

Onur BÖLÜK



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİNİN  
YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ  
KULLANILARAK TAHMİNİ**

**Onur BÖLÜK**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

EYLÜL 2020

EYLÜL 2020





**YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİNİN  
YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİ KULLANILARAK TAHMİNİ**

**Onur BÖLÜK**

**YÜKSEK LİSANS  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2020**

Onur BÖLÜK tarafından hazırlanan “YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİNİN YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİ KULLANILARAK TAHMİNİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir

**Danışman:** Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ

İnşaat Mühendisliği, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....  
.....

**Başkan:** Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ

İnşaat Mühendisliği, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....  
.....

**Üye:** Doç. Dr. Mustafa DEMİRCİ

İnşaat Mühendisliği, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....  
.....

**Üye:** Doç. Dr. Ahmet İRVEM

Biyosistem Mühendisliği, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....  
.....

Tez Savunma Tarihi:

17/09/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Tolga DEPCİ

Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Onur BÖLÜK

17/09/2020



YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİNİN  
YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİ KULLANILARAK TAHMİNİ  
(Yüksek Lisans Tezi)

Onur BÖLÜK

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2020

ÖZET

Su kaynaklarının kullanımı, korunması ve ekonomik ömrünün belirlenmesi amacıyla; yağış-akış verilerinin analiz edilmesi, yapılan analizler neticesinde elde edilen verilerden tahminler yapılması önemlidir. Bu sebeple yağış-akış ilişkisinin yapay zekâ tekniği ile tahmini için günümüzde yaygın olarak kullanılan çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) metodu, doğrusal olmayan regresyon metotları, yapay sinir ağları (YSA) metodu ve genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA) metodu tercih edilmiştir. Çoklu doğrusal olmayan regresyon metotlarından etkileşim regresyonu (IR), saf ikinci dereceden regresyon (PQR) ve karesel regresyon metodu (QR) ile analiz yapılmıştır. Bu çalışma metodu için Amerika Birleşik Devletlerine ait Muskegon havzasının içerisinde Newaygo bölgesi yakınındaki istasyona ait 2014-2018 tarihleri arasındaki 1396 günlük sıcaklık, yağış ve akış verileri kullanılmıştır. Bölgeye ait olan 1396 günlük hidrolojik ve mevsimsel parametreler kullanılarak yapay zekâ tekniği yöntemleri ile tahmin çalışması yapılmıştır. Çalışmada her bir yöntem için, debi ve yağış zaman serileri kullanılarak 2 farklı analiz (ÇDR1, ÇDR2; IR1, IR2; PQR1, PQR2; QR1, QR2; YSA1, YSA2; GRYSA1, GRYSA2) seçilmiştir. Bu yöntemler kullanılırken; determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), mutlak ortalama hata (OMH) ve ortalama karesel hataların karekökü (KKOH) kullanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Ölçüm ve model sonuçları karşılaştırıldığında; kullanılan yöntemlerin hepsi yağış akış ilişkisi belirlenmesinde güzel sonuçlar vermiş olsa da; YSA2 ve GRYSA2 modelleri en yüksek determinasyon katsayılarına ve en düşük hata miktarlarına sahiptir. GRYSA1 ve ÇDR1 modelleri en yüksek hata, en düşük determinasyon katsayılarıyla tüm modeller içerisinde en düşük performansı göstermiştir. YSA yönteminin yağış - akış modellemesinde düşük hata ve yüksek determinasyon ile en iyi tahmini verdiği gözlenmiştir. Bu sebeple yağış-akış modellemelerinde klasik yöntemlere alternatif olarak YSA yöntemi kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler : Yağış – Akış İlişkisi, Yapay Sinir Ağları, Çoklu Doğrusal Regresyon ve Çoklu Doğrusal Olmayan Regresyon, Tahmin.

Sayfa Adedi : 105

Danışman : Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ

PREDICTION OF RAINFALL – RUNOFF RELATIONSHIP  
USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES

(M. Sc. Thesis)

Onur BÖLÜK

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

September 2020

ABSTRACT

In order to determine the use, protection and economic life of water resources; It is important to analyze the precipitation-flow data and make estimates from the data obtained as a result of the analysis. For this reason, multiple linear regression (MLR) method, non-linear regression methods, artificial neural networks (ANN) method and generalized regression artificial neural networks (GRNN) method have been preferred for the prediction of precipitation-flow relationship with artificial intelligence technique. Analysis was performed by interaction regression (IR), pure-quadratic regression (PQR) and quadratic regression method (QR), which are among the multiple nonlinear regression methods. For this method, 1396 daily of temperature, precipitation and flow data between 2014 - 2018 of the station in Newaygo region in the Muskegon basin of the United States was used. Prediction study was done with artificial intelligence techniques by using hydrological and seasonal parameters of 1396 days belonging to the region. In the paper, 2 different analyzes (MLR1, MLR2; IR1, IR2; PQR1, PQR2; QR1, QR2; ANN1, ANN2; GRNN1, GRNN2) were selected for each method using flow and precipitation time series. While using these methods; Comparison was made using determination coefficient ( $R^2$ ), mean absolute error (MAE) and root mean of square errors (RMSE). When the measurement and model results are compared; although all the methods used gave good results in determining the relation of precipitation flow; ANN2 and GRNN2 models have the highest determination coefficients and lowest error amounts. The highest error of GRNN1 and MLR1 models showed lower performance among all models with the lowest determination coefficients. It was observed that ANN method gave the best estimation with low error and high determination in precipitation - flow modeling. For this reason, ANN method can be used as an alternative to classical methods in precipitation-flow modeling.

Key Words : Rainfall – Runoff, Artificial Neural Networks, Multiple Linear Regression and Multiple Non- Linear Regression, Estimation.

Number of Pages : 105

Supervisor : Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın her aşamasında engin birikimi ve tecrübesiyle bana yardımcı ve destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ'e; tezimin geliştirme ve analiz aőamasının bütün safhalarında bilgi ve ilgisini sürekli yanımda hissettiğim Arő. Gör. Bestami TAŞAR'a; akademik eğitimimi ve mühendislik azmimi bir üst noktaya taşıyabilmem için gerekli tüm kolaylığı sağlayan birim amirim Özgür MURT'a; manevi desteğini esirgemeyen eőim ve oğluma; yapmış olduğum çalışmada yardımını esirgemeyen değerli dostlarım ve meslektaşlarım başta olmak üzere herkese sonsuz teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET .....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Suyun Önemi.....	1
1.2. Yağışların Oluşması .....	2
1.3. Yağışların Ölçülmesi.....	3
1.4. Akışın Belirlenmesi .....	3
1.5. Akışın Belirlenmesi Kullanılan Yöntemler .....	4
1.6. Nehir Debisinin Belirlenmesi.....	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	6
3. ÇALIŞMA ALANI VE UYGULAMA.....	12
3.1. Çalışma Alanı .....	12
3.2. Kullanılan Yöntemler.....	15
3.2.1. Çoklu doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon yöntemleri.....	16
<i>Çoklu doğrusal regresyon yöntemi (ÇDR)</i> .....	17
<i>Çoklu doğrusal olmayan regresyon yöntemleri</i> .....	17
3.2.2. Yapay sinir ağları (YSA).....	19
<i>Yapay sinir ağlarının biyolojisi</i> .....	19



<i>Yapay sinir hücresi</i> .....	21
<i>Aktivasyon fonksiyonları çeşitleri</i> .....	22
<i>Geri besleme (Feedback)</i> .....	24
<i>Yapay sinir ağlarında çalışma ağının yapısı ve modeli</i> .....	26
3.2.3. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA).....	34
3.2.4. Model performans analizleri için kullanılan istatistiksel kriterler .....	35
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	<b>37</b>
4.1. Model Sonuçları .....	39
4.1.1. Çoklu doğrusal regresyon sonuçları .....	39
4.1.2. Çoklu doğrusal olmayan regresyon sonuçları .....	44
4.1.3. Yapay sinir ağları sonuçları.....	58
4.1.4. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları sonuçları .....	62
<b>5. SONUÇLAR</b> .....	<b>67</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>69</b>
<b>EKLER</b> .....	<b>71</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>104</b>

**ÇİZELGELERİN LİSTESİ**

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Yağış- akış tahmininde elde edilen modellemelere ait istatistiksel sonuçlar .....	37



## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 1.1. Yağış döngüsü (USGS).....	2
Şekil 1.2. Yağışın ölçülmesinde kullanılan aletler.....	3
Şekil 1.3. Akarsu En kesiti ve Anahtar Eğrisi .....	4
Şekil 1.4. Akarsu kesitindeki debinin belirlenmesi .....	5
Şekil 3.1. Muskegon Nehri konumsal görünümü (USGS) .....	12
Şekil 3.2. Muskegon Nehri genel görünümü (USGS) .....	13
Şekil 3.3. Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014-2018 yılları arasındaki günlük su sıcaklığı miktarı .....	14
Şekil 3.4. Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014-2018 yılları arasındaki günlük yağış miktarı.....	14
Şekil 3.5. Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014-2018 yılları arasındaki günlük akış miktarı.....	15
Şekil 3.6. Biyolojik sınır hücresinin yapısı (DergiPark).....	19
Şekil 3.7. Biyolojik sınır sisteminin blok gösterimi .....	20
Şekil 3.8. YSA modelinde kullanılan ileri beslemeli ağ mimarisi.....	21
Şekil 3.9. Eşik değer fonksiyonu .....	22
Şekil 3.10. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu .....	23
Şekil 3.11. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu .....	23
Şekil 3.12. Adım aktivasyon fonksiyonu.....	24
Şekil 3.13. Geri beslemeli tek döngülü sistem için akım sinyal şeması .....	24
Şekil 3.14. Tek tabakalı ileri beslemeli yapay sinir ağı modeli .....	26
Şekil 3.15 Çok tabakalı ileri beslemeli yapay sinir ağı modeli.....	27
Şekil 3.16. İleri beslemeli bir ağ için geri yayılım akış şeması .....	33
Şekil 3.18. Grysa'nın genel yapısı .....	35

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.1. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	40
Şekil 4.2. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR1 modeline ait saçılım grafiği .....	40
Şekil 4.3. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	41
Şekil 4.4. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR1 modeline ait saçılım grafiği .....	41
Şekil 4.5. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	42
Şekil 4.6. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR2 modeline ait saçılım grafiği .....	42
Şekil 4.7. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	43
Şekil 4.8. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR modeline ait saçılım grafiği .....	43
Şekil 4.9. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	44
Şekil 4.10. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR1 modeline ait saçılım grafiği .....	45
Şekil 4.11. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	45
Şekil 4.12. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR1 modeline ait saçılım grafiği .....	46
Şekil 4.13. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	46
Şekil 4.14. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR2 modeline ait saçılım grafiği .....	47
Şekil 4.15. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	47
Şekil 4.16. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR2 modeline ait saçılım grafiği .....	48

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.17. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	49
Şekil 4.18. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR1 modeline ait saçılım grafiği .....	49
Şekil 4.19. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	50
Şekil 4.20. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR1 modeline ait saçılım grafiği .....	50
Şekil 4.21. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	51
Şekil 4.22. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR2 modeline ait saçılım grafiği .....	51
Şekil 4.23. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	52
Şekil 4.24. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR2 modeline ait saçılım grafiği .....	52
Şekil 4.25. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	53
Şekil 4.26. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR1 modeline ait saçılım grafiği .....	54
Şekil 4.27. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	54
Şekil 4.28. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR1 modeline ait saçılım grafiği .....	55
Şekil 4.29. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	55
Şekil 4.30. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR2 modeline ait saçılım grafiği .....	56
Şekil 4.31. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	56
Şekil 4.32. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR2 modeline ait saçılım grafiği .....	57

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 4.33. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	58
Şekil 4.34. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA1 modeline ait saçılım grafiği .....	58
Şekil 4.35. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	59
Şekil 4.36. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA1 modeline ait saçılım grafiği .....	59
Şekil 4.37. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	60
Şekil 4.38. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA2 modeline ait saçılım grafiği .....	60
Şekil 4.39. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	61
Şekil 4.40. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA2 modeline ait saçılım grafiği .....	61
Şekil 4.41. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	62
Şekil 4.42. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA1 modeline ait saçılım grafiği .....	63
Şekil 4.43. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	63
Şekil 4.44. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA1 modeline ait saçılım grafiği .....	64
Şekil 4.45. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	64
Şekil 4.46. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA2 modeline ait saçılım grafiği .....	65
Şekil 4.47. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği .....	65
Şekil 4.48. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA2 modeline ait saçılım grafiği .....	66

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

<b>cm</b>	Santimetre
<b>kg</b>	Kilogram
<b>m</b>	Metre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>n</b>	Gaucker-Manning katsayısı
<b>p</b>	Yağış
<b>q</b>	Debi
<b>R</b>	Hidrolik yarıçap
<b>S</b>	Hidrolik eğim
<b>s</b>	Katı madde miktarı
<b>t</b>	Sıcaklık
<b>V</b>	Enine kesit ortalama hızı

### Kısaltmalar

<b>ÇDR</b>	Çoklu doğrusal regresyon (Multiple linear regression)
<b>GRYSA</b>	Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağı
<b>IR</b>	Etkileşim regresyonu (İnteraction regression)
<b>KHOH</b>	Ortalama karesel hataların karekökü
<b>LR</b>	Doğrusal regresyon (Linear regression)
<b>OMH</b>	Mutlak ortalama hata
<b>PQR</b>	Saf ikinci dereceden regresyon (Pure-quadratic reg.)
<b>QR</b>	Karesel regresyon (Quadratic regression)
<b>R</b>	Korelasyon katsayısı
<b>R<sup>2</sup></b>	Determinasyon katsayısı
<b>USGS</b>	United states geo-logical survey
<b>YSA</b>	Yapay sinir ağları

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Suyun Önemi

Su; yaşam için en temel ihtiyaçlardan biridir. Yeryüzündeki kaynaklar içinde kullanım alanı çok fazla olan su; sağlık, temizlik, sanayi, tarım, bilim gibi birçok sektörel alanda kullanılmaktadır. İnsan vücudunun %60-%70'inin ve dünyanın 2/3'ünün su olduğu düşünüldüğünde, suyun kullanılması ve korunması konusunda çok dikkatli olunmalı, gereken önem verilerek bu konudaki çalışmalara destek verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

İhtiyaçların karşılanması noktasında bu kaynak dikkatli, tasarruflu ve geri dönüşüme uygun olarak kullanılmalıdır. Mevcut dünya üzerinde bulunan bu kaynaklar önemsenmeden; kirletilerek, gelecek planlaması yapılmadan kullanıldığında ciddi sorunlar doğuracaktır.

İçeriği ve kimyasal yapısı deformasyona uğraması halinde geri dönüşümü sağlanması mümkün olmayacağından son derece ciddi felakatlere yol açabilir. Nitekim buna örnek olarak içme suyu bulmakta ve kullanmakta sıkıntılar yaşayan insanlar ve topluluklar göz önüne alındığında konunun ciddiyeti daha belirgin bir şekilde anlaşılmaktadır.

Hayatın temelini oluşturan bu değerli kaynağın korunması, planlı bir şekilde kullanılması nesilden nesile aktarılması ciddi önem arz etmektedir.

Günümüzün başta gelen sorunu olarak dünyayı etkileyen salgın hastalıklardan, virüslerden korunmak; sağlığa uygunluk şartlarını sağlamak için ellerin temizlenmesi ve mikroplardan arındırılması için alınacak önlemlerin başında en önemli temizlik maddesi ve arındırıcı olarak yine su kullanılmaktadır.

Bundan dolayıdır ki yaşamın idame ettirilebilmesi, doğanın korunması ve gelecek nesillere aktarılabilmesi açısından en öncelikli maddenin su olduğu unutulmamalı mevcut su kaynakları rasyonel şekilde korunmalı ve kullanılmalıdır.

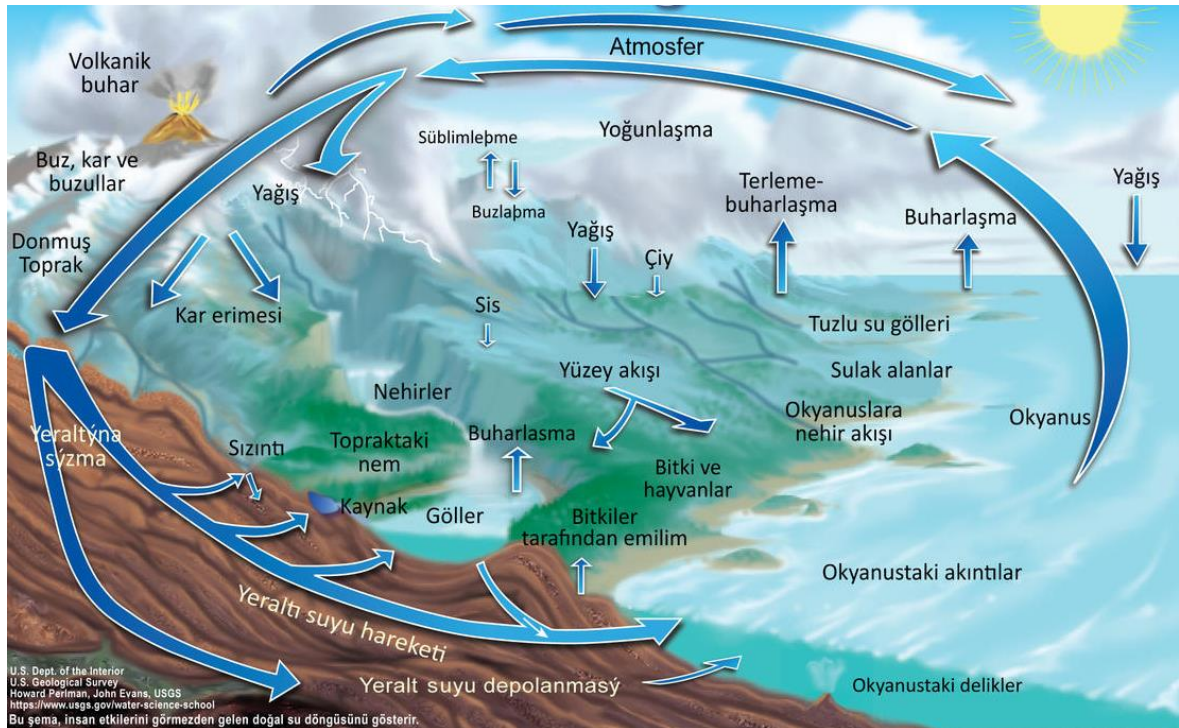


## 1.2. Yağışların Oluşması

Su taneciklerinin havada gaz kütleleri halinde iken gökyüzünde maruz kaldığı soğuma sonucunda yoğunlaşarak sıvı ya da katı hale gelip toprağa düşmesi aralığında geçen sürece yağış denir. Yağış farklı şekillerde meydana gelebilecek olup bunlar yeryüzünden yüksekte oluşmuş ise yağmur, kar, dolu; yeryüzünde oluşmuş ise çiy, kırağı ve kırç olarak adlandırılır.

Yeryüzünde bulunan su sıcak havaya maruz kalarak buharlaşır ve gökyüzüne su taneciği şeklinde yükselerek nem oluşturur. Havada bulunan su buharına nem denir. Nem olarak adlandırdığımız su buharı hava sıcaklığındaki değişime maruz kalınca soğuma gerçekleşir. Soğuyan hava dolayısıyla su taneciklerinde yoğunlaşma meydana gelir.

Yoğunlaşmaya bağlı olarak su hacim ve ağırlık kazanmaya başlar ve yer çekimine karşı koyamayacak ağırlığa ulaştığı anda daha fazla havada asılı kalamaz ve yeryüzüne; su tanesi, yağmur, kar, dolu, çiy, kırağı veya kırç olarak düşmeye başlar ve bu oluşum yağış olarak adlandırılır. Şekil 1.1.'de yağış döngüsü gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Yağış döngüsü (USGS)

### 1.3. Yağışların Ölçülmesi

Yeryüzüne inen su taneciklerinin miktarlarının ölçülmesi için yazıcılı ya da yazıcılı olmayan yağışölçerler kullanılmaktadır. Yazıcılı olmayan yağışölçerlere plüviyometre denir ve toplam yağış yüksekliğini hesaplarken kullanılır.

Plüviyometre ile yapılan ölçümlerde yıllık yağış miktarı milimetre (mm), santimetre (cm) ve metre (m) olarak, günlük yağış miktarı ise  $kg/m^2$  olarak ifade edilir.



Plüviyometre



Plüviyograf

Şekil 1.2. Yağışın ölçülmesinde kullanılan aletler

Yazıcılı yağışölçerlere plüviyograf adı verilir. Plüviyograflar grafik çizerek ölçüm yaptığından dolayı yağışın birim zamandaki değişimini hesaplarken kullanılırlar. Yazıcılı olmayan yağışölçer ve yazıcılı yağışölçere ait görseller Şekil 1.2’de gösterilmiştir.

### 1.4. Akışın Belirlenmesi

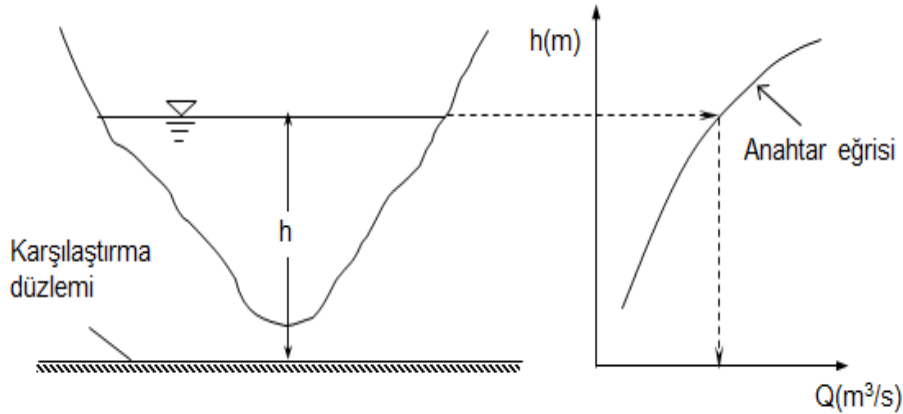
Belirli bir kesit içerisinde ya da doğrultusunda belli bir zaman dilimi içerisinde su taneciklerinin bir noktadan başka bir noktaya ulaşması süresince gerçekleşen olaya akış denir. Başlangıç noktası olarak yağış alındığında, yer altı ya da yeryüzünde toplanan ya da akan suyun miktarının bilinmesi kaynakların kullanılması ve değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir.

Yüzey üstünden akan yüzeysel suyu bir akarsu olarak düşünürsek, bu akarsu kesitinden geçen akış yüzeysel akış olarak adlandırılır. Dolayısıyla akarsu kesitinden belirli bir sürede geçen akış miktarını hesaplandığında akış belirlenmiş olur.

### 1.5. Akışın Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Akım ölçümlerinin amacı akarsuyun bir kesitindeki su seviyesini ve kesitten geçen debiyi zamana bağlı olarak belirlemektir. Hidrolojinin akım ölçümleri ile ilgilenen koluna hidrometri denir.

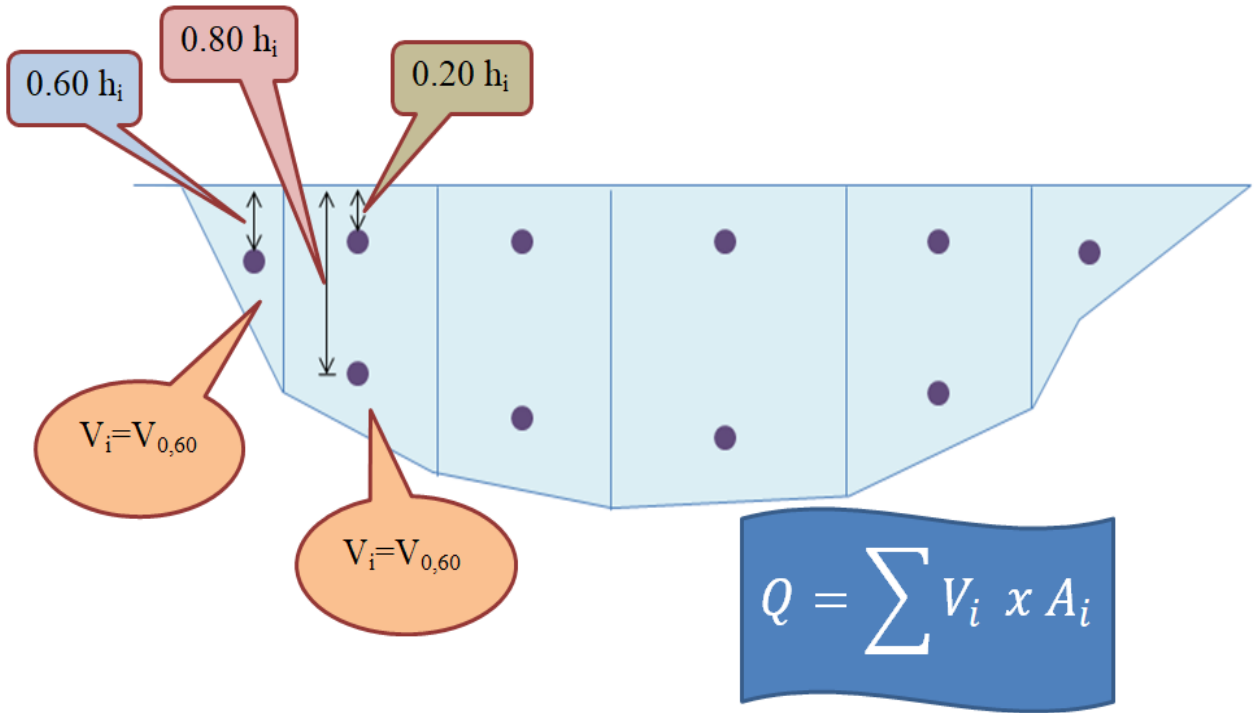
Bu ölçümleri sürekli yapmak çok zor ve masraflı olacağından pratikte bir istasyonun debi-seviye bağıntısı (anahtar eğrisi) bir kere belirlendikten sonra sadece su seviyesi ölçmekle yetinilir, bu seviyeye karşı gelen debi anahtar eğrisinden okunur. Şekil 1.4'te akarsu en kesiti ve anahtar eğrisi görülmektedir.



Şekil 1.3. Akarsu en kesiti ve anahtar eğrisi

### 1.6. Nehir Debisinin Belirlenmesi

Akışın zamansal ve mekânsal dağılımı belirlenerek su kaynakları daha idareli ve uzun vadeli kullanılabilir. Ülkemizdeki suyun kullanımı ve dağıtımı büyük ölçüde açık kanal akımları ile yapılmaktadır. Bu nedenle debinin belirlenmesi aşamasında hangi yöntemin kullanılacağına karar vermeden önce akış çeşidinin belirlenmesi gerekmektedir. Akış çeşitleri kısımlardan meydana gelmekte olup bunların başlıca isimleri; sızma, buharlaşma gibi kayıplar çıkarıldıktan sonra yüzeysel akış, yüzey altı akışı ve yer altı akışıdır.



Şekil 1.4. Akarsu kesitindeki debinin belirlenmesi

İncelediğimiz alan ve araştırdığımız konu itibari ile debi hesaplamasında açık kanal akım debisi kullanılması pratikte daha faydalı sonuçlar verecektir. Bu amaçla yapılacak hesaplamalarda yüzeysel akış sonucu oluşan nehir debisinin belirlenmesi gerekmektedir.

Şekil 1.5'te akarsu kesitinde debinin belirlenmesi için gerekli formül ve hesaplama yöntemi gösterilmiştir. Deneye dayalı yöntemlerden anahtar eğrisi, ölçüm savakları ve Manning denklemi sıklıkla kullanılmaktadır.

Gaucher-Manning formülü açık kanal akımlarında, kanaldaki ortalama akım hızını ve debiyi bulmak için kullanılır. Akım hızını bulurken kullanılan formül Eş 1.1'de gösterilmiştir.

$$V = \frac{k}{n} R_h^{2/3} S^{1/2} \quad (1.1)$$

Bu formül günümüzde dünyaca kabul edilip kullanılmakta olan hız formülüdür.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Açık kanallarda yağış-akış miktarının belirlenmesi için birçok değişken kullanılmaktadır. Bu amaçla ölçüm yapılarak elde edilen hidrolojik verilerin kayıt altına alınması ve planlanması ekonomik olarak tasarruflu olmayacağı ve zaman açısından süreci uzatacağı için hidrolojik yöntemler ve bu yöntemlerle belirlenen kanunların kullanılması gerekmektedir. Bunun sonucunda yapılacak olan analizlerde; belirli kanunlar çerçevesinde; uygun yöntemlerle tasarlanmış matematik modellerin yardımıyla daha doğru analiz yapılmış, hata payını en aza indirilmiş olur.

Yapılacak olan analizler için kullanılan veriler neticesinde elde edilen sonuçlar; su ihtiyacın karşılanması, su kaynaklarının korunması, doğru projelerde kullanılması, en faydalı ve en ekonomik kararın verilmesi açısından son derece önemlidir.

Hidrolojik modeller insanların doğada yapacakları değişikliklerin sonucunda hidrolojik büyüklüklerde oluşacak değişimlerin tahmininde kullanılabilir. (Bayazit, 1999) Hidrolojik verilerin işlenmesiyle oluşturulan parametrelerin çok olması sebebiyle teorik analiz yerine yaklaşık yöntemlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Kendi kendine düşünebilen ve öğrenebilen teknolojiye sahip olan yapay zekâ sistemleri, hidrolik verilerle su yapılarında da kullanılmaktadır. Bu sayede toplanan veriler modellemenin yardımıyla yorumlama yaparak tahminler yapabilmektedir. Son on yılda birçok mühendislik dalında yapay sinir ağları (YSA) yöntemi kullanımı artmıştır. YSA yöntemi, hidroloji ve su kaynakları çalışmalarında karmaşık ve doğrusal olmayan olayların tanımlanmasında ve modellemesinde klasik yöntemlere alternatif olarak kabul edilmektedir. Üneş (2010), Üneş ve ark. (2013, 2015) hazne seviyesindeki ve hacmindeki değişimleri tahmin etmek için YSA modelini kullanmıştır.

Gemici ve ark. (2013) çalışmalarında, nehir taban eğimi, taban pürüzlülük katsayısı, enkesit dilim genişliği, dilimden geçen su seviyesi ve nehir enkesit genişliği değerleri giriş verisi olarak kullanılarak; çok katmanlı yapay sinir ağları (ÇKYSA), radyal tabanlı yapay sinir ağları (RTYSA) ve adaptif ağ tabanlı bulanık çıkarım sistem (ANFIS) modelleri ile Kızılırmak nehrine ait her bir dilimden geçen debi miktarlarını tahmin etmişlerdir.

Terzi ve Barak (2014), çalışmalarında su kaynaklarının planlanmasında, akarsu akımlarının tahminin önemini vurgulamış bu sebeple dalgacık dönüşüm tekniği (D) ve yapay sinir ağları (YSA) yöntemini kullanarak Kızılırmak Nehri'nde bulunan Söğütluhan akım istasyonuna ait akım tahmin modelleri için YSA modelleri geliştirilmiştir. Sonuç olarak; geliştirilen modelleri ölçtükleri değerlerle kıyasladıklarında, dalgacık dönüşümü uygulandıktan sonra elde edilen D-YSA modellerinin, orijinal serilerle elde edilen YSA modellerinden daha iyi performans sergilediği göstermişlerdir.

Kaya ve arkadaşları (2016), çalışmalarında hidrolojik döngünün en önemli parametrelerinden biri olan buharlaşma olayında kullanmak üzere tahmin ve hesap yöntemlerini incelemiştir. Matematiksel modelleme yapmak zor olduğundan dolayı buharlaşma olayını incelemek için lineer olmayan olayların tahmininde kullanılan Adaptif Sinirsel Bulanık Çıkarım (ASBÇ) sistemi ve Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) yöntemlerini kullanmışlardır. Yaptıkları çalışmanın ilk kısmında ASBÇ sistemi ve ÇLR yöntemi buharlaşma olayına mevsimsel parametrelerin etkisinin araştırılmasında kullanılmıştır. Çalışmanın ikinci kısmında Deneysel denklemler olan Ritchie, Hargreaves - Samani, Penman Monteith ve Turc denklemleri test kümesine uygulanmıştır. ASBÇ sistemi, ÇLR yöntemi ve deneysel denklemlerin karşılaştırılmasında determinasyon katsayısı (R), Ortalama Mutlak Hata (OMH), Ortalama Karesel Hata (OKH) istatistikleri kullanılmıştır. Sonuç olarak SR, T, RH, U parametrelerinin tamamını girdi olarak kullanan kombinasyonun ASBÇ sistemi sonuçlarının hem ÇLR yönteminden hem deneysel denklemlerden daha iyi performans gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Nourani ve arkadaşları (2017), çalışmalarında Tolt Nehri havzasındaki yağış ve akıntıyı tahmin etmek için, girdi yapısında hem gözlemlenen hem de öngörülen zaman serilerini içeren bir dalgacık dönüşümü ve yapay sinir ağı kombinasyonunu dikkate alarak yeni bir yaklaşım sunmuşlardır. Önerilen modellerin performansı ile geleneksel modellerin performansı arasındaki karşılaştırma yeni modellerin üstünlüğü ortaya koymuş, yeni metod uygulandığında hem bir hem de iki ay boyunca yağış ve akış sürecinin güvenilir bir şekilde tahmin edilebildiğini göstermişlerdir.

Fereidoon ve arkadaşları (2018), çalışmalarında hidrolojik modellerin, akış tahmini ve sel riski değerlendirmesi dahil su sektörü projelerinde birçok amaçla kullanılmasını vurgulamış, gelişmekte olan ülkelerde yer tabanlı ölçüm ağlarının azlığına ve doğru bir şekilde

yakalamanın çok seyrek olduğuna dikkat çekmiştir. Bu nedenle; doğru yağış ölçümü kullanmanın hayati önem taşıdığını ifade edip toprak nemi verilerinden yağışı tahmin eden SM2RAIN adı verilen yenilikçi bir yaklaşımdan bahsetmişlerdir. Dünya gözlem sistemi için Gelişmiş Mikrodalga Tarama Radyometresinden (AMSR-E) elde edilen toprak nemi içeriği, güneybatıdaki Karkheh nehir havzasındaki farklı bölgelerdeki günlük yağışları (SM2R-AMSRE) tahmin etmek için SM2RAIN algoritmasına girdi olarak kullanmış; hidrolojik bir modelde SM2R-AMSRE yağış verilerinin kullanılmasını, sınırlı yere dayalı yağış verisi olan havzalarda uygulanabilir bir yaklaşım gibi görüldüğünü belirtmiştir.

Cansız (2018) bu çalışmasında, Türkiye karayollarında meydana gelen kazalar sonucunda maddi ve manevi kayıpları en aza indirmek amacıyla logaritmik regresyon ve yapay sinir ağı metotlarını kullanarak tahmin modellerinin geliştirilmesini amaçlamıştır. Yaptığı çalışmada tahmin modelleri için 1970-2007 yılları arasındaki demografik ve trafik verilerinden yararlanmış; nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometresi, sürücü sayısı bağımsız değişken, ölü sayısı, bağımlı değişken verilerini analiz etmek üzere logaritmik regresyon ve yapay sinir ağlarını metodunu kullanmıştır. Kullandığı metodlar ışığında çıkan analiz sonuçlarını incelediğinde yapay sinir ağları ile geliştirilen modelin en düşük hata oranına sahip olduğunu, logaritmik regresyon tekniği ile oluşturulan modellere kıyasla daha üstün performans sergilediğini gözlemlemiştir.

Nacar ve ark. (2018) çalışmalarında, Doğu Karadeniz Havzası'nda yer alan Haldizen Deresi akım değerleri Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Eğrileri (ÇDURE) ve klasik regresyon analizi (KRA) kullanarak tahmin etmişler. Yöntem sonuçları incelendiğinde, ÇDURE yönteminin tahmin değerlerinin KRA'ya göre daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemiştirler.

Ghose ve arkadaşı (2018), yağışın, sıcaklığın ve buharlaşmaya bağlı kayıpların bir fonksiyonu olarak akışı tahmin etmek üzere ileri-geri yayılma ağı (FFBPN) ve radyasyon temelli fonksiyon ağı (RBFN) adlı iki sinir ağı tekniğini ele almıştır. Model mimarisi için değerlendirme kriteri olarak ortalama kare hatasının yakınsaması ve belirleme katsayısını kullanan Ghose ve arkadaşı yaptığı çalışma ile havzadaki akışı tahmin etmek için LRN'nin FFBPN ile karşılaştırıldığında en iyi performansı gösterdiği sonucuna varmış ve bu

sonuçun havza çevresindeki hidrolik yapıların planlanması, tasarımı ve yönetimine yardımcı olacağını öngörmüştür.

Taşar ve arkadaşları (2018), çalışmalarında, ABD Massachusetts Cambridge hazne ve havzasında günlük buharlaşma miktarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Veri olarak günlük hava sıcaklığı, rüzgar hızı, bağıl nem ve güneşlenme miktarını kullanmışlardır. Turc, Ritchie ve Hargreaves-Samani denklemleri gibi ampirik (geleneksel) yöntemler ile yapay sinir ağları (YSA) yöntemi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak, YSA modelinin buharlaşma miktarı tahmininde, klasik yöntemlerden daha iyi bir performans verdiğini ortaya koymuşlardır.

Üneş ve arkadaşları (2019), çalışmalarında farklı yapay zeka teknikleri ve ampirik denklemler kullanılarak rüzgar enerjisi gücünün hesaplanması amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında; çoklu doğrusal olmayan regresyon (MNLR), uyarlanabilir nöro-bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) ve destek vektör makineleri (SVM) tekniklerini kullanarak modelle yapmıştır. Elde ettikleri sonuçlarda, önerilen işbirliği modelinin rüzgar enerjisi tahmin problemlerinde uygulanabileceğini göstermiştir.

Han ve arkadaşları (2019), çalışmalarında; yağış- akış arasındaki etkileşimlerde sedimentasyon, akıntı ve tortu üretim süreçleri ve havzaların çevresel evrim mekanizmaları hakkında bilgi ortaya çıkarabilir düşüncesinden yola çıkarak Çin'in Wuding Nehri havzasında yağış, akış ve tortu yükü; yağış-akış-tortu ilişkileri; arasındaki ilişkilerin değişimleri ve sonuçları incelenmişlerdir.

Üneş ve arkadaşları (2019), çalışmalarında ABD'deki Alabama Nehri'ndeki Millers Ferry Barajı rezervuar seviyesi dalgalanmalarını tahmin etmek için veriye dayalı teknikler kullanarak model araştırması yapmışlardır. Bu amaçla uyarlanabilir ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (ANFIS), destek vektör makineleri (SVM), radyal bazlı sinir ağları (RBNN) ve genelleştirilmiş regresyon sinir ağları (GRNN) yaklaşımlarını kullanmış; model sonuçlarını geleneksel oto-regresif modeller (AR), oto-regresif hareketli ortalama (ARMA), çok doğrusal regresyon (MLR) modelleri ve en iyi giriş kombinasyonları için yapay zekâ modelleri ile karşılaştırmıştır. Karşılaştırmaların sonucunda ANFIS modellerinin rezervuar seviyesini tahmin etmede klasik ve diğer yapay zekâ modellerinden daha iyi sonuçlar verdiğini görmüştür.



Üneş ve arkadaşları (2019), başka bir çalışmalarında; yeraltı suyu seviyesinin doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilmesinin, su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi için, önemli olduğunu vurgulamıştır. Hatay'ın Dört Yol bölgesi için yeraltı suyu seviyesi tahmini başlıklı bir araştırma yaparak; çoklu lineer regresyon (MLR) yöntemi ile uyarlanabilir nöro-bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) modelleri ve yeraltı suyu düzeyini öngörmek için performans araştırması yapmıştır. Çalışmada girdi olarak; Yağış (P), ortalama hava sıcaklığı (T), bağıl nem (RH), rüzgâr hızı (W) yeraltı suyu seviyesi (GWL) zaman serisini; istatistiksel performans değerlendirme kriterleri olarak determinant katsayısı (R<sup>2</sup>), ortalama kare hatası (MSE) ve ortalama mutlak hatayı (MAE) kullanmıştır. Bu çalışma sonucunda MLR ve ANFIS modellerinin GWL tahmini için iyi performans gösterdiğini belirtmiştir.

Demirci ve arkadaşları (2019), çalışmalarında; kaynakları planlama ve yönetme bakımından yeraltı suyu seviyesindeki değişimin belirlenmesinin önemine dikkat çekmiş, Türkiye'de Reyhanlı bölgesinin yeraltı suyu seviyesini değerlendirmek için çok doğrusal regresyon (MLR), adaptif sinirsel bulanık çıkarım sistemi (ANFIS), Radyal temel sinir ağı (RBNN), radyal temel fonksiyonlu destek vektör makineleri (SVM- RBF) ve poli çekirdekli (SVM-PK) yöntemlerle destek vektör makinelerini kullanarak sonuçları karşılaştırmıştır. Yaptıkları karşılaştırmalar sonucunda SVM-RBF ve SVM-PK modellerinin yeraltı suyu seviyesinde en yüksek doğruluğa sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Song ve arkadaşları (2019), çalışmalarında, el değmemiş havzaların hidrolojik modellemesi için pratik rehberlik sağlamak üzere hidrolojik model parametre bölgeselleşmesinin potansiyelleri ve sınırlamaları karşılaştırmış ve örnek bir model olarak bir Tank modeli kullanılmış. Su havzasının çıkışında gözlenen akış parametrelerini kalibre ederek süreç içerisindeki ilişki belirsizliğinin, bölgeselleşmenin doğruluğunu etkileyecek kadar büyük olduğunu bulmuş RR modeli bölgeselleşmesinin objektif fonksiyon seçiminde önemini göstermiştir.

Özdülkar ve arkadaşları (2019), çalışmalarında; buharlaşmanın doğru bir şekilde tahmin edilmesinin hidrolojik ve meteorolojik çalışmalarda önemli olduğunu vurgulamış, günlük buharlaşma miktarının tahmini için Mamdani ve Sugeno bulanık mantık yöntemlerini kullanarak sonuçlarını karşılaştırmıştır. Bu tahmin yöntemini uygularken, hava sıcaklığı,

rüzgar hızı, güneş ışınımı ve bağıl nem parametreleri kullanmış sonuçta Sugeno yönteminin performansının daha iyi olduğunu dile getirmiştir.

Van ve arkadaşları (2019), çalışmalarında orta vadeli hidrolojik tahmin belirsizliğinin büyük ölçüde meteorolojik değişkenlerin tahmin kalitesine bağlı olduğu vurgulamış, bu değişkenlerden yağışların etkisi en geniş şekilde incelenirken, sıcaklık, ışımsal zorlama ve bunların türetilmiş ürün potansiyeli buharlaşma (PET), hidrolojik tahmin açısından çok az ilgi gördüğünden bahisle Avrupa'daki Ren havzasında 10 gün öncesinden akış tahmini için potansiyel buharlaşma tahminlerinin kullanılabilirliğini değerlendirerek bu boşluğu doldurmayı amaçlamışlar ve bunun yanında meteorolojik değişkenlerin tahminlerini gözlemlerle karşılaştırmışlardır.

Cansız ve arkadaşları (2019); çalışmalarında verimli ve sürdürülebilir bir şekilde toplu taşıma faaliyetlerinin yapılması ve taşıt sayısının optimum düzeyde olmasını sağlamak amacıyla; yapay zeka tekniklerinden faydalanmıştır. Çok değişkenli lineer regresyon modellerini oluşturarak yapay sinir ağı modellerini istatistiksel metodlarla karşılaştırmışlar; yapay sinir ağları modelinde korelasyonunu 0,92; lineer regresyon modelinde korelasyonu 0,97; purequadratic regresyon modelinde ise korelasyonu 0,99 olarak hesaplamış ve bunun sonucunda purequadratic regresyon yöntemi kullanılarak oluşturulan model yapay sinir ağları ve çok değişkenli lineer regresyon modeline göre daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir.

Juliani ve arkadaşları (2020); çalışmalarında okyanus dalgası ile ilgili bilgiler, deniz navigasyonu, liman operasyonları, deniz suları çevresinde açık deniz veya kıyıya yakın faaliyetler için çok önemli olduğunu ifade etmiş, liman, kıyı ve açık deniz yapılarının tasarımı için dalga durumunun tahmin edilmesinin gerekliliğini vurgulamışlardır. Endonezya'nın Jakarta Körfezi'nde oldukça sığ bir batimetri ve karmaşık geometri seçtikleri çalışmalarında, geliştirilmiş regresyon sinir ağı (GRYSA) olarak adlandırılan tek geçişli ilişkisel bellek ileriye sahip yapay sinir ağı (YSA) varyantını kullanarak rüzgar verilerinden dalga yüksekliğini tahmin etmek için bir yöntem önermişlerdir. Yapmış oldukları çalışmanın sonucunda geliştirilmiş regresyon sinir ağı (GRYSA) kullanılarak yapılan tahmin sonuçları, dalga verileriyle iyi bir uyum göstermiştir.

### 3. ÇALIŞMA ALANI VE UYGULAMA

Bu çalışmanın amacı Muskegon Havzası'na ait 2014-2018 yılları arasındaki toplam 1396 günlük veri için; çoklu doğrusal regresyon, çoklu doğrusal olmayan regresyon, yapay sinir ağı ve genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağı modellerinin performansını araştırmak ve elde edilen sonuçları kıyaslamaktır.

#### 3.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada ABD'nin Michigan eyaletinin ikinci en uzun nehri olan Muskegon Nehri'ndeki; koordinatları  $43^{\circ} 26' 05''$  enlem ve  $85^{\circ} 39' 55''$  boylamında olan; USGS 04121970 numaralı istasyona ait veriler kullanılmıştır. Şekil 3.1'de Muskegon nehri havza istasyonuna ait konumsal bilgiler gösterilmiştir.



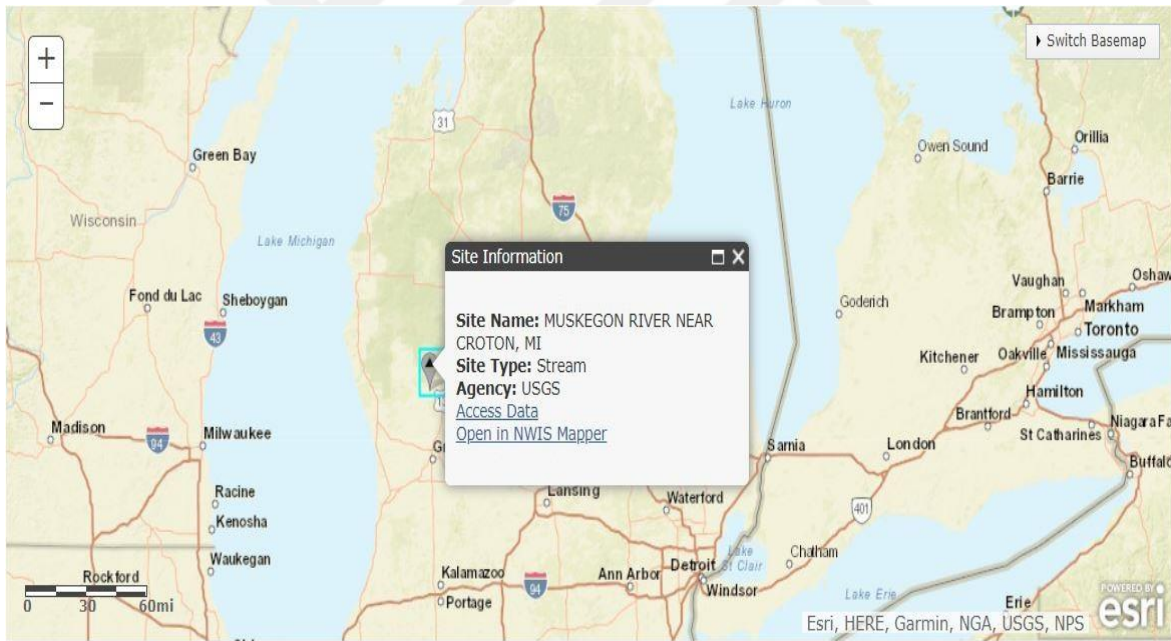
Şekil 3.1. Muskegon Nehri konumsal görünümü (USGS)

Michigan Gölü beş büyük göl içinde tamamı ABD'nin içinde olan tek göl ünvanına sahiptir. Michigan, İndiana, İllinois ve Wisconsin eyaletlerini kapsar. Muskegon Nehri; Houghton Gölü'nden gelip güneybatı istikametinde 365 km. boyunca akarak Michigan Gölü'ne boşalır. Michigan Gölü ABD'deki beş büyük gölden biridir. ABD'nin kuzeyinde

bulunan Mackinac Boğazı ile Huron Gölü'ne bağlanır. Gölün bir kısmı yılın çeyrek zamanı süresince donmuş olarak kalsana ulaşım faaliyetleri ve hareketlilik devam eder.

Muskegon nehrinden yaklaşık 23000 insanın faydalanmasını sağlayacak kapasitede elektrik üretilmekte olup bu nehir üzerinde Rogers, Hardy ve Croton adında üç adet baraj bulunmaktadır. Nehrin etrafında bol miktarda yaban hayatı vardır ve eğlence amaçlı balıkçılık yapılması ile ün kazanmıştır. Deniz seviyesinden 176 metre yüksekliktedir ve en derin noktası 281 metredir. Yüze yakın akarsu bu göle aksa da sadece birkaç tanesi dikkate alınacak büyüklükte olup bu akarsulardan birisi de Muskegon Nehri'dir.

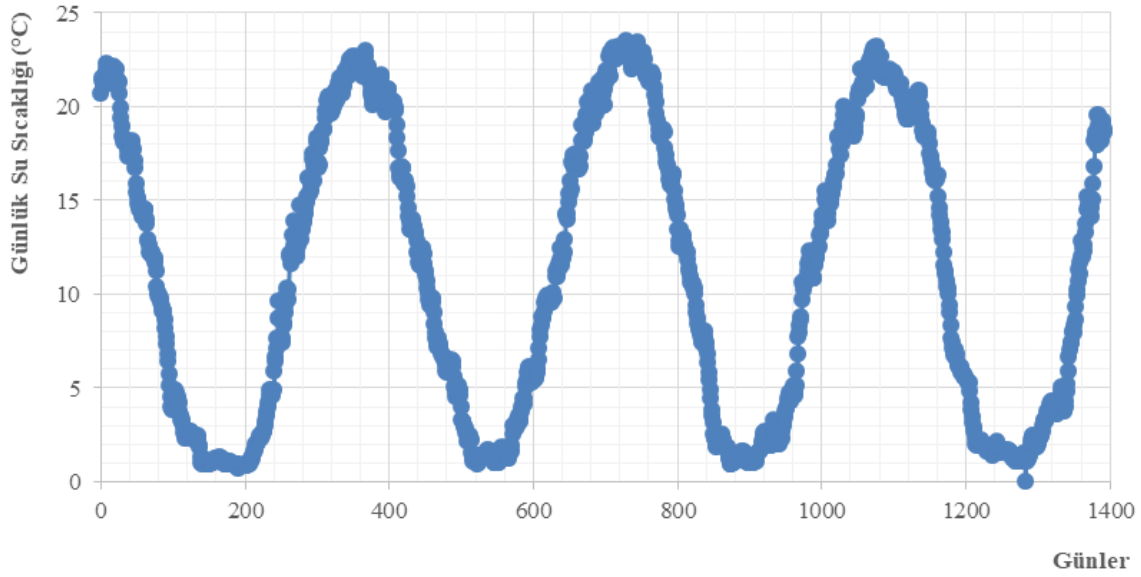
Muskegon nehrinin akış hızı şaşırtıcı derecede yavaştır, bu sebeple kayak ve kanoya yeni başlayanlar için mükemmel bir nehirdir. Şekil 3.2'de Muskegon Nehri havzasına ait genel görünüm bilgileri gösterilmiştir.



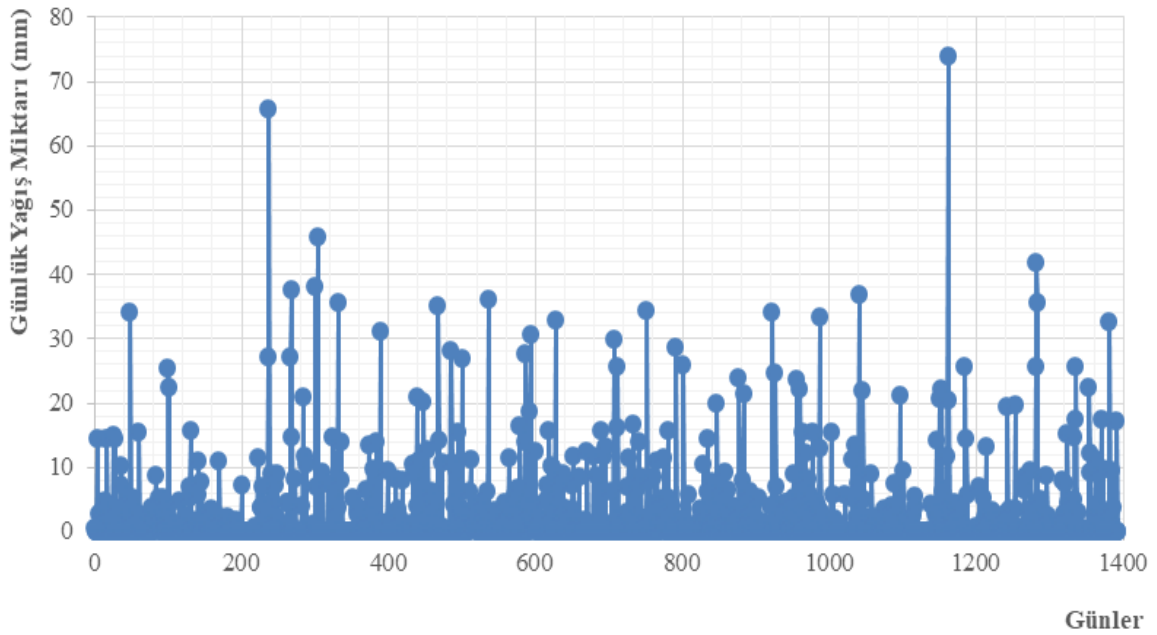
Şekil 3.2. Muskegon Nehri genel görünümü (USGS)

6100 km<sup>2</sup>'lik alanın su ihtiyacını karşılayan bu nehirdeki Newaygo bölgesinde bulunan; koordinatları 43<sup>0</sup> 26' 05'' enlem ve 85<sup>0</sup> 39' 55'' boylamında olan; USGS 04121970 numaralı istasyona ait 13.08.2014 – 12.06.2018 tarihleri arasındaki 1396 günlük sıcaklık, akış ve yağış verileri kullanılmıştır.

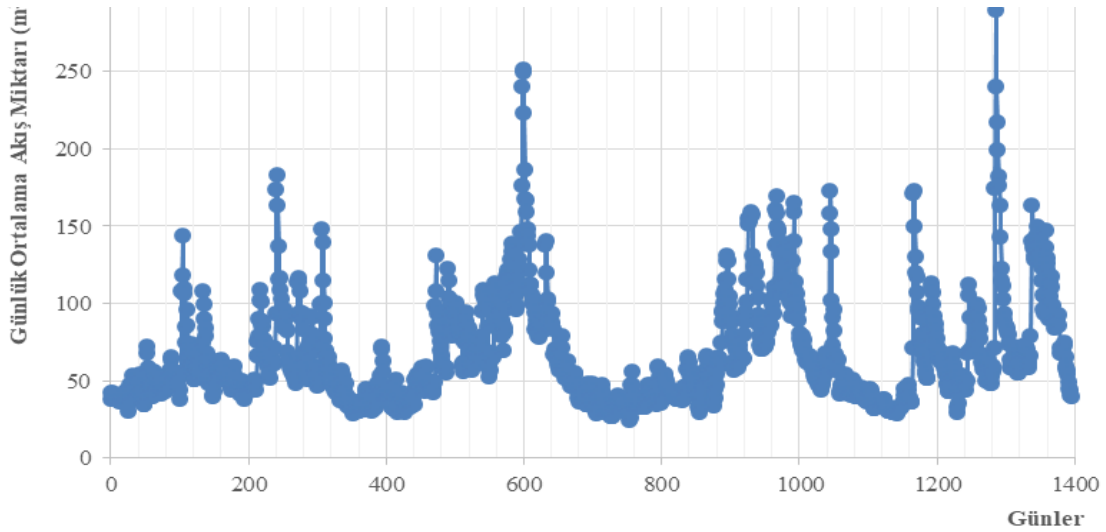
Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014 - 2018 yılları arasında günlük ortalama su sıcaklığı, günlük toplam yağış miktarı ve günlük ortalama akış miktarı sırası ile Şekil 3.3, Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.te verilmiştir.



Şekil 3.3. Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014-2018 yılları arasındaki günlük su sıcaklığı miktarı



Şekil 3.4. Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014-2018 yılları arasındaki günlük yağış miktarı



Şekil 3.5. Muskegon nehri üzerindeki istasyona ait 2014-2018 yılları arasındaki günlük akış miktarı

### 3.2. Kullanılan Yöntemler

Bu çalışmada Michigan Nehrindeki Newaygo bölgesinde bulunan USGS 04121970 numaralı istasyona ait 2014-2018 tarihleri arasındaki günlük sıcaklık, akış ve yağış verileri kullanılmış ve yağış-akış ilişkisi tahmin modellemesi yapılmıştır.

#### 3.2.1. Çoklu doğrusal ve doğrusal olmayan regresyon yöntemleri

Doğrusal regresyon modellerinde yapılan analizlerde kullanılan yöntemlerde değişkenlerin doğrusal yayıldığı varsayılarak analiz yapılır. Çıktı verileri yani sonuç ile bir ya da daha fazla girdi verisi arasındaki ilişkiyi modellemek için uygulanan doğrusal bir metottur. Birden fazla girdi verisi işleme alınarak yapılan regresyon modeline ise çoklu doğrusal regresyon modeli denir. Doğrusal olmayan regresyon modelleri, verilerin bir veya birden fazla bağımsız değişkenin model parametrelerinin doğrusal olmayan bileşimi olan ve bir veya daha fazla sayıda bağımsız değişkeni içine alan bir fonksiyonla modelize edilerek oluşturulan bir regresyon analiz çeşitidir. Doğrusal bir regresyon modelinde parametreler doğrusal olup veriler toplanarak analiz yapılır. Doğrusal olmayan regresyon modelinde ise veriler karesel fonksiyondur ve eğri şeklindedir. Bu sebeple çözüm aralığı daha esnektir. Ancak doğrusal olmayan regresyon modelinde hem en iyi sonucu bulmak hem de bağımsız değişkenin fonksiyonunu yorumlamak için verilerin kullanılmasında daha dikkatli olmak gerekmektedir.

### *Çoklu doğrusal regresyon yöntemi (ÇDR)*

Bazı mesleki alanlarda veri bazında kullanılan değişkeni, sadece bir sonuç bazında kullanılan değişken ile açıklamak yeterli gelmeyebilir. Bu noktada kullanılan verilerin sonucu birden fazla sebebe bağlı olacağından, birden fazla değişken bir değişkeni etkileyebilir.

Yapılacak modellemede değişkenler arasındaki ilişkinin sebep-sonuç anlamında basit bir korelasyon hesabı ile açıklanamayacak kadar komplike olması sebebiyle regresyon modeli olarak çoklu doğrusal regresyon modeli kullanılır. Bir değişkeni birden fazla değişkenin etkilediği bir sebep-sonuç ilişkisi oluşacağı düşünüldüğünde; bu matematiksel olgunun kesin hesaplamalar yoluyla sonuca bağlanamayacağı bilinen bir gerçek olarak karşımıza çıkar. Bu durumda değişkenler arasındaki ilişkinin iç içe olmasından ve deterministik (kesin) hesaplama yöntemi ile sonuca varmanın imkansız olduğunun bilinmesinden dolayı; yaklaşık hesap ilişkisi kuran modellemelerle ilgilenen regresyon analiz yöntemi kullanılır.

Regresyon analizi; neden-sonuç ilişkisi içinde olan değişkenler arasındaki ilişkiyi kesin olarak değil de tahmin yaparak analiz etme tekniğidir. Regresyon analizinde sadece değişken verilerinin tahmini yapılmaz, aynı zamanda seçilen herhangi bir modelden elde edilen tahminin geçerliliğine bağlı parametre tahmini için kullanılan yöntem üzerinde de durulur. (Vural, 2007). Daha önce de ifade edildiği gibi sonuca varma aşamasında yapılan hesaplamalar kesinlik ilişkisine bağlı değildir.

İki veri arasındaki bağlantı ve etkileşim düşünüldüğünde, değişkenlerden biri bağımlı diğeri bağımsız değişken olarak kabul edilmektedir. Bu şekilde hesaplama yapıldığında regresyon analizi bize bir ampirik denklem verir. Elde edilen regresyon denklemi sayesinde bağımsız değişkenlerin değerlerine karşılık bağımlı değişkenin alacağı değer tahmin edilir. Regresyon analizi yapılırken neden-sonuç ilişkisi esas alındığından dolayı sonucun oluşmasına sebep olan etkilerin ne olduğu irdelenmektedir. Sebep olan olaylar bir ya da birden çokta olabilir.

Değişkenler arasında kurulan matematiksel modele regresyon modeli denir. Eğer tek bir değişken Eğer tek bir değişken kullanılarak analiz yapılıyorsa buna ‘‘tek değişkenli

regresyon”, birden çok değişken kullanılıyorsa ‘‘çok değişkenli regresyon analizi (multiple regression analysis)’’ olarak isimlendirilir. Regresyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişkinin varlığı, eğer ilişki var ise bunun gücü hakkında bilgi edinilebilir.

Regresyon analizi, birbirleri arasında neden-sonuç bağlantısı bulunan bir veya birden fazla değişkenin arasındaki bağlantıyı belirlemek ve bu bağlantıyı kullanarak tahminler yapabilmesi için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Bu Analiz türünde, bağımsız ve bağımlı değişkenler arasındaki bağlantıyı matematiksel olarak açıklamayı ve bu bağlantıyı bir modelle tanımlayabilmeyi amaçlamıştır.

Regresyon denklemi yazılacak olur ise; n tane bağımsız değişken için, Y bağımlı değişkeninin,  $X_1, X_2, \dots, X_n$  gibi n bağımsız değişkenden etkilendiği kabul edilir ve aralarındaki ilişki için doğrusal bir denklem seçilerek Y çok değişkenli lineer regresyonun genel formülü Eş 3.1’deki gibi yazılır.

$$y_i = \beta_0 + \sum_i^n \beta_i x_i + \sum_i^n \beta_{i \rightarrow j} x_i x_j + \sum_{i=0}^n \beta_{ii} x_i^2 + \varepsilon \quad (3.1)$$

Y bağımlı değişken, X bağımsız değişken  $\beta_0$  regresyon eğrisinin y eksenini kesim noktası,  $\beta_i$  ilk tahmin değişkeninin  $X_i$  katsayısı,  $\beta_j$  ikinci tahmin değişkeninin  $X_j$  katsayısı,  $\varepsilon$  ise değişken hata terimidir.

*Çoklu doğrusal olmayan regresyon yöntemleri ( LR, IR, PQ, QR)*

Regresyon analizinde önemli olan bağımsız ve bağımlı değişken arasında bir sebep sonuç ilişkisinin bulunmasıdır. Çoklu doğrusal olmayan regresyon yöntemleri alt başlıklar halinde aşağıda formülleri ile gösterilmiştir.

#### Lineer Regresyon (LR):

Y nin  $X_1, X_2, X_3,$  ve  $X_4$  ve gibi dört bağımsız değişkene göre regresyon denklemi oluşturulduğunda, çok değişkenli doğrusal (lineer) regresyon (LR) denklemi Eş 3.2’deki halini alır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 \quad (3.2)$$



Interaction Regresyon (IR):

Etkileşim regresyonu metodu için kullanılan formül Eş 3.3'te 3 girdi için, Eş 3.4'te 4 girdi için verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_1x_2 + \beta_6x_1x_3 + \beta_7x_1x_4 + \beta_8x_2x_3 + \beta_9x_2x_4 + \beta_{10}x_3x_4 \quad (3.3)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_1x_2 + \beta_6x_1x_3 + \beta_7x_1x_4 + \beta_8x_2x_3 + \beta_9x_2x_4 + \beta_{10}x_3x_4 \quad (3.4)$$

Pure-Quadratic Regresyon (PQ):

Saf ikinci dereceden regresyon metodu için kullanılan formül Eş 3.5'te 3 girdi için, Eş 3.6'te 4 girdi için verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_1x_2 + \beta_6x_1x_3 + \beta_7x_1x_4 + \beta_8x_2x_3 + \beta_9x_2x_4 + \beta_{10}x_3x_4 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{12}x_2^2 + \beta_{13}x_3^2 + \beta_{14}x_4^2 \quad (3.5)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_1^2 + \beta_6x_2^2 + \beta_7x_3^2 + \beta_8x_4^2 \quad (3.6)$$

Quadratic Regresyon (QR):

Karesel regresyon metodu için kullanılan formül Eş 3.7'te 3 girdi için, Eş 3.8'te 4 girdi için verilmiştir.

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_1^2 + \beta_6x_2^2 + \beta_7x_3^2 + \beta_8x_4^2 \quad (3.7)$$

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4 + \beta_5x_1x_2 + \beta_6x_1x_3 + \beta_7x_1x_4 + \beta_8x_2x_3 + \beta_9x_2x_4 + \beta_{10}x_3x_4 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{12}x_2^2 + \beta_{13}x_3^2 + \beta_{14}x_4^2 \quad (3.8)$$

### 3.2.2. Yapay sinir ağı (YSA)

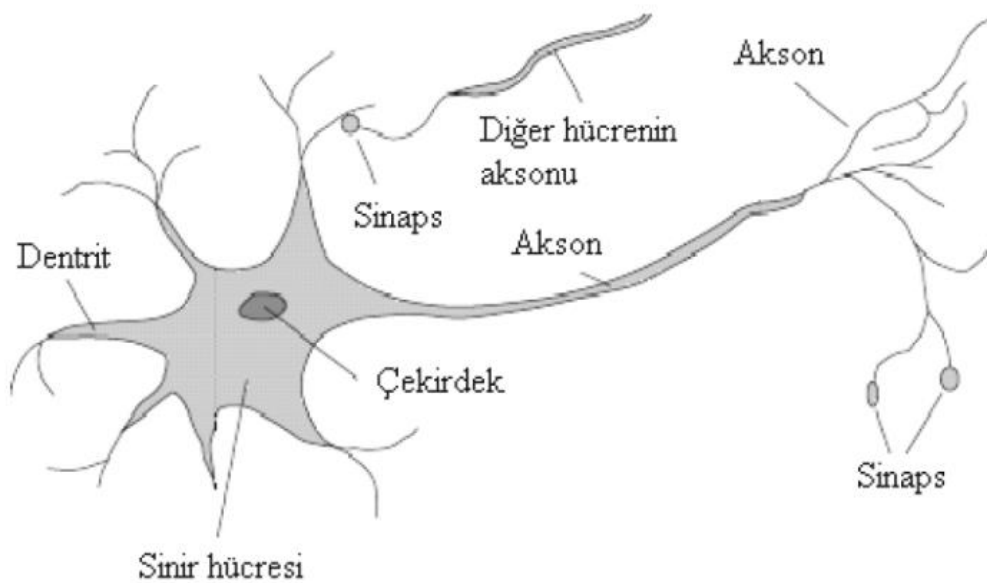
Yapay sinir ağı (YSA) modeli; önümüze çıkan bir çok problemde kullanabileceğimiz oldukça detaylı, insan beyninin keşfetme ve yeni bilgiler üretme yeteneklerini model olarak alıp bunu kendi iç programında taklit eden bir yapay zekâ tekniğidir.

Bu teknik mühendislikten tıba, elektronikten finansa, üretim uygulamalarından ekonomi analizine kadar çok geniş alanlarda kullanılabilir. Başlıca kullanıldığı alanlar dikkate alındığında sınıflandırma, modelleme ve tahmin etme amaçlı yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

#### *Yapay sinir ağlarının biyolojisi*

Yapay sinir ağı insan beyninin çalışma prensiplerini kendine model olarak alan bir bilgi işlem yöntemidir. Oluşturulan programlar biyolojik sinir ağlarının çalışma şeklini taklit eder, problem formatına dönüştürerek çözümler yapar ve bir sonuç elde eder.

İnsan beyninden yola çıkarak geliştirilen bu modeli daha iyi anlamak için biyolojik sinir sistemini yani biyolojik sinir ağlarının yapısını incelemek gerekir. Biyolojik sinir ağ yapısını daha yakından incelemek için şekil 3.6.'da şematik gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.6. Biyolojik sinir hücresinin yapısı ( DergiPark)

Biyolojik bir sinir hücresinde temel olarak dört ana yapı bulunur ve bu yapıların görevi analiz edilerek yapay sinir ağı modelinin temeli oluşturulmuştur. Bunlar; diğer sinir hücrelerinden ya da organlardan gelen sinyalleri çekirdeğe iletmekle görevli olan görüntüsü ağaç kökü şeklindeki dentritler (dendrite), sinir hücreleri arasında köptü görevi gören aksonlar (axon), dentritlerden gelen sinyalleri toplayan hücrenin merkezi konumundaki çekirdek (nucleus) ve üretilen yeni sinyalleri (sonuç verisini) diğer nöronlara ileten bağlantı elemanlarıdır (synapse).

İnsan beyninin çalışma prensibi düşünüldüğünde nasıl ki beyin bazı davranışlarını öğrenerek ve hafızasında mukayese ederek ulaştığı sonuç doğrultusunda yapıyorsa yapay sinir ağları (YSA) da bilgisayarda programlanmış olan yöntemler yardımıyla bilgiyi alır, girdi olarak kullanır, analiz edererek sonuca ulaşır. Şekil 3.7’de insan beynine ait sinir sisteminin uyarılma, tepki ve sonuç kısımlarını bloklar şeklinde gösteren anlatım ile tarif edilmiştir.



Şekil 3.7. Biyolojik sinir sisteminin blok gösterimi

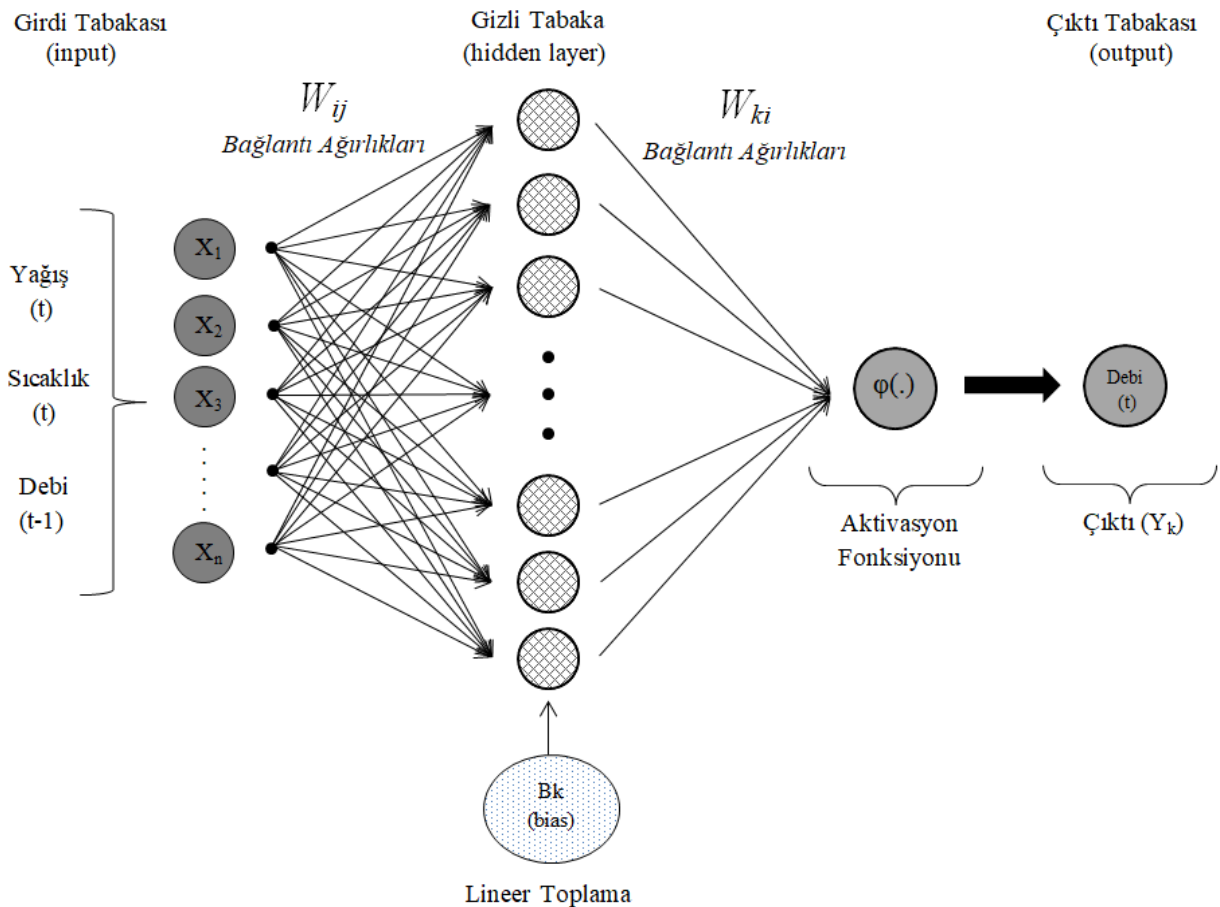
Biyolojik sinir sistemi, merkezinde sürekli olarak bilgiyi alan, yorumlayan ve uygun bir karar üreten beyin bulunduğu 3 katmanlı bir sistem olarak açıklanır. Alıcı sinirler organizma içerisinden ya da dış ortamlardan algıladıkları uyarıları, beyine bilgi ileten elektriksel sinyallere dönüştürür. Tepki sinirleri ise, beyinin ürettiği elektriksel darbeleri organizma çıktısı olarak uygun tepkilere dönüştürür (Çalım, 2008).

Yani özetle biyolojik sinir ağındaki işleyiş yapay sinir ağı modeline dönüştürülerek yapılacak olan çalışma ile ilgili toplanan veriler YSA modelinde girdi olarak eğitime dahil edilir ve bu şekilde analiz başlar. Analiz sonucu ortaya çıkan bilgileri model tıpkı insan beynindeki gibi işleyerek yeni olayların yorumlanmasında kullanır. Ortaya konan bu özellik diğer modeller ile arasındaki en önemli farktır. Sonuç olarak bu model eğitim ve yorumlama yapabilen bir sisteme sahip olduğundan dolayı ‘Yapay Sinir Ağı(YSA)’ adıyla anılmaktadır.

### Yapay sinir hücresi

Yapay sinir ağlarındaki çalışma mekanizması incelendiğinde nöronlar girdiyi işleyen temel elemanlardır. Tıpkı biyolojik sinir hücresinde olduğu gibi yapay sinir hücresinde de ana elemanlar var olup bu elemanlara girdi, ağırlıklar, bias, toplayıcılar, aktivasyon fonksiyonu ve çıktı adı verilmiştir.

Girdiler; diğer nöronlardan yada dış etkenlerden gelen yeni verilerdir. Ağırlıklar; girdi verilerinin bu işlem üzerindeki etkisini hesaplamada kullanılan değerlerdir. Toplayıcılar; fonksiyonel olarak girdi verilerinin ve ağırlıkların tamamının bu işlem üzerindeki etkisini hesaplar. Aktivasyon fonksiyonu; nörona gelen net veriyi işler ve bu verinin işlenmesi sonucunda oluşan çıktı verisini belirler. Nöron çıktısı ise aktivasyon fonksiyonundan çıkan değerdir. Bu çıktı değeri yapay sinir ağının çıktısı olarak kullanılabilir ya da tekrar sinir ağının içine dahil edilip işlenmesi sağlanabilir. Sonuç olarak girdi sayısı birden fazla olsa da çıktı sayısı tektir.



Şekil 3.8. YSA modelinde kullanılan ileri beslemeli ağ mimarisi

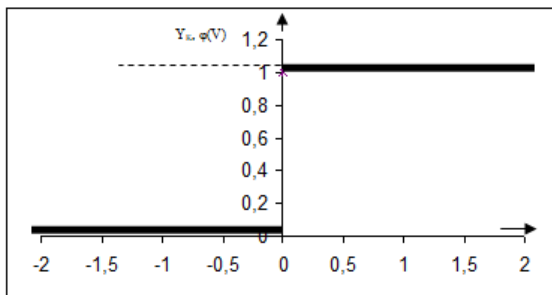
Temel hali ile şekil 3.8.'de gösterilen YSA modelinde  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  gelen girdileri;  $W_{K1}, W_{K2}, W_{K3}, \dots, W_{Kn}$  bağlantı ağırlıklarını,  $b_k$  bias terimini;  $\varphi(\cdot)$  aktivasyon fonksiyonunu;  $Y_K$  ise çıktı değerlerini ifade etmektedir. Lineer toplayıcıların hesaplanmasında  $V_K = \sum_{J=1}^M w_{KJ} \cdot x_J$  kullanılır iken, çıktı değerinin hesaplanmasında  $Y_K = \varphi(V_K + b_K)$  formülü kullanılarak sonuç bulunur.

### *Aktivasyon fonksiyonları çeşitleri*

Bir YSA modelinde çıktıların çeşitliliğini belirli bir kıstas içinde tutmak için birden fazla türde aktivasyon fonksiyonu, “ $\varphi(V)$ ”, vardır. Tipik olarak aktivasyon fonksiyonu sonucunda bir nöronun çıktısının normalize edilmiş genlik alanı, kapalı bir birim aralığı olarak [0-1] veya [-1, 1] arasında alınabilir (Çiğizoğlu, 2004). Bunlar arasında, en çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları;

#### Eşik Değer Fonksiyonu ( Threshold Function )

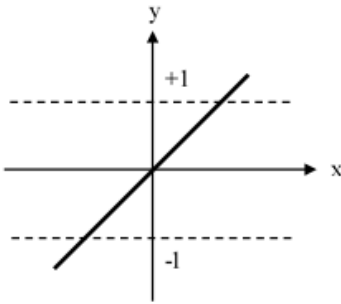
Eşik değer fonksiyonu mantıksal çıkış verir ve McCulloch-Pitts modeli olarak bilinir. Bu fonksiyona ait matematiksel model Şekil 3.9.'da verilmiştir. Şekil üzerinde de anlatıldığı üzere; girdiler sıfırdan küçük ise 0 , birden büyük yada eşit olduğunda ise 1 olarak çıktı değeri üretir. Mühendislikte eşik değer fonksiyonunun Şekil 3.9'daki gibi gösterimine Heaviside adı verilir.



Şekil 3.9. Eşik değer fonksiyonu

### Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu

Doğrusal aktivasyon fonksiyonu doğrusal bir fonksiyonlu bir problemi çözmek için kullanılabilir. Genellikle yapay sinir ağı uygulamalarında kullanılan fonksiyonel yöntemdir ve nöronun net girdisini doğrudan hücre çıkışı olarak verir. Doğrusal fonksiyon Şekil 3.10'da gösterildiği gibi " $y = x$ " formülü ile ifade edilir.

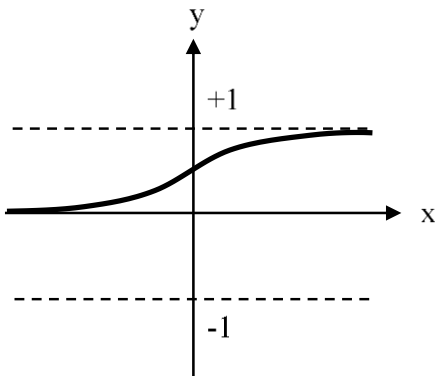


Şekil 3.10. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu

### Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu

Doğrusal olmayan, sürekli ve türevi alınabilen bir fonksiyon olması sebebi ile yapay sinir ağı uygulamalarında en çok bu aktivasyon fonksiyonu tercih edilir. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu, girdi değerlerinin her biri için 0 ile 1 arasında bir değer üretir.

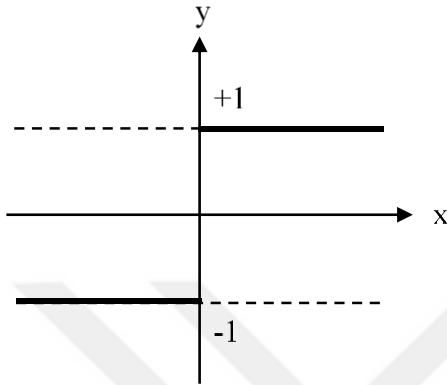
Sigmoid aktivasyon fonksiyonu, matematiksel olarak  $f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$  formülü ile ifade edilir ve genel şekli Şekil 3.11'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.11. Sigmoid aktivasyon fonksiyonu

### Adım Aktivasyon Fonksiyonu

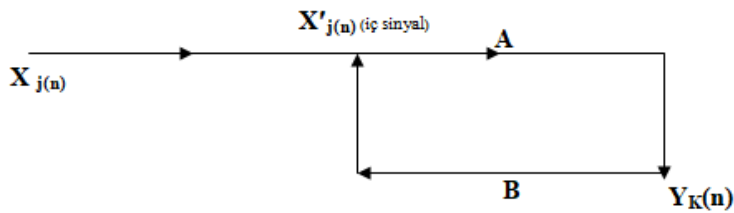
Gelen Net girdinin belirlenen bir eşik değerin altında veya üstünde olmasına göre hücrenin çıktısı 1 veya 0 değerini alır. Şekil 3.12’de fonksiyonel gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.12. Adım aktivasyon fonksiyonu

### *Geri besleme (Feedback)*

Sistemin bir parçasının (kısımının) çıktısı, girdi (input) olarak alınan, belirli bir bölümü ile etkileşiyorsa, geri beslemeli bir dinamik sistem olduğu kabul edilir. Böylelikle sistem içerisindeki sinyallerin iletilmesi için bir veya daha fazla kapalı yol ortaya çıkmaktadır (Üneş, 2006), Çiğizoğlu, 2006).



Şekil 3.13. Geri beslemeli tek döngülü sistem için akım sinyal şeması

Geri beslemeli tek döngülü sistem için akım sinyal şeması şekil 3.13.’te gösterilmiştir. Şemadaki okların yönünden anlaşılacağı üzere girdi sinyallerinden gelen ilk veriler  $X_j(n)$ , çıktı sinyallerinden çıkan veriler  $Y_K(n)$  olmak üzere bu sistem ileri ve geri besleme döngülü bir sistemdir. Bu sistemde çıktı verilerinde oluşan sonuç değerleri tekrar

fonksiyon içine dâhil edilerek geri beslemeli bir sistem haline gelir ve ileri besleme işlemi yapan sistem bir noktada geri besleme yöntemi ile kendi çıktı verilerini belirlemiş olur.

$$Y_K(n) = A[ X_J (n) ] \quad (3.9)$$

$$X'_J(n) = X_J(n) + B[ Y_K (n) ] \quad (3.10)$$

Denklemler yeniden incelendiğinde  $Y_K(n)$  çıktıları istenen aralıkta elde edilene kadar  $X'_J(n)$  iç sinyallerinden etkilenmektedir, yani  $X_J (n)$  girdileri lineer fonksiyon çıktıktan sonra istenilen aralıkta belirlenememişse  $B[Y_K(n)]$  döngüsüne girmekte (geri besleme yapılmakta) ve  $X'_j (n)$  iç sinyalleri olarak yeniden döngüye sokulmaktadır. Tabii ki bu döngünün girdileri  $Y_K(n)$  kümesinin çıktıları olacaktır. Burada (A) ve (B) döngü operatörü olarak davranmaktadır (Üneş, 2005).

Eş 3.9 ve Eş 3.10 denklemlerinden  $X_J(n)$  formülden çıkarıldığında oluşan yeni formül kapalı döngü operatörü olarak ifade edilir ve Eş 3.11'deki denklik elde edilir ve kapalı döngü operatörü adıyla anılır.

$$Y_K(n) = \frac{A}{1-AB} [X_J(n)] \quad (3.11)$$

Açık döngü operatörlerinde  $BA \neq AB$  'dir ve operatör bağımsızdır.  $Y_K(n)$  denkleminin açılımı yapılır ise Eş 3.12 ve Eş 3.13'teki denklemler elde edilmiş olur.

$$\begin{aligned} & \overbrace{X'_j(n)} \\ Y_K(n) &= A[ X_J(n) + B (Y_K(n))] \\ &= A X_J(n) + AB (Y_K(n)) \end{aligned} \quad (3.12)$$

$$Y_K(n) = \frac{A}{1-AB} [X_J(n)] \quad (3.13)$$

elde edilmiş olur.

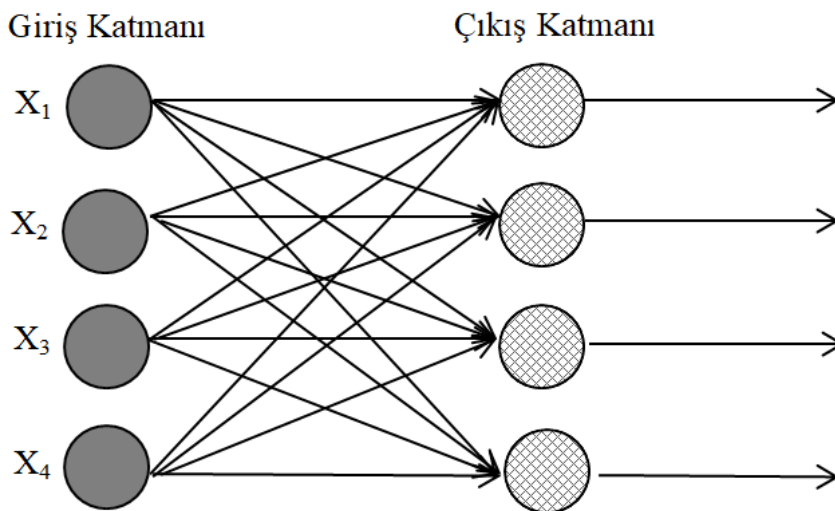


### *Yapay sinir ağlarında çalışma ağının yapısı ve modeli*

Yapay sinir ağlarındaki çalışma metodunda kullanılan temel yöntem eğitime üzerine kuruludur. Algoritmada kullanılan veriler ve sonuç nöronun öğrenmesini sağlar. Öğrenme metotları şu şekilde sınıflandırılmıştır.

#### Tek Tabakalı İleri Beslemeli Ağ:

Bu metotta nöronlar tabaka şeklinde dizildiği ve bir girdi tabakası ile bir çıktı tabakası olduğundan dolayı tek tabakalı ileri beslemeli ağ adını almıştır. Tek tabakalı ileri beslemeli ağ modeli Şekil 3.14'te verilmiş olup pek tercih edilen bir yapay sinir ağı modeli değildir.



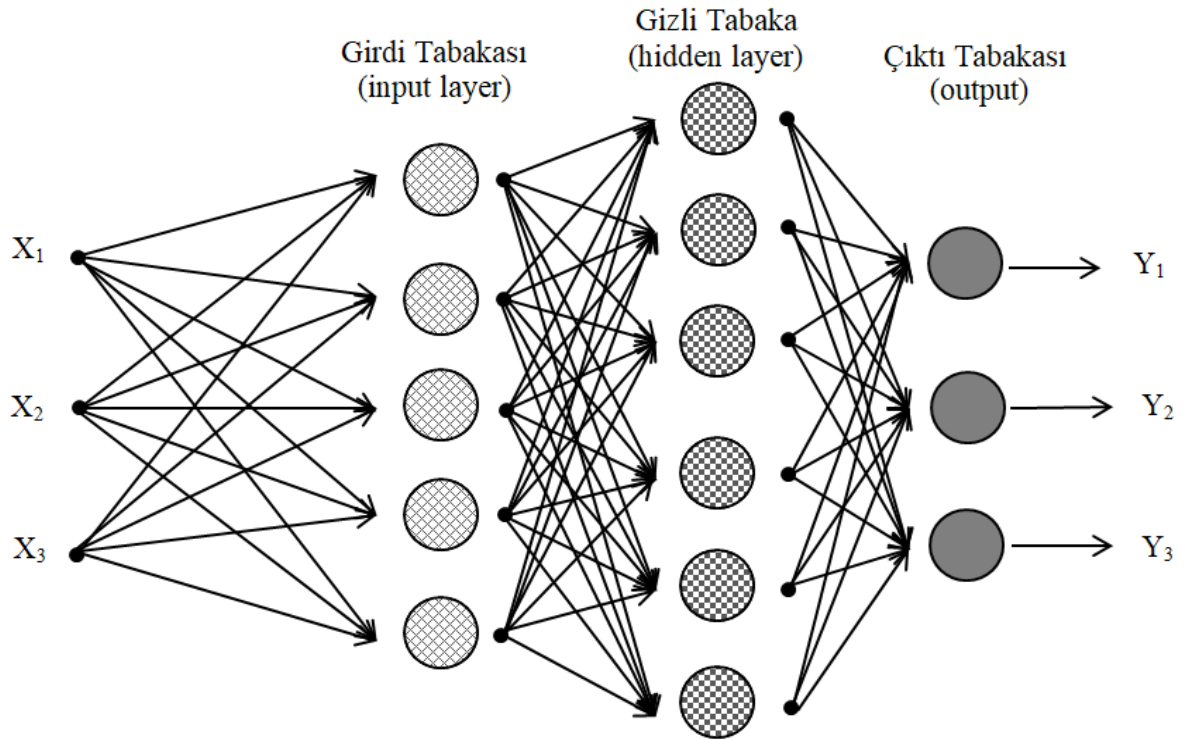
Şekil 3.14. Tek tabakalı ileri beslemeli yapay sinir ağı modeli

#### Çok Tabakalı İleri Beslemeli Ağ:

Bir veya birden fazla gizli tabakanın oluşturulmasıyla meydana gelen bir yapay sinir ağıdır. Gizli tabakaların hesaplanan noktaları şekilleri ile uyumlu olarak gizli nöronlar (hidden layers) veya gizli birimler olarak tanımlanır (hidden units).

Sonuç verilerinin daha istatistiksel ve istenen aralığa yakın çıkması için bir ya da birden fazla gizli tabaka eklenebilir. Gizli tabaka elemanları hesaplardan faydalanmak için veriler (input layers) ve hesap ağı çıktıları arasında yer alır.

İleri beslemeli yapay sinir ağı mimarisi Şekil 3.15.'te gösterilmiştir. Bu mimaride veri akışı tek yönlüdür. Toplanan veriler giriş katmanından gizli tabakaya aktarılır. Gizli tabakada bilgi işlenir ve çıktı tabakasına iletilir. Çıktı tabakasında ise çıkış değeri belirlenir ve sonuçlar üretilerek işlem tamamlanmış olur.



Şekil 3.15. Çok tabakalı ileri beslemeli yapay sinir ağı modeli

Çalışma ağının çıktı tabakalarındaki nöronların çıktı sinyallerinin kümesi, girdi tabakasındaki verilerden elde edilen girdi vektörlerine YSA modelinin yanıtı olarak elde edilir. Şekil 3.15'te ileri beslemeli sinir ağı 5-6-3 hesap ağı olarak tanımlanır. Sebebi de bu hesap ağı 5 adet girdi noktası, 6 adet gizli nöron ve 3 adet çıktı nöronuna sahip olmasıdır.

Çalışma ağının giriş verileri (girdi tabakası) sırası ile girdi vektörlerinin elemanlarını oluşturur. Bunlar 2 tabakadaki nöronlara uygulanan giriş verisi sinyallerinden oluşur.

Eğer YSA modelimiz birden fazla ara tabaka içeriyorsa ikinci tabakanın çıkış sinyalleri, 3. tabakanın girdi verileri olarak kullanılır ve çalışma ağının tümü için bu şekilde uygulanabilir.

Bunun yanı sıra bu şekildeki nöron çalışma ağı tam bağlantılı YSA modeli olarak isimlendirilir. Çünkü çalışma ağının her bir tabakasındaki her bir düğüm, önündeki komşu tabakalardaki her bir düğüm ile bağlanmıştır. Ancak eğer bu iletme bağlantılarının bazıları eksik ise bu tip çalışma modeline kısmi bağlantılı YSA modeli denir.

#### *Hatayı Geriye Yayararak Eğitim:*

Her bir tabakadaki nöronların sayısı ve bağlantı şekli belirli şartlar içerisinde değişebilir. Bir tabaka içerisindeki düğüm noktaları arasında (iletişim) bağlantı kurulmasına izin verilmez. Ancak her bir tabakadaki düğüm noktası değerleri, ardışık yani ondan sonraki tabakaya önceki tabaka çıktısı veya bulunduğu tabakanın girdisi olarak işlem yapabilir.

Düğüm noktalarına verilen veriler, hem başlangıçlardaki girdilerden (yani ilk girdi dosyalarından) hem de sonraki tabaka çıktılarından geri beslemelerinden ileri gelebilir. Bu geri besleme 2 safha içerir: Girdi düğümlerindeki dışardan girilen verilerin bir ileri besleme safhası ile çıktı tabakasındaki çıktı bilgilerini hesaplayarak ileriye doğru yayılması. Çıktı gözlemlenen değerler ve hesaplananlar arasındaki farka (hataya) dayanarak bağlantı ağırlıklarını ( $w$ ; ağırlık-etkinlik katsayılarını) değiştirme-geri besleme fazında yapılır.

Eğitim işleminin başlangıcında, bağlantı eğitim algoritması, eğitim işlemini başarıyla tamamlayana kadar her bir iterasyonda düzeltilerek değiştirilir. Ağırlıkları rasgele değerler olarak alınarak başlanır. Bu iterasyon işlemi (geriye doğru hataların yayılmasıyla yapılan) yakınsadığı zaman, bir ileri beslemeli hesap ağındaki YSA modeli ile elde edilen çıktı sonuçları değerlendirilerek o modelin sonucunda ağırlık katsayıları belirlenir.

Bir YSA modelinde  $N$  tane (girdi parametre verisi) girdi verisi vardır. Bu verilerin her biri girdi değerlerinin bir kümesine sahiptir. Buna  $X_i$  dersek;  $X_i = (i=1,2,3, \dots, k)$  kadar ve çıktı düğümlerinde  $J_n$ , ( $n= 1, 2, 3, \dots, m$ ) kadar çıktı değeri vardır. Bu girdi değerleri gizli tabakalardaki  $W_{ij}$  ( $j=1,2,3, \dots, h$ ) ile çarpılır ve çıkan değerler Eş 3.14'te gösterildiği gibi düzenlenerek gizli tabakaların girdi değerleri olarak kullanılır.

$$H_j = \sum_{i=1}^k W_{ij} \cdot X_i \quad (3.14)$$

(j = 1,2,3, ..., h)

$H_j$  : (j)inci gizli tabakadaki girdi değerleridir.

$W_{ij}$  : (i)inci nöronun (j) inci nörona bağlantı, ağırlık katsayılarıdır.

Her bir gizli tabaka bir gizli tabaka, çıktısı üretmek için sigmoid fonksiyonu (veya diğer fonksiyon) ile dönüştürülür veya işleme tabii tutulur.  $H_{Oj}$  olarak gösterilen çıktılar Eş 3.15'de görüldüğü gibi elde edilir.

$$H_{Oj} = f(H_j) = \frac{1}{1 + \exp[-(H_j + \theta_j)]} \quad (3.15)$$

HJ: Düğüm noktalarındaki girdi değerleri

f (HJ) : Çıktı düğüm noktası değeri

$\theta_j$ : Bir başlangıç veya Bias terimi olarak alınabilir.

Threshold (başlangıç) fonksiyonu, ( $\theta_j$ ) ağırlık katsayılarının eğitilmesine bir değer (genelde 1 alınır) olarak etkitilebilir.  $H_{Oj}$  çıktı değerleri ardışık tabakalarda girdi olarak da görev yapabilir.

Birden fazla gizli tabaka alınması durumunda bu işlem çıktı tabakasına varıncaya kadar devam eder. Yani kaç tane ara tabaka var ise her ara tabakanın çıktısı sonrakinin girdisi (input) olarak alınır ve bu işlem çıktı tabakasına kadar devam eder. Bu işlemin tümüne ileri doğru hareket akışı denir. Eğer n tane ( $n = 1,2,3, \dots, m$ ) çıktı düğümü için girdi olarak  $I_{On}$  alınırsa denklemi Eş 3.16'daki gibi ifade edebiliriz.

$$I_{On} = \sum_{j=1}^h W_{jn} \cdot H_{jn} \quad (3.16)$$

Bütün girdi değerleri aktivasyon fonksiyonu ile yeniden tanımlanarak sinir ağının çıktı değerleri belirlenir.

Yakınsak çözüm için ardışık olarak iterasyonlar boyunca ağırlıkların değiştirilmesi (hataların geriye yayılması) veya eğitme işlemlerinin geriye yayılması öğrenme algoritması ile başarılmaktadır.

Çıktı tabakasındaki değerleri hedeflenen değerler ile (elimizdeki bulmayı amaçladığımız ölçüm veya model sonuçları) aynı olmayacaktır. Belirli bir miktar hata içerecektir.

$\theta_j$  Burada başlangıç fonksiyonu olarak alınır, bu terim yerine bias terimi genellikle kullanımlarda (1) olarak alınıp işlem yapılır. HOj çıktısı ise sigmoid fonksiyonu kullanılarak çıktı değerlerini ardışık gizli tabakalar boyunca input değerleri olarak almış ve output değerlerine kadar devam etmiştir.

Bu input değerleri yapay sinir ağından elde edilecek ( $O_n$ ) çıktı değerlerini vermesi için YSA modeli boyunca sürdürülüp yine eğitme işlemi ardışık ağırlık düzeltme işlemi ve geriye beslemeli eğitim algoritması ile başarılmaktadır.

YSA uygulanarak elde edilen çıktıya ( $O_n$ ) bulunması istenen ölçüm değerlerine ( $T_n$ ) denirse her bir girdi verisi için ( $e_p$ ) p'inci girdi verisinin çıktı sonucu oluşan hatası Eş 3.17'deki gibi toplam karesel hataya göre yazılırsa (sum of squares of error) ;

$$e_p = \sum_{l=1}^m (T_n - O_n)^2 \quad (3.17)$$

ve "MSE" (mean square veya average system error) ortalama karesel hataya göre hesaplanmak istendiğinde, Eş 3.18'deki gibi tüm girdi verileri için toplam miktarı olarak;

$$E = \frac{1}{2N} \sum_{P=1}^N \sum_{n=1}^m (T_{P_n} - O_{P_n})^2 \quad (3.18)$$

burada, N; bütün Girdi veriler,  $T_{P_n}$ : Gerçek veriler (bulunması istenen hedef değer),  $O_{P_n}$ ; (YSA) yapay sinir ağları çıktı değerleridir.

Geri beslemeli algoritmanın amacı iteratif olarak ortalama karesel hataların minimize edilmesidir. Bu işlem çıktı tabakasındaki her bir bağ noktası için  $\delta_n$  hesaplanan değişim miktarını verir ve Eş 3.19'daki gibi gösterilir.

$$\delta_j = O_n(1 - O_n)(T_n - O_n) \quad (3.11)$$

burada  $\delta_j$  hatanın değişimidir ve bir önceki tabakadaki hesaplanan hataların ağırlıklı toplamları tarafından ara tabakalar için yenilenerek her bir iterasyon için belirlenir.

$$\delta_j = H_{O_j}(1 - H_{O_j}) \sum_{n=1}^m \delta_n \cdot W_{jn} \quad (3.19)$$

Denklem Eş 3.12'de gösterildiği gibi yazılabilir. Burada,  $H_{O_j}$ ; girdi ve çıktı (input ve output) arasındaki ağırlık fonksiyonu ile verilen ilişkiden yola çıkarak,  $H_j$ , gizli tabaka girdisi ile  $H_{O_j}$ , çıktı değerine geçişi veren sigmoid fonksiyonu dönüşümüdür. Elde edilen bu dönüşümü gösteren denklemler sırasıyla Eş 3.20 ve Eş 3.21'te gösterilmiştir.

$$H_j = \sum_{i=1} W_{ij} \cdot X_i \quad (3.20)$$

ve

$$H_{O_j} = f(H_j) = \frac{1}{1 + \exp(H_j + O_j)} \quad (3.21)$$

Hata değerinin miktarı hesap ağırlıkların ağırlık değerlerini güncelleştirmede kullanılır ve Eş 3.22'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$\Delta W_{ij} = \eta \cdot \delta_j \cdot X_i \quad (3.22)$$

Eş 3.23'te yazıldığı gibi ağırlık değeri hataya göre yenilenir.

$$W_{ij}(r+1) = W_{ij}(r) + \Delta W_{ij} \quad (3.23)$$

Genellikle hızlı bir yakınsama sağlamak için eskalasyon (değerler arasındaki fark-salınım) yol açmamak için geniş adım aralığı kullanılır. (r) inci data girildikten sonra ağırlıklardaki değişim ise Eş 3.24'de gösterilmiştir.

$$\Delta W_{ij}(r) = \eta \cdot \delta_j \cdot X_i + \alpha \Delta W_{ij}(r-1) \quad (3.24)$$

burada,

$\alpha$  ; Yakınsamayı hızlandırmak için kullanılan bir momentum oranı ifadesini,

$\eta$  ; hatanın değişiminde ve yayılımındaki adım aralığını belirleyen öğrenme oranı,

$r$ ; iterasyon sayısı,

$\delta_j$  ; hata miktarını göstermektedir.

### Öğrenme Oranı (Learning Rate $0 \leq \eta \leq 1$ )

Öğrenme oranı  $\{0-1\}$  arasında belirlenir. Küçük bir öğrenme oranı “ $\eta$ ” için, bir iterasyondan diğerine çalışma ağındaki iletişim ağırlık çarpanının ( $W_{ij}$ ) değişimi daha küçük olacaktır.

Yani daha küçük “ $\eta$ ” değeriyle daha yavaş bir öğrenmenin oluşmasına sebep olacaktır. Diğer taraftan çok yüksek bir “ $\eta$ ” değeri seçildiğinde YSA modeliyle oluşan çalışma ağı yakınsak bir sonuç vermeyebilir (unstable).

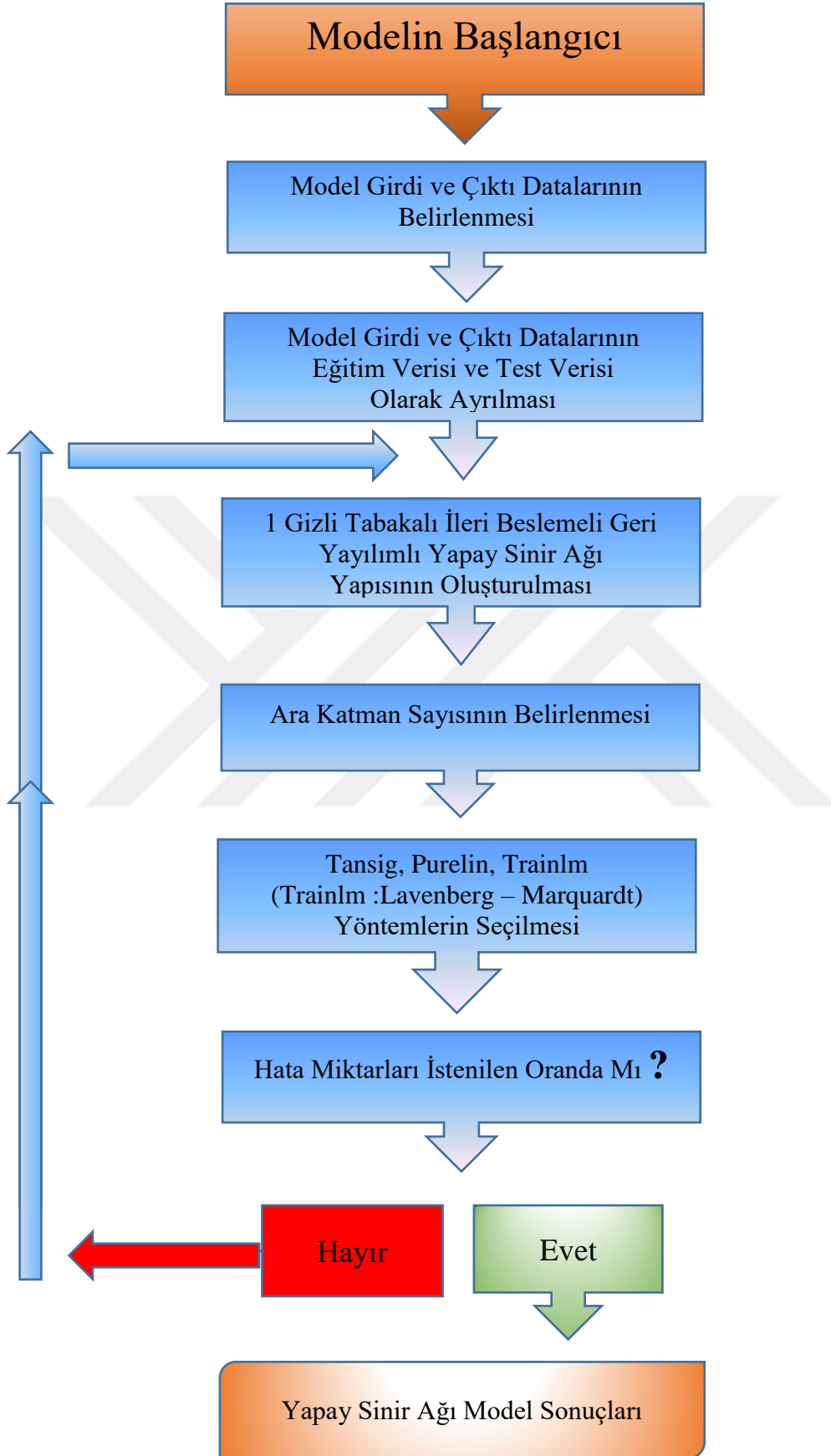
### Momentum Oranı katsayısı “ $\alpha$ ” (Momentum Rate $0 \leq \alpha \leq 1$ )

Momentum katsayısı olaya dahil edilerek yakınsak (stable) ve doğru sonuca daha yakın bir değer elde edebiliriz.

Momentum oranı, grafiklerin veya verilerin dönüm noktalarındaki hata yüzeğinde modelin öğrenme işlemini sonlandırmasını önleyebilir. Yani momentum oranı Lokal minimumlarda YSA'nın iterasyona son vermesini önler.

Bir sonraki iterasyonda yayılacak hata miktarı Eş 3.25'te verilmiştir.

$$\Delta W_{ji}(r) = \eta \cdot \delta_i \cdot X_i + \alpha \Delta W_{ij}(r-1) \quad (3.25)$$



Şekil 3.16. İleri beslemeli geriye yayılımlı bir yapay sinir ağı için akış şeması



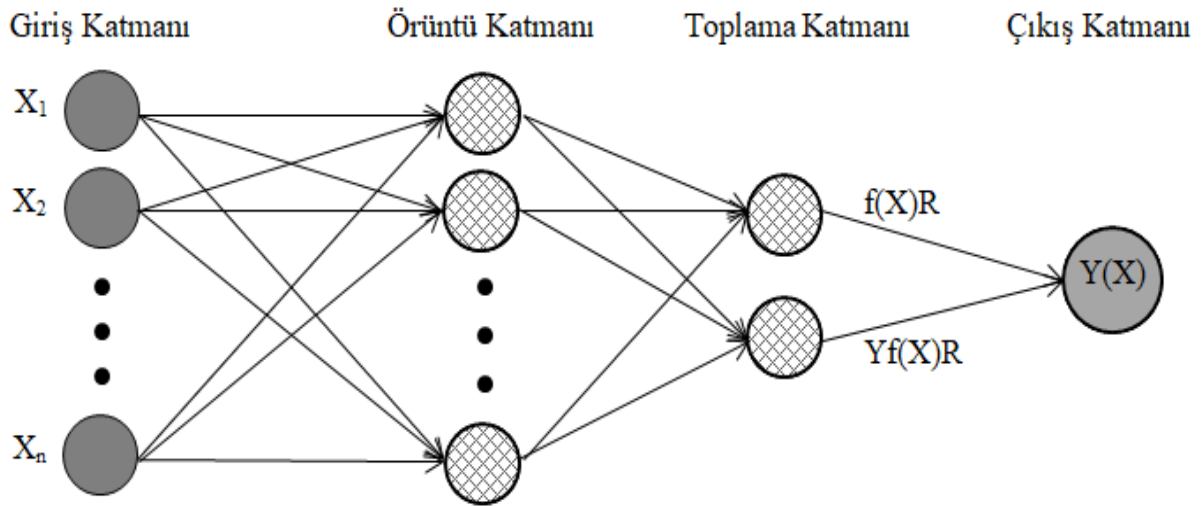
İleri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağı modellemesinde her iterasyon, ileri besleme ve geri yayılım olmak üzere iki aşamadan oluşur. İleri yayılım aşamasındaki yapay sinir ağında o andaki analize dâhil edilen giriş verilerine karşılık çıkış verileri elde edilir. Geri yayılım aşamasında ise çıkış verilerinde oluşan hatalara istinaden yeniden veri girişi yapılarak düzeltme yapılır. İleri beslemeli bir ağda geri yayılım aşamasını gösteren akış şeması Şekil 3.16'da gösterilmiştir. Bu akış şeması çiziminde de görüldüğü üzere ağın eğitilmesi amacıyla modelin başlangıcında girdi ve çıktı dataları belirlenir. Verilerin sayısı ve çeşidi belirlendikten sonra 3 tabakalı yapay sinir ağı (YSA) model analizine başlanır.

Model analizi yapılırken dikkat edilmesi gereken nokta bir hata (tolerans) payı belirlemek ve o hata değerinden daha düşük değere ulaşınca kadar eğitimi sürdürmektir. Ara katman sayısı belirlenip eğitimin ne kadar yapılacağına karar verildikten sonra uygun model yöntemi seçilir ve analiz yapılır. Analizlerin yapıldığı aşamada hata değerlerinin azalıp artmasına göre çözüm hakkında yorum yapılır. Eğer hata değeri artıyor ise eğitime son verilir ve eğitime tabi tutulan girdi verileri yeniden değerlendirilir. Bu değerlendirmenin sonucunda karar verilen yeni eğitim verilerine göre tekrar analiz işlemi başlatılır. Çıkan yeni hata değerleri istenilen aralıkta ise eğitim tamamlanmış olur ve yapay sinir ağı model sonucu olarak kabul edilip bu değerler üzerinden sonuçlar yorumlanır.

### **3.2.3. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA)**

Yapay sinir ağı modellerinde her örnek veri için ara katmanlarda bir tane nöron tutulur. Bundan dolayı nöronun yapacağı hesaplamalarda katman sayısı da eğitime tabi tutulan girdi sayısı ile doğru orantılı olarak büyür. Büyüyen katman ve işlem sayısı sebebiyle de ihtiyaç duyulan kapasite alanı artar.

Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağının teorik temelini oluşturan, doğrusal olmayan regresyon analiz metodudur. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağı genel yapısı itibari ile Şekil 3.18'de gösterildiği gibi giriş katmanı, örüntü katmanı, toplama katmanı ve çıkış katmanı olmak üzere 4 tabakadan oluşan ileri beslemeli bir yapay sinir ağı modelidir. Bünyesinde bulunan her bir tabaka farklı sayılarda nöronlardan oluşup, katmanlar sırasıyla bir sonraki katman ile bağlantılıdır.



Şekil 3.17. Grysa'nın genel yapısı

Eğitime dahil edilen veri sayısı arttıkça yaptığı tahminlerdeki hata payı daha da azalır. Standart regresyon tekniklerinde olduğu gibi GRYSA'da da sürekli değişkenlerin tahimini için kullanılır. Kısacası GRYSA; girdi ve çıktı verileri arasındaki herhangi bir fonksiyonu tahmin etmekte kullanılan bir yöntemdir. Çıktıyı (Y) büyük olasılık değeri ile hesaplamak amacıyla GRYSA kullanılır.

Özetle GRYSA girdi(X) bağımsız değişkenine göre bağımsız olmayan çıktı (Y) değişkeninin analizidir. Fonksiyonel anlamda  $f(X, y)$  fonksiyonu için  $y$ ; X girişinde  $y$ 'nin öngörülen çıkışı olmak üzere Eş 3.26'daki denklemde ifade edildiği gibidir.

$$Y = E\left(\frac{y}{X}\right) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} yf(X,y)dy}{\int_{-\infty}^{\infty} f(X,y)dy} \quad (3.26)$$

### 3.2.4. Model performans analizleri için kullanılan istatistiksel kriterler

Bu çalışmada, 1397 günlük sıcaklık ve yağış-akış verilerininin 350 adedi yani %25'i test için, geri kalan 1047 tanesi ise eğitim için kullanılmıştır. Modellemelerde  $R^2$ , Ortalama mutlak hata (OMH) ve Karesel hataların ortalamasının karekökü (KKOH) kriterlerine göre hesaplanmış ve iki adet değerlendirme yapılarak çıkan sonuçlar yorumlanmıştır. Determinasyon katsayısı ( $R^2$ ) Eş 3.27'deki gibi gösterilir ve x - y ikili değerleri arasındaki doğrusal bağıntının gücünü ölçer. Doğrusal ilişkinin 1 olması sonucun doğruya çok yakın

olduğunu gösterir. Bu durumda 1'e en yakın değer için yapılacak olan yorumlama en mantıklı ve uygun olanıdır.

$$R^2 = \left[ \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n(\sum x^2) - (\sum x)^2)} \sqrt{(n(\sum y^2) - (\sum y)^2)}} \right] \quad (3.27)$$

Ortalama mutlak hata (OMH) sürekli değişkenlerin yönlerini dikkate almadan tahmindeki hataların ortalama büyüklüğünü hesaplayarak doğruluğunu ölçer ve Eş 3.28'deki gibi gösterilir.

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |Q_{ölçüm} - Q_{tahmin}| \quad (3.28)$$

Karesel hataların ortalamasının karekökü (KKOH) hata ortalama büyüklüğünü ölçer. Denklemi Eş 3.29'de gösterildiği gibidir. OMH ve KKOH hataların ihtimallerini teşhis etmek için kullanılır. OMH ve KKOH sıfırdan sonsuza kadar gidebilir. Daha Düşük değerler daha kullanışlı olduğu anlamına gelir.

$$KKOH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Q_{ölçüm} - Q_{tahmin})^2 \quad (3.29)$$

Burada, n veri sayılarını ve Q günlük nehirdeki akım/debi miktarını ( $m^3/s$ ) miktarını ifade etmektedir. Sonuçlar, tahmin ve performans açısından karşılaştırmak için kullanılacaktır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada ÇDR1, ÇDR2, IR1, IR2, PQR1, PQR2, QR1, QR2, YSA1, YSA2, GRYSA1 ve GRYSA2 model sonuçları aşağıdaki istatistiksel kriterlere göre kıyaslanmıştır. ÇDR1, IR1, PQR1, QR1, YSA1 ve GRYSA1 model çalışması için su sıcaklığı, yağış ve akış zaman serisi ile akış modellemesi yapılmıştır. ÇDR2, IR2, PQR2, QR2, YSA2 ve GRYSA2 model çalışmasında ise su sıcaklığı, yağış, yağış zaman serisi ve akış zaman serisi ile akış modellemesi yapılmıştır.

Çizelge 4.1. Yağış-akış tahmininde elde edilen modellemelere ait istatistiksel sonuçlar

Model İsimleri	Model Girdileri	OMH (m <sup>3</sup> /s)	KKOH (m <sup>3</sup> /s)	R <sup>2</sup>
ÇDR1	T, P, Q <sub>t-1</sub>	5,38	11,53	0,9024
ÇDR2	T, P, P <sub>t-1</sub> , Q <sub>t-1</sub>	5,02	9,55	0,9329
IR1	T, P, Q <sub>t-1</sub>	5,36	11,26	0,9069
IR2	T, P, P <sub>t-1</sub> , Q <sub>t-1</sub>	4,88	9,81	0,9314
PQR1	T, P, Q <sub>t-1</sub>	5,37	11,46	0,9034
PQR2	T, P, P <sub>t-1</sub> , Q <sub>t-1</sub>	4,88	9,26	0,9371
QR1	T, P, Q <sub>t-1</sub>	5,35	11,19	0,9079
QR2	T, P, P <sub>t-1</sub> , Q <sub>t-1</sub>	4,81	9,52	0,9352
YSA1	T, P, Q <sub>t-1</sub>	5,15	9,45	0,9366
<b>YSA2</b>	<b>T, P, P<sub>t-1</sub>, Q<sub>t-1</sub></b>	<b>3,28</b>	<b>7,11</b>	<b>0,9635</b>
GRYSA1	T, P, Q <sub>t-1</sub>	5,99	12,79	0,8815
<b>GRYSA2</b>	<b>T, P, P<sub>t-1</sub>, Q<sub>t-1</sub></b>	<b>4,56</b>	<b>9,14</b>	<b>0,9401</b>

KKOH: Ortalama karesel hataların karekökü, OMH: Mutlak ortalama hata, R<sup>2</sup> : Determinasyon katsayısı, T: günlük ortalama hava sıcaklığı (°C), P, P<sub>t-1</sub> : günlük toplam yağış miktarı (mm), Q, Q<sub>t-1</sub> :günlük ortalama akış miktarı (m<sup>3</sup>/s)

Çizelge 4.1 ve saçılım grafikleri incelendiğinde çıkan sonuçları aşağıda açıklandığı şekilde değerlendirmek mümkündür.

Çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) içerisinde toplam 2 tane ÇDR1, ÇDR2 modelleri kullanılmıştır. Bu model kendi içinde değerlendirildiğinde; ÇDR2 (OMH: 5,02 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 9,55 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9329) modelinin diğer modele göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. ÇDR1 modeli ise (OMH: 5,38 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 11,53 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9024) modelinin diğer ÇDR2 modeline göre daha düşük performans göstermiştir.

Çoklu doğrusal olmayan regresyon modellerinden, etkileşim regresyonu (IR) içerisinde toplam 2 tane IR1, IR2 modelleri kullanılmıştır. Bu model kendi içinde değerlendirildiğinde; IR2 (OMH: 4,88 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 9,81 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9314) modelinin diğer modele göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. IR1 modeli ise (OMH: 5,36 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 11,26 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9096) modelinin diğer IR2 modeline göre daha düşük performans göstermiştir.

Çoklu doğrusal olmayan regresyon modellerinden, saf ikinci dereceden regresyon (PQR) içerisinde toplam 2 tane PQR1, PQR2 modelleri kullanılmıştır. Bu model kendi içinde değerlendirildiğinde; PQR2 (OMH: 4,88 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 9,26 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9371) modelinin diğer modele göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. PQR1 modeli ise (OMH: 5,37 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 11,46 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9034) modelinin diğer PQR2 modeline göre daha düşük performans göstermiştir.

Çoklu doğrusal olmayan regresyon modellerinden, karesel regresyon (QR) içerisinde toplam 2 tane QR1, QR2 modelleri kullanılmıştır. Bu model kendi içinde değerlendirildiğinde; QR2 (OMH: 4,81 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 9,52 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9352) modelinin diğer modele göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. QR1 modeli ise (OMH: 5,35 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 11,19 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9079) modelinin diğer QR2 modeline göre daha düşük performans göstermiştir.

Yapay sinir ağları (YSA) içerisinde toplam 2 tane YSA1, YSA2 modelleri kullanılmıştır. Bu model kendi içinde değerlendirildiğinde; YSA2 (OMH: 3,28 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 7,11 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9635) modelinin diğer modele göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir.

YSA1 modeli ise (OMH: 5,15 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 9,45 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9366) modelinin diğer YSA2 modeline göre daha düşük performans göstermiştir.

Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA) içerisinde toplam 2 tane GRYSA1, GRYSA2 modelleri kullanılmıştır. Bu model kendi içinde değerlendirildiğinde; GRYSA2 (OMH: 4,56 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 9,14 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,9401) modelinin diğer modele göre daha iyi performans gösterdiği gözlemlenmiştir. GRYSA1 modeli ise (OMH: 5,99 m<sup>3</sup>/s- KKOH: 12,79 m<sup>3</sup>/s – R<sup>2</sup>: 0,8815) modelinin diğer GRYSA2 modeline göre daha düşük performans göstermiştir.

#### 4.1. Model Sonuçları

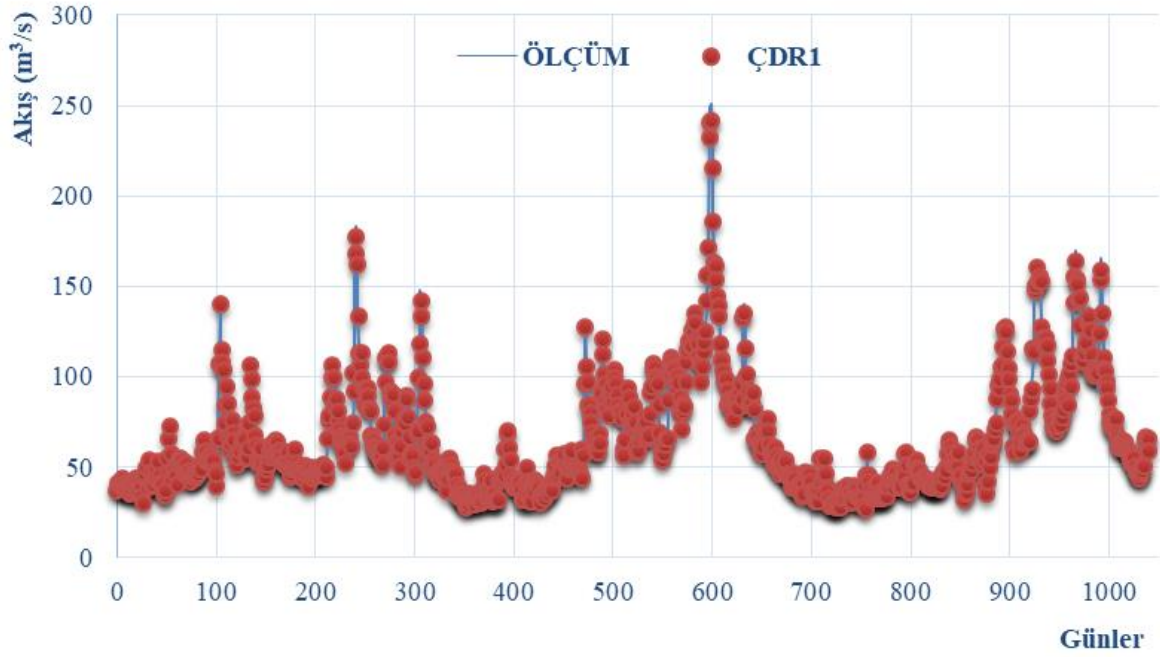
Çalışmada, çoklu doğrusal regresyon (ÇDR1, ÇDR2), çoklu doğrusal olmayan regresyon yöntemlerinden etkileşim regresyonu (IR1, IR2), saf ikinci dereceden regresyon (PQR1, PQR2), karesel regresyon (QR1, QR2), yapay sinir ağları (YSA1, YSA2) ve genelleştirilmiş regresyon yapay Sinir Ağı (GRYSA1 ve GRYSA2) model sonuçları incelenmiştir. Yapılan analizlere ait grafikler ve sonuçlar aşağıda gösterilmiştir.

Bu modeller (ÇDR, IR, PQR, QR, YSA ve GRYSA) kendi aralarında değerlendirildiğinde tüm modellerin başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür. Ancak YSA2 ve GRYSA2 modelleri en yüksek determinasyon katsayılarına (R<sup>2</sup>) ve en düşük hata (OMH) miktarlarına sahiptir. GRYSA1 ve ÇDR1 modellerinin en yüksek hata (OMH), en düşük determinasyon katsayılarıyla (R<sup>2</sup>) tüm modeller içerisinde en düşük performansı gösterdiği gözlemlenmiştir. YSA2 ve GRYSA2 en düşük ortalama karesel hataya (KKOH) sahipken, en yüksek ortalama karesel hatayı (KKOH) ÇDR1 ve GRYSA1 modelleri göstermiştir.

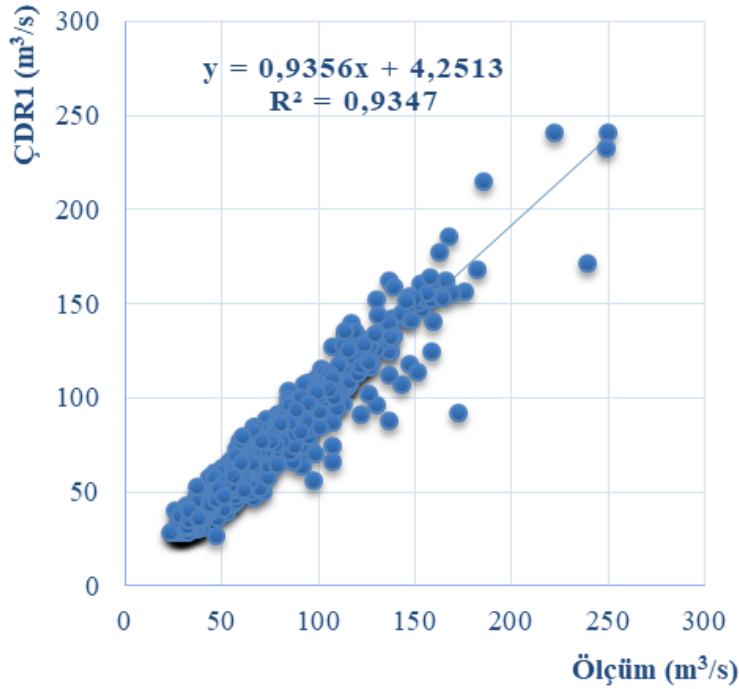
##### 4.1.1. Çoklu doğrusal regresyon sonuçları

Çoklu doğrusal regresyon (ÇDR1, ÇDR2) modeli için 2014-2018 yılları arasında 1396 günlük verinin 1046'ü eğitim için, son 350 günlük veri de test için değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. ÇDR1 modelinde girdi olarak ölçülen günlük ortalama hava sıcaklığı, günlük yağış miktarı ve nehir akış/debi zaman serileri(m<sup>3</sup>/s), kullanılarak çıktı katmanı olarak nehir akış/debi miktarı (m<sup>3</sup>/s) alınmıştır.

Şekil 4.1. ve 4.2' de Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR1'e ait sırası ile dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

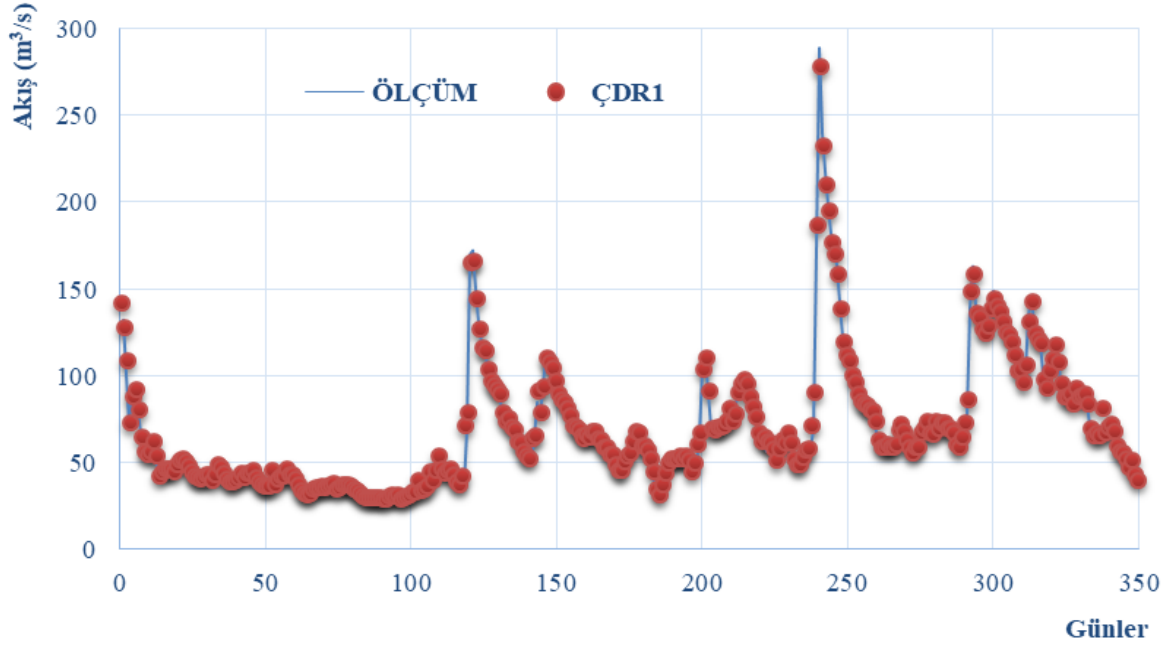


Şekil 4.1. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

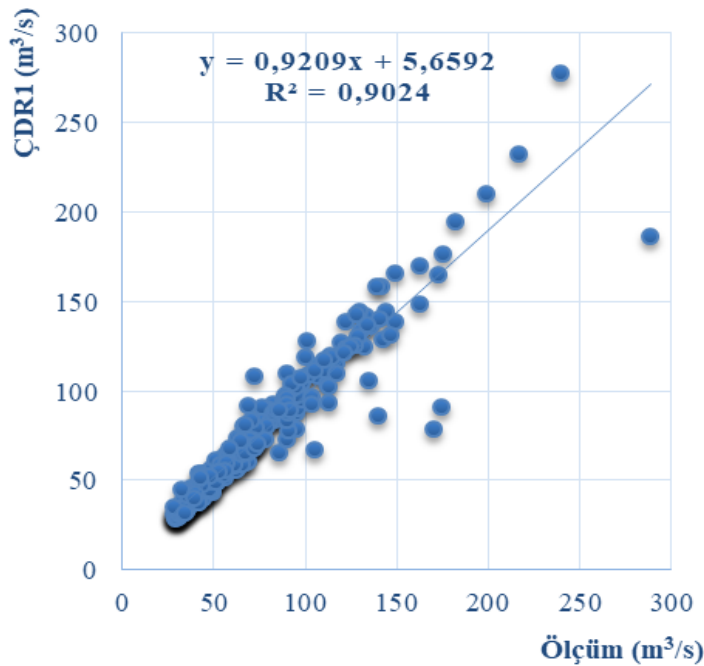


Şekil 4.2. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR1 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.1. ve Şekil 4.2. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9347 olduğu tespit edilmiştir. ÇDR1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen ÇDR1 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'te verilmiştir.



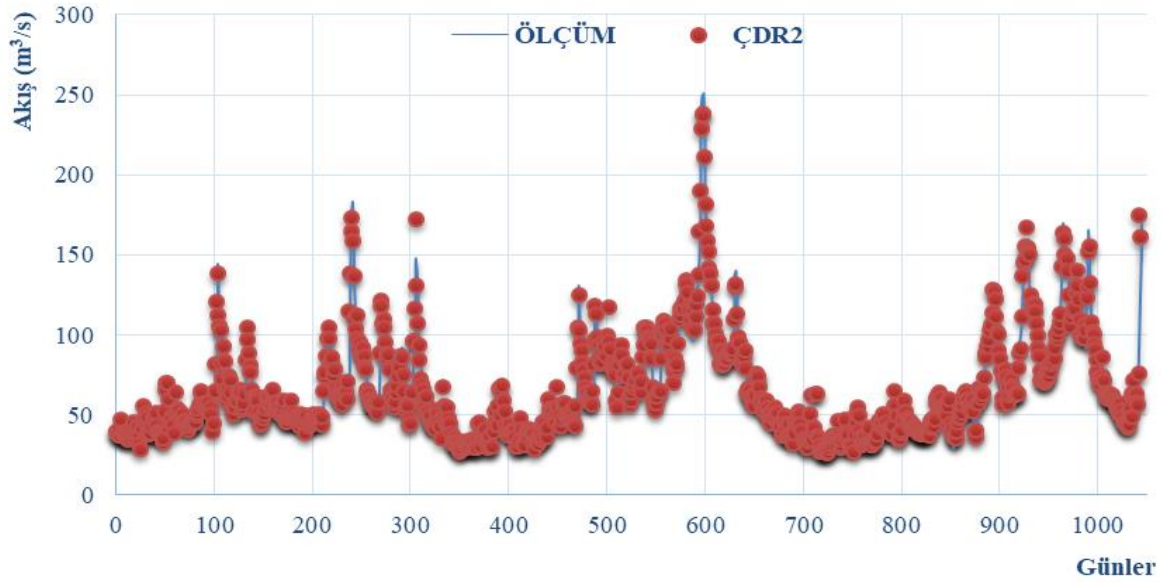
Şekil 4.3. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



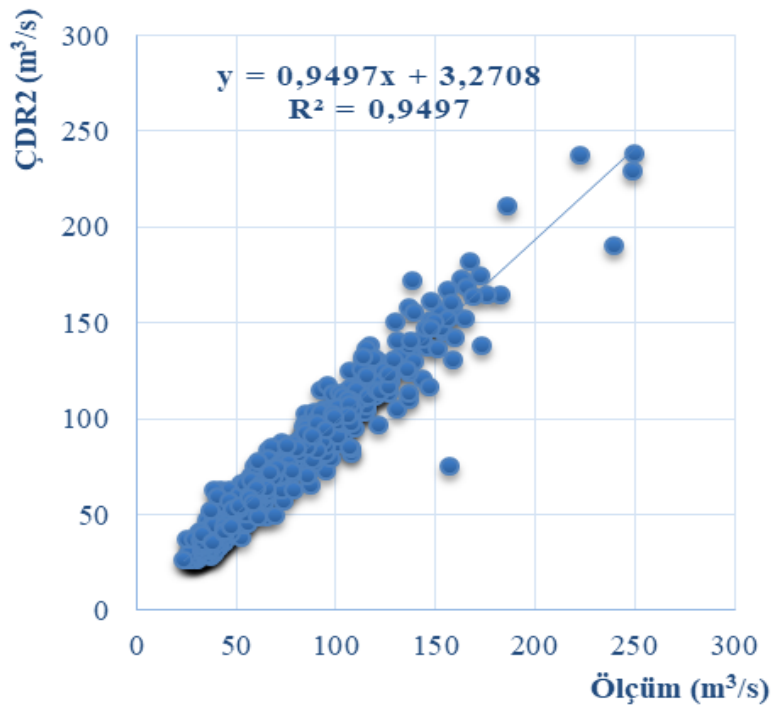
Şekil 4.4. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR1 modeline ait saçılım grafiği



Test aşamasında, determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.9024$  olarak elde edilmiştir. ÇDR2 modeline ait eğitim aşamasındaki dağılım ve saçılım grafikleri sırası ile Şekil 4.5. ve Şekil 4.6' da verilmiştir. Ayrıca ÇDR2 modelinde girdi olarak ÇDR1 modelindeki ilaveten yağış zaman serisi eklenmiştir.

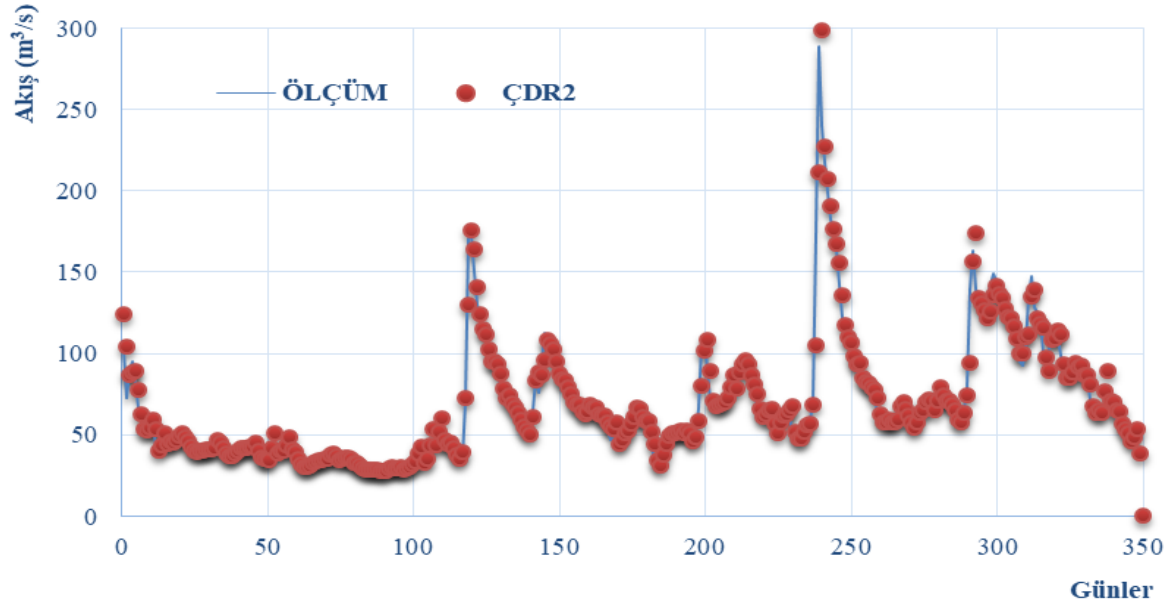


Şekil 4.5. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

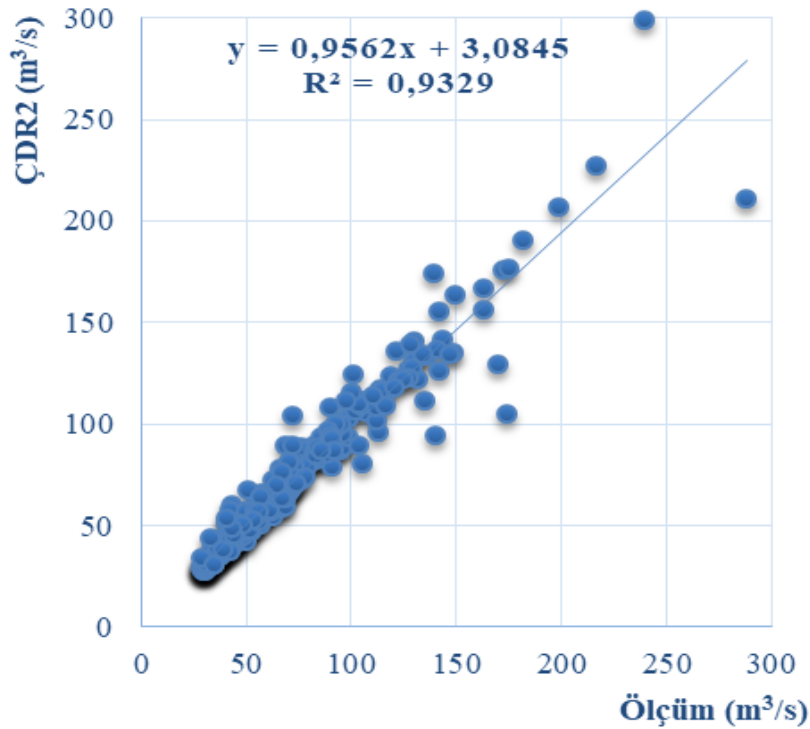


Şekil 4.6. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için ÇDR2 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.5. ve Şekil 4.6. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9497 olduğu tespit edilmiştir. ÇDR2 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, ÇDR2 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.7. ve Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



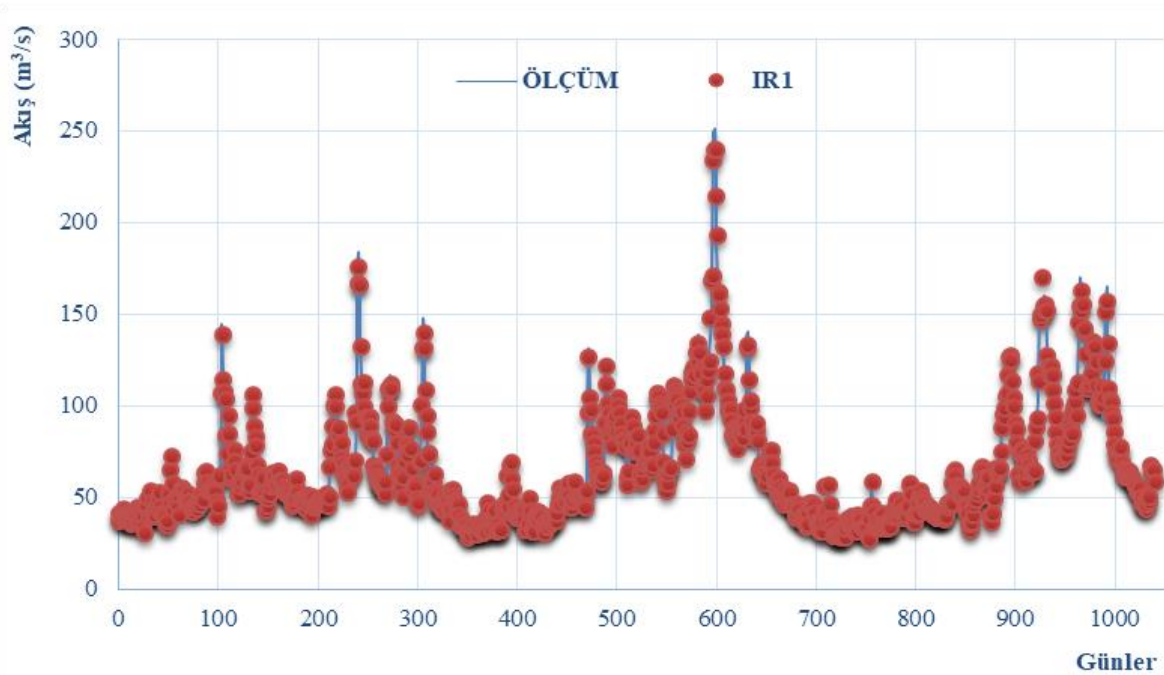
Şekil 4.8. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için ÇDR2 modeline ait saçılım grafiği

#### 4.1.2. Çoklu doğrusal olmayan regresyon sonuçları

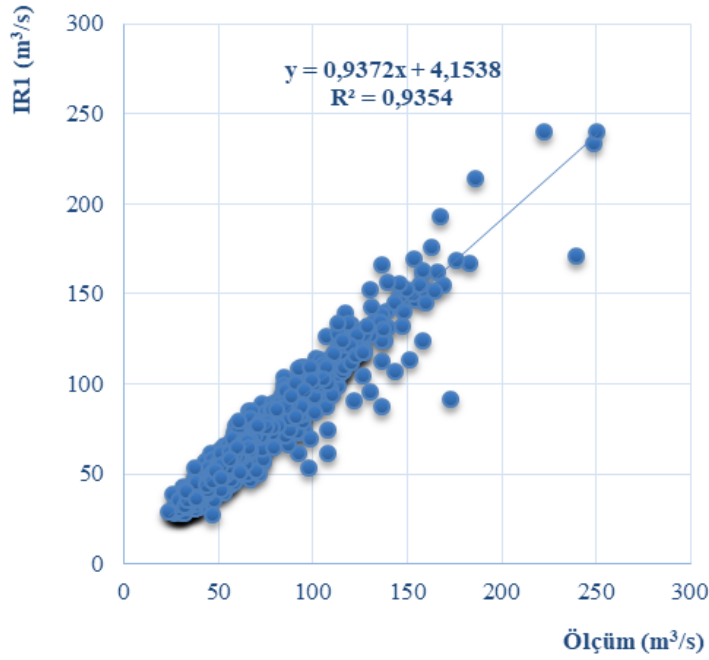
##### *Etkileşim Regresyonu ( Interaction Regresyon (IR) )*

Çoklu doğrusal olmayan regresyon metotlarından etkileşim regresyon (IR1, IR2) modeli için 2014-2018 yılları arasında 1396 günlük verinin 1046'ü eğitim için, son 350 günlük veri de test için değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. IR1 modelinde girdi olarak ölçülen günlük ortalama hava sıcaklığı, günlük yağış miktarı ve nehir akış/debi zaman serileri( $m^3/s$ ), kullanılarak çıktı katmanı olarak nehir akış/debi miktarı ( $m^3/s$ ) alınmıştır.

Şekil 4.9. ve 4.10' da Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR1'e ait sırası ile dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

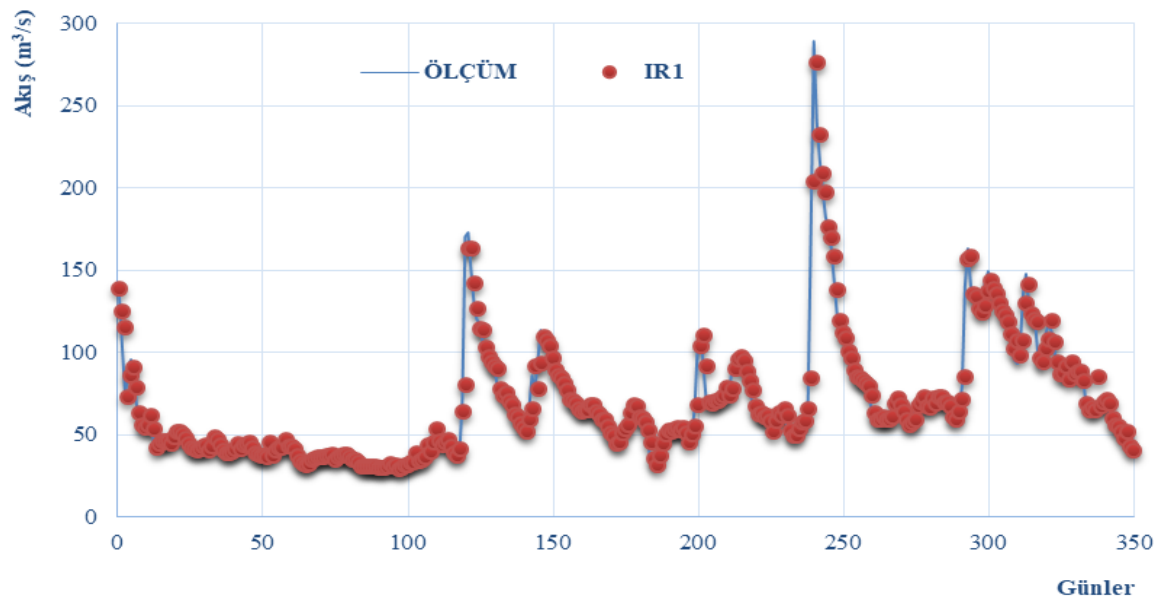


Şekil 4.9. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

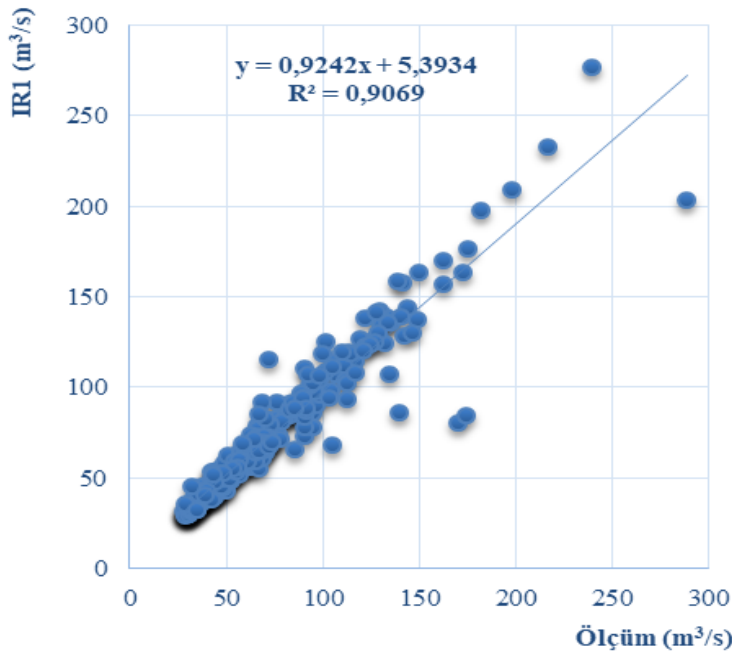


Şekil 4.10. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR1 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.9. ve Şekil 4.10. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9354 olduğu tespit edilmiştir. IR1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen IR1 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.11. ve Şekil 4.12’de verilmiştir.

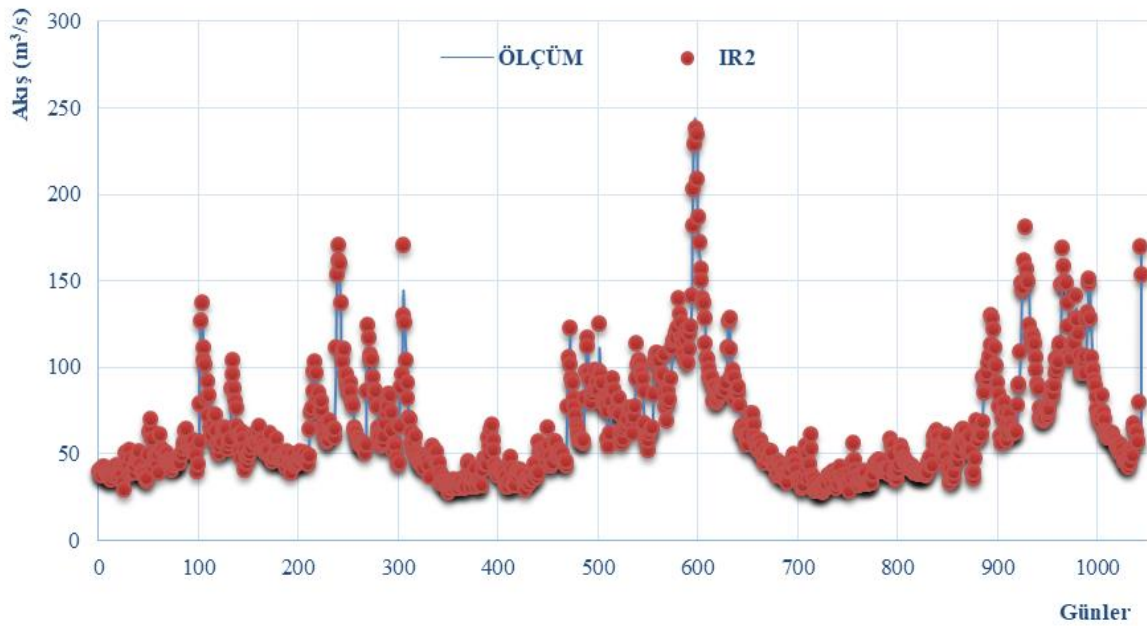


Şekil 4.11. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

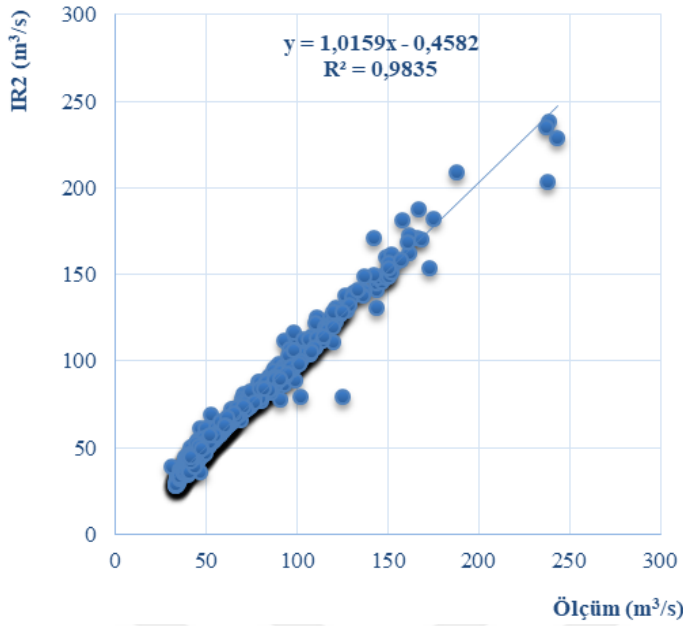


Şekil 4.12. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR1 modeline ait saçılım grafiği

Test aşamasında, determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.9069$  olarak elde edilmiştir. IR2 modeline ait eğitim aşamasındaki dağılım ve saçılım grafikleri sırası ile Şekil 4.13. ve Şekil 4.14' te verilmiştir. Ayrıca IR2 modelinde girdi olarak IR1 modelindekilere ilaveten yağış zaman serisi eklenmiştir.

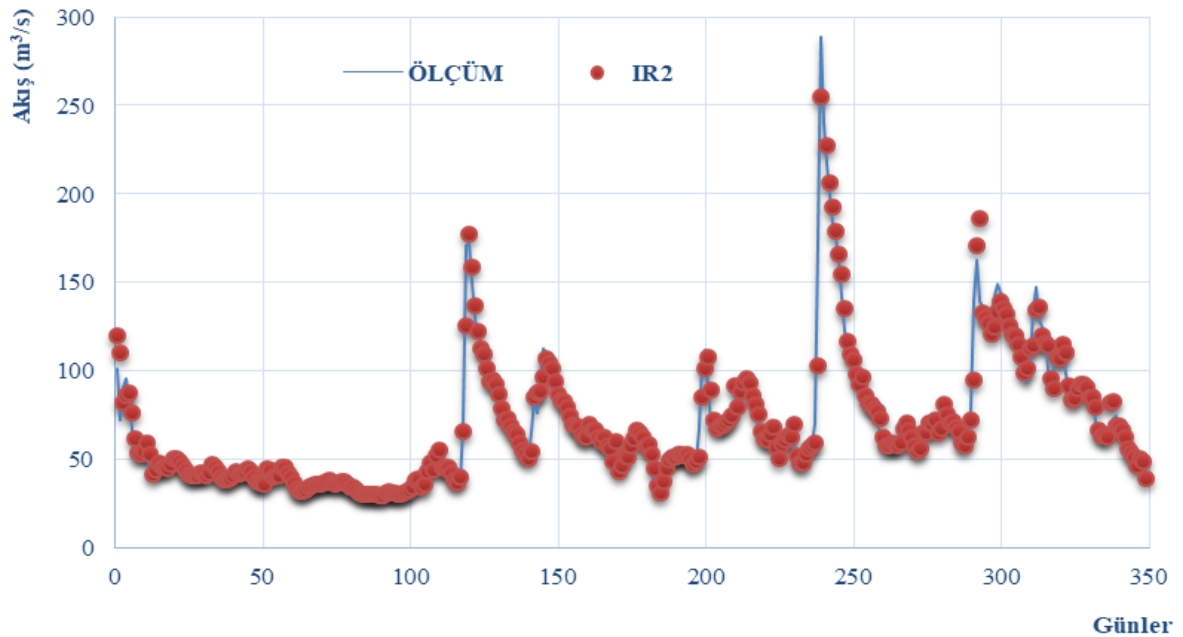


Şekil 4.13. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

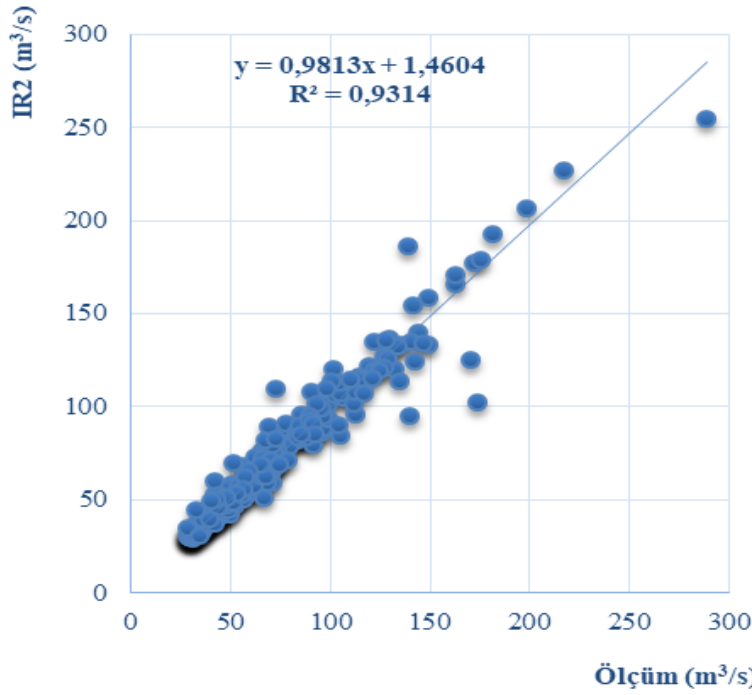


Şekil 4.14. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için IR2 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.13. ve Şekil 4.14. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0,9835 olduğu tespit edilmiştir. IR2 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, IR2 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.15. ve Şekil 4.16’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



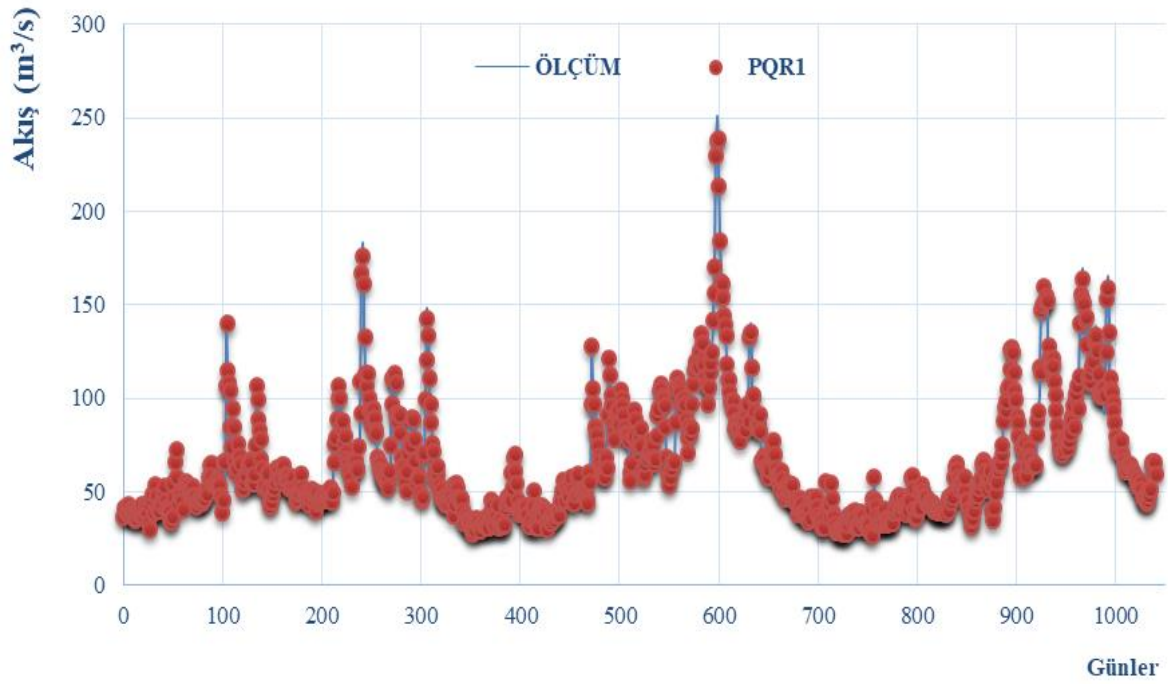
Şekil 4.16. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için IR2 modeline ait saçılım grafiği

*Saf İkinci Dereceden Regresyonu ( Pure-Quadratic Regresyon (PQR) )*

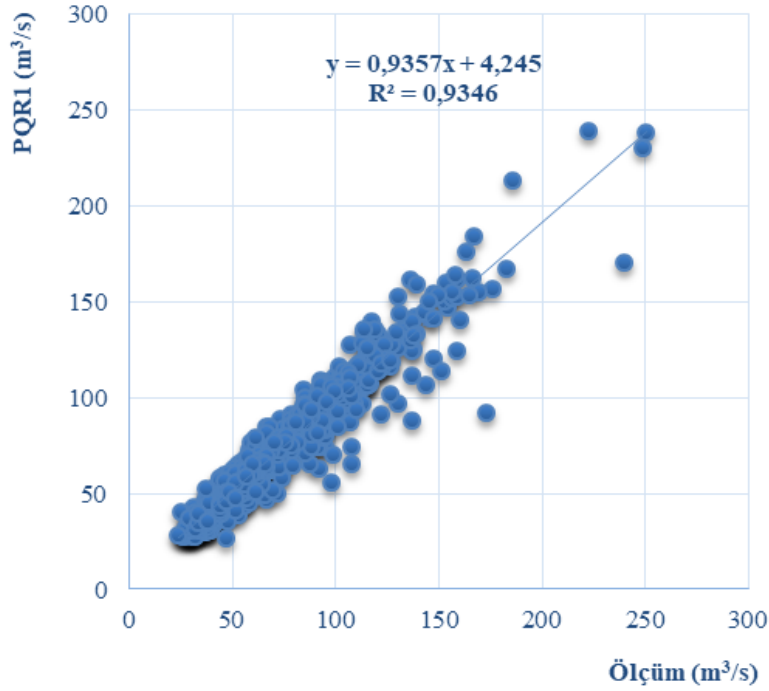
Çoklu doğrusal olmayan regresyon metotlarından saf ikinci dereceden regresyon (PQR1, PQR2) modeli için 2014-2018 yılları arasında 1396 günlük verinin 1046'ü eğitim için, son 350 günlük veri de test için değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

PQR1 modelinde girdi olarak ölçülen günlük ortalama hava sıcaklığı, günlük yağış miktarı ve nehir akış/debi zaman serileri( $m^3/s$ ), kullanılarak çıktı katmanı olarak nehir akış/debi miktarı ( $m^3/s$ ) alınmıştır.

Şekil 4.17. ve 4.18' de Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR1'e ait sırası ile dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.



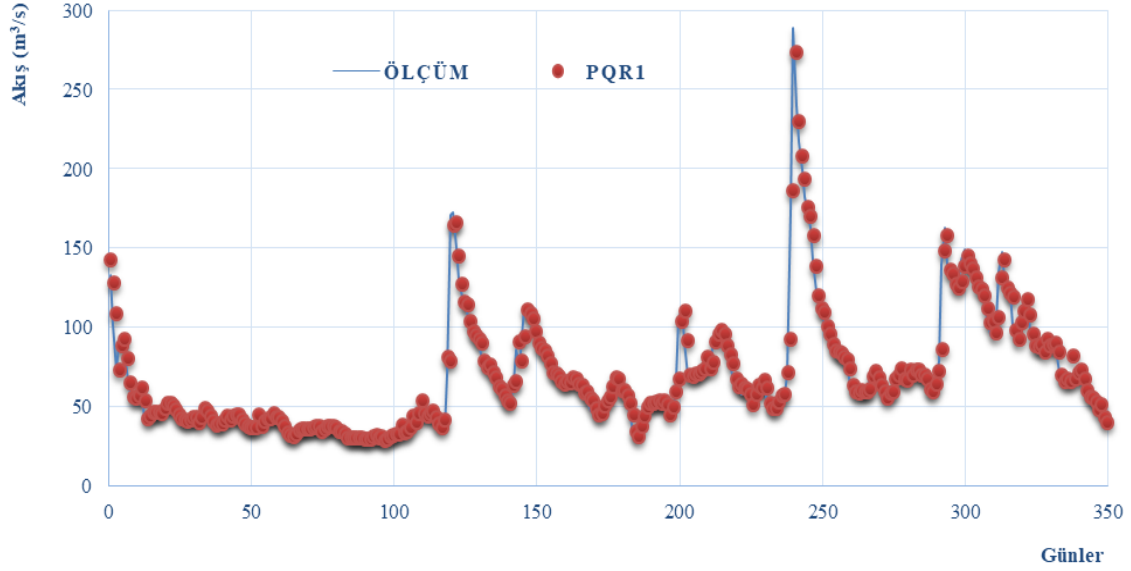
Şekil 4.17. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



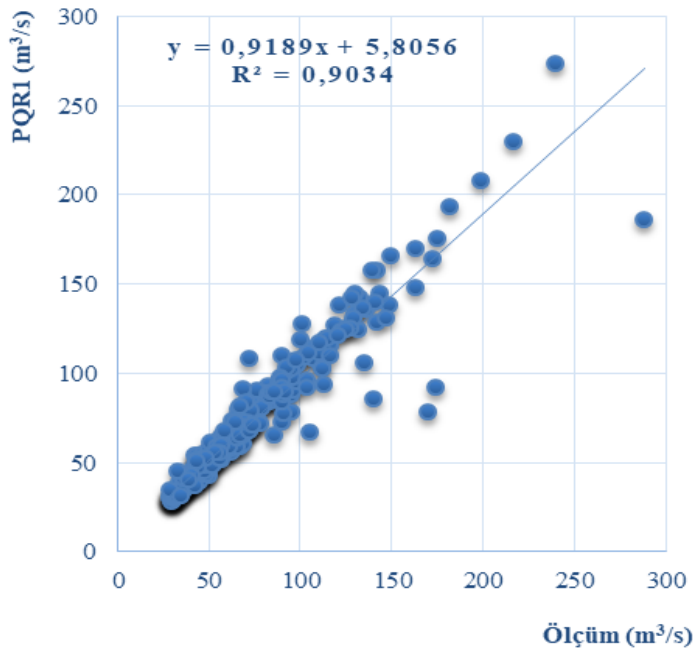
Şekil 4.18. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR1 modeline ait saçılım grafiği



Şekil 4.17. ve Şekil 4.18. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9346 olduğu tespit edilmiştir. PQR1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen PQR1 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.19. ve Şekil 4.20’de verilmiştir.

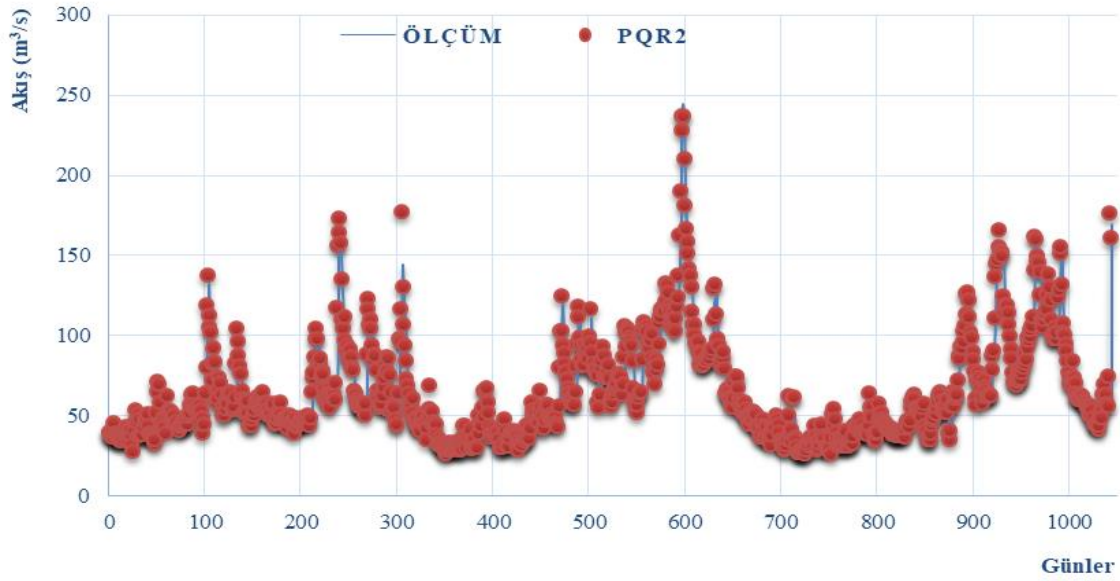


Şekil 4.19. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

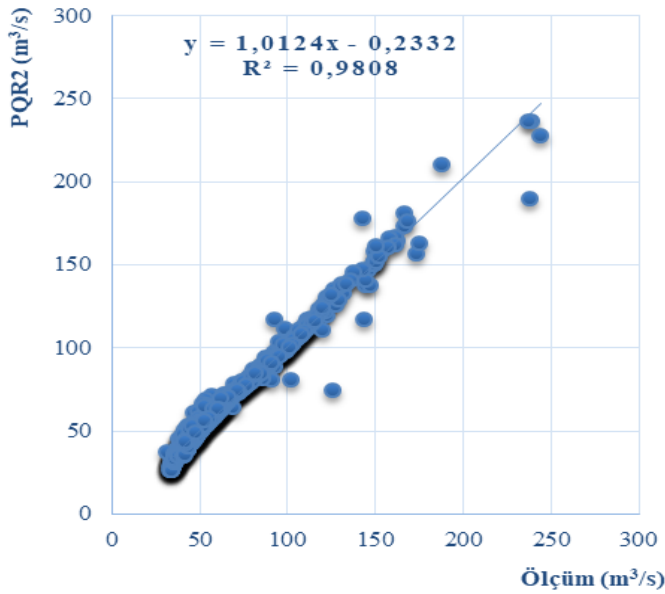


Şekil 4.20. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR1 modeline ait saçılım grafiği

Test aşamasında, determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.9034$  olarak elde edilmiştir. PQR2 modeline ait eğitim aşamasındaki dağılım ve saçılım grafikleri sırası ile Şekil 4.21. ve Şekil 4.22' de verilmiştir. Ayrıca PQR2 modelinde girdi olarak PQR1 modelindeki ilaveten yağış zaman serisi eklenmiştir.

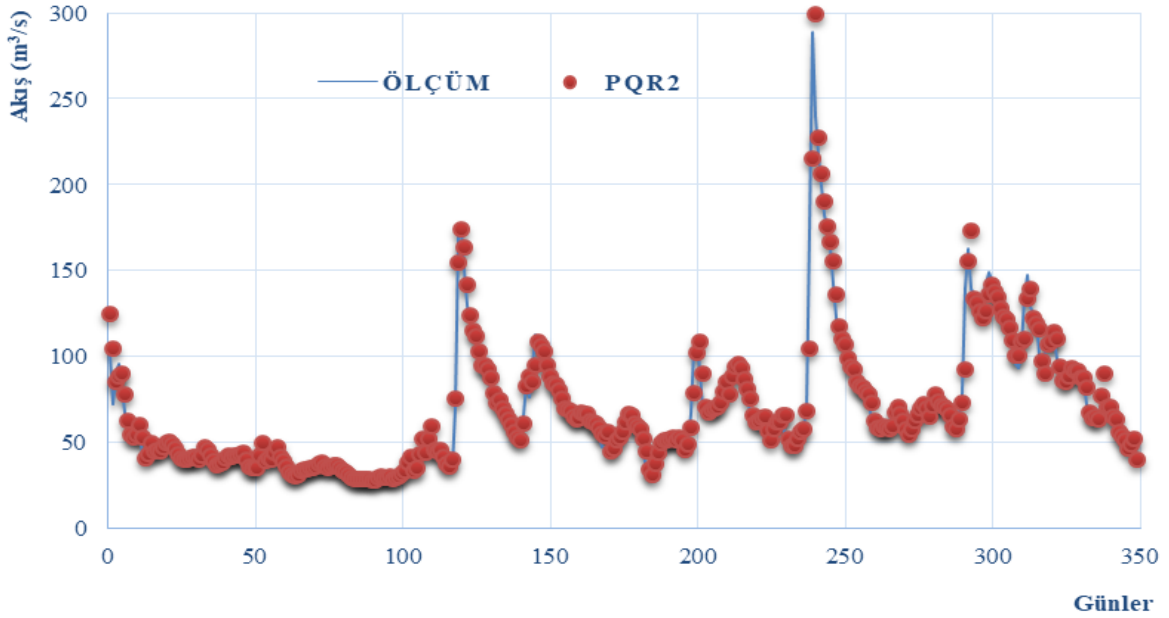


Şekil 4.21. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

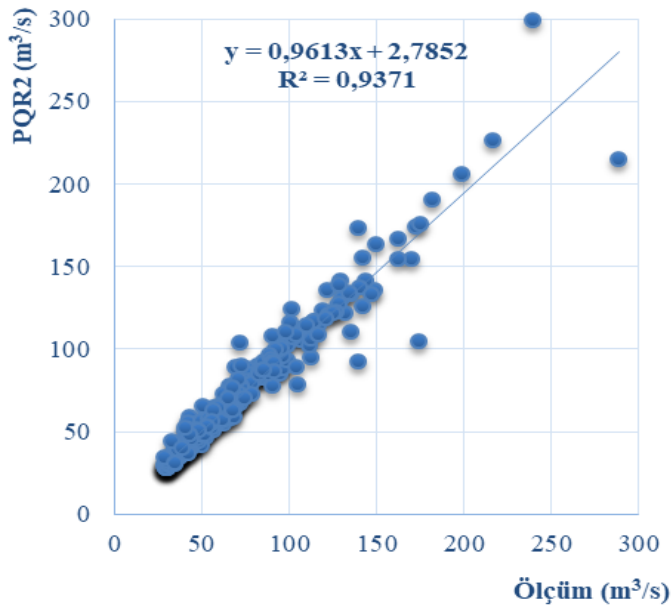


Şekil 4.22. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için PQR2 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.21. ve Şekil 4.22. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0,9808 olduğu tespit edilmiştir. PQR2 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, PQR2 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.23. ve Şekil 4.24'te verilmiştir.



Şekil 4.23. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



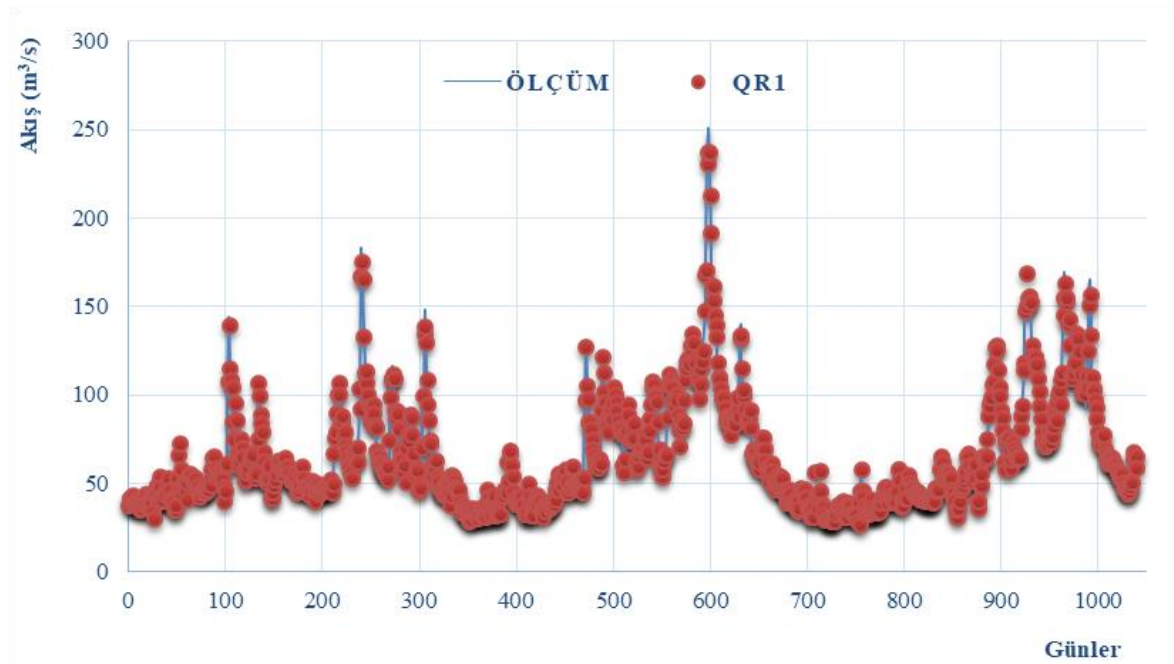
Şekil 4.24. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için PQR2 modeline ait saçılım grafiği

### Karesel Regresyonu (Quadratic Regresyon (QR) )

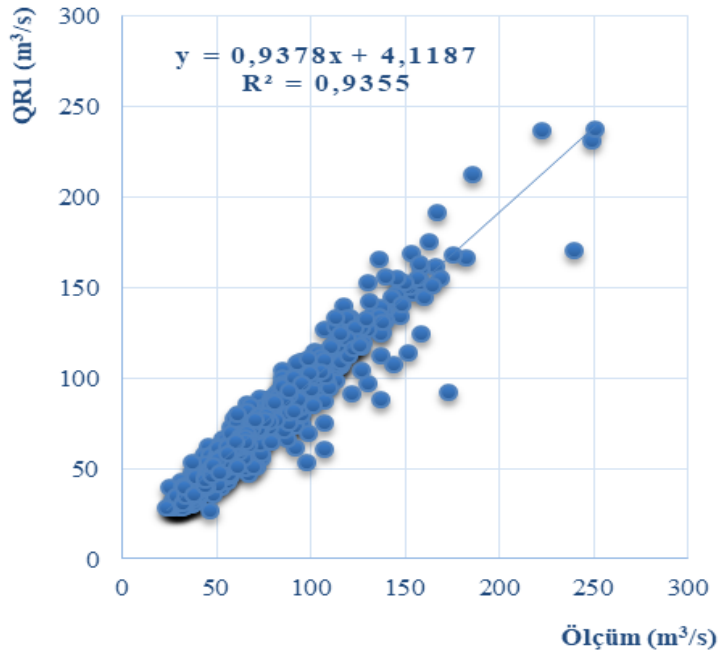
Çoklu doğrusal olmayan regresyon metotlarından karesel regresyon (QR1, QR2) modeli için 2014-2018 yılları arasında 1396 günlük verinin 1046'ü eğitim için, son 350 günlük veri de test için değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

QR1 modelinde girdi olarak ölçülen günlük ortalama hava sıcaklığı, günlük yağış miktarı ve nehir akış/debi zaman serileri( $m^3/s$ ), kullanılarak çıktı katmanı olarak nehir akış/debi miktarı ( $m^3/s$ ) alınmıştır.

Şekil 4.25. ve 4.26' da Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR1'e ait sırası ile dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

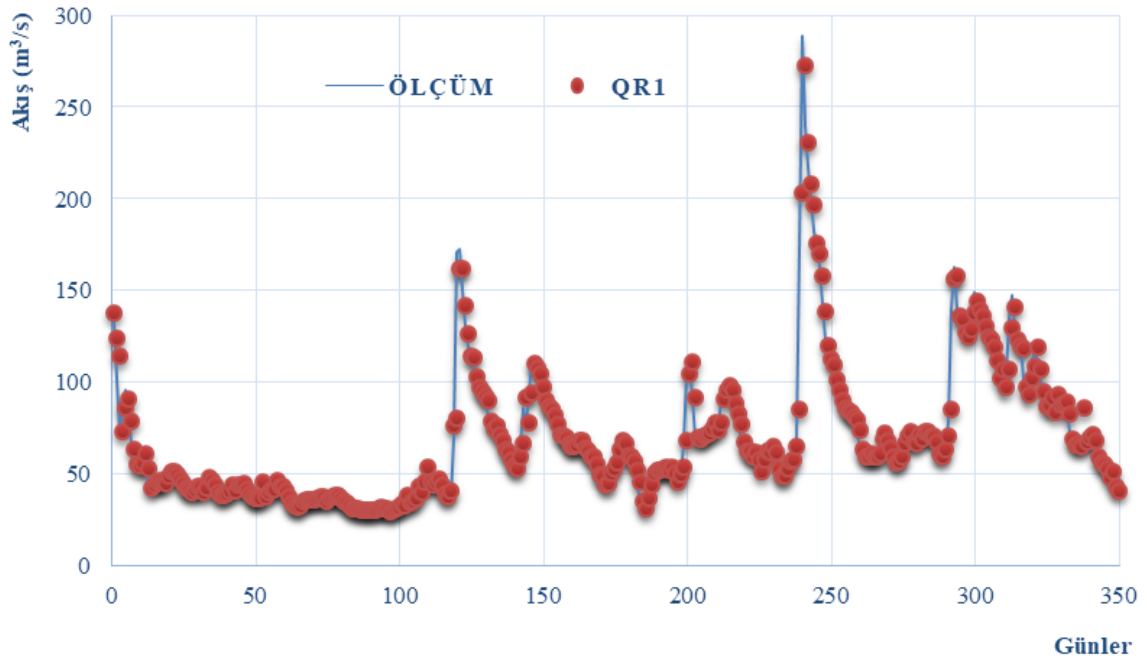


Şekil 4.25. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

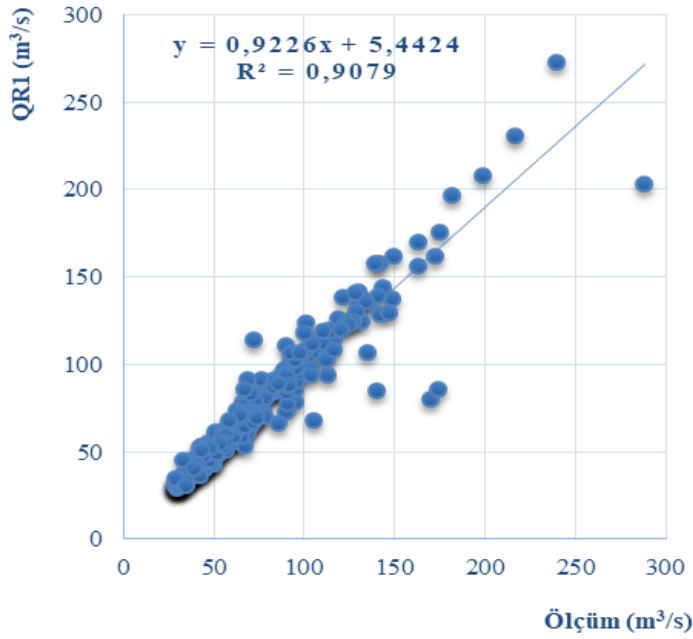


Şekil 4.26. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR1 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.25. ve Şekil 4.26. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9355 olduğu tespit edilmiştir. QR1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen QR1 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.27. ve Şekil 4.28’de verilmiştir.

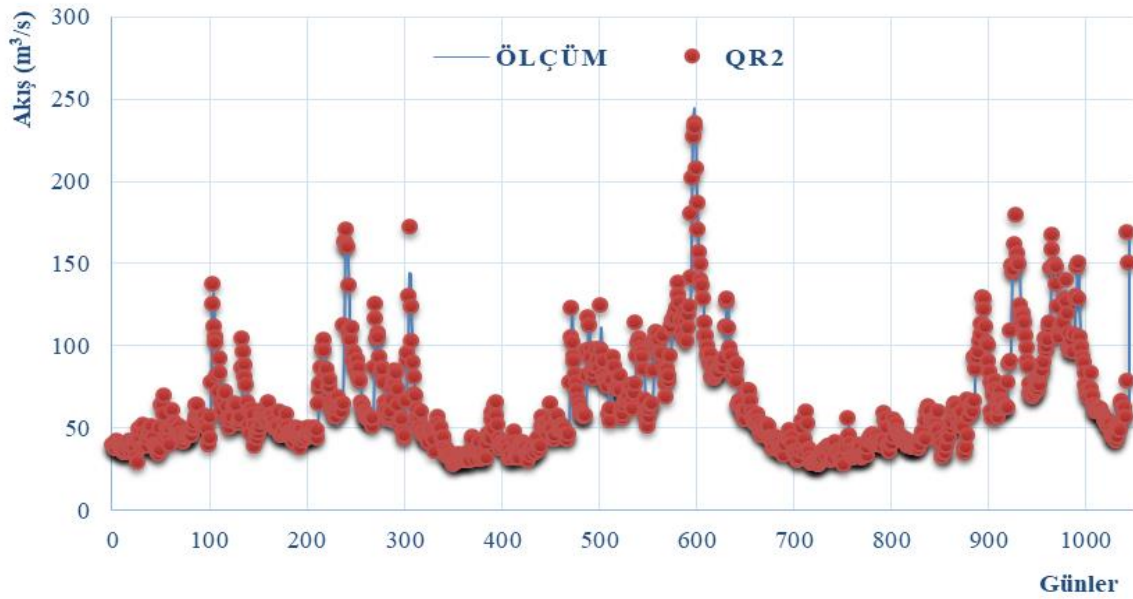


Şekil 4.27. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

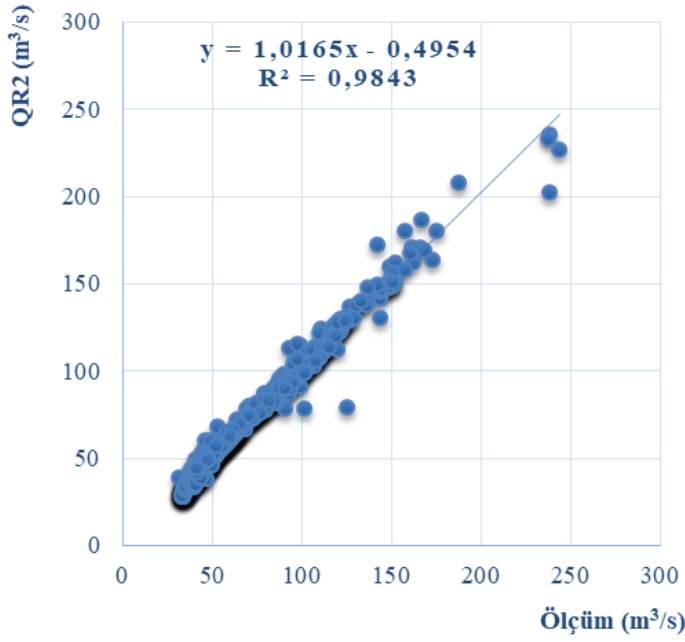


Şekil 4.28. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR1 modeline ait saçılım grafiği

Test aşamasında, determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.9079$  olarak elde edilmiştir. QR2 modeline ait eğitim aşamasındaki dağılım ve saçılım grafikleri sırası ile Şekil 4.29. ve Şekil 4.30' de verilmiştir. Ayrıca QR2 modelinde girdi olarak QR1 modelindeki ilaveten yağış zaman serisi eklenmiştir.

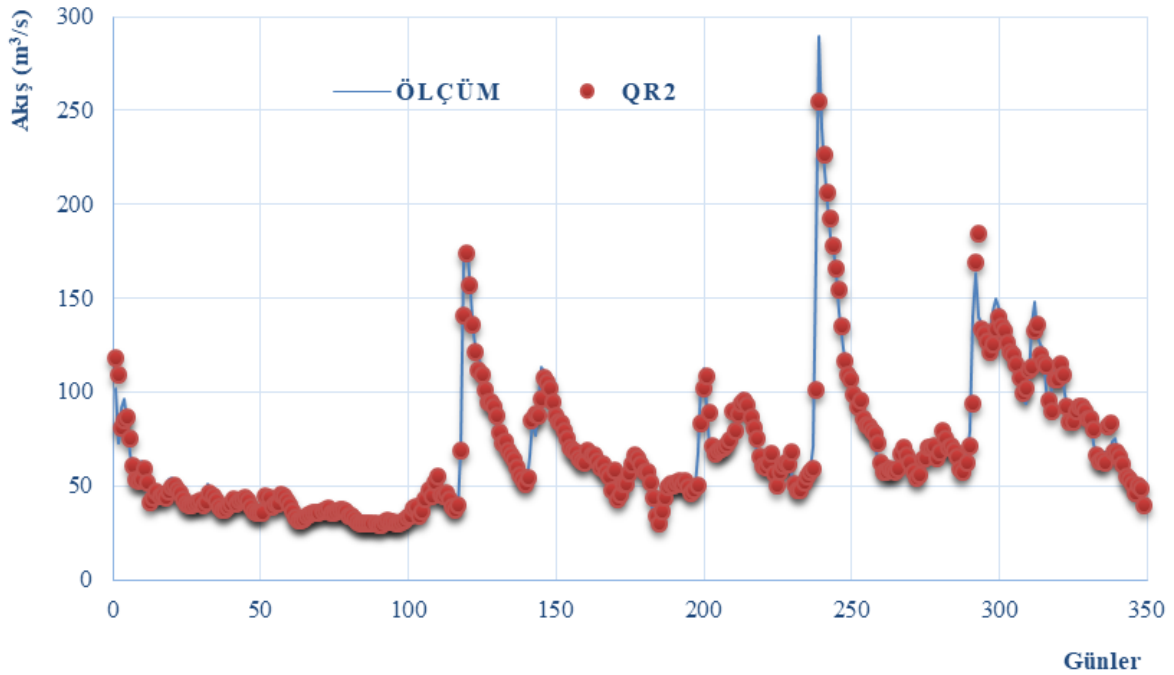


Şekil 4.29. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

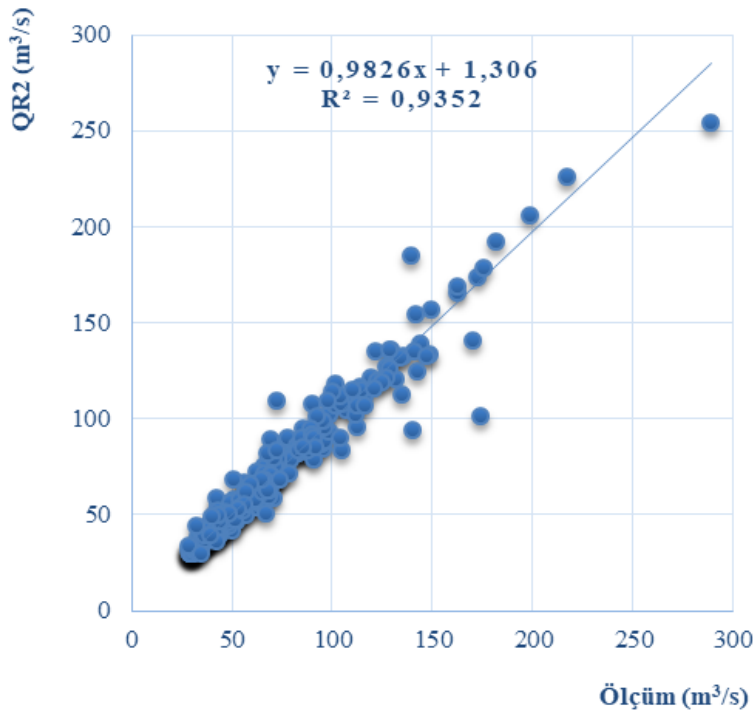


Şekil 4.30. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için QR2 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.29. ve Şekil 4.30. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0,9843 olduğu tespit edilmiştir. QR2 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, QR2 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.31. ve Şekil 4.32 verilmiştir.



Şekil 4.31. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



Şekil 4.32. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için QR2 modeline ait saçılım grafiği

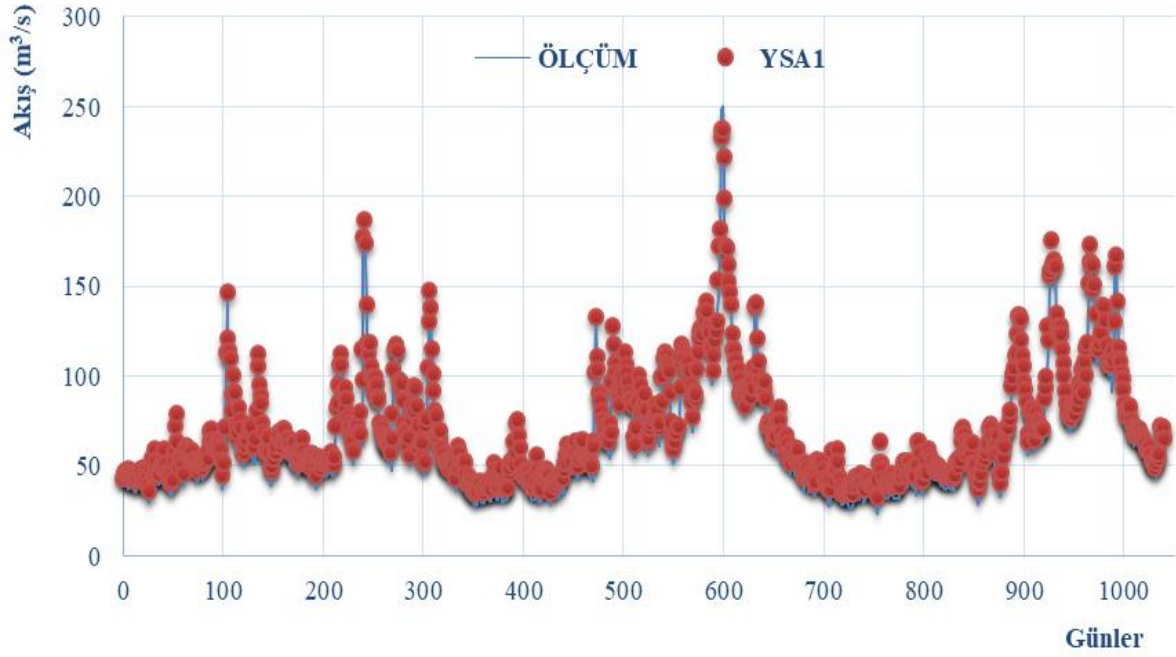
#### 4.1.3. Yapay sinir ağları sonuçları

Yapay sinir ağları (YSA1, YSA2) modeli için 2014-2018 yılları arasındaki çoklu doğrusal regresyon analizinde kullanılan 1396 günlük verilerin aynısı kullanılmıştır. 1396 günlük verinin 1046'ü eğitim için, son 350 günlük veri de test için değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

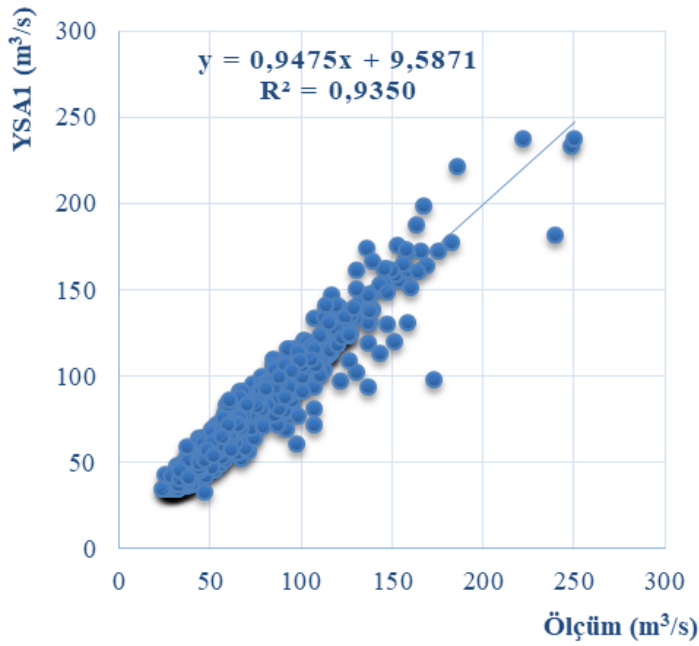
YSA1 modelinde girdi olarak ölçülen günlük ortalama hava sıcaklığı, günlük yağış miktarı ve nehir akış/debi zaman serileri ( $m^3/s$ ), kullanılarak çıktı katmanı olarak nehir akış/debi miktarı ( $m^3/s$ ) alınmıştır.

Aşağıdaki Şekil 4.33. ve 4.34' te Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA1'e ait sırası ile dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.



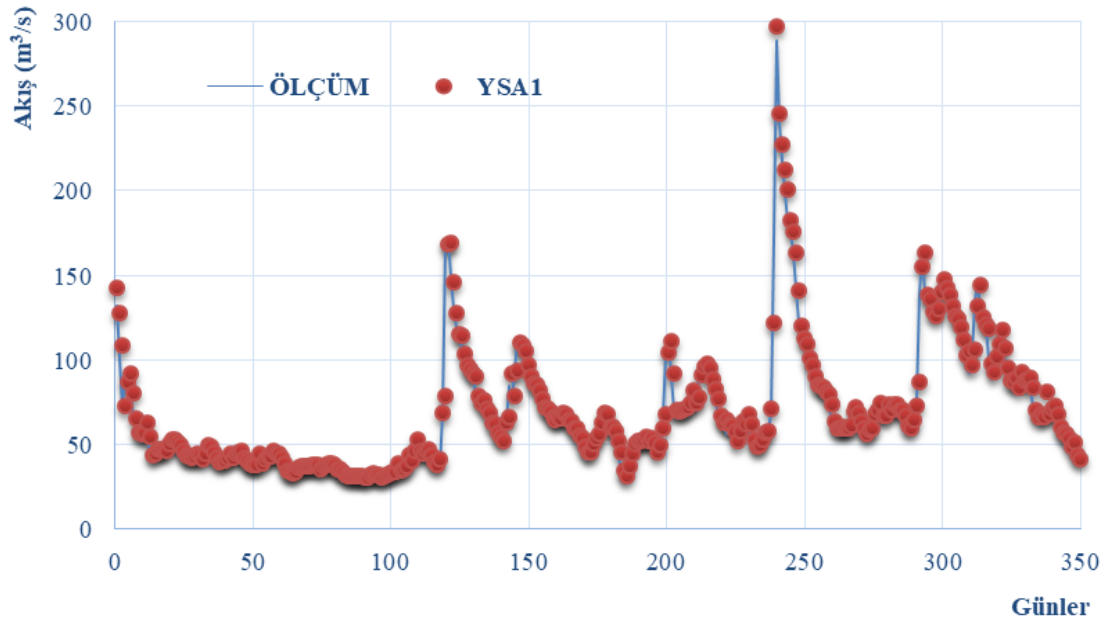


Şekil 4.33. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

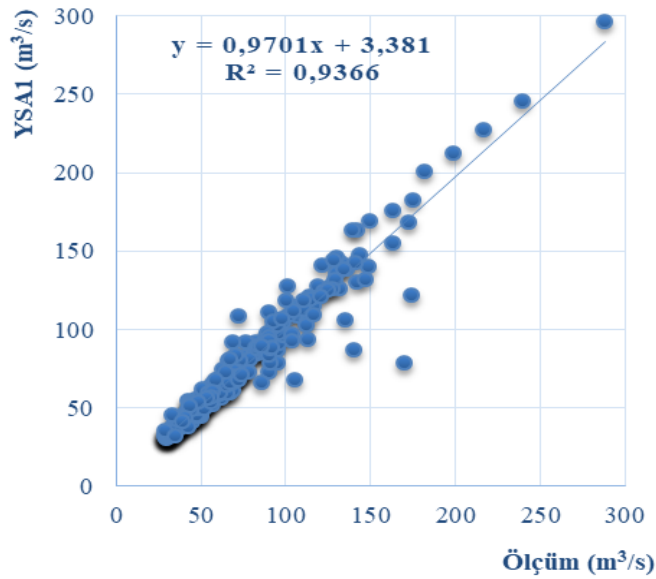


Şekil 4.34. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA1 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.33. ve Şekil 4.34. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.935 olduğu tespit edilmiştir. YSA1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen YSA1 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.35. ve Şekil 4.36.'de verilmiştir.

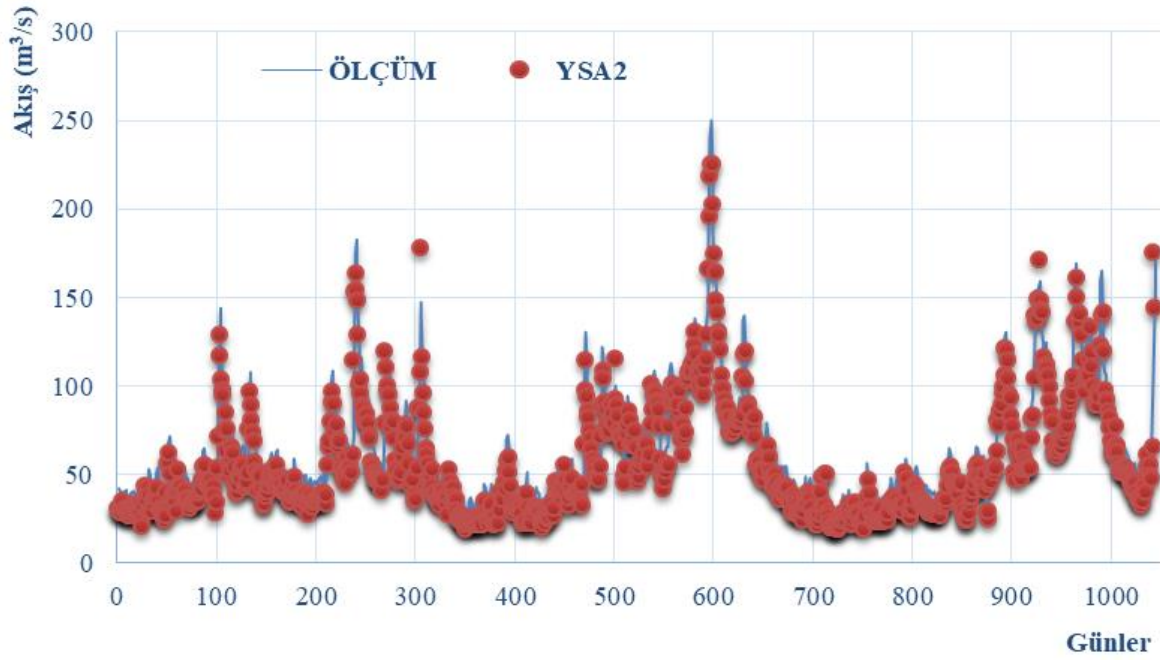


Şekil 4.35. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

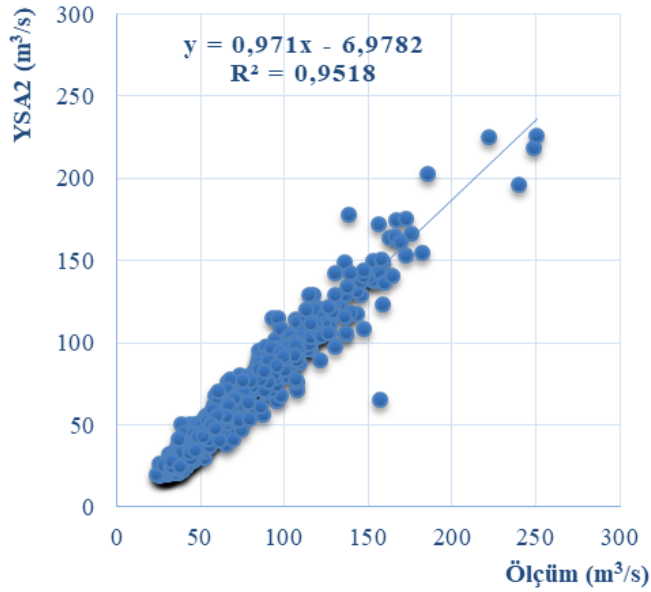


Şekil 4.36. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA1 modeline ait saçılım grafiği

Test aşamasında, determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.9366$  olarak elde edilmiştir. YSA2 modeline ait eğitim aşamasındaki dağılım ve saçılım grafikleri sırası ile Şekil 4.37. ve Şekil 4.38' de verilmiştir. Ayrıca YSA2 modelinde girdi olarak YSA1 modelindeki ilaveten yağış zaman serisi eklenmiştir.

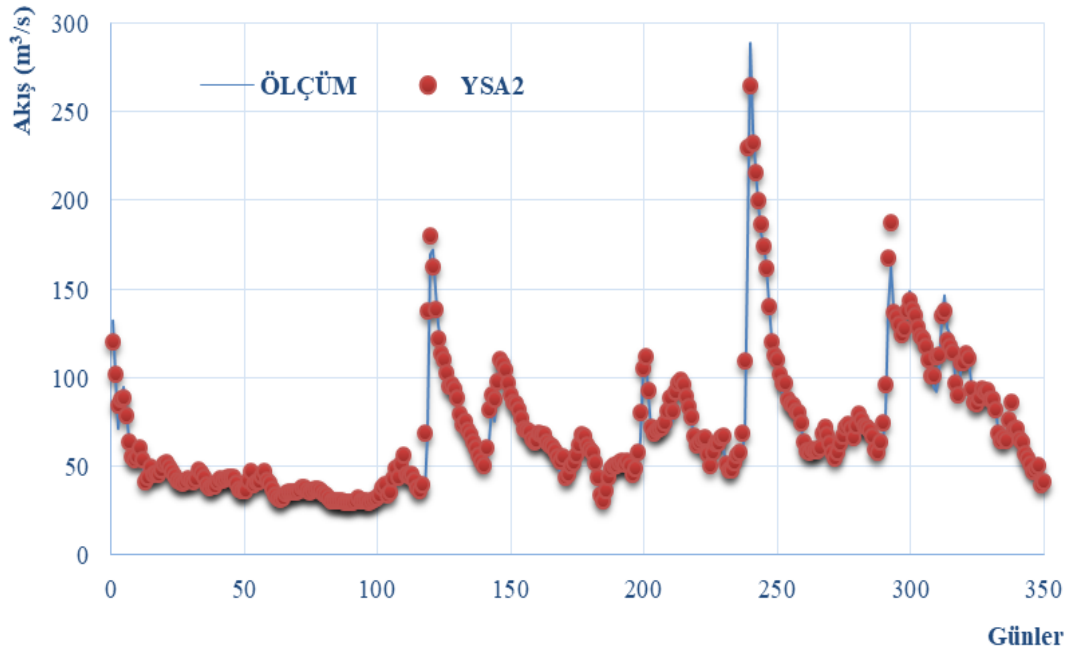


Şekil 4.37. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

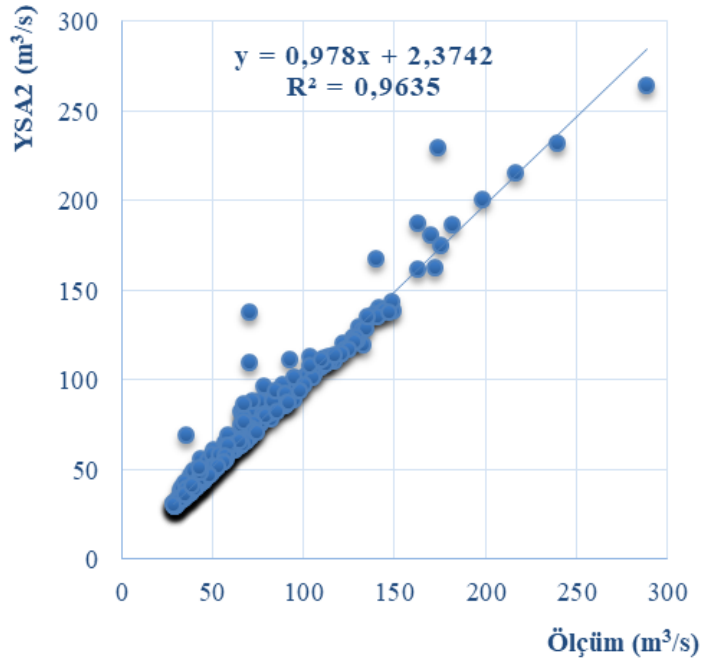


Şekil 4.38. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için YSA2 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.37. ve Şekil 4.38. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9518 olduğu tespit edilmiştir. YSA2 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, YSA2 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.39. ve Şekil 4.40 verilmiştir.



Şekil 4.39. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



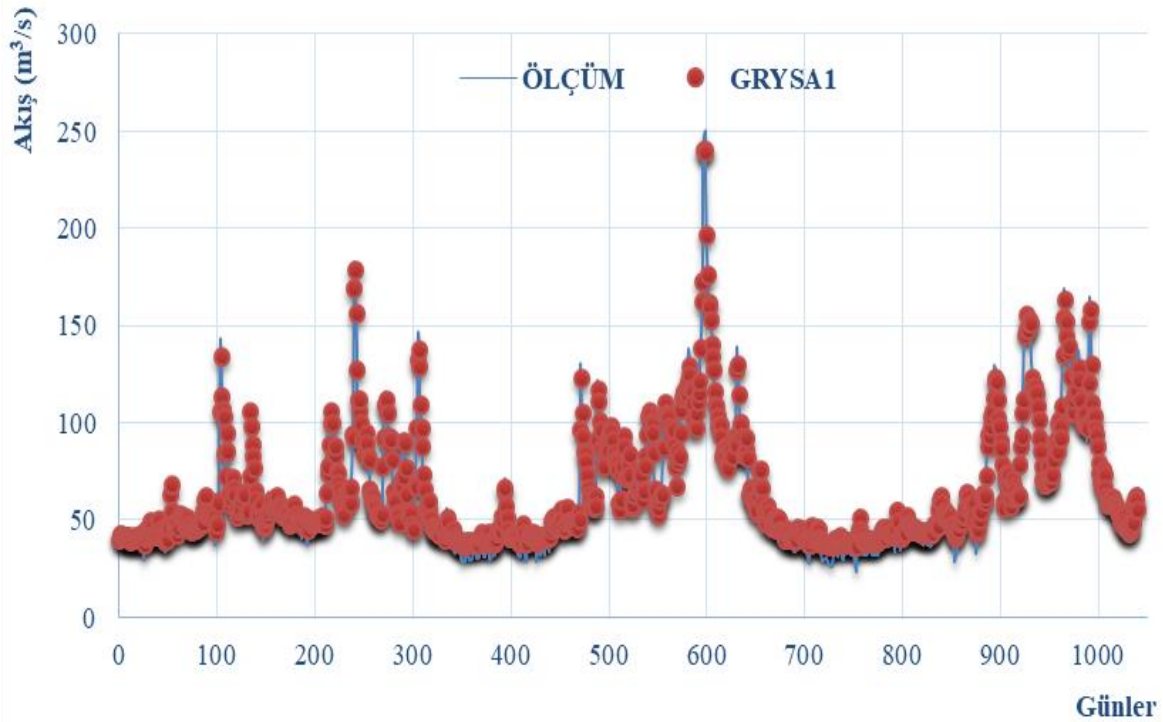
Şekil 4.40. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için YSA2 modeline ait saçılım grafiği

#### 4.1.4. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları sonuçları

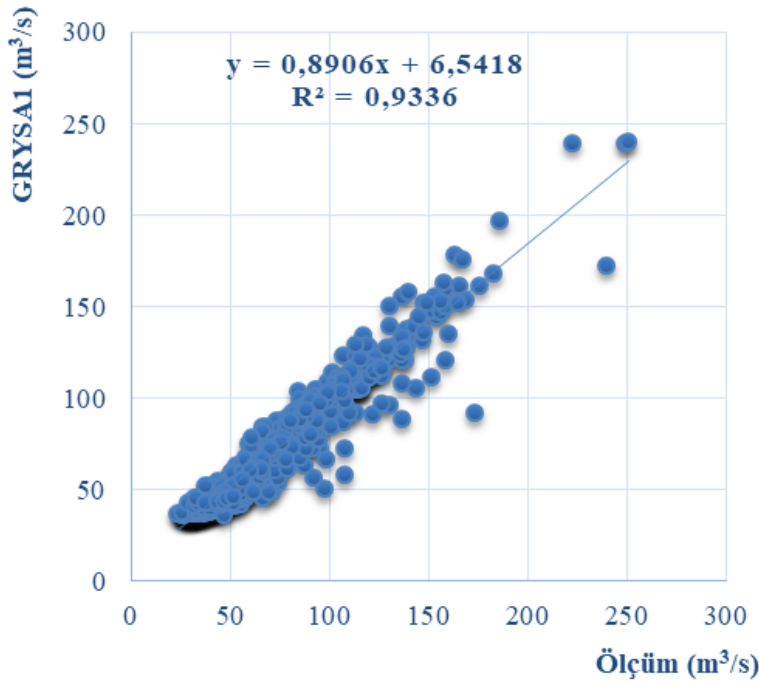
Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA1, GRYSA2) modeli için çoklu doğrusal regresyon ve yapay sinir ağları modellerinde kullanılan 2014-2018 yılları arasında 1396 günlük verinin aynısı kullanılmıştır. 1396 günlük verinin 1046'sı eğitim için, son 350 günlük veri de test için değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

GRYSA1 modelinde girdi olarak ölçülen günlük ortalama hava sıcaklığı, günlük yağış miktarı ve nehir akış/debi zaman serileri( $m^3/s$ ), kullanılarak çıktı katmanı olarak nehir akış/debi miktarı ( $m^3/s$ ) alınmıştır.

Aşağıdaki Şekil 4.41. ve 4.42' de Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA1'e ait sırası ile dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

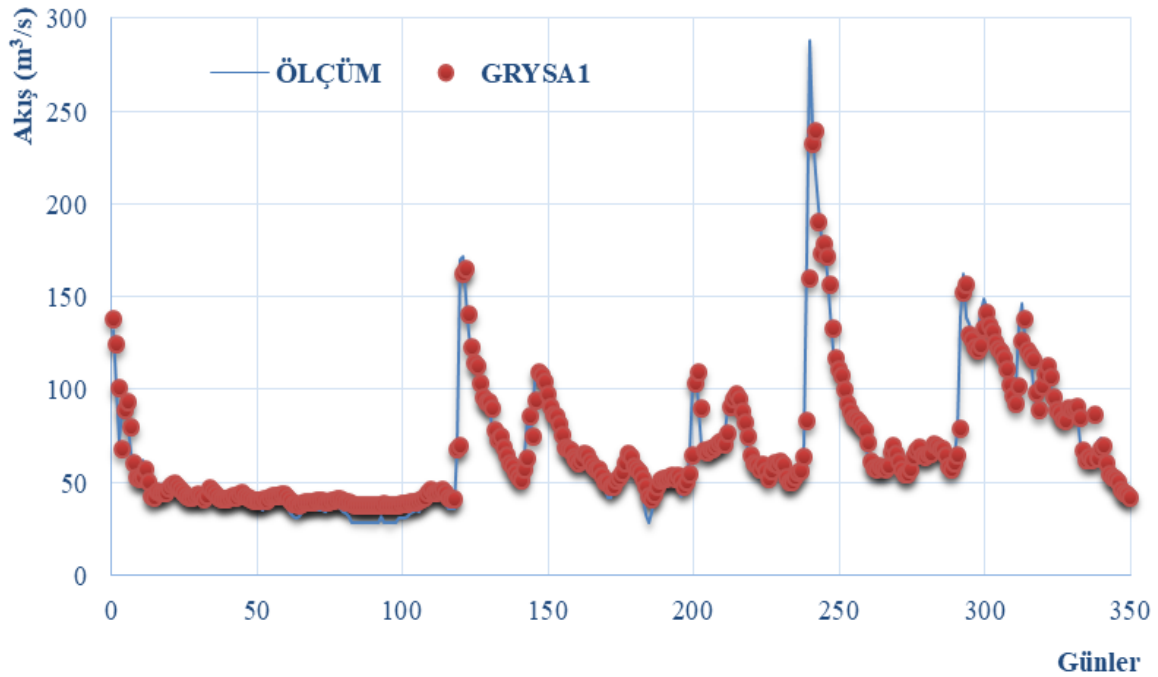


Şekil 4.41. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

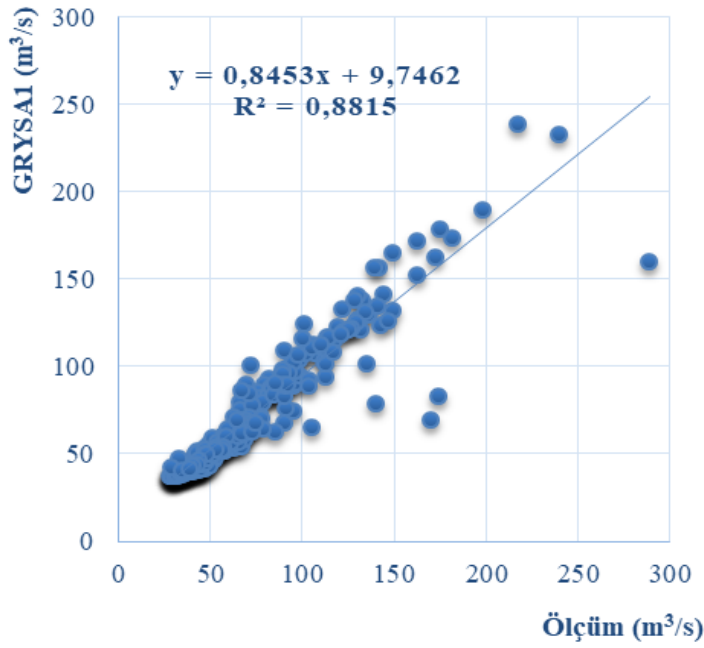


Şekil 4.42. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA1 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.41. ve Şekil 4.42. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0.9336 olduğu tespit edilmiştir. GRYSA1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen GRYSA1 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.43. ve Şekil 4.44.'de verilmiştir.

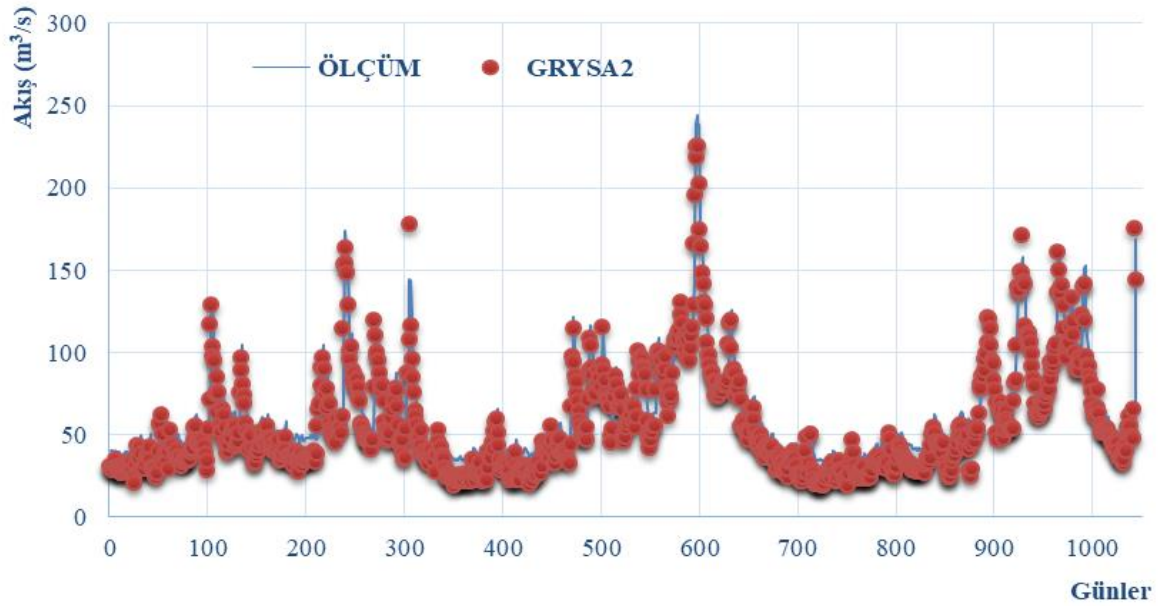


Şekil 4.43. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA1 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği

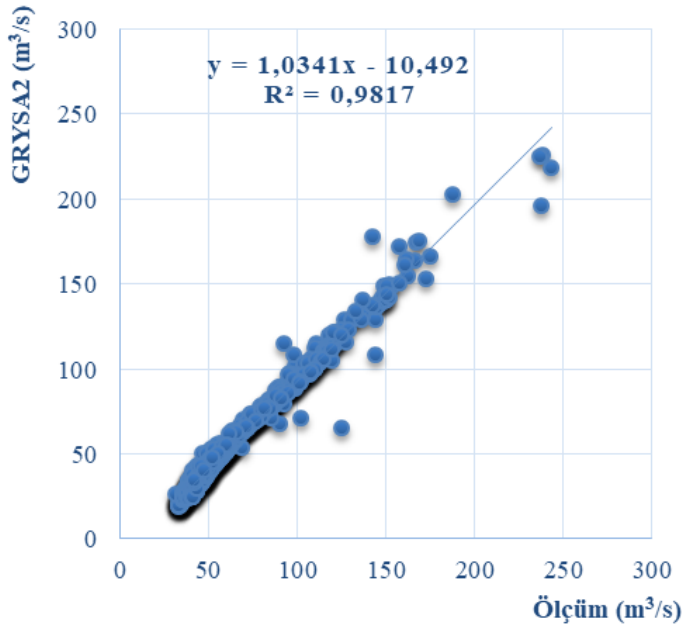


Şekil 4.44. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA1 modeline ait saçılım grafiği

Test aşamasında, determinasyon katsayısı  $R^2 = 0.8815$  olarak elde edilmiştir. GRYSA2 modeline ait eğitim aşamasındaki dağılım ve saçılım grafikleri sırası ile Şekil 4.45. ve Şekil 4.46'da verilmiştir. Ayrıca GRYSA2 modelinde girdi olarak GRYSA1 modelindeki ilaveten yağış zaman serisi eklenmiştir.

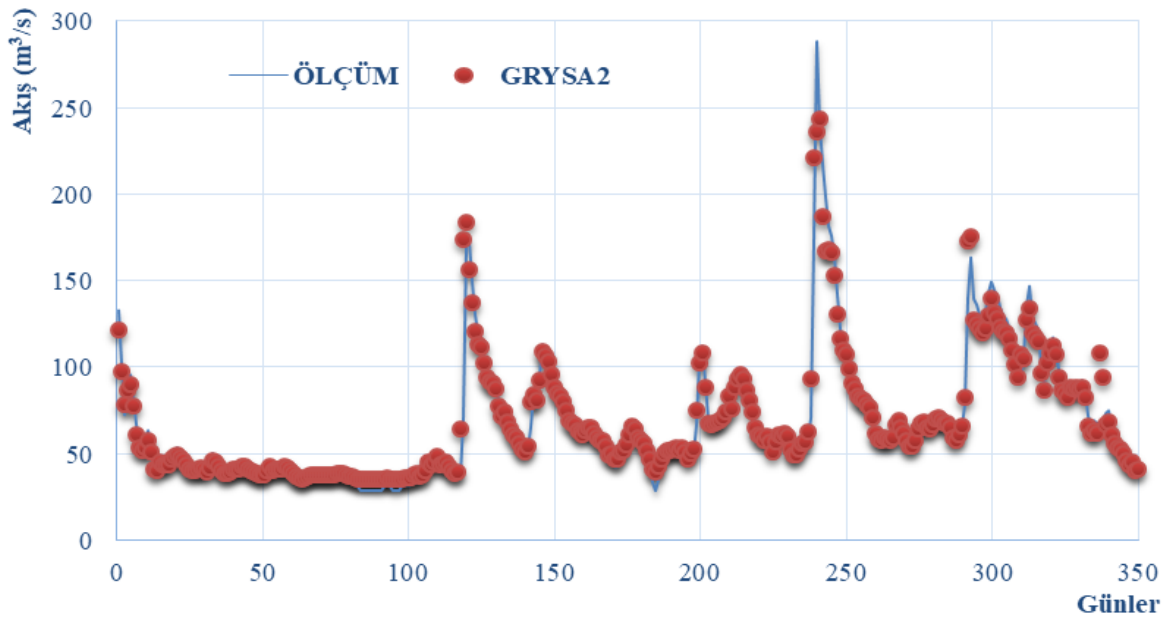


Şekil 4.45. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği



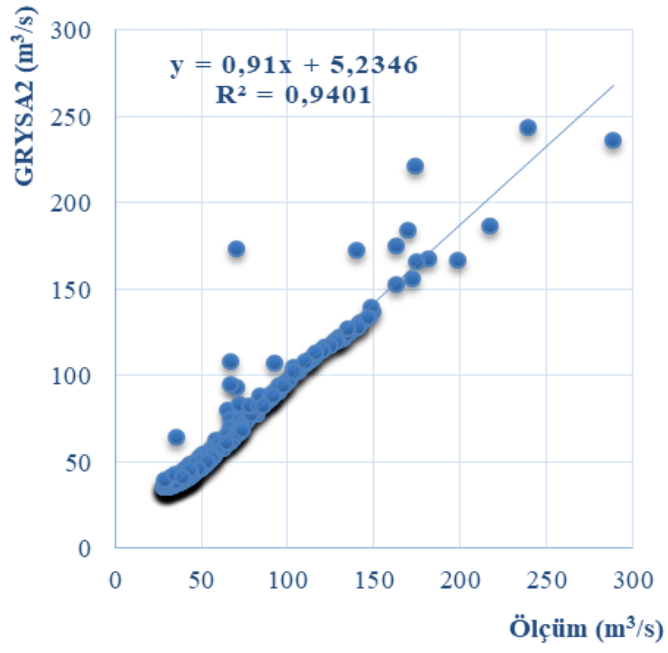
Şekil 4.46. Muskegon Nehri akış miktarı eğitim verileri için GRYSA2 modeline ait saçılım grafiği

Şekil 4.45. ve Şekil 4.46. incelendiğinde determinasyon katsayısının 0,9817 olduğu tespit edilmiştir. GRYSA2 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, GRYSA2 modeli test verileri dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.47. ve Şekil 4.48 verilmiştir.



Şekil 4.47. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA2 modeline ait ölçüm ve dağılım grafiği





Şekil 4.48. Muskegon Nehri akış miktarı test verileri için GRYSA2 modeline ait saçılım grafiği

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Muskegon Nehrindeki ait hidrolojik veriler ile yağış-akış tahmin modeli elde etmek için yapay sinir ağları (YSA), çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) yöntemleri, çoklu doğrusal olmayan regresyon (IR, PQR, QR) yöntemleri ve genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA) kullanılmıştır.

ÇDR1, IR1, PQR1, QR1, YSA1 ve GRYSA1 model çalışması için su sıcaklığı, yağış ve akış zaman serisi ile akış modellemesi yapılmıştır. ÇDR2, IR2, PQR2, QR2, YSA2 ve GRYSA2 model çalışmasında ise su sıcaklığı, yağış, yağış zaman serisi ve akış zaman serisi ile akış modellemesi yapılmıştır.

YSA model tahminleri; ölçülen akış miktarı, ÇDR, IR, PQR, QR ve GRYSA yöntemlerinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Çoklu doğrusal regresyon metodu (ÇDR) problemin çözümünde oldukça doğru sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bu metot ile akış miktarının tahmini için düşük ortalama karesel hataların karekökü (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) değerleri sağladığı tespit edilmiştir. Fakat ÇDR ile YSA model sonuçları karşılaştırıldığında YSA modelinin ampirik ÇDR yönteminden daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Çoklu doğrusal olmayan regresyon metodlarında (IR, PQR, QR) çıkan sonuçlar kendi içinde değerlendirildiğinde verdiği sonuçların doğru olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuç değerleri birbirine çok yakın olsa da saf ikinci dereceden regresyon yöntemi (PQR), diğer doğrusal olmayan regresyon yöntemlerine (IR, QR) göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Bu metotlarla elde edilen sonuçlar yapay sinir ağları (YSA) metoduyla kıyaslandığında ise yapay sinir ağları metodunun daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Genelleştirilmiş yapay sinir ağları metodu (GRYSA) ile yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında doğru sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Genelleştirilmiş yapay sinir ağları metodu (GRYSA) ile çoklu doğrusal regresyon metodu (ÇDR) ve çoklu doğrusal olmayan regresyon metodlarından (IR, PQR, QR) çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında genelleştirilmiş yapay sinir ağları metodunun (GRYSA) daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Modeller kendi aralarında değerlendirildiğinde YSA2 ve GRYSA2 modelleri en yüksek determinasyon katsayılarına ( $R^2$ ) ve en düşük hata (OMH) miktarlarına sahip olduğu, GRYSA1 ve ÇDR1 modellerinin en yüksek hata (OMH), en düşük determinasyon katsayılarıyla ( $R^2$ ) tüm modeller içerisinde en düşük performansı gösterdiği gözlemlenmiştir. YSA2 ve GRYSA2 en düşük ortalama karesel hataya (KKOH) sahipken, en yüksek ortalama karesel hatayı (KKOH) ÇDR1 ve GRYSA1 modelleri göstermiştir.

Sonuç olarak, düşük hata (MSE, RMSE) oranları yüksek determinasyon ( $R^2$ ) miktarı kullanılan yöntemlerin hepsinde istenilen performansı sağlamıştır. Ancak YSA modelinin diğer modellere göre daha iyi tahminler verdiği gözlemlenmiştir.

ÇDR yönteminin yağış-akış ilişkisinde yüksek korelasyon elde etmesi bir nedeni de yağış akış arasındaki ilişkinin lineer (doğrusal) olmasındandır. YSA modelleri hem lineer (doğrusal) hem de non-lineer (doğrusal olmayan) durumlarda iyi sonuçlar vermektedir. Ancak YSA modeli genellikle non-lineer (doğrusal olmayan) durumlarda daha iyi sonuçlar vermektedir.

Yapay Sinir Ağlarının, yağış ile meydana gelen akış tahmininde ve ihtiyaç duyulan su planlanmasındaki çalışmalarda ve değişikliklerin tespitinde uygulanabilecek bir model olduğu görülmüştür. Bir bölgedeki akış miktarının tespiti için oluşturulan YSA modelinin, su kaynaklarının ile ilgili çalışmalar ve bunların planlama ve stratejilerinin belirlenmesi aşamasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Cansız, Ö. Faruk., (2018). Türkiye’de Trafik Kazalarında Meydana Gelen Ölü Sayısı Tahmin Modellerinin Geliştirilmesinde Logaritmik Regresyon ve Yapay Sinir Ağları Metotlarının Kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*. 8(2), 446-453.
- Cansız, Ö. Faruk., Öztekin, Nazmi., Erginer, İbrahim., (2019). Optimum Taşıt Sayısının Belirlenmesinde Yapay Sinir Ağları İle Çok Değişkenli Lineer Regresyon Tekniklerinin Karşılaştırılması. *DergiPark - DÜMF Mühendislik Dergisi*. 11(2), 771-782.
- Demirci, Mustafa., Üneş, Fatih., Körlü, S.,(2019). Modeling of groundwater level using artificial intelligence techniques: A case study of Reyhanli region in Turkey. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 2651-2663.
- DergiPark, Research Journal of Politics, Economics and Management, April 2017, 5(2), 288. Erişim Tarihi: 25.03.2020.
- Fereidoon, Majid., Koch, Manfred., Brocca, Luca., (2019). Predicting Rainfall and Runoff Through Satellite Soil Moisture Data and SWAT Modelling for a Poorly Gauged Basin in Iran. *Water*, 11(3), 594.
- Gemici, Ercan., Ardiçlıoğlu, Mehmet., Kocabaş, Fikret., (2013). Akarsularda Debinin Yapay Zekâ Yöntemleri İle Modellenmesi. *DergiPark - Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*. 29(2), 135-143.
- Ghose, Dillip K., Samantaray, Sandeep., (2018). Estimating Runoff Using Feed-Forward Neural Networks in Scarce Rainfall Region. *Springer*, 104.
- Han, Jianqiano., Gao, Jianen., Luo, Han., (2019). Changes and implications of the relationship between rainfall, runoff and sediment load in the Wuding River basin on the Chinese Loess Plateau. *Catena*, 175, 228-235.
- Juliani, V., Adytia, D. (2020). Wave Height Prediction based on Wind Information by using General Regression Neural Network, study case in Jakarta Bay. 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT). 1-5.
- Kaya, Y. Ziya., Üneş, Fatih., Mamak, Mustafa., (2016). Bulanık Mantık Yöntemi İle Mevsimsel Verilere Dayalı Buharlaştırma Tahmini.
- Nacar, Sinan., Kankal, Murat., Hınıs, M. A., (2018). Çok Değişkenli Uyarlanabilir Regresyon Eğrileri (ÇDURE) ile Günlük Akarsu Akımlarının Tahmini-Haldizen Deresi Örneği. *DergiPark – Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 8(1), 38-47.
- Nourani, Vahid., Alizadeh, M. J., Kavianpour, M. R., Kisi, Ozgur., (2017). A New Approach For Simulating and Forecasting The Rainfall-Runoff Process Within The Next Two Months. *Journal of Hydrology* 548, 588-597.

- Özdülkar, Kübra., Üneş, Fatih., Demirci, Mustafa., Kaya, Y. Z., (2019). Günlük Buharlaşma Miktarının Bulanık Mantık Yöntemleri Kullanılarak Bölgesel Olarak Modellenmesi. *Dergipark*, 23-29.
- Song, Jung-Hun., Onu, Younggu., Suh, Kyo., Kang, Moon-Seong and Kim, Hakkwan (2019). Regionalization of a Rainfall-Runoff Model: Limitations and Potentials. *Water* 11(11).
- Taşar, Bestami., Üneş, Fatih., Demirci, Mustafa., (2018). Yapay Sinir Ağları Yöntemi Kullanılarak Buharlaşma Miktarı Tahmini. *DÜMF Mühendislik Dergisi*. 9(1), 543-551.
- Terzi, Özlem., Barak, Melike., (2014). Dalgacık-Sinir Ağı Yaklaşımı ile Yağış-Akış Tahmini: Kızılırmak Nehri Örneği. *Dergipark – Journal of Agricultural Sciences*. 21(4), 546-557.
- Van, O. Bart., Remko, Uijlenhoet., Albrecht, Weerts., (2019). Contribution of potential evaporation forecasts to 10-day streamflow forecast skill for the Rhine River. 23, 1453-1467.
- İnternet: United States Geological Survey (Amerikan Jeolojik Araştırma Merkezi) URL: <https://www.usgs.gov/>, Son Erişim Tarihi: 25.03.2020.
- Üneş, Fatih., Mert, İlker., Karakuş, Cuma., Joksimovic, Darko., (2019). Estimation of wind energy power using different artificial intelligence techniques and empirical equations. *Energy Sources, Part A: Recovery-Utilization and Environmental Effects*, 1-14.
- Üneş, Fatih., Demirci, Mustafa., Taşar, Bestami., Kaya, Y. Z., Variç, Hakan., (2019). Estimating Dam Reservoir Level Fluctuations Using Data-Driven Techniques. *Polish Journal of Environmental Studies* 25(5).
- Üneş, Fatih., Maruf, A. Gizem., Taşar, Bestami.,(2019). Ground Water Level Estimation for Dörtüol region in HATAY. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology* 4(3).

## EKLER

Koordinatları 43° 26' 05" enlem ve 85° 39' 55" boylamında olan USGS 04121970 numaralı istasyona ait 13.08.2014 – 12.06.2018 tarihleri arasındaki 1396 günlük sıcaklık, akış ve yağış verileri.

No	Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Toplam Yağış (mm)	t-1	Ortalama Debi (m <sup>3</sup> /sn)
1	08/13/2014	21,6	0		1.320
2	08/14/2014	21,3	0	1320	1.470
3	08/15/2014	20,7	0	1470	1.480
4	08/16/2014	20,7	0,02	1480	1.410
5	08/17/2014	21,4	0	1410	1.380
6	08/18/2014	21,5	0	1380	1.320
7	08/19/2014	21,1	0,57	1320	1.370
8	08/20/2014	21,5	0	1370	1.420
9	08/21/2014	21,5	0,11	1420	1.420
10	08/22/2014	21,7	0	1420	1.430
11	08/23/2014	22	0	1430	1.380
12	08/24/2014	22,3	0	1380	1.290
13	08/25/2014	22,2	0,13	1290	1.260
14	08/26/2014	21,9	0	1260	1.290
15	08/27/2014	22	0	1290	1.370
16	08/28/2014	21,8	0	1370	1.390
17	08/29/2014	21,6	0,19	1390	1.410
18	08/30/2014	21,2	0,11	1410	1.410
19	08/31/2014	21,7	0	1410	1.330
20	9.01.2014	21,6	0,57	1330	1.300
21	9.02.2014	22,1	0	1300	1.340
22	9.03.2014	21,8	0	1340	1.400
23	9.04.2014	21,7	0,06	1400	1.510
24	9.05.2014	21,7	0,12	1510	1.520
25	9.06.2014	22	0	1520	1.410
26	9.07.2014	21,5	0	1410	1.200
27	9.08.2014	21,4	0	1200	1.060
28	9.09.2014	21,4	0	1060	1.320
29	9.10.2014	21,3	0,59	1320	1.660
30	9.11.2014	20,7	0,02	1660	1.520
31	9.12.2014	19,9	0,57	1520	1.380
32	09/13/2014	19,4	0,04	1380	1.390
33	09/14/2014	18,9	0	1390	1.870
34	09/15/2014	18,4	0,15	1870	1.700

35	09/16/2014	18,3	0	1700	1.430
36	09/17/2014	18,1	0	1430	1.410
37	09/18/2014	18,2	0	1410	1.420
38	09/19/2014	18,1	0	1420	1.490
39	09/20/2014	17,9	0,28	1490	1.440
40	09/21/2014	18,2	0,4	1440	1.520
41	09/22/2014	17,6	0	1520	1.760
42	09/23/2014	17,3	0	1760	1.900
43	09/24/2014	17,5	0	1900	1.630
44	09/25/2014	17,9	0	1630	1.450
45	09/26/2014	17,9	0	1450	1.460
46	09/27/2014	18,1	0	1460	1.420
47	09/28/2014	18,2	0	1420	1.320
48	09/29/2014	18	0,22	1320	1.210
49	09/30/2014	17,7	0	1210	1.210
50	10.01.2014	17,2	0	1210	1.260
51	10.02.2014	17,1	0,11	1260	1.350
52	10.03.2014	16,7	1,34	1350	1.630
53	10.04.2014	15,9	0,08	1630	2.370
54	10.05.2014	15,4	0	2370	2.530
55	10.06.2014	15,1	0,21	2530	2.060
56	10.07.2014	14,8	0	2060	1.550
57	10.08.2014	14,7	0	1550	1.680
58	10.09.2014	14,5	0	1680	1.790
59	10.10.2014	14,4	0	1790	1.760
60	10.11.2014	14,4	0	1760	1.590
61	10.12.2014	14,1	0	1590	1.380
62	10/13/2014	14,4	0,11	1380	1.580
63	10/14/2014	14,5	0,61	1580	1.930
64	10/15/2014	14,5	0,02	1930	1.950
65	10/16/2014	14,5	0,02	1950	1.890
66	10/17/2014	14	0,03	1890	1.910
67	10/18/2014	13,7	0,01	1910	1.770
68	10/19/2014	12,8	0,02	1770	1.670
69	10/20/2014	12,9	0,01	1670	1.720
70	10/21/2014	12,6	0	1720	1.850
71	10/22/2014	12,2	0	1850	1.670
72	10/23/2014	12,1	0	1670	1.610
73	10/24/2014	12,1	0	1610	1.680
74	10/25/2014	12,2	0	1680	1.540
75	10/26/2014	12,1	0	1540	1.460
76	10/27/2014	11,9	0	1460	1.550
77	10/28/2014	12	0	1550	1.600

78	10/29/2014	11,9	0,07	1600	1.620
79	10/30/2014	11,7	0	1620	1.560
80	10/31/2014	11,2	0,15	1560	1.520
81	11.01.2014	10,4	0	1520	1.600
82	11.02.2014	10,1	0	1600	1.620
83	11.03.2014	9,9	0	1620	1.580
84	11.04.2014	9,9	0,12	1580	1.700
85	11.05.2014	9,8	0,06	1700	1.700
86	11.06.2014	9,8	0,34	1700	1.690
87	11.07.2014	9,5	0,03	1690	2.000
88	11.08.2014	9,3	0,11	2000	2.230
89	11.09.2014	9,1	0,09	2230	2.290
90	11.10.2014	9,1	0,02	2290	1.980
91	11.11.2014	9,1	0,21	1980	1.870
92	11.12.2014	8,6	0	1870	1.910
93	11/13/2014	8,2	0,02	1910	1.900
94	11/14/2014	7,7	0	1900	1.930
95	11/15/2014	7,3	0,04	1930	1.930
96	11/16/2014	6,8	0,21	1930	1.900
97	11/17/2014	6,4	0,12	1900	1.780
98	11/18/2014	5,7	0,1	1780	1.800
99	11/19/2014	5,1	0,19	1800	1.620
100	11/20/2014	4,5	0,07	1620	1.330
101	11/21/2014	4	0	1330	1.530
102	11/22/2014	3,9	0,13	1530	1.870
103	11/23/2014	3,8	1	1870	1.930
104	11/24/2014	4,1	0,88	1930	3.810
105	11/25/2014	4,6	0,08	3810	5.080
106	11/26/2014	4,9	0	5080	4.150
107	11/27/2014	4,8	0	4150	3.870
108	11/28/2014	4,7	0,04	3870	3.740
109	11/29/2014	4,4	0,01	3740	3.000
110	11/30/2014	4,3	0	3000	2.630
111	12.01.2014	4,5	0	2630	3.370
112	12.02.2014	4,2	0,04	3370	3.020
113	12.03.2014	3,7	0,01	3020	2.350
114	12.04.2014	3,5	0	2350	2.100
115	12.05.2014	3,3	0	2100	2.190
116	12.06.2014	3,3	0	2190	2.400
117	12.07.2014	3,1	0	2400	2.600
118	12.08.2014	2,9	0,19	2600	2.440
119	12.09.2014	2,6	0,01	2440	2.280
120	12.10.2014	2,5	0	2280	1.990



121	12.11.2014	2,3	0	1990	1.770
122	12.12.2014	2,4	0	1770	1.780
123	12/13/2014	2,5	0,02	1780	1.920
124	12/14/2014	2,4	0,02	1920	2.090
125	12/15/2014	2,5	0,02	2090	2.010
126	12/16/2014	2,7	0,1	2010	2.210
127	12/17/2014	2,7	0,01	2210	2.280
128	12/18/2014	2,7	0,02	2280	2.330
129	12/19/2014	2,5	0	2330	2.300
130	12/20/2014	2,4	0	2300	1.890
131	12/21/2014	2,4	0	1890	1.870
132	12/22/2014	2,3	0,21	1870	1.800
133	12/23/2014	2,2	0,27	1800	1.830
134	12/24/2014	2,3	0,62	1830	2.620
135	12/25/2014	2,3	0,03	2620	3.810
136	12/26/2014	2,3	0	3810	3.510
137	12/27/2014	2,4	0,07	3510	3.160
138	12/28/2014	2,4	0	3160	2.950
139	12/29/2014	2,2	0	2950	2.770
140	12/30/2014	1,9	0	2770	2.370
141	12/31/2014	1,8	0	2370	2.170
142	1.01.2015	1,3	0,05	2170	1.800
143	1.02.2015	1	0	1800	1.690
144	1.03.2015	0,9	0,43	1690	1.790
145	1.04.2015	1	0,23	1790	2.030
146	1.05.2015	1,1	0	2030	2.080
147	1.06.2015	1,2	0,07	2080	1.790
148	1.07.2015	1,1	0,02	1790	1.400
149	1.08.2015	0,9	0,3	1400	1.410
150	1.09.2015	0,9	0,05	1410	1.520
151	1.10.2015	0,9	0	1520	1.680
152	1.11.2015	0,9	0	1680	1.780
153	1.12.2015	0,9	0	1780	1.780
154	01/13/2015	0,9	0	1780	1.910
155	01/14/2015	1	0	1910	2.050
156	01/15/2015	1,1	0	2050	2.190
157	01/16/2015	1	0	2190	2.130
158	01/17/2015	1	0,03	2130	1.980
159	01/18/2015	1	0,05	1980	1.910
160	01/19/2015	1,1	0	1910	1.980
161	01/20/2015	1,1	0,05	1980	2.200
162	01/21/2015	1,2	0,14	2200	2.240
163	01/22/2015	1,2	0	2240	2.040

164	01/23/2015	1,2	0	2040	1.990
165	01/24/2015	1,2	0,02	1990	2.060
166	01/25/2015	1,2	0	2060	2.050
167	01/26/2015	1,2	0	2050	1.930
168	01/27/2015	1,3	0	1930	1.790
169	01/28/2015	1,3	0	1790	1.760
170	01/29/2015	1,2	0,07	1760	1.770
171	01/30/2015	1,1	0,01	1770	1.830
172	01/31/2015	1,2	0	1830	1.830
173	2.01.2015	1	0,43	1830	1.800
174	2.02.2015	1	0	1800	1.650
175	2.03.2015	1,1	0,09	1650	1.530
176	2.04.2015	0,9	0	1530	1.590
177	2.05.2015	0,9	0	1590	1.680
178	2.06.2015	0,9	0	1680	1.680
179	2.07.2015	1	0	1680	1.890
180	2.08.2015	0,9	0,01	1890	2.070
181	2.09.2015	1	0	2070	1.810
182	2.10.2015	1,1	0	1810	1.650
183	2.11.2015	1,1	0,04	1650	1.650
184	2.12.2015	1	0,01	1650	1.670
185	02/13/2015	1	0,09	1670	1.620
186	02/14/2015	1	0,02	1620	1.630
187	02/15/2015	0,9	0	1630	1.580
188	02/16/2015	0,9	0	1580	1.460
189	02/17/2015	0,9	0,05	1460	1.570
190	02/18/2015	0,8	0,04	1570	1.750
191	02/19/2015	0,8	0	1750	1.740
192	02/20/2015	0,9	0	1740	1.630
193	02/21/2015	0,9	0	1630	1.550
194	02/22/2015	0,8	0	1550	1.330
195	02/23/2015	0,7	0	1330	1.630
196	02/24/2015	0,8	0,07	1630	1.690
197	02/25/2015	0,9	0	1690	1.560
198	02/26/2015	0,8	0	1560	1.490
199	02/27/2015	0,8	0	1490	1.560
200	02/28/2015	0,8	0	1560	1.610
201	3.01.2015	0,8	0,01	1610	1.620
202	3.02.2015	0,8	0	1620	1.570
203	3.03.2015	0,8	0,28	1570	1.560
204	3.04.2015	0,9	0	1560	1.610
205	3.05.2015	0,8	0	1610	1.680
206	3.06.2015	0,9	0	1680	1.700

207	3.07.2015	0,9	0	1700	1.620
208	3.08.2015	1	0	1620	1.670
209	3.09.2015	0,9	0	1670	1.780
210	3.10.2015	1	0	1780	1.610
211	3.11.2015	1,1	0	1610	1.530
212	3.12.2015	1,2	0	1530	1.710
213	03/13/2015	1,2	0	1710	2.320
214	03/14/2015	1,4	0	2320	2.670
215	03/15/2015	1,5	0	2670	2.780
216	03/16/2015	1,6	0	2780	3.160
217	03/17/2015	1,7	0	3160	3.580
218	03/18/2015	2	0	3580	3.820
219	03/19/2015	2	0	3820	3.570
220	03/20/2015	2	0,01	3570	3.010
221	03/21/2015	2,1	0,03	3010	2.980
222	03/22/2015	2,1	0	2980	3.120
223	03/23/2015	2,3	0	3120	2.700
224	03/24/2015	2,4	0	2700	2.660
225	03/25/2015	2,3	0,45	2660	2.510
226	03/26/2015	2,4	0	2510	2.380
227	03/27/2015	2,4	0	2380	2.270
228	03/28/2015	2,6	0	2270	2.110
229	03/29/2015	2,7	0,15	2110	2.050
230	03/30/2015	2,7	0,15	2050	1.900
231	03/31/2015	3	0,27	1900	1.820
232	4.01.2015	3,2	0	1820	2.210
233	4.02.2015	3,5	0,17	2210	2.370
234	4.03.2015	3,7	0	2370	2.270
235	4.04.2015	4	0	2270	2.290
236	4.05.2015	4,2	0,13	2290	2.210
237	4.06.2015	4,6	0	2210	2.150
238	4.07.2015	4,9	0,04	2150	2.150
239	4.08.2015	4,9	1,07	2150	2.510
240	4.09.2015	4,8	2,59	2510	3.290
241	4.10.2015	4,8	0	3290	6.120
242	4.11.2015	4,6	0	6120	6.460
243	4.12.2015	4,9	0	6460	5.770
244	04/13/2015	5,9	0,35	5770	4.830
245	04/14/2015	6,4	0	4830	4.080
246	04/15/2015	6,6	0	4080	3.820
247	04/16/2015	7,1	0,08	3820	4.100
248	04/17/2015	7,6	0	4100	3.610
249	04/18/2015	8,7	0	3610	3.250

250	04/19/2015	9,6	0,28	3250	3.200
251	04/20/2015	8,7	0,35	3200	2.980
252	04/21/2015	8,7	0,09	2980	3.130
253	04/22/2015	8,8	0,01	3130	3.380
254	04/23/2015	7,7	0	3380	3.200
255	04/24/2015	7,4	0	3200	2.950
256	04/25/2015	7,6	0	2950	2.890
257	04/26/2015	8,3	0	2890	2.410
258	04/27/2015	8,5	0	2410	2.330
259	04/28/2015	9	0	2330	2.310
260	04/29/2015	9,4	0	2310	2.190
261	04/30/2015	10	0	2190	2.140
262	5.01.2015	10,3	0	2140	2.050
263	5.02.2015	9,7	0	2050	2.070
264	5.03.2015	10,2	0	2070	1.950
265	5.04.2015	12	0,18	1950	1.900
266	5.05.2015	12,1	0,18	1900	1.950
267	5.06.2015	11,9	0	1950	1.980
268	5.07.2015	11,6	0,05	1980	1.810
269	5.08.2015	12,1	0,04	1810	1.700
270	5.09.2015	13,1	1,07	1700	1.990
271	5.10.2015	13,9	1,48	1990	3.260
272	5.11.2015	12,6	0,58	3260	4.010
273	5.12.2015	12,3	0	4010	4.000
274	05/13/2015	12,3	0	4000	4.100
275	05/14/2015	12	0	4100	3.790
276	05/15/2015	12,3	0,32	3790	3.330
277	05/16/2015	12,7	0	3330	3.170
278	05/17/2015	12,6	0	3170	3.300
279	05/18/2015	13,4	0	3300	3.280
280	05/19/2015	14,7	0	3280	2.920
281	05/20/2015	13,7	0	2920	2.430
282	05/21/2015	12,9	0	2430	2.300
283	05/22/2015	13,9	0	2300	2.250
284	05/23/2015	13,4	0	2250	1.970
285	05/24/2015	14	0,16	1970	1.990
286	05/25/2015	13,8	0,01	1990	1.830
287	05/26/2015	14,3	0,82	1830	1.780
288	05/27/2015	14,6	0,01	1780	2.530
289	05/28/2015	14,9	0	2530	2.580
290	05/29/2015	15,2	0,46	2580	2.500
291	05/30/2015	16,2	0,41	2500	2.690
292	05/31/2015	16,2	0	2690	3.240

293	6.01.2015	15,4	0	3240	3.200
294	6.02.2015	15,3	0	3200	2.810
295	6.03.2015	15,5	0	2810	2.400
296	6.04.2015	15,8	0	2400	1.960
297	6.05.2015	17,5	0	1960	2.060
298	6.06.2015	17,2	0	2060	2.070
299	6.07.2015	16	0,04	2070	2.030
300	6.08.2015	16,8	0	2030	1.770
301	6.09.2015	17,1	0	1770	1.620
302	6.10.2015	17,5	0	1620	1.650
303	6.11.2015	18,3	0,05	1650	1.790
304	6.12.2015	18,1	1,5	1790	2.530
305	06/13/2015	17	0,02	2530	3.500
306	06/14/2015	16,7	0,27	3500	3.520
307	06/15/2015	16,9	1,8	3520	5.210
308	06/16/2015	17,8	0,03	5210	4.910
309	06/17/2015	18,1	0	4910	4.030
310	06/18/2015	18,2	0,02	4030	3.520
311	06/19/2015	18,7	0	3520	3.160
312	06/20/2015	18,7	0	3160	2.730
313	06/21/2015	18,8	0	2730	2.460
314	06/22/2015	18,8	0,36	2460	2.210
315	06/23/2015	19,8	0	2210	2.130
316	06/24/2015	19,4	0	2130	1.950
317	06/25/2015	19,8	0	1950	2.150
318	06/26/2015	20,3	0	2150	2.300
319	06/27/2015	20,5	0	2300	1.940
320	06/28/2015	19,7	0	1940	1.750
321	06/29/2015	19,8	0	1750	1.720
322	06/30/2015	20	0,29	1720	1.660
323	7.01.2015	20	0	1660	1.650
324	7.02.2015	19,6	0	1650	1.640
325	7.03.2015	19,9	0	1640	1.620
326	7.04.2015	19,8	0	1620	1.530
327	7.05.2015	20,2	0	1530	1.530
328	7.06.2015	20	0,58	1530	1.480
329	7.07.2015	20,8	0,26	1480	1.720
330	7.08.2015	20,4	0	1720	1.700
331	7.09.2015	20,6	0	1700	1.720
332	7.10.2015	20,3	0	1720	1.600
333	7.11.2015	20,5	0	1600	1.330
334	7.12.2015	21,2	0	1330	1.310
335	07/13/2015	20,9	1,4	1310	1.500

336	07/14/2015	21,5	0,15	1500	1.980
337	07/15/2015	21,3	0	1980	1.870
338	07/16/2015	20,8	0	1870	1.480
339	07/17/2015	20,7	0,55	1480	1.560
340	07/18/2015	21	0,31	1560	1.580
341	07/19/2015	21,6	0	1580	1.630
342	07/20/2015	21,1	0	1630	1.680
343	07/21/2015	21,9	0	1680	1.440
344	07/22/2015	21,9	0	1440	1.220
345	07/23/2015	21,7	0	1220	1.190
346	07/24/2015	21,6	0	1190	1.350
347	07/25/2015	22,2	0	1350	1.260
348	07/26/2015	22,4	0	1260	1.240
349	07/27/2015	22,5	0	1240	1.230
350	07/28/2015	22,4	0	1230	1.150
351	07/29/2015	22,4	0	1150	1.080
352	07/30/2015	22,5	0	1080	997
353	07/31/2015	22,7	0	997	1.080
354	8.01.2015	22,5	0	1080	1.040
355	8.02.2015	22	0,21	1040	1.040
356	8.03.2015	22,7	0	1040	1.190
357	8.04.2015	22,4	0	1190	1.280
358	8.05.2015	22,5	0	1280	1.210
359	8.06.2015	22,3	0	1210	1.050
360	8.07.2015	22,2	0,11	1050	1.070
361	8.08.2015	22,3	0,14	1070	1.050
362	8.09.2015	22,1	0	1050	1.100
363	8.10.2015	22,3	0,15	1100	1.200
364	8.11.2015	22,6	0	1200	1.270
365	8.12.2015	22,3	0	1270	1.230
366	08/13/2015	21,6	0	1230	1.140
367	08/14/2015	22	0,01	1140	1.090
368	08/15/2015	22,6	0	1090	1.100
369	08/16/2015	22,4	0	1100	1.110
370	08/17/2015	22,7	0	1110	1.370
371	08/18/2015	23	0,03	1370	1.560
372	08/19/2015	22	0,25	1560	1.510
373	08/20/2015	22,2	0,08	1510	1.350
374	08/21/2015	22,1	0	1350	1.130
375	08/22/2015	22	0	1130	1.120
376	08/23/2015	21,7	0,53	1120	1.120
377	08/24/2015	21,3	0	1120	1.320
378	08/25/2015	20,8	0	1320	1.550

379	08/26/2015	20,6	0,01	1550	1.250
380	08/27/2015	20,3	0	1250	1.060
381	08/28/2015	20,1	0,09	1060	1.100
382	08/29/2015	20,2	0,38	1100	1.120
383	08/30/2015	20,4	0	1120	1.130
384	08/31/2015	20,3	0	1130	1.140
385	9.01.2015	20,5	0	1140	1.140
386	9.02.2015	21	0,01	1140	1.260
387	9.03.2015	21,4	0,55	1260	1.550
388	9.04.2015	21,5	0,05	1550	1.680
389	9.05.2015	21,1	0	1680	1.650
390	9.06.2015	21,3	0	1650	1.660
391	9.07.2015	21,5	0	1660	1.630
392	9.08.2015	21,5	1,22	1630	1.630
393	9.09.2015	21,7	0	1630	1.870
394	9.10.2015	21,1	0	1870	2.470
395	9.11.2015	20,8	0,02	2470	2.540
396	9.12.2015	20,3	0	2540	2.210
397	09/13/2015	20	0	2210	1.960
398	09/14/2015	19,7	0	1960	1.640
399	09/15/2015	19,9	0	1640	1.430
400	09/16/2015	20,2	0	1430	1.370
401	09/17/2015	20,4	0	1370	1.370
402	09/18/2015	20,9	0,37	1370	1.370
403	09/19/2015	20,9	0,06	1370	1.410
404	09/20/2015	20,3	0	1410	1.470
405	09/21/2015	20	0	1470	1.500
406	09/22/2015	19,9	0	1500	1.510
407	09/23/2015	20	0	1510	1.500
408	09/24/2015	20,1	0	1500	1.360
409	09/25/2015	20,3	0	1360	1.140
410	09/26/2015	20,2	0	1140	1.120
411	09/27/2015	20	0	1120	1.120
412	09/28/2015	19,9	0	1120	1.120
413	09/29/2015	19,8	0,32	1120	1.480
414	09/30/2015	19	0	1480	1.790
415	10.01.2015	18,3	0	1790	1.510
416	10.02.2015	17,6	0	1510	1.120
417	10.03.2015	16,7	0,14	1120	1.040
418	10.04.2015	16,3	0,09	1040	1.080
419	10.05.2015	16,2	0	1080	1.410
420	10.06.2015	16,5	0,01	1410	1.360
421	10.07.2015	16,8	0	1360	1.370

422	10.08.2015	16,7	0,31	1370	1.300
423	10.09.2015	16,7	0	1300	1.490
424	10.10.2015	16,1	0	1490	1.450
425	10.11.2015	15,9	0	1450	1.420
426	10.12.2015	16	0,01	1420	1.360
427	10/13/2015	15,9	0,03	1360	1.180
428	10/14/2015	15,7	0,01	1180	1.030
429	10/15/2015	15,2	0	1030	1.230
430	10/16/2015	14,6	0,03	1230	1.270
431	10/17/2015	14,1	0	1270	1.170
432	10/18/2015	13,8	0	1170	1.140
433	10/19/2015	13,4	0	1140	1.290
434	10/20/2015	13,4	0,05	1290	1.340
435	10/21/2015	13,6	0,02	1340	1.220
436	10/22/2015	14	0	1220	1.150
437	10/23/2015	13,7	0,41	1150	1.230
438	10/24/2015	13,6	0,36	1230	1.390
439	10/25/2015	13,5	0	1390	1.390
440	10/26/2015	13,3	0	1390	1.280
441	10/27/2015	13,2	0,04	1280	1.200
442	10/28/2015	12,8	0,82	1200	1.550
443	10/29/2015	12,2	0,16	1550	1.770
444	10/30/2015	12,1	0	1770	1.810
445	10/31/2015	11,7	0,43	1810	1.600
446	11.01.2015	11,5	0	1600	1.870
447	11.02.2015	11,5	0	1870	1.890
448	11.03.2015	11,9	0	1890	1.750
449	11.04.2015	12,1	0	1750	1.650
450	11.05.2015	12,2	0	1650	1.620
451	11.06.2015	12,4	0,79	1620	1.920
452	11.07.2015	12,1	0	1920	2.040
453	11.08.2015	11,6	0	2040	1.790
454	11.09.2015	11,2	0	1790	1.540
455	11.10.2015	11	0	1540	1.530
456	11.11.2015	10,7	0,01	1530	1.520
457	11.12.2015	10,3	0,5	1520	1.690
458	11/13/2015	10	0,04	1690	2.040
459	11/14/2015	9,7	0	2040	2.080
460	11/15/2015	9,5	0	2080	1.750
461	11/16/2015	9,4	0	1750	1.720
462	11/17/2015	9,6	0,03	1720	1.680
463	11/18/2015	9,5	0,24	1680	1.710
464	11/19/2015	9,8	0,03	1710	1.740



465	11/20/2015	9,5	0	1740	1.650
466	11/21/2015	9	0,18	1650	1.680
467	11/22/2015	8,4	0,03	1680	1.610
468	11/23/2015	7,9	0,04	1610	1.570
469	11/24/2015	7,6	0	1570	1.520
470	11/25/2015	7,2	0,01	1520	1.490
471	11/26/2015	7,3	1,38	1490	1.720
472	11/27/2015	7,6	0,56	1720	3.470
473	11/28/2015	7,3	0	3470	4.620
474	11/29/2015	7,3	0,01	4620	3.790
475	11/30/2015	7,1	0,01	3790	3.300
476	12.01.2015	6,9	0,42	3300	3.020
477	12.02.2015	6,8	0,03	3020	3.010
478	12.03.2015	6,7	0	3010	2.860
479	12.04.2015	6,6	0	2860	2.660
480	12.05.2015	6,6	0	2660	2.440
481	12.06.2015	6,5	0,01	2440	2.320
482	12.07.2015	6,2	0	2320	2.200
483	12.08.2015	5,9	0	2200	2.100
484	12.09.2015	5,9	0	2100	2.120
485	12.10.2015	5,8	0,01	2120	2.070
486	12.11.2015	6	0	2070	2.030
487	12.12.2015	6	0,01	2030	1.920
488	12/13/2015	6,1	1,11	1920	2.040
489	12/14/2015	6,2	0,42	2040	3.260
490	12/15/2015	6,5	0	3260	4.310
491	12/16/2015	6,4	0,17	4310	4.050
492	12/17/2015	6,1	0	4050	3.640
493	12/18/2015	5,6	0	3640	3.450
494	12/19/2015	5	0	3450	3.090
495	12/20/2015	4,7	0,03	3090	2.810
496	12/21/2015	4,5	0,37	2810	2.780
497	12/22/2015	4,6	0	2780	3.030
498	12/23/2015	4,7	0,61	3030	3.090
499	12/24/2015	5	0	3090	3.280
500	12/25/2015	5,1	0	3280	3.330
501	12/26/2015	4,9	0,15	3330	3.060
502	12/27/2015	4,6	0	3060	3.260
503	12/28/2015	4	1,06	3260	3.530
504	12/29/2015	3,3	0,12	3530	3.400
505	12/30/2015	3,2	0,1	3400	3.240
506	12/31/2015	3,2	0	3240	3.010
507	1.01.2016	3	0,01	3010	2.890

508	1.02.2016	2,9	0	2890	2.840
509	1.03.2016	2,8	0	2840	2.840
510	1.04.2016	2,6	0,01	2840	2.720
511	1.05.2016	2,5	0	2720	2.100
512	1.06.2016	2,1	0	2100	1.950
513	1.07.2016	2,2	0,01	1950	2.180
514	1.08.2016	2,2	0,24	2180	2.620
515	1.09.2016	2,3	0,44	2620	2.780
516	1.10.2016	2,4	0,09	2780	3.330
517	1.11.2016	2,2	0,05	3330	3.120
518	1.12.2016	1,5	0,09	3120	2.600
519	01/13/2016	1,2	0,06	2600	2.640
520	01/14/2016	1,1	0,09	2640	2.620
521	01/15/2016	1,2	0,15	2620	2.810
522	01/16/2016	1,4	0,01	2810	2.970
523	01/17/2016	1,4	0	2970	2.650
524	01/18/2016	1,3	0,01	2650	2.160
525	01/19/2016	1,2	0	2160	1.990
526	01/20/2016	0,9	0,04	1990	2.060
527	01/21/2016	1	0	2060	2.290
528	01/22/2016	1,1	0	2290	2.400
529	01/23/2016	1,2	0	2400	2.380
530	01/24/2016	1,3	0	2380	2.440
531	01/25/2016	1,4	0,07	2440	2.440
532	01/26/2016	1,3	0,19	2440	2.590
533	01/27/2016	1,4	0	2590	2.700
534	01/28/2016	1,4	0,12	2700	2.640
535	01/29/2016	1,4	0	2640	2.400
536	01/30/2016	1,4	0	2400	2.190
537	01/31/2016	1,5	0,24	2190	2.370
538	2.01.2016	1,5	0	2370	2.600
539	2.02.2016	1,6	1,42	2600	2.790
540	2.03.2016	1,7	0,07	2790	3.360
541	2.04.2016	1,7	0,03	3360	3.720
542	2.05.2016	1,6	0	3720	3.840
543	2.06.2016	1,5	0	3840	3.770
544	2.07.2016	1,5	0	3770	3.610
545	2.08.2016	1,5	0	3610	3.540
546	2.09.2016	1,6	0	3540	3.380
547	2.10.2016	1,5	0,13	3380	3.000
548	2.11.2016	1,3	0,01	3000	2.400
549	2.12.2016	1	0,03	2400	2.070
550	02/13/2016	1	0	2070	2.020

551	02/14/2016	1,1	0	2020	1.830
552	02/15/2016	1	0,06	1830	1.990
553	02/16/2016	1	0,01	1990	2.190
554	02/17/2016	1	0	2190	2.300
555	02/18/2016	1	0,01	2300	2.280
556	02/19/2016	1,1	0,04	2280	2.300
557	02/20/2016	1,2	0	2300	3.090
558	02/21/2016	1,4	0	3090	3.790
559	02/22/2016	1,7	0	3790	3.990
560	02/23/2016	1,8	0	3990	3.790
561	02/24/2016	1,6	0,18	3790	3.750
562	02/25/2016	1,5	0,1	3750	3.710
563	02/26/2016	1,5	0	3710	3.520
564	02/27/2016	1,6	0	3520	3.420
565	02/28/2016	1,7	0,13	3420	3.320
566	02/29/2016	1,8	0	3320	3.390
567	3.01.2016	1,7	0,45	3390	3.460
568	3.02.2016	1,2	0	3460	3.150
569	3.03.2016	1,2	0	3150	2.790
570	3.04.2016	1,4	0,02	2790	2.460
571	3.05.2016	1,5	0,1	2460	3.030
572	3.06.2016	1,5	0	3030	2.860
573	3.07.2016	1,6	0,01	2860	2.960
574	3.08.2016	1,9	0,01	2960	3.370
575	3.09.2016	2,5	0,23	3370	3.870
576	3.10.2016	3	0	3870	4.130
577	3.11.2016	3	0	4130	4.280
578	3.12.2016	3	0	4280	4.210
579	03/13/2016	2,8	0,26	4210	4.160
580	03/14/2016	3	0,1	4160	4.230
581	03/15/2016	3	0	4230	4.250
582	03/16/2016	3,3	0,65	4250	4.510
583	03/17/2016	3,5	0	4510	4.880
584	03/18/2016	3,1	0	4880	4.690
585	03/19/2016	3,2	0	4690	4.350
586	03/20/2016	3,3	0	4350	4.260
587	03/21/2016	3,7	0	4260	4.020
588	03/22/2016	4	0	4020	3.640
589	03/23/2016	4,4	0,55	3640	3.370
590	03/24/2016	4,1	1,09	3370	3.480
591	03/25/2016	4,1	0	3480	3.800
592	03/26/2016	4,4	0	3800	4.050
593	03/27/2016	5	0,15	4050	4.240

594	03/28/2016	5,3	0,13	4240	4.510
595	03/29/2016	5,4	0	4510	4.840
596	03/30/2016	5,8	0,73	4840	5.160
597	03/31/2016	6,1	1,2	5160	6.220
598	4.01.2016	6	0,07	6220	8.480
599	4.02.2016	6,1	0,13	8480	8.800
600	4.03.2016	5,8	0,07	8800	8.850
601	4.04.2016	5,5	0,02	8850	7.860
602	4.05.2016	5,3	0,05	7860	6.570
603	4.06.2016	5,5	0,49	6570	5.920
604	4.07.2016	5,4	0,02	5920	5.870
605	4.08.2016	5,4	0,05	5870	5.610
606	4.09.2016	5,5	0	5610	5.220
607	4.10.2016	5,5	0,09	5220	5.070
608	4.11.2016	5,6	0	5070	4.840
609	4.12.2016	5,8	0	4840	4.270
610	04/13/2016	6	0	4270	3.960
611	04/14/2016	6,5	0	3960	3.950
612	04/15/2016	7,1	0	3950	3.720
613	04/16/2016	7,7	0	3720	3.540
614	04/17/2016	8,1	0	3540	3.550
615	04/18/2016	8,3	0	3550	3.550
616	04/19/2016	8,8	0	3550	3.330
617	04/20/2016	8,7	0	3330	2.940
618	04/21/2016	8,8	0,19	2940	3.030
619	04/22/2016	9,5	0,28	3030	3.130
620	04/23/2016	9,1	0	3130	2.980
621	04/24/2016	9,3	0,01	2980	2.780
622	04/25/2016	9,8	0,62	2780	2.760
623	04/26/2016	9,9	0	2760	3.120
624	04/27/2016	9,8	0	3120	2.980
625	04/28/2016	9,8	0,4	2980	2.980
626	04/29/2016	9,5	0,11	2980	3.040
627	04/30/2016	9,6	0,39	3040	2.960
628	5.01.2016	9,5	0,02	2960	3.300
629	5.02.2016	9,5	0	3300	3.280
630	5.03.2016	9,8	0	3280	2.890
631	5.04.2016	9,9	1,29	2890	3.160
632	5.05.2016	10,1	0	3160	4.840
633	5.06.2016	9,8	0	4840	4.930
634	5.07.2016	11,2	0	4930	4.210
635	5.08.2016	10,9	0	4210	3.610
636	5.09.2016	10,9	0	3610	3.550

637	5.10.2016	11,4	0,3	3550	3.330
638	5.11.2016	11,3	0	3330	3.010
639	5.12.2016	11,6	0,1	3010	2.960
640	05/13/2016	11,8	0,35	2960	2.990
641	05/14/2016	12,4	0,15	2990	3.080
642	05/15/2016	11,9	0,09	3080	3.290
643	05/16/2016	11,5	0	3290	2.940
644	05/17/2016	11,9	0	2940	2.360
645	05/18/2016	12	0	2360	2.350
646	05/19/2016	12,2	0	2350	2.470
647	05/20/2016	12,9	0	2470	2.420
648	05/21/2016	14,3	0	2420	2.270
649	05/22/2016	14,2	0	2270	2.210
650	05/23/2016	14,3	0	2210	2.100
651	05/24/2016	14	0	2100	2.000
652	05/25/2016	15,3	0,14	2000	2.090
653	05/26/2016	14,9	0,28	2090	2.350
654	05/27/2016	16	0,46	2350	2.500
655	05/28/2016	15,3	0,01	2500	2.740
656	05/29/2016	15,6	0	2740	2.780
657	05/30/2016	17	0	2780	2.520
658	05/31/2016	16,9	0	2520	2.230
659	6.01.2016	17,4	0,07	2230	2.100
660	6.02.2016	16,6	0	2100	2.050
661	6.03.2016	17,3	0	2050	1.810
662	6.04.2016	17,5	0,33	1810	1.800
663	6.05.2016	17,3	0,07	1800	2.100
664	6.06.2016	17,1	0	2100	2.190
665	6.07.2016	17,3	0	2190	2.030
666	6.08.2016	17,1	0,01	2030	1.840
667	6.09.2016	16,6	0	1840	1.760
668	6.10.2016	16,8	0,02	1760	1.640
669	6.11.2016	17,3	0,02	1640	1.920
670	6.12.2016	19	0	1920	1.930
671	06/13/2016	18,2	0,07	1930	1.720
672	06/14/2016	18,1	0	1720	1.590
673	06/15/2016	18,2	0,49	1590	1.680
674	06/16/2016	18,2	0	1680	1.930
675	06/17/2016	18,3	0	1930	1.910
676	06/18/2016	18,6	0	1910	1.650
677	06/21/2016	19,5	0	1650	1.600
678	06/22/2016	19,6	0	1600	1.600
679	06/23/2016	20,2	0	1600	1.600

680	06/24/2016	19,4	0	1600	1.360
681	06/25/2016	19	0	1360	1.260
682	06/26/2016	19,5	0,46	1260	1.530
683	06/27/2016	20,4	0	1530	1.660
684	06/28/2016	20,8	0	1660	1.560
685	06/29/2016	19,8	0	1560	1.340
686	06/30/2016	19,1	0	1340	1.270
687	7.01.2016	20,5	0,34	1270	1.420
688	7.02.2016	19,8	0	1420	1.440
689	7.03.2016	19,8	0	1440	1.370
690	7.04.2016	20	0	1370	1.290
691	7.05.2016	19,6	0	1290	1.200
692	7.06.2016	20	0	1200	1.210
693	7.07.2016	20,8	0,62	1210	1.270
694	7.08.2016	20,6	0	1270	1.700
695	7.09.2016	21,3	0	1700	1.640
696	7.10.2016	20,7	0	1640	1.460
697	7.11.2016	20,5	0,46	1460	1.440
698	7.12.2016	20	0,52	1440	1.510
699	07/13/2016	20,5	0	1510	1.680
700	07/14/2016	20,6	0	1680	1.510
701	07/15/2016	21,5	0	1510	1.320
702	07/16/2016	20,9	0	1320	1.240
703	07/17/2016	20,1	0	1240	1.240
704	07/18/2016	21,3	0	1240	1.250
705	07/19/2016	21,9	0	1250	1.090
706	07/20/2016	21,6	0	1090	1.010
707	07/21/2016	21,5	0,24	1010	1.090
708	07/22/2016	21,9	0	1090	1.340
709	07/23/2016	22,7	0	1340	1.470
710	07/24/2016	21,6	1,18	1470	1.530
711	07/25/2016	22,9	0	1530	1.500
712	07/26/2016	22,7	0	1500	1.280
713	07/27/2016	22,6	0,07	1280	1.310
714	07/28/2016	23,1	0,64	1310	1.550
715	07/29/2016	23	1,01	1550	1.660
716	07/30/2016	22,8	0,03	1660	1.380
717	07/31/2016	22,6	0	1380	1.320
718	8.01.2016	22,5	0	1320	1.170
719	8.02.2016	22,6	0	1170	1.020
720	8.03.2016	22,8	0	1020	1.020
721	8.04.2016	22,9	0	1020	1.070
722	8.05.2016	23,1	0	1070	1.080

723	8.06.2016	23,2	0	1080	1.090
724	8.07.2016	23	0	1090	1.080
725	8.08.2016	22,9	0	1080	1.030
726	8.09.2016	23,1	0	1030	996
727	8.10.2016	23	0	996	953
728	8.11.2016	22,8	0,12	953	931
729	8.12.2016	23,1	0,27	931	945
730	08/13/2016	23,2	0,45	945	998
731	08/14/2016	23,2	0	998	1.150
732	08/15/2016	23,1	0,06	1150	1.330
733	08/16/2016	23,5	0,07	1330	1.350
734	08/17/2016	22,9	0	1350	1.280
735	08/18/2016	23	0	1280	1.170
736	08/19/2016	23	0,05	1170	1.130
737	08/20/2016	22,9	0,66	1130	1.280
738	08/21/2016	22,7	0	1280	1.430
739	08/22/2016	22,4	0	1430	1.300
740	08/23/2016	22	0	1300	1.090
741	08/24/2016	22,1	0	1090	1.060
742	08/25/2016	22,7	0,26	1060	1.110
743	08/26/2016	22,7	0	1110	1.190
744	08/27/2016	22,5	0,55	1190	1.260
745	08/28/2016	22,9	0,32	1260	1.250
746	08/29/2016	22,9	0	1250	1.210
747	08/30/2016	22,8	0,33	1210	1.200
748	08/31/2016	23,4	0	1200	1.170
749	9.01.2016	23,1	0	1170	1.160
750	9.02.2016	22,7	0	1160	1.160
751	9.03.2016	22,4	0	1160	1.160
752	9.04.2016	22,3	0	1160	1.160
753	9.05.2016	22,2	0	1160	974
754	9.06.2016	22,3	0,08	974	851
755	9.07.2016	22,9	1,35	851	911
756	9.08.2016	22,6	0,09	911	1.660
757	9.09.2016	22,9	0	1660	1.970
758	9.10.2016	22,5	0,31	1970	1.650
759	9.11.2016	21,9	0	1650	1.520
760	9.12.2016	21,6	0	1520	1.340
761	09/13/2016	21,7	0,01	1340	1.200
762	09/14/2016	21,8	0	1200	1.160
763	09/15/2016	21,6	0	1160	1.160
764	09/16/2016	21,3	0,17	1160	1.160
765	09/17/2016	21,4	0,33	1160	1.160

766	09/18/2016	21,5	0	1160	1.180
767	09/19/2016	21,4	0	1180	1.220
768	09/20/2016	21,8	0	1220	1.290
769	09/21/2016	21,7	0,43	1290	1.290
770	09/22/2016	21,6	0	1290	1.220
771	09/23/2016	21,6	0	1220	1.160
772	09/24/2016	21	0	1160	1.160
773	09/25/2016	20,6	0,03	1160	1.160
774	09/26/2016	20,2	0,2	1160	1.160
775	09/27/2016	19,6	0,03	1160	1.160
776	09/28/2016	19,2	0,1	1160	1.160
777	09/29/2016	18,8	0,03	1160	1.210
778	09/30/2016	18,4	0,45	1210	1.310
779	10.01.2016	18,3	0,21	1310	1.450
780	10.02.2016	18,5	0,1	1450	1.600
781	10.03.2016	18,6	0	1600	1.670
782	10.04.2016	18,7	0	1670	1.460
783	10.05.2016	18,6	0,62	1460	1.360
784	10.06.2016	18,8	0,21	1360	1.370
785	10.07.2016	18,6	0	1370	1.510
786	10.08.2016	17,8	0	1510	1.670
787	10.09.2016	17,4	0	1670	1.520
788	10.10.2016	17	0	1520	1.450
789	10.11.2016	16,9	0	1450	1.380
790	10.12.2016	16,8	0,16	1380	1.350
791	10/13/2016	16,5	0,02	1350	1.490
792	10/14/2016	16,1	0	1490	1.390
793	10/15/2016	15,8	0	1390	1.200
794	10/16/2016	15,9	1,13	1200	1.610
795	10/17/2016	16	0	1610	2.060
796	10/18/2016	16,1	0	2060	2.080
797	10/19/2016	16,4	0	2080	1.850
798	10/20/2016	16,3	0	1850	1.430
799	10/21/2016	15,5	0	1430	1.250
800	10/22/2016	15	0	1250	1.270
801	10/23/2016	14,7	0	1270	1.420
802	10/24/2016	14,5	0	1420	1.460
803	10/25/2016	14,2	0	1460	1.350
804	10/26/2016	13,4	1,02	1350	1.410
805	10/27/2016	12,8	0,08	1410	1.820
806	10/28/2016	12,5	0	1820	1.910
807	10/29/2016	13	0	1910	1.760
808	10/30/2016	13,4	0,02	1760	1.680



809	10/31/2016	12,8	0	1680	1.620
810	11.01.2016	12,7	0	1620	1.580
811	11.02.2016	13	0,23	1580	1.500
812	11.03.2016	13,1	0	1500	1.500
813	11.04.2016	12,6	0	1500	1.570
814	11.05.2016	12,4	0	1570	1.550
815	11.06.2016	12,3	0	1550	1.540
816	11.07.2016	12,2	0	1540	1.530
817	11.08.2016	12,2	0,01	1530	1.470
818	11.09.2016	11,8	0	1470	1.380
819	11.10.2016	11,4	0	1380	1.380
820	11.11.2016	11,2	0	1380	1.430
821	11.12.2016	10,9	0	1430	1.370
822	11/13/2016	10,6	0	1370	1.340
823	11/14/2016	10,5	0	1340	1.340
824	11/15/2016	10,5	0	1340	1.420
825	11/16/2016	10,5	0	1420	1.350
826	11/17/2016	10,3	0	1350	1.350
827	11/18/2016	10,3	0,14	1350	1.340
828	11/19/2016	10	0,07	1340	1.360
829	11/20/2016	9,4	0	1360	1.350
830	11/21/2016	9	0	1350	1.300
831	11/22/2016	8,7	0	1300	1.350
832	11/23/2016	8,4	0,41	1350	1.340
833	11/24/2016	8,2	0,07	1340	1.590
834	11/25/2016	8,1	0,12	1590	1.620
835	11/26/2016	7,9	0	1620	1.540
836	11/27/2016	7,8	0	1540	1.470
837	11/28/2016	7,5	0,57	1470	1.560
838	11/29/2016	7,4	0,24	1560	2.020
839	11/30/2016	7,9	0	2020	2.240
840	12.01.2016	8	0,03	2240	2.280
841	12.02.2016	8	0,05	2280	2.170
842	12.03.2016	7,7	0	2170	1.900
843	12.04.2016	7,4	0,3	1900	1.770
844	12.05.2016	7,1	0,07	1770	1.860
845	12.06.2016	6,8	0	1860	1.950
846	12.07.2016	6,3	0	1950	1.880
847	12.08.2016	5,8	0,12	1880	1.790
848	12.09.2016	5,4	0,01	1790	1.750
849	12.10.2016	4,9	0,02	1750	1.680
850	12.11.2016	4,4	0,78	1680	1.570
851	12.12.2016	3,8	0,01	1570	1.440

852	12/13/2016	3,5	0	1440	1.530
853	12/14/2016	3,1	0,07	1530	1.370
854	12/15/2016	2,5	0,02	1370	1.150
855	12/16/2016	2,3	0,27	1150	1.020
856	12/17/2016	2,3	0,08	1020	1.150
857	12/18/2016	1,8	0,02	1150	1.190
858	12/19/2016	1,9	0	1190	1.350
859	12/20/2016	2,4	0	1350	1.570
860	12/21/2016	2,3	0,01	1570	1.660
861	12/22/2016	2,3	0	1660	1.590
862	12/23/2016	2,3	0,36	1590	1.650
863	12/24/2016	2,4	0,03	1650	1.760
864	12/25/2016	2,4	0,1	1760	1.830
865	12/26/2016	2,5	0,25	1830	1.980
866	12/27/2016	2,2	0	1980	2.270
867	12/28/2016	2,2	0	2270	2.320
868	12/29/2016	2,1	0,02	2320	2.270
869	12/30/2016	1,9	0	2270	2.090
870	12/31/2016	1,9	0,07	2090	1.920
871	1.01.2017	1,8	0	1920	1.810
872	1.02.2017	1,8	0,16	1810	1.740
873	1.03.2017	1,8	0,07	1740	2.020
874	1.04.2017	1,6	0,02	2020	2.120
875	1.05.2017	1,2	0,01	2120	1.820
876	1.06.2017	1,2	0	1820	1.330
877	1.07.2017	0,9	0,04	1330	1.180
878	1.08.2017	0,9	0	1180	1.350
879	1.09.2017	1	0,13	1350	1.570
880	1.10.2017	1,1	0,94	1570	1.650
881	1.11.2017	1	0,14	1650	1.910
882	1.12.2017	1	0,01	1910	2.280
883	01/13/2017	1,1	0	2280	2.170
884	01/14/2017	1,2	0	2170	2.250
885	01/15/2017	1,3	0	2250	2.150
886	01/16/2017	1,3	0,31	2150	2.110
887	01/17/2017	1,3	0,84	2110	2.630
888	01/18/2017	1,2	0	2630	3.120
889	01/19/2017	1,2	0	3120	3.360
890	01/20/2017	1,2	0,08	3360	3.330
891	01/21/2017	1,4	0,02	3330	3.520
892	01/22/2017	1,5	0	3520	3.730
893	01/23/2017	1,6	0,1	3730	3.830
894	01/24/2017	1,6	0	3830	4.080

895	01/25/2017	1,5	0,24	4080	4.490
896	01/26/2017	1,6	0,15	4490	4.600
897	01/27/2017	1,5	0	4600	4.500
898	01/28/2017	1,4	0,02	4500	4.080
899	01/29/2017	1,1	0,01	4080	3.670
900	01/30/2017	1,1	0,16	3670	3.500
901	01/31/2017	1,1	0,1	3500	3.220
902	2.01.2017	1	0	3220	3.080
903	2.02.2017	1	0	3080	2.810
904	2.03.2017	1	0	2810	2.160
905	2.04.2017	1	0	2160	2.000
906	2.05.2017	1	0,03	2000	2.630
907	2.06.2017	1	0	2630	2.500
908	2.07.2017	1	0,21	2500	2.680
909	2.08.2017	1	0,01	2680	2.660
910	2.09.2017	1,1	0	2660	2.430
911	2.10.2017	1,2	0	2430	2.040
912	2.11.2017	1,2	0	2040	2.210
913	2.12.2017	1,1	0,06	2210	2.580
914	02/13/2017	1,3	0	2580	2.440
915	02/14/2017	1,5	0	2440	2.370
916	02/15/2017	1,5	0	2370	2.240
917	02/16/2017	1,6	0	2240	2.210
918	02/17/2017	1,6	0	2210	2.260
919	02/18/2017	1,7	0	2260	2.280
920	02/19/2017	1,9	0	2280	2.250
921	02/20/2017	2,1	0	2250	2.800
922	02/21/2017	2,4	0,16	2800	3.120
923	02/22/2017	2,6	0	3120	3.320
924	02/23/2017	2,7	0,01	3320	3.570
925	02/24/2017	2,6	1,34	3570	4.070
926	02/25/2017	2,6	0,05	4070	5.350
927	02/26/2017	2,1	0	5350	5.450
928	02/27/2017	1,9	0	5450	5.400
929	02/28/2017	1,9	0,97	5400	5.420
930	3.01.2017	2,2	0,27	5420	5.540
931	3.02.2017	2,1	0	5540	5.620
932	3.03.2017	1,9	0,04	5620	5.540
933	3.04.2017	1,9	0	5540	4.610
934	3.05.2017	2	0	4610	4.380
935	3.06.2017	2,4	0,02	4380	4.160
936	3.07.2017	3	0,11	4160	4.340
937	3.08.2017	3,3	0	4340	4.390

938	3.09.2017	3,2	0	4390	4.220
939	3.10.2017	2,8	0	4220	3.920
940	3.11.2017	2,5	0	3920	3.640
941	3.12.2017	2,3	0	3640	3.270
942	03/13/2017	2,2	0,18	3270	3.040
943	03/14/2017	2	0	3040	2.790
944	03/15/2017	2	0	2790	2.570
945	03/16/2017	2,3	0	2570	2.570
946	03/17/2017	2,3	0,18	2570	2.470
947	03/18/2017	2,2	0,04	2470	2.470
948	03/19/2017	2,3	0,01	2470	2.540
949	03/20/2017	2,7	0,06	2540	2.770
950	03/21/2017	3	0	2770	2.790
951	03/22/2017	3,2	0	2790	2.580
952	03/23/2017	3,4	0,14	2580	2.550
953	03/24/2017	3,7	0,08	2550	2.630
954	03/25/2017	3,9	0,35	2630	2.650
955	03/26/2017	3,9	0,21	2650	2.880
956	03/27/2017	4,2	0,06	2880	3.220
957	03/28/2017	4,4	0	3220	3.120
958	03/29/2017	4,7	0	3120	3.030
959	03/30/2017	4,6	0,93	3030	3.020
960	03/31/2017	4,3	0	3020	3.580
961	4.01.2017	4,5	0	3580	3.660
962	4.02.2017	4,6	0,04	3660	3.460
963	4.03.2017	4,9	0,87	3460	3.280
964	4.04.2017	5,1	0,22	3280	3.900
965	4.05.2017	4,9	0,3	3900	4.840
966	4.06.2017	4,6	0,61	4840	5.660
967	4.07.2017	4,7	0	5660	5.980
968	4.08.2017	5,1	0	5980	5.590
969	4.09.2017	5,9	0	5590	5.290
970	4.10.2017	6,8	0,48	5290	5.150
971	4.11.2017	7,7	0	5150	5.230
972	4.12.2017	7,9	0	5230	4.630
973	04/13/2017	8,3	0,08	4630	4.010
974	04/14/2017	8,6	0	4010	3.780
975	04/15/2017	8,8	0,32	3780	3.840
976	04/16/2017	9,7	0,23	3840	4.110
977	04/17/2017	10,6	0	4110	4.260
978	04/18/2017	10,2	0	4260	4.330
979	04/19/2017	10,6	0	4330	4.470
980	04/20/2017	10,7	0,61	4470	4.810

981	04/21/2017	10,5	0,01	4810	4.870
982	04/22/2017	10,7	0	4870	4.570
983	04/23/2017	10,8	0	4570	4.090
984	04/24/2017	11,2	0	4090	3.750
985	04/25/2017	11,6	0	3750	3.670
986	04/26/2017	11,8	0	3670	3.570
987	04/27/2017	12,3	0,18	3570	3.820
988	04/28/2017	12,2	0	3820	3.580
989	04/29/2017	12,2	0,15	3580	3.220
990	04/30/2017	11,5	1,31	3220	3.480
991	5.01.2017	10,9	0,51	3480	4.480
992	5.02.2017	10,8	0,12	4480	5.610
993	5.03.2017	10,8	0	5610	5.820
994	5.04.2017	11,5	0	5820	4.940
995	5.05.2017	11,7	0	4940	4.020
996	5.06.2017	11,9	0	4020	3.790
997	5.07.2017	12,1	0	3790	3.750
998	5.08.2017	12,4	0	3750	3.520
999	5.09.2017	12,4	0	3520	3.380
1000	5.10.2017	12,5	0,02	3380	3.130
1001	5.11.2017	13,1	0	3130	2.850
1002	5.12.2017	13,3	0,02	2850	2.710
1003	05/13/2017	13,2	0	2710	2.600
1004	05/14/2017	14,2	0	2600	2.560
1005	05/15/2017	13,8	0,03	2560	2.440
1006	05/16/2017	13,9	0,61	2440	2.770
1007	05/17/2017	14,1	0	2770	2.680
1008	05/18/2017	15	0,23	2680	2.500
1009	05/19/2017	15,5	0	2500	2.360
1010	05/20/2017	14,8	0,07	2360	2.230
1011	05/21/2017	14,1	0,08	2230	2.170
1012	05/22/2017	13,9	0,01	2170	2.210
1013	05/23/2017	14,3	0	2210	2.320
1014	05/24/2017	14,9	0,05	2320	2.270
1015	05/25/2017	15,1	0	2270	2.280
1016	05/26/2017	14,8	0	2280	2.310
1017	05/27/2017	15	0	2310	2.220
1018	05/28/2017	15,5	0	2220	2.160
1019	05/29/2017	15,3	0	2160	2.150
1020	05/30/2017	15,7	0	2150	2.080
1021	05/31/2017	16	0	2080	2.010
1022	6.01.2017	16,3	0	2010	2.020
1023	6.02.2017	16,3	0	2020	1.880

1024	6.03.2017	16,4	0	1880	1.790
1025	6.04.2017	16,9	0,23	1790	1.960
1026	6.05.2017	18,3	0	1960	1.990
1027	6.06.2017	18,4	0	1990	1.820
1028	6.07.2017	18,3	0	1820	1.670
1029	6.08.2017	17,7	0	1670	1.680
1030	6.09.2017	18,3	0	1680	1.680
1031	6.10.2017	17,4	0	1680	1.620
1032	6.11.2017	18	0	1620	1.550
1033	6.12.2017	19	0	1550	1.560
1034	06/13/2017	19,5	0,21	1560	1.670
1035	06/14/2017	20	0,44	1670	1.720
1036	06/15/2017	19,3	0	1720	1.830
1037	06/16/2017	19,2	0	1830	2.180
1038	06/17/2017	19,8	0,53	2180	2.310
1039	06/18/2017	19,1	0,01	2310	2.370
1040	06/19/2017	19,6	0,02	2370	2.330
1041	06/20/2017	19,4	0,09	2330	2.130
1042	06/21/2017	19,4	0	2130	2.000
1043	06/22/2017	19,2	0,29	2000	2.090
1044	06/23/2017	19,6	1,45	2090	5.570
1045	06/24/2017	19,5	0	5570	6.100
1046	06/25/2017	19,4	0	6100	5.230
1047	06/26/2017	19	0	5230	4.700
1048	06/27/2017	18,7	0	4700	3.590
1049	06/28/2017	18,4	0,86	3590	2.560
1050	06/29/2017	18,6	0,2	2560	3.200
1051	06/30/2017	18,9	0	3200	3.370
1052	7.01.2017	19,5	0,02	3370	2.910
1053	7.02.2017	19,4	0,02	2910	2.340
1054	7.03.2017	20,4	0	2340	2.030
1055	7.04.2017	20,6	0	2030	1.990
1056	7.05.2017	20,9	0	1990	2.050
1057	7.06.2017	20,8	0	2050	2.220
1058	7.07.2017	22	0,09	2220	1.950
1059	7.08.2017	22	0	1950	1.500
1060	7.09.2017	20,8	0,06	1500	1.450
1061	7.10.2017	21,2	0,35	1450	1.670
1062	7.11.2017	21,4	0	1670	1.640
1063	7.12.2017	21,1	0,08	1640	1.630
1064	07/13/2017	21,5	0,09	1630	1.630
1065	07/14/2017	22	0	1630	1.770
1066	07/15/2017	21,1	0	1770	1.860

1067	07/16/2017	22,2	0,04	1860	1.890
1068	07/17/2017	21,9	0	1890	1.830
1069	07/18/2017	21,8	0	1830	1.740
1070	07/19/2017	22,4	0	1740	1.630
1071	07/20/2017	22,4	0	1630	1.530
1072	07/21/2017	22,6	0,01	1530	1.470
1073	07/22/2017	22,9	0,07	1470	1.450
1074	07/23/2017	22,7	0,03	1450	1.510
1075	07/24/2017	23,1	0	1510	1.560
1076	07/25/2017	22,4	0	1560	1.500
1077	07/26/2017	22,2	0,14	1500	1.430
1078	07/27/2017	23,1	0,05	1430	1.560
1079	07/28/2017	23,2	0	1560	1.770
1080	07/29/2017	22,8	0	1770	1.710
1081	07/30/2017	22,7	0	1710	1.590
1082	07/31/2017	22,4	0	1590	1.460
1083	8.01.2017	22,2	0	1460	1.390
1084	8.02.2017	22,6	0	1390	1.390
1085	8.03.2017	22,7	0,03	1390	1.390
1086	8.04.2017	21,7	0,07	1390	1.480
1087	8.05.2017	21,8	0	1480	1.520
1088	8.06.2017	21,6	0,16	1520	1.480
1089	8.07.2017	22	0	1480	1.580
1090	8.08.2017	21,7	0	1580	1.600
1091	8.09.2017	21,5	0	1600	1.510
1092	8.10.2017	21,5	0,29	1510	1.430
1093	8.11.2017	21,9	0,16	1430	1.400
1094	8.12.2017	21,8	0	1400	1.350
1095	08/13/2017	21,5	0	1350	1.320
1096	08/14/2017	21,6	0	1320	1.320
1097	08/15/2017	22	0	1320	1.310
1098	08/16/2017	21,8	0	1310	1.270
1099	08/17/2017	21,6	0,83	1270	1.340
1100	08/18/2017	21,5	0,01	1340	1.450
1101	08/19/2017	21,7	0	1450	1.510
1102	08/20/2017	21,5	0	1510	1.510
1103	08/21/2017	21,8	0	1510	1.510
1104	08/22/2017	21,7	0,37	1510	1.560
1105	08/23/2017	21,7	0	1560	1.550
1106	08/24/2017	21,2	0,01	1550	1.470
1107	08/25/2017	21,1	0	1470	1.330
1108	08/26/2017	20,9	0	1330	1.200
1109	08/27/2017	21	0	1200	1.130

1110	08/28/2017	20,9	0,04	1130	1.110
1111	08/29/2017	21	0	1110	1.150
1112	08/30/2017	21,1	0	1150	1.240
1113	08/31/2017	21,2	0	1240	1.270
1114	9.01.2017	20,8	0	1270	1.270
1115	9.02.2017	20,6	0,02	1270	1.270
1116	9.03.2017	20,4	0,04	1270	1.270
1117	9.04.2017	20,1	0,02	1270	1.270
1118	9.05.2017	20,1	0,1	1270	1.270
1119	9.06.2017	19,8	0,15	1270	1.250
1120	9.07.2017	19,5	0,22	1250	1.220
1121	9.08.2017	19,5	0,01	1220	1.280
1122	9.09.2017	19,3	0	1280	1.320
1123	9.10.2017	19,3	0	1320	1.340
1124	9.11.2017	19,3	0	1340	1.340
1125	9.12.2017	19,4	0	1340	1.300
1126	09/13/2017	19,6	0	1300	1.230
1127	09/14/2017	19,6	0	1230	1.210
1128	09/15/2017	19,5	0	1210	1.150
1129	09/16/2017	19,8	0	1150	1.080
1130	09/17/2017	19,9	0	1080	1.070
1131	09/18/2017	20,5	0	1070	1.070
1132	09/19/2017	20,4	0	1070	1.060
1133	09/20/2017	20,1	0	1060	1.060
1134	09/21/2017	20,3	0	1060	1.060
1135	09/22/2017	20,4	0	1060	1.050
1136	09/23/2017	20,6	0	1050	1.040
1137	09/24/2017	20,7	0	1040	1.040
1138	09/25/2017	20,8	0	1040	1.090
1139	09/26/2017	20,6	0	1090	1.130
1140	09/27/2017	20,8	0	1130	1.080
1141	09/28/2017	20	0,01	1080	1.030
1142	09/29/2017	19,5	0,17	1030	1.010
1143	09/30/2017	19,1	0	1010	1.040
1144	10.01.2017	18,7	0	1040	1.080
1145	10.02.2017	18,5	0	1080	1.110
1146	10.03.2017	18,4	0	1110	1.110
1147	10.05.2017	18,4	0,15	1110	1.110
1148	10.06.2017	18,4	0,11	1110	1.150
1149	10.07.2017	18,3	0,56	1150	1.190
1150	10.08.2017	18,5	0,01	1190	1.220
1151	10.09.2017	18,6	0	1220	1.250
1152	10.10.2017	18,5	0,11	1250	1.240



1153	10.11.2017	18	0,81	1240	1.410
1154	10.12.2017	17,5	0	1410	1.580
1155	10/13/2017	17,3	0,08	1580	1.560
1156	10/14/2017	17,1	0,87	1560	1.540
1157	10/15/2017	16,9	0,24	1540	1.540
1158	10/16/2017	16,5	0,03	1540	1.610
1159	10/17/2017	16,2	0	1610	1.660
1160	10/18/2017	16,1	0	1660	1.530
1161	10/19/2017	16,2	0	1530	1.370
1162	10/20/2017	16	0	1370	1.300
1163	10/21/2017	16,1	0	1300	1.280
1164	10/22/2017	16,3	0,46	1280	1.280
1165	10/23/2017	16,3	2,91	1280	2.500
1166	10/24/2017	15,2	0,8	2500	6.020
1167	10/25/2017	14,6	0,08	6020	6.100
1168	10/26/2017	14,2	0	6100	5.290
1169	10/27/2017	13,8	0,01	5290	4.590
1170	10/28/2017	13,4	0,11	4590	4.220
1171	10/29/2017	13,3	0	4220	4.130
1172	10/30/2017	12,9	0,08	4130	3.760
1173	10/31/2017	12,2	0,02	3760	3.450
1174	11.01.2017	11,5	0,18	3450	3.340
1175	11.02.2017	11,2	0,17	3340	3.340
1176	11.03.2017	11,1	0	3340	3.190
1177	11.04.2017	10,7	0,13	3190	2.810
1178	11.05.2017	10,4	0,02	2810	2.660
1179	11.06.2017	10,3	0	2660	2.720
1180	11.07.2017	10	0	2720	2.530
1181	11.08.2017	9,4	0	2530	2.380
1182	11.09.2017	9	0,14	2380	2.220
1183	11.10.2017	8,3	0	2220	2.160
1184	11.11.2017	7,6	0	2160	2.000
1185	11.12.2017	7,4	0	2000	1.890
1186	11/13/2017	7,1	0	1890	1.810
1187	11/14/2017	6,9	0,01	1810	1.810
1188	11/15/2017	6,7	1,01	1810	2.320
1189	11/16/2017	7	0,02	2320	3.030
1190	11/17/2017	6,8	0,57	3030	2.700
1191	11/18/2017	6,8	0,23	2700	3.360
1192	11/19/2017	6,5	0,02	3360	3.990
1193	11/20/2017	6,2	0	3990	3.900
1194	11/21/2017	6,2	0	3900	3.780
1195	11/22/2017	6,1	0	3780	3.490

1196	11/23/2017	6	0	3490	3.220
1197	11/24/2017	5,8	0	3220	3.080
1198	11/25/2017	6,1	0,01	3080	3.040
1199	11/26/2017	5,8	0	3040	2.910
1200	11/27/2017	5,8	0	2910	2.730
1201	11/28/2017	5,6	0,01	2730	2.530
1202	11/29/2017	5,7	0	2530	2.490
1203	11/30/2017	5,6	0,03	2490	2.450
1204	12.01.2017	5,5	0	2450	2.330
1205	12.02.2017	5,4	0	2330	2.260
1206	12.03.2017	5,3	0	2260	2.210
1207	12.04.2017	5,3	0,27	2210	2.290
1208	12.05.2017	5,3	0,02	2290	2.390
1209	12.06.2017	4,8	0,02	2390	2.380
1210	12.07.2017	4,2	0,02	2380	2.240
1211	12.08.2017	3,8	0	2240	2.130
1212	12.09.2017	3,4	0,21	2130	2.050
1213	12.10.2017	3,1	0,01	2050	2.030
1214	12.11.2017	2,9	0,09	2030	1.890
1215	12.12.2017	2,7	0,06	1890	1.660
1216	12/13/2017	2,3	0,52	1660	1.680
1217	12/14/2017	2	0	1680	1.500
1218	12/15/2017	1,9	0,11	1500	1.510
1219	12/16/2017	2,1	0,11	1510	1.730
1220	12/17/2017	2	0	1730	1.810
1221	12/18/2017	2	0,1	1810	1.940
1222	12/19/2017	1,9	0	1940	2.190
1223	12/20/2017	2	0	2190	2.390
1224	12/21/2017	2,2	0	2390	2.310
1225	12/22/2017	2,1	0,13	2310	2.100
1226	12/23/2017	2	0	2100	2.050
1227	12/24/2017	2	0,11	2050	1.970
1228	12/25/2017	2	0,06	1970	1.800
1229	12/26/2017	1,9	0	1800	1.540
1230	12/27/2017	1,9	0	1540	1.160
1231	12/28/2017	1,9	0	1160	1.020
1232	12/29/2017	1,7	0,04	1020	1.230
1233	12/30/2017	1,6	0,06	1230	1.500
1234	12/31/2017	1,6	0,01	1500	1.720
1235	1.01.2018	1,7	0	1720	1.790
1236	1.02.2018	1,7	0	1790	1.780
1237	1.03.2018	1,7	0,03	1780	1.820
1238	1.04.2018	1,7	0	1820	1.860

1239	1.05.2018	1,6	0,01	1860	1.800
1240	1.06.2018	1,5	0	1800	1.850
1241	1.07.2018	1,4	0,03	1850	1.730
1242	1.08.2018	1,7	0,11	1730	1.540
1243	1.09.2018	1,7	0	1540	1.690
1244	1.10.2018	1,7	0,05	1690	1.760
1245	1.11.2018	1,8	0,76	1760	2.370
1246	1.12.2018	1,9	0,01	2370	3.720
1247	01/13/2018	2,1	0,01	3720	3.960
1248	01/14/2018	1,8	0,01	3960	3.200
1249	01/15/2018	1,5	0,14	3200	2.450
1250	01/16/2018	1,5	0	2450	2.420
1251	01/17/2018	1,6	0	2420	2.470
1252	01/18/2018	1,6	0	2470	2.490
1253	01/19/2018	1,7	0	2490	2.530
1254	01/20/2018	1,7	0	2530	2.600
1255	01/21/2018	1,7	0,04	2600	2.550
1256	01/22/2018	1,7	0,77	2550	2.560
1257	01/23/2018	1,6	0,14	2560	2.750
1258	01/24/2018	1,6	0	2750	3.220
1259	01/25/2018	1,6	0	3220	3.410
1260	01/26/2018	1,5	0	3410	3.490
1261	01/27/2018	1,7	0	3490	3.400
1262	01/28/2018	1,7	0	3400	3.140
1263	01/29/2018	1,6	0	3140	2.930
1264	01/30/2018	1,6	0	2930	2.710
1265	01/31/2018	1,6	0	2710	2.350
1266	2.01.2018	1,5	0	2350	2.180
1267	2.02.2018	1,4	0	2180	2.140
1268	2.03.2018	1,4	0,25	2140	2.030
1269	2.04.2018	1,2	0,33	2030	2.130
1270	2.05.2018	1,2	0,01	2130	2.000
1271	2.06.2018	1,2	0,01	2000	1.760
1272	2.07.2018	1,2	0,05	1760	2.010
1273	2.08.2018	1,1	0	2010	2.160
1274	2.09.2018	1,1	0,13	2160	2.140
1275	2.10.2018	1,2	0	2140	2.200
1276	2.11.2018	1,1	0,37	2200	2.150
1277	2.12.2018	1,1	0	2150	1.810
1278	02/13/2018	1,1	0	1810	1.680
1279	02/14/2018	1,1	0	1680	1.680
1280	02/15/2018	1,1	0,01	1680	1.830
1281	02/16/2018	1,1	0	1830	1.970

1282	02/17/2018	1,2	0,03	1970	2.010
1283	02/18/2018	1,4	0	2010	2.070
1284	02/19/2018	1,4	1,01	2070	2.500
1285	02/20/2018	1,5	1,65	2500	6.160
1286	02/21/2018	0,02	1,4	6160	10200
1287	02/22/2018	1,2	0	10200	8.470
1288	02/23/2018	1,1	0,06	8470	7.670
1289	02/24/2018	1,2	0	7670	7.020
1290	02/25/2018	1,2	0,2	7020	6.430
1291	02/26/2018	1,2	0	6430	6.200
1292	02/27/2018	1,4	0	6200	5.760
1293	02/28/2018	1,7	0	5760	5.020
1294	3.01.2018	2	0	5020	4.310
1295	3.02.2018	2,2	0	4310	4.030
1296	3.03.2018	2,4	0	4030	3.920
1297	3.04.2018	2,4	0	3920	3.610
1298	3.05.2018	2,1	0	3610	3.290
1299	3.06.2018	1,9	0,34	3290	3.150
1300	3.07.2018	1,8	0,1	3150	3.030
1301	3.08.2018	1,9	0	3030	2.980
1302	3.09.2018	1,8	0,01	2980	2.950
1303	3.10.2018	1,9	0	2950	2.860
1304	3.11.2018	2	0	2860	2.800
1305	3.12.2018	2,2	0,04	2800	2.590
1306	03/13/2018	2,3	0,02	2590	2.220
1307	03/14/2018	2,4	0	2220	2.060
1308	03/15/2018	2,4	0	2060	2.050
1309	03/16/2018	2,4	0	2050	2.110
1310	03/17/2018	2,7	0	2110	2.070
1311	03/18/2018	3	0	2070	2.060
1312	03/19/2018	3,3	0	2060	2.120
1313	03/20/2018	3,2	0	2120	2.430
1314	03/21/2018	3,2	0	2430	2.540
1315	03/22/2018	3,3	0	2540	2.390
1316	03/23/2018	3,5	0	2390	2.230
1317	03/24/2018	3,7	0	2230	2.060
1318	03/25/2018	3,5	0	2060	1.920
1319	03/26/2018	3,7	0,05	1920	1.920
1320	03/27/2018	3,9	0,31	1920	2.060
1321	03/28/2018	4,1	0	2060	2.320
1322	03/29/2018	4,2	0,11	2320	2.470
1323	03/30/2018	4,3	0	2470	2.490
1324	03/31/2018	4,3	0,29	2490	2.360

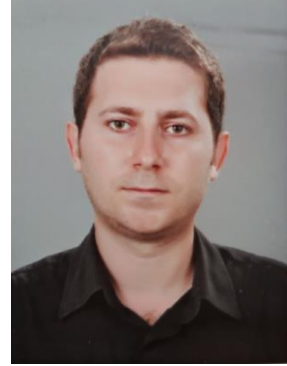
1325	4.01.2018	4,2	0	2360	2.340
1326	4.02.2018	4,2	0	2340	2.350
1327	4.03.2018	4,1	0,6	2350	2.380
1328	4.04.2018	3,8	0,18	2380	2.580
1329	4.05.2018	3,8	0	2580	2.530
1330	4.06.2018	3,9	0,12	2530	2.470
1331	4.07.2018	3,6	0	2470	2.470
1332	4.08.2018	3,7	0	2470	2.360
1333	4.09.2018	3,8	0	2360	2.120
1334	4.10.2018	3,9	0	2120	2.050
1335	4.11.2018	4,3	0,04	2050	2.180
1336	4.12.2018	4,8	0,2	2180	2.330
1337	04/13/2018	5	0,58	2330	2.780
1338	04/14/2018	4,7	0,69	2780	4.950
1339	04/15/2018	3,8	1,01	4950	5.760
1340	04/16/2018	3,7	0,03	5760	4.930
1341	04/17/2018	3,8	0,01	4930	4.800
1342	04/18/2018	4	0,12	4800	4.610
1343	04/19/2018	4,3	0	4610	4.510
1344	04/20/2018	4,8	0	4510	4.670
1345	04/21/2018	5,2	0	4670	5.030
1346	04/22/2018	5,9	0	5030	5.270
1347	04/23/2018	6,6	0	5270	5.090
1348	04/24/2018	7	0,02	5090	4.980
1349	04/25/2018	7,4	0	4980	4.750
1350	04/26/2018	7,4	0	4750	4.560
1351	04/27/2018	8	0,01	4560	4.500
1352	04/28/2018	7,9	0	4500	4.330
1353	04/29/2018	7,9	0	4330	4.050
1354	04/30/2018	8,3	0	4050	3.710
1355	5.01.2018	8,6	0	3710	3.370
1356	5.02.2018	9,3	0,88	3370	3.280
1357	5.03.2018	10,2	0,48	3280	3.680
1358	5.04.2018	9,9	0,36	3680	4.780
1359	5.05.2018	10,7	0	4780	5.200
1360	5.06.2018	11,3	0,02	5200	4.540
1361	5.07.2018	11,1	0	4540	4.420
1362	5.08.2018	11,7	0	4420	4.280
1363	5.09.2018	12	0,1	4280	3.550
1364	5.10.2018	12,8	0	3550	3.160
1365	5.11.2018	12,4	0,44	3160	3.670
1366	5.12.2018	12	0,12	3670	3.980
1367	05/13/2018	12,3	0,01	3980	4.130

1368	05/14/2018	12,6	0,35	4130	3.900
1369	05/15/2018	13,3	0,04	3900	3.470
1370	05/16/2018	13,7	0	3470	3.180
1371	05/17/2018	14,5	0	3180	3.120
1372	05/18/2018	15,2	0,13	3120	2.950
1373	05/19/2018	14,8	0,69	2950	2.990
1374	05/20/2018	14,6	0,12	2990	3.200
1375	05/21/2018	14,4	0,38	3200	3.180
1376	05/22/2018	14,3	0,02	3180	3.230
1377	05/23/2018	14,1	0	3230	3.250
1378	05/24/2018	14,6	0	3250	3.030
1379	05/25/2018	15	0	3030	2.510
1380	05/26/2018	15,9	0	2510	2.370
1381	05/27/2018	16,8	0	2370	2.430
1382	05/28/2018	18,2	0	2430	2.370
1383	05/29/2018	18,4	0	2370	2.390
1384	05/30/2018	18,6	1,28	2390	2.390
1385	05/31/2018	17,9	0,13	2390	2.570
1386	6.01.2018	19,5	0	2570	2.630
1387	6.02.2018	19,5	0	2630	2.300
1388	6.03.2018	19	0,37	2300	2.090
1389	6.04.2018	18,2	0,15	2090	2.020
1390	6.05.2018	18,6	0	2020	1.990
1391	6.06.2018	18,2	0	1990	1.890
1392	6.07.2018	18,4	0	1890	1.710
1393	6.08.2018	18,9	0	1710	1.560
1394	6.09.2018	19,2	0,68	1560	1.530
1395	6.10.2018	18,8	0	1530	1.430
1396	6.11.2018	18,6	0	1430	1.390
				1390	

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BÖLÜK, ONUR  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 12.05.1989, İskenderun  
 Medeni hali : Evli  
 Telefon : 05446052347  
 e-mail : onurbolukk@hotmail.com,  
 onurbolukk@gmail.com



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2020
Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2013
Lise	İbni Sina Anadolu Lisesi	2007

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2013-Halen	Arsuz Belediyesi	Mühendis
2012-2013	Tekten İnşaat	Mühendis
2011-2012	Ebru Mühendislik Taah. San.	Mühendis

### Yabancı Dil

İngilizce

### Hobiler

Puzzle, Ahşap Oyma Sanatı, Sinema

## DİZİN

**A**

Abstract · v  
 Akış · 2,3,4,6,7,8,9,11,13,14,  
 31,33,34,35,36,37,38,39,  
 40,41,42,43,44,45,47,49,51  
 Anahtar Eğrisi · 3,4,5

**B**

Bakınız · 85  
 Bias · 17,18,25,26

**C-Ç**

Çdr · 14,31,32,33,34,35,36,37,45,  
 46,47  
 Çizelge - 45

**D**

Debi · 3,4,5,6,25,29,31,32,33,37,  
 41,49,51  
 Determinasyon Katsayısı · 31,34,  
 35,36,38,39,40,42,43,44,45

**E**

Ekler · 15,51  
 Etik · II

**F**

Fonksiyon – 7,8,17,18,19,20,21,  
 25,26,27,30  
 Format - 16  
 Formül – 4,5,18,20,21

**G**

Giriş katmanı · 23,29  
 Grysa · 29,30,31,32,41,42,43,44,  
 45,46,47

**H**

Harita · 10,11  
 Hata - 6,8,15,24,26,27,28,29,31,  
 45,46,47  
 Hidroloji - 3,6,7,8,9,47  
 Hidrometri · 3

**K**

Kaynak · 1,2,4,6,7,47,49  
 Key Words · v  
 Korelasyon - 14,47

**L**

literatür · 85

**M**

Manning – 5  
 Mantık – 8,19,31,49  
 Michigan – 10,14  
 Model – 6,7,8,10,14,15,16,45,46  
 Muskegon – 10,11,33,41,47

**N**

Nehir · 4,6,8,11,32,33,37,41  
 Newaygo – 14  
 Nöron – 16,17,18,19,22,23,34,25  
 29

**O**

Olay - 2,3,6,9,14,17,22,29  
 Oluşum - 2

**Ö**

Özet · IV,17,31  
 Özgeçmiş · 84  
 Öğrenme Oranı · 29

**R**

Regresyon · 7,10,14,15,29,32,33,  
 41,45,46,47,49

**S**

Sıcaklık · 32,52  
 Simgeler ve kısaltmalar · XIII  
 Sinir ağı/ağları - 7,8,10,16,17,18,  
 19,20,22,23,24,26,27,30,31,50  
 Sonuçlar - 48

**Ş**

Şekil – 2,3,4,8,9,10,11,12,13,16  
 17,18,19,20,21,22,23,26,29

**T**

Tanım · 6,9,23,24,26,34,38,42  
 Teşekkür · VI

**U-Ü**

Usgs · 10,11,14,52

**V**

Şekil – 2,3,4,8,9,10,11,12,13,16  
 17,18,19,20,21,22,23,26,29

**Y**

Yağış-Akış – 6,9,14,32,48,50

**Z**

Zaman – 2,3,4,6,7,10,14,25,32,34  
 36,38,40,42,44,48





**TEKNOVERSITE**





teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

