



İSKENDERUN TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**HATAY İLİ DÖRTYOL BELGESİ YER
ALTI SU SEVİYESİNİN BULANIK
MANTIK ÇOKLU LİNEER REGRASYON
VE ARMA MODELLERİ İLE TAHMİNİ**

Ayda Gizem MARUF

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

HAZİRAN 2019



**HATAY İLİ DÖRTYOL BÖLGESİ YER ALTI SU SEVİYESİNİN BULANIK
MANTIK, ÇOKLU LİNEER REGRESYON ve ARMA MODELLERİ İLE
TAHMİNİ**

Ayda Gizem MARUF

**YÜKSEK LİSANS
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

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

HAZİRAN 2019

Ayda Gizem Maruf tarafından hazırlanan “HATAY İLİ DÖRTYOL BÖLGESİ YER ALTI SU SEVİYESİNİN BULANIK MANTIK, ÇOKLU LİNEER REGRESYON ve ARMA MODELLERİ İLE 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. Aytaç GÜVEN
İnşaat Mühendisliği, Gaziantep 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.



Tez Savunma Tarihi:

10/06/2019

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 görüntülediğinde 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.

Ayda Gizem

MARUF

10.10.2019

AG

HATAY İLİ DÖRTYOL BÖLGESİ YER ALTI SU SEVİYESİNİN BULANIK MANTIK, ÇOKLU LİNEER REGRESYON ve ARMA MODELLERİ İLE

TAHMİNİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ayda Gizem MARUF

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Yeraltı suyu seviyesinin doğru ve güvenilir bir şekilde tahmin edilmesi, su kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetimi için önemlidir. Bu çalışmada, Otoregresif hareketli ortalamalar (ARMA) modelleri, Çoklu Lineer Regresyon ve Bulanık Mantık (BM) modellerinin yeraltı suyu seviyesinin tahmini sırasındaki performansı araştırılmıştır. Çalışmanın ilk kısmında yer altı su seviyesi zaman serileri kullanılarak ARMA modelleri için 3 farklı model (ARMA 1-1, ARMA 3-3, ARMA 5-5), Çoklu Lineer Regresyon modeli için 2 (ÇLR 3-3), (ÇLR 2) BM modelleri için 2 model (BM 1-1), (BM2) uygulanmıştır. Uygulama alanı olarak, Hatay ili Dört Yol Bölgesine ait, Devlet Su İşleri (DSİ) 5512 nolu kuyusu için uygulanmıştır. Çalışmanın devamında Yağış (Y), ortalama hava sıcaklığı (S), bağıl nem (BN), rüzgâr hızı (RH) aylık ortalama değişimleri gibi hidrolojik parametreler girdi olarak alınarak ve meteorolojik etkilerinde katıldığı bir model ile ve yeraltı suyu seviyesinin (YASS) değişimi tespit edilmiştir. Hatay-Dört Yol bölgesi için 2000-2015 yılları arasındaki 147 aylık hidrolojik veri seti Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden (MGM) alınıp düzenlenerek yeraltı suyu seviyesini tahmin etmek kullanılmıştır. Model ve ölçüm sonuçların değerlendirilmesinde istatistiksel performans değerlendirme parametreleri olarak, determinasyon katsayısı (R^2), ortalama karesel hata (OKH), ortalama mutlak hata (OMH) kullanılmıştır. Bu çalışma neticesinde, YASS tahmini için ARMA, ÇLR ve BM modelleri iyi performans göstermişlerdir. Özellikle BM modeli az da olsa ARMA ve ÇLR modeline göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar Kelimeler : Tahmin, Yeraltı su seviyesi, Dört Yol, ARMA, BM, ÇLR

Sayfa Adedi : 72

Danışman : Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ

ESTIMATION of GROUNDWATER LEVEL OF DÖRTYOL REGION-HATAY
PROVINCE by FL, MULTIPLE LINEAR REGRESSION and ARMA MODELS

(M.Sc. Thesis)

Ayda Gizem MARUF

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

June 2019

ABSTRACT

Accurate and reliable estimation of groundwater level is important for the development and management of water resources. In this study, the performance of autoregressive moving averages (ARMA) models, Multiple Linear Regression and Fuzzy Logic (BM) models in predicting groundwater level were investigated. In the first part of the study, 3 different models for ARMA models (ARMA 1-1, ARMA 3-3, ARMA 5-5) using the underground water level time series, 2 for the Multiple Linear Regression model (MLR 3-3), (MLR 2) For BM models 2 models (BM 1-1), (BM2) were applied. As a field of application, it is applied for wells of State Water Works (DSİ) 5512 of Dörtüol Region of Hatay Province. In the continuation of the study, the hydrological parameters such as Precipitation (P), average air temperature (T), relative humidity (RH), wind speed (WS) monthly average changes are taken as input and with the addition of a model in which meteorological effects are involved and the change of groundwater level (GWL) It was. For the Hatay-Dörtüol region, the 147-month-old hydrological data set between 2000 and 2015 was taken from the General Directorate of Meteorology (MGM) and the groundwater level was estimated. In the evaluation of the model and measurement results, as the statistical performance evaluation parameters, the coefficient of determination (R^2), mean square error (MSE), mean absolute error (MAE) were used. As a result of this study, ARMA,MLR and FL models performed well for YASS estimation. In particular, the UN model yielded better results than the ARMA and MLR model.

Key Words : Estimation, Groundwater level, Dörtüol, ARMA, FL, MLR

Number of Pages : 72

Supervisor : Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında tım bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı ynlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Fatih ÜNEŞ 'e teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca her türlü desteğini esirgemeyen Mühendislik ve Doęa Bilimleri Fakóltesi İnaaat Mühendisliği Bölümünden Arő.Gör. Bestami TAŞAR' a en içten teőekkürlerimi sunarım. Hayatımın tümünde olduğu gibi tezimi hazırlama süresince de yanımda olan ve desteklerini benden esirgemeyen annem Müzehher Maruf ' a ve babam Nasrettin Maruf ' a emek, sabır ve anlayıőlarından dolayı çok teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xii
HARİTALARIN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Yeraltı suyu kavramı ve önemi.....	1
1.2. Su kaynaklarının yönetimi.....	4
2 .ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3 .MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1.Çalışma Alanı.....	13
3.2. Kullanılan Modeller.....	17
3.2.1.Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli(ARMA).....	17
Zaman Serisi Kavramı.....	17
Zaman Serilerinin Bileşenleri.....	18
Zaman Serisinin Modellenmesi.....	19
Yıllık Zaman Serisi Modelleri.....	21
ARMA Modeli.....	21

	Sayfa
3.2.2.Bulanık Mantık (BM).....	21
Bulanıklık kavramı.....	22
Bulanık Sistemler.....	24
Bulanıklaştırma.....	26
Bulanık Küme Kavramı.....	27
Durulaştırma.....	29
Yükseklik Yöntemi.....	29
Sentroid Yöntemi.....	29
Ortalama en büyük üyelik derecesi yöntemi.....	30
3.2.3.Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) Yöntemi.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
4.1. Model Analizinde Kullanılan İstatistiksel Parametreler.....	33
4.2. Model Sonuçları.....	34
4.2.1.ARMA Model Sonuçları.....	34
4.2.2.ÇLR Model Sonuçları.....	42
4.2.3.BM Model Sonuçları.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	72

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Hidrolojik Çevrim.....	19
Şekil 1.2. Dünya'daki Su Kaynaklarının Dağılımı.....	20
Şekil 3.1. Çalışmada Kullanılan Dörtüyl YASS İstasyonu.....	32
Şekil 3.2. Dörtüyl Bölgesinin 2001-2015 Yılları Arasında Yağış Değişimi	33
Şekil 3.3. Dörtüyl Bölgesinin 2001-2015 Yılları Arasında Sıcaklık Değişimi	33
Şekil 3.4. Dörtüyl Bölgesinin 2001-2015 Yılları Arasında Rüzgar Hızı Değişimi	33
Şekil 3.5. Dörtüyl Bölgesinin 2001-2015 Yılları Arasında Aylık Bağıl Nem Oranları ..	33
Şekil 3.6. Dörtüyl Bölgesinin 2001-2015 Yılları Arasında Aylık YASS Değişimleri....	33
Şekil 4.1. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 1-1 Saçılım Grafiği.....	35
Şekil 4.2. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 1-1 Dağılım Grafiği.....	35
Şekil 4.3. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 1-1 Saçılım Grafiği.....	35
Şekil 4.4. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 1-1 Dağılım Grafiği.....	36
Şekil 4.5. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 3-3 Saçılım Grafiği.....	37
Şekil 4.6. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 3-3 Dağılım Grafiği.....	37
Şekil 4.7. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 3-3 Saçılım Grafiği.....	38
Şekil 4.8. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 3-3 Dağılım Grafiği.....	39
Şekil 4.9. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 5-5 Saçılım Grafiği.....	40
Şekil 4.10. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 5-5 Dağılım Grafiği.....	40

Şekil	Sayfa
Şekil 4.11. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 5-5 Saçılım Grafiği.....	41
Şekil 4.12. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ARMA 5-5 Dağılım Grafiği.....	42
Şekil 4.13. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 5-5 Saçılım Grafiği.....	43
Şekil 4.14. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 5-5 Dağılım Grafiği.....	43
Şekil 4.15. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 5-5 Saçılım Grafiği.....	44
Şekil 4.16. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 5-5 Dağılım Grafiği.....	45
Şekil 4.17. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 2 Saçılım Grafiği.....	46
Şekil 4.18. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 2 Dağılım Grafiği.....	46
Şekil 4.19. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 2 Saçılım Grafiği.....	47
Şekil 4.20. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve ÇLR 2 Dağılım Grafiği.....	48
Şekil 4.21. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve BM 1-1 Saçılım Grafiği.....	48
Şekil 4.22. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve BM 1-1 Dağılım Grafiği.....	49
Şekil 4.23. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve BM 1-1 Saçılım Grafiği.....	50
Şekil 4.24. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve BM 1-1 Dağılım Grafiği.....	50
Şekil 4.25. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve BM 2 Saçılım Grafiği.....	51
Şekil 4.26. Yeraltı Su Seviyesi Eğitim Verileri İçin Ölçüm ve BM 2 Dağılım Grafiği.....	52

Şekil	Sayfa
Şekil 4.27. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve BM 2 Saçılım Grafiği.....	52
Şekil 4.28. Yeraltı Su Seviyesi Test Verileri İçin Ölçüm ve BM 2 Dağılım Grafiği.....	53



TABLULARIN LİSTESİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. Dünya'nın Su Dağılımı	21
Tablo 1.2. Türkiye'nin Su Potansiyeli	21
Tablo 4.1. YASS Tahmininde Kullanılan Model Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	66



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Kısaltmalar

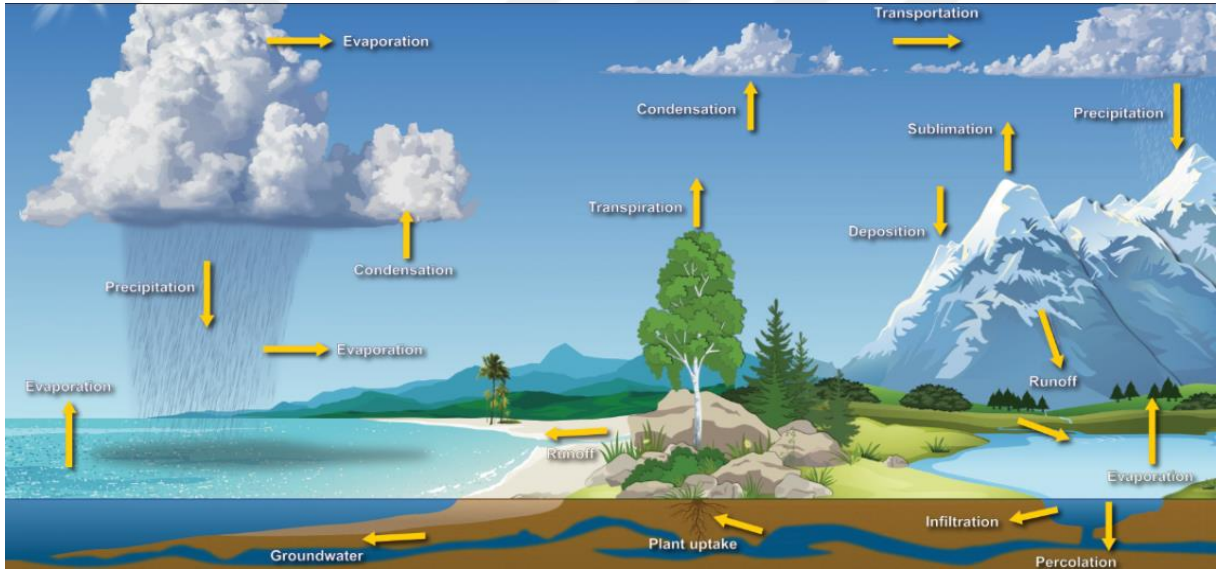
Açıklamalar

BM	Bulanık Mantık
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
ÇLR	Çoklu Lineer Regresyon
ARMA	Auto-Regressive Moving Average
Y	Yağış
RH	Rüzgâr hızı
S	Hava Sıcaklığı
BN	Bağıl Nem
YASS	Yeraltı Su Seviyesi
OKH	Ortalama Karesel Hata
OMH	Ortalama Mutlak Hata
UNEP	United Nations Environment Programme

1. GİRİŞ

1.1. Yeraltı suyu kavramı ve önemi

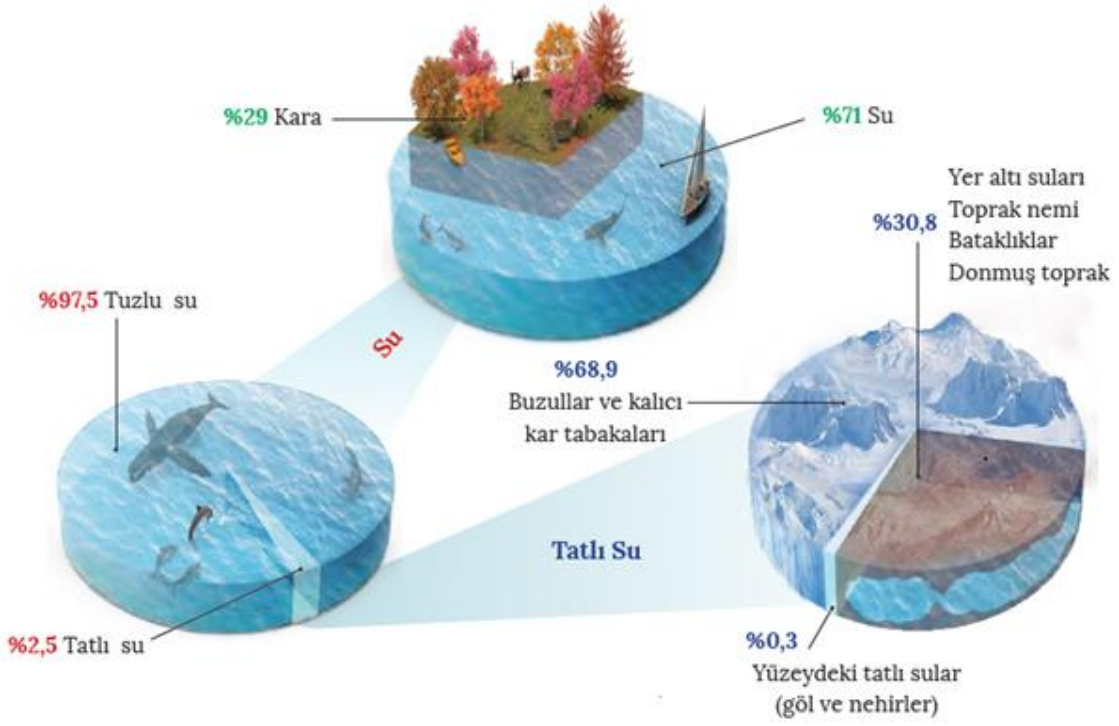
Su yer yüzünün önemli bir yüzdesini oluşturan ve hayatın devamı için gerekli olan temel unsurlardan biridir. Su yer yüzünde çeşitli şekillerde form değiştirerek döngü halinde hareket eder. Su döngüsünde suyun hareket etmesini sağlayan olaylar vardır: Yoğunlaşma, yağış, toprağa geçiş ve yer altı sularının oluşumu, yüzeysel akış ve bu sebeple yeraltı sularının oluşumu, buharlaşma. Buna su döngüsü veya hidrolojik çevrim denir. Şekil 1.1'de hidrolojik çevrimi oluşturan faktörler gösterilmiştir.



Şekil 1.1.Hidrolojik çevrim

Tamamen ikame edilemeyen bir kaynak olan su; yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. Diğer bir ifadeyle su; hayatın ve canlıların kaynağıdır. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Su kaynaklarının akılcı ve sürdürülebilir kullanımı mekansal ve sektörler arası planlama ve karar verme süreçlerinin eşgüdüm ve entegrasyonu ile başarılabilir.

Su kaynaklarının yönetiminde iki temel husus ortaya çıkmaktadır: bunlardan biri su kaynaklarını korumak, diğeri sürdürülebilir bir şekilde su kaynaklarının kullanımını yönetmektir. Şekil 1.2 'de Dünya'daki su kaynaklarının dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 1.2.Dünya'daki su kaynaklarının dağılımı

Tablo1.1.Dünya'nın su dağılım oranları

Karalardaki suyun bulunduğu mekân	Miktar (milyon km³)	Toplam tatlısu miktarına oranı (%)
Buzullar	24	1,74
Yer altı sular	23	1,66
Göller, Akarsular, Atmosfer	1	0,10
TOPLAM	48	3,5

Tablo.1.2.Türkiye'nin su potansiyeli (DSİ)

TÜRKİYE'YE AİT SU KAYNAKLARI POTANSİYELİ		
Yıllık ortalama yağış	643	mm/yıl
Türkiye'nin yüzölçümü	783 577	km ²
Yıllık yağış miktarı	501	milyar m ³
Buharlaşma	274	milyar m ³
Yer altına sızma	41	milyar m ³
Yüzey Suyu		
Yıllık yüzey akışı	186	milyar m ³
Kullanılabilir yüzey suyu	98	milyar m ³
Yer Altı Suyu		
Yıllık çekilebilir su miktarı	14	milyar m ³
Toplam Kullanılabilir Su (net)	112	milyar m ³

Tablo 1.1'deki sayısal değerlerden anlaşılacağı üzere, kullanılacak tatlı su miktarı, toplam suların ancak %3,5'i kadardır. Bu miktarın da %1,74'ü buzullarda katı halde bağlanmış bulunmaktadır. Geriye kalan sıvı haldeki suyun %97'sini, "Akifer" adı verilen

yer altı boşluklarında depolanan sular oluşturmaktadır (UNEP 1996'ya göre Sampat, 2001). Dünyada mevcut suyun ancak %3,5 kadarlık kısmı kullanılabilir durumdadır. Okyanuslar, denizler ve kutuplardaki buzullar bir tarafta kalacak olursa kullanılabilir tatlı su miktarı göller ve akarsular olarak kalmaktadır. Dünya'yı ciddi oranda tehdit eden sorunlardan biri de su kıtlığı olasılığıdır. Küresel nüfus artışı, ekonomik büyüme ve doğal değerlerin korunmasına duyulan ihtiyaç nedeni ile 21. yüzyılda yoğunlaşması beklenen su kıtlığı problemi, tüm canlıları tehdit etmektedir. Birçok bölgede iklim değişiklikleri de su kıtlığını tetikleyebilir. Tablo 1.2' de Türkiye'nin su potansiyeli gösterilmiştir. Türkiye su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1 519m³ civarındadır. Türkiye İstatistik Kurumu 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1 120 m³/yıl civarında olacağı söylenebilir. Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Yeryüzünde kullanılan suların % 40'ı yeraltından sağlanmaktadır. Yeraltı suyu doğrudan yağış ve akışa bağlı olmadığı için beklenmeyen hidrolojik olayları tolere edebilme olanağına sahiptir. Yeraltı suyu yüzey suyuna göre bir çok avantaja sahiptir. En önemli avantajlardan bazıları şunlardır:

- Kuraklık zamanlarında bile genellikle güvenilirdir;
- Fiziksel olarak yeraltı suyu genellikle berraktır, az miktarda süspansiyonlu veya hiç süspansiyonsuz katı ile renksizdir ve nispeten sabit bir sıcaklığa sahiptir;
- Çok saf ve organik madde içermez.

1.2. Su kaynaklarının yönetimi

Su kaynakları yönetimi, günümüzün yanı sıra uzun vadeli geleceği de dikkate alma ihtiyacını vurgulayan bir kavramdır. Sistem bozulmadan kendilerine, şimdi ve geleceğe yöneltilen değişen talepleri karşılayabilen su kaynakları sistemleri sürdürülebilir olarak adlandırılabilir. Sürdürülebilir su kaynağı sistemleri, ekolojik, çevresel ve hidrolojik bütünlüklerini korurken, şimdi ve gelecekte toplumun hedeflerine tam olarak katkıda bulunacak şekilde tasarlanmış ve yönetilmiş olanlardır. Gelecekle ilgili tahminlerimiz sayesinde su kaynaklarının yönetimi hakkında bilgi ve projelerimiz olabilecektir, ancak bu bilgi ve projeler de zamanının değişimlerine ayak uydurabilmelidir. Bu nedenle periyodik

olarak revize edilmeleri gerekecektir. Bazı yönetim hedeflerinin zaman içinde deęiőeđini kabul ederek, bugün tasarladığımız ve iőlettiđimiz sistemlerin adapte edilebilirliğini veya sağlamliğını bu yönetim belirsizliğine ve yönetilen kaynağın nicelik ve kalitesindeki kaçınılmaz değişikliklere göre değerlendirmeliyiz. Yenilenemeyen kaynaklarımızı, örneğin doğası gereği doldurulamayan birçok derin yeraltı suyu akiferinde bulunan suyu zaman ve mekânda nasıl tahsis ediyoruz? Yenilenemeyen kaynakları şimdi gelecekte kullanılmak üzere, sürdürülebilirliğin menfaatlerinde korumak, bu kaynakların gelecek nesiller için asla tüketilmemesi gerektiği anlamına gelecektir. Su kaynaklarını yönetebilmek için mevcut durumuna hakim olmak büyük önem arz etmektedir. Su kaynaklarının yönetiminde en az mevcut durum hakkında bilgi sahibi olmak kadar önemli bir konu daha vardır; su kaynaklarının ve ilerleyen yıllarda meydana gelecek deđiőimler ile seviyelerinin tahmini. Su seviyelerinin tahmini için bize yardımcı olacak metot ise bu tez çalışmasında bulanık mantık, ÇLR ve ARMA metodudur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yeraltı suyu seviyelerinde yapılan çalışmalar, akiferler hakkında uzamsal ve geçici bilgiler ortaya koymakta ve planlamacıların uygun kararlar vermelerine yardımcı olmaktadır. Yeraltı suyu aşırı kullanımı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, küresel olarak ciddi bir sorun haline gelmektedir (Konikow ve Kendy 2005). Yeraltı suyu seviyesinin öngörülmesi, yeraltı suyu kaynaklarının sürdürülebilir veriminin en önemli aşamalarından biridir. Yeraltı suyu seviyesini tahmin etmek için kullanılan çeşitli teknikler arasında, zaman serisi modelleri, sistem tanımlaması ve yapay zeka bu alanda çok uygundur (Ahn 2000; Daliakopoulos ve ark. (2005); Wang ve ark. (2007) Zaman serisi modelleri literatürde, gözlenen zaman serileriyle aynı istatistiksel parametrelere sahip yeni dizi zaman serileri üretmek ve gelecek zaman serilerini öngörmek açısından önemli bir yere sahiptir. Zaman serisi modellerinin geliştirilmesi üç aşamadan oluşur: tanımlama, tahmin ve teşhis kontrolü. Bu literatür taramasında, yeraltı su seviyesinin tahminine yönelik çeşitli çalışmalar incelenmiştir. ÇLR, ARMA metodu ve bulanık mantığın hangi çalışmalarda metod olarak kullanıldığı araştırılmıştır.

Irvine ve Eberhardt (1992), Erie ve Ontario gölleri için 1, 2, 3 ve 6 aylık ileri seviyeleri tahmin etmek için standart, aylık ortalama seviye verilerini kullanarak çok yönlü, mevsimsel ARMA modelleri geliştirmiştir. Ancak, ARMA veya Box-Jenkins gibi geleneksel yöntemler, belirli bir zaman serisinin temel bir doğrusal süreç oluşturulduğunu varsayar. Bu nedenle, genellikle doğrusal olmayan hidrolojik zaman serilerinin modellenmesi için her zaman iyi performans göstermeyebilirler (Tokar ve Johnson 1999).

Vaziri (1997), Hazar Denizi'ndeki su yüzey seviyelerini tahmin etmek için ANN ve ARMA modellerini kullanmıştır. Tanımlama aşaması, durağan olmayan bir zaman serisi yapmak için farklılaştırma gereksiniminin belirlenmesini ve durağan bir modelin ve modelin zamansal yapısının tanımlanmasını içerir. Durağanlık, bir ARMA modeli oluşturmak için gerekli bir koşuldur. Durağan olmayanları durağan hale getirmek için, farklı zaman serilerinin otomatik korelasyon katsayısı fonksiyonu (ACF) ve Kısmi ACF (PACF), modellerin zamansal yapısını tanımlamak için kullanılır.

Hasebe ve Nagayama (2002), bulanık ve sinir ağırları kullanan rezervuar işletimi arasında karşılaştırılmıştır. Bulanık sistemin etkili olduğunu göstermişlerdir.

Nayak ve arkadaşları (2004) BM'ın hidrolojik zaman serisi modellemesi ve SPE'ye uygulanmasını önermiştir.

Dalcin ve arkadaşları (2005) AR modellerini nehirlerdeki kısa vadeli akışı uygun şekilde hesaplamak için kullanmışlardır.

Yurtçu ve arkadaşları (2005) yağış, akış ve buharlaşmanın etkisiyle, yeraltı su seviyesindeki (YASS) değişimin, bulanık mantık ile modellenmesini çalışmışlardır. Çalışmada, Akarçay havzası içerisinde yer alan Afyon alt havzasına ait gözlem istasyonlarından alınan 1977-1989 yıllarına ait verileri kullanmışlardır. İstasyonların aylık ortalama verilerini kullanarak, YASS'deki değişim bulanık mantık yaklaşımı ile modellemişlerdir. Bulanık mantık yaklaşımından elde edilen sonuçlar ile istasyonlardan alınan verilerin aylık ortalama değerlerinin birbirine çok yakın olduğunu belirtmişlerdir.

K. Mohammadi ve arkadaşları(2006) Karun nehri üzerindeki Shaloo Köprüsü'ne ait 68 yıllık verilerle çalışılmıştır. Nehrin akışını tahmin etmek amacı ile ARMA metodunu kullanmışlardır. ARMA metodunun parametrelerinde ise hedef programlama tercih edilmiştir. Çalışma sonucunda ARMA metodu olağan maksimum tahmin edilebilirlik yöntemine kıyasla daha iyi sonuç vermiştir.

Fırat ve arkadaşları (2007), Uyarlamalı Sinirsel Bulanık Mantık (USBM) yaklaşımı ile çeşitli etkenlere bağlı olarak değişen aylık su kullanımının tahmin edilmesini amaçlamışlardır. Bunun için, yeterli sayıda veri toplamış ve eğitim ve test olmak üzere iki grupta incelemişlerdir. Giriş değişkenlerin değişik bileşenlerinden oluşturulduğu modeller kurmuşlar ve aylık su tüketiminin tahmini için en uygun model yapısını araştırmışlardır. Tüm modelleri USBM yöntemi ile eğiterek test etmiş ve gözlem değerleri ile karşılaştırılarak en uygun model yapısını belirlemişlerdir. Bu amaçla, Korelasyon Katsayısı (CORR), Verimlilik (E) ve Karesel Hataların Ortalamasının Karekökü (RMSE) yöntemlerle performans ölçümü yapmışlardır. Elden edilen sonuçlara göre, USBM yönteminin aylık su tüketimi tahmininde regresyon yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiğini ve su tüketimi tahmininde etkili bir şekilde uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

Işık ve Sandalcı (2007) Bu çalışmada Sapanca gölüne ait buharlaşma miktarlarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Bu tahmin için kullandıkları yöntem ise maksimum ve minimum sıcaklık miktarları, gerçek güneşlenme süreleri, rüzgar hızı ve rölatif nem verilerini kullanarak; Radyal temelli yapay sinir ağları, Penman-Monteith modeli ve İleri beslemeli geri yayımlı yapay sinir ağları modellemesi olmuştur. Modelleri 39 km çevre uzunluğuna sahip, içme ve kullanma suyu olarak kullanılan ve bir tatlı su gölü olan Sapanca gölünde uygulamışlardır. Sonuç olarak problemin PM modeli için uygun olmadığı fakat İBGYYSA ve RTYSA için kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Altunkaynak (2007), ANN modellerinin, 1 ay öncesindeki göl seviyelerini tahmin etme konusundaki geleneksel ARMAX modelleriyle olan performansını karşılaştırmıştır.

Esendal (2007), Eğirdir gölündeki mevsimlere göre su seviyesi değişimlerinin modellenmesi için bu çalışmada yazar bulanık mantık metodunu önermiştir. Yazar oluşturduğu bulanık mantık modeli ile yağış, akış, buharlaşma ve sulama suyu ihtiyacı değişkenlerinin fonksiyonu olarak Eğirdir gölündeki mevsimsel su seviyesi değişimini tahmin etmiştir. 1966-2000 yılları arasındaki verileri kullanmıştır. Sonuçların karşılaştırılmasında bulunan korelasyon katsayılarının genel olarak tatmin edici seviyede olduğunu belirtmiştir. Bulanık mantık ile güvenilir sonuçlara vardığını söylemiştir.

Amabile ve ark.(2008) Time serisi modellerini SWAT simüle edilmiş verilere ve geçmiş kayıtlara yerleştirmiş ve yer altı suyu derinliği için SWAT verilerine takılan zaman serilerinin bu değişkeni tahmin etmek için iyi bir performansa sahip olduğunu göstermiştir.

Hasmida (2009), su kalitesini (NH₄, bulanıklık, renk, SS pH, Al, Mn ve Fe.) Ve yağış-akış verilerini analiz etmek için ARMA modelini (parametrik yöntem) ve Mann-Kendall testini (parametrik olmayan yöntem) uygulamıştır. Johor Nehri uzun süre kaydedilmiştir.

Pekarova ve arkadaşları (2009), Bratislava, Slovakya'daki Tuna Nehri'nin su kalitesi parametrelerinde 1991-2005 yılları aralığında uzun vadeli eğilimleri araştırmıştır (Chl-a, Ca, EC, SO₄²⁻, Cl⁻, O₂, BOD₅, N-tot, PO₄-P, NO₃⁻ N, N₀₂-N, vb.). Aylık su kalitesi parametrelerini simüle etmek için Box-Jenkins modellerini uygulamışlardır (iki regresörle - deşarj ve su sıcaklığı).

Talei ve diğ. (2010), yağış çalışma sürecini modellemek için en iyisini seçmek amacıyla çeşitli ARX modellerini test etmiştir.

Şen ve arkadaşları (2000) göl seviyesindeki zaman serilerinin deterministik kısmını modellemek için basit doğrusal ve periyodik olmayan lineer modelleri ve kalan stokastik kısım için ikinci derece bir Markov modeli kullanmışlardır.

Faruk (2010), bir ARMA metodolojisi ve optimize edilmiş konjuge eğitim algoritmasına sahip ileri beslemeli, geri yayılım ağı yapısından oluşan bir hibrit ARMA ve sinir ağını uygulamıştır.

Vafakhah (2012), Gorgan Nehri'ndeki Hajighoshan ve Tamar'daki iki hidrometre istasyonunda ANN, BM ve ARMA'yı 1 gün, 2 gün ve 3 gün ileri akış tahminleriyle karşılaştırmıştır. Sonuçlar, YSA'ların ANFİS ve ARMA'dan 1 gün, 2 gün ve 3 gün önce akım tahminleri için üstün olduğunu göstermiştir.

Y. Liu ve arkadaşları(2015), Çin'in Ürümqi Nehri havzasındaki bir memba buzulu dağ bölgesinden uzun vadeli bir iklim ve akış verileri ile çalışmışlardır. Hava sıcaklığının ve çökeltilerin dağ buzullarından kaynaklanan dere akımı üzerindeki etkisini kantitatif olarak analiz etmek için otoregressif bir hareketli ortalama modelini (ARMA) kullanmışlardır. Aylık hava sıcaklığındaki ardışık iki yıl ile 48 yıllık bir dönem boyunca (Ocak 1959 - Aralık 2006) aylık yağış arasındaki farkları iklim değişikliği endeksi olarak kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda, akışın herhangi bir zamanda sıcaklık ve yağışla ilgili olduğunu ve yağışın, akış kontrolünde sıcaklıktan daha önemli olduğunu belirtmişlerdir.

N. S. Magesh ve ark.(2016) Hindistan'ın Tamil Nadu eyaletinde sürdürülebilir su kaynaklarının tehlikeli biçimde azalması sonucunda bunun önüne geçmek adına CBS-Fuzzy melezi bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmayı Tamiraparani'de gerçekleştirmişlerdir. Çalışmayı 2056 km² 'lik bir alanda yürütmüşlerdir. Çalışmayı; tematik katmanların üretilmesi, tematik tabakalar için sıra tayini ve bulanık fonksiyon üyeliklerinin atanması aşamalardan geçirerek sonuca ulaştırmışlardır. Sonuç olarak her katmanın kendi karakterini doğru ifade etmesinin avantajı vurgulamış ve çalışmada kullandıkları metodları önermişlerdir.

Ö. Kişi, M. Shafei (2016), göl seviyesi öngörüsü için önemli bir etken olan göl seviyesindeki dalgalanmaların tahmini ve bu tahminin bütünleştiriciliği ile göl seviyesinin tahmini için çalışmışlardır. Bu çalışmada, ARMA, BM ve SVR metodları kullanılmıştır. Çalışma sonunda tüm modeller orijinal göl seviyesi zaman serileri elde etmek için toplanmıştır. Toplam sonuç modellerin tek başına verdiği sonuç ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, entegre modellerin tüm modellere nazaran daha hassas sonuç verdiğini ifade etmişlerdir.

A. Guo, Y. Wang (2017), değişen ortamlarda hidrolojik döngü değişkenleri ve etkilerini incelemiştir. ARMA-GARCH (Genelleştirilmiş otoregresif koşullu duyarlılık). Loess Platosu'ndaki sekiz büyük havza çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda yağış ve potansiyel buharlaşmada meydana gelen değişimlerin kontrol havzalarında değişime sebep olduğunu görmüşlerdir. 3 yıllık yağış ve çeşitli senaryolara göre potansiyel buharlaşma miktarını tahmin etmişler, bunun da su temini planlaması ve yönetimine ışık tutacağı sonucuna varmışlardır.

Unes F ve ark. (2017), Evapotranspirasyon (ET) tahmini yapılan bu çalışmada, evapotranspirasyonu etkileyen faktörler olarak Bağıl Nem (RH), Güneş Radyasyonu (SR), Hava Sıcaklığı (AT) ve Rüzgar Hızı (U) gibi etkileyen bazı meteorolojik parametreler incelenmiştir. Bu çalışmada yazarlar ET'nin öngörülmesi için Uyarlamalı Nöro Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) kullanmış ve sonuçlar Penman FAO 56 ampirik formülüyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalara göre, ANFIS modelinin günlük ET'nin tahmini için Penman FAO 56 ampirik formülünden daha iyi performansa sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Koch, (2008) gelecekteki iklim değişikliğinin sıcaklık ve yağış değişimlerinin ardından meydana gelen hidrolojik koşulların değişmesinin, dünyanın birçok bölgesinde yüzey ve yeraltı suyu kaynakları üzerinde zararlı etkiler yaratacağını düşündüğünden hidrosferin çeşitli bölmesi boyunca akış ve nakil için tam entegre bir modelleme yaklaşımı kullanarak çalışmıştır. Yeraltı suyu zincirdeki son eleman olarak nitelendirilir. Bununla birlikte, bu çalışmada kullanılan hesaplama modelleri, her biri kendi başına hidrolojik döngünün ilgili bölümlerinde tamamen farklı bir mekansal ve zamansal ölçekte hareket ederek tüm temel fiziksel süreçleri çözmesini gerektirir. Bu hesaplama yüklerinden bazılarını atlamak ve sorunu "parçalara" kesmek için en yaygın kullanılan yaklaşımı kullanılmıştır. Global İklim

Modellerinden (GİM'ler) daha ince bir ölçeğe kadar kaba ızgara tahminlerini ekstrapolasyondan oluşan “küçültme” olarak bilinir. Hidro-iklimsel değerlendirme yüzey ve / veya yeraltı suyu modelleri için gereklidir.

Zare ve Koch(2014), Miandarband ovası bulunduğu bölgenin en verimli ovası olduğu için çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Bölgede bir sulama / drenaj şebekesinin inşası ve yeraltı suyu kaynaklarının kullanımının azaltılmasıyla, yeraltı suyu tablosu yükselmiş ve son yıllarda su birikmesine neden olmuştur. Bu nedenle, şebeke inşaatına cevap olarak su tablası dalgalanmalarının incelenmiştir. Bunun için MODFLOW(MODFLOW, yeraltı suyu akış denklemini çözen bir bilgisayar kodu olan ABD Jeolojik Etüt modüler sonlu fark akış modelidir.) yer altı suyu akış modeli kullanılmıştır. Nisan 2007'de ölçülen yeraltı suyu seviyeleri, sabit durum kalibrasyonu için kullanılmış ve daha sonra, Mayıs 2007 ve Mart 2009 arasında alınan ana veri ölçümleriyle geçici simülasyonlar için başlangıç koşulları olarak belirlenmiştir. Model doğrulama için sonraki aydaki Nisan 2009'da ölçülen ana veriler kullanılmıştır. Simüle edilmiş ve gözlemlenen yeraltı suyu kafaları arasında 0,99'luk R^2 ile çok iyi bir eşleşme elde edilmiştir. Bir sonraki adımda, sulama / drenaj şebekesinin çalışmasının yeraltı suyu tablası üzerindeki geçici etkileri analiz edilmiş, böylece simülasyonlar, sulama / drenaj şebekesinin işletilmesinden önce mevcut olan ilk şartlarla başlatılmıştır. Şebeke operasyonunun başlamasından 1, 5 ve 10 yıl sonraki yeraltı suyu seviyeleri hesaplanmaktadır. Sonuçlar, 1 yıl sonra, ova merkezindeki yer altı suyunun yaklaşık 1,8 m arttığını, sırasıyla 5 ve 10 yıl sonra 3,2 ve 5,2 m ye çıkacağını göstermektedir. Ayrıca, 1 yıl sonra, ova alanının% 6,59'u su ile kaplanmış ve 5 ve 10 yıl sonra sırasıyla% 37,91 ve% 56,28'e yükselmiştir. Sonuç olarak, geçici bir yeraltı suyu akış modeli kullanarak, yeraltı suyu seviyelerini kontrol etmek ve böylece sulanan tarımsal alanlarda zararlı su kaydı olaylarının meydana gelmesini önlemek mümkündür.

Taheri ve Zare(2011), çalışma alanı olarak İran'ın Kangawar Havzası kullanılmıştır. Bunun sebebi bu havzadaki yeraltı suyu seviyesinde şiddetli bir düşüşün ortaya çıkmasıdır. Akiferin simülasyonu için MODFLOW seçilmiştir.(MODFLOW, yeraltı suyu akış denklemini çözen bir bilgisayar kodu olan ABD Jeolojik Etüt modüler sonlu fark akış modelidir. Program hidrojeologlar tarafından yeraltı sularının akiferlerden akışını simüle etmek için kullanılmaktadır.) Seçilen kuyucuklardaki su seviyeleri, 40 lokasyonun hidrolojik, jeofizik verilerini içeren girdi verileri saha keşif ziyaretleri ile elde edilmiştir. Ayrıca, hidrolik parametrelerin belirlenmesinde pompalama testi verileri kullanılmıştır.

2003 yılı boyunca mevcut piezometrelerdeki su seviyelerinde kalibrasyon denenmiştir. Modeli doğrulamak için 2004 yılından 2008 yılına kadar yeraltı suyu dalgalanmaları belirlenmiştir. Çalışma, gözlemlenen su seviyesi verilerinin, hesaplanan verilerle makul bir uyum sağlamak için iyi bir şekilde ayarlandığını ortaya koymuştur. Yapay şarj etkileri, farklı pozisyonlarda değerlendirilmiştir. İki bölgede 3,42 metreküp (mcm) şarj edilmiş su hacmine sahip 3 m ve 7 sahada yeniden su hacmi olan 3 siteye 6 m yaklaşan yeraltı suyu seviyesi elde edilmiştir. Bu yapay şarj sahalarının maksimum radyal etkisinin 1,5 km olduğu bulunmuştur.

Gelecekteki iklim değişikliğinin sıcaklık ve yağış değişimlerinin ardından meydana gelen hidrolojik koşulların değişmesi, dünyanın birçok bölgesinde yüzey ve yeraltı suyu kaynakları üzerinde zararlı etkiler yaratacaktır. Güçlü bir şekilde artan bir nüfusun ihtiyaçlarına cevap vermekle birlikte, yükselen su çekilmeleri, bölgelere bulunan havzalarda yüzey akış rejimlerinde ve ciddi yeraltı suyu seviyelerinde ciddi değişikliklere neden olmuştur. Yeraltı suyuna duyulan ihtiyaç gittikçe daha elzem bir hal alacaktır çünkü yeraltı suyu yerli, tarımsal ve endüstriyel kullanıcılar için büyük bir su kaynağıdır. Bu bağlamda, yeraltı suyu seviyesi (GL) dalgalanmalarının simülasyonu ve tahmini, etkili su kaynakları yönetimi için önemli bir rol oynamaktadır ve bu nedenle, su yetkililerine etkili yeraltı suyu kullanımını daha iyi planlamada yardımcı olacaktır. Günümüzde yapay sinir ağları (YSA) ve bulanık mantık gibi veri güdümlü hesaplama araçları, modelleme amacıyla bilim ve teknolojinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Yapay zeka yöntemleri olarak da adlandırılan bu teknikler, biyolojik sistemlerde bilgilerin nasıl işlendiği fikrine dayanır. Bu tür "yumuşak" hesaplama yöntemlerinin sistem modellemedeki avantajlarından biri değişkenler arasında iyi tanımlanmamış doğrusal olmayan fiziksel ilişkilere sahip olmadan doğru sonuçlar elde etmektir. Bu yaklaşımlardan biri, Adaptif Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi veya Adaptif Nöral Bulanık Çıkarım Sistemi'dir (ANFIS). ANFIS, işlevsel olmayan bulanık çıkarım sistemlerine eşdeğer bir adaptif ağlar sınıfıdır. Sinir ağı ve bulanık mantığın bir birleşimidir ve sonuç olarak güçlü bir işleme aracıyla sonuçlanırlar. Bu yaklaşım aynı zamanda sinir ağının ve bulanık mantığın faydalarını ve yeteneklerini birleştirir. Son yıllarda bulanık yöntemler yer altı suyu çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

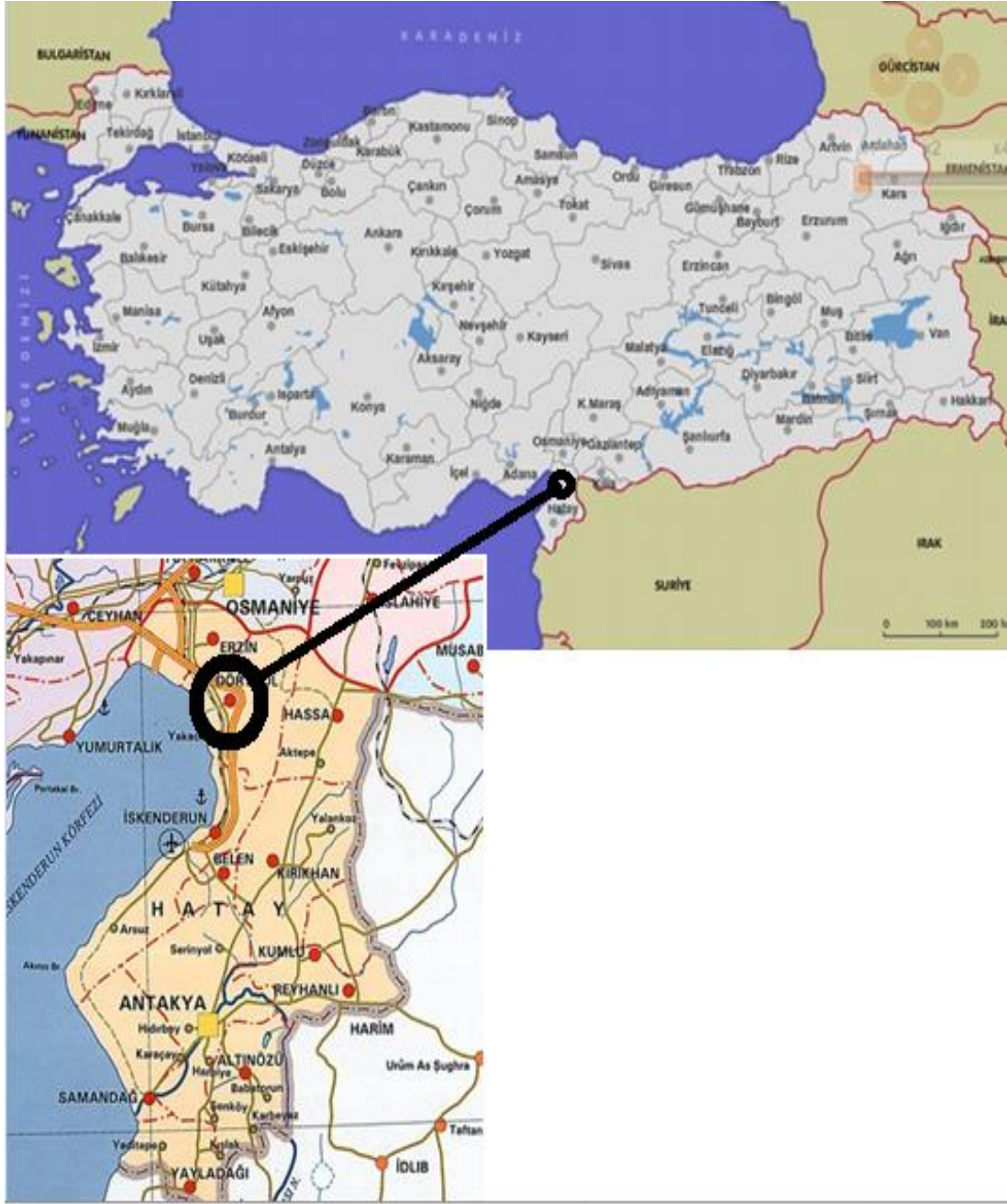
Bu çalışmanın amacı, oto regresif hareketli ortalama (ARMA), Uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemi (BM) ve Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) modellerinin aylık yer altı su seviye değişim tahmin performanslarını değerlendirmektir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

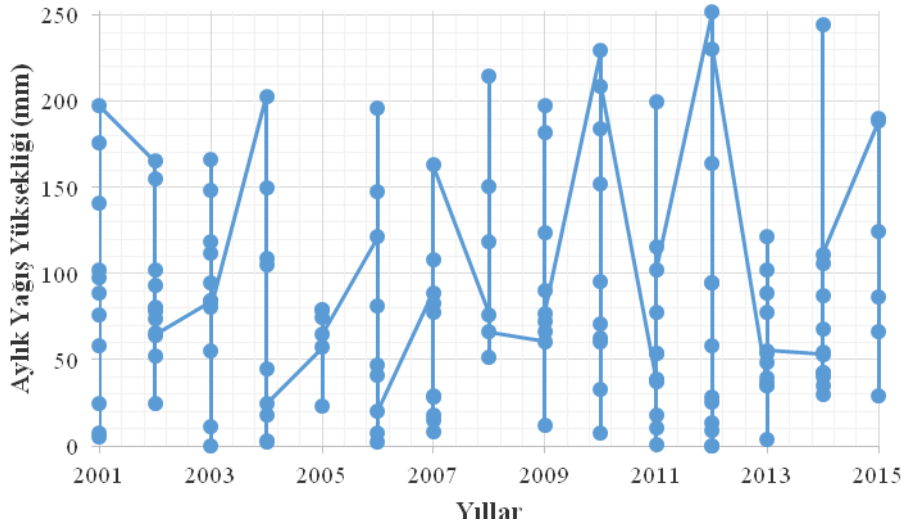
3.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmada Hatay ili Dörtyol ilçesi yeraltı suyu seviyesi incelenmiştir. Dörtyol' da bulunan Devlet Su İşleri (DSİ)'nin izlediği 5512 numaralı rasat kuyusundan elde edilen bilgiler kullanılmıştır. Kuyu derinliği 200 metredir. Şekil 3.1'de bu çalışmada seçilen rasat kuyusunun harita üzerindeki yeri gösterilmiştir. DSİ verilerinden alınan aylık yeraltı suyu seviyesi verileri ve Antakya Meteoroloji İstasyonu tarafından kaydedilen aylık toplam yağış (Y), aylık ortalama sıcaklık (S), aylık ortalama rüzgar hızı (RH) ve aylık bağıl nem (BN) verileri yeraltı suyu seviyesini (YASS) belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan meteorolojik ve hidrolojik verilerin değişimleri, yağış miktarı değişimi şekil 3.2'de, sıcaklık değişimi şekil 3.3'de, aylık rüzgar hızı değişimi şekil 3.4'de, aylık bağıl nem değişimi şekil 3.5'de, aylık yer altı su seviyesi değişimi şekil 3.6'da olarak verilmiştir. Modeller, 151 adet veri kullanılarak oluşturulmuştur. Verilerin %70 ' i eğitim , %30' u test verisi olacak şekilde eğitilmiştir. Model sonuçları determinasyon katsayısı (R^2), ortalama karesel hata (OKH) ve ortalama mutlak hata (OMH) sonuçlarına göre değerlendirilmiştir.

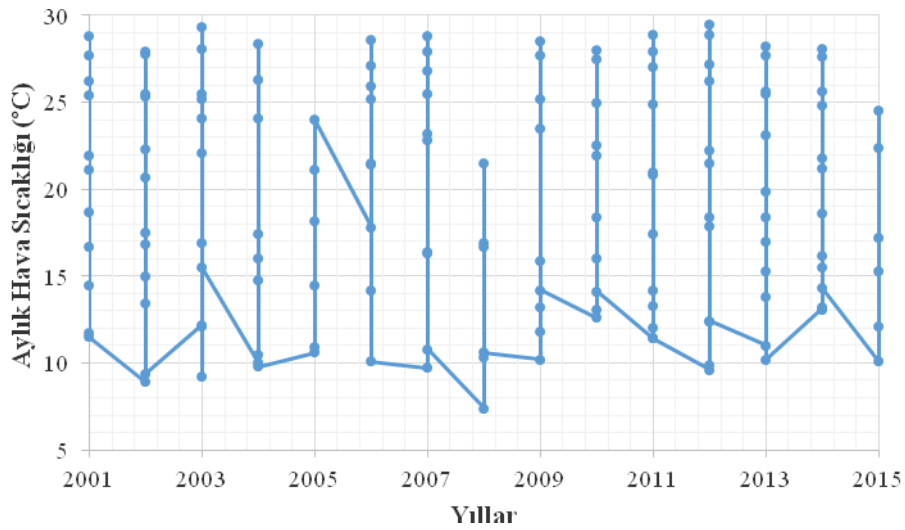
Hatay'ın bir ilçesi olan Dörtyol, Doğu Torosların uzantısı olan Nur Dağları (Amanos) ile Akdeniz'in İskenderun Körfezi arasında Kuzey-Güney doğrultusunda uzanan Dörtyol ve Payas Alüviyal ovalarından meydana gelmiştir. Akdeniz Bölgesinin doğusunda 36,9250 ve 36,8050 Kuzey paralelleri ile 36,0750 ve 36,3000 Doğu meridyenleri arasında yer alır. Doğusunda Nur Dağları ve Hassa ilçesi, batısında Akdeniz ve İskenderun Körfezi, Kuzeyinde Erzin ilçesi ve güneyinde ise İskenderun ilçesi bulunmaktadır. İlçe merkezinin denizden yüksekliği 70 m'dir. İlçenin yüz ölçümü 600 Km²'dir. İlçede tipik Akdeniz iklimi görülür, ülkemizde Rize ilinden sonra en fazla yağış alan merkezlerden olup nispi nem ortalaması % 48,3 tür. En çok yağışı Şubat, Mart, Nisan ve Aralık aylarında, en az yağışı ise Ağustos ayında almaktadır.



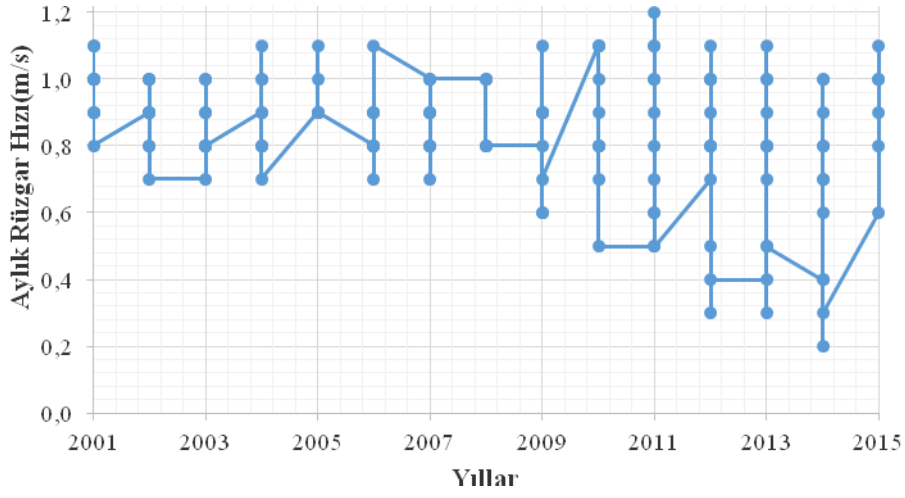
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan Dört Yol YASS istasyonu



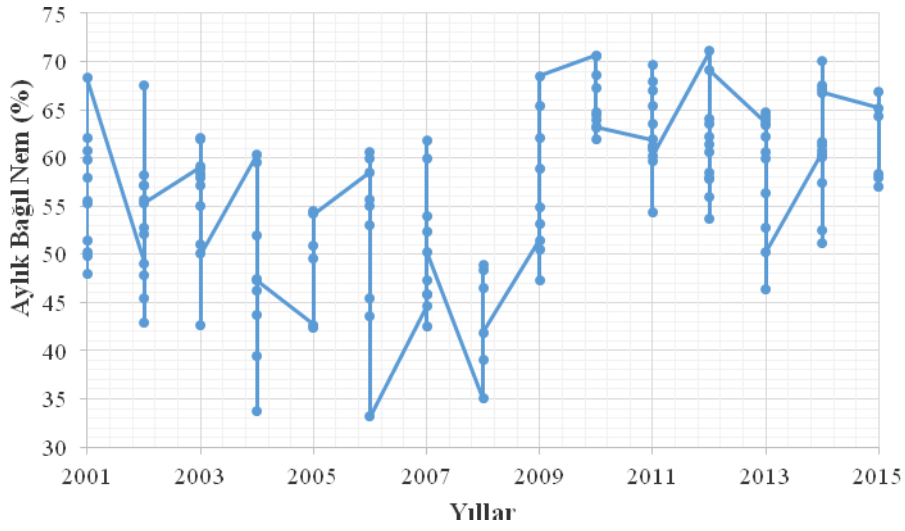
Şekil 3.2. Dört Yol bölgesinin 2001-2015 yılları arasında yağış değişimleri



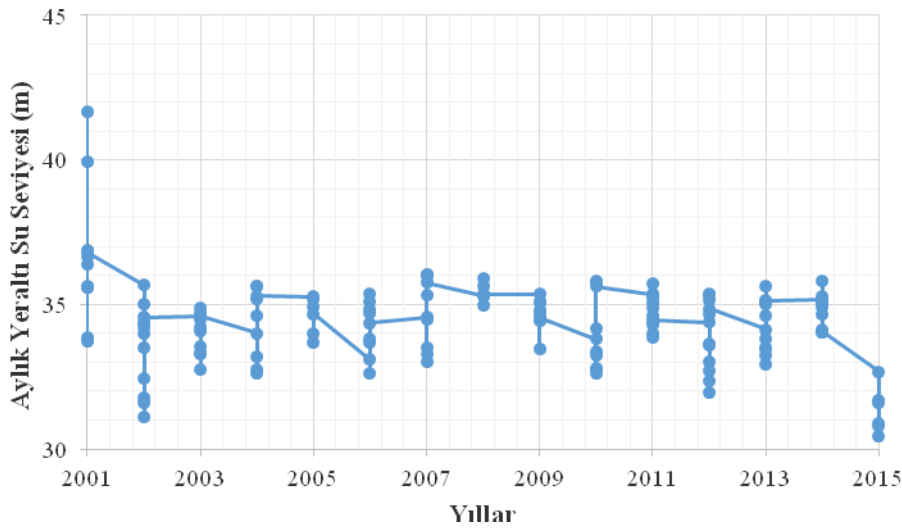
Şekil 3.3. Dört Yol bölgesinin 2001-2015 yılları arasında sıcaklık değişimleri



Şekil 3.4. Dört yol bölgesinin 2001-2015 yılları arasında aylık rüzgar hızı değişimleri



Şekil 3.5. Dört yol bölgesinin 2001-2015 yılları arasında aylık bağıl nem oranları



Şekil. 3.6. Dörtüol bölgesinin 2001-2015 yılları arasında yer altı suyu seviyesi değişimleri

3.2. Kullanılan Modeller

Bu tez çalışmasında, Dörtüol bölgesine ait gözlem kuyularının 2000-2015 yılları arasındaki yer altı su seviyesi ölçüm verileri ve Meteoroloji Müdürlüğü'nden elde edilen aylık veriler kullanılarak tahmin çalışması yapılmıştır.

Dörtüol bölgesine ait yer altı suyu seviyesinin tahmini için; Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli (ARMA), Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) ve yapay zekâ yöntemi olarak da Bulanık Mantık (BM) yöntemleri kullanılmaktadır. Veri tabanı olarak 2000-2015 yılları arası Devlet Su İşleri rasat kuyularından edinilen ölçüm seviyeleri ve Meteoroloji Müdürlüğü'nden edinilen aylık ortalama sıcaklık, yağış, rüzgâr hızı ve bağıl nem değerleri kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde, kullanılan yöntemler ile ilgili temel açıklamalar bulunmaktadır.

3.2.1. Otoregresif Hareketli Ortalama Modeli (ARMA)

Zaman Serisi Kavramı

Bir zaman serisini incelerken, ilgilenilen değişkenin zaman içerisindeki değişimleri gözlenir. Zaman serileri, söz konusu değişkenin gözlem zamanında değişimi hakkında bize bilgi vererek ilerleyen zamanla değişkende meydana gelecek meydana gelecek farklar hakkında tahmin yapabilmeye olanağı sağlar. Birden fazla değişkenli zaman serilerinin incelenmesinde, rastgele bir değişkende meydana gelen değişiklik, bize diğer değişkenlerdeki değişimlerin açıklanabilmesi ve geleceğe yönelik tahminler yapılabilmesi

imkânı verir. Herhangi bir değişkenin belirli bir zaman aralığında izlenmesi ile elde edilen değerler "zaman serisi" ni oluştururlar. Ardışık vakitlerdeki x_i ve x_{i+1} değerlerinin arasında istatistik anlamında bir bağımlılık var ise bu bir stokastik süreçtir. Böyle bir bağımlılık süreci var ise serinin yoğunluk fonksiyonuna ek olarak iç bağımlılık incelemesine de ihtiyaç vardır. Birbiri ardına anların değerlerinin arasındaki iç bağımlılık, "otokorasyon katsayısı" nın hesaplanması ile ölçülebilir. Aralarındaki zaman aralığı $a\Delta_t$ olan iki andaki ardışık x değerleri için korelasyon katsayısı $\rho_a = \text{Cov}(x_i, x_{i+1})/\sigma_x^2$ a aralıklı otokorelasyon katsayısı olarak adlandırılır. Bu denklemde ρ_a korelasyon katsayısını, Cov kovaryans katsayısını ve σ varyansı ifade eder. Bu katsayı eldeki n elemanlı örnekten aşağıdaki denkleme ulaşılır.

$$r_a = \frac{\sum_{i=1}^{n-a} (x_i - \bar{x})(x_{i+a} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n-a} ((x_i - \bar{x})^2)} \quad a=1,2,\dots \quad 3.1$$

Zaman Serilerinin Bileşenleri.

Zaman serilerinde değişkenlerde gözlenen farklar dört farklı bileşende incelenebilir. Bu bileşenler şunlardır;

- **Trend (Eğilim), Sıçrama Bileşeni:** Trend zaman serisinin parametrelerinin zaman içindeki değişimini gösterir (artma veya azalma). Sıçrama ise zaman serisi içerisinde meydana gelen ani bir değişikliktir. Hidrolojik olaylarda eğilim ve sıçramalar doğal ya da insan kaynaklı olabilir. Zaman serisinde bir trend olduğu tespit edildiğinde, trendi polinom ile ifade etmek ve düzeltmek gerekmektedir.
- **Periyodik Bileşen:** Zaman serisinin parametrelerinin belirli bir sürede (T) değişmeleri halinde bir periyodik süreçten bahsedilebilir. Bu durum Fourier açılımı ile ifade edilir. Aşağıdaki denklemde fourier açılımının genel ifadesi gösterilmiştir.

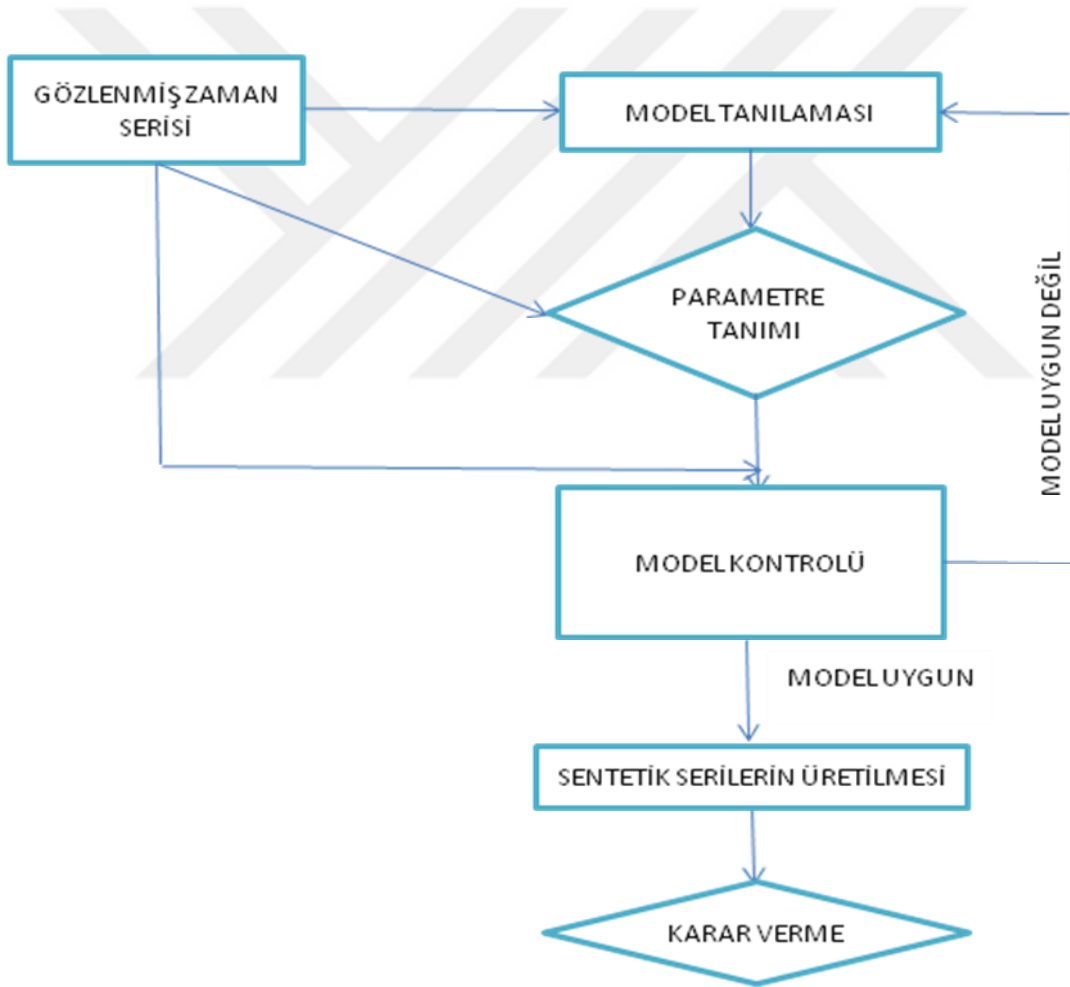
$$f(t) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \cos nt + B_n \sin nt) \quad 3.2$$

- **İç Bağımlı Bileşen:** Zaman serisinin X_i değerinin önceki zamanlardaki değerleri (X_{i-1}, X_{i-2}) ile ilişkisini ifade eder.

- **Rastgele Bileşen:**Yukarıdaki anlatılan bileşenler seriden ayıklandıktan sonra geriye kalan bileşenlerdir.

Zaman Serisinin Modellenmesi

Zaman serilerinin trend veya sıçrama bileşeni olmadığı takdirde durağan olduğu kabul edilir. Ancak zaman serisinin daha küçük olduğu durumlarda(mevsim,hafta,gün) yıl periyot olarak bir periyodik bileşene sahip olacağından, seriler durağan olmaz. Durağan olmayan serilerin incelenmesi daha zor olduğu için uygun bir dönüşüm ile durağanlaştırılmalıdır. Aşağıdaki şekilde (Şekil.3.7) zaman serilerinin akış diyagramı gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Zaman serilerinin akış diyagramı

Akış diyagramları, şekildeki adımlar izlenerek yapılır.

- Model seçimi: Kullanılacak modelin türü belirlenir.
- Model kalibrasyonu: Kullanılacak modelin parametreleri tahmin edilir.
- Modelin kontrolü: Model ile zaman serisi uygunluğu kontrol edilir. Model zaman serisi ile uyumsuz ise başka bir model seçilmelidir.
- Modelin kullanılması: Seçilen model kullanılarak sentetik zaman serileri türetilir. Bu seriler simülasyon çalışmalarına entegre edilebilir. Böylece zaman serisinin istatistik açısından davranışı belirlenmiş olur.

Yıllık Zaman Serisi Modelleri

Yıllık zaman serilerinin durağan bir süreç meydana getirdiği kabul edilir. Yıllık zaman serileri için kullanılan en yaygın yöntem ARMA (Auto Regressive-Moving Average) modelidir. Bu model Markov modeli olarak bilinen lineer otoregresif model ile hareketli ortalama modellerin bir karışımından meydana gelir.

- Markov Modelleri: x. mertebe Markov modelinde (AR(x) modeli) i' inci yılın a_i zamanı için Denklem 3.3' teki gibi ifade edilir:

$$y_i = \sum_{a=1}^x \Phi_j a_i - 1 + \epsilon_i$$

$$= \Phi_1 a_{i-1} + \Phi_2 a_{i-2} + \dots + \Phi_x a_{i-x} + \epsilon_i \quad 3.3$$

- Hareketli Ortalama Modelleri: y. mertebe hareketli ortalama modelinin (MA_y) genel denklemini Denklem 3.4' teki gibi ifade edilir.

$$x_i = \epsilon_i - \sum_{a=1}^y \Theta_a \epsilon_i - a$$

$$= \epsilon_i - \Theta_1 \epsilon_{i-1} - \dots - \Theta_y \epsilon_{i-x} \quad 3.4$$

ARMA Modeli

Bu model; otoregresif model (AR) ile hareketli ortalama (MA) modelinin karışımıdır. En basit ve en yaygın kullanılan ARMA modeli ARMA(1,1) modelidir. Denklemi ise Denklem 3.5' te gösterildiği gibidir.

$$y_i = \Phi y_{i-1} + \epsilon_i - \Theta_1 \epsilon_{i-1} \quad 3.5$$

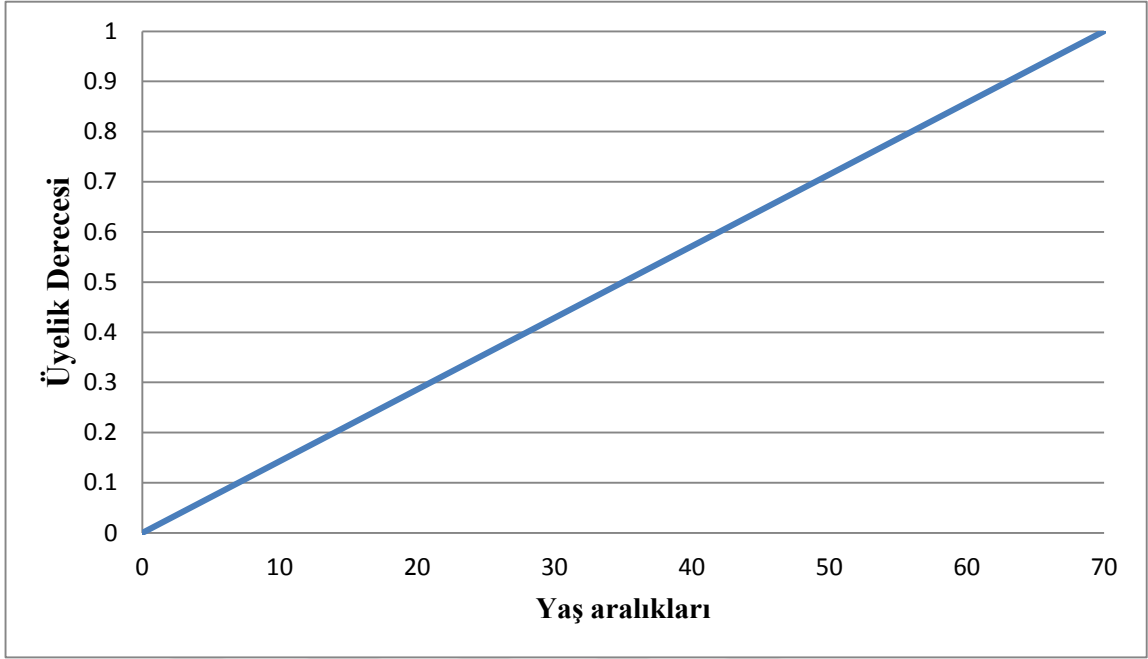
3.2.2.Bulanık Mantık (BM)

Bilim dünyasında kullanılan Aristo Mantığı yalnızca 0-1 ilişkisi içerir.Aristo mantığına göre siyaha yakın beyaz veya uzuna yakın kısa yoktur.Hava durumu yalnızca sıcak ve soğuk olarak nitelendirir.Oysa ki günlük hayatta ılık havalara, orta boylu insanlar ve griler de vardır.Aristo mantığı bilim dünyasını bu sebeple günlük hayattan uzaklaştırmıştır.Aristo Mantığı ile açıklanamayan problemlerde ve 0-1 mantığına göre ihmal edilebilen değişkenlerin denklemlerde ciddi sonuç değişikliklerine sebep olmasından ötürü yalnızca ‘sıcak’ veya yalnızca ‘soğuk’ yerine ‘ılık’ benzeri kavramları denkleme yerleştirmemizi sağlayan ‘Bulanık Mantık’ özellikle son zamanlarda bilim dünyasında kendine yer edinmiştir.

Bulanık mantığın kendine edindiği yeri kesinleştirmesi, 1965 yılında ‘bulanık küme’ teorisinin Lotfi A. Zadeh tarafından yayınlanması ile başlamıştır.Bulanık küme kavramının incelenip kullanılmaya başlanmasında yapılan çalışmalar incelendiğinde 1970’li yılların ikinci yarısına denk geldiği görülür.1980’li yıllara kadar yapılan çalışmalarda bulanık mantığın belirsizlik bulduran denklemlere uygulanabilirliği geliştirilmiştir.

Bulanıklık kavramı

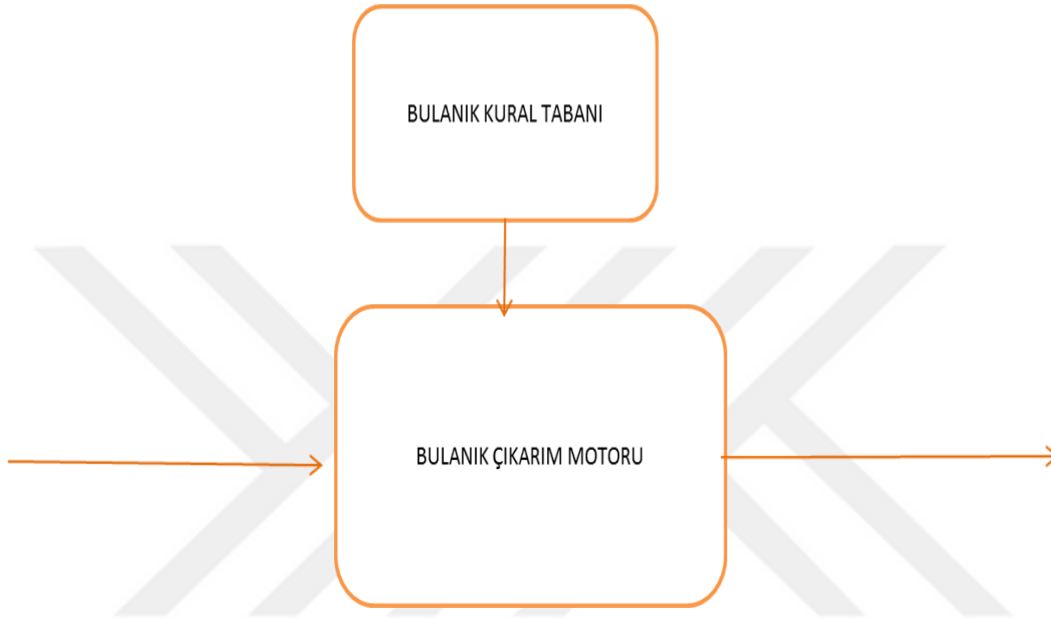
Bulanık mantık kavramı ve prensiplerini anlayabilmenin en önemli adımı ‘bulanıklık’ kavramını anlayabilmektir.Grafikte gösterildiği 70 yaşında bir bireyin ‘yaşlı’ olduğu klasik mantıkta da bulanık mantıkta da kabul görür.Ancak 45 yaşındaki bir bireyin yaşlılık ve gençlik derecesini klasik mantık ile açıklayamayız.45 yaşındaki bir bireyi ‘ergenlik çağı’ veya ‘ilk gençlik’ zamanlarında olmayabilir.Ancak 70 yaşındaki bireyi ‘yaşlı’ olarak nitelendirirken 45 yaşındaki bireyi de bu sınıfa sokmak ne kadar doğrudur bu tartışılır.İnsan hayatında gençliğin nerede başlayıp yaşlılığa tam olarak nerede geçildiği tam olarak belli değildir.Üstelik 45 yaşında iki bireyin yaşam koşulları ve genetik faktörlere göre de yaşlı veya genç olarak nitelendirip nitelendirilemeyeceği gibi farklı değişkenler göz önüne alınırsa denkleminiz karmaşıklaşabilir de.Grafiğin başlangıç noktası olan 0 yaşında yaşlılık derecesi 0 iken yaş ekseninde sağa gittikçe yaşlılık derecesi 1’e yaklaşır ve kişinin yaşlılık üyelik derecesi artar.Şekil 3.7 'de yaş analizinin grafiği gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Yaş Analizi Grafiği

Bulanık Sistemler

Bulanık sistemler kendi içinde ilişkili dört birimden oluşur.Şekil 3.8'de bulanık sistemlerin birimleri gösterilmiştir.



Şekil 3.8.Genel Bulanık Sistem Gösterimi

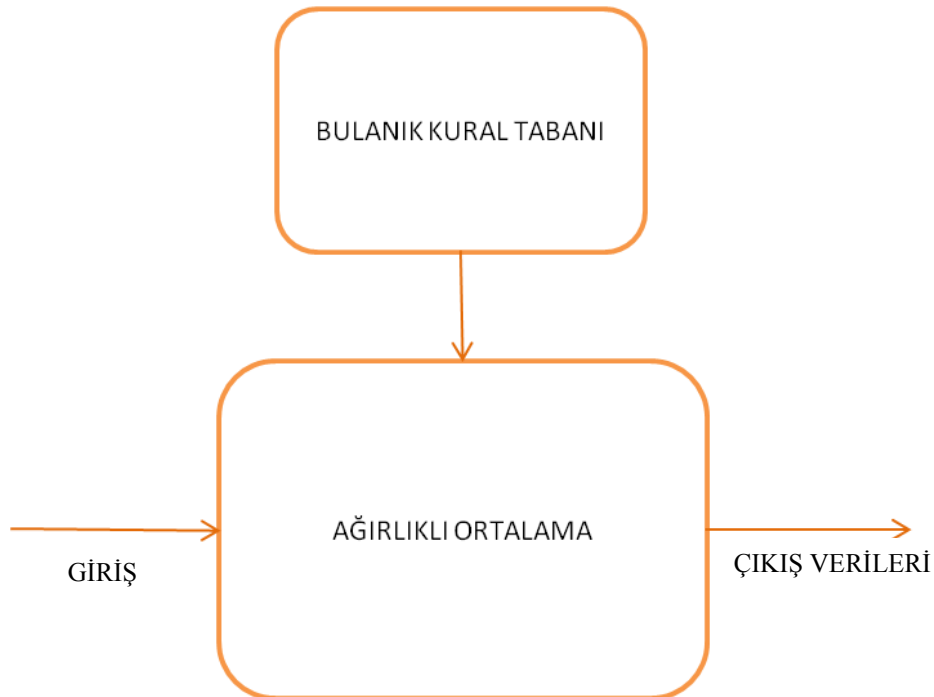
- **Giriş:**Bulanık sistemin değişkenleri ve etkenlerinin tanımlandığı ve bilgilerinin verildiği birimdir.
- **Bulanık Kural Tabanı:**Giriş biriminde tanımlanan değişken ve etkenlerin çıkış birimine sonuç olarak işlenmesini sağlayan mantıksal kuralların yazıldığı birimdir.Bu kurallar kullanılırken ‘eğer/ise’ operatörlerinden faydalanılır.
- **Bulanık Çıkarım Motoru Birimi:**Bulanık çıkarım motoru birimi, giriş biriminde tanımlanan etken ve değişkenlerin bulanık kural tabanı biriminde işlendikten sonra sistemin çıkış birimine ileten işlemlerin tümünü içerir.Bu birimde mevcut olan kuralların sonuçlarını bir araya toplar ve bulanık sistemin hangi girdilere nasıl çıktılar verdiğini inceleme imkanı sağlar.
- **Çıktı Birimi:**Yukarıda belirtilen üç birimin sonucunda bulanık sistemi tek bir çıkışa bağlayan birimdir.

Bulanık Mantık Modelleme Sistemleri

Başlıca kullanılan modelleme sistemleri Mamdani ve Sugeno olmak üzere iki sistemdir. Mamdani sistemi ilk olarak 1975 yılında çalışılmıştır. Bu sistem bulanık mantık modelleme sistemleri arasında insan davranışına yakınlığı sebebi ile çok uygun olarak nitelendirilir. Tüm bulanık mantık modellerinin atasıdır. Model oluşturmadaki basitliği Mamdani sisteminin kullanımını yaygınlaştırmıştır.

Bulanık sistemlerin çıktı biriminden sonra da elimizde doğrudan sayısal veriler bulunamaz. Bulanık sistemlerin sonucunda da sayısal verilerin elde edilememesi sistemleri mühendislik açıdan kullanmayı zorlaştırır. Çıktılar ilk hali ile bulanık olduğundan mühendislik modellerinde direkt olarak kullanılamaz. Bulanık sistemleri bir anlamda Aristo mantığı ile kurulan denklemlerde kullanabilmek için Takagi ve Sugeno(1985) ve Sugeno Kank(1988) tarafından çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Şekil 3.9'da Takagi-Sugeno-Kank modeli gösterilmiştir.

Takagi-Sugeno-Kank sisteminde giriş ve bulanıklaştırma adımları Mamdani sistemi ile aynıdır. Çıktı fonksiyonlarında ise fark gözlenir. Bu sistemde çıktı fonksiyonları sabit veya lineerdir. Her bir kural için bir çıktı verisi elde edilir. Bu sistem matematiksel analizler için çok uygundur fakar insan davranışlarına yakınlık gösterme konusunda Mamdani'den daha başarısızdır.



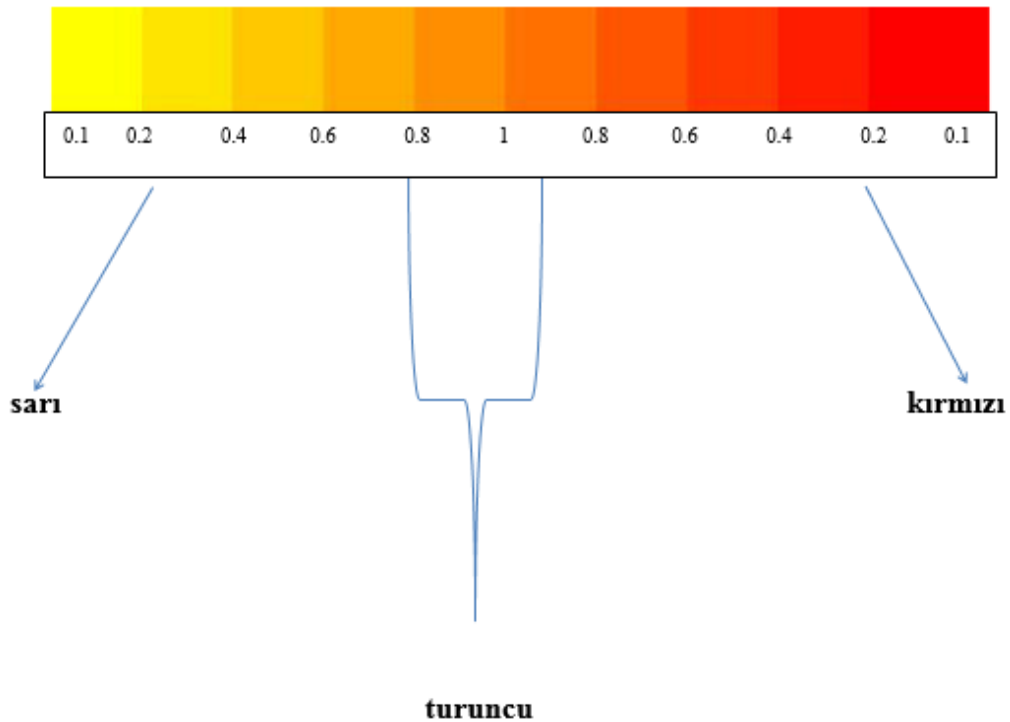
Şekil 3.9. Takagi-Sugeno-Kank Bulanık Sistemi

Bulanıklaştırma

Klasik kümelerdeki değişim aralıklarının bulanıklaştırılması, bulanık sistem uygulamalarında gerekli bir işlem basamağıdır. Bu işlem, öğelerin 0 ile 1 arasında üyelik derecesi ile belirtilmesiyle olur. Bu işlem sayesinde sayısal değerler, sembolleştirilerek bulanık sistemde kullanmaya uygun hale getirilir.

Bulanık Küme Kavramı

Bulanık kümelerde de bulanık mantığın kendisi gibi küme sınırları katı bir şekilde belirlenemez. Bulanık kümelerde üyelik de klasik kümelerdeki gibi farazi bir x elemanı küme elemanıdır veya değildir diye belirtilemez. x 'e de bulanık mantığa uygun olarak üyelik derecesi verilir. 0 üye olmamayı 1 ise üye olmayı temsil edecek şekilde üyelik derecesi belirlenir. Üyelik derecesi içinde bulunduğu bulanık kümeye aitlik derecesini ifade eder.



Şekil 3.10. Turuncu renk skalası üyelik derecesi anlatımı

Turuncu rengin üyelik derecesini daha iyi anlamamızı sağlayacak yukarıdaki renk skalasında; sarıdan kırmızıya doğru ilerleyen 10 adet renk gösterilmiştir. 5. renk tamamen turuncu olarak nitelendirilebilirken, sarıya doğru ilerlerken 3. renk tamamen

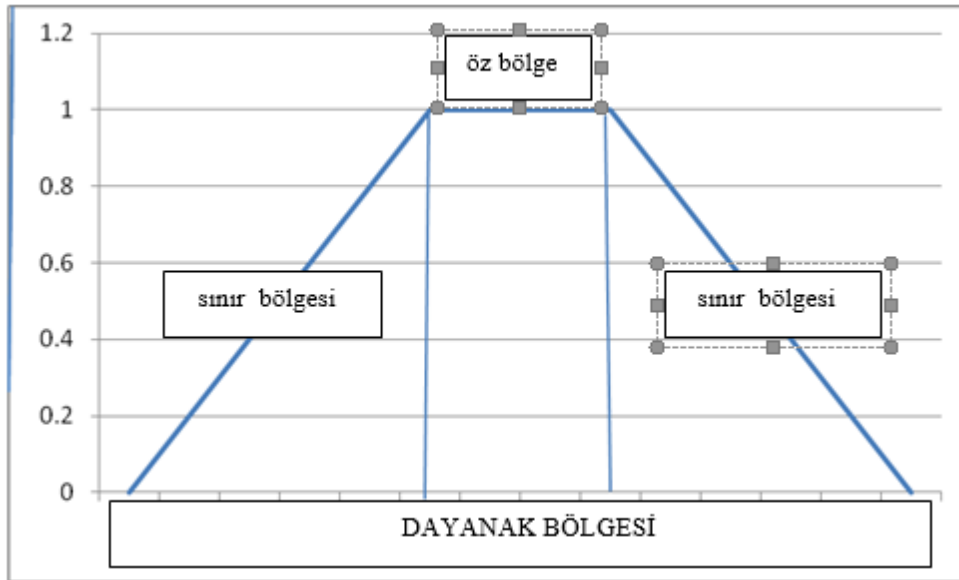
sarı veya tamamen turuncu değildir. Bu yüzden ne kadar turuncu olduğunu ve ne kadar turuncu olmadığını anlamamızı sağlayan bu anlatım şekline üyelik derecesi denir. Bulanık kümeler, farklı üyelik derecesine sahip elemanların bulunduğu bir topluluktur. Bulanık kümelerin gösteriminde küme isimleri büyük harflerin altına çizilen bir çizgi ile gösterilir. Örneğin; bir X bulanık kümesinin gösterimi \underline{X} şeklinde olur. Bulanık kümelerde x eksenindeki gerçek sayılar y ekseninde 0 ile 1 arasında değişen üyelik dereceleri ile ilişkilendirilir. x ekseninde bir sayı a ile gösterilirse; üyelik derecesi y ekseninde ilişkilendirildiği $\mu(a)$ ile gösterilir. Tüm bulanık kümelerde her bir elemanın üyelik derecesi

$0 \leq \mu(a) \leq 1$ aralığında kalır.

Genel bulanık küme ifadesi şöyledir;

$$(A) = \left\{ \frac{\mu(a^1)}{a^1} + \frac{\mu(a^2)}{a^2} + \dots \dots \dots \right\} = \sum_i \left(\frac{\mu(a_i)}{a_i} \right) \quad 3.6$$

Bulanık sistemleri ifade eden üyelik fonksiyonları yamuk, çan eğrisi veya üçgen şeklinde olabilir. Yamuk şeklindeki bir üyelik fonksiyonunu inceleyecek olursak hem üçgen hem de yamuğu inceleyebiliriz.



Şekil 3.11. Üyelik Fonksiyonlarının Kısımları

Üyelik derecesi 1 olan elemanlar 'öz' kısmında yer alırlar. Eğer üyelik fonksiyonu üçgen şeklinde ise üçgenin yalnızca bir köşesi 1'e eşit olacağından bir adet üyelik derecesi 1 olan elemanı bulunur diyebiliriz. 'Dayanak' ise 0 ile 1 arasında üyelik

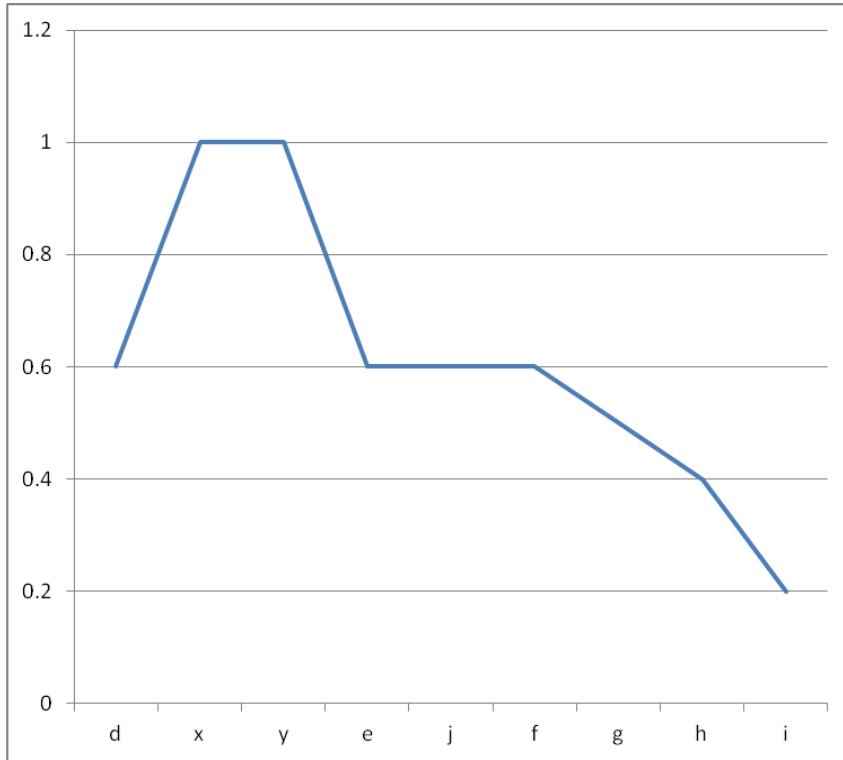
derecesi bulunan elemanların tümünün oluşturduğu alandır. Üyelik derecesi 0 veya 1 olmayan(0,1,0,2,0,3,0,4,0,5,0,6....) elemanların oluşturduğu bölge ise ‘sınır bölgesi’ olarak adlandırılır. Bir bulanık kümede en azından bir adet üyelik derecesi 1 olan eleman bulunmalıdır.

Durulaştırma

Bu adım, giriş biriminde anlatılan bulanıklaştırma işleminin tersi olarak tanımlanabilir. Yalnız durulaştırma, girdi biriminde değil çıktı birimindeki verilere uygulanır. Çünkü bulanık olan çıktı elemanları mühendislik modellemelerinde kullanılamazlar. Birçok durulaştırma metodu vardır. Tümünün birbirine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Biri birine göre daha kullanılabilir diyemeyiz. Ancak bunu belirleyecek olan problemde bizim için hangi yöntemin optimum olacağıdır.

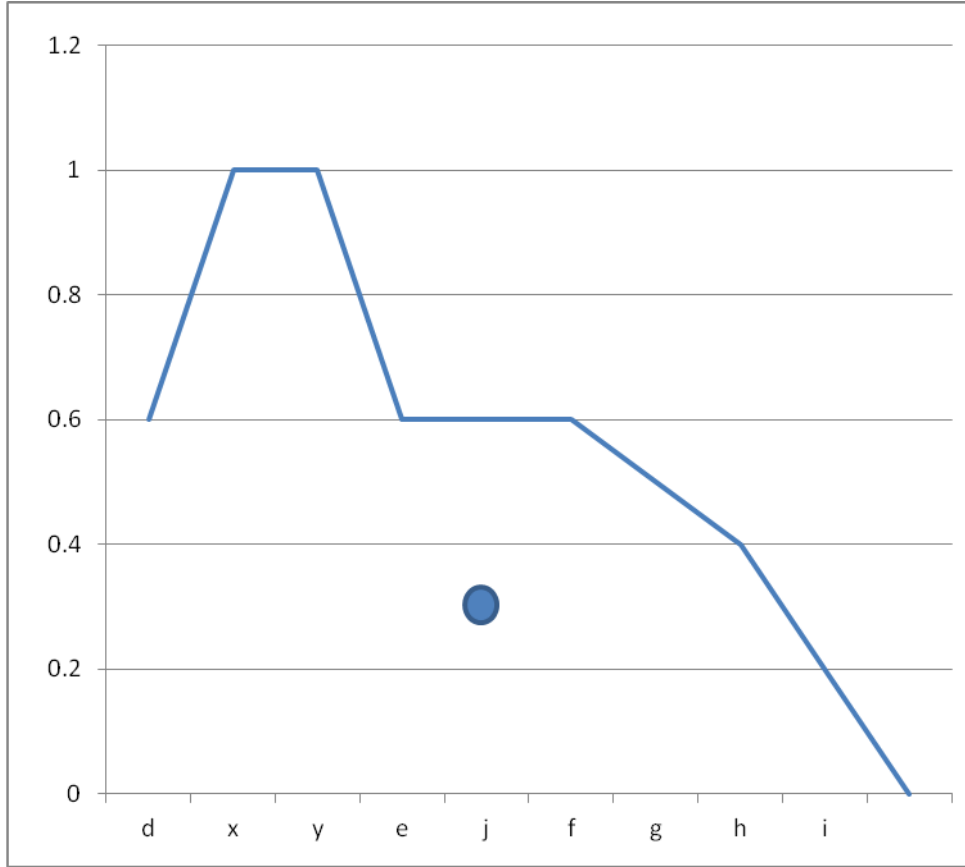
Yükseklik Yöntemi: Bu yöntemde birbirinden farklı üyelik dereceleri içinde en büyük üyelik derecesi olan alınır.Şekil 1.5’te gösterilen bu durulaştırma işleminin notasyonu ise şöyledir:

$$\tilde{U}_c(z^*) \geq \tilde{U}_c(z) \text{ tüm } z \in Z$$



Şekil 3.12.Yükseklik yöntemi ile durulaştırma (Şen, 1999)

Sentroid (ağırlık merkezi) yöntemi: En yaygın kullanılan yöntem bu yöntemdir. Üyelik derecesi, söz konusu üyelik derecelerinin ağırlık merkezine denk gelen değerdir. (Sugeno (1985);



Şekil 3.13.Sentroid yöntemi ile durulaştırma

Ortalama en büyük üyelik derecesi yöntemi: Bu yöntemde, maksimum üyelik derecesi birden fazladır. Bu maksimum üyelik derecelerinin ortası hesaplanarak üyelik derecesi elde edilir. Şekil 1.7'de gösterilen bu işlemin notasyonu ise şöyledir:

$$z^* = \frac{x + y}{2}$$

3.7



Şekil 3.14.Ortalama en büyük üyelik derecesi yöntemi ile durulaştırma(Şen,1999)

3.2.3.Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) Yöntemi

Mühendislikte incelenen olaylarda, birden fazla rastgele parametrenin inceleme esnasında birbirinden etkilendiği görülür. Parametrelerin değişimden etkilenme miktarı kimi zaman aynı olmaz. Bu değişim fonksiyonel olmayan yani bir fonksiyon ile açıklanamayan değişim olarak adlandırılır. Bu fonksiyonel olmayan değişim, iki parametrenin birlikte bir etken tarafından etkilenmesinden veya birinin değişiminin diğer parametreyi değiştirmesinden kaynaklanır. Örneğin; incelenen olayda sıcaklığın artması Y.A.S.S' nde azalmaya sebep olabilir veya rastgele örnek verilirse bağıl nem bu iki parametrede birbirinden farklı oranlarda değişime sebep olabilir. Parametreler arasındaki değişimi fonksiyonel olmasa da ilişkilendirebilmek, araştırmacıya tahmin imkanı sağlar. Tahmin aralığının da belirli bir hata payı ile sınırları belirlenebilir. Bu ilişkiyi gösteren denklem "regresyon" olarak adlandırılır. Regresyon analizi, parametreler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını incelemeyi ve varsa regresyonu bir denklem ile ifade etmeyi amaçlar.

Regresyon analizi üç farklı şekilde sınıflandırılabilir;

- Basit doğrusal regresyon analizi: En yaygın kullanılan bu regresyon analizinde iki parametrenin doğrusal bir denklem ile ilişkilendirilebileceğinden bahsedilir.
- Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi: Bu regresyon analizinde ikiden fazla parametre doğrusal bir denklemle ifade edilir.
- Doğrusal olmayan regresyon analizi: Bu regresyon analizinde iki veya daha fazla parametre doğrusal olmayan bir denklem ile ilişkilendirilir.

Bu çalışmada, Y.A.S.S' nin sıcaklık, bağıl nem, yağış ve rüzgâr hızı parametreleri ile ilişkisi analiz edilmiştir. Bu parametrelerin Y.A.S.S ile ilişkisini açıklayan denklem yazılmış ve buna bağlı olarak tahmin yapılmıştır. Bu tahmin yapılırken 'Çoklu doğrusal regresyon' analizinin uygun olduğu görülmüştür. Bir ÇLR modeli, bir bağımlı değişken ile bir veya daha fazla bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi modellemek için kullanılan bir yöntemdir. Bağımlı değişken, bazen tahmin olarak adlandırılır ve bağımsız değişkenler yordayıcılar olarak adlandırılır. Bu modeller ile bir noktada sınırlı bir zaman periyodu ile ilişkili etkilerin eşitlik değeri ile yaklaşılabileceğini düşünülmektedir. ÇLR modelinin genel denklemi şu şekilde ifade edilir:

$$y=a+b_1x_1+b_2x_2+.....+(b_mx_m) \quad 3.8$$

Bu denklemde y değeri, bağımsız parametreler ($X_1= X_1$), ($X_2= X_2$)....., ($X_m= X_m$) değerlerini aldığıında y parametresinin beklenen değerini ifade eder.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, yeraltı su seviyesindeki değişimlerini tahmin etmek amacı ile Otoregresif hareketli ortalama modeli (ARMA), Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) ve Bulanık Mantık modellerinin sonuçları incelenmiştir. Çalışmada kullanılan modellerin karşılaştırılmasında kullanılan istatistiksel parametreler hakkında bilgi verilecek olup, diğer kısımlarda modellere ait sonuçların grafiksel gösterimi, yorumlanması yapılmıştır.

4.1. Model Analizinde Kullanılan İstatistiksel Parametreler

Modellerin sonuçlarının değerlendirmesinde determinasyon katsayısı (R^2), ortalama karesel hata (OKH) ve ortalama mutlak hata (OMH) hesaplanmıştır.

Determinasyon katsayısı (R^2) x ve 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.

$$R^2 = \left[\frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{(n \sum y^2) - (\sum y)^2}} \right] \quad 4.1$$

Ortalama karesel hata (OKH) hata ortalama büyüklüğünü ölçer. OKH ve OMH hataların ihtimallerini teşhis etmek için kullanılır. OKH, OMH sıfırdan sonsuza kadar gidebilir. Daha Düşük değerler daha kullanışlı olduğu anlamına gelir.

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |YASS_{ölçüm} - YASS_{tahmin}| \quad 4.2$$

$$OKH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (YASS_{ölçüm} - YASS_{tahmin})^2 \quad 4.3$$

Burada, n veri sayılarını ve YASS aylık ortalama Yeraltı suyu seviyesi (m) miktarını ifade etmektedir.

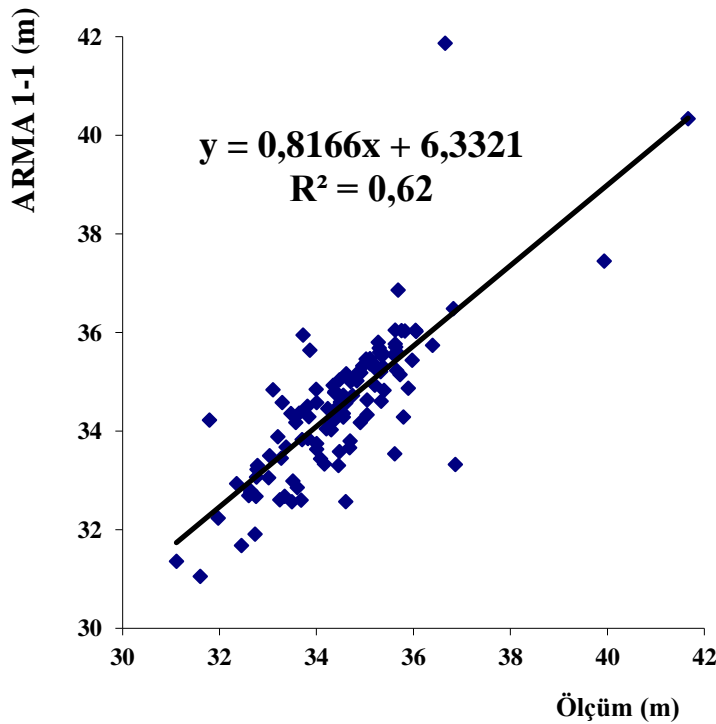
Test verilerinden elde edilen OKH, OMH ve R^2 'nin sonuç parametreleri tablo halinde gösterilecektir. Sonuçlar, tahmin ve performans açısından karşılaştırmak için kullanılacaktır.

4.2. Model Sonuçları

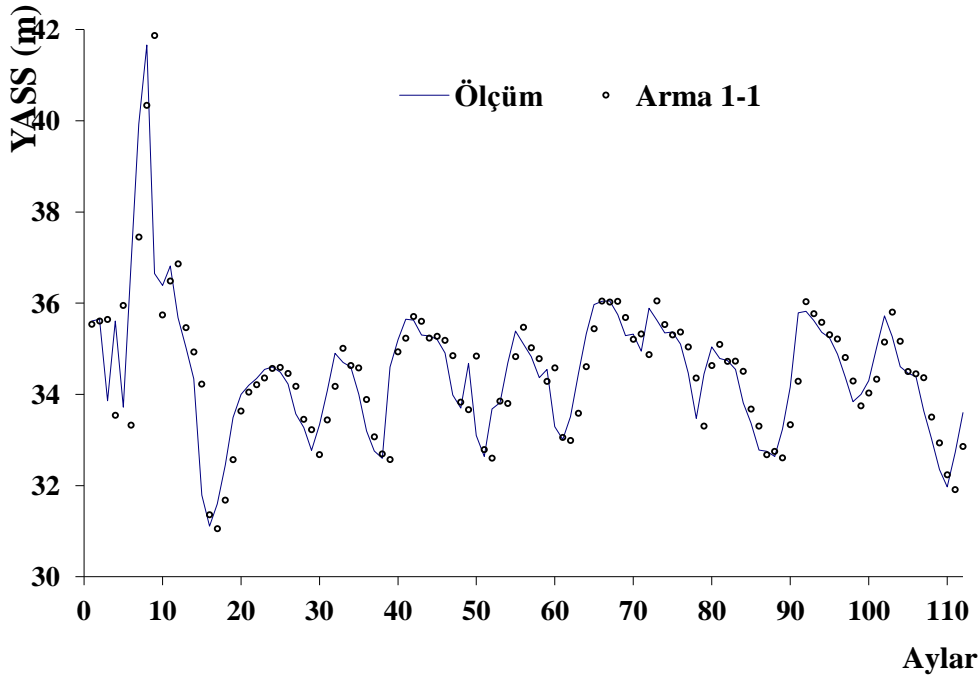
Çalışmada, Otoregresif hareketli ortalama modeli (ARMA), Çoklu Lineer Regresyon (ÇLR) ve Bulanık Mantık modellerinin sonuçları incelenmiştir. Bu modellere ait sonuç aşağıda verilmiştir.

4.2.1 ARMA Model Sonuçları

ARMA 1-1 modeli için 2000-2015 yılları arasında 151 aylık veri değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. YASS tahmininde, Otoregresif hareketli ortalama modeli (ARMA) içerisinde toplam 3 tane ARMA 1-1, ARMA 3-3 ve ARMA 5-5 modelleri kullanılmıştır. Girdi katmanı nodları önceki geçmiş aylık yeraltı su seviyesi verileri alınmıştır. Aşağıda Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 'de ARMA 1-1 modeli eğitim verileri için dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

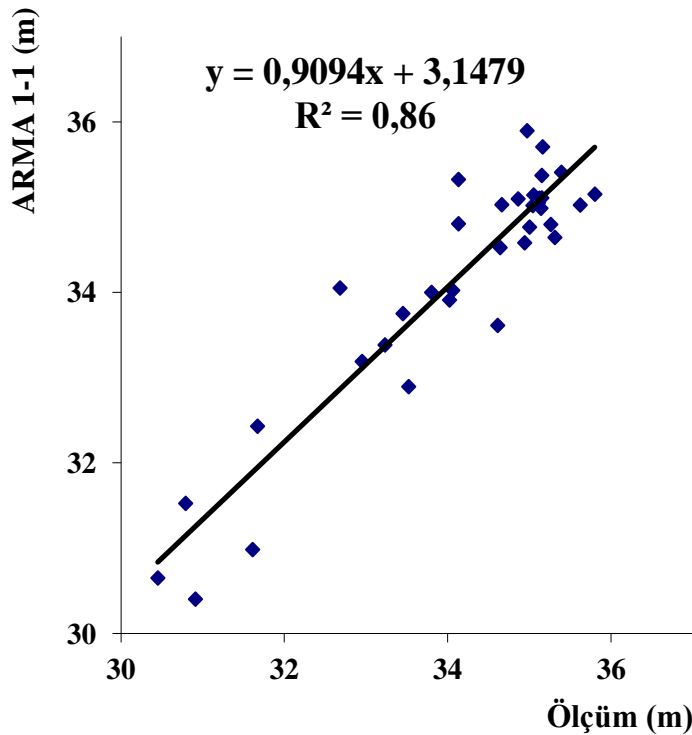


Şekil 4.1. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ARMA 1-1 saçılım grafiği.

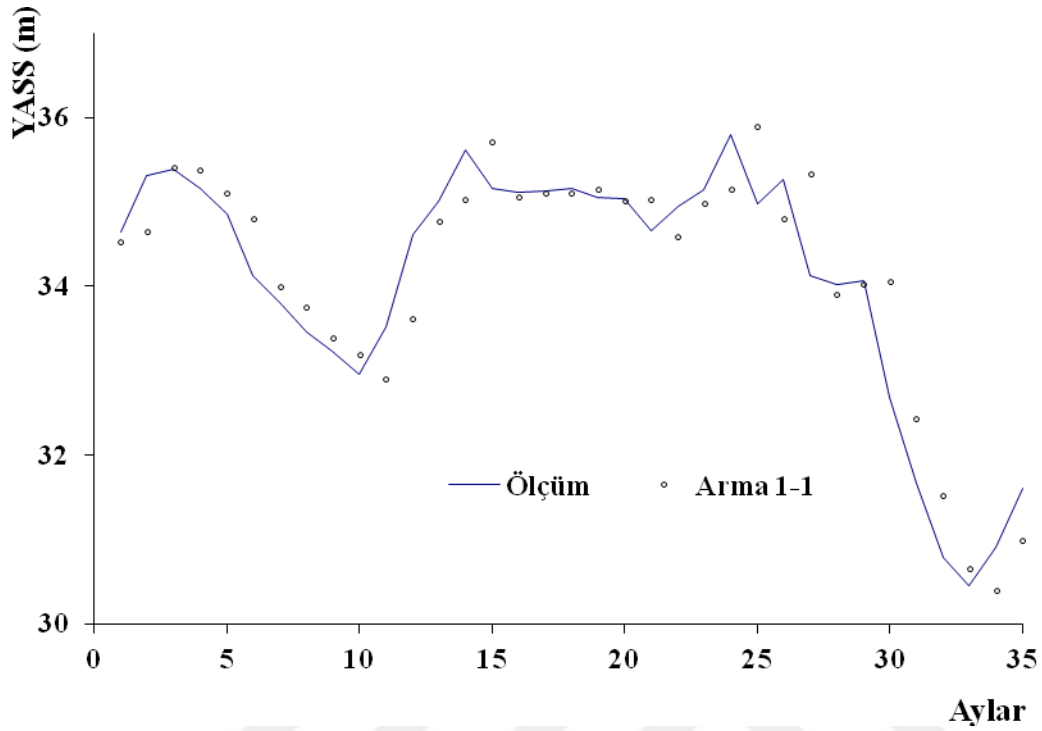


Şekil 4.2. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ARMA 1-1 dağılım grafiği.

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 incelendiğinde tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0,62 olduğu tespit edilmiştir. ARMA 1-1 modeli eğitim verilerinin analizi ile elde edilen, ARMA 1-1 modeli test verileri için dağılım ve saçılım grafikleri aşağıdaki Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 'te verilmiştir.

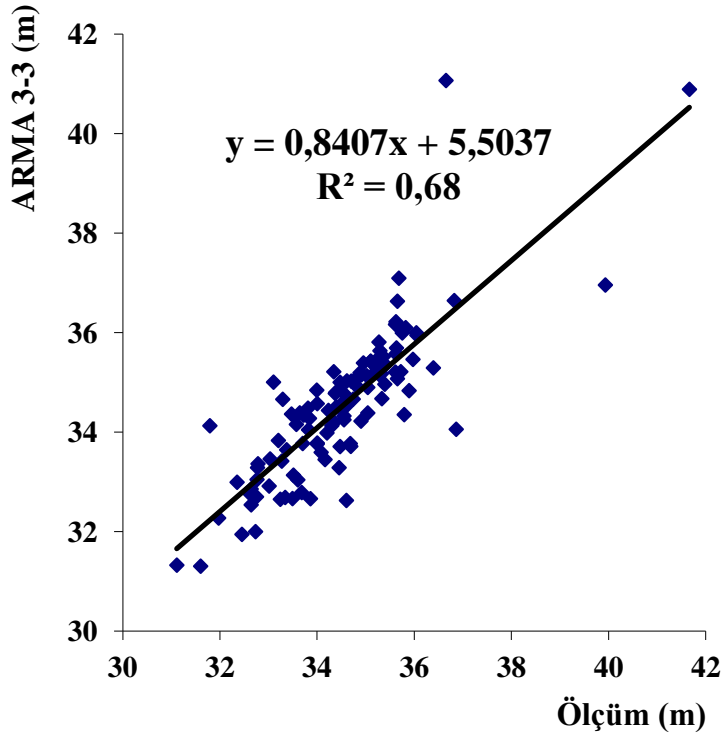


Şekil 4.3. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ARMA 1-1 saçılım grafiği.

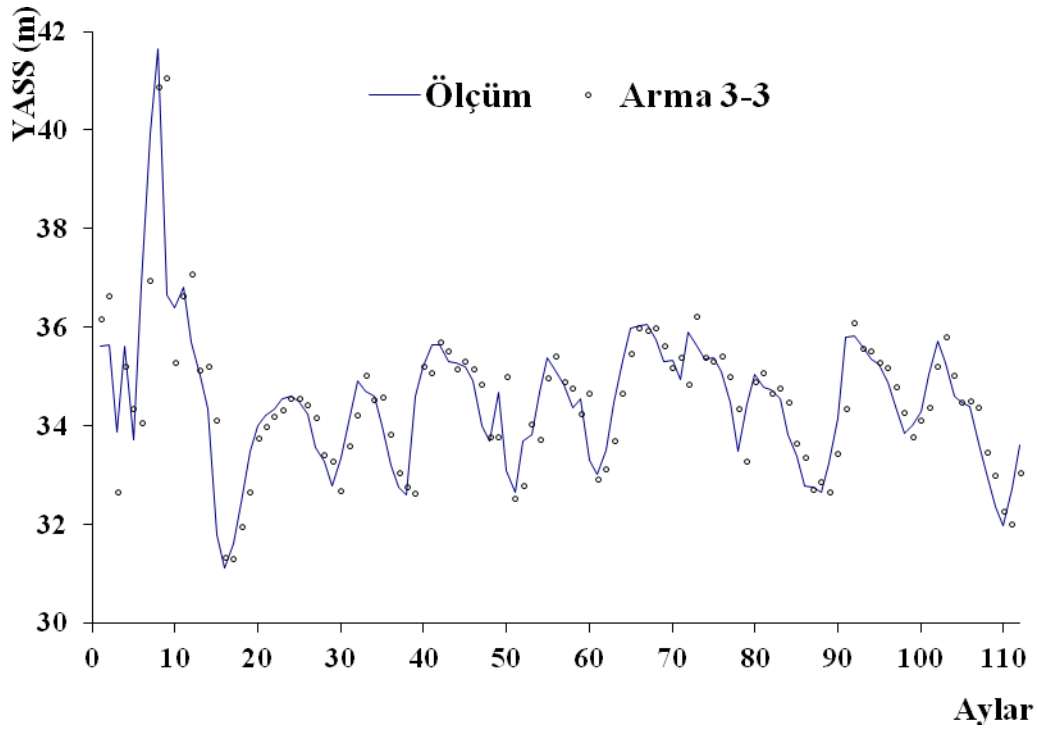


Şekil 4.4. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ARMA 1-1 dağılım grafiği.

ARMA 1-1 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve dağılım grafikleri, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,86$ olarak elde edilmiştir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır. ARMA 3-3 modeline ait eğitim ve test aşamasındaki saçılım, dağılım grafikleri sırası ile Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8' de verilmiştir.

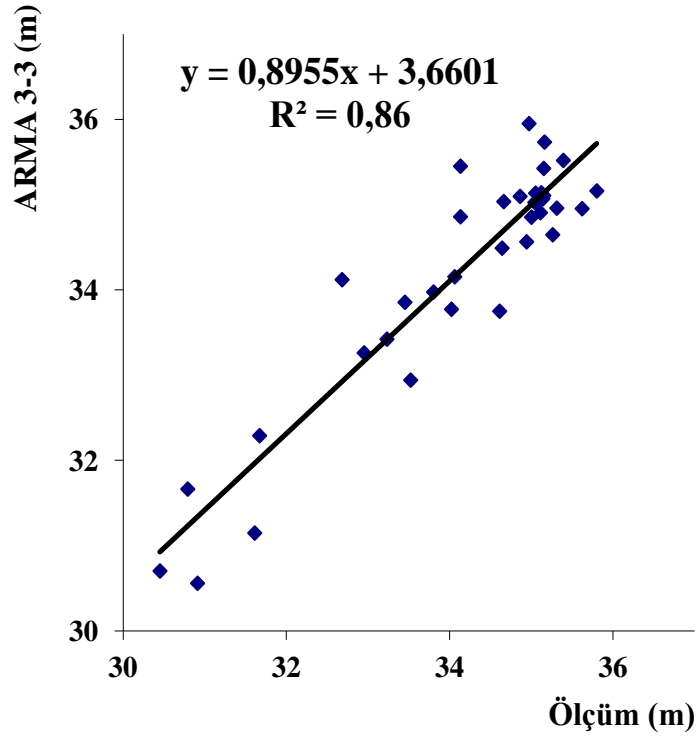


Şekil 4.5. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ARMA 3-3 saçılım grafiği.

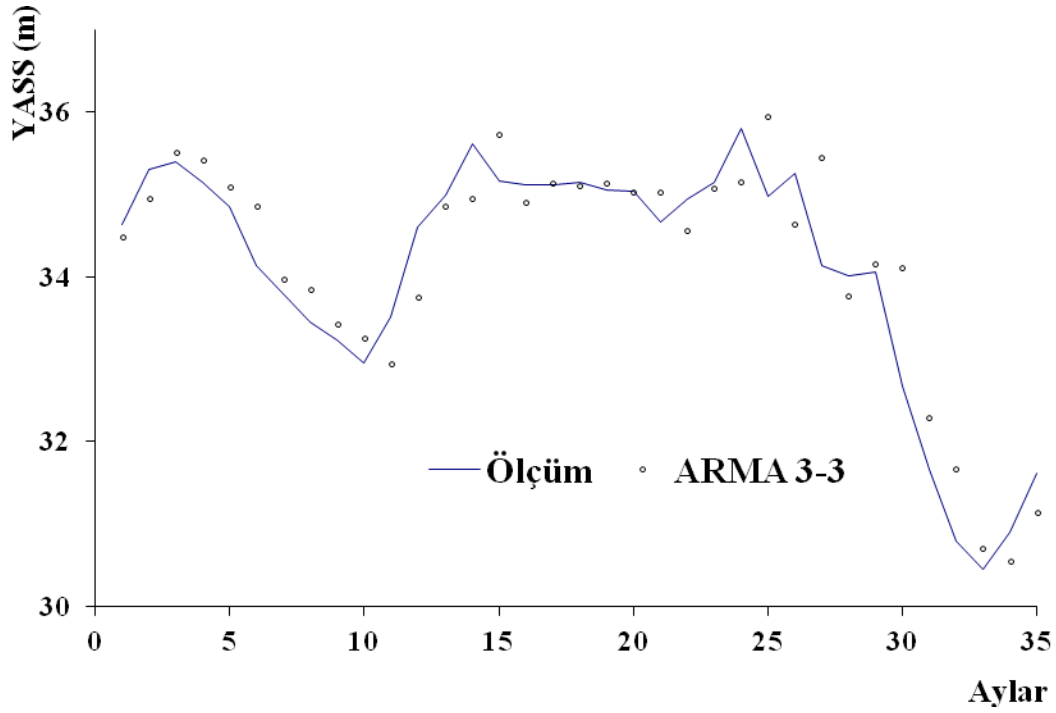


Şekil 4.6. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ARMA 3-3 dağılım grafiği.

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6 incelendiğinde ARMA 3-3 tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0,68 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim aşamasında, ARMA 3-3 modelinin ARMA 1-1 modelinden daha iyi performans gösterdiği gözlenmiştir.

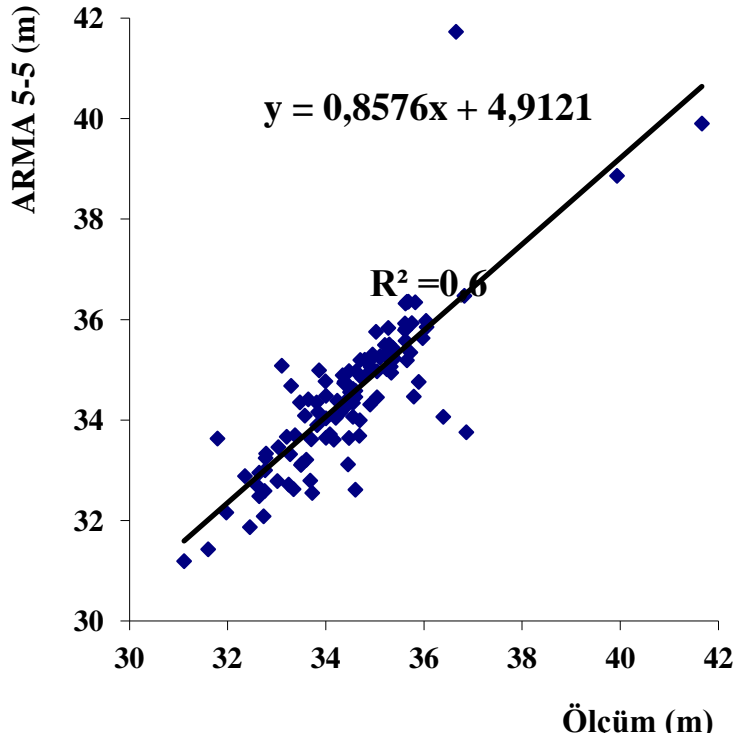


Şekil 4.7. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ARMA 3-3 saçılım grafiği.

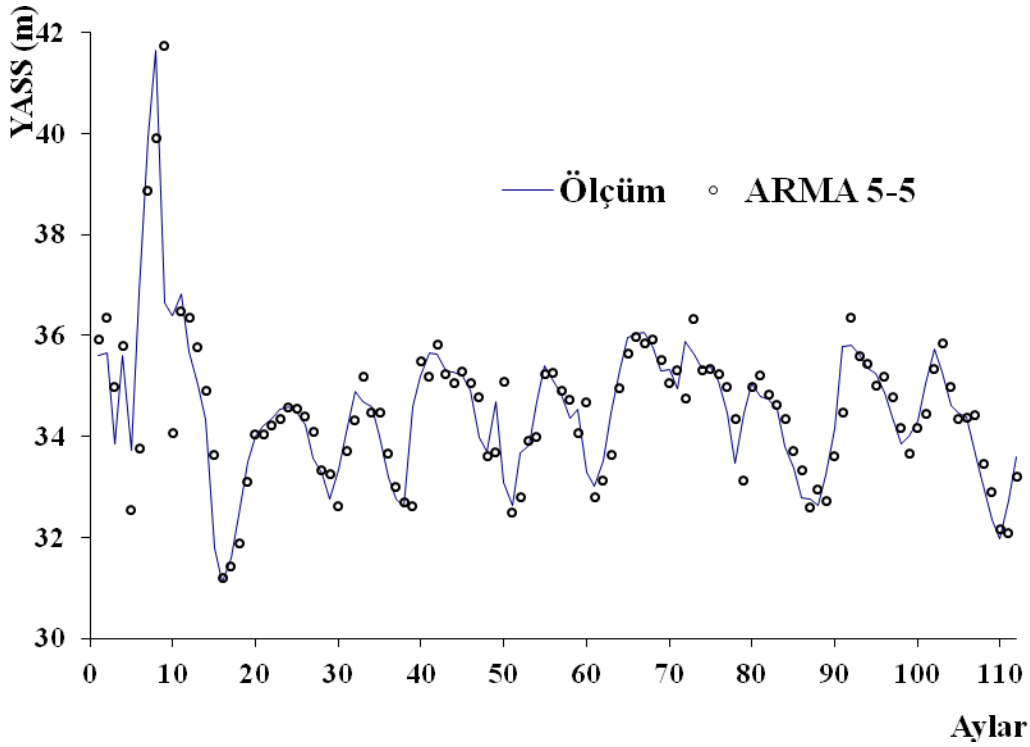


Şekil 4.8. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ARMA 3-3 dağılım grafiği.

ARMA 3-3 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve saçılım grafikleri, Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,86$ olarak elde edilmiştir. ARMA 1-1 modeli ile kıyaslandığında yakın sonuçlar verdiği görülmektedir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır. ARMA 5-5 modeline ait eğitim ve test aşamasındaki saçılım, dağılım grafikleri sırası ile Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12’ de verilmiştir.

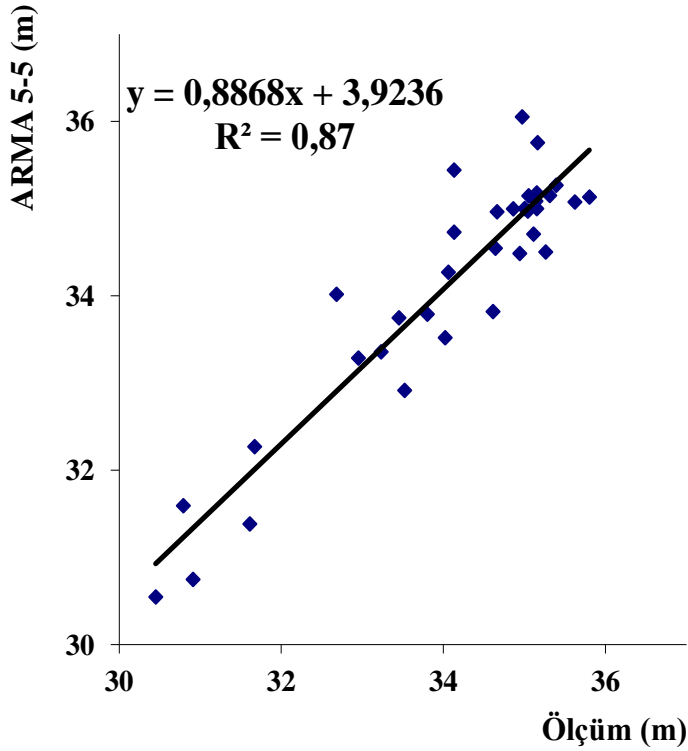


Şekil 4.9. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ARMA 5-5 saçılım grafiği.

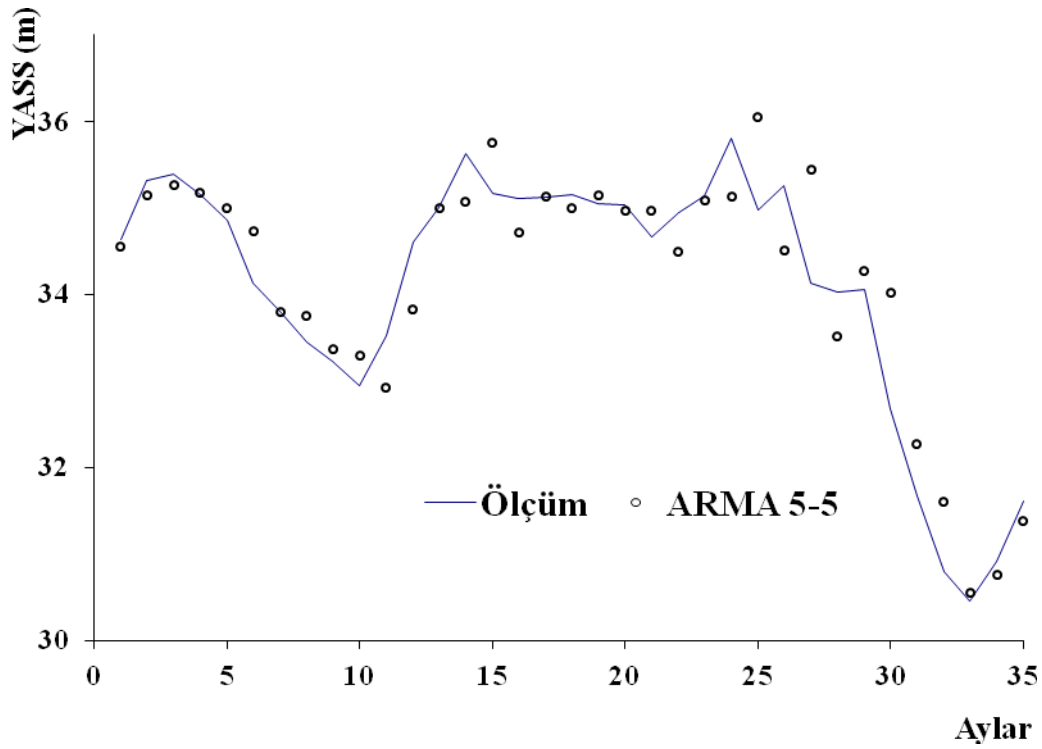


Şekil 4.10. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ARMA 5-5 dağılım grafiği

Şekil 4.9 ve Şekil 4.10 incelendiğinde ARMA 5-5 tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0,69 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim aşamasında, ARMA 5-5 modelinin ARMA modelleri içerisinde iyi performans gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 4.11. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ARMA 5-5 saçılım grafiği.

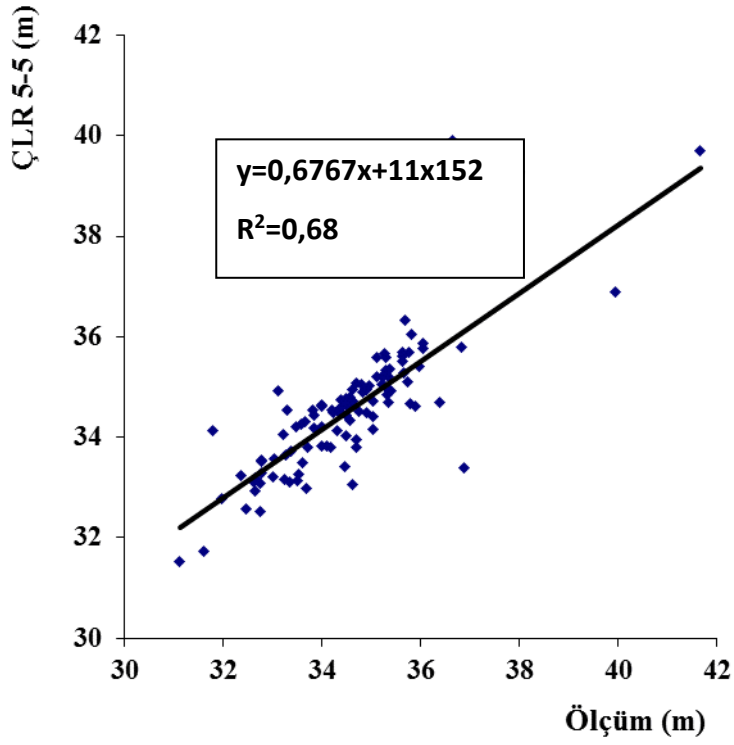


Şekil 4.12. Yeraltı su seviyesi test verileri için ölçüm ve ARMA 5-5 dağılım grafiği

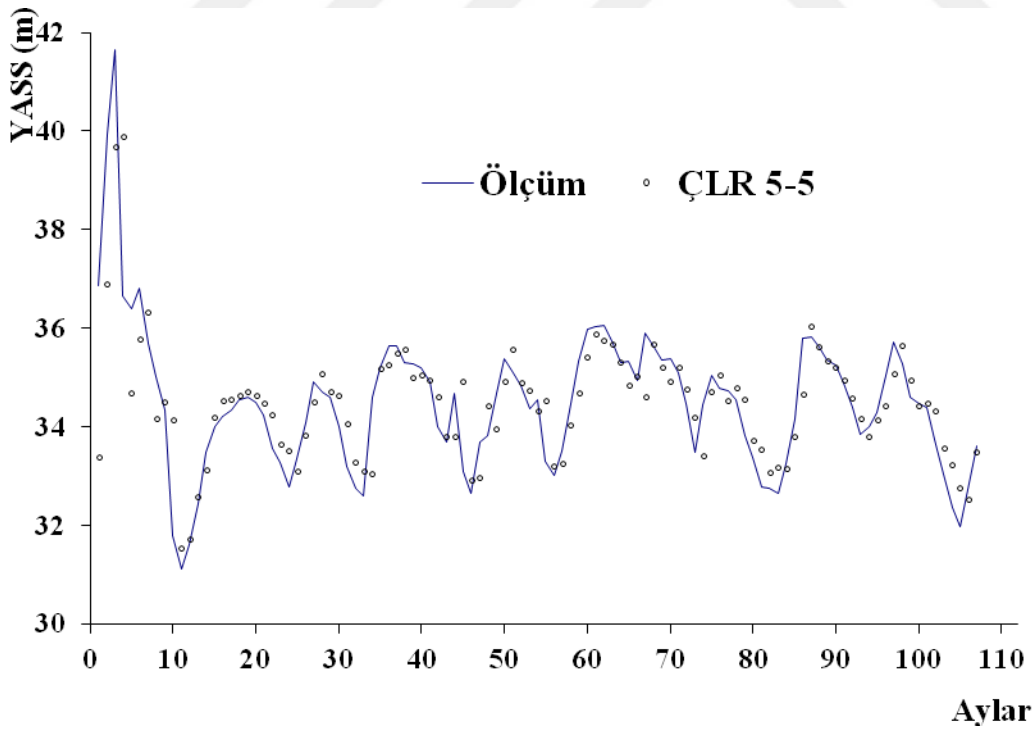
ARMA 3-3 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve dağılım grafikleri, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,87$ olarak elde edilmiştir. ARMA modelleri kıyaslandığında ARMA 5-5 modelinin çok iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır.

4.2.2 ÇLR Model Sonuçları

ÇLR modelleri için 2000-2015 yılları arasında 147 aylık veri değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. YASS tahmininde, ÇLR 5-5 ve ÇLR 2 modeli kullanılmıştır. ÇLR 5-5 modelinde, ARMA modeli içerisinde en iyi sonuca sahip olan ARMA 5-5 modeline benzer olarak seçilmiştir. ÇLR 5-5 Girdi katmanı nodları önceki geçmiş aylık yeraltı su seviyesi verileri alınmıştır. ÇLR 2 modelinde ise aylık toplam Yağış ($Y(t)$), aylık ortalama Sıcaklık ($S(t)$), aylık Bağıl Nem ($BN(t)$), Aylık ortalama Rüzgar Hızı ($RH(t)$) ve aylık yeraltı suyu seviyesi ($YASS(t+1)$) kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de ÇLR 5-5 modeli eğitim verileri için dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

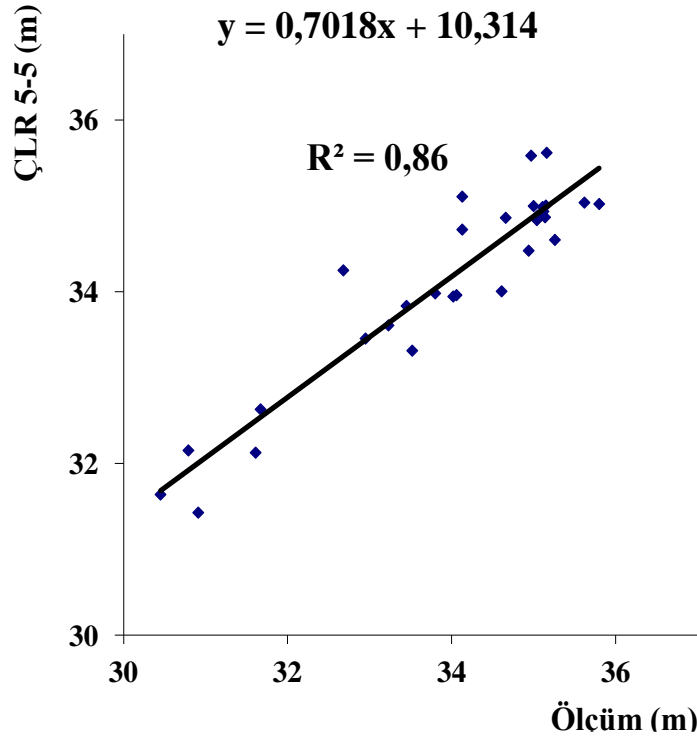


Şekil 4.13. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ÇLR 5-5 saçılım grafiği

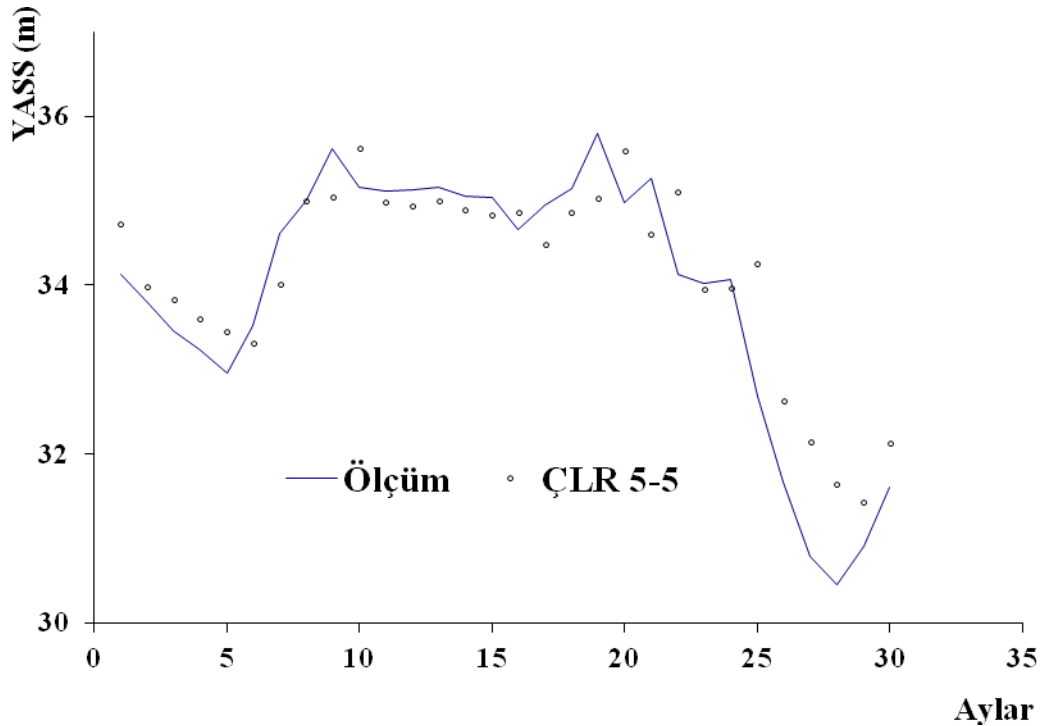


Şekil 4.14. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ÇLR 5-5 dağılım grafiği

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14 incelendiğinde ÇLR 5-5 tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0,68 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim aşamasında, ÇLR 5-5 modelinin ARMA 5-5 modeline yakın performans gösterdiği gözlenmiştir.

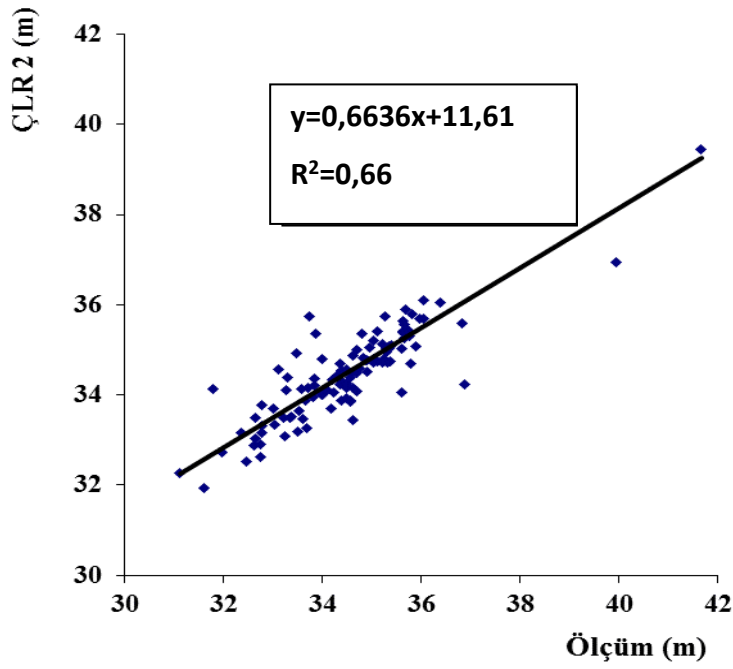


Şekil 4.15. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ÇLR 5-5 saçılım grafiği

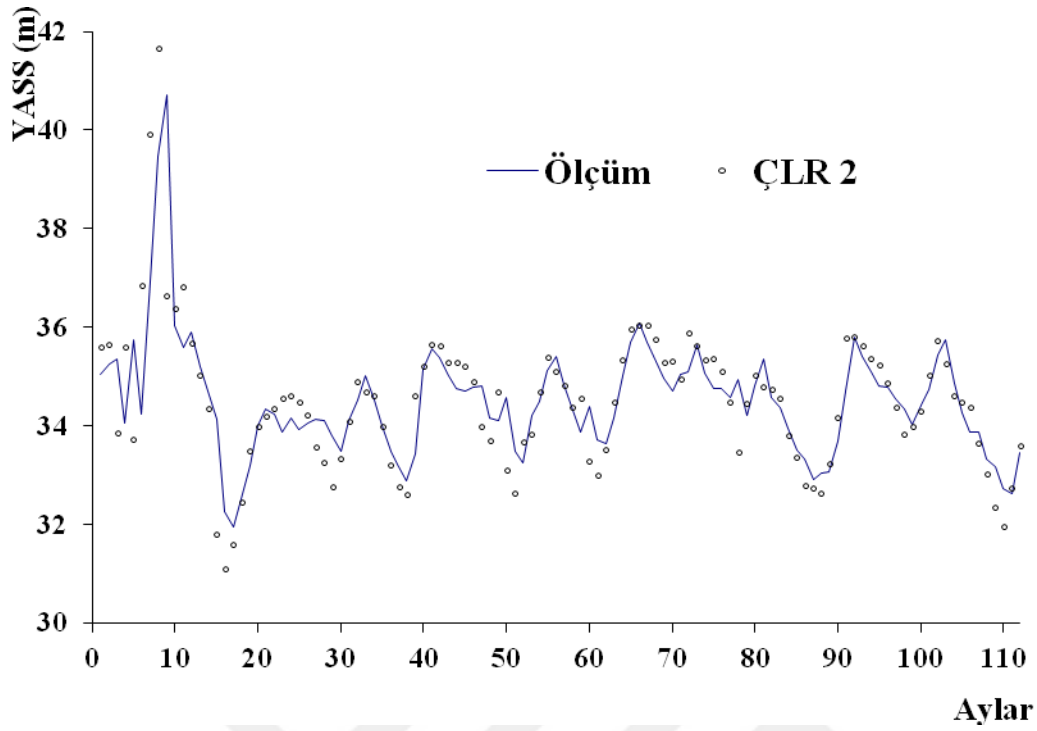


Şekil 4.16. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ÇLR 5-5 dağılım grafiği

ÇLR 5-5 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve saçılım grafikleri, Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,86$ olarak elde edilmiştir. ARMA 5-5 modeli ile kıyaslandığında yakını sonuç verdiği görülmektedir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır. ÇLR 2 modeline ait eğitim ve test aşamasındaki saçılım, dağılım grafikleri sırası ile Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20' de verilmiştir

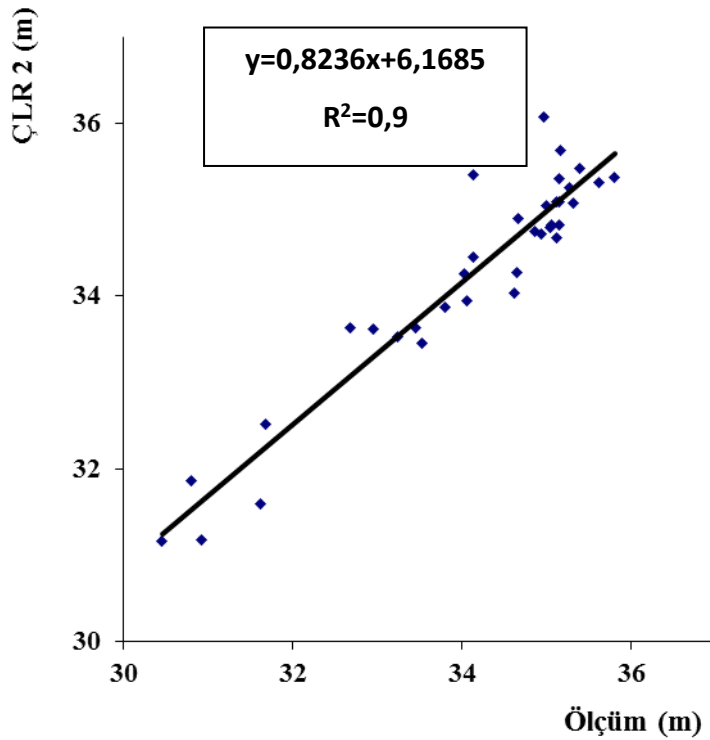


Şekil 4.17. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ÇLR 2 saçılım grafiği

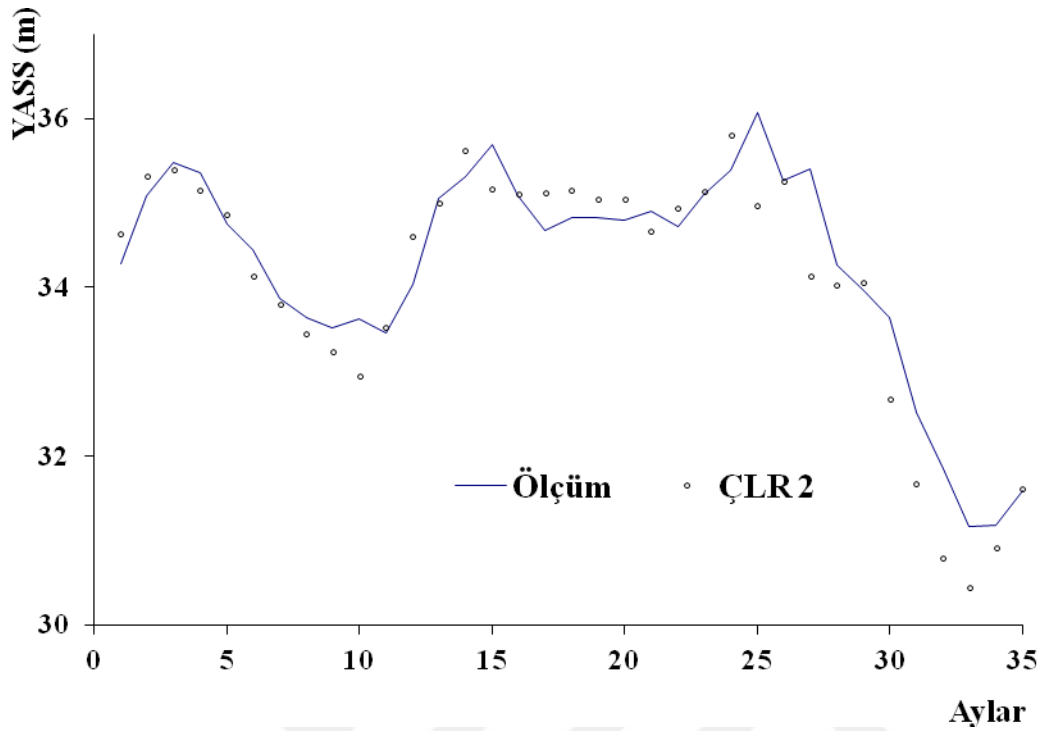


Şekil 4.18. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve ÇLR 2 dağılım grafiği

Şekil 4.17 ve Şekil 4.18 incelendiğinde ÇLR 2 tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0,66 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim aşamasında, ÇLR 2 modelinin ÇLR 5-5 modeline göre daha düşük performans gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 4.19. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ÇLR 2 saçılım grafiği

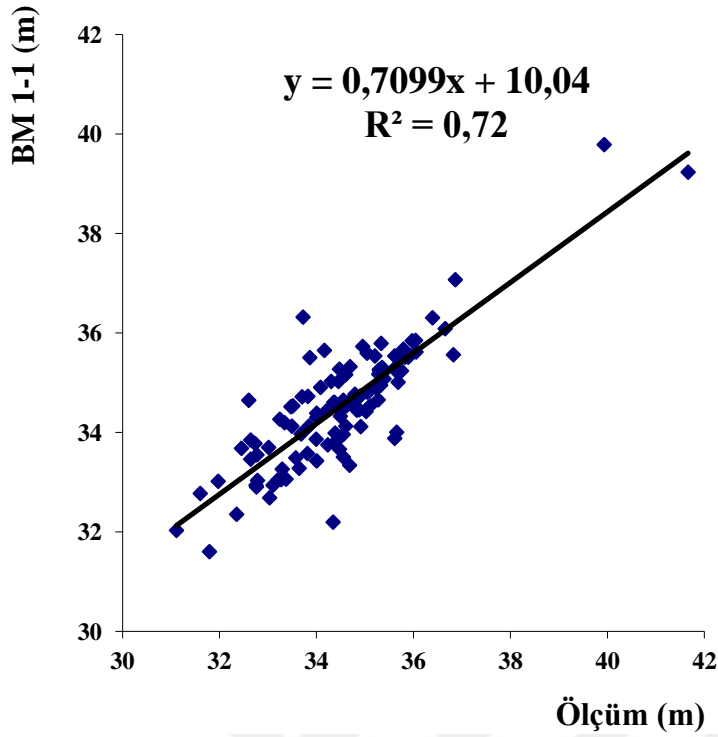


Şekil 4.20. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve ÇLR 2 dağılım grafiği

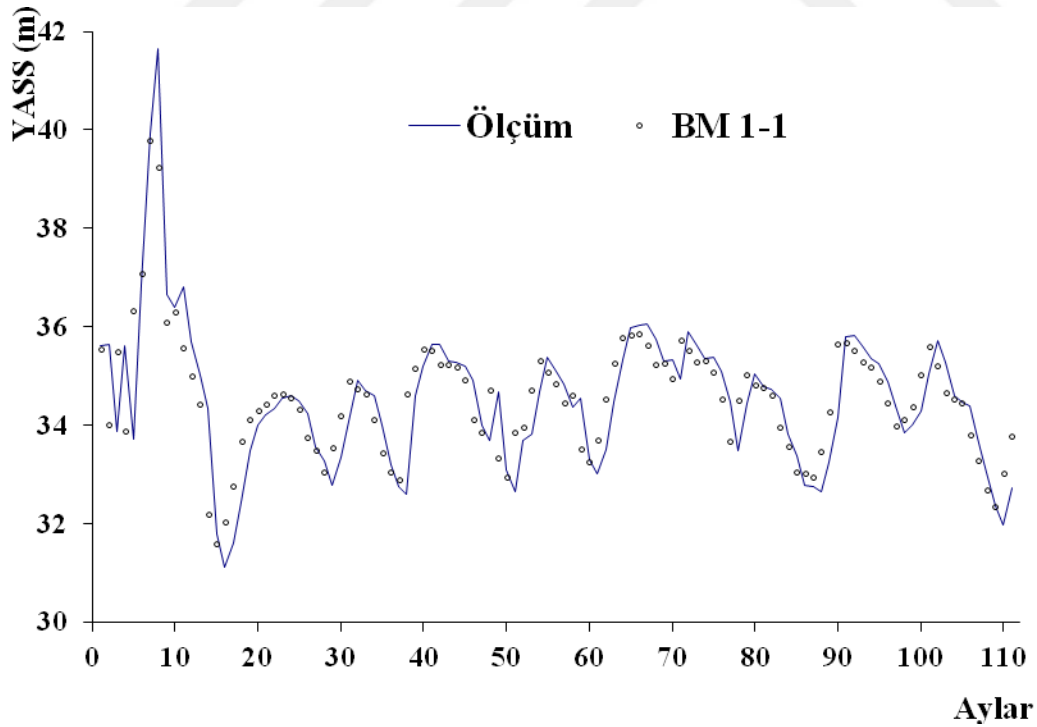
ÇLR 2 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve dağılım grafikleri, Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,90$ olarak elde edilmiştir. ARMA modelleri ile kıyaslandığında ÇLR 2 modelinin çok iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır.

4.2.3 BM Model Sonuçları

ÇLR modelleri için 2000-2015 yılları arasında 147 aylık veri değerlendirilmiş ve sonuçlar aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. YASS tahmininde, BM 1-1 ve BM 2 modeli kullanılmıştır. ÇLR 1-1 modelinde, ARMA 1-1 modeline benzer olarak seçilmiştir. ÇLR 1-1 Girdi katmanı nodları önceki geçmiş aylık yeraltı su seviyesi verisi alınmıştır. BM 2 modelinde girdi olarak, (ÇLR 2 olduğu gibi) ise aylık toplam Yağış ($Y(t)$), aylık ortalama Sıcaklık ($S(t)$), aylık Bağıl Nem ($BN(t)$), Aylık ortalama Rüzgar Hızı ($RH(t)$) ve aylık yeraltı suyu seviyesi ($YASS(t+1)$) kullanılmıştır. Aşağıda Şekil 4.21 ve Şekil 4.22 'de ÇLR 1-1 modeli eğitim verileri için dağılım ve saçılım grafikleri gösterilmiştir.

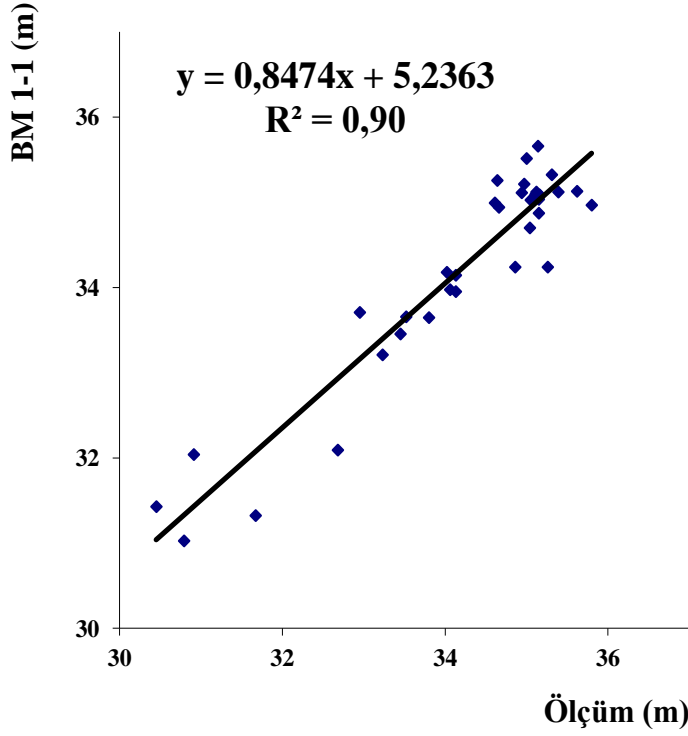


Şekil 4.21. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve BM 1-1 saçılım grafiği.

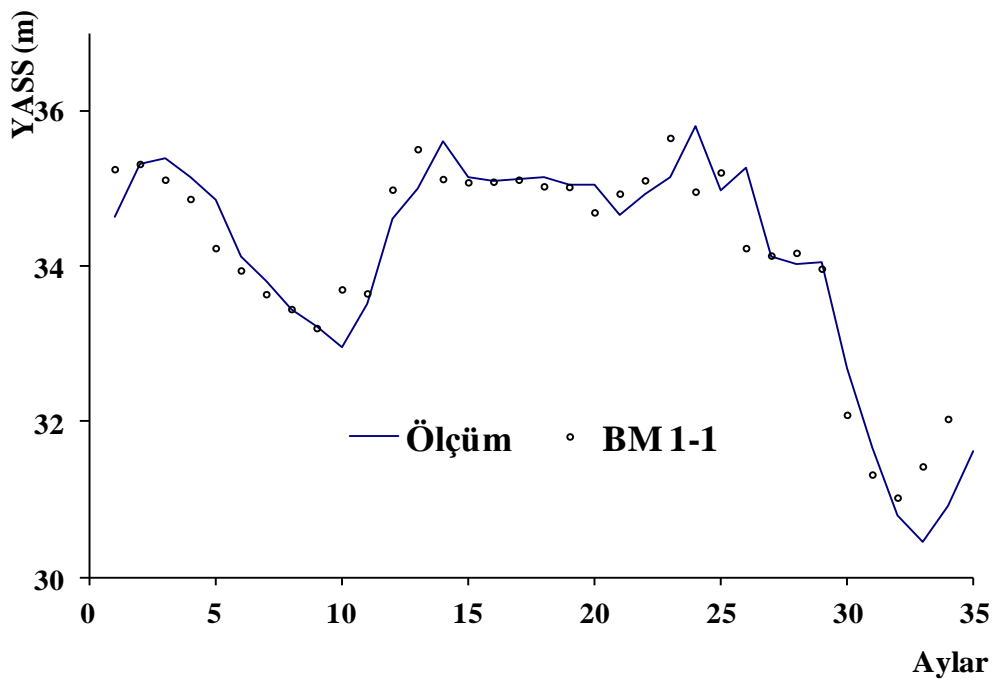


Şekil 4.22. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve BM 1-1 dağılım grafiği.

Şekil 4.21 ve Şekil 4.22 incelendiğinde BM 1-1 tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0,72 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim aşamasında, BM 1-1 modelinin tüm modeller arasında en iyi performans gösterdiği gözlenmiştir.

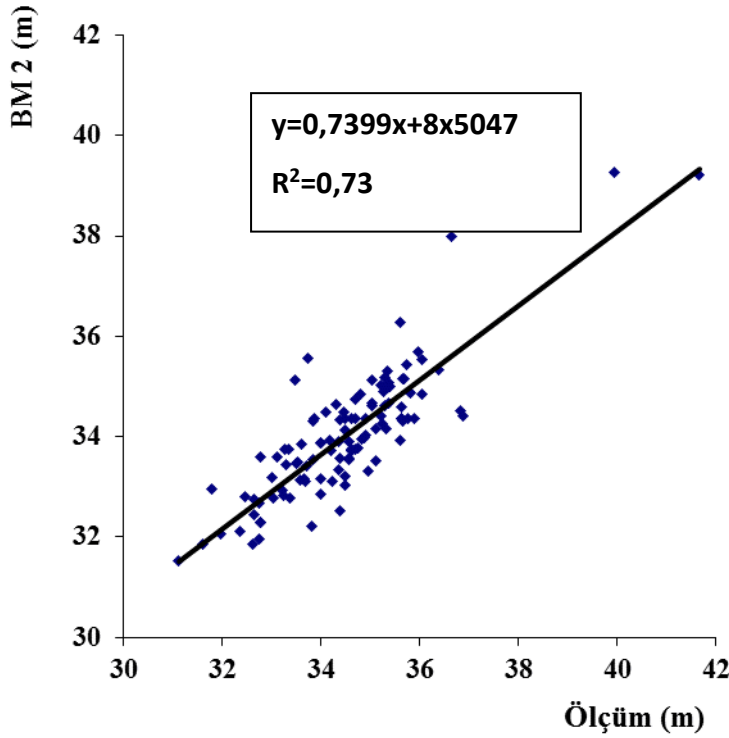


Şekil 4.23. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve BM 1-1 saçılım grafiği.

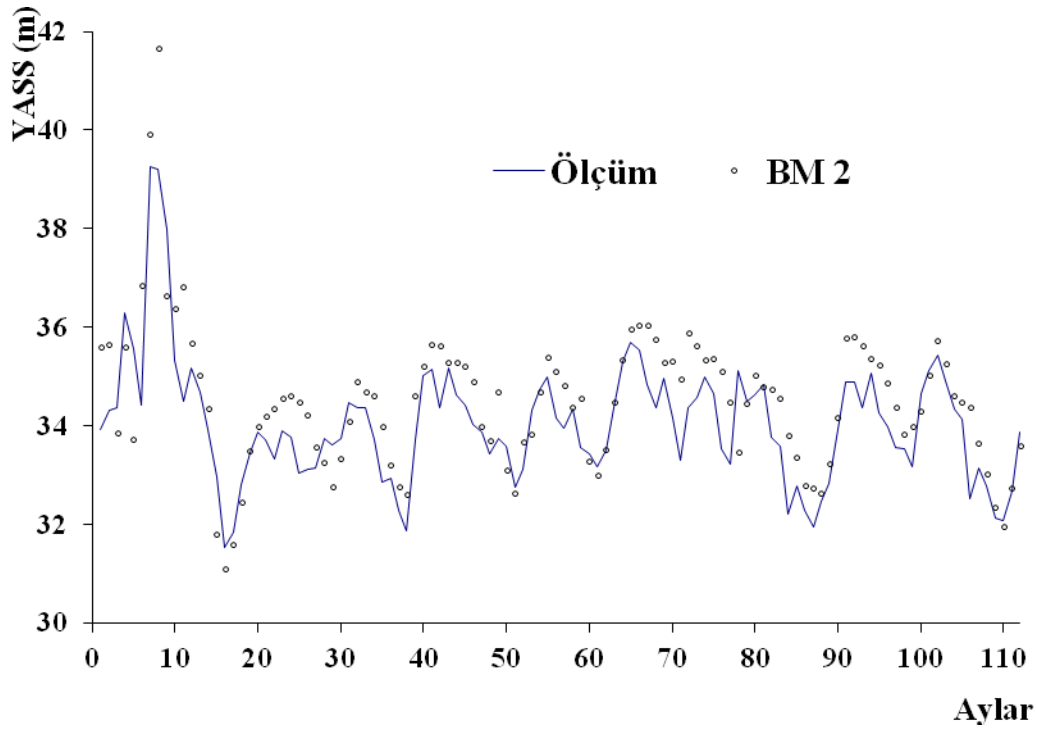


Şekil 4.24. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve BM 1-1 dağılım grafiği.

BM 1-1 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve dağılım grafikleri, Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,90$ olarak elde edilmiştir. ARMA 5-5 modeline ve ÇLR 5-5 modeline göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır. BM 2 modeline ait eğitim ve test aşamasındaki saçılım, dağılım grafikleri sırası ile Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28' de verilmiştir.

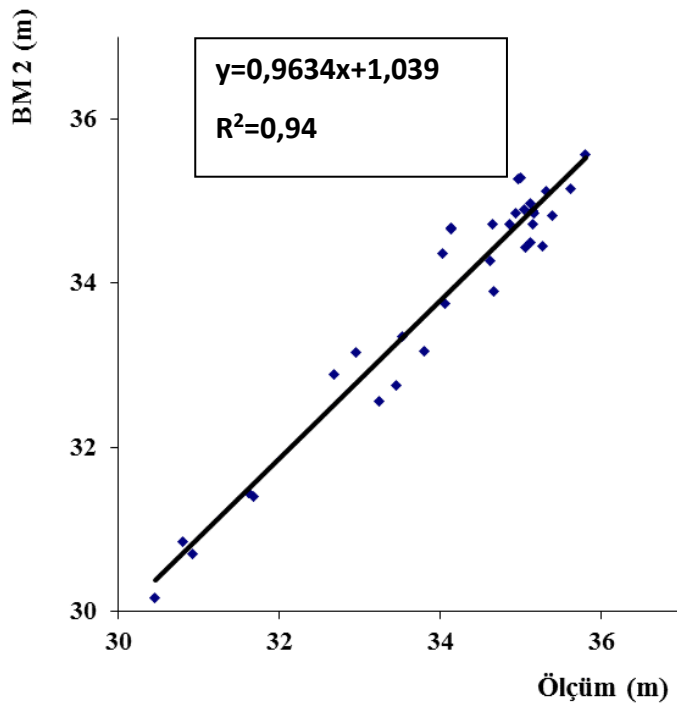


Şekil 4.25. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve BM 2 saçılım grafiği.

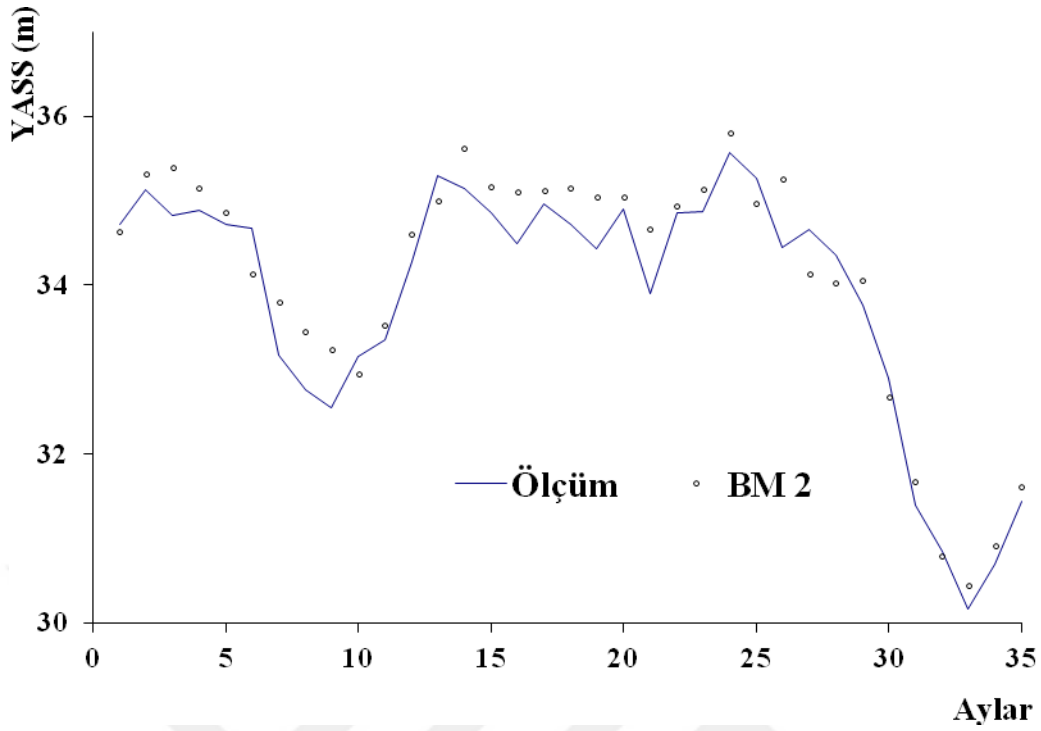


Şekil 4.26. Yeraltı su seviyesi eğitim verileri için Ölçüm ve BM 2 dağılım grafiği

Şekil 4.25 ve Şekil 4.26 incelendiğinde BM 2 tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakın olduğu ve determinasyon katsayısının 0.73 olduğu tespit edilmiştir. Eğitim aşamasında, ARMA ve ÇLR modellerine göre daha iyi performans gösterdiği gözlenmiştir.



Şekil 4.27. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve BM 2 saçılım grafiği.



Şekil 4.28. Yeraltı su seviyesi test verileri için Ölçüm ve BM 2 dağılım grafiği

BM 2 modelinde, verilerin test edilmesi için dağılım ve dağılım grafikleri, Şekil 4.27 ve Şekil 4.28'de gösterilmiştir. Test aşamasında, determinasyon katsayısı $R^2 = 0,94$ olarak elde edilmiştir. ARMA ve ÇLR modelleri ile kıyaslandığında BM 2 modelinin çok iyi sonuçlar verdiği görülmektedir. Dağılım ve saçılım grafikleri incelendiğinde, tahmini değerler gerçek değerlere yakındır. Modellere ait istatistiksel sonuçlar Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. YASS Tahmininde Kullanılan Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

MODELLER	GİRDİ	OKH	OMH	R ²
ARMA 1-1	YASS _(t+1)	0,29	0,41	0,86
ARMA 3-3	YASS _(t+1) , YASS _(t-2) , YASS _(t+3)	0,30	0,43	0,86
ARMA 5-5	YASS _(t+1) , YASS _(t+2) , YASS _(t+3) , YASS _(t+4) , YASS _(t+5)	0,29	0,39	0,87
ÇLR 5-5	YASS _(t+1) , YASS _(t+2) , YASS _(t+3) , YASS _(t+4) , YASS _(t+5)	0,40	0,50	0,86
ÇLR 2	Y _(t) , S _(t) , BN _(t) , RH _(t) , YASS _(t+1)	0,25	0,37	0,90
BM 1-1	YASS _(t+1)	0,21	0,34	0,90
BM 2	Y _(t) , S _(t) , BN _(t) , RH _(t) , YASS _(t+1)	0,17	0,35	0,94

OKH: Ortalama karesel hata, **OMH:** Ortalama mutlak hata **R²:** Determinasyon katsayısı.

Y(t): aylık toplam Yağış, **S(t):** aylık ortalama Sıcaklık, **BN(t):** aylık Bağıl Nem, **RH(t):** aylık ortalama Rüzgar Hızı, **YASS(t+1)** : aylık yeraltı suyu seviyesi

Tablo 4.1'e göre OKH, OMH ve R²'ye göre, tüm modeller güzel sonuç vermiştir. Ancak, ÇLR 3-3 (0,40 – 0,50-0,86) modeli en düşük başarı oranına sahiptir. ARMA modelleri içerisinde ARMA 5-5 modeli (0,29 – 0,39 -0,87) iyi performans göstermiştir. Tüm modeller değerlendirildiğinde ise; BM 1-1 (0,21 – 0,34-0,90) modeli, ÇLR 2 (0,25 – 0,37-0,90) modeli, BM 2 (0,17 – 0,35 -0,94) modellerinin diğer modellerden daha iyi performans gösterdiği bulunmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİ

Bu çalışmada, oto-regresif hareketli ortalama (ARMA), çoklu lineer regresyon (ÇLR) ve Bulanık Mantık (BM) modelleri, yeraltı suyu seviyesinin tahmini sırasındaki performansı araştırılmıştır.

Çalışmanın ilk kısmında yer altı su seviyesi zaman serileri kullanılarak Arma modelleri için 3 farklı model (ARMA 1-1, ARMA 3-3, ARMA 5-5), ÇLR modelleri için 2 model (ÇLR 5-5, ÇLR 2) ve BM modelleri için 2 model (BM 1-1, BM2) uygulanmıştır. Uygulama alanı olarak, Hatay ili Dörtüol Bölgesine ait, DSİ 5512 nolu kuyusu için uygulanmıştır.

Yağış (Y), ortalama hava sıcaklığı (S), bağıl nem (BN), rüzgâr hızı (RH) yeraltı suyu seviyesi (YASS) zaman serisi gibi hidrolojik parametreleri içeren 2000-2015 yılları arasındaki 147 aylık veri setleri, yeraltı suyu seviyesini tahmin etmek için girdi verileri olarak kullanılmıştır. İstatistiksel performans değerlendirme ölçütü olarak determinasyon katsayısı (R^2), ortalama karesel hata (OKH), ortalama mutlak hata (OMH), kullanılmıştır. Çalışma neticesinde üç yöntemin de kullanılabilir olduğu, özellikle ÇLR 2 modelinin ve BM 2 modelinin problem için çok uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemler YASS tahmini açısından önerilir. Su kaynaklarının yönetimi için çalışmada kullanılan modeller aydınlatıcı olmuştur. Bundan sonra yapılacak tahminlerde modeller probleme uyarlanarak başarılı sonuçlara ulaşırlar.

KAYNAKLAR

Demirci, M., Unes, F., Kaya, Y. Z., Mamak, M., Tasar, B. & Ispir, E. (2017, March) Estimation of groundwater level using artificial neural networks: a case study of Hatay-Turkey. In *10th International Conference „Environmental Engineering “*

Bayazıt, M., 1996. İnşaat Mühendisliğinde Olasılık Yöntemleri. İTÜ.

Demirci, M. (1999). Fuzzy functions and their fundamental properties. *Fuzzy Sets and Systems*, 106(2), 239-246.

Bayazıt, M., 2003. Hidroloji. Birsen Yayınevi. İstanbul.

Bayazıt, M., ve Oğuz, B., 2005. Mühendisler İçin İstatistik. Birsen Yayınevi.

Kişi, Ö. (2004). River flow modeling using artificial neural networks. *Journal of Hydrologic Engineering*, 9(1), 60-63.

MGM, 2016. Resmi İstatistikler. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr/> (Erişim tarihi:25/02/2019).

Mamak, M., Üneş, F., Kaya, Y. Z., & Demirci, M. (2017). Evapotranspiration Prediction Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Penman FAO 56 Equation for St. Johns, FL, USA. In *Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE*(Vol. 10, pp. 1-5). Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.

UNEP, 2016. Global Water Resources. United Nations Environment Programme. http://www.unep.org/training/programmes/Instructor%20Version/Part_2/Activities/Economics_of_Ecosystems/Water/Supplemental/Global_Water_Resources.pdf(Erişim tarihi:01/02/2019)

Yurtçu Ş. ve İçağa Y., 2005. Akarçay havzası yeraltı suyu periyodik davranışının modellenmesi. *Teknolojik Araştırmalar Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1 (2): 21-28. Konikow, L. F., & Kendy, E. (2005). Groundwater depletion: A global problem. *Hydrogeology Journal*, 13(1), 317-320.

Ahn, G. J., & Sandhu, R. (2000). Role-based authorization constraints specification. *ACM Transactions on Information and System Security (TISSEC)*, 3(4), 207-226.

Reyes-Acevedo, M. A., Flacke, J., & Brussel, M. (2011). IGS-SENCE CONFERENCE RESILIENT SOCIETIES-GOVERNING RISK AND VULNERABILITY FOR WATER, ENERGY AND CLIMATE CHANGE 19-21 OCTOBER 2011 UNIVERSITY OF TWENTE.

Yong, B., Ren, L. L., & Hong, Y. ve Wang, W. 2010. Hydrologic evaluation of Multisatellite Precipitation Analysis standard precipitation products in basins beyond its inclined latitude band: a case study in Laohahe basin, China. *Water Resour. Res.*, 46(7).

Irvine, K. N., & Eberhardt, A. J. (1992). MULTIPLICATIVE, SEASONAL ARIMA MODELS FOR LAKE ERIE AND LAKE ONTARIO WATER LEVELS 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 28(2), 385-396.

Tokar, A. S., & Johnson, P. A. (1999). Rainfall-runoff modeling using artificial neural networks. *Journal of Hydrologic Engineering*, 4(3), 232-239.

Vaziri, M. (1997). Predicting Caspian Sea surface water level by ANN and ARIMA models. *Journal of waterway, port, coastal, and ocean engineering*, 123(4), 158-162.

Şen, Z. (2005). İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE SU KAYNAKLARINA ETKİSİ.

Hasebe, M., & Nagayama, Y. (2002). Reservoir operation using the neural network and fuzzy systems for dam control and operation support. *Advances in Engineering Software*, 33(5), 245-260.

Nayak, P. C., Sudheer, K. P., Rangan, D. M., & Ramasastri, K. S. (2004). A neuro-fuzzy computing technique for modeling hydrological time series. *Journal of Hydrology*, 291(1-2), 52-66.

Dal Cin, C., Moens, L., Dierickx, P., Bastin, G., & Zech, Y. (2005). An integrated approach for realtime floodmap forecasting on the Belgian Meuse River. *Natural Hazards*, 36(1-2), 237-256.

Mohammadi, K., Eslami, H. R., & Kahawita, R. (2006). Parameter estimation of an ARMA model for river flow forecasting using goal programming. *Journal of Hydrology*, 331(1-2), 293-299.

FIRAT, M., Yurdusev, M. A., & Mermer, M. (2008). UYARLAMALI SİNİRSEL BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE AYLIK SU TÜKETİMİNİN TAHMİNİ. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(2).

Doğan, E., Işık, S., & Sandalcı, M. (2007). Günlük Buharlaşmanın Yapay Sinir Ağları Kullanarak Tahmin Edilmesi. *İMO Teknik Dergi*, 4119(4131), 271.

Altunkaynak, A. (2007). Forecasting surface water level fluctuations of Lake Van by artificial neural networks. *Water resources management*, 21(2), 399-408.

Esental, Halil. Eğirdir Gölü su seviyesi mevsimsel değişiminin bulanık mantık metoduyla modellenmesi. Diss. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.

Hasmida H (2009) Water quality trend at the upper part of johor river in relation to rainfall and runoff pattern. MS thesis, Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi, Malaysia.

Talei, A., Chua, L. H. C., & Wong, T. S. (2010). Evaluation of rainfall and discharge inputs used by Adaptive Network-based Fuzzy Inference Systems (ANFIS) in rainfall–runoff modeling. *Journal of Hydrology*, 391(3-4), 248-262.

Pekárová, P., Onderka, M., Pekár, J., Rončák, P., & Miklánek, P. (2009). Prediction of water quality in the Danube River under extreme hydrological and temperature conditions. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 57(1), 3-15.

Faruk, D. Ö. (2010). A hybrid neural network and ARIMA model for water quality time series prediction. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 23(4), 586-594.

Vafakhah, M. (2012). Application of artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system models to short-term streamflow forecasting. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 39(4), 402-414.

Liu, Y., He, Y. T., Tan, N., Chen, J. Y., Liu, Y. H., Yang, D. H., ... & Duan, C. Y. (2015). Preprocedural N-Terminal Pro-Brain Natriuretic Peptide (NT-pro BNP) Is Similar to the Mehran Contrast-Induced Nephropathy (CIN) Score in Predicting CIN Following Elective Coronary Angiography. *Journal of the American Heart Association*, 4(4), e001410.

Kasilingam, K., Gandhi, M. S., Krishnakumar, S., & Magesh, N. S. (2016). Trace element concentration in surface sediments of Palk Strait, southeast coast of Tamil Nadu, India. *Marine pollution bulletin*, 111(1-2), 500-508.

Yaseen, Z. M., Jaafar, O., Deo, R. C., Kisi, O., Adamowski, J., Quilty, J., & El-Shafie, A. (2016). Stream-flow forecasting using extreme learning machines: A case study in a semi-arid region in Iraq. *Journal of Hydrology*, 542, 603-614.

Wang, Z., Hu, Y., Wang, R., Guo, S., Du, L., Zhao, M., & Yao, Z. (2017). Soil organic carbon on the fragmented Chinese Loess Plateau: Combining effects of vegetation types and topographic positions. *Soil and Tillage Research*, 174, 1-5.

Taheri, A., & Zare, M. (2011). Groundwater artificial recharge assessment in Kangavar Basin, a semi-arid region in the western part of Iran. *African journal of agricultural research*, 6(18), 4370-4384.

Zare, M., & Koch, M. (2014). 3D-groundwater flow modeling of the possible effects of the construction of an irrigation/drainage network on water-logging in the Miandarband plain, Iran. *J. Soil Environ. Sci*, 2, 2345-4090.

Üneş, F., Demirci, M., & Kişi, Ö. (2015). Prediction of millers ferry dam reservoir level in usa using artificial neural network. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 59(3), 309-318.

Taşar, B., Kaya, Y. Z., Varçin, H., Üneş, F., & Demirci, M. (2017). Forecasting of suspended sediment in rivers using artificial neural networks approach. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(12).

Taşar, B., Üneş, F., Demirci, M., & Kaya, Y. Z. (2018). Yapay sinir ağları yöntemi kullanılarak buharlaşma miktarı tahmini. *DÜMF Mühendislik Dergisi*, 9(1), 543-551.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Soyadı, adı : MARUF,Ayda Gizem
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 06.06.1990, Antakya
Medeni hali : Bekar
Telefon : -----
e-mail : aydamaruf@gmail.com

Eğitim

Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi / İnşaat Mühendisliği	2014
Lise	Osman Ötken Anadolu Lisesi	2007

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-2015	Özel Sektör	İnşaat Mühendisi
2015-Halen	Hatay Büyükşehir Belediyesi	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

DİZİN

<hr/> A ARMA · III, IV, VII, IX, X, XII, 5,6,7,8,9,12,16,20,31,32,33, 34,35,36,37,38,39,40,42,43, 46,49,50,51,52,53,55	<hr/> M Model · III, IV, VII, VIII, XI, 6,7,8,9,1 0,11,12,16,18,19,20,23,24,2 7,30,31,32,33,34,36,37,39,4 0,42,43,45,46,47,49,50,51,5 2,53,54,55,56,57	36,37,39,40,42,43,45,46,47, 49,50,51,52,53,55,57
<hr/> B Bulanık Mantık · III, VII, X, XII, 5,7,8,11,16,21,23,31,32 ,46,47,48,49,50,51,52,53,55 Bağıl Nem · III, IX, XII, 12,15,16,29,30,39,46,52,53	<hr/> O Ortalama Karesel Hata · III, XII, 12,31,52,53 Ortalama Mutlak Hata · III, XII, 12,31,52,53	<hr/> R Rüzgar hızı · III, IV, IX, XII, 7,12,15,40,4 6,52,53
<hr/> Ç Çoklu Lineer Regresyon · III, VII, X, XII, 5,12,16,29,31, 32,40,41,42,43,44,45,46,49, 50,51,52,53	<hr/> S Sıcaklık · IX, 7,9,10,11,12,14,16,30,4 0,46,52	<hr/> Y Yağış · III, IX, XII, 1,3,4,7,8,9,10,11,12,13,1 4,16,30,40,46,52,53 Yer Altı Su Seviyesi · III, IX, X, XII, 6,7,31,32,33,3 4,35,36,37,38,39,40,41,42,4 3,44,45,46,47,48,49,50,51,5 2
<hr/> D Dörtüyl · III, IV, IX, 12,13,14,15,16,53	<hr/> T Tahmin · III, XI, 4,5,6,7,8,9,10,11,12, 16,17,19,29,30,31,32,33,34,	



TEKNOVERSITE





teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

