079	.323**	.333**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.398	.085	.000	.000
Yağış_Maks	Pearson Correlation	.808**	1	-.107*	-.037	-.187**	-.113*	.116*	-.012	.067	.111*	.125**
	Sig. (2-tailed)	.000		.019	.416	.000	.013	.011	.785	.145	.015	.006
Sıcaklık_MIN	Pearson Correlation	-.381**	-.107*	1	.959**	.987**	.895**	-.612**	-.214**	.059	-.658**	-.678**
	Sig. (2-tailed)	.000	.019		.000	0.000	.000	.000	.000	.200	.000	.000
Sıcaklık_ORT	Pearson Correlation	-.294**	-.037	.959**	1	.953**	.889**	-.560**	-.215**	-.030	-.668**	-.683**
	Sig. (2-tailed)	.000	.416	.000		.000	.000	.000	.000	.507	.000	.000
Sıcaklık_Maks	Pearson Correlation	-.428**	-.187**	.987**	.953**	1	.896**	-.616**	-.213**	-.059	-.651**	-.673**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	0.000	.000		.000	.000	.000	.198	.000	.000
Buharlaşma	Pearson Correlation	-.328**	-.113*	.895**	.889**	.896**	1	-.565**	-.133**	-.012	-.565**	-.587**
	Sig. (2-tailed)	.000	.013	.000	.000	.000		.000	.003	.799	.000	.000
Basınç	Pearson Correlation	.252**	.116*	-.612**	-.560**	-.616**	-.565**	1	.081	.013	.351**	.372**
	Sig. (2-tailed)	.000	.011	.000	.000	.000	.000		.076	.782	.000	.000
Rüzgar Hızı	Pearson Correlation	.039	-.012	-.214**	-.215**	-.213**	-.133**	.081	1	.047	.191**	.188**
	Sig. (2-tailed)	.398	.785	.000	.000	.003	.076	.304		.304	.000	.000
Nem_ORT	Pearson Correlation	.079	.067	.059	-.030	-.059	-.012	.013	.047	1	.028	.027
	Sig. (2-tailed)	.085	.145	.200	.507	.198	.799	.782	.304		.544	.552
Göksu D	Pearson Correlation	.323**	.111*	-.658**	-.668**	-.651**	-.565**	.351**	.191**	.028	1	.957**
	Sig. (2-tailed)	.000	.015	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.544		.000
Sungurlu D.	Pearson Correlation	.333**	.125**	-.678**	-.683**	-.673**	-.587**	.372**	.188**	.027	.957**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.552	.000	

5.4.1. ÇRA (senaryo-debi-I ile) ile göksu deresi ortalama debi tahmini

Benzer havza özelliği gösteren Sungurlu Deresi akımları kullanılmadan; SPSS programı yardımı ile diğer verilerin kendi aralarındaki Pearson Korelasyon değerleri hesaplandı. Bu hesaplamalarda Göksu Deresi ortalama akım değerleri bağımlı değişken, diğer 9 adet veri kümesi değerleri bağımsız değişken olarak kabul edilmiştir. Tablo 5.6.'da Pearson korelasyon değerleri görülmektedir.

Tablo 5.6. Pearson Korelasyon Değerleri (Bağımlı Değişken; Göksu D.)

Pearson Korelasyon Analizi Tablosu					
Girdi	Adet	P.Korelasyon	Hata (Sig.)	Art.Ortalama	S.Sapma
Göksu D.(m3/s)	480	1,00	0,000	6,49	7,62
Yağış (mm)	480	0,32	0,000	73,13	62,73
Yağış_Maks_(mm)	480	0,11	0,007	24,62	21,19
Sıcaklık_Min	480	-0,66	0,000	5,71	6,24
Sıcaklık_Ort. (°C)	480	-0,67	0,000	14,43	6,65
Sıcaklık_Maks	480	-0,65	0,000	25,30	4,29
Buharlaşma (mm)	480	-0,57	0,000	96,49	66,02
Basınç (hPa)	480	0,35	0,000	1.006,55	3,64
Rüzgar Hızı (m/sec)	480	0,19	0,000	2,24	0,55
Nem_Ort_(%)	480	0,03	0,272	79,80	4,43

Tablo 5.7.'de regresyon analizi sonuçları görülmektedir. Determinasyon katsayısı $R^2=0,482$ olarak, düzeltilmiş $R^2=0,472$ olarak hesaplanmıştır.

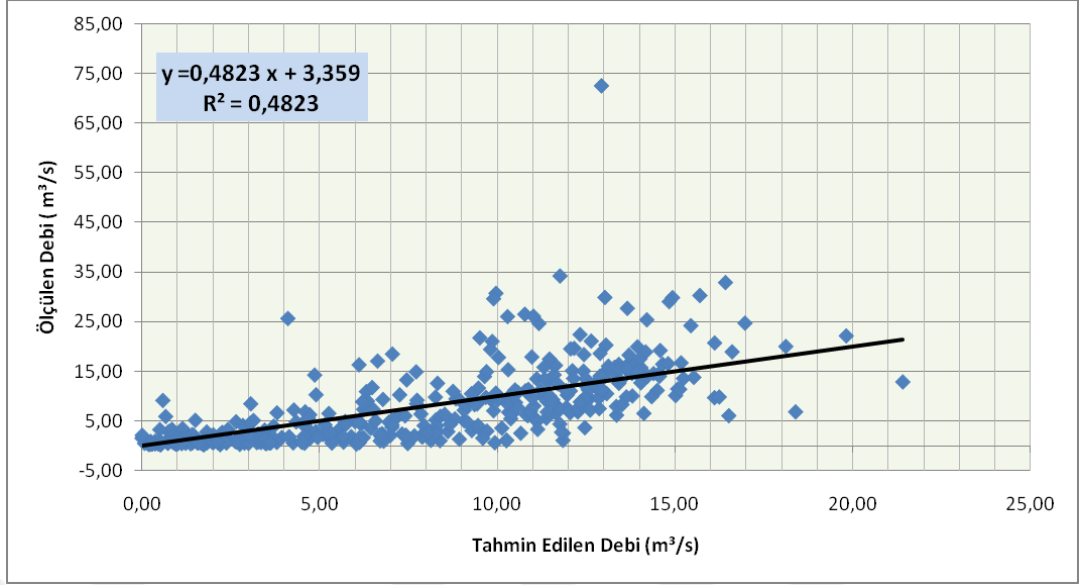
Tablo 5.7. Göksu Deresi Debi Tahmininde; Senaryo-Debi-I için ÇRA Analizi Sonuçları

Regresyon Analizi Sonuçları Tablosu							
Girdi		Adet	Kat Sayı	Std. Hata (Sig.)	R	R ²	Düzeltilmiş R ²
Sabit (constant)	C	480	60,27	93,462			
Yağış (mm)	X1	480	0,02	0,009			
Yağış_Maks_(mm)	X2	480	0,02	0,029			
Sıcaklık_Min	X3	480	-1,37	0,550			
Sıcaklık_Ort (°C)	X4	480	-0,73	0,155	0,695	0,482	0,472
Sıcaklık_Maks	X5	480	1,70	0,763			
Buharlaşma (mm)	X6	480	0,02	0,009			
Basınç (hPa)	X7	480	-0,10	0,090			
Rüzgar Hızı (m/sec)	X8	480	0,49	0,482			
Nem_Ort_(%)	X9	480	0,20	0,104			

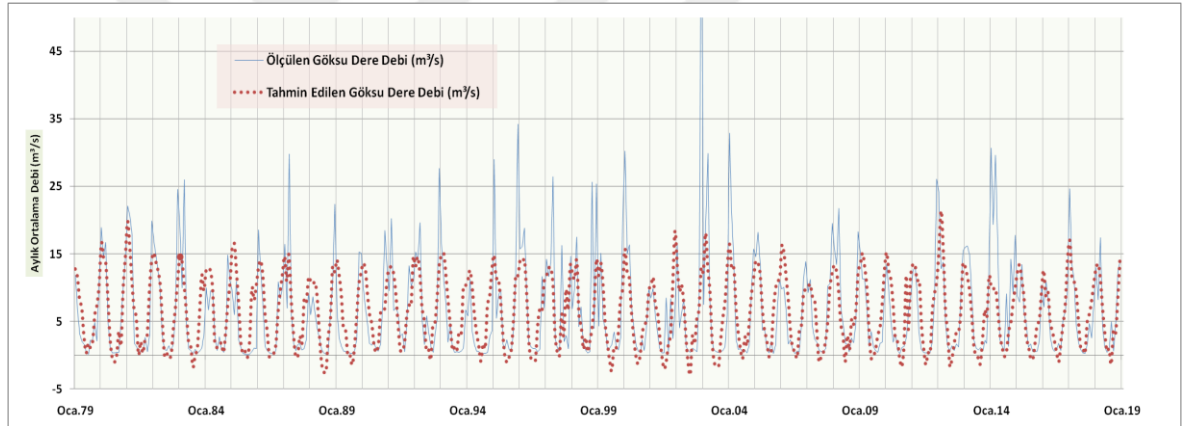
$$Q=60,27+0,02X1+0,02X2-1,37X3-0,73X4+1,70X5+0,02X6-0,10X7+0,49X8+0,20X9$$

Regresyon analizi sonucunda tahmin edilen debiler ile ölçülen debilerin dağılım (Scatter Plot) grafiği şekil 5.3.'te görülmektedir. Korelasyon katsayısı (R) 0,695, Determinasyon katsayısı $R^2=0,482$ ve grafiğin denklemi $Y=0,482X+3,359$ olarak bulunmuştur.

Şekil 5.4.'te Göksu Deresi ölçülen ve ÇRA Model-Debi-I ile tahmin edilen debi değerleri aynı zaman serisi grafiğinde gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Göksu Deresi Akım Değerlerinin ÇRA (Senaryo-Debi-I) ile Tahmin edilmesi, Dağılım Grafiği.



Şekil 5.4. Göksu Deresi ölçülen ve ÇRA (Senaryo-Debi-I) ile Tahmin Edilen Debi Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

5.4.2. ÇRA (senaryo-debi-I ile) ile göksu deresi akımlarının tahmin edilmesi

Bu hesaplamada bir önceki hesaplamadan farklı olarak Sungurlu Deresi ortalama akım değerleri de bağımsız değişken olarak analize dahi edilmiş, böylece 10 adet bağımsız değişken kümesi tanımlanmıştır.

Göksu Deresi akımlarını bağımlı değişken (Dependent Variable) olarak, diğer 10 farklı veri kümesini de bağımsız değişken (Independent Variable) kabul edilerek pearson

korelasyon analizi değerleri hesaplandı. Tablo 5.8.'te hesaplanan Pearson korelasyon değerleri görülmektedir.

Tablo 5.8. Senaryo-Debi-II için Hesaplanan Pearson Korelasyon Değerleri

Pearson Kolerasyon Analizi Tablosu					
Girdi	Adet	P.Kolerasyon	Hata (Sig.)	Art.Ortalama	S.Sapma
Göksu D.(m3/s)	480	1,00	0,000	6,49	7,62
Yağış (mm)	480	0,32	0,000	73,13	62,73
Yağış_Maks_(mm)	480	0,11	0,007	24,62	21,19
Sıcaklık_Min	480	-0,66	0,000	5,71	6,24
Sıcaklık_Ort. (°C)	480	-0,67	0,000	14,43	6,65
Sıcaklık_Maks.	480	-0,65	0,000	25,30	4,29
Buharlaşma (mm)	480	-0,57	0,000	96,49	66,02
Basınç (hPa)	480	0,35	0,000	1.006,55	3,64
Rüzgar Hızı (m/sec)	480	0,19	0,000	2,24	0,55
Nem_Ort. (%)	480	0,03	0,272	79,80	4,43
Sungurlu D.(m3/s)	480	0,96	0,000	4,59	5,07

Tablo 5.9.'da Göksu Deresi aylık ortalama akımları bağımlı değişkeni ve Sungurlu Deresi aylık ortalama akımları dahil 10 adet bağımsız değişken ile hesaplanan regresyon analizi sonuçları görülmektedir. Determinasyon katsayısı $R^2=0,917$ olarak, düzeltilmiş $R^2=0,915$ olarak hesaplanmıştır.

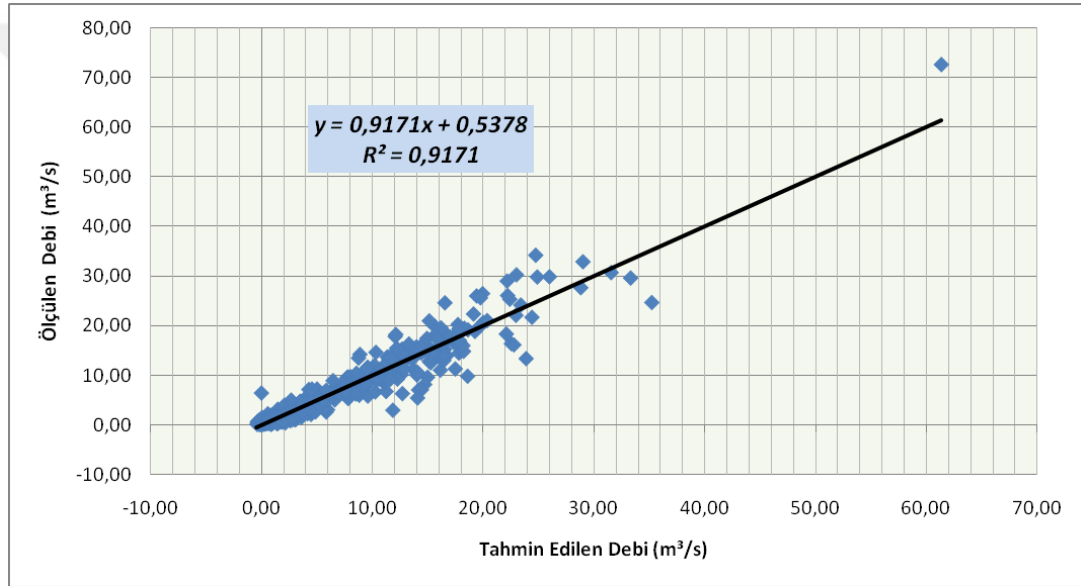
Tablo 5.9. Göksu Deresi Debi Tahmininde; Senaryo-Debi-II için oklu Regresyon Analizi Sonuçları

Regresyon Analizi Sonuçları Tablosu							
Girdi		Adet	Kat Sayı	Std. Hata (Sig.)	R	R ²	Düzeltilmiş R ²
Sabit (constant)	C	480	17,31	37,446			
Yağış (mm)	X1	480	0,00	0,003			
Yağış_Maks_(mm)	X2	480	-0,01	0,011			
Sıcaklık_Min	X3	480	-0,04	0,222			
Sıcaklık_Ort (°C)	X4	480	-0,13	0,063	0,958	0,917	0,915
Sıcaklık_Maks	X5	480	0,19	0,307			
Buharlaşma (mm)	X6	480	0,00	0,004			
Basınç (hPa)	X7	480	-0,02	0,036			
Rüzgar Hızı (m/sec)	X8	480	0,12	0,193			
Nem_Ort (%)	X9	480	0,01	0,042			
Sungurlu D.(m3/s)	X10	480	1,40	0,028			

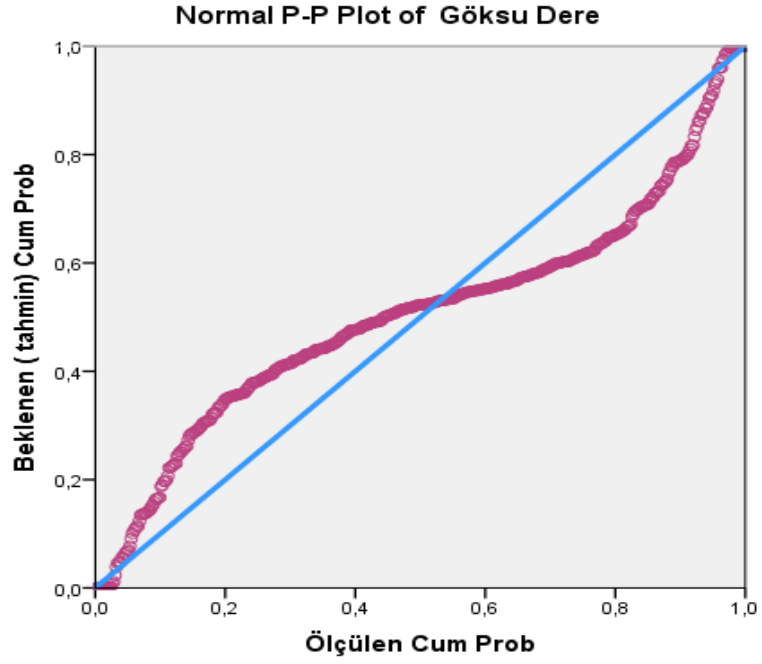
$Q=17,31+0X1-0,01X2-0,04X3-0,13X4+0,19X5+0X6-0,02X7+0,12X8+0,01X9+1.4X10$

Regresyon analizi sonucunda tahmin edilen debiler ile ölçülen debilerin dağılım (Scatter Plot) grafiği Şekil 5.5.'te görülmektedir. Korelasyon katsayısı $R= 0,958$, Determinasyon katsayısı $R^2=0,917$ ve analizin denklemi $Y=0,917X+0,538$ olarak hesaplanmıştır.

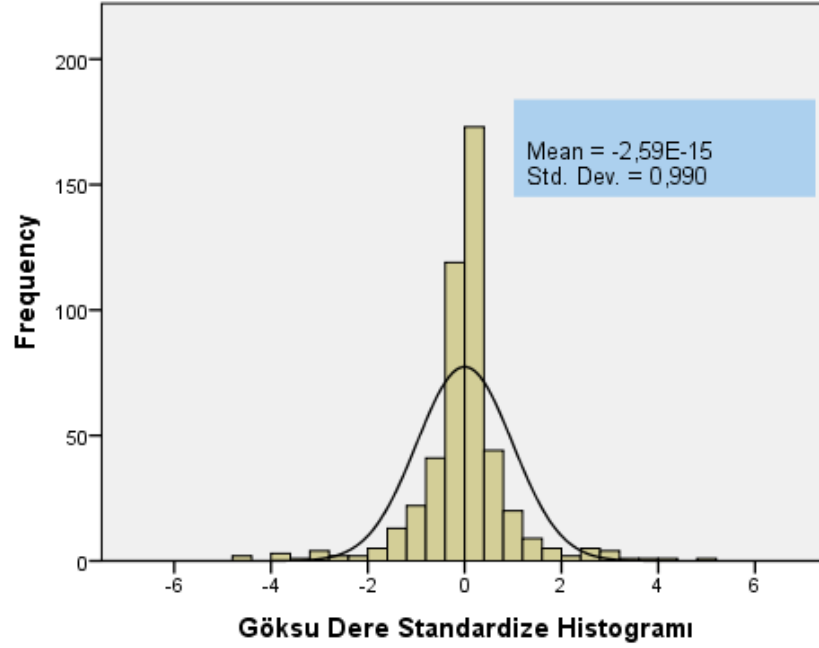
Şekil 5.6.'da Göksu Dere ölçülen akım değerleri ve ÇRA ile tahmin edilen akım değerlerinin Normalize edilmiş P-P grafiği, Şekil 5.7.'de Göksu Dere ölçülen akım miktarları ve ÇRA ile tahmin edilen akım değerlerinin Standardize Edilmiş Göksu Deresi Histogramı görülmektedir.



Şekil 5.5. Göksu Deresi Akım Değerlerinin ÇRA (Senaryo-Debi-II) ile Tahmin edilmesi, Dağılım Grafiği

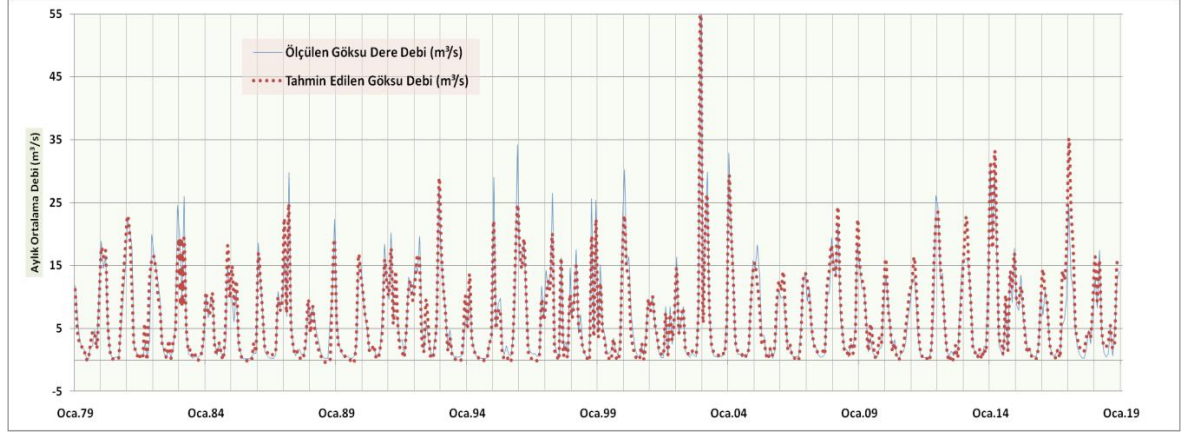


Şekil 5.6. Göksu Dere Ölçülen Akım Değerleri ve ÇRA ile Tahmin Edilen Akım Değerlerinin Normalize edilmiş P-P Grafiği.



Şekil 5.7. Göksu Dere Ölçülen Akım Miktarları ve ÇRA ile Tahmin Edilen Akım Değerlerinin Standardize Edilmiş Göksu Deresi Histogramı.

Şekil 5.8.'de Göksu Deresi ölçülen ve ÇRA Model-Debi-II ile tahmin edilen debi değerlerinin aynı zaman serisi grafiğinde, sonuçlarının karşılaştırılması gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Göksu Deresi ölçülen ve ÇRA (Senaryo-Debi-II) ile Tahmin Edilen Debi Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

5.5. Regresyon Analizi ile Aylık Maksimum Yağış Tahmini

Aylık maksimum yağış değerlerinin tahmini için, aylık maksimum yağış (mm) verileri ile diğer 10 adet veri kümesi arasındaki, korelasyon ilişkisi ve tablosu IBM SPSS Statistic programı yardımıyla bulunmuştur. Pearson korelasyon analizi (Tablo 5.10.) tablosunda da görüldüğü gibi, aylık maksimum yağış değerleri ile diğer girdiler arasında bir korelasyon mevcuttur. Tablodan aylık maksimum yağış değerlerinin, sıcaklık değerleri (min,maks,ort), buharlaşma miktarı ve ortalama rüzgar hızı ile negatif korelasyon gösterdiği, diğer girdiler ile pozitif bir korelasyon içinde olduğu görülmektedir. Ayrıca tabloda diğer girdilerin kendi aralarındaki pearson korelasyon katsayıları da görülmektedir. Aylık maksimum yağış değerinin en fazla aylık ortama yağış değerleri ile korelasyon içinde olduğu tablodan anlaşılmaktadır.

Tablo 5.10. Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin Tahmini İçin Kullanılan Verilerin Pearson Korelasyon Değerleri

		Yağış (mm) mm	Yağış_Maks mm	Sıcaklık_MIN mm	Sıcaklık_ORT °C	Sıcaklık_Maks °C	Buharlaşma mm	Basınc hPa	Rüzgar Hızı m/sec	Nem_ORT %	Göksu D m³/s	Sungurlu D. m³/s
Yağış (mm)	Pearson Correlation	1	.808**	-.381**	-.294**	-.428**	-.328**	.252**	.039	.079	.323**	.333**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.000	.398	.085	.000	.000
Yağış_Maks	Pearson Correlation	.808**	1	-.107*	-.037	-.187**	-.113*	.116*	-.012	.067	.111**	.125**
	Sig. (2-tailed)	.000		.019	.416	.000	.013	.011	.785	.145	.015	.006
Sıcaklık_MIN	Pearson Correlation	-.381**	-.107*	1	.959**	.987**	.895**	-.612**	-.214**	.059	-.658**	-.678**
	Sig. (2-tailed)	.000	.019		.000	.000	.000	.000	.000	.200	.000	.000
Sıcaklık_ORT	Pearson Correlation	-.294**	-.037	.959**	1	.953**	.889**	-.560**	-.215**	-.030	-.668**	-.683**
	Sig. (2-tailed)	.000	.416	.000		.000	.000	.000	.000	.507	.000	.000
Sıcaklık_Maks	Pearson Correlation	-.428**	-.187**	.987**	.953**	1	.896**	-.616**	-.213**	-.059	-.651**	-.673**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.198	.000	.000
Buharlaşma	Pearson Correlation	-.328**	-.113*	.895**	.889**	.896**	1	-.565**	-.133**	-.012	-.565**	-.587**
	Sig. (2-tailed)	.000	.013	.000	.000	.000		.000	.003	.799	.000	.000
Basınc	Pearson Correlation	.252**	.116*	-.612**	-.560**	-.616**	-.565**	1	.081	.013	.351**	.372**
	Sig. (2-tailed)	.000	.011	.000	.000	.000	.000		.076	.782	.000	.000
Rüzgar Hızı	Pearson Correlation	.039	-.012	-.214**	-.215**	-.213**	-.133**	.081	1	.047	.191**	.188**
	Sig. (2-tailed)	.398	.785	.000	.000	.000	.003	.076		.304	.000	.000
Nem_ORT	Pearson Correlation	.079	.067	.059	-.030	-.059	-.012	.013	.047	1	.028	.027
	Sig. (2-tailed)	.085	.145	.200	.507	.198	.799	.782	.304		.544	.552
Göksu D	Pearson Correlation	.323**	.111**	-.658**	-.668**	-.651**	-.565**	.351**	.191**	.028	1	.957**
	Sig. (2-tailed)	.000	.015	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.544		.000
Sungurlu D.	Pearson Correlation	.333**	.125**	-.678**	-.683**	-.673**	-.587**	.372**	.188**	.027	.957**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.552	.000	

5.5.1. CRA (senaryo-yağış-I) ile şile istasyonu aylık maksimum yağış miktarının tahmin edilmesi

Aynı yere deşarj olan ve yağış toplama havzaları komşu olan, benzer havza özelliği gösteren Sungurlu Deresi aylık ortalama debilerini kullanmadan; IBM SPSS programı yardımı ile diğer 9 adet veri kümesinin kendi aralarındaki Pearson Korelasyon değerleri hesaplandı. Bu hesaplamalarda aylık maksimum yağış değer (mm) bağımlı değerşken (y; dependent variable), diğer 9 adet veri kümesi değerleri bağımsız değerşken (x; independent variable) olarak analize dahil edilmiştir. Tablo 5.11.'te Pearson korelasyon değerleri görölmektedir.

Tablo 5.12.'de regresyon analizi sonuçları görölmektedir. Determinasyon katsayısı $R^2=0,826$, düzeltilmiş $R^2=0,823$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 5.11. Pearson Korelasyon Değerleri (Bağımlı Değerşken; Aylık Maks.Yağış (mm))

Pearson Kolerasyon Analizi Tablosu					
Girdi	Adet	P.Kolerasyon	Hata (Sig.)	Art.Ortalama	S.Sapma
Yağış_Maks_(mm)	480	1,00	.	24,62	21,19
Yağış (mm)	480	0,81	0,000	73,13	62,73
Sıcaklık_Min	480	-0,11	0,009	5,71	6,24
Sıcaklık_Ort. (°C)	480	-0,04	0,208	14,43	6,65
Sıcaklık_Maks.	480	-0,19	0,000	25,30	4,29
Buharlaşma (mm)	480	-0,11	0,007	96,49	66,02
Basınç (hPa)	480	0,12	0,005	1.006,55	3,64
Rüzgar Hızı (m/sec)	480	-0,01	0,392	2,24	0,55
Nem_Ort._(%)	480	0,07	0,073	79,80	4,43
Göksu D.(m3/s)	480	0,11	0,007	6,49	7,62

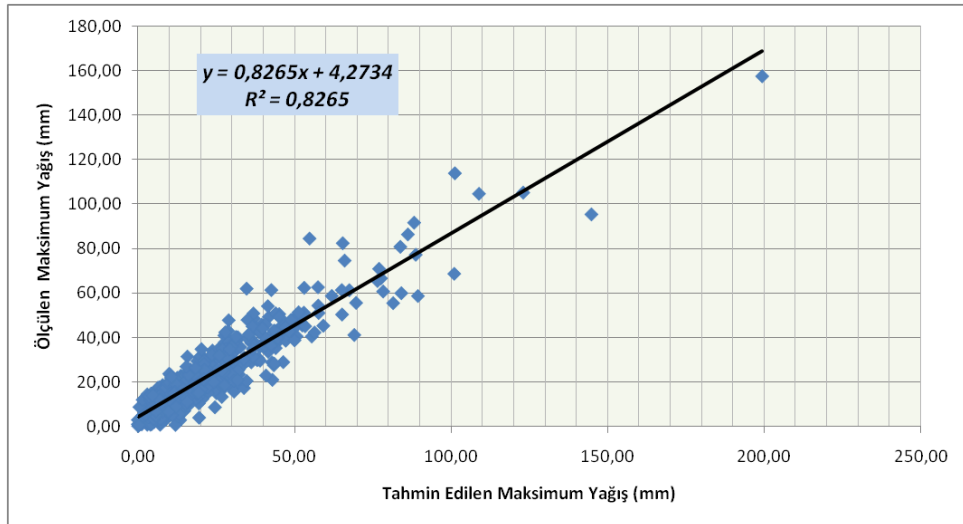
Tablo 5.12. ÇRA Sonuçları (Bağımlı Değişen; Aylık Maks.Yağış (mm))

		Regresyon Analizi Sonuçları Tablosu							
Girdi		Adet	Kat Sayı	Std. Hata (Sig.)	R	R ²	Düzeltilmiş R ²		
Sabit (constant)	C	480	376,55	149,517					
Yağış (mm)	X1	480	0,25	0,008					
Sıcaklık_Min	X2	480	12,40	0,683					
Sıcaklık_Ort (°C)	X3	480	0,16	0,254					
Sıcaklık_Maks	X4	480	-17,12	0,950	0,909	0,826	0,823		
Buharlaşma (mm)	X5	480	-0,02	0,015					
Basınç (hPa)	X6	480	0,15	0,145					
Rüzgar Hızı (m/sec)	X7	480	0,78	0,775					
Nem_Ort_(%)	X8	480	-1,96	0,142					
Göксу D.(m3/s)	X9	480	0,06	0,074					

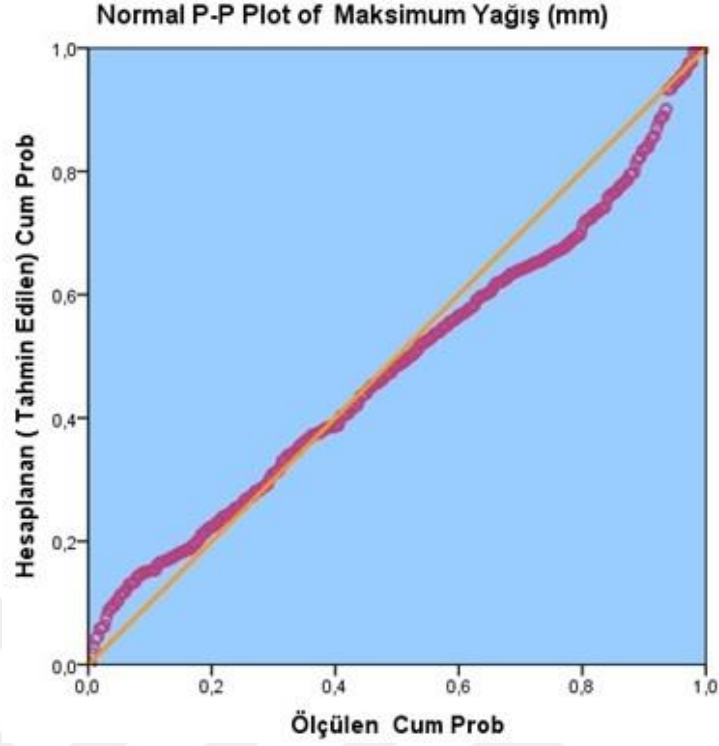
$Q=376,55+0,25X1+12,40X2+0,16X3-17,12X4-0,2X5+0,15X6+0,78X7-1,96X8+0,06X9$

Regresyon analizi sonucunda tahmin edilen maksimum yağış miktarları ile ölçülen maksimum yağış değerlerinin dağılım (Scatter Plot) grafiği Şekil 5.9.'da görülmektedir. Korelasyon katsayısı $R=0,909$, Determinasyon katsayısı $R^2=0,826$ ve analizin denklemi $Y=0,8265X+4,2734$ olarak hesaplanmıştır.

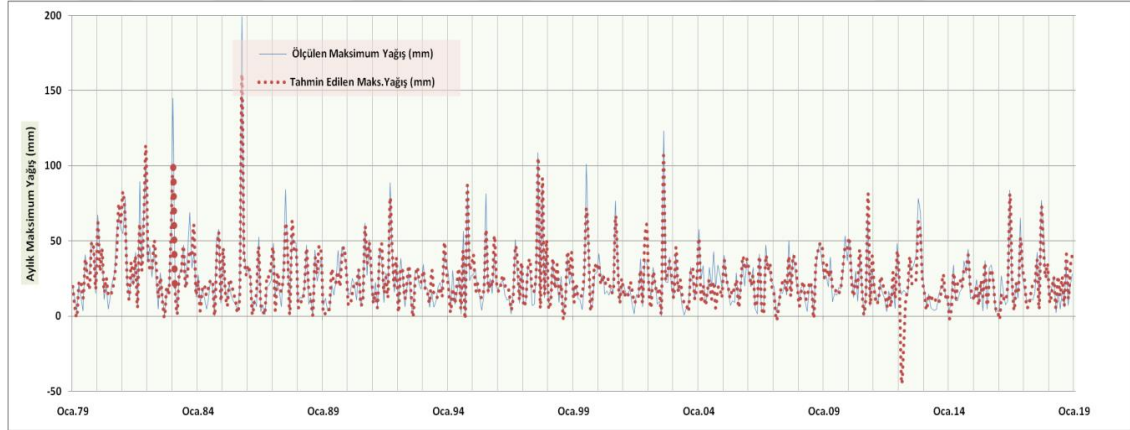
Şekil 5.10.'da aylık maksimum yağış verileri ve ÇRA (Senaryo-Yağış-I) ile tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin Normalize edilmiş P-P grafiği, Şekil 5.11.'de Şile ölçülen ve ÇRA (Senaryo-Yağış-I) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin zamana göre değişim grafikleri görülmektedir.



Şekil 5.9. Şile Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin ÇRA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilmesi, Dağılım Grafiği.



Şekil 5.10. Şile Aylık Maksimum Yağış Verileri ve ÇRA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilen Maksimum Yağış Değerlerinin Normalize edilmiş P-P Grafiği.



Şekil 5.11. Şile Ölçülen ve ÇRA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri

5.5.2. ÇRA (senaryo-yağış-II) ile şile istasyonu aylık maksimum yağış miktarının tahmin edilmesi

Bu hesaplamada bir önceki hesaplamadan farklı olarak Sungurlu Deresi ortalama akım değerleri de bağımsız değişken olarak analize dahi edilmiş, böylece 10 adet bağımsız

değişken, 1 adet bağımlı değişken kümesi olmak üzere 11 adet farklı veri takımı Çoklu Regresyon Analizinde kullanılmıştır.

Aylık maksimum yağış miktarı (mm) bağımlı değişken (Dependent Variable) olarak, diğer 10 farklı veri kümesini de bağımsız değişken (İndependent Variable) kabul edilerek pearson korelasyon analizi değerleri bilgisayar programı yardımıyla hesaplandı. Tablo 5.13.'te hesaplanan Pearson korelasyon değerleri görülmektedir.

Tablo 5.13. Pearson Kolerasyon değerleri (Bağımlı Değişken; Aylık Maks.Yağış (mm)

Pearson Kolerasyon Analizi Tablosu					
Girdi	Adet	P.Kolerasyon	Hata (Sig.)	Art.Ortalama	S.Sapma
Yağış_Maks_(mm)	480	1,00	.	24,62	21,19
Yağış (mm)	480	0,81	0,000	73,13	62,73
Sıcaklık_Min	480	-0,11	0,009	5,71	6,24
Sıcaklık_Ort. (°C)	480	-0,04	0,208	14,43	6,65
Sıcaklık_Maks.	480	-0,19	0,000	25,30	4,29
Buharlaşma (mm)	480	-0,11	0,007	96,49	66,02
Basınç (hPa)	480	0,12	0,005	1.006,55	3,64
Rüzgar Hızı (m/sec)	480	-0,01	0,392	2,24	0,55
Nem_Ort. (%)	480	0,07	0,073	79,80	4,43
Göksu D.(m3/s)	480	0,11	0,007	6,49	7,62
Sungurlu D.(m3/s)	480	0,12	0,003	4,59	5,07

Tablo 5.14.'de Aylık maksimum yağış miktarı; bağımlı değişkeni ve Sungurlu Deresi aylık ortalama akımları dahil 10 adet bağımsız değişken ile hesaplanan regresyon analizi sonuçları görülmektedir. Determinasyon katsayısı $R^2=0,827$ olarak, düzeltilmiş $R^2=0,823$ olarak bulunmuştur.

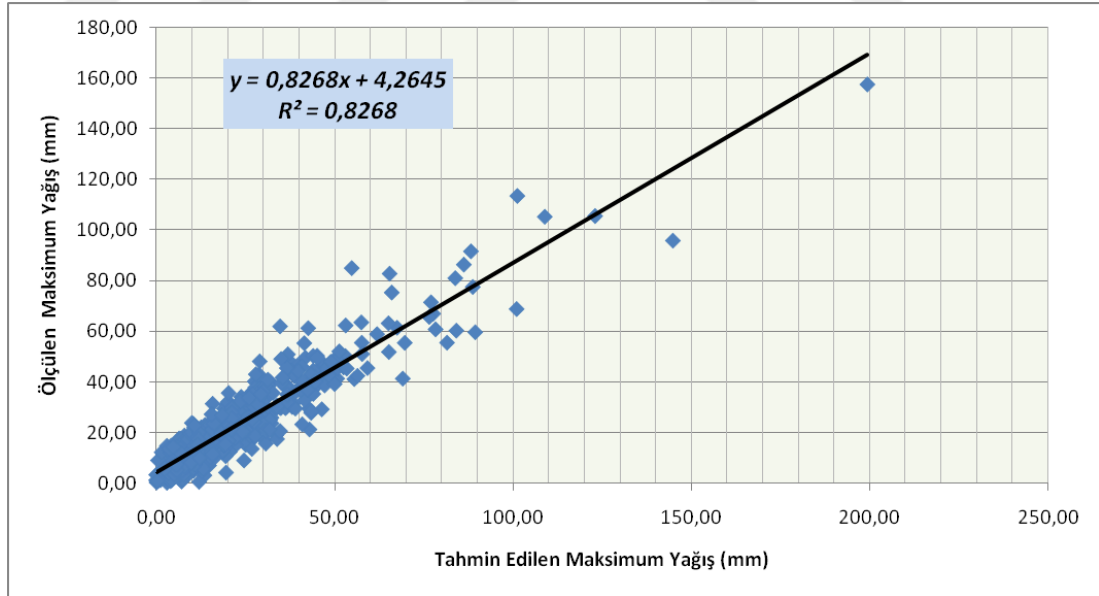
ÇRA sonucunda tahmin edilen maksimum yağış değerleri ile ölçülen aylık maksimum yağış miktarlarının dağılım (Scatter Plot) grafiği Şekil 1.10.'da görülmektedir. Korelasyon katsayısı $R=0,909$, Determinasyon katsayısı $R^2=0,827$ ve Analizin denklemi $Y=0,8268X+4,2645$ olarak hesaplanmıştır.

Şekil 5.13.'de Aylık maksimum yağış (mm) miktarları ve ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin normalize edilmiş Histogramı çizilmiştir. Şekil 5.14.'de Aylık maksimum yağış (mm) değerleri ve ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin Normalize edilmiş P-P grafiği görülmektedir

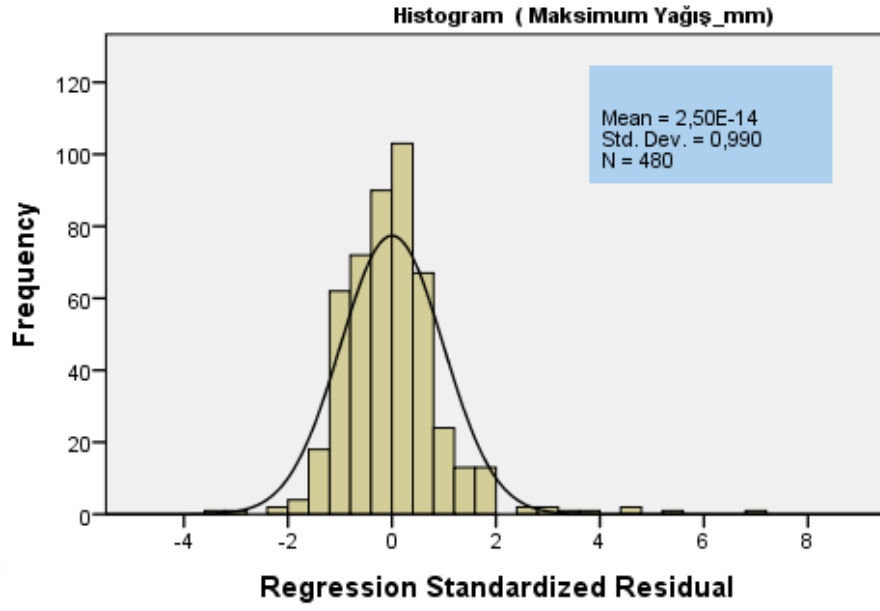
Tablo 5.14. Şile İstasyonu Aylık Maksimum Yağış Tahmininde; Senaryo-Yağış-II İçin ÇRA Analizi Sonuçları

Regresyon Analizi Sonuçları Tablosu							
Girdi		Adet	Kat Sayı	Std. Hata (Sig.)	R	R ²	Düzeltilmiş R ²
Sabit (constant)	C	480	377,30	149,523			
Yağış (mm)	X1	480	0,25	0,008			
Sıcaklık_Min	X2	480	12,41	0,684			
Sıcaklık_Ort (°C)	X3	480	0,16	0,254			
Sıcaklık_Maks	X4	480	-17,10	0,950	0,909	0,827	0,823
Buharlaşma (mm)	X5	480	-0,02	0,015			
Basınç (hPa)	X6	480	0,14	0,145			
Rüzgar Hızı (m/sec)	X7	480	0,79	0,775			
Nem_Ort_(%)	X8	480	-1,96	0,142			
Göксу D.(m3/s)	X9	480	-0,11	0,186			
Sungurlu D.(m3/s)	X10	480	0,28	0,284			

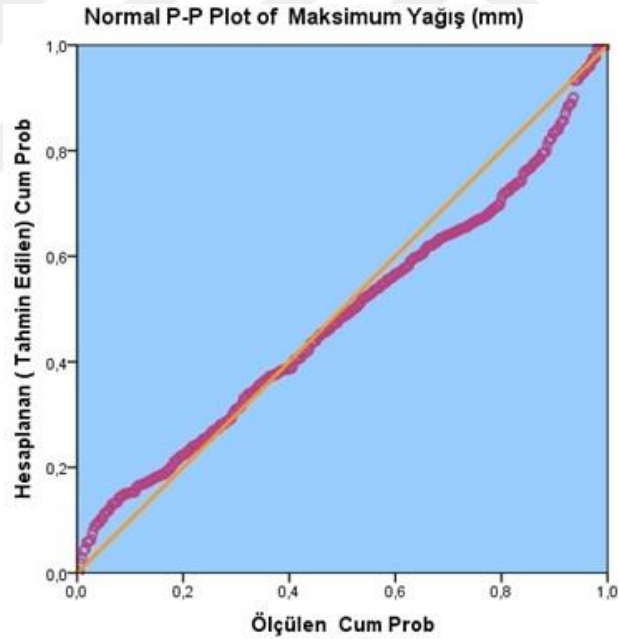
$Q=377,30+0,25X1+12,41X2+0,16X3-17,10X4-0,2X5+0,14X6+0,79X7-1,96X8-0,11X9+0,28X10$



Şekil 5.12. Şile Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilmesi, Dağılım Grafiği.



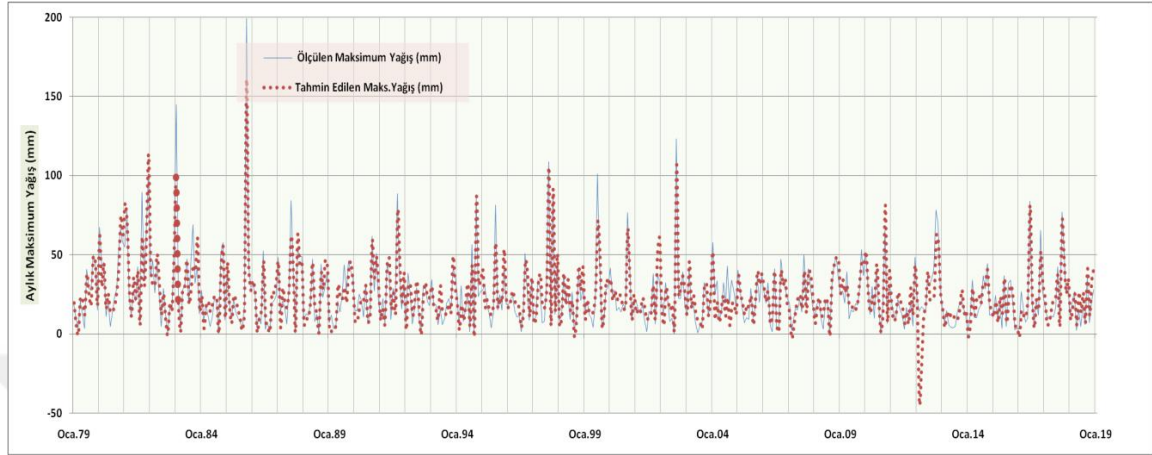
Şekil 5.13. Şile Aylık Maksimum Yağış verileri ve ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile tahmin edilen maksimum yağış Değerlerinin Standardize Edilmiş Histogramı.



Şekil 5.14. Şile Aylık Maksimum Yağış Verileri ve ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilen Maksimum Yağış Değerlerinin Normalize Edilmiş P-P Grafiği.

Şekil 5.15.'de Aylık Maksimum Yağış (mm) değerleri ve ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin aynı zaman serisi grafiğinde gösterilmiştir.

Aylık maksimum yağış tahmininde; Sungurlu deresi aylık ortalama akımlarının bağımsız değişken olarak kullanılması, kullanılmamasına kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.



Şekil 5.15. Şile Ölçülen ve ÇRA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

5.6. YSA ile Ortalama Debi ve Maksimum Yağış Tahmini

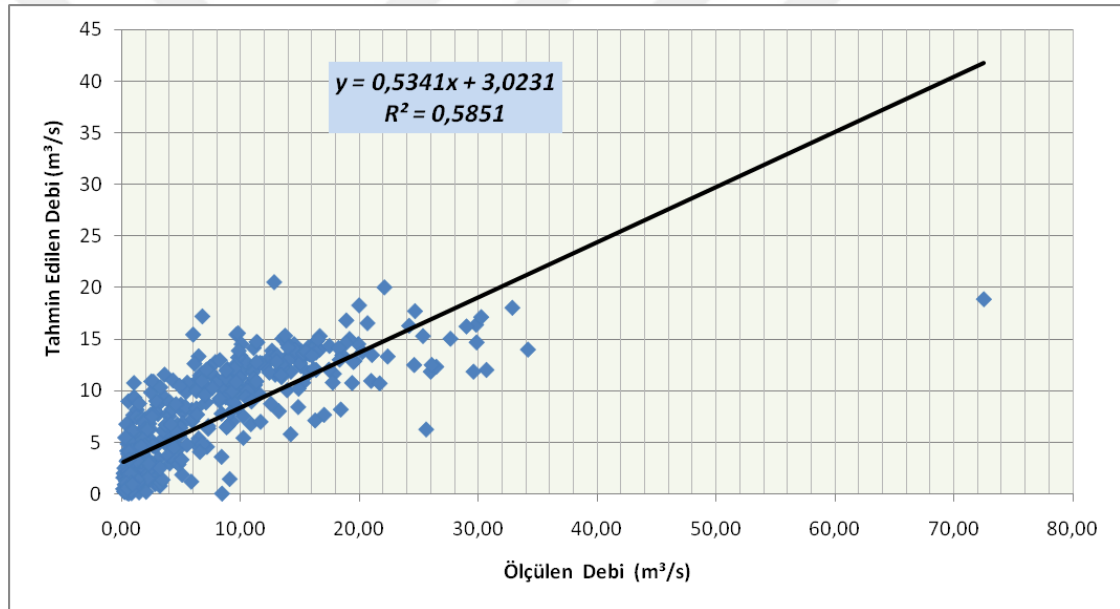
Yapay Sinir Ağları ile yapılacak tahmin hesaplarında bir önceki bölümlerde Çoklu Regresyon Analizinde kullanılan 4 farklı senaryo (Tablo 5.4.) kullanıldı. Analizlerde Yapay Sinir Ağları Analizleri için özel olarak tasarlanan ve geliştirilen Neuro Solutions-7 bilgisayar programı kullanıldı.

5.6.1. YSA (senaryo-debi-I) ile göksu deresi ortalama debi tahmini

Tablo 5.4.'de pearson korelasyon değerlerinden görüldüğü üzere akım rejimi yakın olan Sungunlu Deresi akımları kullanılmadan; Göksu Deresi aylık ortalama akımları YSA ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Göksu Deresi ortalama akım değerleri bağımlı değişken (desired,), diğer 9 adet veri kümesi değerleri bağımsız değişken (input,x) olarak model eğitimiştir. Tablo 5.15.'te Göksu Deresi debi tahmininde, Senaryo-Debi-I için hesaplanan YSA analiz sonuçları görülmektedir.

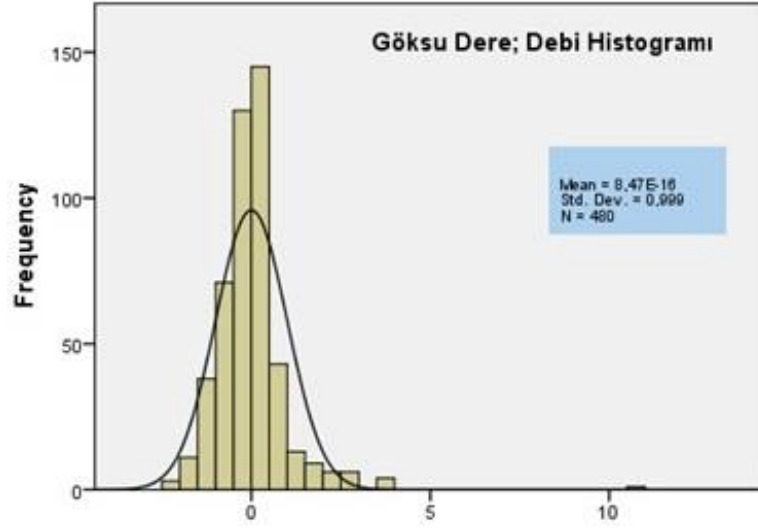
YSA Analiz Modeli	Senaryo	MAE	MSE	R	R ²	RMSE	MAPE
YSA- (Regression MLP)	Senaryo-Debi-I	6,03	74,22	0,7294	0,5320	8,62	48,51
YSA- (Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Debi-I	5,92	71,51	0,7454	0,5556	8,46	47,63
YSA- (Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Debi-I	5,74	67,25	0,7649	0,5851	8,20	46,20

Analizde; Multilayer Perceptron (MLP), Gen.FeedForward (GFF) ve Probabilistic Neural Network (PNN) olmak üzere 3 farklı YSA analiz modeli kullanılmıştır. YSA analiz modellerinden Probabilistic Neural Network (PNN) yönteminin en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Probabilistic Neural Network (PNN) yönteminin, istatistiksel ve matematiksel hata oranları, korelasyon katsayısı (R) ve determinasyon katsayısı (R²) değerleri diğer YSA analiz modellerine göre daha güvenilir olduğu görülmektedir.

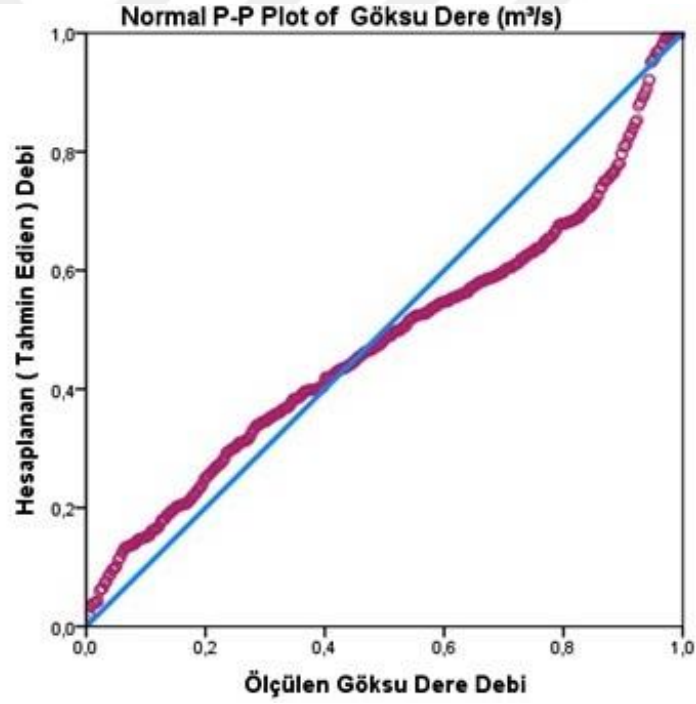


Şekil 5.16. Göksu Deresi Akım Değerlerinin YSA (Senaryo-Debi-I) ile Tahmin Edilmesi, Dağılım Grafiği.

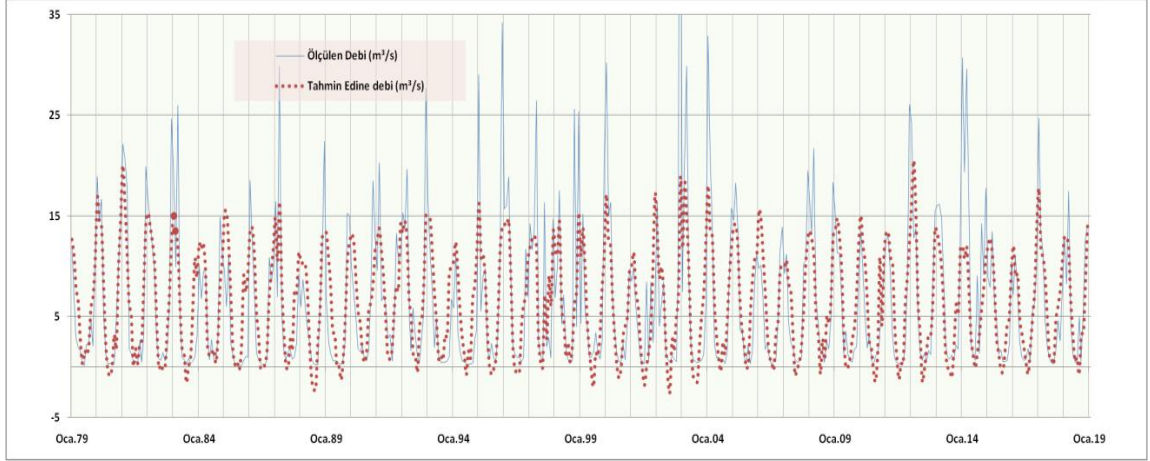
YSA Probabilistic Neural Network (PNN) ile tahmin edilen Göksu Deresi debileri ile ölçülen debilerin dağılım grafiği Şekil 5.16.'da görülmektedir. Analizde korelasyon katsayısı, $R=0,7649$, determinasyon katsayısı, $R^2=0,5851$ ve denklemi $y=0,5341x+3,0231$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5.17. Göksu Dere Ölçülen Akım Miktarları ve YSA (Senaryo-Debi-I) ile Tahmin Edilen Akım Değerlerinin Standardize Edilmiş Göksu Deresi Histogramı.



Şekil 5.18. Göksu Deresi Ölçülen Debileri ve YSA (Senaryo-Debi-I) ile Tahmin Edilen Debilerin Normalize edilmiş P-P Grafiği.



Şekil 5.19. Göksu Deresi Ölçülen ve YSA (Senaryo-Debi-I) ile Tahmin Edilen Debi Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

Göksu Dere ölçülen akım miktarları ve YSA Probabilistic Neural Network (PNN) modeli (Senaryo-Debi-I) ile tahmin edilen akım değerlerinin Şekil 5.17.'de standardize edilmiş Göksu Deresi Histogramı, Şekil 5.18.'de normalize edilmiş P-P grafiği, Şekil 5.19.'da debi değerlerinin zamana göre değişimleri görülmektedir.

5.6.2. YSA (senaryo-debi-I) ile göksu deresi ortalama debi tahmini

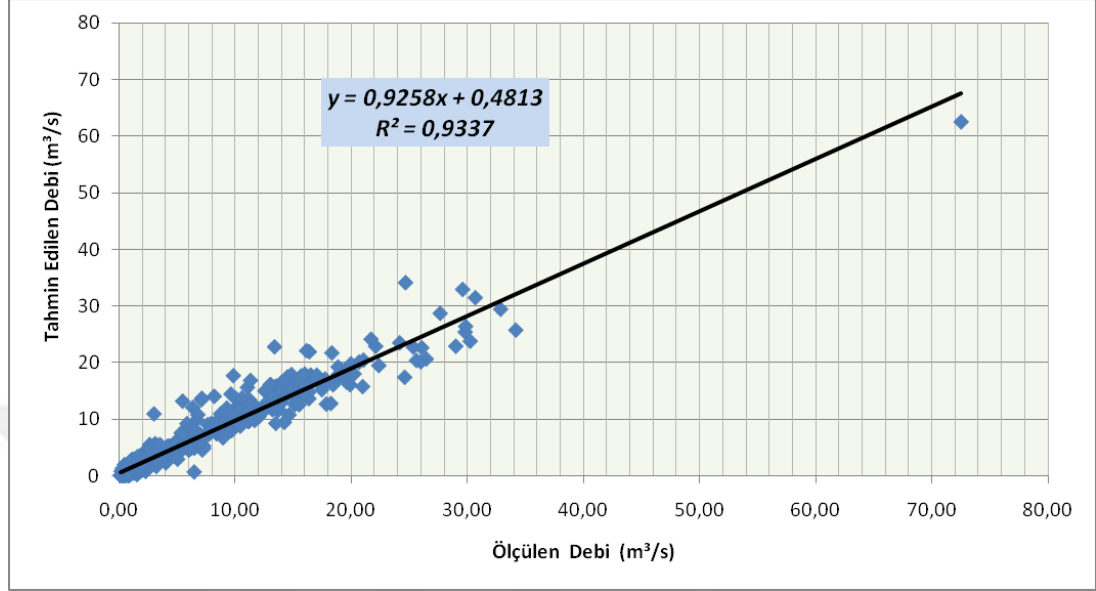
Göksu Deresi aylık akım değerleri bağımlı değişken çıktı (desired) , diğer 10 veri kümesinde bağımsız değişken (input) olarak YSA modeline tanıtılıp, model eğitildi. Bu eğitim sonucunda elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistik değerleri Tablo 5.16.'da verilmiştir.

Tablo 5.16. Göksu Deresi DebiTahmininde; Senaryo-Debi-II için YSA Analiz Sonuçları

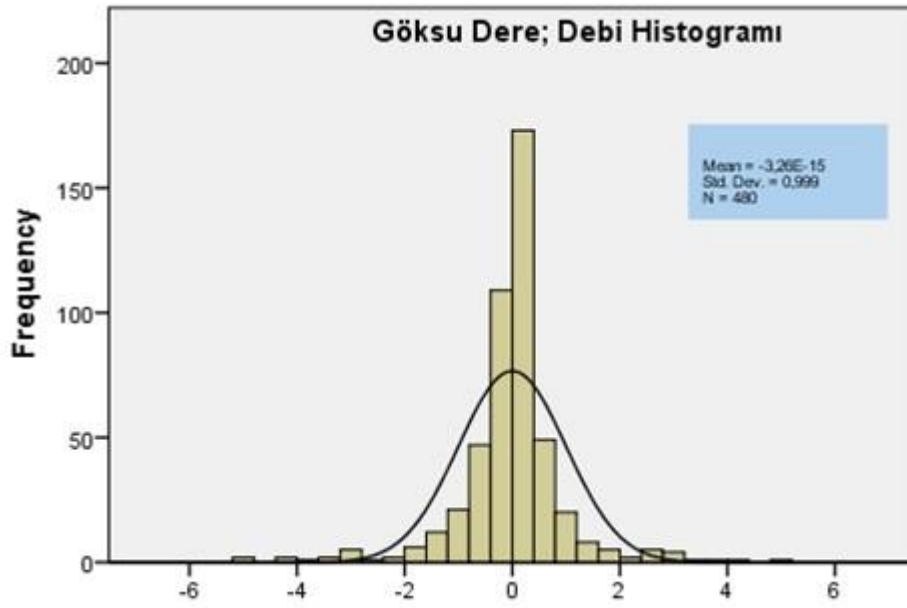
YSA Analiz Modeli	Senaryo	MAE	MSE	R	R ²	RMSE	MAPE
YSA- (Regression MLP)	Senaryo-Debi-II	6,00	73,76	0,9610	0,9236	8,59	48,41
YSA- (Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Debi-II	5,88	70,77	0,9623	0,9261	8,41	47,42
YSA- (Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Debi-II	5,70	66,53	0,9663	0,9337	8,16	45,99

Yapay Sinir Ağlarının bir analiz modeli olan Probabilistic Neural Network (PNN) Göksu Deresi akımlarını tahmininde Senaryo-Debi-II için diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. İstatistiksel hata oranları ve determinasyon katsayısı (R²) değerleri göz önüne alındığında diğer yöntemlere oranla daha başarılı olduğu görülmektedir. Şekil 5.20.'de YSA ile tahmin edilen akım değerlerinin dağılım grafiği

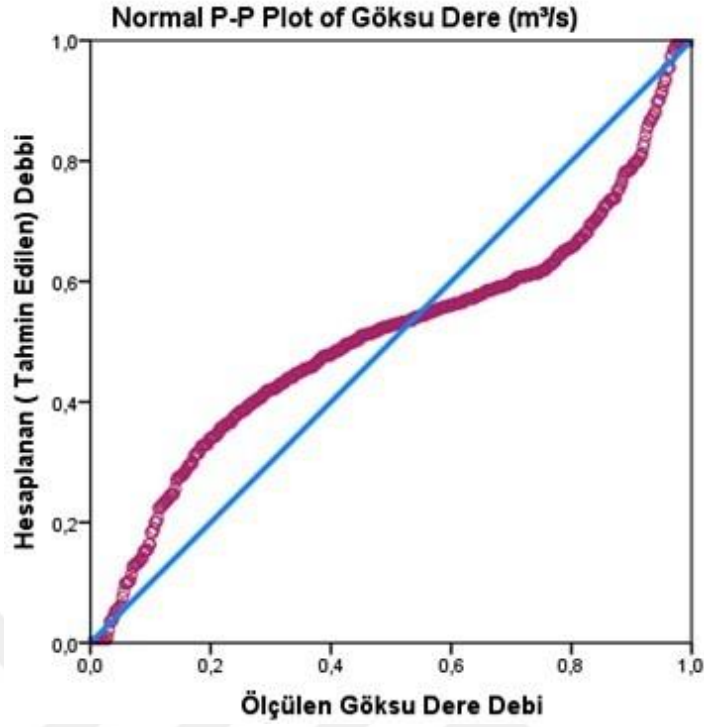
görülmektedir. Analizin korelasyon katsayısı $R= 0,966$ determinasyon katsayısı $R^2=0,933$ ve dağılımın denklemi $y=0,9258x+0,4813$ olarak bulunmuştur.



Şekil 5.20. Göksu Deresi Akım Değerlerinin YSA (Senaryo-Debi-II) ile Tahmin edilmesi, Dağılım Grafiği.



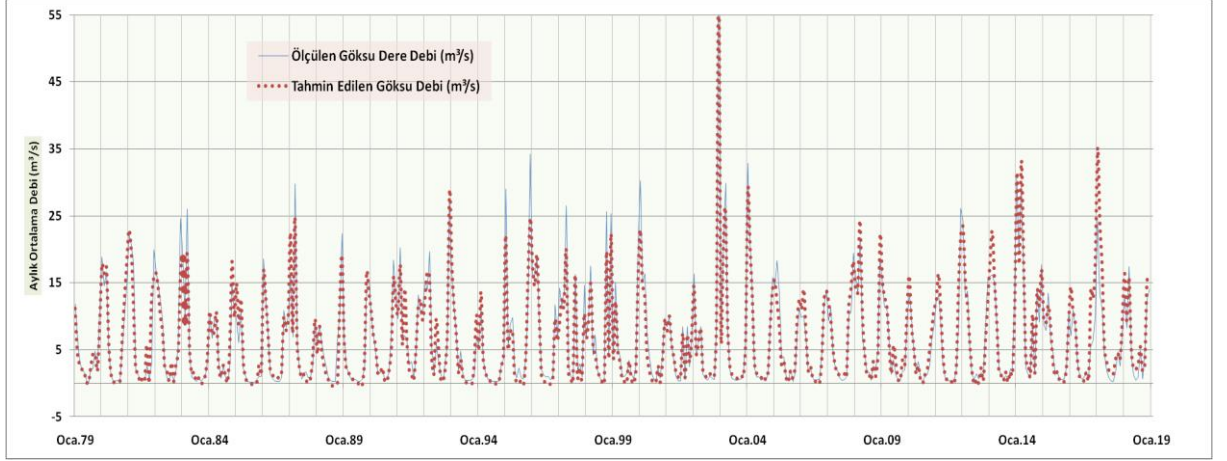
Şekil 5.21. Göksu Dere Ölçülen Akım Miktarları ve YSA (Senaryo-Debi-II) ile Tahmin Edilen Akım Değerlerinin Standardize Edilmiş Göksu Deresi Histogramı.



Şekil 5.22. Göksu Deresi Ölçülen Debileri ve YSA(Senaryo-Debi-II) ile Tahmin Edilen Debilerin Normalize Edilmiş P-P Grafîği.

Göksu Dere ölçülen akım miktarları ve YSA Probabilistic Neural Network (PNN) modeli (Senaryo-Debi-II) ile tahmin edilen akım değerlerinin Şekil 5.21.'de standardize edilmiş Göksu Deresi Histogramı, Şekil 5.22.'de normalize edilmiş P-P grafîği, Şekil 5.23.'te ölçülen ve tahmin edilen debi değerlerinin zamana göre değişimleri görülmektedir.

Şekil 5.23.'de görüldüğü gibi R^2 (determinasyon katsayısı) 1 değerine yakınsadığı için, tahmin edilen ve ölçülen debi değerlerinin debi-zaman grafîğinde paralel hareket ettikleri görülmektedir



Şekil 5.23. Gökse Deresi Ölçülen ve YSA (Senaryo-Debi-II) ile Tahmin Edilen Debi Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

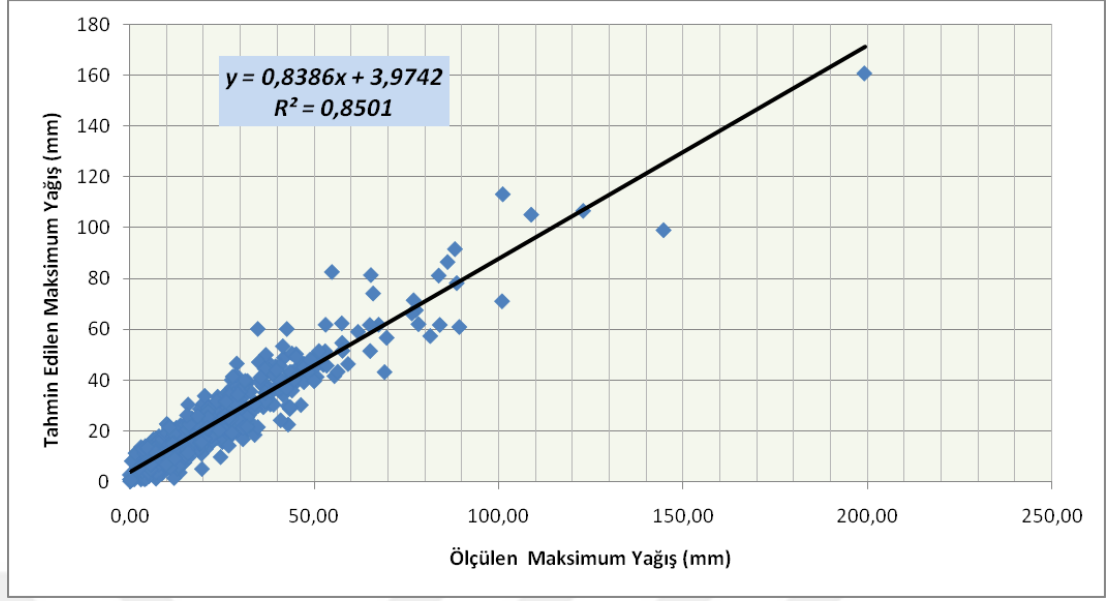
5.6.3. YSA (senaryo-yağış-I) şile aylık maksimum yağış tahmini

Şile MGİ aylık maksimum yağış değerleri bağımlı değişken (desired, d), diğer 9 adet veri kümesi değerleri bağımsız değişken (input, x) olarak modele tanıtılmış ve analiz yapılmıştır. Tablo 5.17.'de Şile MGİ aylık maksimum yağış değerlerinin tahmininde, Senaryo-Yağış-I için hesaplanan YSA analiz sonuçları görülmektedir.

Tablo 5.17. Şile İstasyonu Aylık Maksimum Yağış Tahmininde; Senaryo-Yağış-I için YSA Analiz Sonuçları

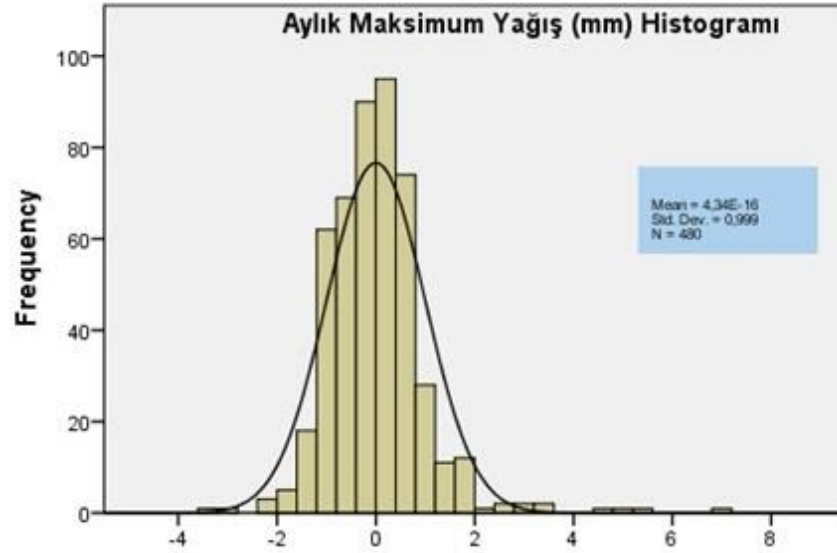
YSA Analiz Modeli	Senaryo	MAE	MSE	R	R ²	RMSE	MAPE
YSA- (Regression MLP)	Senaryo-Yağış-I	3,24	27,19	0,9135	0,8344	5,21	147,00
YSA- (Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Yağış-I	3,16	25,90	0,9168	0,8405	5,09	143,45
YSA- (Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Yağış-I	3,06	24,30	0,9220	0,8501	4,93	138,97

Multilayer Perceptron (MLP), Gen.FeedForward (GFF) ve Probabilistic Neural Network (PNN) olmak üzere 3 farklı YSA analiz modeli ile aylık maksimum yağış tahmini yapılmıştır. Aylık maksimum yağış tahmininde, Generalized Feedforward (GFF) yönteminin Senaryo-Yağış-I için en iyi sonuçları verdiği görülmektedir.

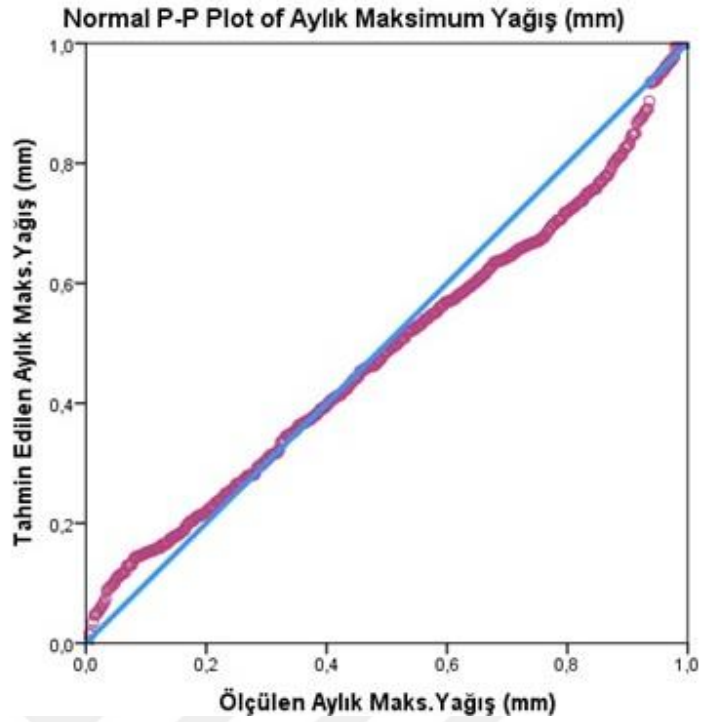


Şekil 5.24. Şile Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin YSA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilmesi, Dağılım Grafiği.

YSA Generalized Feedforward (GFF) ile elde edilen Şile aylık maksimum yağış miktarları ile ölçülen yağış değerlerinin dağılım grafiği Şekil 5.24.'te görülmektedir. Analizde korelasyon katsayısı, $R=0,922$, determinasyon katsayısı, $R^2=0,850$ ve dağılımın denklemi $y=0,8366x+3,9742$ olarak hesaplanmıştır.

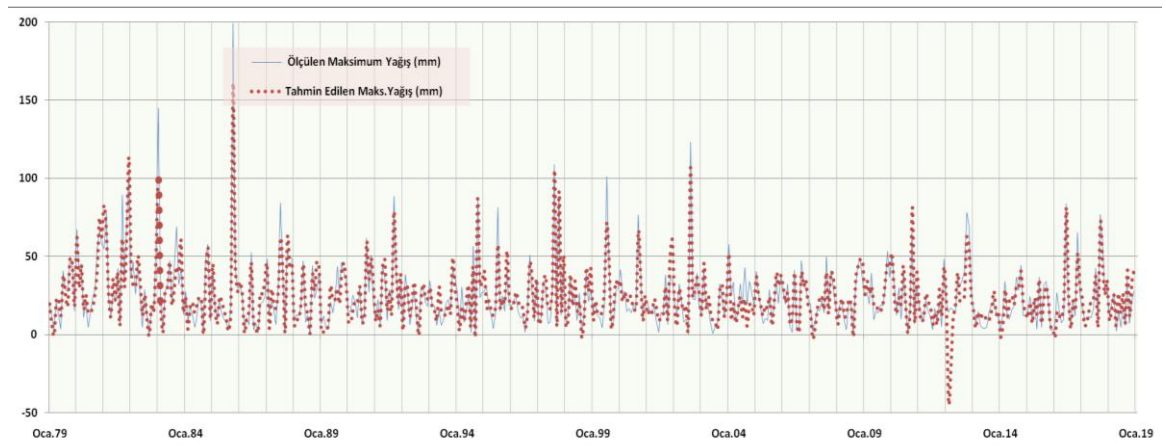


Şekil 5.25. Şile Aylık Maksimum Yağış Verileri ve YSA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilen Maksimum Yağış Değerlerinin Standardize Edilmiş Histogramı.



Şekil 5.26. Şile Aylık Maksimum Yağış Verileri ve YSA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilen Maksimum Yağış Değerlerinin Normalize edilmiş P-P Grafiği.

Şile MGİ aylık maksimum yağış miktarları ve YSA Generalized Feedforward (GFF) modeli (Senaryo-Yağış-I) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin Şekil 5.25.'te, standardize edilmiş Histogramı, Şekil 5.26.'da normalize edilmiş P-P grafiği, Şekil 5.27.'te ölçülen ve tahmin edilen yağış değerlerinin zamana göre değişimleri görülmektedir.



Şekil 5.27. Şile Ölçülen ve YSA (Senaryo-Yağış-I) ile Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağışlar Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

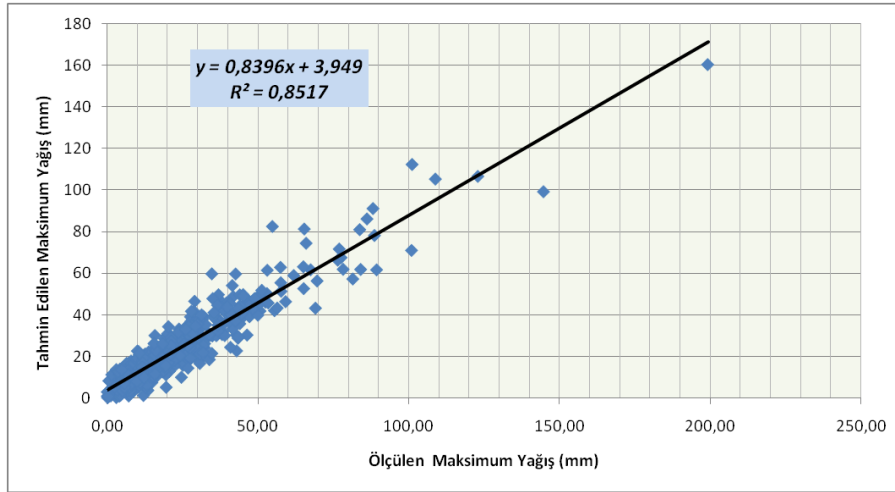
5.6.4. YSA (senaryo-yağış-II) ile şile aylık maksimum yağış tahmini

Aylık maksimum yağış değerleri bağımlı değişken çıktı (desired) , diğer 10 veri kümesi bağımlı değişken girdi (input) olarak YSA modeline tanıtılıp analiz yapıldı. Tablo 5.18.'de Şile istasyonu aylık maksimum yağış tahmininde; Senaryo-Yağış-II için YSA analiz sonuçları görülmektedir.

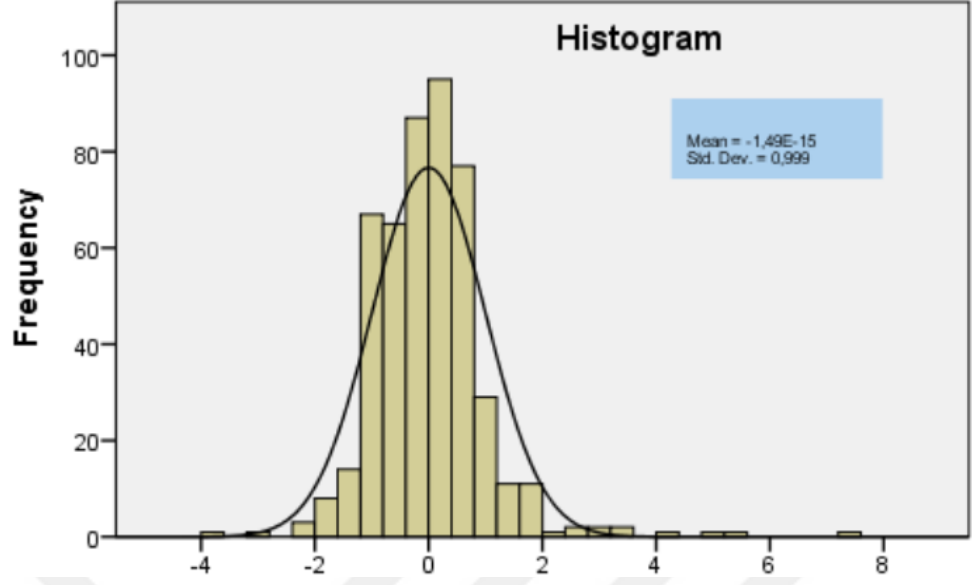
Tablo 5.18. Şile İstasyonu Aylık Maksimum Yağış Tahmininde; Senaryo-Yağış-II için YSA Analiz Sonuçları

YSA Analiz Modeli	Senaryo	MAE	MSE	R	R ²	RMSE	MAPE
YSA- (Regression MLP)	Senaryo-Yağış-II	1,25	4,43	0,9140	0,8354	2,10	40,50
YSA- (Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Yağış-II	1,23	4,29	0,9177	0,8421	2,07	39,85
YSA- (Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Yağış-II	1,17	3,85	0,9229	0,8517	1,96	37,76

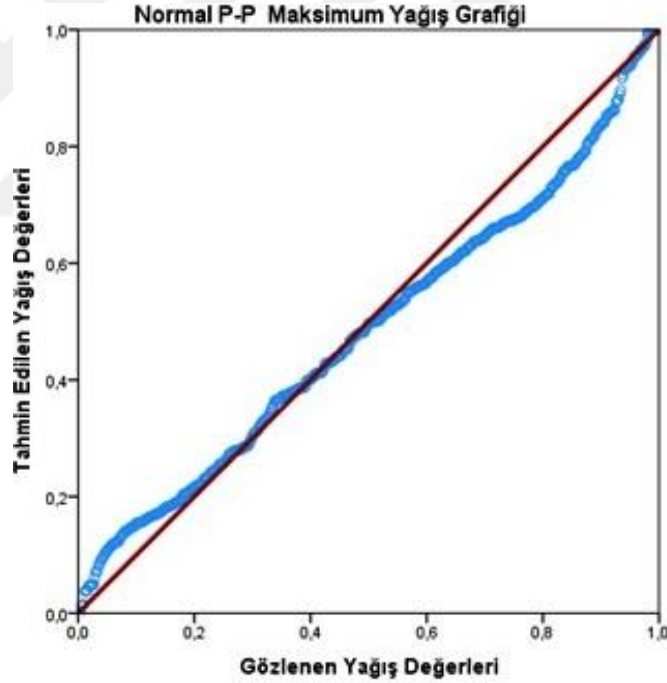
YSA Generalized Feedforward (GFF) modeli Şile aylık maksimum yağış miktarları tahmininde Senaryo-Yağış-II için diğer YSA yöntemlerinin göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. İstatistiksel hata oranları ve determinasyon katsayısı (R²) değerleri göz önüne alındığında diğer yöntemlere oranla daha başarılı olduğu görülmektedir. Şekil 5.28.'de YSA Generalized Feedforward (GFF) modeli ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerleri dağılım grafiği görülmektedir. Analizin korelasyon katsayısı R= 0,9229 determinasyon katsayısı R²=0,8517 ve dağılımın denklemi $y=0,8396x+3,949$ olarak bulunmuştur.



Şekil 5.28. Şile Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin YSA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilmesi, Dağılım Grafiği.

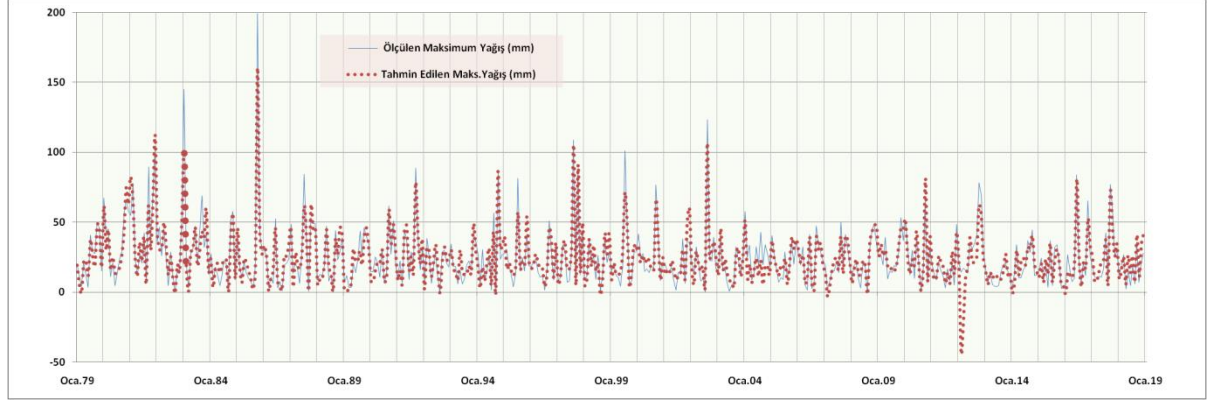


Şekil 5.29. Şile Aylık Maksimum Yağış Verileri ve YSA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilen Maksimum Yağış Değerlerinin Standardize Edilmiş Histogramı.



Şekil 5.30. Şile Aylık Maksimum Yağış Verileri ve YSA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilen Maksimum Yağış Değerlerinin Normalize Edilmiş P-P Grafiği.

Şile MGİ aylık maksimum yağış miktarları ve YSA Generalized Feedforward (GFF) modeli (Senaryo-Yağış-II) ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin Şekil 5.29.'da standardize edilmiş Histogramı, Şekil 5.30.'da normalize edilmiş P-P grafiği ve Şekil 5.31.'de ölçülen ve tahmin edilen maksimum yağış değerlerinin zamana göre değişimleri görülmektedir.



Şekil 5.31. Şile Ölçülen ve YSA (Senaryo-Yağış-II) ile Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağış Değerlerinin Zamana Göre Değişimleri.

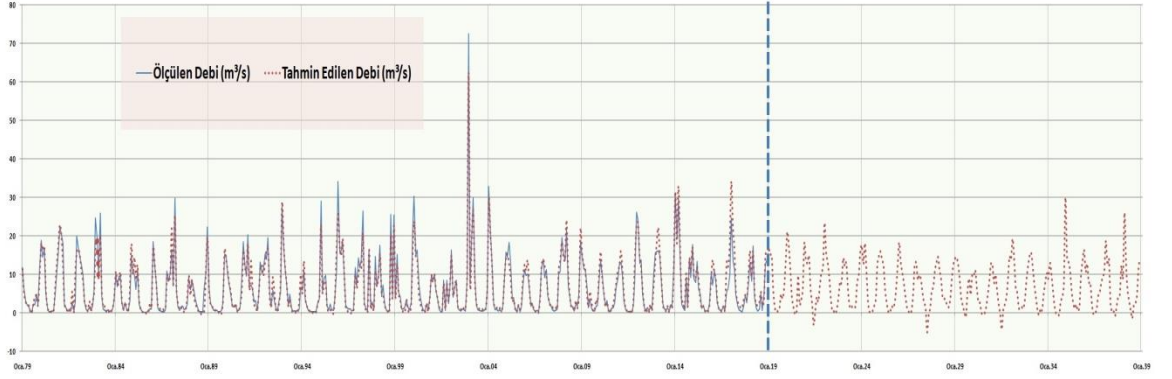
5.7. YSA ile İleriye Yönelik Veri Tahmini

Yapay Sinir Ağları (YSA) ile Göksu Deresi aylık ortalama debileri ve Şile MGİ aylık maksimum yağış değerleri tahmininde en başarılı YSA modeli ile 2019-2038 (240 aylık) yılları arasındaki Göksu Deresi aylık ortalama debi ve Şile MGİ aylık maksimum yağış değerleri tahmini yapıldı. Yapılan tahminlerin zamana göre değişim grafikleri çizildi.

5.7.1. YSA ile ileriye yönelik göksu deresi aylık ortalama debilerinin tahmini

Göksu Deresi aylık ortalama debi tahmininde Senaryo-Debi-II ile eğitilen YSA Probabilistic Neural Network (PNN) modeli, Tablo 5.16.'da görüldüğü üzere korelasyon değeri ($R^2=0,9337$) ve istatistiksel hata değerlerine göre en başarılı tahmin sonuçlarını vermiştir.

Senaryo-Debi-II ile eğitilen YSA Probabilistic Neural Network (PNN) analiziyle ileriye yönelik 20 yıllık (2019-2038 yılları arası, 240 aylık) Göksu Deresi aylık ortalama debi değerleri tahmin edilmiştir. Şekil 5.32.'de Göksu Deresi Ölçülen ve YSA ile Tahmin Edilen Aylık Ortama Debilerin (1979-2038) Zamana Göre Değişimleri görülmektedir.

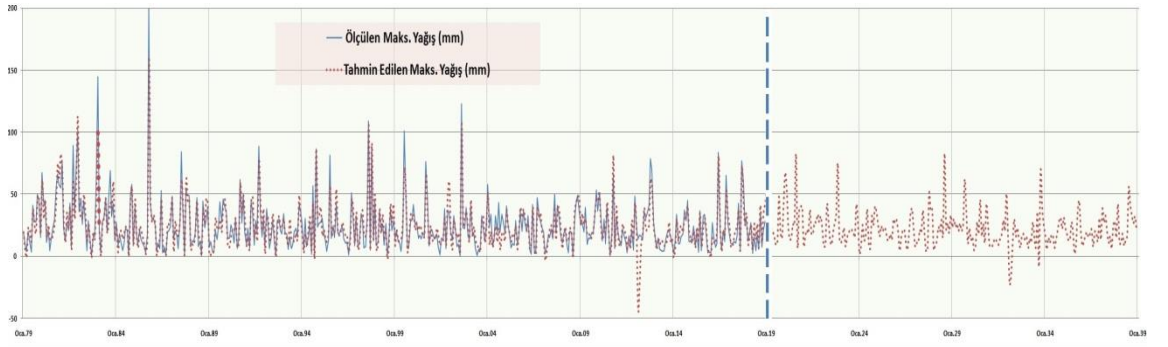


Şekil 5.32. Göksu Deresi Ölçülen ve YSA ile Tahmin Edilen Aylık Ortama Debilerin (1979-2038) Zamana Göre Değişimleri.

5.7.2. YSA ile ileriye yönelik Şile MGİ aylık maksimum yağış tahmini

Şile MGİ aylık maksimum yağış (mm) tahmininde Senaryo-Yağış-II senaryosu ile eğitilen YSA Generalized Feedforward (GFF) modeli, Tablo 5.18.'de görüldüğü üzere korelasyon değeri ($R^2=0,8517$) ve hata (MAE,MSE,RMSE ve MAPE) değerlerine göre en başarılı tahmin sonuçlarını vermiştir.

YSA Generalized Feedforward (GFF) analiz ve Senaryo-Yağış-II modeliyle ileriye yönelik 20 yıllık (2019-2038 yılları arası, 240 aylık) Şile MGİ aylık maksimum yağış (mm) değerleri tahmin edilmiştir. Şekil 5.33.'de Şile MGİ Ölçülen ve YSA ile Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağışların (1979-2038) Zamana Göre Değişimleri görülmektedir.



Şekil 5.33. Şile MGİ Ölçülen ve YSA ile Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağışların (1979-2038) Zamana Göre Değişimleri.

BÖLÜM 6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmamızda Yapay Sinir Ağları ve Regresyon analizleri ile İstanbul Göksu Deresi aylık ortalama debi ve Şile MGİ aylık maksimum yağış tahmini yapılmıştır.

Çalışmada diğer çalışmardan farklı olarak komşu ve benzer havza özelliği gösteren, yağış toplama rezervuar alanı benzer olan olan, aynı yere deşarj olan ve yağış değerleri aynı MGİ'den ölçülen Sungurlu Deresi aylık ortalama akımları da analizlerde girdi olarak kullanılmıştır. Sungurlu Deresi akımları kullanılarak ve kullanılmadan YSA ve ÇRA ile Göksu Deresi aylık ortalama debileri (m^3/s) ve Şile aylık ortalama yağış değerleri (mm) tahmin edilmiş ve kendi aralarında kıyaslanmıştır.

Regresyon ve YSA analizinde Tablo 6.1.'de görülen girdilerin 1979 ile 2018 arası 40 yıllık (480 aylık) verileri kullanılmıştır. Aylık ortalama yağış (mm), Aylık maksimum yağış (mm), Aylık ortalama basınç (hPa), Aylık ortalama nispi nem (%), Aylık ortalama rüzgâr hızı (m/sec), Göksu Deresi aylık ortalama debi (m^3/s), Sungurlu Deresi aylık ortalama debi (m^3/s), Aylık ortalama buharlaşma (mm), Aylık ortalama, minimum ve maksimum sıcaklık (°C) olmak üzere 11 farklı veri kümesinden toplam 5280 adet veri kullanılmıştır.

Meterolojik veriler; İstanbul Meteroloji Bölge Müdürlüğünce işletilen, 17610 nularaalı Şile MGİ'den, aylık ortalama debi değerleri DSİ 14.Bölge Müdürlüğünce işletilen 2-003 numaraalı Çanakdere-Gerdelli ve 2-004 numaraalı Göksu-İsaköy AGİ'lerden alınmıştır.

Çoklu Resgresyon Analizi ve Yapay Sinir Ağları (YSA) analizinde Multilayer Perceptron (MLP), Probabilistic Neural Network (PNN), Radial Basis Function (RBF), Generalized Feedforwad (GFF) olmak üzere 4 farklı analiz yöntemi kullanılmıştır. Analiz sonucunda Ortalama Yüzde Hata (MAE), Ortalama Karesel Hata (MSE), Kök

Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Yüzde Hata (MAPE) gibi istatistiksel hata oranları hesaplanmıştır.

Tüm veriler için pearson korelasyon analizi yapılmış, birbirlerini etkileyen veriler ve etki dereceleri bulunmuştur. Tahminlerin gerçeğe yakınsamasını oranlamak için korelasyon katsayısı (R), determinasyon katsayısı (R²) ve düzeltilmiş determinasyon katsayısı (Adj.R²) hesaplanmıştır. Tahmin edilen değerler ile hesaplanan değerlerin dağılım grafikleri çizilmiş, dağılımların lineer denklemleri bulunmuştur.

Göksu deresi debi tahmininde 2 ve Şile aylık maksimum yağış tahmininde 2 olmak üzere 4 farklı senaryo ile 16 farklı analiz yapılmıştır. Komşu ve benzer havza özelliği deresi olan Sungurlu Deresi ortalama akımlarının analizde kullanılmasının tahmin sonuçları üzerindeki olumlu etkileri tablo ve grafiklerle açıklanmaya çalışılmıştır.

Şile MGİ aylık maksimum yağış tahmininde 2 farklı senaryo ile 2 adet Çoklu Regresyon Analizi (ÇRA) ve 6 adet Yapay Sinir Ağları (YSA) analizi olmak üzere Tablo 6.1.'de gösterilen toplam 8 analiz yapılmıştır.

Şile İstasyonu aylık maksimum yağış tahmininde YSA yönteminin, ÇRA metoduna göre daha başarılı sonuçlar verdiği Tablo 6.1.'de görülen korelasyon (R) katsayısı, determinasyon katsayısı (R²) ve İstatiki hata oranlarından görülmektedir.

Tablo 6.1. Aylık Maksimum Yağış Tahmini Analizleri ve Sonuçları

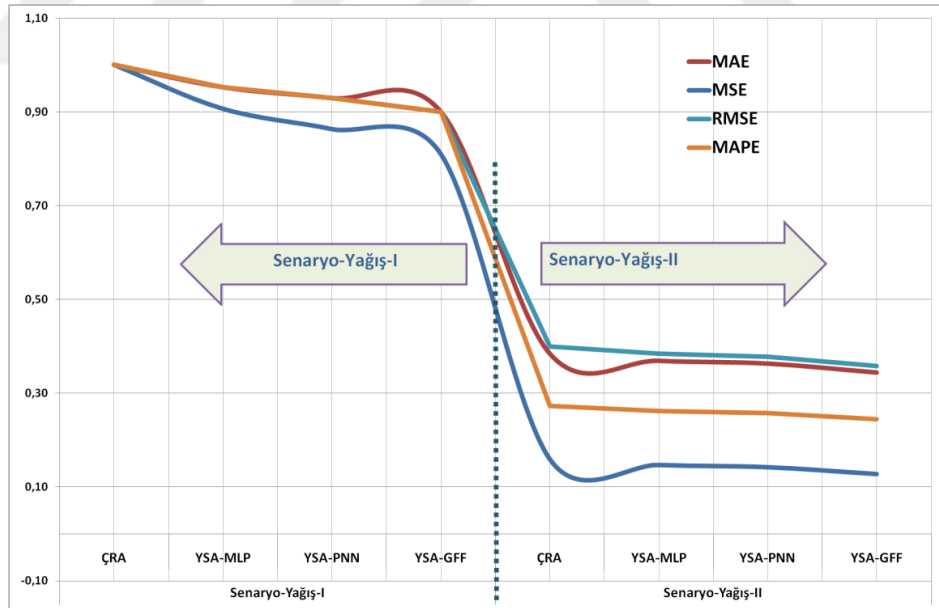
ANALİZ	SENARYO	MAE	MSE	R	R ²	RMSE	MAPE
ÇRA-Çoklu Regresyon Analizi	Senaryo-Yağış-I	3,3985	30,0047	0,9091	0,8265	5,4777	154,4103
ÇRA-Çoklu Regresyon Analizi	Senaryo-Yağış-II	1,3056	4,8036	0,9093	0,8268	2,1917	42,1909
YSA-(Regression MLP)	Senaryo-Yağış-I	3,2353	27,1934	0,9135	0,8344	5,2147	146,9986
YSA-(Regression MLP)	Senaryo-Yağış-II	1,2533	4,4270	0,9140	0,8354	2,1041	40,5033
YSA_(Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Yağış-I	3,1572	25,8953	0,9168	0,8405	5,0887	143,4472
YSA-(Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Yağış-II	1,2331	4,2852	0,9177	0,8421	2,0701	39,8493
YSA-(Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Yağış-I	3,0586	24,3038	0,9220	0,8501	4,9299	138,9693
YSA-(Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Yağış-II	1,1685	3,8478	0,9229	0,8517	1,9616	37,7609

Tablo 6.1.'de görüldüğü gibi, Şile İstasyonu aylık maksimum yağış tahmininde; Yapay Sinir Ağları (YSA) analizlerinin, Çoklu Regresyon Analizlerine (ÇRA) oranla daha iyi tahmin sonuçları verdiği ortaya konmuştur.

Ayrıca Şile İstasyonu maksimum yağış tahmininde YSA analiz metodlarından Generalized Feedforward (GFF) metodunun, diğer Multilayer Perceptron (MLP) ve Probabilistic Neural Network (PNN) analizlerinden daha başarılı olduğu görülmüştür.

Şile İstasyonu maksimum yağış tahmininde; komşu dere Sungurlu Deresi debilerinin kullanıldığı Senaryo-Yağış-II senaryosu ve Sungurlu Dere debilerinin kullanılmadığı Senaryo-Yağış-I senaryosu ile yapılan analizlerde elde edilen, korelasyon ve determinasyon katsayıları farklarının göz ardı edilebilecek seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Sungurlu Deresi debilerinin Şile MGİ aylık maksimum yağış tahmini analizlerinde ihmal edilebilir bir pozitif etkisinin olduğu görülmektedir.

YSA v ÇRA analiz metodları ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerlerinin MAE, MSE, RMSE ve MAPE hata değerlerinin karşılaştırılması için, standardize edilmiş değerleri Şekil 6.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 6.1. YSA ve ÇRA ile Şile Aylık Maksimum Yağış Tahmini Normalize Edilmiş Hata Değerleri.

Senaryo-Yağış-I ve Senaryo-Yağış-II ile tahmin edilen aylık maksimum yağış değerleri, korelasyon katsayısı (R) ve determinasyon katsayısı (R²) değerlerinin çok yakın veya aynı olduğu görülmektedir. Buna rağmen, Senaryo-Yağış-II ile yapılan hem ÇRA hemde

YSA analizlerindeki istatistiki hata değerlerinin, Senaryo-Yağış-I ile yapılan analizlere oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Şekil 7.1.'de de görüldüğü üzere Şile aylık maksimum yağış tahmininde, analiz hata oranlarının düşük çıkması için Senaryo-Yağış-II senaryosunun kullanılmasının daha doğru olacağı göstermiştir.

Göksu Deresi aylık ortalama debi tahmininde Senaryo-Debi-I ve Senaryo-Debi-II senaryoları ile 2 adet ÇRA analizi ve 6 adet YSA analizi olmak üzere Tablo 6.2'de gösterilen toplam 8 analiz yapılmıştır.

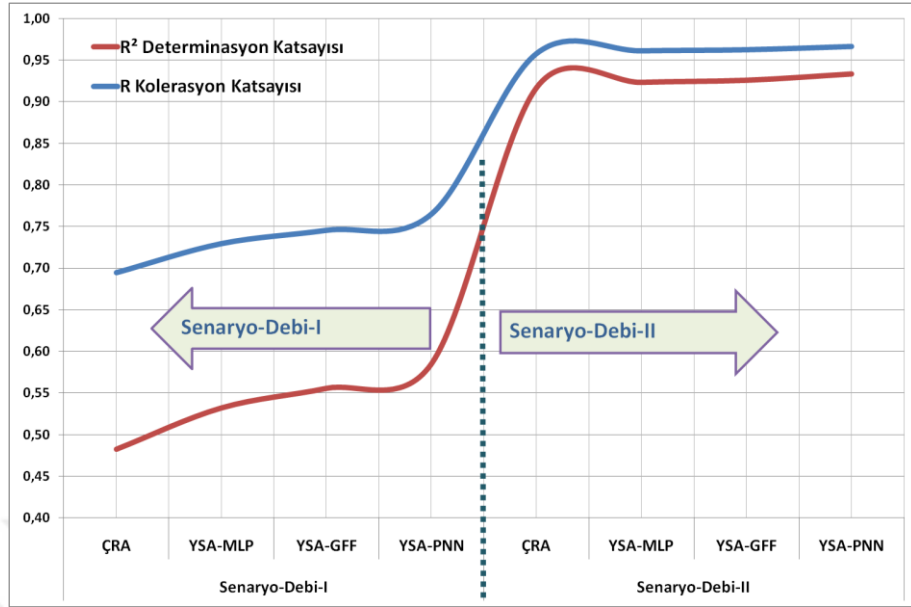
Göksu Deresi aylık ortalama akım değerlerinin (m^3/s) tahmininde YSA yönteminin, ÇRA metoduna göre daha başarılı sonuçlar verdiği Tablo 6.2.'de görülmektedir. YSA analizleri ile tahmin edilen debilerin; korelasyon (R) katsayısı, determinasyon katsayısı (R^2) ve İstatiki hata oranları, ÇRA ile hespanan değerlerden daha iyi olduğu görülmüştür.

Tablo 6.2. Göksu Deresi Aylık Ortalama Debi Tahmini Analizleri ve Sonuçları

ANALİZ	SENARYO	MAE	MSE	R	R^2	RMSE	MAPE
ÇRA-Çoklu Regresyon Analizi	Senaryo-Debi-I	6,1680	77,7543	0,6945	0,4823	8,8178	49,6443
YSA- (Regression MLP)	Senaryo-Debi-I	6,0262	74,2189	0,7294	0,5320	8,6150	48,5114
YSA- (Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Debi-I	5,9153	71,5095	0,7454	0,5556	8,4563	47,6253
YSA- (Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Debi-I	5,7365	67,2502	0,7649	0,5851	8,2006	46,1977
ÇRA-Çoklu Regresyon Analizi	Senaryo-Debi-II	6,1547	77,5931	0,9577	0,9171	8,8087	49,6363
YSA- (Regression MLP)	Senaryo-Debi-II	6,0010	73,7621	0,9610	0,9236	8,5885	48,4058
YSA- (Reg Gen Feedforward)	Senaryo-Debi-II	5,8780	70,7671	0,9623	0,9261	8,4123	47,4214
YSA- (Probabilistic Neural Network)	Senaryo-Debi-II	5,6996	66,5347	0,9663	0,9337	8,1569	45,9940

Göksu Deresi aylık ortalama debilerinin tahmininde komşu dere Sungurlu Deresi debilerinin kullanıldığı Senaryo-Debi-II senaryosunun hem ÇRA hemde YSA 'da daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir. Buda bize komşu dere Sungurlu Deresi debileri ile Göksu Deresi debi değerleri arasında pozitif yönlü bir korelasyon değerinin olduğunu göstermektedir.

Komşu havza deresi Sungurlu Deresi debi değerlerinin girdi olarak kullanıldığı Senaryo-Debi-II ile tahmin edilen Göksu Deresi debi değerlerinin; Sungurlu Deresi debi değerlerinin kullanılmadığı Senaryo-Debi-I senaryosuna göre çok daha başarılı sonuçlar verdiği Şekil 6.2.'de görülmektedir.



Şekil 6.2. Göksu Deresi Aylık Ortalama Tahmini Analizlerinde Senaryolar ve R, R² Değerleri.

Ayrıca Göksu Deresi aylık ortalama debilerinin tahmininde YSA analiz metodlarından Probabilistic Neural Network (PNN) metodunun, diğer Multilayer Perceptron (MLP) ve Generalized Feedforward (GFF) analizlerinden daha başarılı olduğu görülmüştür.

Aylık maksimum yağış tahmininde başarılı bulunan YSA-Probabilistic Neural Network (PNN) analiz yöntemi ile 2019-2038 yılları arası 20 yıllık (240) ileriye yönelik Şile MGİ aylık maksimum yağış değerlerinin tahmini yapılmıştır.

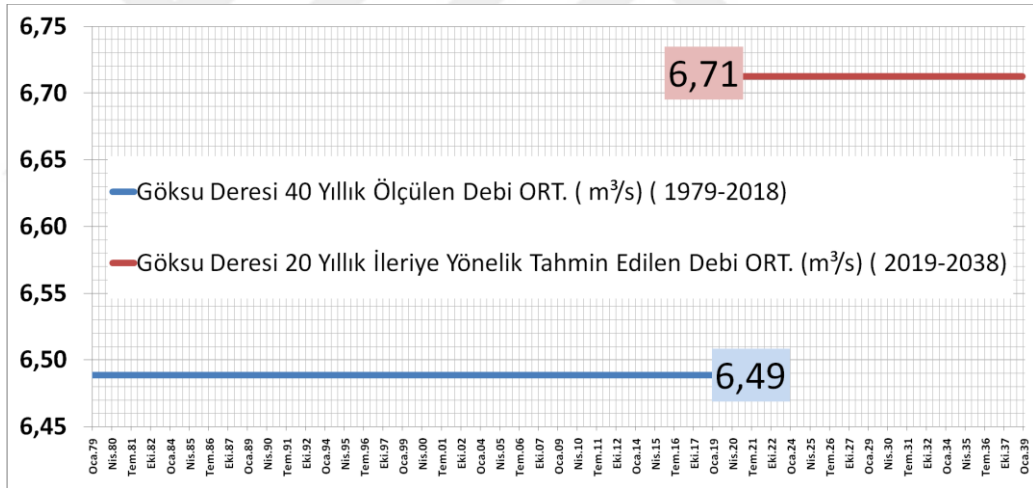
Aylık Ortalama Debi tahmininde başarılı sonuçlar veren YSA- Generalized Feedforward (GFF) analiz metodu ile Göksu Deresinin 2019-2038 yılları arası 20 yıllık (240) ileriye yönelik aylık ortalama debileri tahmin edilmiştir.

Başarılı bulunan YSA- Generalized Feedforward (GFF) ile tahmin edilen ileriye yönelik aylık ortalama debi değerlerini kıyaslamak için 1979-2018 yılları arası 40 yıllık ölçülmüş Göksu Deresi aylık ortalama debi değerlerinin ortalamaları ile 2019-2038 yılları arası ileriye dönük tahmin edilen 20 yıllık aylık ortalama debilerin ortalamaları grafik halinde Şekil 6.3.'te gösterilmiştir.

YSA ile tahmin edilen ileriye yönelik aylık maksimum yağış değerlerini kıyaslamak için 1979-2018 yılları arası 40 yıllık ölçülmüş Şile MGİ aylık maksimum yağış ortalamaları ile 2019-2038 yılları arası ileriye dönük tahmin edilen 20 yıllık aylık maksimum yağış ortalamaları grafik halinde Şekil 6.4.'te gösterilmiştir.

Şekil 6.3.'te görüldüğü üzere 1979-2018 arası Göksu Deresi ölçülmüş aylık debilerinin ortalaması 6,49 m³/s ve 2019-2038 yılları arası ileriye yönelik tahmin edilen aylık debilerin ortlaması 6,71 m³/s hesaplanmıştır.

Ölçülmüş ve tahmin edilmiş debilerin genel ortalamaları dikkate alındığında; YSA ile ileriye yönelik yapılan Göksu Deresi aylık ortalama debi değerlerinin, ölçülmüş debi değerlerine yakın olduğu, ancak YSA tahmin edilen debi değerlerinin genel ortalamasının matematiksel olarak biraz daha yüksek olduğu görülmektedir.

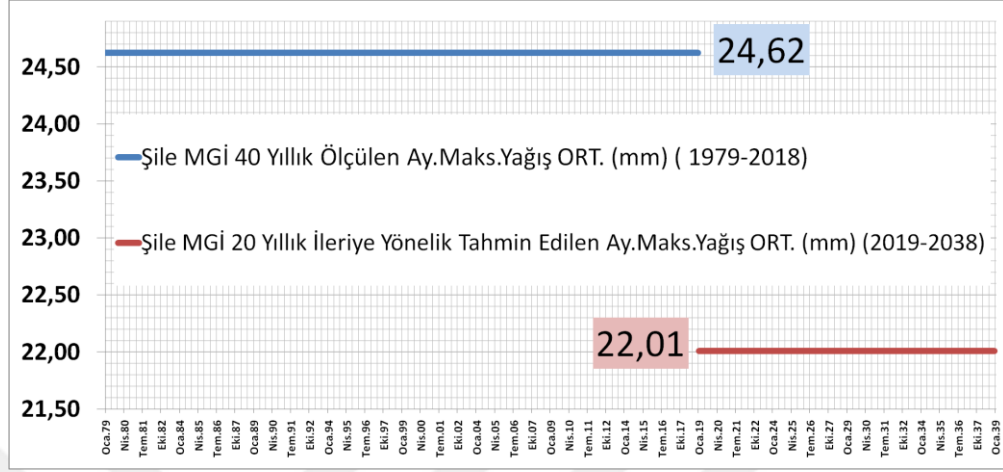


Şekil 6.3. Göksu Deresi Ölçülen Aylık Ortalama Debilerin ve YSA ile İleriye Yönelik Tahmin Edilen Aylık Ortalama Debileri.

Şile MGİ 1979-2018 arası ölçülmüş aylık maksimum yağışların genel ortalaması 24,62 mm ve 2019-2038 yılları arası ileriye yönelik tahmin edilen aylık maksimum yağışların genel ortalaması 22,01mm olduğu Şekil 6.4.'te görülmektedir.

Şile MGİ ölçülmüş ve ileriye dönük tahmin edilmiş, aylık maksimum yağış değerlerinin genel ortalamaları dikkate alındığında; YSA ile ileriye yönelik tahmin edilen aylık

maksimum yağış değerleri genel ortalamasının, ölçülmüş aylık aylık maksimum yağışların genel ortalamasına oranla daha düşük çıktığı görülmektedir.



Şekil 6.4. Şile MGİ Ölçülen Aylık Maksimum Yağışların ve YSA İle İleriye Yönelik Tahmin Edilen Aylık Maksimum Yağışların Ortalamaları.

YSA analiz metodunun Şile aylık maksimum yağış ve Göksu Deresi debi tahmininde kullanılabileceği, Şile aylık maksimum yağış tahmininde YSA-Probabilistic Neural Network (PNN) analiz yönteminin, Göksu Dere aylık ortalama debi tahmininde YSA-Generalized Feedforward (GFF) analiz yönteminin başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

Komşu ve benze havza deresi Sungurlu Deresi akımların, Göksu Deresi debilerini tahmin etmekte kullanılabileceği ve doğru tahmin değerleri için etkisinin büyük olduğu ortaya konulmuştur.

Şile MGİ aylık maksimum yağış hesabında komşu dere Sungurlu Deresi akımlarının, maksimum yağış tahmin değerlerini ihmal edilebilecek düzeyde etkilediği ancak tahmin edilen eğerlerin hata oranlarını olumlu yönde etkilediği ve bu amaçla girdi olarak kullanılabileceği gösterilmiştir.

Komşu ve benzer havza derelerinin, bir birileri ile korelasyon içinde oldukları, veya olabilecekleri gösterilmiştir.

Göksu Deresi için ileriye yönelik ortalama debi tahmini için YSA-Generalized Feedforward (GFF) analiz metodunun kullanılabileceği ve debilerin genel ortalamaları dikkate alındığında, iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.



KAYNAKLAR

- Aksu, Y. (2019). *İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağlarının İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Tez No:536428, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van).
- Aktağ, Ö. (2009). *Akarsularda Sürüntü Maddesi Hesabı* (Yüksek Lisans Tezi, Tez No:245481, Sakarya Üniversitesi, SAKARYA).
- Alp, M., & CİGİZOĞLU, H. (2007). *Suspended Sediment Load Simulation By Two Artificial Neural Network Methods Using Hydrometeorological Data*. Environmental Modelling & Software,
- Alpar, R. (2014). *Uygulamalı İstatistik ve Geçerlilik-Güvenirlik*. Ankara: Detay Yayıncılık.
- Anurag, M., & KUMAR, A. (2015). *Pan Evaporation Simulation Based on Daily Meteorological Data Using Soft Computing Techniques and Multiple Linear Regression*. Water Resources Management , 1859-1872.
- Aslan, E. (2008). *Değişik Yapay Sinir Ağı Metotlarının Su Kaynakları Verisinin Uzun Zaman Aralıklı Tahminlerinde Kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi, Tez No:223904, İTÜ, İstanbul).
- Bayazıt, M., & ÖNÖZ, B. (2008). *Taşkın ve Kuraklık Hidrolojisi*. İstanbul: Nobel Yayın
- Devlet Su İşleri (DSİ). (2019). *DSİ Akım Gözlem Yıllıkları*. Erişim: 3 Mart, 2019 <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/akim-gozlem-yillikleri>
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ). (2008). *Osmangazi Barajı Revize Planlama Raporu*, S.10. İstanbul: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ). (2015). *Sungurlu Barajı ÇED Raporu*, S.46. İstanbul: Çevre ve Orman Bakanlığı
- Erensoy, B. (2018). *Uzun Dönem Kuraklık Tahmininde Dalgacık Yöntemiyle Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması* (Yüksek Lisans Tezi, Tez No:527409, Aksaray Üniversitesi, Aksaray).
- Ersoy, E., & Kartal, Ö. (2012). *Yapay Sinir Ağları ve İnsan Beyni* (Cilt:1, Sayfa:188-205, e-ISSN 2147-1185). *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*.
- Haykin, S. (1998). *Neural Networks-A Comprehensive Foundation* (2 b.). New Jersey: Prentice-Hall, Upper Saddle River.
- Karpathy, A. (2019). *A Beginner's Guide to Neural Networks and Deep Learning*. Erişim: 17 Nisan, 2019, <https://skymind.ai/wiki/neural-network>

- Makinist, S. (2019). *Büyük Veri ve Yapay Zeka Laboratuvarı*. Erişim: 04 Mayıs 2019, <http://buyukveri.firat.edu.tr/2018/04/16/derin-ogrenme-yapay-sinir-aglari-3>
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). (2019). *Meteoroloji İstasyonları Haritası*, Erişim:4 Mart,2019, <https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?>
- Nacar, S. (2014). *Farklı Yapay Zeka Yöntemleriyle Günlük Akarsu Akım Değerlerinin Tahmini-Haldizen Deresi Örneği* (Yüksek Lisans Tezi, Tez No:411466,Aksaray Üniversitesi,Aksaray).
- Neuro Solutions. (2019). *What are Neural Networks & Predictive Data Analytics?* Erişim: 5 Nisan, 2019 <http://www.neurosolutions.com/products/ns/>
- Öztemel, E. (2003). *Yapay Sinir Ağları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.
- Sharma.S.(2019) *What Is Activation Function?* Erişim: 20 Nisan 2019, <https://towardsdatascience.com/activation-functions-neural-networks-1cbd9f8d91d6>
- Sönmez, O. (2010). *Akım Ölçümü Yapılmayan Derelerde Debi Süreklilik Çizgisinin Belirlenmesi*(Yüksek Lisans Tezi, Tez No:274732,Sakarya Üniversitesi,Sakarya).
- Su Yönetimi Genel Müdürlüğü. (2017). *Taşkın Yönetimi Kitabı*. Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı.
- Şen, Z. (2004). *Yapay Sinir Ağı İlkeleri*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, Geotada. (2019). *Açık Kaynak Ağ Tabanlı CBS Uygulama Veri Altyapısı*. Erişim: 5 Nisan 2019, <http://geodata.ormansu.gov.tr/>
- WEKA. (2019). *Waikato Üniversitesi, Waikato Environment for Knowledge Analysis*. Erişim: 18 Nisan 2019, <https://www.waikato.ac.nz>
- Yarar, A. (2004). *Beyşehir Gölü Su Değişimlerinin Yapay Sinir Ağları ile Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi,Tez No:153793,Selçuk Üniveristesi,Konya).
- YSA. (2018). Erişim: 25 Nisan 2019, <https://www.psikolojik.gen.tr/yapay-sinir-aglari.html>

ÖZGEÇMİŞ

Abdulgani FIRAT, 1981 de Adıyaman' da doğdu. İlk ve Orta eğitimini Adıyaman'da tamamladı. 1999 yılında Gebze Sağlık Meslek Lisesi, Çevre Sağlığı Teknisyenliği Bölümünden mezun oldu. 1999 yılında başladığı Kocaeli Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü 2004 yılında bitirdi. Çeşitli firmalarda inşaat mühendisi, saha mühendisi, laboratuvar müdürü ve proje müdürü olarak çalıştı. Halen özel sektörde inşaat mühendisi olarak çalışmaktadır. Evli, 2 çocuk sahibidir.