

114227

KİL ZEMİNLERDE YERALTI SUYU

DAVRANIŞININ MODELLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şaban YURTCU

Danışman: Yard.Doç.Dr. Yılmaz İÇAĞA

YAPI EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

HAZİRAN 2001

**KİL ZEMİNLERDE YERALTI SUYU DAVRANIŞININ
MODELLENMESİ**

Şaban YURTCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Yılmaz İÇAĞA

**T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Afyon

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Haziran 2001

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZETİ

KİL ZEMİNLERDE YERALTI SUYU DAVRANIŞININ MODELLENMESİ

Şaban YURTCU

Yapı Eğitimi Anabilim Dalı

Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Haziran 2001

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Yılmaz İÇAĞA

Bu çalışmada bağımlı değişken debi ve bağımsız değişkenler olarak da yeraltı su seviyesi, yağış ve buharlaşmanın kullanıldığı bir istatistiksel modelle yeraltı suyunun davranışının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Verilerin çarpıklığı Box-Cox dönüşümü ile giderilerek doğrusal otoregressif modeller (Markov) uygulanmıştır. Verilerde yıl içi periyodik davranış olup olmadığını araştırmak amacıyla periodogram analizi kullanılmış, değişkenler arasındaki ilişkiler korclogram analizi ile tahmin edilmiştir. Verilerin zaman içerisindeki dağılımları belirlenmiş ve bu veriler grafiklerde gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Otoregressif model, Akarçay havzası, Periyodik davranış, Regresyon Analizi, Markov.

MASTER'S THESIS ABSTRACT**MODELLING OF THE BEHAVIOR OF GROUND
WATER IN CLAY GROUND****Şaban YURTCU****Department Of Structure Education****Afyon Kocatepe University, Instituty of Science and Technology****June 2001****Adviser Assistant: Yrd.Doc. Dr. Yılmaz İÇAĞA**

In this study, it was purposed to determine the behavior of ground water using a statistical model including discharge as dependent, and the rainfall, level of ground water and evaporation as independent variables.

The skewness of data was corrected by Box-Cox transformation, and lineer outo-regressive modcls (Markov) were implemented.

Analysis of periodogram was used to investigate whether the periodical attitude occured in the available data in year. The relationships among the variables were estimated by the correlogram analysis.

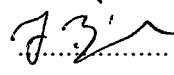
The dispersion of data was dctermined throughout the time, and these data were shown in the graphics.

Keywords: Outoregressive modelling, Akarçay basin, Periodicial behavior, Regression analysis, Markov.

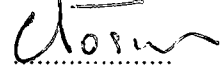
TEZ JÜRİSİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

İMZA

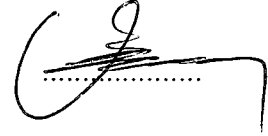
Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Yılmaz İÇAĞA



Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Hasan TOSUN



Doç. Dr. Yaşar KİBİCİ



Şaban Yurtcu'nun Kil Zeminlerde Yeraltı Suyu Davranışının Modellenmesi başlıklı tezi 23/07/2001 tarihinde, yukarıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, Yapı Eğitimi Anabilim dalında, Yüksek Lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun .0.7./0.7./2001 tarih ve .4.9. sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Doç. Dr. Recep ASLAN.
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez konusunun belirlenmesinde ve sonraki çalışmalarında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Yrd. Doc. Dr. Yılmaz İÇAĞA'ya :

Teşekkürlerimle...

Şaban YURTCU



ÖZGEÇMİŞ**Şaban YURTCU****Yapı Eğitimi Anabilim Dalı****Yüksek Lisans****Eğitim**

Lisans : 1998 Fırat Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi (TEF) Yapı Eğitimi Bölümü

Lise : 1992 Çınarlı Teknik Lisesi, İnşaat Bölümü

İş / İstihdam

1998- Öğretim Görevlisi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Emirdağ Meslek Yüksekokulu

Mesleki Birlik / Dernek / Kuruluş Üyelikleri

2000 – Afyon Kocatepe Üniversitesi Öğretim Elemanları Derneği

Kişisel Bilgiler

Doğum yeri ve yılı : 2 Nisan 1974

Cinsiyeti : Erkek

Yabancı dil : İngilizce

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Birleşik Zemin Sınıflandırması	5
Tablo 2. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Verileri	20
Tablo 3. Çok Değişkenli Regresyonda Modelin Anlamlılığı İçin Varyans Analizi	22
Tablo 4. Akarçay Havzasında Bulunan Akarsular Ve Akım Gözlem İstasyonları	30
Tablo 5. Yeraltı Su Seviye Gözlem İstasyonları	31
Tablo 6. Yağış Gözlem İstasyonları	31
Tablo 7. Buharlaşma Gözlem İstasyonları	32
Tablo 8. Yağış Gözlemleri İstatistik Parametreleri	32
Tablo 9. Buharlaşma Gözlemleri İstatistik Parametreleri	32
Tablo 10. Akım Gözlemleri İstatistik Parametreleri	33
Tablo 11. Kuyu Su Seviye Gözlemleri İstatistik Parametreleri	33
Tablo 12. Otoregressif Model Hesap Sonuçları	54
Tablo 13. Otoregressif Model Hesap Sonuçları (Devamı)	55
Tablo 14. Otoregressif Model Hesap Sonuçları (Devamı)	56
Tablo 15. Yağış Verileri İçin Periodogram Analizi	57
Tablo 16. Buharlaşma Verileri İçin Periodogram Analizi	60
Tablo 17. Akım Verileri İçin Periodogram Analizi	62
Tablo 18. Kuyu Su Seviye Verileri İçin Periodogram Analizi	65
Tablo 19. Kuyu Ve Buharlaşma Gözlemleri İçin Korelogram Analizi	67
Tablo 20. Seyitler (Buharlaşma), Susuz (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi	70
Tablo 21. Seyitler (Kuyu) ve Seyitler (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	70
Tablo 22. Seyitler (Kuyu) ve Seyitler (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	71
Tablo 23. Seyitler (Buharlaşma) ve Seyitler (Akım) Regresyon ve Korelasyon	

Analizi	71
Tablo 24. Seyitler (Buharlaşma), Susuz (Kuyu), Seyitler (Akım) ve Seyitler (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	72
Tablo 25. Selevir (Buharlaşma) ve Şuhut (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi	72
Tablo 26. Selevir (Buharlaşma) ve Selevir (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	73
Tablo 27. Selevir (Buharlaşma) ve Selevir (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	73
Tablo 28. Selevir (Buharlaşma), Şuhut (Kuyu), Selevir (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	74
Tablo 29. Selevir (Buharlaşma), Şuhut (Kuyu), Selevir (Akım), Selevir (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	74
Tablo 30. Serban (Buharlaşma), Sinanpaşa (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi	75
Tablo 31. Serban (Buharlaşma), Balmahmut (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	75
Tablo 32. Serban (Buharlaşma), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	76
Tablo 33. Serban (Buharlaşma), Sinanpaşa (Kuyu), Balmahmut (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	76
Tablo 34. Serban (Buharlaşma), Sinanpaşa (Kuyu), Balmahmut (Akım), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	77
Tablo 35. Eber (Buharlaşma), Çay (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi	78
Tablo 36. Eber (Buharlaşma), Bolvadin (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	78
Tablo 37. Eber (Buharlaşma), Çay (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	79
Tablo 38. Eber (Buharlaşma), Çay (Kuyu), Bolvadin (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	79
Tablo 39. Eber (Buharlaşma), Çay (Kuyu), Bolvadin (Akım), Çay (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	80
Tablo 40. Serban (Buharlaşma), Beyyazı (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon	

Analizi	88
Tablo 41. Serban (Buharlaşma), Kprl (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	81
Tablo 42. Serban (Buharlaşma), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	82
Tablo 43. Serban (Buharlaşma), Beyyazı (Kuyu), Kprl (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi	82
Tablo 44. Serban (Buharlaşma), Beyyazı (Kuyu), Kprl (Akım), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi	83



ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Mühendislik Hidrolojisi Açısından Hidrolojik Çevrim	5
Şekil 2. Akarçay Havzası Gözlem İstasyonları	26
Şekil 3. Afyon (Merkez) Aylık Toplam Yağış Grafiği	33
Şekil 4. Seyitler Barajı Aylık Toplam Yağış Grafiği	33
Şekil 5. Selevir Barajı Aylık Toplam Yağış Grafiği	33
Şekil 6. Bolvadin Aylık Toplam Yağış Grafiği	34
Şekil 7. Çay Aylık Toplam Yağış Grafiği	34
Şekil 8. Eber Aylık Toplam Yağış Grafiği	34
Şekil 9. Cankurtaran Aylık Toplam Yağış Grafiği	35
Şekil 10. Sultandağı Aylık Toplam Yağış Grafiği	35
Şekil 11. Akşehir Aylık Toplam Yağış Grafiği	35
Şekil 12. Taşköprü Aylık Toplam Yağış Grafiği	36
Şekil 13. Eber Aylık Toplam Buharlaşma Grafiği	36
Şekil 14. Seyitler Barajı Aylık Toplam Buharlaşma Grafiği	36
Şekil 15. Selevir Aylık Toplam Buharlaşma Grafiği	37
Şekil 16. Serban Aylık Toplam Buharlaşma Grafiği	37
Şekil 17. Taşköprü Aylık Toplam Buharlaşma Grafiği	37
Şekil 18. Akarçay (Bolvadin) Aylık Toplam Akım Grafiği	38
Şekil 19. Çay (Çay Deresi) Aylık Toplam Akım Grafiği	38
Şekil 20. Köprülü (Araplı Deresi) Aylık Toplam Akım Grafiği	38
Şekil 21. Akdeğirmen (Nacak Deresi) Aylık Toplam Akım Grafiği	39
Şekil 22. Nacak Deresi (Balmahmut) Aylık Toplam Akım Grafiği	39
Şekil 23. Seyitler Giriş Aylık Toplam Akım Grafiği	39
Şekil 24. Şuhut (Merkez 19065) Toplam Kuyu Seviye Gözlem Grafiği	40
Şekil 25. Afyon (Susuz 12993) Toplam Kuyu Seviye Gözlem Grafiği	40
Şekil 26. Çay (Merkez 18589) Toplam Kuyu Seviye Gözlem Grafiği	40
Şekil 27. Afyon (Beyyazı 13332) Toplam Kuyu Seviye Gözlem Grafiği	41
Şekil 28. Sinanpaşa (Küçük Hüyük 7932) Toplam Kuyu Seviye Gözlem Grafiği	41
Şekil 29. Afyon Aylık Ortalama Yağış Grafiği	41

Şekil 30. Seyitler Aylık Ortalama Yağış Grafiği	42
Şekil 31. Selevir Aylık Ortalama Yağış Grafiği	42
Şekil 32. Bolvadin Aylık Ortalama Yağış Grafiği	42
Şekil 33. Çay Aylık Ortalama Yağış Grafiği	43
Şekil 34. Eber Aylık Ortalama Yağış Grafiği	43
Şekil 35. Sultandağı Aylık Ortalama Yağış Grafiği	43
Şekil 36. Taşköprü Aylık Ortalama Yağış Grafiği	44
Şekil 37. Cankurtaran Aylık Ortalama Yağış Grafiği	44
Şekil 38. Akşehir Aylık Ortalama Yağış Grafiği	44
Şekil 39. Eber Aylık Ortalama Yağış Grafiği	45
Şekil 40. Taşköprü Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği	45
Şekil 41. Selevir Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği	45
Şekil 42. Serban Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği	46
Şekil 43. Seyitler Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği	46
Şekil 44. Akdeğirmen Aylık Ortalama Akım Grafiği	46
Şekil 45. Nacak Deresi Aylık Ortalama Akım Grafiği	47
Şekil 46. Akarçay (Bolvadin) Aylık Ortalama Akım Grafiği	47
Şekil 47. Köprülü (Araplı Deresi) Aylık Ortalama Akım Grafiği	47
Şekil 48. Çay (Çay Deresi) Aylık Ortalama Akım Grafiği	48
Şekil 49. Seyitler Giriş Aylık Ortalama Akım Grafiği	48
Şekil 50. Afyon (Susuz 12993) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği	48
Şekil 51. Şuhut (19065) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği	49
Şekil 52. Sinanpaşa (Küçük Hüyük 7932) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği	49
Şekil 53. Afyon (Beyyazı 13332) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği	49
Şekil 54. Çay (18589) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği	50
Şekil 55. Seyitler (Giriş) Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri	50
Şekil 56. Selevir (Giriş) Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri	50
Şekil 57. Bolvadin Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri	51
Şekil 58. Eber Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri	51
Şekil 59. Taşköprü Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri	51
Şekil 60. Cankurtaran Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri	52

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEZ JÜRİSİ VE ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ ONAYI.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
ÖZGEÇMİŞ.....	vi
TABLolar.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

I. KİL ZEMİNLER VE YERALTI SUYU.....	3
A) KİL ZEMİNLER.....	3
1. Killerin Fiziksel Özellikleri.....	3
2. Doğada Yapı Olarak Kil Çeşitleri.....	4
3. Kil Yataklarının Oluşumu.....	4
4. Birleşik Zemin Sınıflandırması.....	4
B) YERALTI SUYU.....	5
1. Yeraltı Sularının Beslenme ve Kayıpları.....	6
2. Yeraltı Sularının Hareketi.....	6
a) Yer altı Sularının Hareketine Etki Yapan Faktörler.....	7
aa) <i>Darcy Yasası</i>	7
ab) <i>Porozite</i>	7
ac) <i>Permeabilite (Geçirimsizlik)</i>	8
aca) <i>Permeabilite Katsayısı ve Ölçülmesi</i>	8
acaa) <i>Labaratuvarında Permeabilite Katsayısının Saptanması</i> ...8	

<i>acab) Arazi Permeabilite Katsayısının Saptanması.....</i>	<i>9</i>
C) KİL ZEMİNLERDE YERALTI SUYU.....	10

İKİNCİ BÖLÜM

II. YÖNTEM.....	11
A) DOĞRUSAL OTOREGRESSİF MODELLEME.....	12
1. Otokorelasyon Katsayılarının Hesabı.....	12
2. Yule- Walker Eşitlikleri (Denklemleri).....	13
3. χ^2 (Khi- Kare) Testi.....	15
4. Box- Cox Transformasyonu.....	15
A) PERİODOGRAM ANALİZİ.....	16
B) REGRESYON ANALİZİ.....	18
1. Basit Doğrusal Regresyon Denklemi.....	19
2. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Denklemi.....	20
3. Parametre Tahmini.....	20
4. Modelin Anlamlılık Testi.....	21
5. Çok Değişkenli Korelasyon Analizi.....	22
6. Kısmi Korelasyon Katsayıları.....	23
7. Regresyon Katsayılarıyla İlgili Anlamlılık Testleri.....	24

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

IV. UYGULAMA VE YORUM.....	25
A) AKARÇAY HAVZASI.....	26
1. Coğrafi Konumu ve Yapısı.....	26
2. Havza İklimi.....	26
a) Meteoroloji İstasyonları.....	26
b) Yağış.....	27
c) Sıcaklık.....	27
d) Buharlaşma.....	27
3. Havza Jeolojisi.....	28

4. Akarsular.....	28
B) KULLANILAN VERİLER.....	29
C) OTOREGRESSİF MODELLEME.....	53
D) PERİODOGRAM ANALİZİ.....	56
E) BASİT VE ÇOK DEĞİŞKENLİ DOĞRUSAL REGRESYON MODEL ANALİZİ.....	69
1. Susuz (12993) [Kuyu su seviye], Seyitler Giriş (11019) [Akım], Seyitler (11001) [Yağış], Seyitler (11001) [Buharlaşma].....	70
2. Şuhut (19065) [Kuyu su seviye], Selevir Giriş (11013) [Akım], Selevir (11004) [Yağış], Selevir (11004) [Buharlaşma].....	72
3. Sinanpaşa (7932) [Kuyu su seviye], Balmahmut (11007) [Akım], Afyon (1034) [Yağış], Serban (7009) [Buharlaşma].....	75
4. Çay (18589) [Kuyu su seviye], Bolvadin (11004) [Akım], Çay (11021) [Yağış], Eber (11012)[Buharlaşma].....	78
5. Beyyazı (13332) [Kuyu su seviye], Köprülü (11017) [Akım], Afyon(1034) [Yağış], Serban (7009)[Buharlaşma].....	80
F) YORUM.....	83
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	86
KAYNAKLAR	

GİRİŞ

Tatlı su kaynaklarının en büyüğünü oluşturan yeraltı suları özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde vazgeçilmez kaynak olma niteliğindedir. Doğal olarak filtre edilmiş olan bu sular genellikle bakteri ve organik madde içermeyen, fiziksel ve kimyasal özelliği çok fazla değişkenlik göstermeyen, çoğu zaman iyi kaliteli içme ve kullanma suyu olarak ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda yüzeysel su kaynaklarının kalitelerinin azalması da yeraltı sularını önemli hale getiren etkenlerden biri olmuştur.

İçerdikleri kimyasal tuzlar bakımından yeraltı suları yapılarda temele, kapilarite sebebiyle sıvaya ve betona zararlı olmaktadır. Özellikle yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu bölgelerde oluşan bu durumun yanında yüksek yeraltı su seviyesi kil zeminlerde konsolidasyona, yapılarda farklı oturma dolayısıyla hasara, tarımsal açıdan zararlı ıslaklığa sebep olmakta ve insan sağlığını da etkilemektedir.

Faydaları yanında yüksek olduğu taktirde zararları da olabilen yeraltı sularından azami fayda elde edilmesi ve zararlarının da en aza indirilebilmesi için yeraltı suyunun davranışının iyi bilinmesi ve gerektiğinde drenaj gibi önlemlerle kontrol altına alınması gerekmektedir.

Yeraltı suyunun davranışının bilinebilmesi için yeraltı suyunun beslenme ve kayıplarının bilinmesi; bunlarla arasındaki ilişkinin ortaya konması gereklidir. Yeraltı suyunun beslenmesinin genel olarak yağışla olması, kayıpların buharlaşma ile olması, yüzeysel akışın ise bazen yeraltı suyunun beslemesi bazen de yeraltı suyundan beslenmesi gözönüne alındığında yeraltı su seviyesinin hareketi ile bu üç hidrolojik değişken arasındaki ilişkiyi ortaya koymak önemli bir aşama olacaktır. Bu sayede ortaya konacak modeller ile yeraltı su seviyesini devamlı gözlemeye gerek kalmadan diğer hidrolojik değişkenlerle yeraltı suyu davranışı belirlenebilecektir.

Gerçekte bütün hidrolojik olaylar doğada meydana geldikleri için çok sayıda değişkenden etkilenirler. Bu değişkenlerin hidrolojik olay üzerindeki etkilerini tam olarak ortaya koymak genellikle mümkün olmadığından hidrolojik olaylar rastgele karakterde olarak ele alınıp problemler istatistiksel yaklaşımla çözülmeye çalışılır. Bu yaklaşımda olayların rastgele karakterleri göz önüne alınarak olasılık kavramına dayanan modeller geliştirilir.

Bu alışmada, Akarçay havzasında yeraltı su seviyesinin davranışı istatistik yaklaşımla modellenmeye çalışılmış, yeraltı su seviyesi olarak kuyu su seviyeleri, akım, yağış ve buharlaşma gözlem değerlerinin kullanılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, havzanın özellikle Afyon ve Bolvadin bölgelerinde yüksek olan yeraltı su seviyesinin davranışının bilinmesi, diğer hidrolojik değişkenlerle ilişkisinin ortaya konması açısından faydalı olacaktır. Kurulacak olan modeller Akarçay havzası yeraltı suyunun kontrol ve takip edilmesi ile ilgili çalışmalara ışık tutacaktır.



BİRİNCİ BÖLÜM

I. KİL ZEMİNLER VE YERALTI SUYU

A) KİL ZEMİNLER

Killer kayaçların içindeki feldispat, mika gibi bazı minerallerin su ve hava etkisi ile zamanla ayrışmasından doğmuş ve kimyasal bileşim bakımından $x.AL_2O_3$ $y.SiO_2$ $z.H_2O$ genel formülü ile ifade edilen bir mineral grubudur¹.

Killer normal gözle veya mikroskopla ayırt edilebilirler. Fakat çok ince taneli killer 2~5 mikron olduğundan bu yöntemlerle belirlenmesi hemen hemen olanaksızdır. Bu tür killerin belirlenmesinde şu yöntem kullanılmaktadır.

100.000 defa büyütme ile mikroskopta resimleri çekilmekte, X ışınlarıyla, iç yapısı bulunan killerin sıcaklık yapısında değişiklikleri, DTA (Diferansiyel Termal Analiz) aletleriyle ölçülmekte ve kesin olarak kil cinsleri belirlenebilmektedir².

1. Killerin Fiziksel Özellikleri

- a) $d < 0.002$ mm boyutunda tanelerden oluşurlar (TS 1500)
- b) Su muhtevası killerin zamana bağlı oturma göstermesine neden olur.
- c) Permeabilite değeri çok küçüktür.
- d) Killerin ergime noktası $1150\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 1785\text{ }^{\circ}\text{C}$ sınırları arasındadır.
- e) Kilin kendine has kokusu vardır. Doğada değişik renklerde (sarı, kırmızı, yeşil vb.) bulunmaktadır.
- f) Dona karşı dayanıklıdır.
- g) Kapileritesi yüksek basınçlıdır. Permeabilitesi az olduğu için yüzeydeki buz merceğinin beslenmesi güçtür.

¹Ahmet GÖKDEMİR, *Yapı Malzemeleri ve Beton Teknolojisi* (Birinci Basım, Teknik Yayınevi, Ankara , 1997), s.49

²M. Erkan KARAMAN ve Yaşar KİBİCİ, *Temel Jeoloji Prensipleri* (Birinci Basım, Ankara, 1999), s. 296

2. Doğada Yapı Olarak Kil Çeşitleri

a. Montmorillinit Kili: Birbirinden çok farklı kristal bir yapıya sahiptir. Kimyasal bağ kuvvetinin farklı olmasından dolayı araya suyun girmesiyle bağ zayıflar ve kil dağılır. Kuruduktan sonra çekme gerilmesi yetersiz olduğu için kil tabakalarında yer yer çatlama görülmektedir.

b. Kaolen: Ateşe dayanıklı bir kildir. Bu özelliğe sahip olmasında, hümüs asidinin etkisi vardır. İyi bir kaolenin ateşe dayanıklılığı 1750 °C ~ 1770 °C arasında değişir. Bünyesinde Fe ve Ti içermektedir. Özgül ağırlığı 2.6 ~ 2.68 (gr/cm³) şeklindedir.

c. İllit Kili: Kaolin kadar stabil (sağlam) bir yapıya sahip değildir. Doğada çok fazla bulunur, özgül ağırlığı 2.76 ~ 3.0 arasında bulunmaktadır.

3. Kil Yataklarının Oluşumu

Yeryüzünde büyük alanlar kaplayan killer genellikle belirli koşullar altında volkanik küllerin buldukları yerde değişmesi veya mika gurubu minerallerin ayrışmasıyla oluşmaktadır.

Kil oluşumu tektonik ve epirojenez hareketlerin yavaşladığı jeolojik devirlerde daha yaygındır.

Arazi ve jeolojik haritalar üzerinde killer, daha çok Neojen ve Tersiyer yaşlı havzalarda aranmalıdır. Bu havzalar çoğunlukla denizel ortamlardır.

4. Birleşik Zemin Sınıflandırması

Mühendislik projelerinin ihtiyaçlarına göre çeşitli sınıflandırma sistemleri yapılmıştır. Önemli olanlarından bir tanesi de birleşik zemin sınıflandırmasıdır.

Bu sınıflandırmaya göre, kaba taneli zemin cinsleri gözle incelenerek belirlenir. İnce taneli zeminler için ayrıca bir alt sınıflandırma gerekir. Bu sınıflandırmada elek analizinin yapılarak gronülometri eğrisinin çizilmiş olması ve kıvam limitlerinin bulunmuş olması gereklidir. Eğer zemin iri taneli bir zemin ise gronülometri eğrisine, İnce taneli bir zemin ise kıvam limitlerine ihtiyaç vardır.

Bu sınıflandırma sisteminde belli başlı zemin grupları (tablo 1.) de verilmiştir.

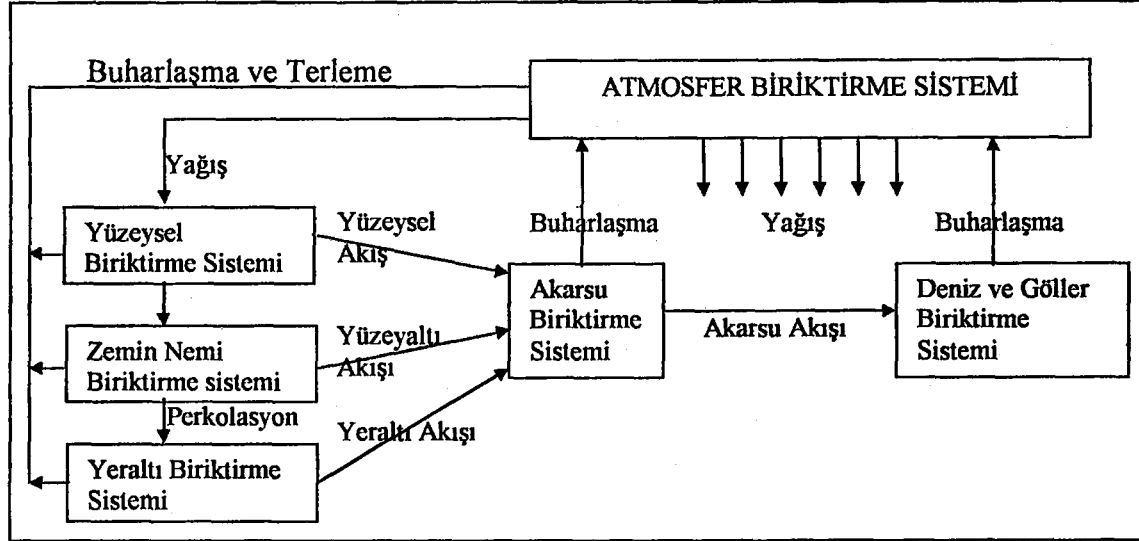
Tablo1. Birleşik Zemin Sınıflandırması

Ana Gruplar		Grup Sembolü	Zemin Cinsi
İri Daneli Zeminler (No.200 Elekten Geçen < %50)	Çakıllar	Temiz çakıllar (No 200 Elek altı < %5)	GW İyi derecelenmiş temiz çakıllar ve çakıl-kum karışımları
		Siltli ve killi çakıllar (No.200 elek altı > % 12)	GP Köttü derecelenmiş temiz çakıllar ve çakıl-kum karışımları
	Kumlar	Temiz kumlar (No.200 Elek altı < %5)	GM Siltli çakıllar, çakıl-kum-silt karışımları
			GC Killi çakıllar, çakıl-kum-silt karışımları
		Siltli ve killi kumlar (No.200 elek altı > %12)	SW İyi derecelenmiş temiz kumlar, çakıllı kumlar
			SP Köttü derecelenmiş temiz kumlar ve çakıllı kumlar
İnce Daneli Zeminler (No.200 Elekten Geçen > %50)	Siltler ve Killler	Düşük plastisiteli Siltler ve killer ($W_L < %50$)	SM Siltli kumlar
			SC Killi kumlar
			ML Düşük plastisiteli inorganik siltler ve killi siltler
		Yüksek plastisiteli Siltler ve killer ($W_L > %50$)	CL Düşük plastisiteli inorganik killer ve siltli killer
			OL Düşük plastisiteli organik siltler ve killi siltler
			MH Yüksek plastisiteli inorganik siltler ve killi siltler
		CH Yüksek plastisiteli inorganik killer ve siltli killer	
		OH Yüksek plastisiteli organik killer ve siltler	
Organik Zeminler		Pt	Turba zeminler ve diğer organik zeminler

B) YERALTI SUYU

Yeraltı suyu, hidrolojik çevrim olarak tanımlanan yer kürenin su dönüşüm sisteminin bir kısmını teşkil eder. (Şekil 1.) de bu çevrim şematik olarak gösterilmiştir. Yerkürenin su taşıyan formasyonları iletim kanalları ve su biriktirme hazneleri gibi davranırlar. Su yeraltından veya yüzey sularından bu formasyonlara girer, doğal akış, bitkiler veya insan tarafından tekrar yüzeye çıkıncaya kadar yavaşça hareket eder³.

³ D.K, Todd, John WILEY ve SANS, *Water Hydrology* (Inc, London, 1959), p.5.



Şekil 1. Mühendislik Hidrolojisi Açısından Hidrolojik Çevrim⁴

1. Yeraltı Sularının Beslenme ve Kayıpları

Yeraltı sularının orijini yağışlardan meydana gelen yerüstü sularıdır. Yerüstü suları ya yüzeysel akış durumundan yeraltına sızar ve yeraltı sularını besler veya nehir sularının, göl sularının yeraltına sızması neticesi daha önce oluşmuş yeraltı suyu rezervlerinde bir artma meydana gelir⁵. Sulama kanallarında ki suyun sızması, yerin derinliklerinden faylarla yukarıya çıkan su ve havadaki su buharının zemin üzerinde yoğunlaşması da yeraltı sularını beslemektedir. Yeraltı suyundan kayıplar ise, “evapotranspirasyon” kayıpları (kılcal bölgenin yeryüzüne yaklaşmasıyla bitkilerden terleme ve doğrudan zeminden buharlaşma, yeraltı su yüzeyinin yeryüzünü kesmesi bataklıklar, akarsuların beslenmesi, kaynaklar) ve insanlar tarafından açılan kuyulardan çekilerek oluşmaktadır⁶.

2. Yeraltı Sularının Hareketi

Beslenme ve kayıplar olmasaydı yeraltı su yüzeyi hareketsiz bir su yüzeyi gibi hareketsiz kalırdı. Fakat gerçekte yeraltı suyunda devamlı olarak beslenme ve kayıplar olduğu için denge konumuna varılamaz. Farklı yağışlar farklı zemin cinsleri, göl,

⁴ Mehmetcik BAYAZIT, *Hidroloji* (Beşinci Basım, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1991), s.5

⁵ M.E ULUGÜR, *Su Mühendisliği* (Birinci Basım, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1972), s.116

⁶ BAYAZIT, a.g.e.,s.82.

akarsu ve kuyuların etkisiyle çeşitli bölgelerde yeraltı su yüzeyinde alçalma ve yükselmeler oluşur⁷.

Yeraltı suları yerkabuğu içinde genel olarak üç çeşit ortamda bulunurlar ve hareket ederler bunlar;

- a) Boşluklu (poröz)
- b) Boşluksuz (kompak)
- c) Çatlaklı (pervius) ortamlardır.

a) Yeraltı Sularının Hareketine Etki Yapan Faktörler

Yeraltı sularının hareketine etki yapan en önemli faktör suyun giriş ve çıkış noktaları arasındaki yükseklik farkıyla oluşan hidrolik eğimdir.

aa) Darcy Yasası

Darcy, silindirik kaplarda sıkıştırılmış kum tabakalarında yaptığı deneyde, suyun akış hızının, hidrolik eğim ile doğru orantılı ve akış yolu uzunluğu ile ters orantılı olduğunu ortaya koymuştur.

$$V = K \cdot I \quad (2.1)$$

Burada,

$$V = \text{Hız (m / sn)}$$

$$K = \text{Permeabilite katsayısı (m/sn)}$$

$$I = \text{Hidrolik eğim (m/m)}$$

Bu formül poröz (boşluklu) ortamdaki su akım hızının ortamın hidrolik eğimine ve permeabilite katsayısına bağlı olarak değişmekte olduğunu gösterir⁸.

ab) Porozite

Kütleler içinde bulunan boşluklara su toplanır, boşluklarda bulunan su miktarının tespiti, boşluk miktarının bilinmesine bağlıdır.

Porozite, kütle içindeki boşluk hacminin tüm hacme oranıdır.

⁷ BAYAZIT, a.g.e., s.82

⁸Kemal ERGUVANLI Ve Erdoğan YÜZER, *Yeraltı Suları Jeolojisi* (Birinci Basım, Özarkadaş Matbaası, İstanbul, 1973), s.45

$$n = \frac{V_b}{V_T} \quad (2.2)$$

V_b = Boşlukların hacmi

V_T = Tüm hacim

n = porozite⁹.

ac) Permeabilite (Geçirimsizlik)

Zeminde bulunan gözeneklerin sayısına ve çapına bağlı olarak bu gözeneklerden birim zamanda hacim olarak geçen su ve hava miktarına o zeminin geçirimsizliği anlamında permeabilitesi denir.

aca) Permeabilite Katsayısı ve Ölçülmesi

Darcy yasasının bilinmesi yeraltı su hareketinin anlaşılması için bir temel oluşturur. Darcy yasasından hareket edilerek zemin numunelerinin permeabilite katsayısı saptanır.

$$K = \frac{Q}{A \cdot I} \quad (2.3)$$

Burada;

K = Permeabilite katsayısı (m / sn)

Q = Debi (m³ / sn)

A = En kesit alanı (m²)

I = Hidrolik eğim

Zeminin en önemli hidrolik özelliklerinden biri olan permeabilite hem laboratuvar hem de arazi koşullarında çeşitli yöntemlere göre ölçülmektedir.

aca) Laboratuvar Permeabilite Katsayısının Saptanması

Laboratuvar çalışmalarında permeabiliteyi tayin için suyun basıncının sabit ya da değişken olarak uygulanmasına göre sabit seviyeli ve düşen seviyeli olmak üzere iki türü vardır.

⁹ ERGUVANLI ve YÜZER, a.g.e., s.47

Sabit seviyeli permeabilite yöntemi kaba bünyeli toprakların hidrolik geçirgenliğinin saptanmasında kullanılır. Hidrolik eğim ve su seviyesi sabit tutulmak suretiyle suyun miktarı permcametre cihazı ile ölçülür. Permcabilite ise Darcy kanununa göre şu şekilde ifade edilir.

$$Q = K x I x A \quad (2.4)$$

Q = Permeametreten geçen suyun debisi ($m^3/gün$)

K = Hidrolik geçirgenlik katsayısı ($m/gün$)

I = Hidrolik eğim (m/m)

A = Örneğin yatay kesit alanı (m^2)¹⁰.

Değişen seviyeli permeabilite yöntemi ise ince bünyeli toprakların hidrolik geçirgenliklerinin saptanmasında kullanılır. Zemin içerisinde geçen suyun miktarı ve hızı bakımından daha belirli ve doğru sonuç elde edilmek için değişken seviyeli permeabilite yöntemi kullanılır.

$$K = 2,3 \cdot \frac{a \cdot L}{A \cdot t} \log \frac{h_o}{h_t} \quad (2.5)$$

K = Hidrolik iletkenlik

A = İnce borunun kesit alanı

L = Toprak örneğinin boyu

t = Geçen süre

h_o = Başlangıçtaki borudaki su yüksekliği

h_t = Belli bir süre sonunda borudaki su yüksekliği¹¹.

acab) Arazide Permeabilite Katsayısının Saptanması

Arazide permeabilite değerinin (k) ölçülmesi çeşitli yöntemlerle yapılır. Bu yöntemlerin başlıcaları şunlardır.

- a) Arazi içerisinde delik açmak suretiyle K 'nin saptanması
- b) Zemine kuyular açmak suretiyle K 'nin saptanması
- c) Bir borudan zemine su sızdırarak K 'nin saptanması
- d) Pompaj deneyleri ile K 'nin saptanması

¹⁰ Haydın TARAKÇI, "Drenaj Yöntünden Toprakların Porozitesi (Gözenekliliği) ile Hidrolik Geçirgenliği Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma." (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi FBE, 1995), s.13.

¹¹ TARAKÇI, a.g.e., s.14

- e) Lugeon yöntemi ile K 'nin saptanması
 f) Trasör (İzleyici) lerle K 'nin saptanması¹².

Bu yöntemlerin hepsiyle arazide permeabilite ölçümleri yapılmasına rağmen taban suyunun durumuna göre en çok kullanılan yöntem zemine kuyular açmak suretiyle K 'nin saptanmasıdır.

Bu yöntemde aynı doğrultuda olmayan, birbirine yakın üç kuyu açılır. Kuyulardan birinden pompaj ile su çekilir ve diğer bir kuyuya verilir. Çekilen ile doldurulan kuyular arasında bir su sirkülasyonu oluşur. Çekilen su yüksekliği h ve kuyular arasındaki uzaklık L ise;

$$i = \frac{h}{L} \quad (2.6)$$

olacaktır. Bir kuyudan çekilip diğerine boşaltılan suyun ilk seviyesine inmesi için gerekli zaman t ise;

$$V = \frac{L}{t} \text{ dir. } K = \frac{V}{i} \quad (2.7)$$

bağıntısından yararlanılarak K değeri bulunur¹³.

C) KİL ZEMİNLERDE YERALTI SUYU

Komşu olduğu formasyonlara göre permeabilitesi çok daha yüksek olan ve ekonomik olarak elde edilebilecek derecede bol yeraltı suyu sağlayabilen jeolojik formasyonlara akifer denir. Akiferden farklı olarak boşluklu (poröz) olan ve yavaş yavaş su emebilen, fakat emdiği suyu, kuyu ya da kaynaklarla hemen vermeyen tabakalar ve formasyonlar da vardır. Bunlara "Akiklöd" denir. Bunların içinde, bağlanmış, yapışmış olan ve yerçekimi ile serbest hale geçemeyen su bulunur. Kil zeminler bu tür kütlelere örnektir. Killer, içerilerine hacimce % 50 kadar su aldıkları halde bu su, çekim ile ayıramadığından "geçirimsiz" olarak kabul edilmektedirler.¹⁴

Kil zeminler geçirimsiz olarak kabul edilmekle beraber yeraltında çeşitli litolojik özellikte kütleler bulunmaktadır.¹⁵

¹² ERGUVANLI ve YÜZER, a.g.e., s.64

¹³ ULUGÜR, a.g.e., s.116

¹⁴ ERGUVANLI ve YÜZER, a.g.e., s.117

¹⁵ ERGUVANLI ve YÜZER, a.g.e., s.116

İKİNCİ BÖLÜM

II. YÖNTEM

Yeraltı su seviyesi, göl seviyesi, akarsu debisi ($Q>0$), su sıcaklığı gibi herhangi bir rastgele değişkenin zaman içindeki davranışı sürekli rastgele değişkenleri oluşturur. Bu değişkenlerin belli zaman aralığındaki ortalama değerleri, kesikli zaman veya mesafelerde gözlenmesi, herhangi bir kural ile bu değişkenlerin özel değerlerinin seçilmesiyle suni olarak kesikli seriler oluşturulur. Bu serilerin ardışık davranışlarının istatistik yöntemlerle belirlenmesi stokastik proses olarak tanımlanır. Bir stokastik proses, ampirik bir prosesin olasılık yasalarıyla geliştirilmiş matematiksel bir gösterimidir. Jeohidrolojik ve hidrolojik proseslerin çoğunluğu stokastik proses veya deterministik ve stokastik prosesin kombinasyonu olarak tanımlanabilmektedir¹⁶.

Matematiksel modeller, değişkenler ve parametreler arasındaki ilişkileri tanımlayan, denklemlerle sistemin davranışını veren modellerdir.¹⁷ Matematiksel modeller ile sistemin gerçek davranışı arasında hemen her zaman farklar bulunmaktadır. Bu farklar modelin belirsizliğini ifade etmektedir. Bu belirsizliği azaltmak için sistemin fiziksel özelliklerini dikkate alan model seçmek uygun olmaktadır¹⁸.

Stokastik prosesi tanımlayan matematiksel modeller içinde en çok kullanılan modeller otoregressif modellerdir. Otoregressif modeller gözlem verilerinin ardışık bağımlılığını tanımlamak için kullanılmaktadır. Yeraltı suyu davranışında beslenme ve kayıpların etkisini ortaya koyabilmek amacıyla regresyon ve korelasyon tekniklerinin uygulanması mümkün olabilmektedir. Bununla beraber verilerin periodik davranışını ortaya koyabilmek için periodogram analizi yapılabilmektedir. Bu yöntemler ve bunları gerçekleştirebilmek için yardımcı testler aşağıda açıklanmıştır.

¹⁶Vujica YEVJEVICH, *Stochastic Processes In Hydrology* (Water Resources Publications Fort Colling, Colorada, USA, p.4.)

¹⁷M. Yaşar SEPETÇİOĞLU, " Akarsularda Akımların Stokastik Özellikleri ve Akım Serilerinin İstatistiksel Modellemesi." (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi FBE, 1995), s.18

¹⁸M. Çağatay KARABÖRK, "Yıllık Nehir Akımlarının Otoregressif Modellemesi." (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Semineri, Selçuk Üniversitesi FBE, 1996), S.6.

A) DOĞRUSAL OTOREGRESSİF MODELLEME

Markov modelleri olarak da anılan doğrusal otoregressif modellerde (AR) herhangi veri önceki veriler ile bağlantılıdır. Modellerin genel ifadesi şöyledir;

$$X_i = \alpha_1 x_{i-1} + \alpha_2 x_{i-2} + \dots + \alpha_m x_{i-m} + \varepsilon_i = \sum_{j=1}^m \alpha_j x_{i-j} + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

Burada x_i : i'nci veri, α_j : modelin parametreleri olan otoregressif katsayılar, ε_j : normal dağılımlı rastgele değişken, m: modelin mertebesini göstermektedir. m'nci mertebeli Markov modeli AR (m) ile gösterilir ve ele alınan verinin ondan önceki gözlem verisine bağlı olduğunu ifade etmektedir¹⁹. x_i değerlerinin normal dağılımlı olması gerekmektedir. Bu sebeple gerekli dönüşüm (transformasyon) uygulanarak veriler normal dağılımlı hale getirilir.

α_j katsayılarının tahmini ya çoklu doğrusal regresyon katsayıları veya otokorelasyon katsayıları kullanılarak yapılabilmektedir.

$$\delta_k = \alpha_1 \delta_{k-1} + \alpha_2 \delta_{k-2} + \dots + \alpha_m \delta_{k-m} \quad (3.2)$$

Burada δ_k : toplam otokorelasyon katsayısı k : zaman gecikmesi, α_m : m'nci mertebeli markov model katsayısı

1. Otokorelasyon Katsayıları Hesabı

N uzunluğunda sonlu bir serinin toplam otokorelasyon katsayıları (δ_k) serisel korelasyon katsayıları (r_k) ile tahmin edilebilmektedir. Dönüşümlü seri yaklaşımında örnek serisinin sonundaki verinin örneğin başlangıcı olduğu kabul edilmektedir. Açık seri yaklaşımında örnek serisinin ilk N-k kısmı x_i için ve son N-k kısmı x_{i+k} için kullanılmaktadır. (Burada k: zaman gecikmesidir). Hem sürekli ve hem kesikli veriler için serinin ilk ve son değeri bağımsız olabileceği için dönüşümlü seri yaklaşımı hidrolojik olaylarda tavsiye edilmemektedir.

Otokorelasyon katsayılarının açık seri yaklaşımıyla hesabında şu denklem kullanılmaktadır:

¹⁹Mehmetcik BAYAZIT, *Hidrolojide İstatistiksel Yöntemler* (Birinci Basım, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1981), s.166.

Yule - Walker eşitlikleri matris formda düzenlenirse

$$\vec{\alpha} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_m \end{bmatrix}, \quad \vec{\delta}_m = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \vdots \\ \delta_m \end{bmatrix}, \quad \vec{R}_m = \begin{bmatrix} 1 & \delta_1 & \delta_2 & \cdots & \delta_{m-1} \\ \delta_1 & 1 & \delta_1 & \cdots & \delta_{m-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \delta_{m-1} & \delta_{m-2} & \delta_{m-3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

olmak üzere

$$\vec{\alpha} = \vec{R}_m^{-1} \cdot \vec{\delta}_m \quad (3.7)$$

ile α_j ($j=1,2,\dots,m$) değerleri elde edilir. Burada \vec{R}_m^{-1} , \vec{R}_m 'nin tersidir²¹. Hesaplanan α_j değerlerinin % $(1-\alpha)$ güven seviyesine ait tolerans limitleri

$$\left\{ -Z_{1-\alpha/2} / \sqrt{N} \quad ; \quad Z_{1-\alpha/2} / \sqrt{N} \right\} \quad (3.8)$$

şeklinde verilebilir. Burada % $(1-\alpha)$ güven seviyesi, $Z_{1-\alpha/2}$ standardize normal değişken, N örnekteki eleman sayısıdır. Tolerans limitlerinden daha büyük α_j 'lerin istatistiksel açıdan önemli olduğu sonucuna varılır.

Hesaplanan α_j değerlerinin kararlılıklarının test edilmesi gereklidir. Serinin özelliklerinin zamana bağlı olarak değişmediğini gösteren kararlılık;

$$1 - \alpha_1\beta - \alpha_2\beta^2 \dots \alpha_m\beta^m = 0 \quad (3.9)$$

denkleminin köklerinin β mutlak değerleri 1 den küçük olmak koşuluyla test edilir.

Kararlılık;

AR (1) için

$$-1 < \alpha_1 < 1 \quad (3.10)$$

AR (2) için

$$\begin{aligned} \alpha_1 + \alpha_2 &< 1 \\ \alpha_2 - \alpha_1 &< 1 \\ -1 < \alpha_2 &< 1 \end{aligned} \quad (3.11)$$

²¹ E. BENZEDEN, " *Stochastic Hydrology*." (Yayınlanmamış Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi, 1992), s.2-19.

koşullarıyla test edilebilir. m'nci dereceden modeller için (3.8) denkleminin köklerini bulmak veya χ^2 (khi- kare) testiyle kararlılıklarını sınamak gerekir.

3. χ^2 (Khi – Kare) Testi

Aynı toplumdaki elde edilen α_j değerleri birbirine eşit değilse fakat χ^2 gibi özel testlerle istatistik açıdan aralarında fark edilebilir değişiklik olmadığı gösterilebilirse α_j 'ler için kararlı denir²².

χ^2 (Khi – Kare) testi

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.12)$$

eşitliği ile elde edilen değer kritik değer ($\chi_{\alpha, k-p-1}^2$) ile karşılaştırılmasıyla yapılır. Burada O_i : gözlem değeri, E_i : beklenen (teorik) değer, k: veri adedi α : güven seviyesi, p: örnek istatistiğiyle tahmin edilen dağılımın parametre sayısı. Hesaplanan χ^2 değerinin kritik değerden ($\chi_{\alpha, k-p-1}^2$) büyük olması halinde gözlenen değer ile beklenen değer arasında anlamlı fark olmadığını savunan sıfır hipotezi reddedilir²³.

4. Box – Cox Transformasyonu

Otoregresif modellemede kullanılacak verilerin normal dağılımlı olması gerektiğinden çarpık dağılımlı verilerin normal dağılımlı hale getirilebilmesi için Box – Cox transformasyonu kullanılabilir. X_i değişkenlerinin çarpıklığının araştırılması için çarpıklık katsayısı kullanılabilir.

$$\gamma_1 = \frac{\mu_x^{(3)}}{\sigma_x^3} \quad (3.13)$$

ile hesaplanan çarpıklık katsayısının (γ_1) 0.1 ve ya 0.05 değerlerinden küçük olması halinde dağılım normal (simetrik) dağılmış kabul edilmektedir. Burada

²² YEVJEVICH, a.g.e., s.8

²³ HINES, w.w. ve Montgomery, D.C, *Probability and Statistics in Engineering and Management Science* (Third Edition, John Wiley ve Sons, Singapore, 1990). P.327

$$\mu_x^{(3)} = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu_x)^3 f(x) dx \quad (3.14)$$

ile hesaplanan üçüncü mertebeden merkezsel moment olup μ_x : x değişkeninin toplam ortalaması $f(x)$: x değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonu ve σ_x ise standart sapmadır²⁴.

Çarpıklık katsayısı hesabıyla simetrik olmadığı görülen verilere

$$y_i = \frac{x_i^\lambda - 1}{\lambda} \quad \lambda \neq 0 \quad (3.15)$$

ve

$$y_i = \log x_i \quad \lambda = 0 \quad (3.16)$$

dönüşümü uygulanır (Box – Cox Transformasyonu) Buradan:

y_i : simetrik dağılımlı veri

x_i : orjinal çarpık dağılımlı veri

λ : y_i yi sıfır çarpıklıklı yapan parametre

λ deneme yanılma yöntemiyle tahmin edilebilmektedir²⁵.

B) PERİODOGRAM ANALİZİ

Çok sayıda hidrolojik veri, (yağış, debi gibi) ortalama veya standart sapma gibi temel istatistiksel parametrelerinde periodik (mevsimsel) özellikleri yansıtırlar. Bu özellikler bir yıllık dönem içinde oluşan düzenli hareketlerdir ve her yıl gerçekleşir²⁶. Gözlem serilerindeki bu periodik bileşenler Fourier serileri yaklaşımı kullanılarak araştırılabilir. Bu yaklaşımda q_k serisinin periodik bileşeni olarak kabul edilirse Fourier serisi fonksiyonunun katsayısı şu şekilde hesaplanabilir:

$$\bar{q} = (1/w) \sum_{k=1}^w q_k \quad (3.17)$$

Burada q_k $X_{p,k}$ (p : yıl, k : ay) zaman serisinin periyodik parametresidir ve

²⁴ M. Bayazıt ve B. Oğün, *Mühendisler için İstatistik* (İkinci Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1994), s.59

²⁵ T. A. MCMAHON., R. G. MEIN, *River and Reservoir Yield* (Monash University, Department of Civil Engineering, Victoria, Australia, 1986). p

²⁶ Fikri AKDENİZ, *Olasılık ve İstatistik* (Birinci Basım, Baki Kitabevi, Adana, 1998), s.510.

$$\text{var}(q_k) = (1/w) \sum_{k=1}^w (q_k - \bar{q})^2 \quad (3.18)$$

$$a_q(j) = (2/w) \sum_{k=1}^w q_k \cos(k * 2 * \pi * j / w) \quad (3.19)$$

$$b_q(j) = (2/w) \sum_{k=1}^w q_k \sin(k * 2 * \pi * j / w) \quad (3.20)$$

ile hesaplanır. Burada;

k : 1,2,.....,w

j : 1,2,.....,M (Aylık veri için , $M = W/2$)

w: Temel period (12 aylık)

\bar{q} : Ortalama

$\text{var}(q_k)$: Varyans

J ' nci harmoniğin genliği ve açısız faz

$$C_q(j) = \sqrt{[a_q(j)]^2 + [b_q(j)]^2} \quad (3.21)$$

$$Q_q(j) = \arctg(-b_q(j) / a_q(j)) \quad (3.22)$$

$$V_m = \sum_{j=1}^m C_q^2(j) / 2 \quad (3.23)$$

ile hesaplanmaktadır. Burada

$C_q(j)$: j 'nci harmonik genliği

$Q_q(j)$: açısız faz

V_m : ilk "m" harmonikle açıklanan varyans.

Bu Fourier serisinin rölative eklenik periodogram yaklaşımı ise;

$$P_m = \sum_{j=1}^m ((C_q(j)^2 / 2) \text{var}(q_k)) \quad , \quad m = 1,2,.....,M \quad (3.24)$$

ile hesaplanır. Burada $\text{var}(q_k)$ (3.25) formülüyle hesaplanmaktadır.

$$\text{var}(q_k) = \sum_{j=1}^M C_q^2(j) / 2 \quad (3.25)$$

Pm' in m' ye karşı çizimi ise “ rölaf eklenik periodogram” olarak adlandırılır ve geçerli harmoniklerin toplam değerlerini seçmek için yardımcı olarak kullanılır. Periodogramın ani artışı ve sonra bu artışa göre daha yavaş artışın gözlemlendiği m değeri (harmonik sayısı) q_k periodik bileşenin tanımında dikkate alınacak anlamlı harmoniklerin toplam sayısı olarak seçilir²⁷.

C) REGRESYON ANALİZİ

Hidrolojik olaylarda iki ya da daha çok sayıda değişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerlerin birbirinden istatistik bakımdan bağımsız olmadığını, dolayısıyla değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülür. Değişkenler arasında bir ilişki bulunması bunlardan birinin diğerinden etkilenmesinden kaynaklanır. Ancak bu ilişki deterministik (fonksiyonel) değildir. Dolayısıyla değişkenlerden biri belli bir değeri aldığı anda (ilişkiyi belirlerken dikkate almadığımız diğer değişkenlerin etkisiyle) diğerinin de her zaman aynı değeri alacağı söylenemez. Bununla beraber değişkenler arasında fonksiyonel olmayan ilişkinin varlığının ortaya çıkarılması ve biçiminin belirlenmesi pratikte büyük önem taşır. Literatürde bir ilişki olup olmadığını ortaya çıkarmak ve bir denklemde nasıl ifade edilebileceğini göstermek için yapılan işleme regresyon analizi denir²⁸.

Regresyon analizi

1. Basit doğrusal regresyon analizi
2. Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi
3. Doğrusal olmayan (nonlinear) regresyon analizi olmak üzere sınıflandırılabilir²⁹.

Bu çalışmada yeraltı suyunun etkilendiği değişkenleri bir arada ele almak ve bir model oluşturabilmek amacıyla basit ve çok değişkenli doğrusal regresyon analizi kullanılmış, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon

²⁷Yılmaz İÇAĞA, “Analysis Of Trends In Water Quality Using Nonparametric Methods.” (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi FBE, 1994), s.31.

²⁸Hüsnü ARICA, *İstatistik Yöntemler ve Uygulama* (Geliştirilmiş Yeni Baskı, Meteksan A.Ş., Ankara, 1998). s.93.

²⁹BAYAZIT,a.g.e.,s.180

katsayıları hesaplanmıştır. En küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilen bu sonuçların istatistik açıdan anlamlılıkları F testiyle sınanmıştır.

1. Basit Doğrusal Regresyon Denklemi

Birbirleriyle ilişkili olan iki değişkenin olduğu basit doğrusal regresyonda, değişkenlerden birisi bağımlı diğeri ise bağımsız değişken olarak kabul edilir. Değişkenlerden hangisinin bağımlı hangisinin bağımsız olacağına araştırılan soruna bağlı olarak araştırıcı karar verecektir³⁰.

İki değişken arasındaki en basit fonksiyonel ilişki;

$$y = \alpha + \beta x + e_i \quad (3.26)$$

ile gösterilir. Eşitlikteki;

x : Açıklayıcı değişken

y : Bağımlı ya da açıklanan değişken

e_i : Hata terimidir.

Doğrusal modelde α ve β bilinmeyen fakat tahmin edilmek istenen parametrelerdir. Gözlenen değer (y_i) ile tahmin edilen değer (\bar{y}_i) arasındaki fark olan e_i ' lerin kareleri toplamı (3.27) minimum olacak biçimde $y = \alpha + \beta x_i$ doğrusal modeli için

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2 \quad (3.27)$$

$$\alpha = y - \beta_x \quad (3.28)$$

$$\beta = \frac{\sum (x_i - x)(y_i - y)}{\sum (x_i - x)^2} \quad (3.29)$$

Burada;

x : Değişkenin örnek ortalaması

x_i : Açıklayıcı değişken

y : Değişkenin örnek ortalaması

y_i : Açıklanan değişken

³⁰ Şanlı BASKAN, *Uygulamalı İstatistik* (Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1993), s.400.

değerleri bulunarak bağımsız değişkenlerin farklı değerleri için bağımlı değişkenin alacağı değer tahmin edilmiş olur³¹.

2. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Denklemi

Çok değişkenli doğrusal regresyon analizinde, değişkenler arasındaki ilişkinin biçimini veren regresyon denkleminin genel formu;

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (3.30)$$

şeklindedir. Burada y, x_1, \dots, x_k gözlenebilen değerler ve $\beta_j, j = 0, 1, \dots, k$ regresyon katsayıları olarak³². β_j parametreleri x_j ' lerdeki birim değişim için y ' de olması beklenen değişimi temsil etmektedir. β_j parametreleri bağımsız değişkenin (x_j) kısmi etkisini tanımladığından genellikle kısmi regresyon katsayıları olarak tanımlanmaktadır.

3. Parametre Tahmini

Çok değişkenli doğrusal regresyon denkleminin (3.30) katsayılarını tahmin edebilmek için en küçük kareler metodu kullanılabilir. x_{ij}, x_j değişkeninin i 'nci gözlemine göstermek üzere ve her bir değişkenin gözlem adedi (n) değişken adedinden (k) büyük olmak üzere mevcut veri kümesi (tablo 2.) deki gibi gösterilebilir.

Tablo2. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Verileri

y	X_1	X_2	...	X_k
y_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1k}
y_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2k}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots
y_n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nk}

y : bağımlı değişken $x_j (j = 1, 2, \dots, k)$ bağımsız değişken, k : değişken adedi, n : gözlem adedi

Çok değişkenli doğrusal regresyon denklemini (3.30), $E(\varepsilon) = 0$, ve $V(\varepsilon) = \sigma^2$ olmak üzere yeniden düzenlediğimizde

³¹ Özkan ÜNVER, *Uygulamalı İstatistik Yöntemler Giriş* (Genişletilmiş Baskı, Kağıtsan Limited ŞTİ, Siyasal Kitabevi, Ankara, 1995). s.351-352.

³² Özkan ÜNVER ve Hamza GAMGAM, *Uygulamalı İstatistik Yöntemler* (Üçüncü Baskı, Siyasal Kitabevi, Ankara, 1999). s.317.

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.31)$$

elde edilir. Hataların (gözlem değerleriyle teorik değerlerin farkları) toplamının minimum olması temeline dayanan en küçük kareler fonksiyonu için (3.31) düzenlendiğinde

$$L = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij})^2 \quad (3.32)$$

elde edilir. L fonksiyonunu minimum yapacak β_j katsayılarına göre türev alındığında

$$\begin{aligned} n\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{ik} &= \sum_{i=1}^n y_i \\ \beta_0 \sum_{i=1}^n x_{i1} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} &= \sum_{i=1}^n x_{i1}y_i \end{aligned} \quad (3.33)$$

\vdots \vdots \vdots \vdots \vdots

$$\beta_0 \sum_{i=1}^n x_{ik} + \beta_1 \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i1} + \beta_2 \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i2} + \dots + \beta_k \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 = \sum_{i=1}^n x_{ik}y_i$$

denklemler elde edilir. Bu denklemlerin çözümüyle bulunacak $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ regresyon katsayılarının en küçük kareler yöntemi ile tahmin edilmiştir. Çözüm için (3.33) denklemleri $y = X\beta$ ve ters matris işlemiyle β_j ($j = 0, 1, \dots, k$) katsayıları hesaplanabilmektedir. Burada

$$y = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n y_i \\ \sum_{i=1}^n x_{i1} \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ik} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} n & \sum_{i=1}^n x_{i1} & \sum_{i=1}^n x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik} \\ \sum_{i=1}^n x_{i1} & \sum_{i=1}^n x_{i1}^2 & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{i1}x_{ik} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_{ik} & \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i1} & \sum_{i=1}^n x_{ik}x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_{ik}^2 \end{bmatrix} \quad \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad (3.34)$$

4. Modelin Anlamlılık Testi

Basit veya çok değişkenli doğrusal regresyon problemlerinde model uygunluğunun ölçülmesinde model parametrelerinin hipotezlerinin test edilmesi gerekmektedir. Modelin test edilmesinde hipotezler şu şekildedir.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_k = 0 \quad (3.35)$$

$$H_1 : \text{en az bir } j \text{ için } \beta_j \neq 0$$

$H_0 : \beta_j = 0$ ' in reddedilmesi modeldeki x_1, x_2, \dots, x_k bağımsız değişkenlerinden en az birinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Hipotez testi için;

$$S_{yy} = SS_R + SS_E \quad (3.36)$$

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 / n \quad (3.37)$$

$$SS_E = y' y - \beta' x' y \quad (3.38)$$

olmak üzere hesap adımları (Tablo 2.) de gösterilmiştir. Burada y_i : i ' nci gözlem, n : gözlem adedi, y : y_i lerin matris gösterimi, y' : y matrisinin transpozesi, β' : β_j leri içeren matrisin (β) transpozesi x' : x_j leri içeren matrisin (x) transpozesi. (Tablo 3.) deki hesaplanan F_0 değeri $F_{\alpha, k, n-k-1}$ kritik değerinden büyükse H_0 hipotezi reddedilir.³³

Tablo 3. Çok Değişkenli Doğrusal Regresyonda Modelin Anlamlılığı için Varyans Analizi

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbetlik Derecesi	Ortalama Kare	F_0
Regresyon	SS_R	k	$MS_R = SS_R / k$	$F_0 = \frac{MS_R}{MS_E}$
Hata	SS_E	$n - k - 1$	$MS_E = SS_E / (n - k - 1)$	
Toplam	S_{yy}	$n - 1$		

5. Çok Değişkenli Korelasyon Analizi

Regresyonda bağımlı değişkenin gözlem değeri ile tahmin (teorik) değeri arasındaki pearson korelasyon katsayısına çok değişkenli korelasyon katsayısı denir ve x_j bağımsız değişkenlerinin y bağımlı değişkenini açıklamadaki önemlerini ve çok

³³ William W HİNES ve Douglas C montgomery, *Probability and Statistics in Engineering and Management Science* (Third Edition, John Wiley ve Sons, Singapore, 1990), s.499.

değişkenli regresyon modelinin uyum derecesini ölçmek için kullanılır³⁴. Çok değişkenli korelasyon katsayısı r_{yy}^{\wedge}

$$r_{yy}^{\wedge} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(\hat{y}_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 (\hat{y}_i - \bar{y})^2}} \quad (3.39)$$

ile hesaplanır. Burada n : gözlem adedi, y_i : i' nci gözlem değeri, \bar{y} : y_i ' lerin ortalaması, \hat{y}_i : i' nci tahmin edilen değer, $\bar{\hat{y}}$: \hat{y}_i değerlerinin ortalaması³⁵.

6. Kısmi Korelasyon Katsayıları

Y bağımlı değişken ve x_j ($j = 1, 2, \dots, k$) bağımsız değişkenler olmak üzere her bir bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerin sabit tutulması halinde modele yaptığı katkıyı ölçmek için kısmi korelasyon katsayıları kullanılabilir. İki bağımsız değişken olması hali için x_1 ve x_2 değişkenlerinin modele yaptığı katkı (3.41) ve (3.42) denklemleriyle belirlenebilmektedir. Buna göre ;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 \quad (3.40)$$

Y : bağımlı değişken

$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2$: regresyon katsayıları

x_1, x_2 : bağımsız değişkenler olmak üzere

x_1 ' in sabit tutulduğu durumda x_2 ' nin ilişkiyi açıklamadaki katkısı;

$$r_{y2.1} = \sqrt{\frac{(1 - R_{y.1}^2) - (1 - R_{y.12}^2)}{1 - R_{y.1}^2}} \quad (3.41)$$

x_2 ' in sabit tutulduğu durumda x_1 ' in ilişkiyi açıklamadaki katkısı;

$$r_{y1.2} = \sqrt{\frac{(1 - R_{y.2}^2) - (1 - R_{y.12}^2)}{1 - R_{y.2}^2}} \quad (3.42)$$

³⁴ Aloba Bilge KÖKSAL, *İstatistik Analiz Metotları* (Beşinci Baskı, Çağlayan Kitabevi, 1998), s.403.

³⁵ ÜNVER ve GAMGAM, a.g.e., s.333

$r_{y1,2}$ = indisteki birinci rakam inceleme konusu olan bağımsız değişkeni, sonra gelen rakam sabit tutulan bağımsız değişkeni göstermektedir³⁶.

7. Regresyon Katsayılarıyla İlgili Anlamlılık Testleri

Çok değişkenli regresyon modelinde bir bağımlı iki bağımsız değişken olması halinde bağımsız değişkenlerin katsayılarının anlamlılıkları t testiyle kontrol edilebilmektedir. Bu metoda göre x_1 bağımsız değişkeninin regresyon katsayısı β_1 ve x_2 bağımsız değişkenlerinin katsayısı β_2 olarak tanımlandığında β_1 'in ve β_2 'nin standart hataları sırasıyla

$$S_{b1} = \frac{S_{y12}}{\sqrt{\sum X_1^2 (1-r_{12}^2)}} \quad (3.43)$$

$$S_{b2} = \frac{S_{y12}}{\sqrt{\sum X_2^2 (1-r_{12}^2)}} \quad (3.44)$$

$$S_{y,12} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - b_0 \sum y - b_1 \sum x_1 y - b_2 \sum x_2 y}{n-3}} \quad (3.45)$$

ile hesaplanabilmektedir. Burada r_{12}^2 determinasyon katsayısıdır.

$$r_{12}^2 = \frac{(\sum x_1 x_2)^2}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2)} \quad (3.46)$$

ile hesaplanabilir. t istatistiği ise

β_1 için

$$H_0 : \beta_1 = 0 \quad H_1 = \beta_1 \neq 0 \quad t = \frac{\beta_1}{S_{b1}} \quad (3.47)$$

β_2 için

$$H_0 : \beta_1 = 0 \quad H_1 = \beta_2 \neq 0 \quad t = \frac{\beta_2}{S_{b2}} \quad (3.48)$$

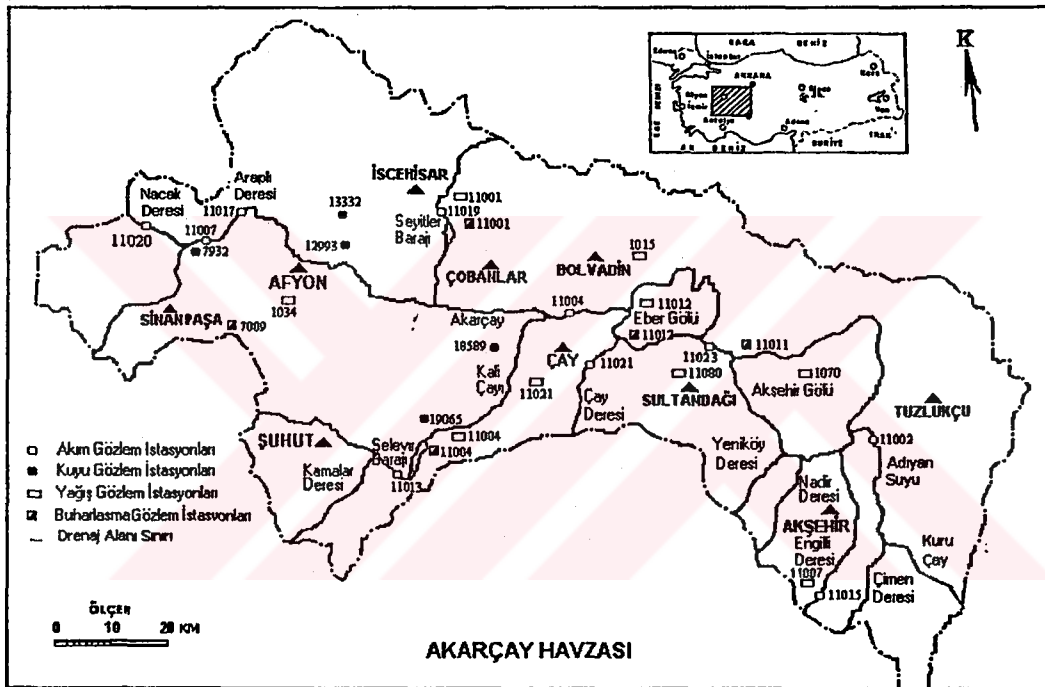
ile hesaplanır. $[t] > [t_{v,\alpha/2}]$ olması halinde H_0 hipotezi reddedilir.

³⁶ ALOBA BİLGE, a.g.e., s.409

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

III. UYGULAMA VE YORUM

Yeraltı suyu davranışının modellenmesi amacıyla yeraltı su seviyesi gözlem verileri (gözlem kuyusu su seviyeleri) ile yeraltı suyunun beslenmesinde temel kaynak olan yağış gözlemleri, yağış ve yeraltı su seviyesinde önemli bir gösterge olan debi değerleri ile yeraltı suyu kayıpları açısından önemli olan buharlaşma kayıpları üzerinde otoregressif modelleme, periodogram analizleri yapılmış ve bu değişkenler arasındaki



Şekil 2 . Akarçay Havzası Gözlem İstasyonları

ilişkileri tanımlayabilmek için çok değişkenli regresyon analizi yapılarak model kurulmaya çalışılmıştır.

Uygulama Akarçay havzasında (Şekil 2.) gerçekleştirilmiştir. Akarçay havzasında bu konuda bir uygulamaya literatür taramasında rastlanmamıştır. Havzada hidrolojik ve hidrojeolojik kapsamda 1998 yılında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 18. Bölge Müdürlüğüne Eber – Akşehir Hidroloji Revize Raporu, 1977 yılında Akarçay Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu hazırlanmıştır. Halen havzada 1998 yılında başlamış olan ve Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama Ve Araştırma Merkezi (HÜ-UKAM) tarafından “Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Akım Modeli Projesi” başlıklı proje

sürdürülmektedir. Projenin 1.ve 2. ara raporları Aralık, 1998 ve Eylül, 1999 tarihlerinde verilmiştir.

A) AKARÇAY HAVZASI

1. Coğrafi Konumu Ve Yapısı

Akarçay havzası coğrafi konum olarak Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgelerinin kesişim noktalarında yer almakta olup, her üç bölge içerisinde de sınırları bulunmaktadır. Havzanın geniş bir bölümü Ege bölgesinin İç Batı Anadolu bölümündedir. Doğu ve kuzey doğuda yer alan arazinin bir bölümü İç Anadolu Bölgesine uzanır. Havzanın önemli bir kesimi Afyon il sınırları içerisinde olup, doğudan Konya sınırlarına girer.

Akarçay havzası, İç Ege ile Orta Anadolu'nun batısında, Afyon-Akşehir arasında yaklaşık 130 km uzunluğunda, 20 km genişliğinde bir çöküntü havzasıdır. İçbatı Anadolu eşiği üzerinde yer alan güneydoğu-kuzeybatı doğrultulu dağ dizilerinden en doğuda olan Emir ve Türkmen dağları, havzayı kuzey doğudan, İlbudak Dağı kuzeybatıdan, Sultandağları güneydoğudan, Ahır Dağı ve Kumalar Dağı ise güneybatıdan sınırlamaktadır. Havza içerisinde batıda Sincanlı ovası (~ 1150 m), güneyde Şuhut ovası (~1150 m), kuzeyde Afyon-Bolvadin ovası (~960 m), bulunmaktadır³⁷.

2. Havza İklimi

Havzanın konum olarak yüksek ve denizden uzak olması bölgede karasal iklim özelliklerinin oluşmasını sağlar. Yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve karlı olmak üzere bir step iklimine sahiptir.

a) Meteoroloji İstasyonları

Havzanın yağış alanında Afyon, Seyitler, Selevir, Eber, Çay, Akşehir, Bolvadin, Taşköprü, Cankurtaran ve Sultandağı meteoroloji ve hidrometeoroloji istasyonları bulunmaktadır. Afyon, Akşehir ve Bolvadin baz istasyonlardır. Adı geçen istasyonlardan; Afyon, Çay, Akşehir, Bolvadin ve Sultandağı DMİ istasyonlarıdır.

³⁷ Levent TEZCAN, "Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yer altı Suyu Akım Modeli Projesi (Birinci Ara Rapor, Hacettepe Üniversitesi UKAM, 1998), s.5.

b) Yağış

Havzada yağışlı gün sayısı ortalama 120 gündür. Kar yağışı kasım ayından itibaren başlar ve Mayıs ortalarına kadar devam eder. Proje sahasının yıllık ortalama yağışı 442.2 mm dir. Proje sahasının membasını teşkil eden Seyitler, Akdeğirmen ve Selevir barajlarının yağış alanlarında yıllık yağışlar düşüktür. En yüksek yağış Eber ve Akşehir göllerinin güneyindeki Sultandağların da olmaktadır. Sultandağı meteoroloji istasyonuna göre 1966~1994 tarihleri arasında yıllık ortalama 523.2 mm' lik yağış olmuştur. Yağışın en yüksek olduğu ay 70.7 mm' lik ortalama ile Ocak ayı, yağışın en düşük olduğu ay ise 10.6 mm' lik ortalama ile Ağustos ayıdır.

c) Sıcaklık

Sıcaklık; Afyon, Akşehir, Bolvadin, Selevir meteoroloji ve hidrometeoroloji istasyonlarında ölçülmektedir. Bolvadin meteoroloji istasyonuna göre 1969~1996 periyodunda yıllık ortalama sıcaklık 10.7 °C dir. En sıcak ay 21.7 °C lik ortalama ile Temmuz, en soğuk ay -0.5 °C lik ortalama ile Ocak ayıdır. Yazları sıcak, kışları soğuk geçmektedir³⁸.

d) Buharlaşma

Buharlaşma Eber, Taşköprü, Seyitler, Selevir hidrometeoroloji istasyonlarında ve proje sahası civarında Serban hidrometeoroloji istasyonunda ölçülmektedir. Eber gölünü temsil eden Eber köy hidrometeoroloji istasyonunda 1974–1996 periyodunda yıllık ortalama 1397.9 mm lik buharlaşma rasat edilmiştir.

Buharlaşmanın en fazla olduğu ay 209.5 mm lik ortalama ile Temmuz ayıdır. Akşehir Gölünü temsil eden Taşköprü hidrometeoroloji istasyonunda ise 1968–1996 periodun da yıllık ortalama buharlaşma 1524.4 mm olarak ölçülmüştür. En fazla buharlaşma 322.8 mm lik ortalama ile Temmuz ayında olmaktadır³⁹.

³⁸ DSİ, “ Eber- Akşehir Projesi Hidroloji Revize Raporu.” (DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü, Etüt ve Plan Daire Başkanlığı, 1998), s.8

³⁹ DSİ, a.g.e., s.8

3. Havza jeolojisi

Akarçay havzasının büyük kısmı Neojene ait göl sedimanları, litoral malzeme ve volkanik kayalarla örtülüdür. Havzada mostra veren tüm Neojen 1450 km² saha kaplamaktadır. Neojen sedimanları Paleozik ve Permomesozik formasyonlar üzerinde diskorcan olarak oturmaktadır⁴⁰.

Havzada en geniş alan kaplayan (1960 km²) formasyon alüvyonlardır. Dere yatakları çevresinde ve göllerin etrafında bulunurlar. Kalınlıkları batıdan doğuya doğru artar ve konilerde 300 m ye erişir. Genel olarak elemanları kireçtaşı, kuvarsit, andezit ve tuf kökenlidir. Tane irilikleri batıdan doğuya doğru artmaktadır. Büyük Sincanlı Ovasında siltler, Afyon da silt – kil ve çakıllar Çay – Bolvadin – Akşehir de ise çakıllar hakimdir. Alüvyon kalınlıkları Afyon ovasında 70-100 m , Büyük Sincanlı ovasında 30-60 m, Çay – Bolvadin ovasında 110 m, Bolvadin de 100 m, Çay da 120 m dir⁴¹. Havzanın Permeabilite katsayısı 224(m/g) ile 0,01(m/g) değerleri arasında değişmekle beraber ortalama 7,08(m/g) civarındadır⁴².

4. Akarsular

Akarçay havzasının en önemli akarsuyu, havzayı baştan sona kateden Akarçaydır. (Şekil 2.) Uzunluğu 115 km olup başlıca kolları Sincanlı batısından çıkarak Balmahmut ve Köprülü kuzeyinden geçen Nacak ve havzanın kuzeyinden gelerek Çayırbağdan geçen Gazlıgöl dereleridir. Ayrıca Kali (Selevir) ve Kuruçay (Seyitler) dereleri de Akarçaya karışırlar. Akarçay havzayı baştan sona katettiğinden yeraltı suyunu drene eden akarsu durumundadır.

Havza alanında bulunan akarsular ve akım gözlem istasyonları tablo 3' de verilmiştir.

⁴⁰ DSİ, “ Akarçay Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu ” (DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Daire Başkanlığı, Ankara, 1977), s.18

⁴¹ DSİ jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Daire Başkanlığı, a.g.e., s.21

⁴² Levent TEZCAN, “ Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Akım Modeli Projesi. ” (İkinci Ara Rapor, Hacettepe Üniversitesi UKAM, 1998), s.64

B) KULLANILAN VERİLER

Hesaplarda yeraltı su seviyesi olarak kuyu su seviyeleri (Tablo6), yeraltı suyu beslenmesi olarak yağış (tablo 5), yeraltı su kayıpları olarak buharlaşma (tablo 7) ve akım değerleri (tablo 4) kullanılmıştır.

Tablo 4. Akarçay Havzasında Bulunan Akarsular Ve Akım Gözlem İstasyonları

Akarsu Adı	İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Süresi (Yıl)	Gözlem Başlangıcı	Gözlem Sonu	Toplam Veri Adedi
Nacak Deresi	Akdeğirmen	11020	17	1980	1996	204
Balmahmut	Nacak Deresi	11007	22	1964	1985	264
Araplı Deresi	Köprülü	11017	25	1971	1996	300
Çay Deresi	Çay	11021	11	1986	1996	132
Engilli Deresi	Cankurtaran	11015	29	1967	1996	348
Ortaköy	Adıyan Suyu	11002	36	1960	1996	432
Seyitler Giriş	Seyitler	11019	30	1966	1996	360
Selevir Giriş	Selevir	11013	30	1966	1996	360
Akarçay	Bolvadin	11004	27	1969	1996	324

Tablo 5. Yağış Gözlem İstasyonları

İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Süresi(Yıl)	Gözlem Başlangıcı	Gözlem Sonu	Toplam Veri Adedi
Afyon	1034	68	1929	1996	816
Seyitler	11001	32	1964	1996	384
Selevir	11004	28	1966	1994	336
Bolvadin	1015	42	1929	1996	504
Çay	11021	28	1964	1996	336
Eber	11012	22	1974	1996	264
Sultandağ	11080	26	1966	1994	312
Akşehir	1070	58	1933	1995	696
Taşköprü	11011	25	1971	1996	300
Cankurtaran	11007	28	1969	1996	336

Tablo 6. Yer altı Su Seviye Gözlem İstasyonları

İl İlçe	Köy Kasaba	Kuyu No	Gözlem Süresi (Yıl)	Gözlem Başlangıcı	Gözlem Sonu	Toplam Veri Adedi
Şuhut	Merkez	19065	23	1976	1998	167
Sinanpaşa	Kınık	12604	7	1988	1998	11
Sinanpaşa	Küçükhtyük	7932	9	1988	1999	33
Sinanpaşa	Merkez	15830	6	1988	1993	11
Sinanpaşa	Akören	11156	20	1977	1998	186
Afyon	Sadıkbey	31880	7	1988	1998	11
Sinanpaşa	Tokuşlar	25095	7	1988	1998	11
Afyon	Fetibey	30514	7	1988	1998	12
Afyon	Kumartaş	25101	7	1988	1998	12
Afyon	Beyyazı	13332	23	1977	1999	126
Afyon	Değirmendere	15027	11	1986	1999	78
Afyon	Değirmendere	15022	11	1986	1999	77
Afyon	Salar	9540	21	1976	1998	187
Şuhut	Ağzıkara	12610	7	1988	1998	13
Şuhut	Merkez	19322	7	1988	1998	13
Şuhut	Merkez	19061	19	1976	1993	171
Afyon	Işıklar	25055	8	1986	1998	12
Afyon	Susuz	12993	19	1977	1998	168
Çay	Merkez	18589	11	1986	1999	80
Bolvadin	Hamidiye	21741	6	1988	1993	11
Bolvadin	Merkez	20953	4	1993	1999	23
Bolvadin	Merkez	20957	6	1988	1993	11
Çay	Deresinek	20925	5	1988	1992	8
Şuhut	Bademli	35596	4	1993	1999	23

Tablo 7. Buharlaştırma Gözlem İstasyonları

İstasyon Adı	İstasyon No	Gözlem Süresi(Yıl)	Gözlem Başlangıcı	Gözlem Sonu	Toplam Veri Adedi
Eber	11012	22	1974	1996	154
Taşköprü	11011	29	1968	1996	203
Seyitler	11001	28	1966	1996	196
Selevir	11004	26	1966	1994	182
Serban	7009	16	1972	1996	112

Verilerin İstatistik parametreleri Tablo 7-10 de verilmiş olup ; Tablo 7 de Yağış, Tablo 8 de Buharlaştırma Tablo 9 da Akım ve Tablo 10 da Kuyu su seviye gözlem

parametreleri verilmiştir. Verilerin tüm yıllarda yapılan ölçümlere göre periyotlarını inceleyebilmek amacıyla çizilen toplam gözlem grafikleri Şekil 3-28 Verilerin yıl içi periyotlarını inceleyebilmek amacıyla aylık ortalama değerleri hesaplanarak çizilen grafikler Şekil 29-54'de ve verilerin yıl içi periyotlarını karşılaştırmak amacıyla ortalama değerleri hesaplanarak çizilen karşılaştırma grafikleri Şekil 55-61 de verilmiştir.

Tablo 8. Yağış Gözlemleri İstatistik Parametreleri

İstasyon Adı	İst No	Yıl Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Varyasyon
Afyon	1034	68	36.23	28.0272	1.18215	2.202707	0.773687257
Seyitler	11001	33	29.61	23.55367	1.19169	1.9255	0.795528374
Selevir	11004	29	29.34	21.56881	1.06092	1.304895	0.735163583
Bolvadin	1015	55	32.68	27.44233	1.62096	5.748342	0.83981801
Çay	11021	31	45.68	34.27256	0.86736	0.65796	0.750312898
Eber	11012	23	27.93	21.7326	0.84859	0.257222	0.777996467
Sultandağı	11080	29	43.6	36.85268	1.1942	1.508052	0.845194746
Akşehir	1070	58	52.36	44.05879	1.21298	1.861549	0.841418763
Taşköprü	11011	26	29.24	23.34006	0.94127	0.544954	0.798318132
Cankurtaran	11007	26	53.22	41.56821	0.95742	0.835077	0.781018498

Tablo 9. Buharlaştırma Gözlemleri İstatistik Parametreleri

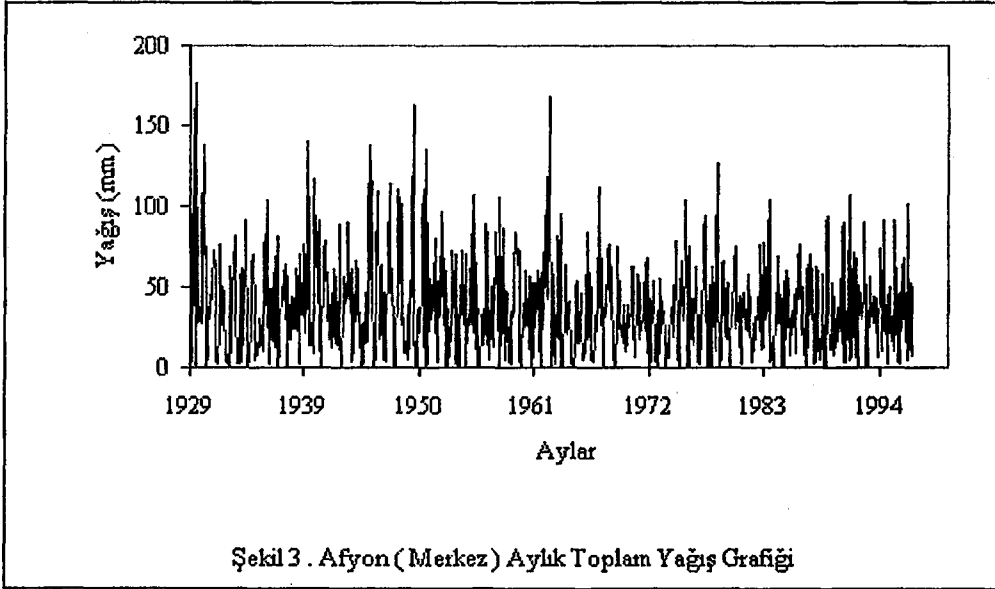
İst. Adı	İst. No	Yıl Sayısı	Ortalama	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Varyasyon
Eber	11012	23	199.7	68.952	0.0693	-0.868179	0.345283276
Taşköprü	11011	29	217.8	89.7709	0.3578	-0.239304	0.412220656
Seyitler	11001	30	210.5	76.93691	0.02067	-0.89404	0.365448093
Selevir	11004	29	219.8	72.26182	0.03928	-0.956698	0.328711593
Serban	7009	21	189.3	59.61274	0.03943	-0.840901	0.314921611

Tablo 10. Akım Gözlemleri İstatistik Parametreleri

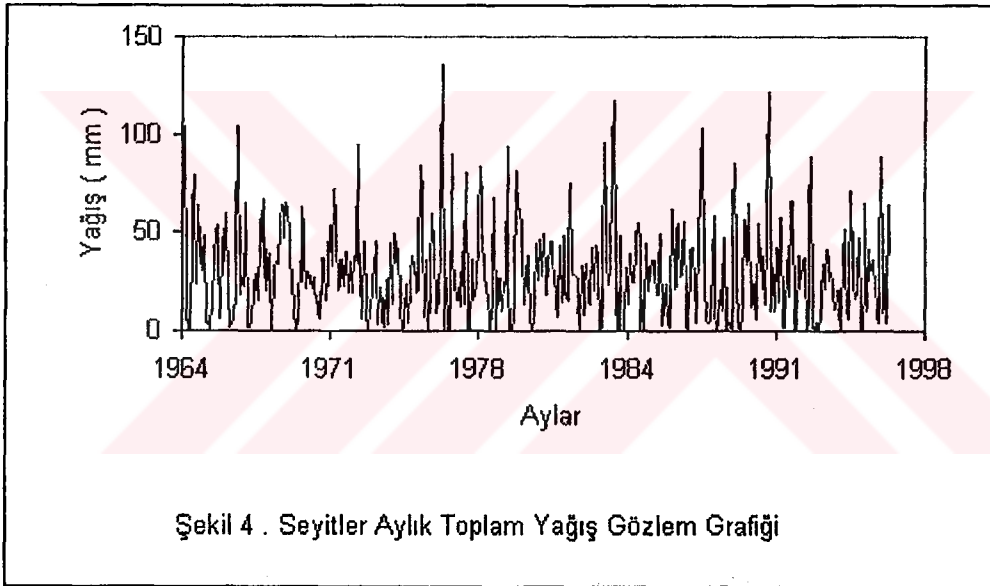
İstasyon Adı	İst.No	Yıl Sayısı	Ortalama	Std.Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Varyasyon
Akdeğirmen (Nacak D)	11020	17	2.36	2.995777	1.75551	2.911289	1.269502467
Nacak Deresi (Balmahmut)	11007	22	3.792	4.318621	1.67871	2.829866	1.138954338
Köprülü (Araplı D)	11017	26	5.587	6.737513	1.97897	4.011557	1.205895066
Bolvadin	1104	27	11.41	17.26778	2.96143	10.56631	1.513879598
Çay (Çay Deresi)	11021	11	1.636	1.977911	2.36634	5.740799	1.208779261

Tablo 11. Kuyu Su Seviyesi İstatistik Parametreleri

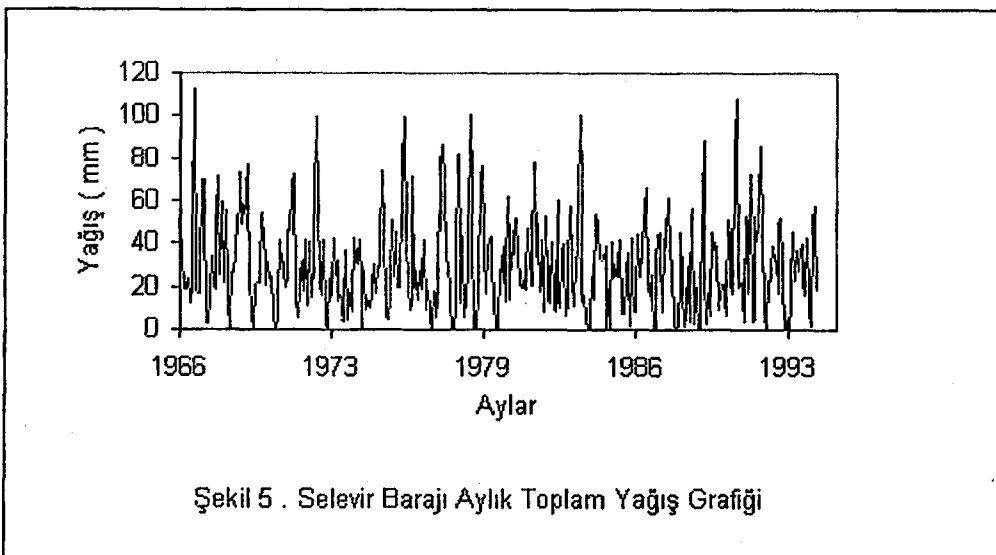
İstasyon Adı	İst.No	Yıl Sayısı	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Varyasyon
Afyon (Beyyazı)	13332	23	8.742	0.723	-2.135	12.080	0.082
Afyon (Susuz)	19993	19	10.923	2.441	1.464	1.745	0.223
Sinanpaşa (Küçükhüyük)	7932	9	15.263	3.329	0.906	1.776	0.218
Çay (Merkez)	18589	11	28.453	5.645	-2.047	10.125	0.198
Şuhut (Merkez)	19065	23	5.006	2.032	0.115	0.188	0.405



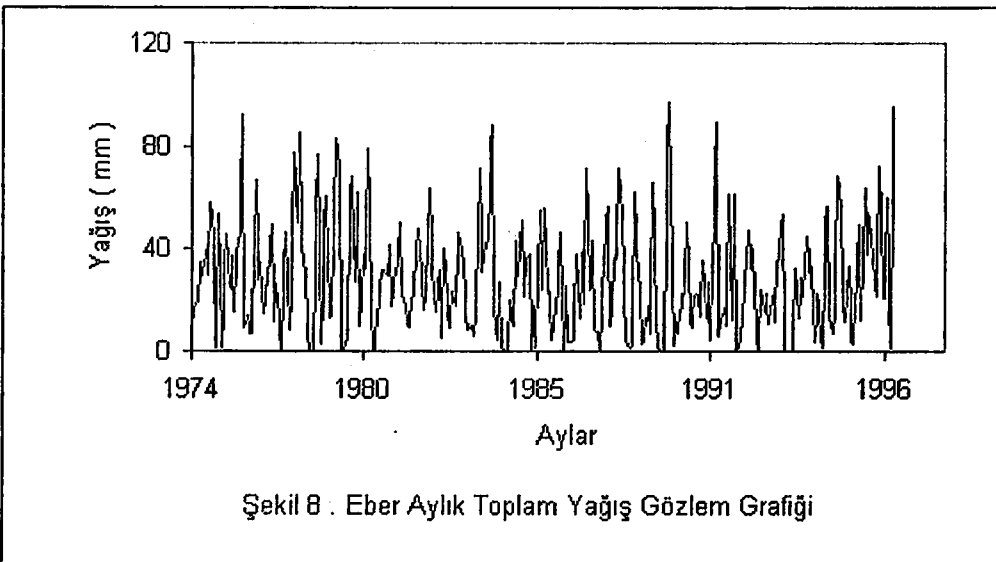
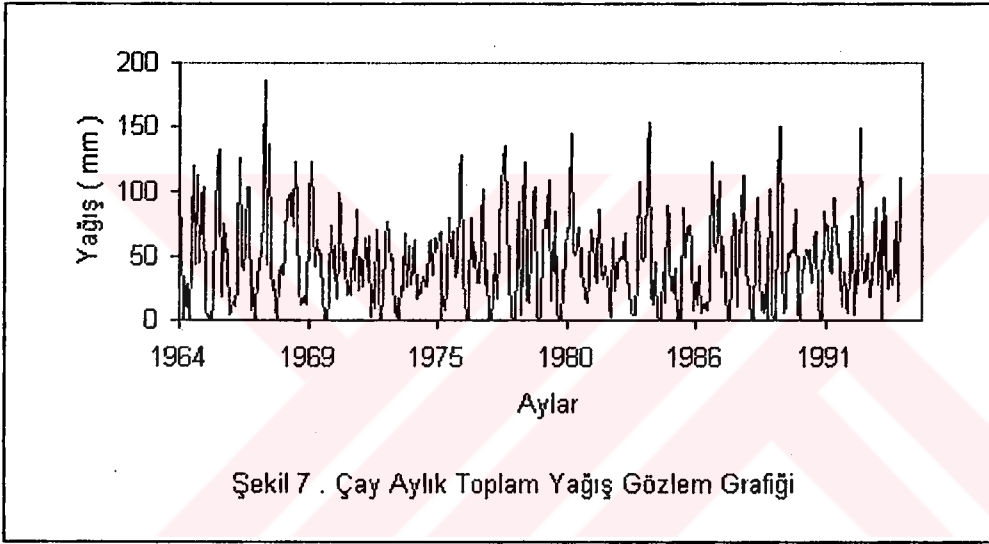
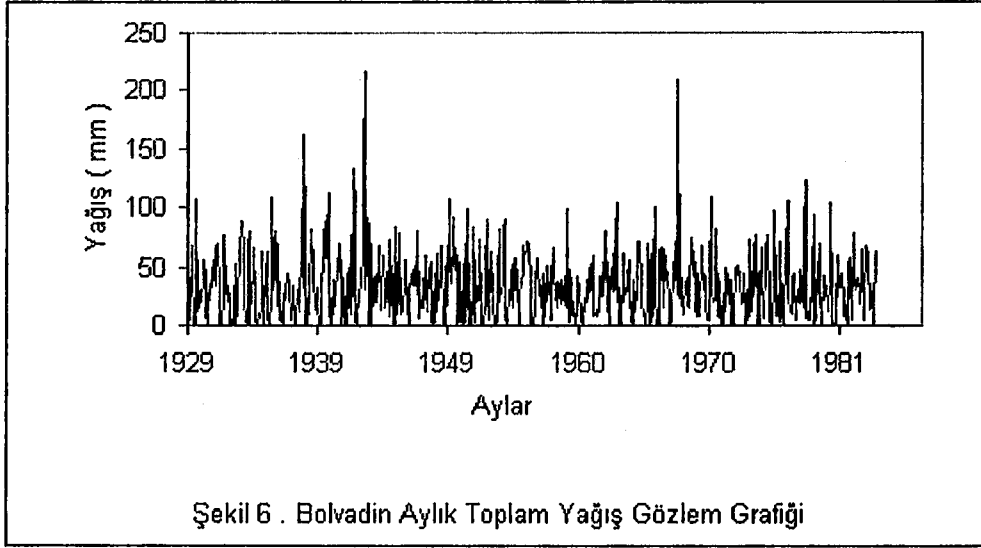
Şekil 3 . Afyon (Merkez) Aylık Toplam Yağış Grafiği

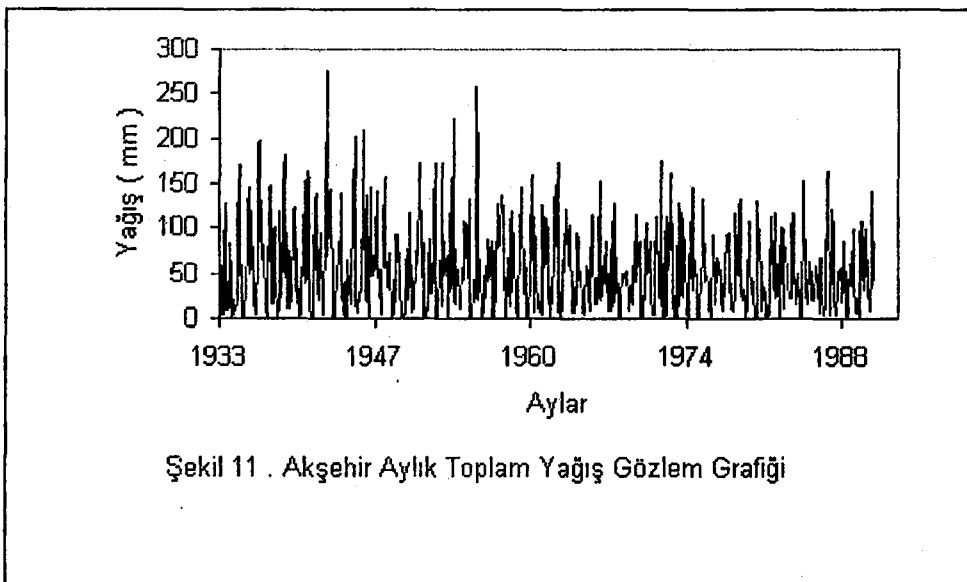
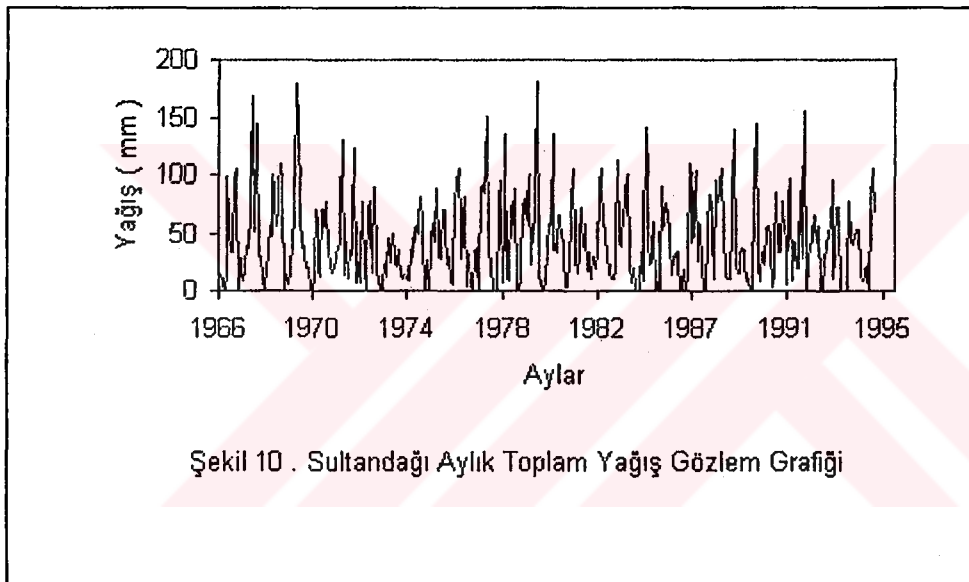
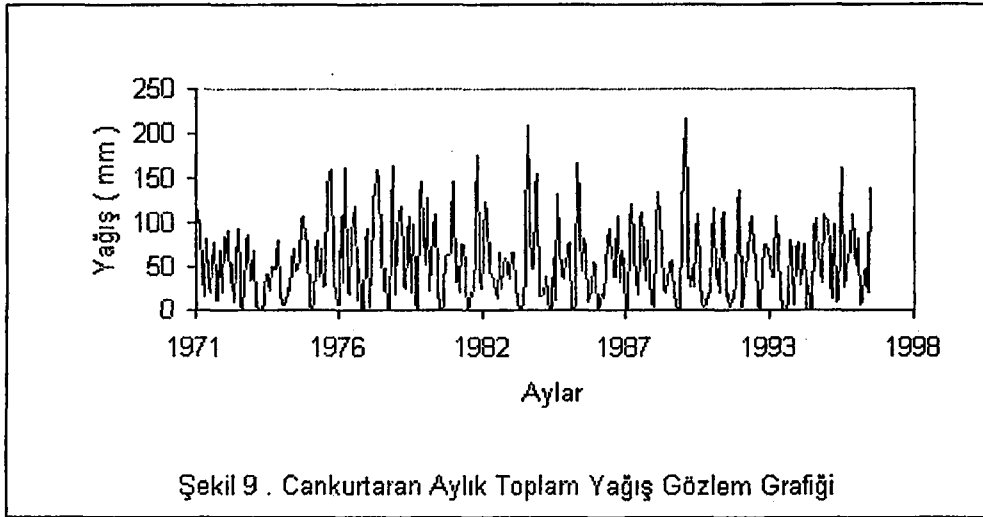


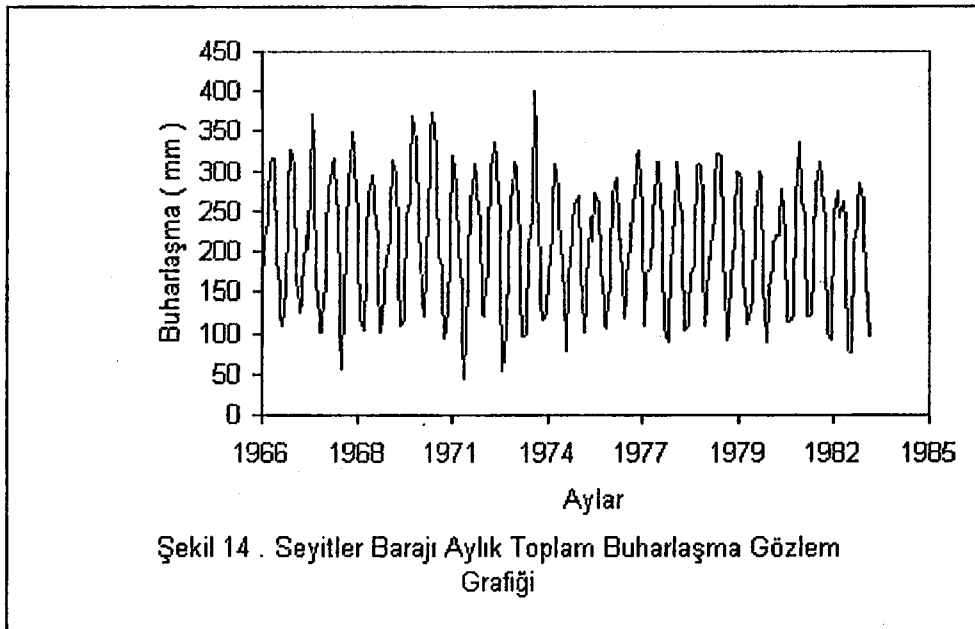
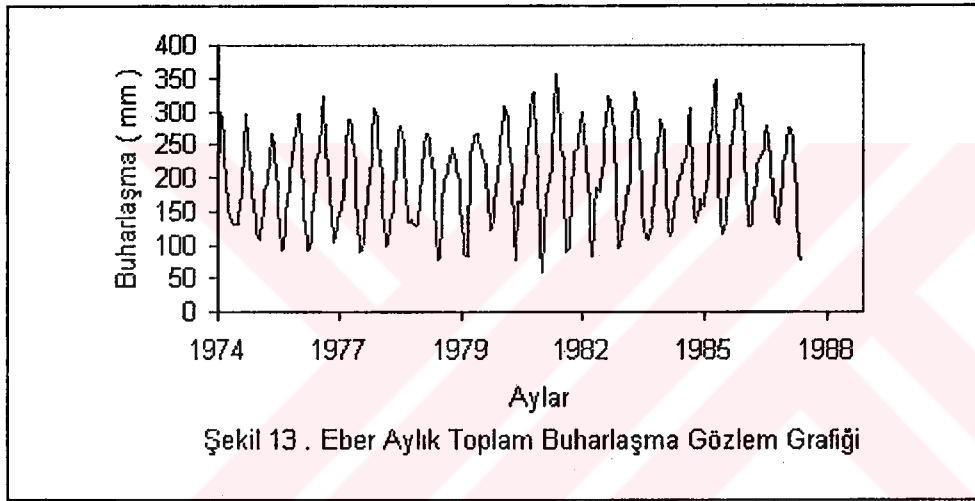
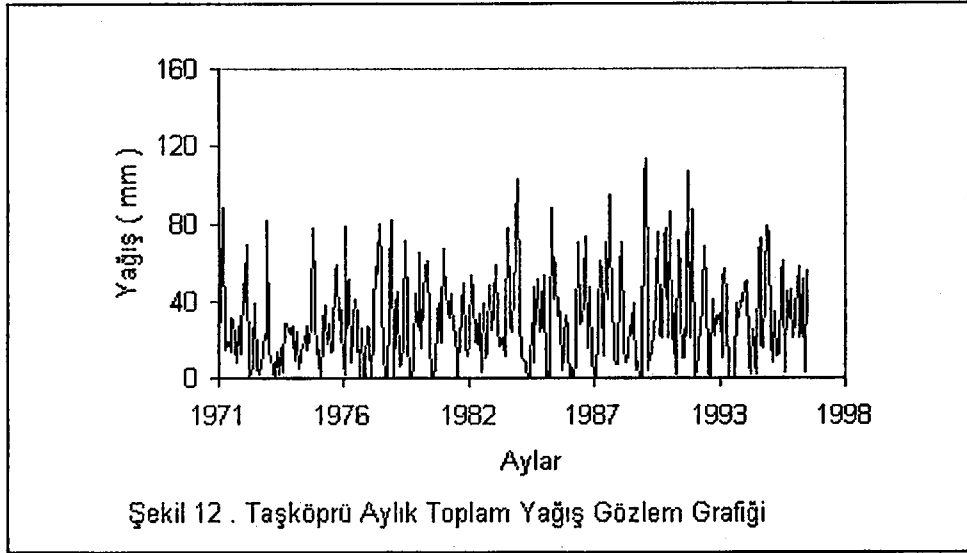
Şekil 4 . Seyitler Aylık Toplam Yağış Gözlem Grafiği

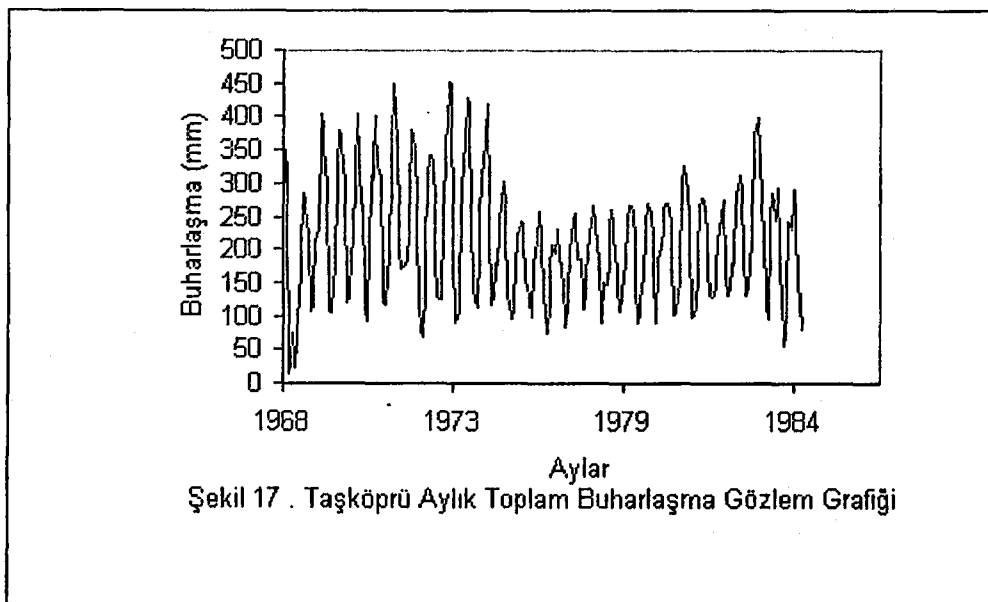
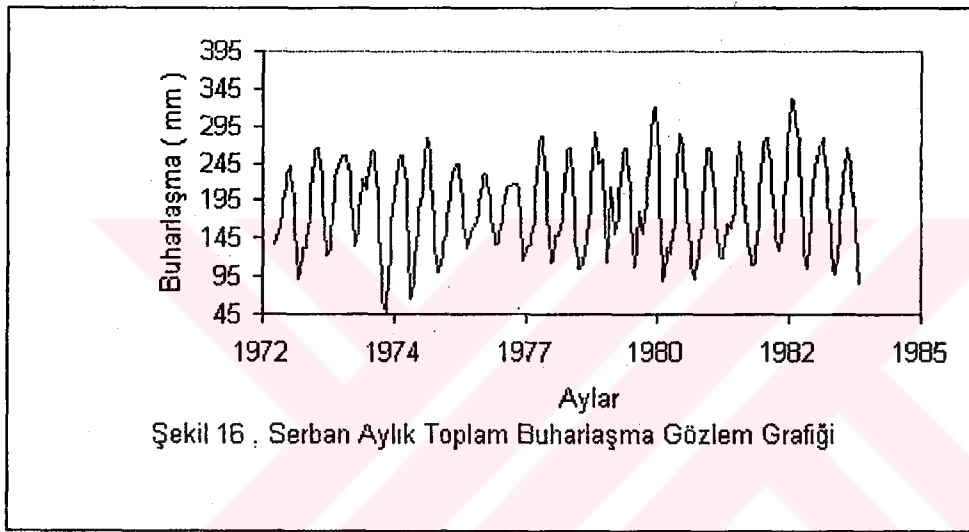
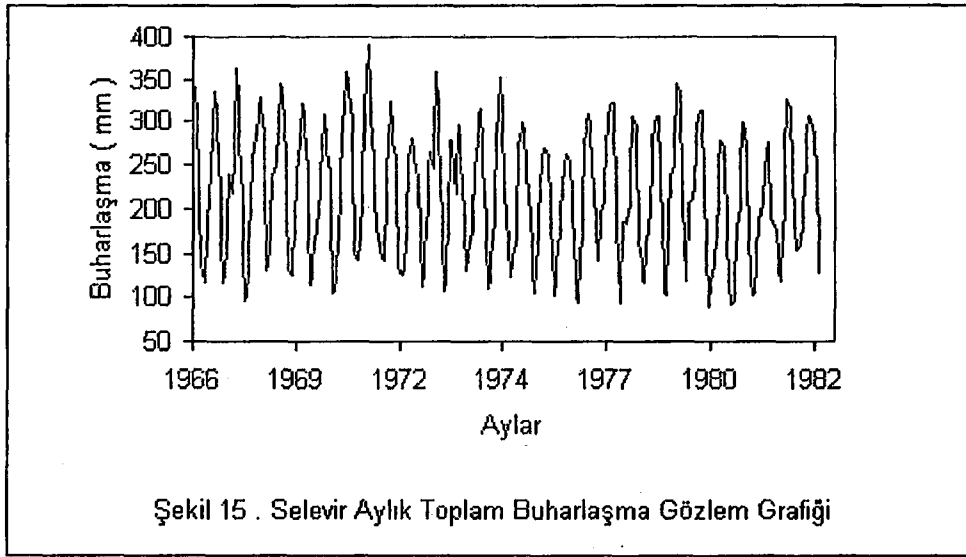


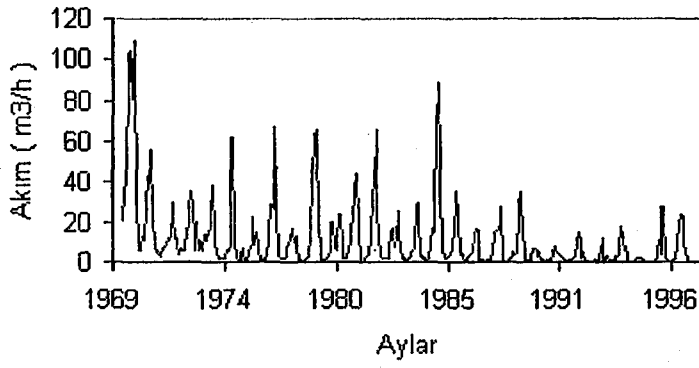
Şekil 5 . Selevir Barajı Aylık Toplam Yağış Grafiği



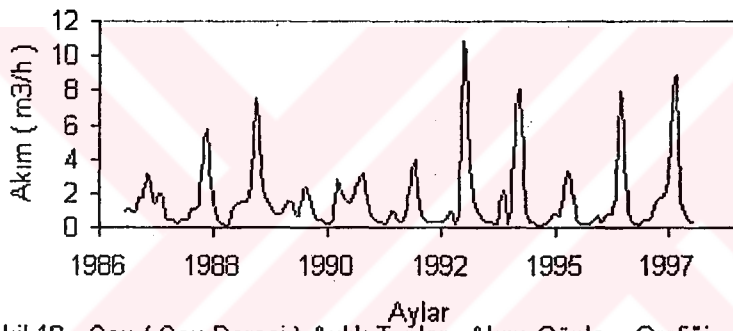




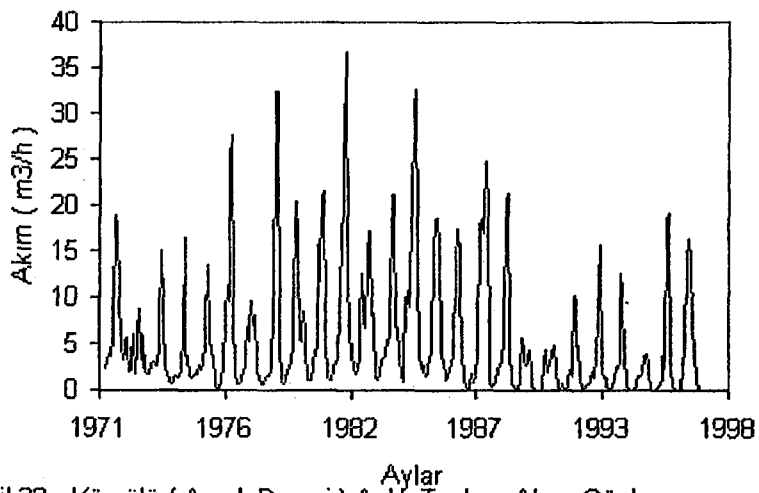




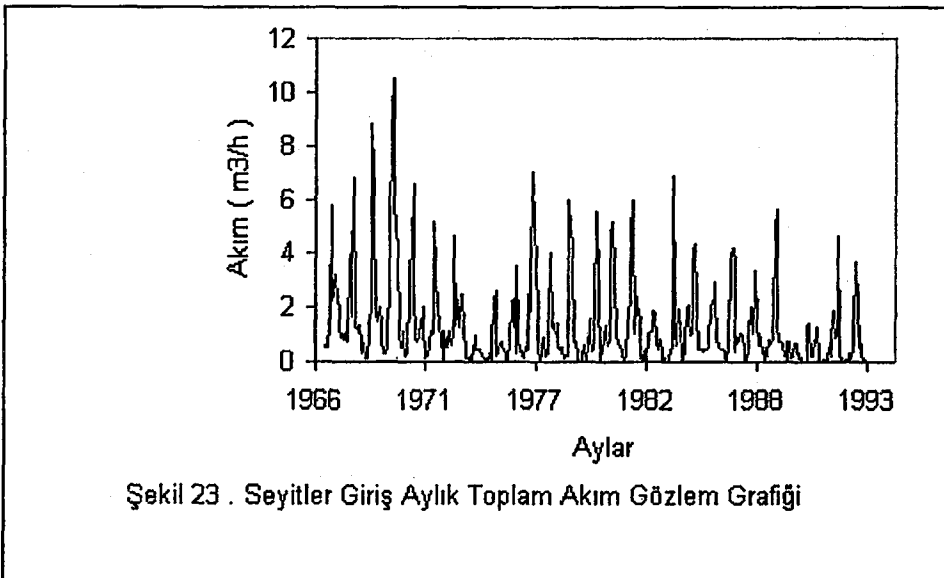
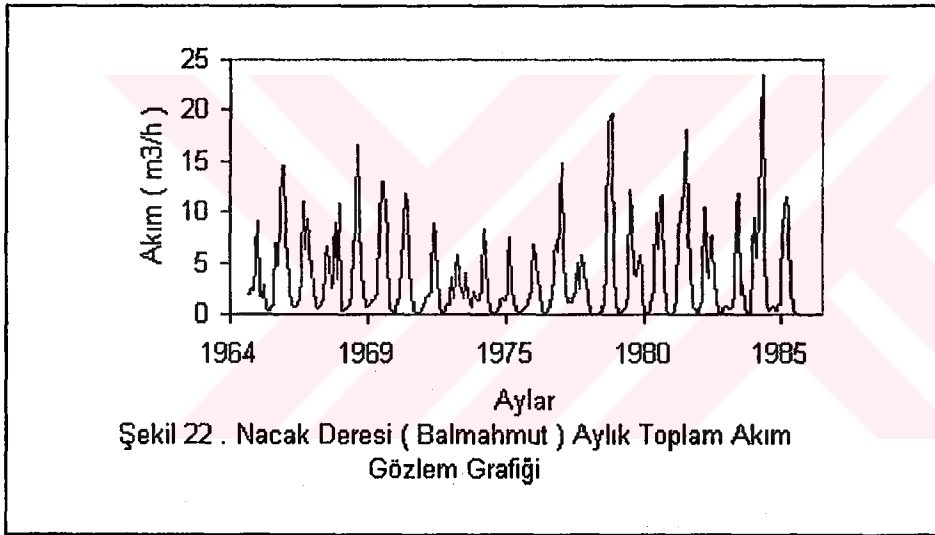
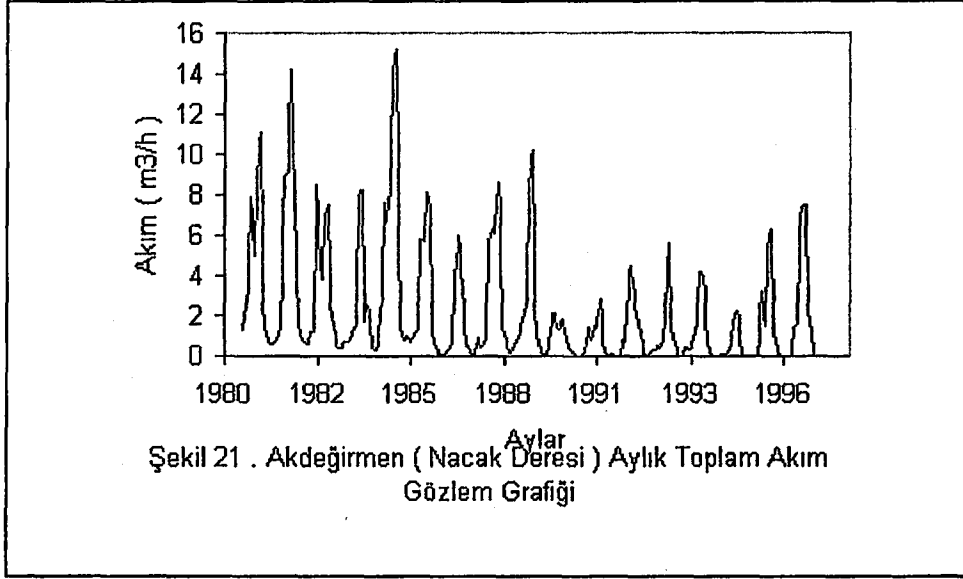
Şekil 18 . Akarçay (Bolvadin) Aylık Toplam Akım Gözlem Grafiği

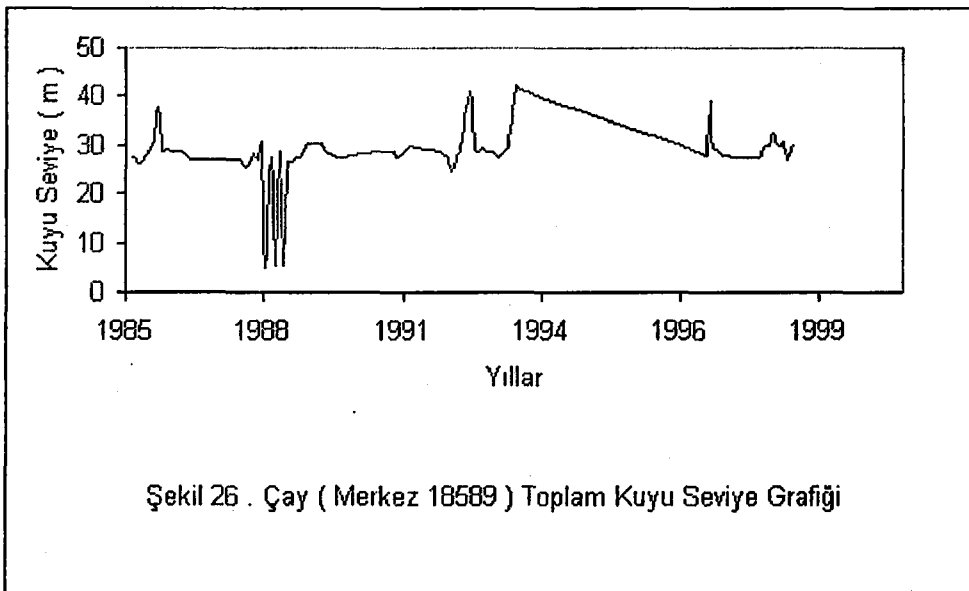
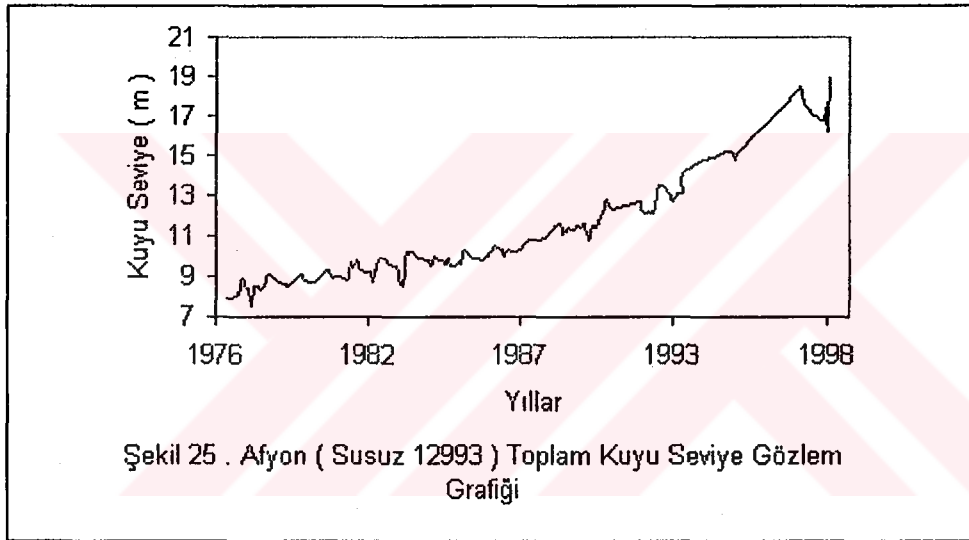
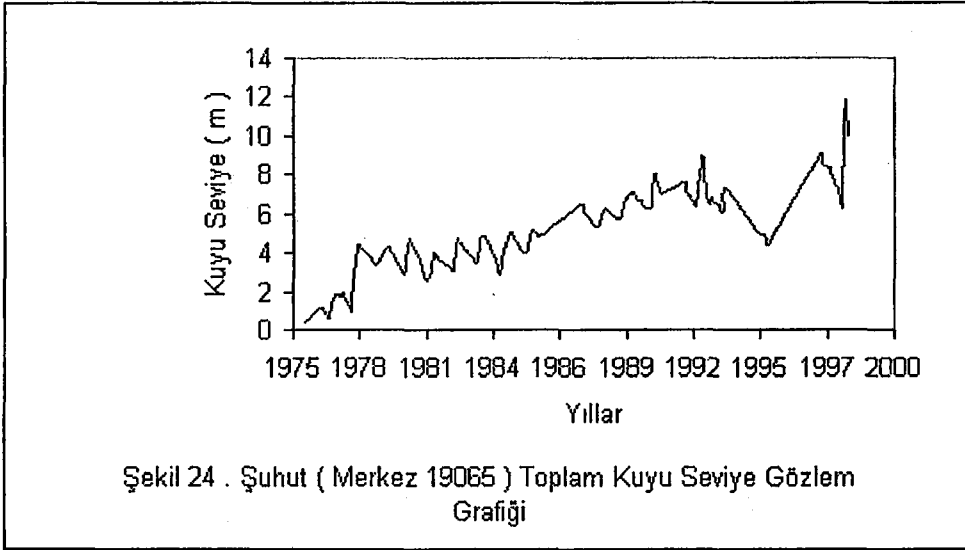


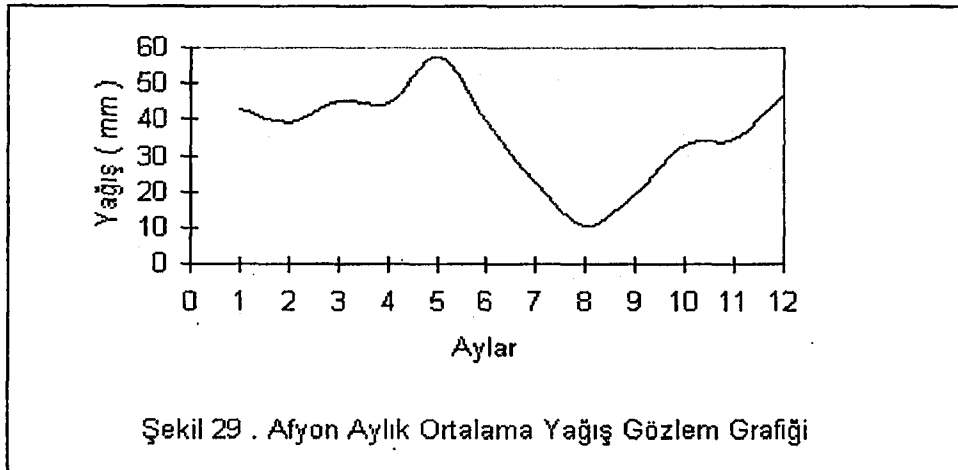
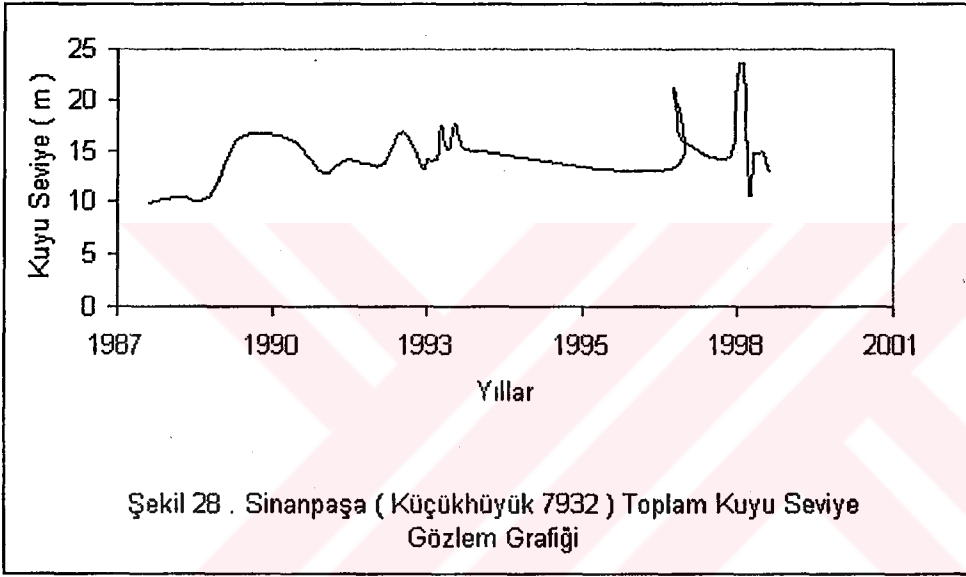
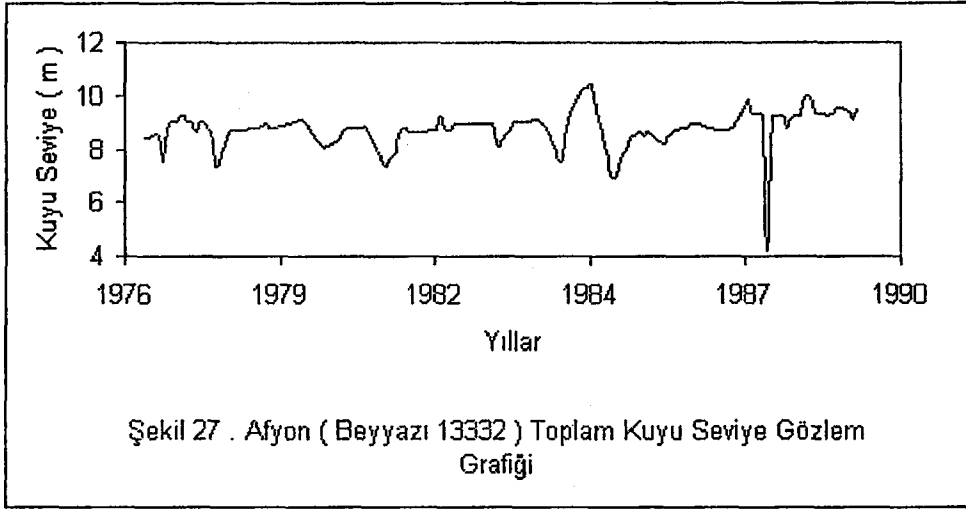
Şekil 19 . Çay (Çay Deresi) Aylık Toplam Akım Gözlem Grafiği

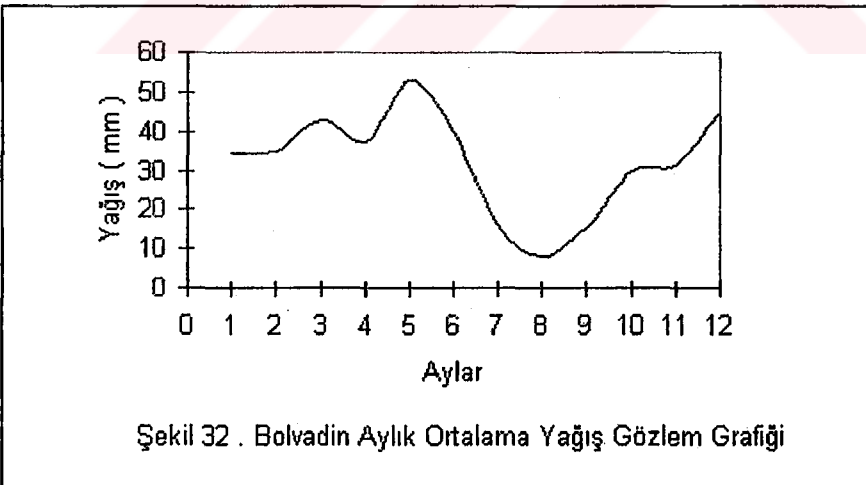
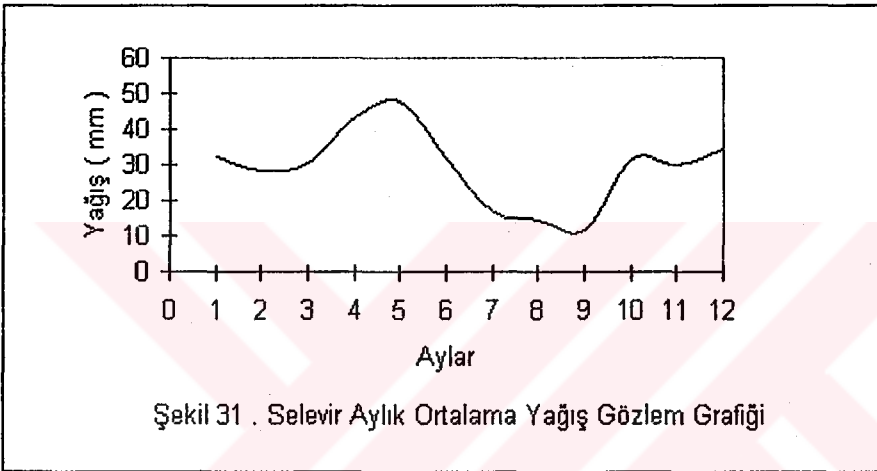
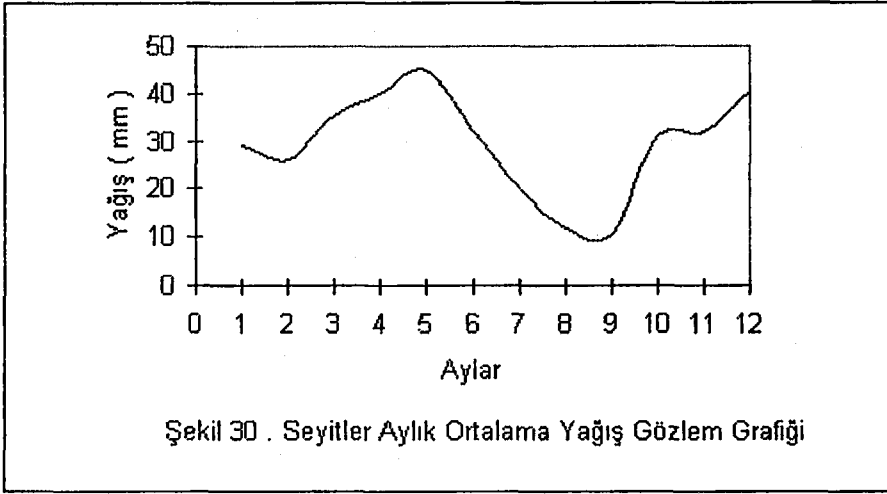


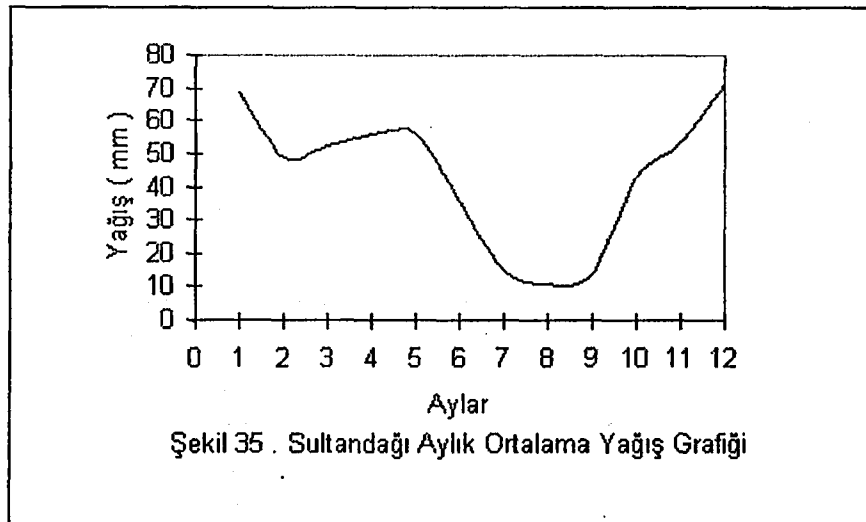
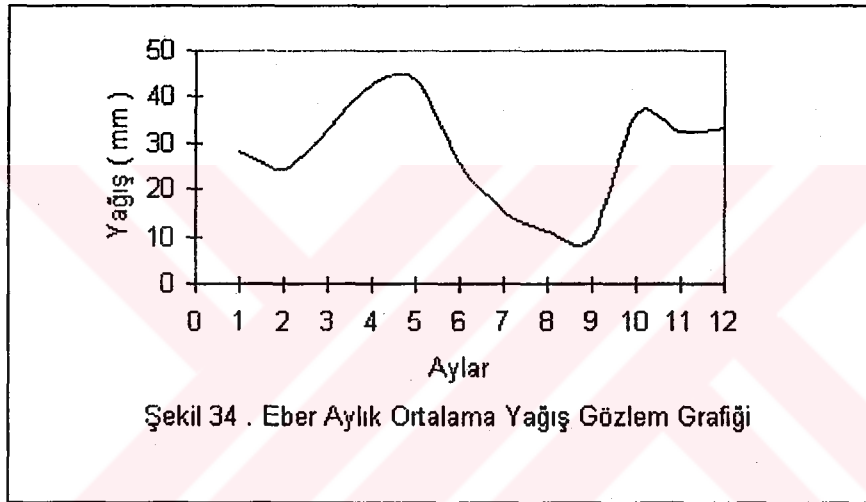
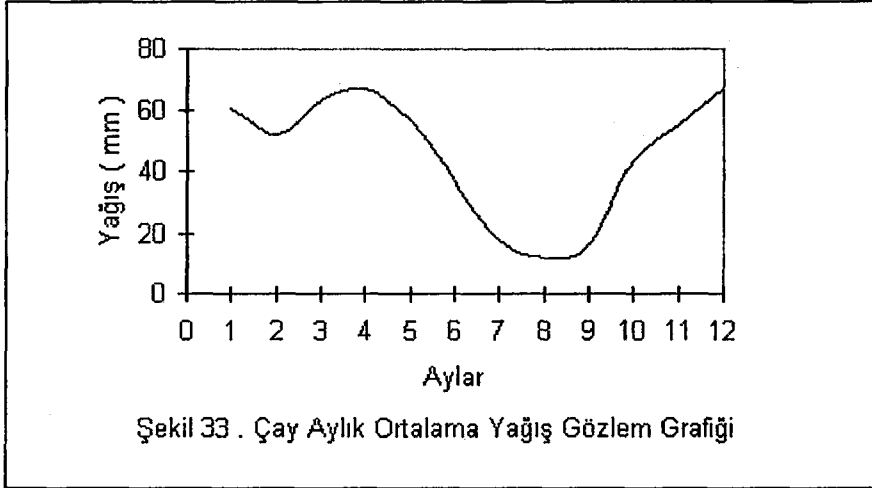
Şekil 20 . Köprülü (Araplı Deresi) Aylık Toplam Akım Gözlem Grafiği

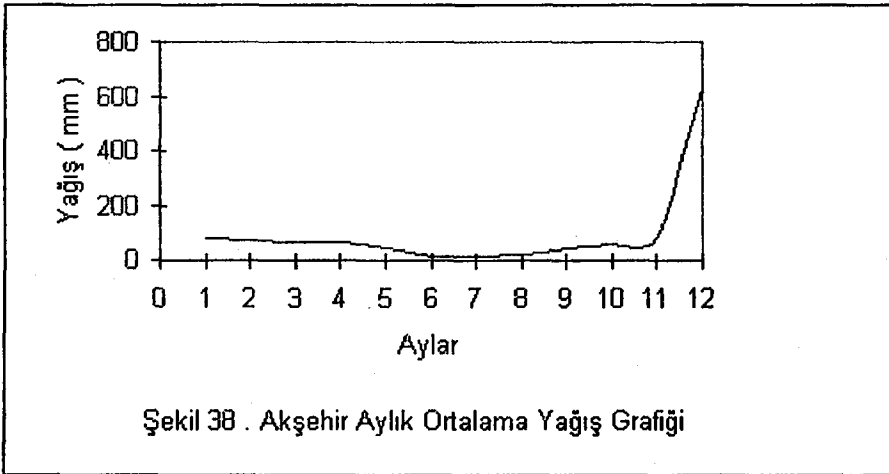
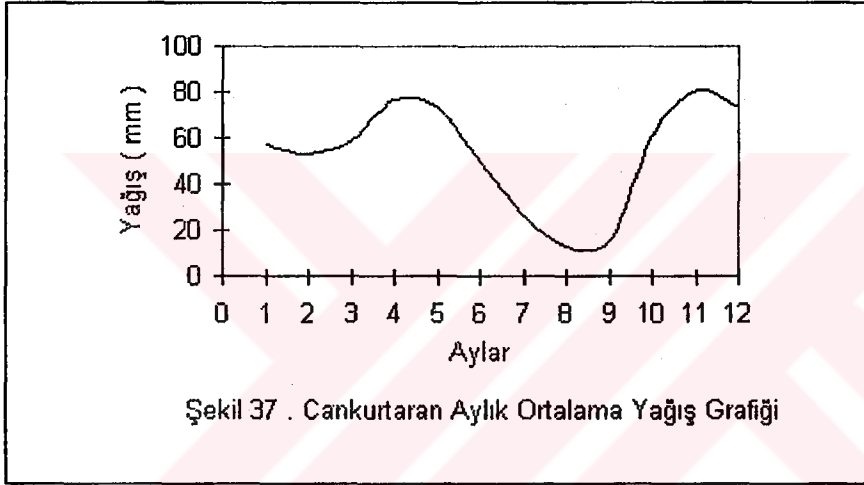
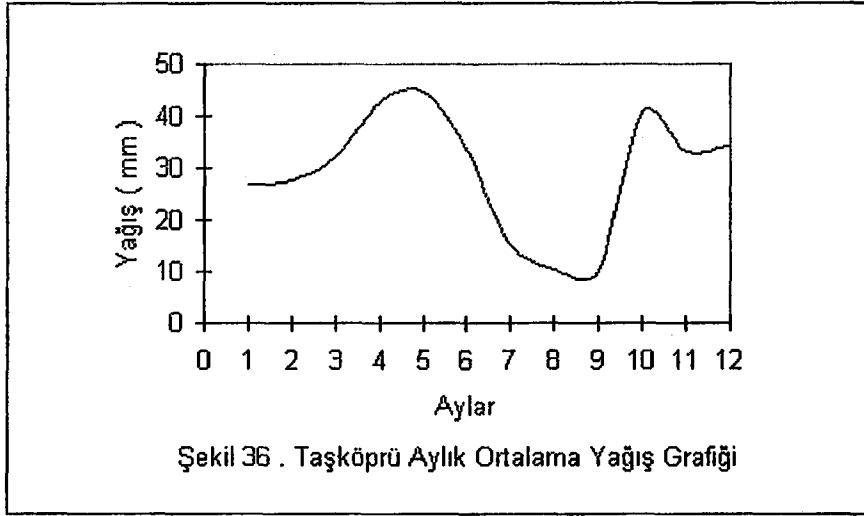


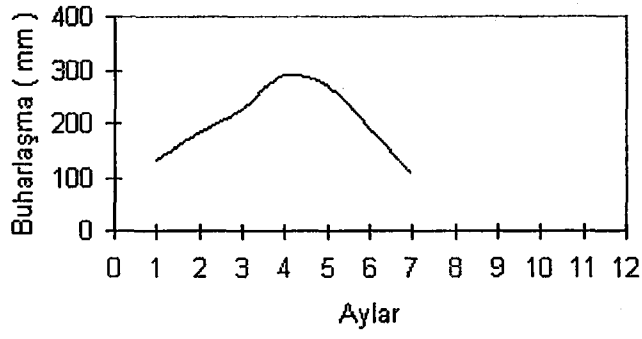




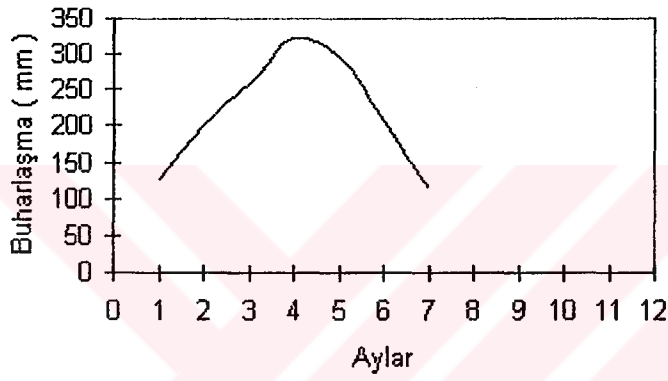




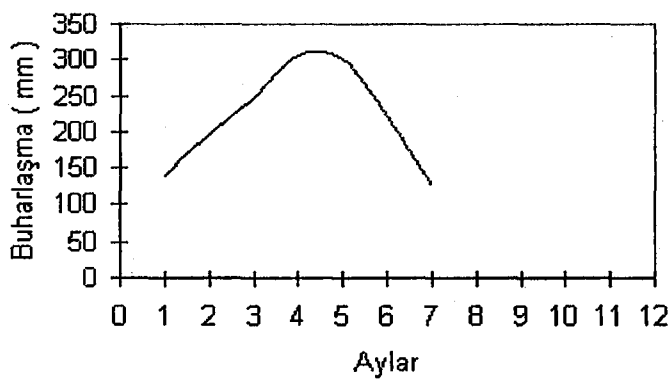




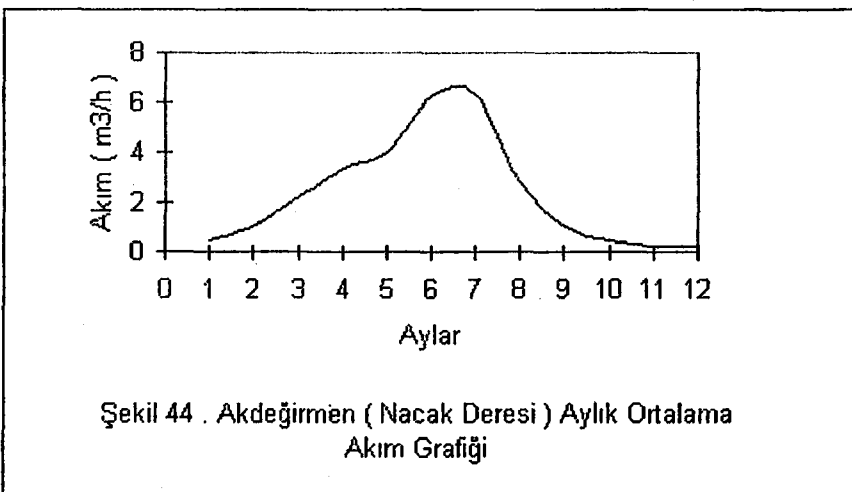
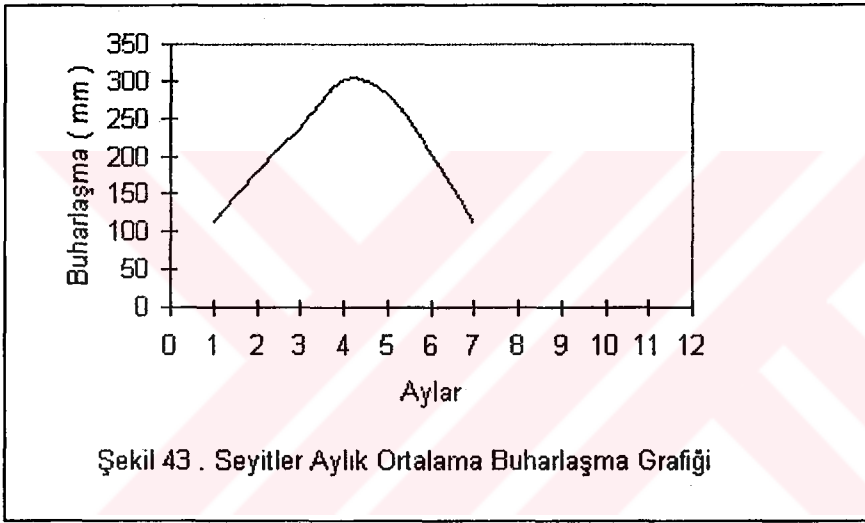
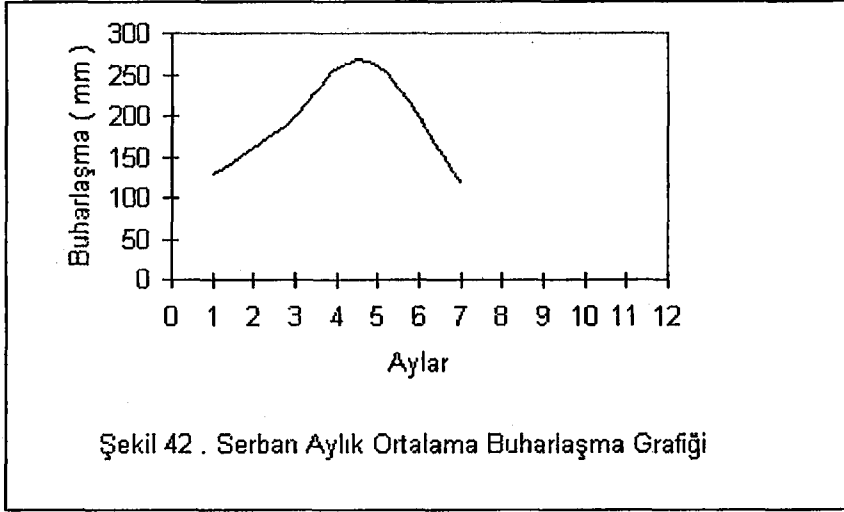
Şekil 39 . Eber Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği

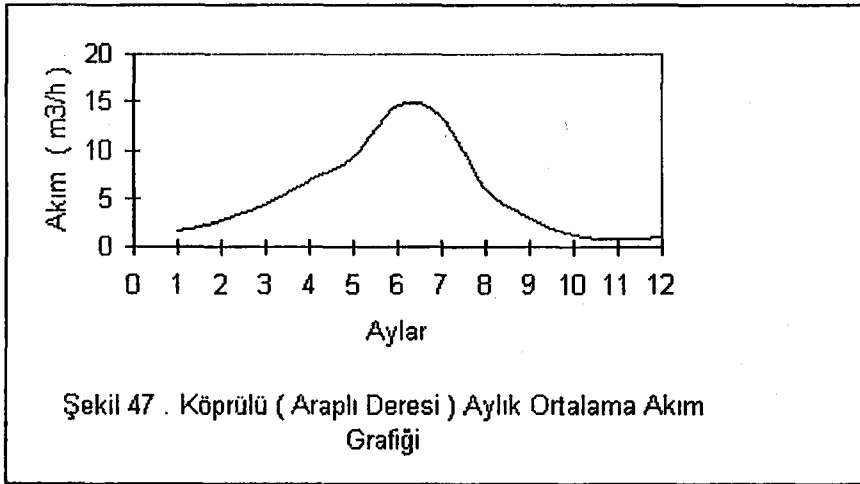
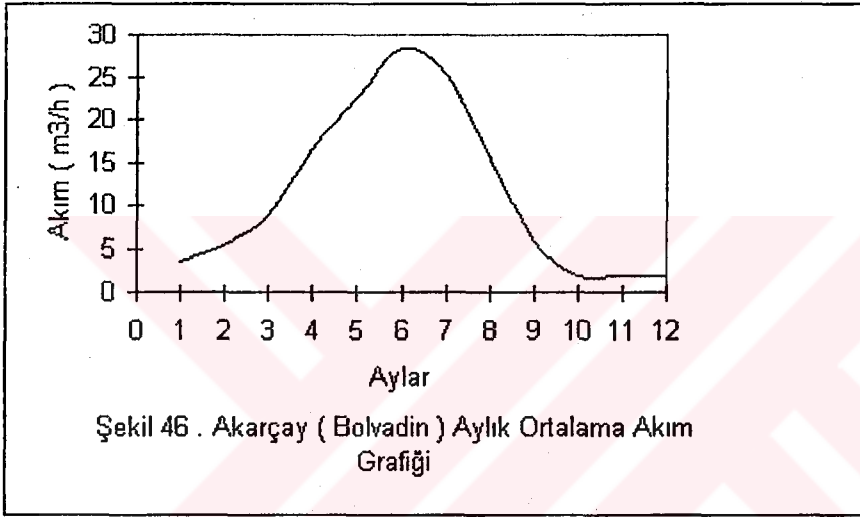
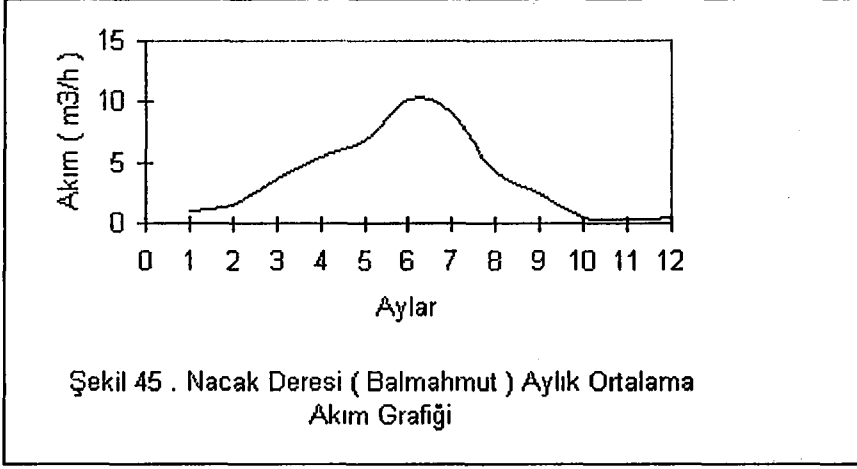


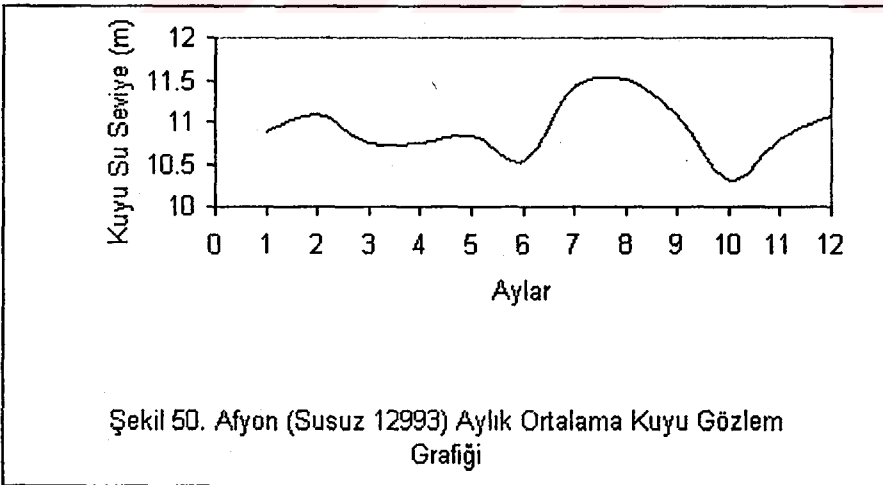
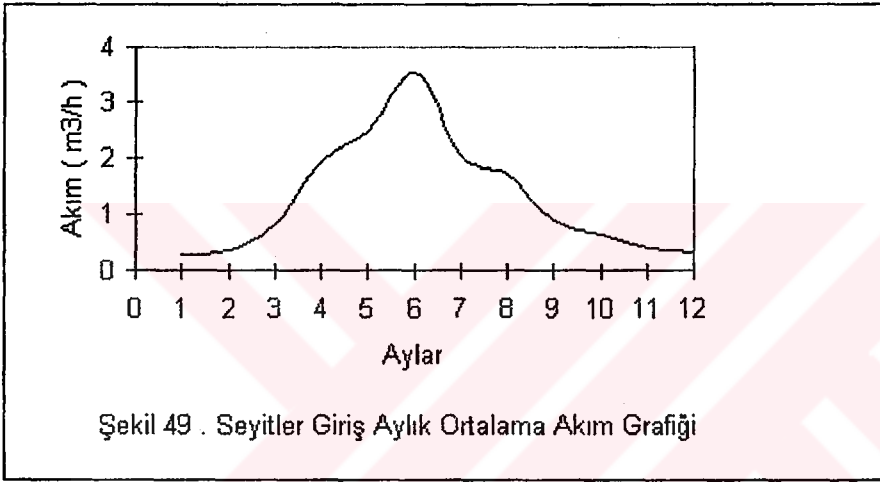
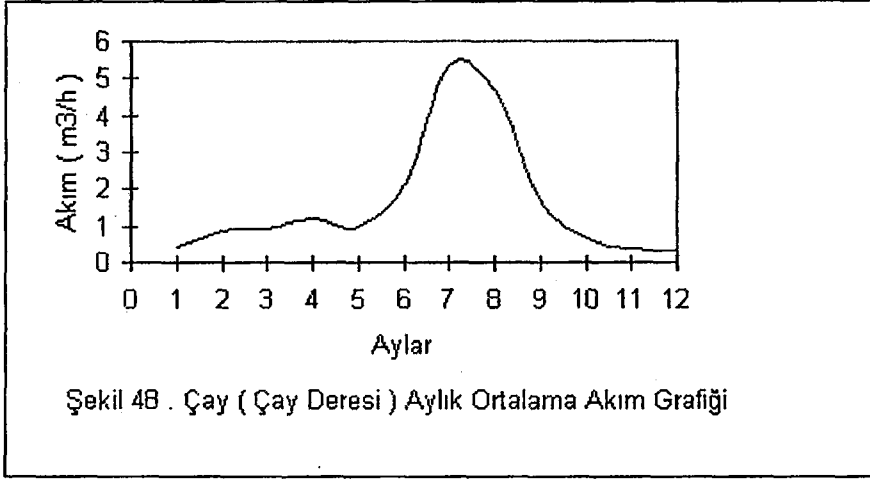
Şekil 40 . Taşköprü Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği

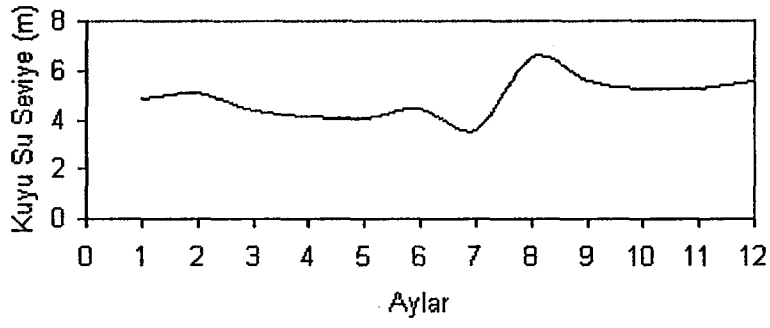


Şekil 41 . Selevir Aylık Ortalama Buharlaşma Grafiği

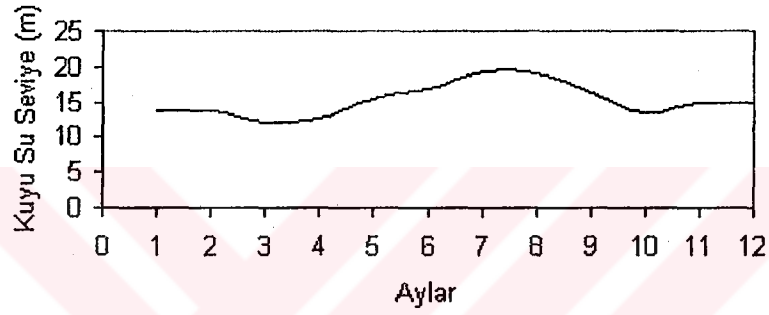




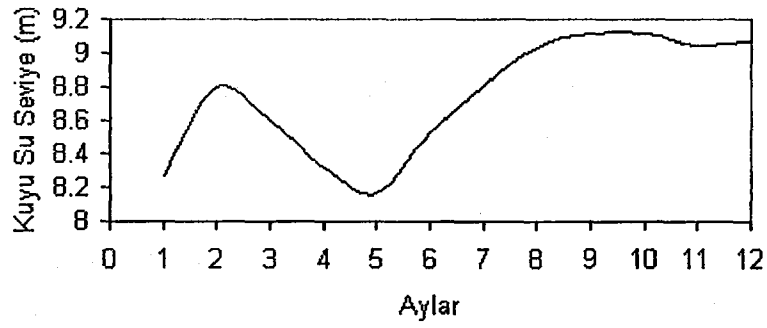




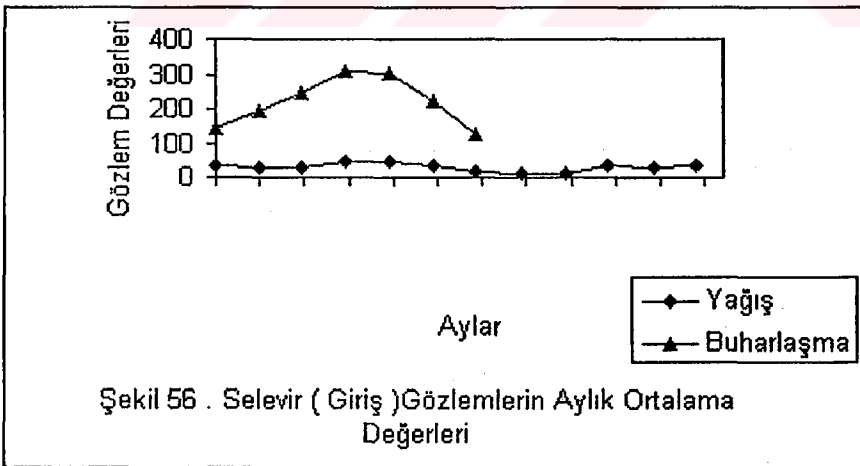
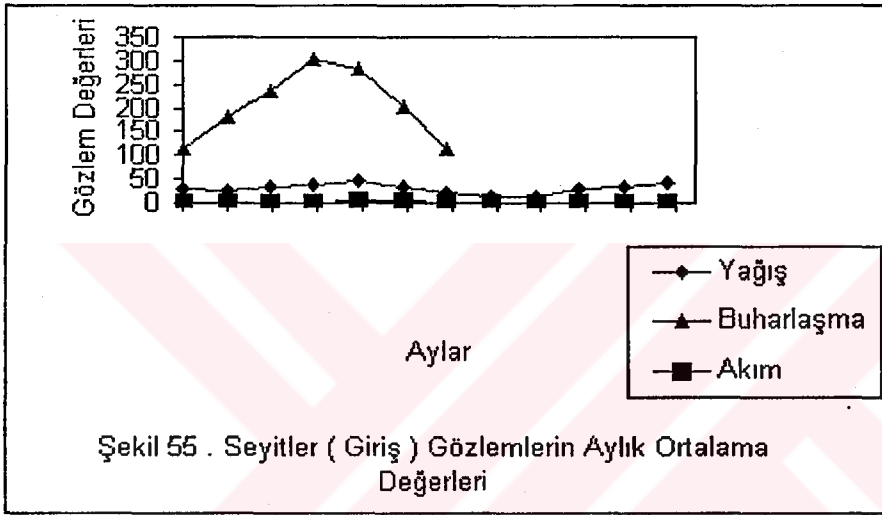
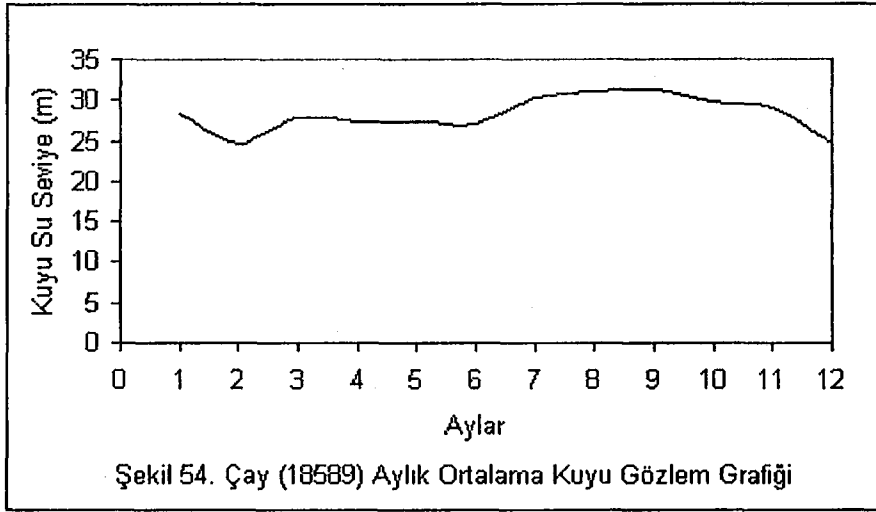
Şekil 51. Şuhut (19065) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği

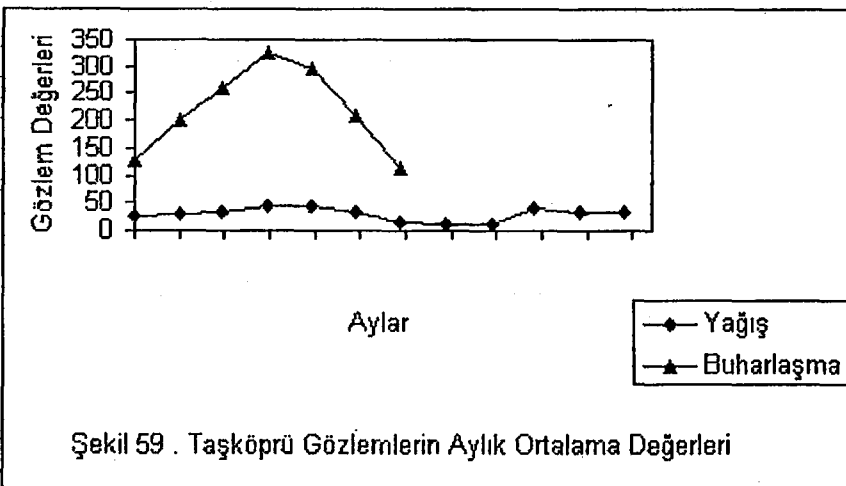
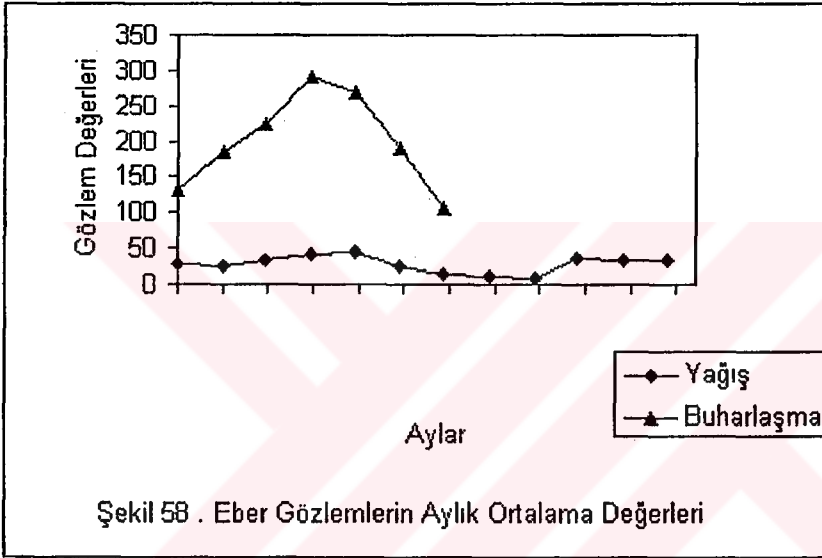
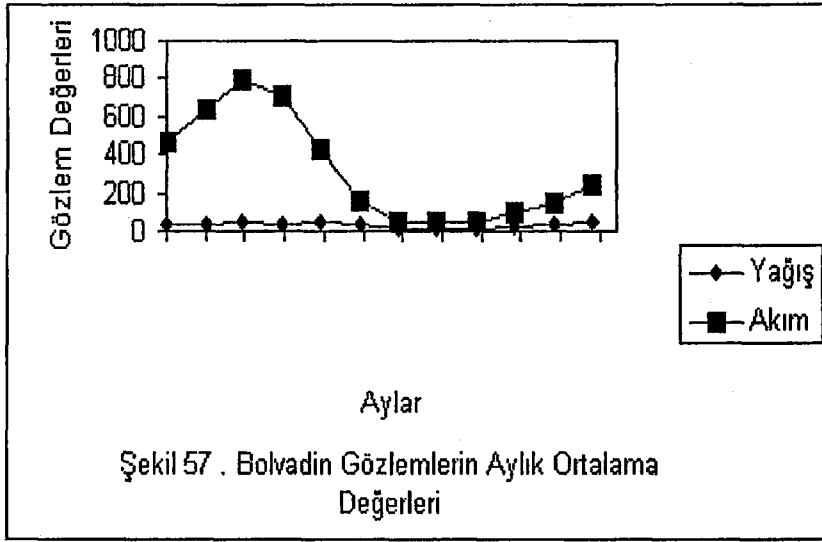


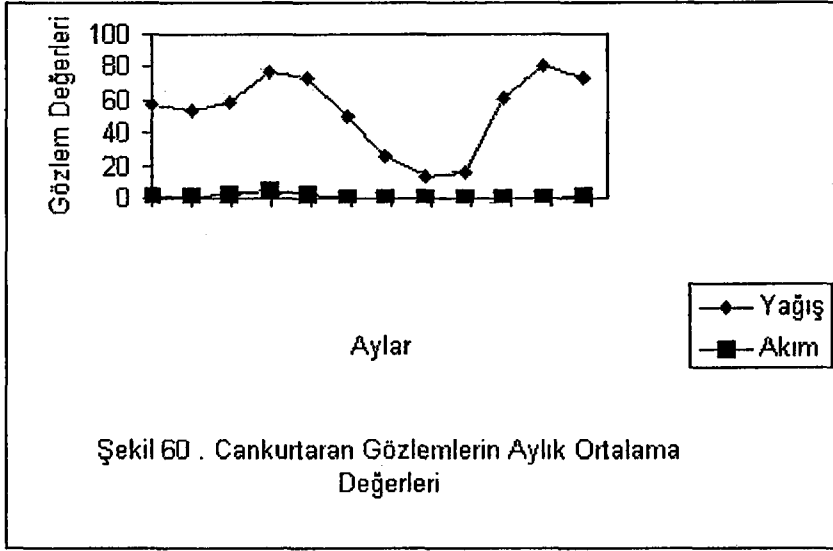
Şekil 52. Sinanpaşa(Küçükhüyük 7932) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği



Şekil 53. Afyon (Beyyazı 13332) Aylık Ortalama Kuyu Gözlem Grafiği







Şekil 60 . Cankurtaran Gözlemlerin Aylık Ortalama Değerleri

C) OTOREGRESSİF MODELLEME

Tüm verilerin otoregressif modellemesinin yapılması amaçlanmıştır. Otoregressif modelleme için bilgisayar programı geliştirilmiş bu amaçla Excel 97 kullanılmıştır. İşlem adımı şu şekilde gerçekleştirilmiştir. Verilerin öncelikle normal dağılıma uygunluğu kontrol edilmiş, çarpık dağılımlı olanlar Box-Cox transformasyonu ile normal dağılımlı hale getirilmiştir. Bu dönüşüm için kullanılan λ (Lamda) değerleri (tablo 11-12-13) de verilmiştir. Normal dağılımlı hale getirilen verilerin istatistik parametreleri yeniden hesaplanmıştır. Ardından korelogram hesabı yapılmış , hesaplanan limitleri aşanların adetleri (k) tespit edilerek bunlar için kısmi otokorelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayıların % 5 seviyesinde istatistik açıdan anlamlılığı kontrol edilmiş ve kararlı olup olmadıkları test edilmiştir. Sonuçlar (tablo 11-12-13) de verilmiştir. Kuyu ve buhar verileri geçmiş yıllarda değişik zamanlarda elde edildiğinden eksik veri içermektedir dolayısıyla korelogram analizi diğer veriler için (yağış, akım) yapıldığı gibi yapılamamıştır. Bu verilerin içsel bağımlılığını belirleyebilmek amacıyla Quick basic programında yazılmış ve eksik veri olması halinde hesap yapabilen bilgisayar programı kullanılmıştır. Sonuçlar (tablo 18) de verilmiştir.

Tablo 12. Otoregressif Model Hesap Sonuçları

İst No	1034	11001	11004	1015	11021	11012
İst Adı	Afyon Yağış	Seyitler Yağış	Selevir Yağış	Bolvadin Yağış	çay Yağış	Eber Yağış
LAMDA	0.720	0.800	1.400	0.630	0.467	0.590
N=	35	33	29	35	31	23
Ortalama	4.9997	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
StdSp	7.8657	31.1982	318.0900	20.1066	12.3819	19.3516
Çarpıklık	0.0051	0.0015	0.0020	-0.0030	0.0073	0.0060
Baskılık	0.8122	-0.8196	-0.7724	0.0531	-0.1270	0.1061
r ₀	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
r ₁	0.0211	-0.0432	-0.1662	0.1278	0.1603	0.0583
r ₂	-0.3425	-0.3805	-0.2588	-0.1852	0.1050	-0.0125
r ₃	-0.1289	0.1769	0.3678	-0.3450	0.0306	0.1438
r ₄	-0.0891	0.2928	0.0122	-0.2374	-0.2374	-0.0176
r ₅	0.0104	-0.0967	-0.4815	0.0027	-0.1761	-0.0937
r ₆	-0.2023	-0.2709	-0.1222	0.1649	0.0407	-0.0323
r ₇	0.1979	0.2971	0.2247	0.1840	-0.0632	-0.0771
TLU0	0.3589	0.3684	0.3899	0.3589	0.3787	0.4309
TLU1	0.3636	0.3735	0.3959	0.3636	0.3842	0.4390
TLU2	0.3684	0.3787	0.4022	0.3684	0.3899	0.4477
TLU3	0.3735	0.3842	0.4088	0.3735	0.3959	0.4569
TLU4	0.3787	0.3899	0.4158	0.3787	0.4022	0.4668
TLU5	0.3842	0.3959	0.4231	0.3842	0.4088	0.4772
TLU6	0.3899	0.4022	0.4309	0.3899	0.4158	0.4885
TLU7	0.3959	0.4088	0.4390	0.3959	0.4231	0.5005
TLA0	-0.4161	-0.4290	-0.4589	-0.4161	-0.4432	-0.5178
TLA1	-0.4224	-0.4360	-0.4674	-0.4224	-0.4509	-0.5300
TLA2	-0.4290	-0.4432	-0.4763	-0.4290	-0.4589	-0.5430
TLA3	-0.4360	-0.4509	-0.4858	-0.4360	-0.4674	-0.5569
TLA4	-0.4432	-0.4589	-0.4958	-0.4432	-0.4763	-0.5720
TLA5	-0.4509	-0.4674	-0.5065	-0.4509	-0.4858	-0.5884
TLA6	-0.4589	-0.4763	-0.5178	-0.4589	-0.4958	-0.6061
TLA7	-0.4674	-0.4858	-0.5300	-0.4674	-0.5065	-0.6255
SEÇİLEN	AR(0)	AR(0)	AR(0)	AR(0)	AR(0)	AR(0)
AR(1)f ₁	0.0211	-0.0432	-0.16619	0.12776	0.16032	0.05829
AR(2)f ₁	0.02831	-0.0597	-0.21514	0.15393	0.14727	0.05922
AR(2)f ₂	-0.3431	-0.3831	-0.29458	-0.2048	0.08139	-0.016
AR(3)f ₁	-0.0153	0.00219	-0.12784	0.0908	0.14709	0.0616
AR(3)f ₂	-0.3395	-0.3734	-0.23082	-0.157	0.08107	-0.0246
AR(3)f ₃	-0.127	0.16164	0.29635	-0.308	0.00216	0.1460
AR(4)f ₁	0.43534	0.4353	0.43534	0.43534	0.43534	0.43534
AR(4)f ₂	0.15066	0.1507	0.15066	0.15066	0.15066	0.15066
AR(4)f ₃	0.35522	0.3552	0.35522	0.35522	0.35522	0.35522
AR(4)f ₄	-0.1065	-0.106	-0.1065	-0.1065	-0.1065	-0.1065
KARARLI					---	

Tablo 13. Otoregressif Model Hesap Sonuçları (Devamı)

İst No	11080	1070	11011	11007	1102	1104
İstasyon Adı	Sultandağı Yağış	Akşehir Yağış	Taşköprü Yağış	Cankurtaran Yağış	Adıyansuyu Debi	Bolvadin Debi
LAMDA	1.090	0.686	0.540	0.776	0.260	0.240
N=	23	34	26	26	37	35
Ortalama	19.0223	0.0000	0.0000	0.0000	7.9095	26.1344
StdSp	178.7600	33.3512	583.7100	48.9287	11.5929	17.0852
Çarpıklık	-0.2538	0.0052	0.0015	0.0007	0.0000	-0.0073
Basıklık	-1.0043	0.2593	-0.8356	-1.0001	-0.1892	0.7429
r ₀	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
r ₁	0.0561	0.2501	0.1570	0.1021	0.4053	0.6994
r ₂	0.1884	0.0673	0.1501	0.0234	0.2318	0.6451
r ₃	-0.0896	0.0743	0.2087	0.0696	0.0688	0.6812
r ₄	-0.3088	0.1720	-0.0028	-0.1129	0.0142	0.5287
r ₅	-0.2009	-0.0408	0.1739	-0.2870	-0.1508	0.3886
r ₆	-0.6666	-0.0129	0.1067	-0.3134	-0.1594	0.3223
r ₇	0.1165	0.1410	0.3855	0.0909	-0.1931	0.2709
TLU0	0.4309	0.3636	0.4088	0.4088	0.3502	0.3589
TLU1	0.4390	0.3684	0.4158	0.4158	0.3545	0.3636
TLU2	0.4477	0.3735	0.4231	0.4231	0.3589	0.3684
TLU3	0.4569	0.3787	0.4309	0.4309	0.3636	0.3735
TLU4	0.4668	0.3842	0.4390	0.4390	0.3684	0.3787
TLU5	0.4772	0.3899	0.4477	0.4477	0.3735	0.3842
TLU6	0.4885	0.3959	0.4569	0.4569	0.3787	0.3899
TLU7	0.5005	0.4022	0.4668	0.4668	0.3842	0.3959
TLA0	-0.5178	-0.4224	-0.4858	-0.4858	-0.4042	-0.4161
TLA1	-0.5300	-0.4290	-0.4958	-0.4958	-0.4100	-0.4224
TLA2	-0.5430	-0.4360	-0.5065	-0.5065	-0.4161	-0.4290
TLA3	-0.5569	-0.4432	-0.5178	-0.5178	-0.4224	-0.4360
TLA4	-0.5720	-0.4509	-0.5300	-0.5300	-0.4290	-0.4432
TLA5	-0.5884	-0.4589	-0.5430	-0.5430	-0.4360	-0.4509
TLA6	-0.6061	-0.4674	-0.5569	-0.5569	-0.4432	-0.4589
TLA7	-0.6255	-0.4763	-0.5720	-0.5720	-0.4509	-0.4674
SEÇİLEN	AR(1)	AR(0)	AR(0)	AR(0)	AR(1)	AR(4)
AR(1)f ₁	0.056058	0.25006	0.15696	0.1021174	0.405321	0.69939
AR(2)f ₁	0.045641	0.24879	0.1368	0.100774	0.372595	0.4859
AR(2)f ₂	0.185831	0.00507	0.1286	0.013152	0.08074	0.3053
AR(3)f ₁	0.06661	0.24849	0.11424	0.0998987	0.377488	0.38422
AR(3)f ₂	0.19098	-0.0099	0.10468	0.0064424	0.1033192	0.14351
AR(3)f ₃	-0.11283	0.06001	0.1751	-0.0665777	-0.0605988	0.33297
AR(4)f ₁	0.43534	0.43534	0.43534	0.4353395		0.43534
AR(4)f ₂	0.150661	0.15066	0.15066	0.1506606		0.15066
AR(4)f ₃	0.355216	0.35522	0.35522	0.3552156		0.35522
AR(4)f ₄	-0.106496	-0.1065	-0.1065	-0.1064965		-0.1065
KARARLI	EVET				EVET	EVET

Tablo 14. Otoregressif Model Hesap Sonuçları (Devamı)

İst No	1107	1113	1115	1117	1120	1121	11019
İst Adı	Nacak Deresi Debi	Selevir Barajı Giriş Debi	Cankur taran Debi	Köprülü Debi	Akdeğirmen Debi	Çay Debi	Seyitler Barajı Giriş Debi
LAMDA	0.385	0.450	1.110		0.204	0.001	0.297
N=	22	31	30	26	17	11	31
Ortalama	13.1762	11.7700	2.0056	24.2157	0.6877	-0.7184	-4.3263
StdSp	5.9628	11.8375	5.3135	13.2620	10.5834	3.7227	8.0927
Çarpıklık	0.0010	0.0031	0.0012	-0.0005	-0.0006	0.0880	0.0010
Basıklık	-1.0809	0.0286	-0.8830	-0.8587	-0.5917	-0.7898	-0.8876
r ₀	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
r ₁	-0.0157	0.6922	0.1811	0.6265	0.6639	-0.2468	0.6168
r ₂	0.1785	0.5607	0.1358	0.5258	0.5347	0.2008	0.4177
r ₃	0.2340	0.4896	-0.1024	0.5079	0.6311	-0.2662	0.3177
r ₄	-0.1068	0.3099	0.0337	0.2782	0.5595	0.0855	0.3687
r ₅	-0.2609	0.1812	-0.3548	0.1313	0.3844	-0.2348	0.1853
r ₆	-0.1222	0.0775	-0.3096	-0.0507	0.2455	-0.0214	0.0338
r ₇	-0.5611	-0.0755	-0.4488	-0.2809	0.1974	-0.0296	-0.0298
TLU0	0.4390	0.3787	0.3842	0.4088	0.4885	0.5778	0.3787
TLU1	0.4477	0.3842	0.3899	0.4158	0.5005	0.5978	0.3842
TLU2	0.4569	0.3899	0.3959	0.4231	0.5135	0.6199	0.3899
TLU3	0.4668	0.3959	0.4022	0.4309	0.5276	0.6443	0.3959
TLU4	0.4772	0.4022	0.4088	0.4390	0.5429	0.6711	0.4022
TLU5	0.4885	0.4088	0.4158	0.4477	0.5595	0.7002	0.4088
TLU6	0.5005	0.4158	0.4231	0.4569	0.5778	0.7304	0.4158
TLU7	0.5135	0.4231	0.4309	0.4668	0.5978	0.7572	0.4231
TLA0	-0.5300	-0.4432	-0.4509	-0.4858	-0.6061	-0.7596	-0.4432
TLA1	-0.5430	-0.4509	-0.4589	-0.4958	-0.6255	-0.7978	-0.4509
TLA2	-0.5569	-0.4589	-0.4674	-0.5065	-0.6469	-0.8421	-0.4589
TLA3	-0.5720	-0.4674	-0.4763	-0.5178	-0.6705	-0.8943	-0.4674
TLA4	-0.5884	-0.4763	-0.4858	-0.5300	-0.6967	-0.9568	-0.4763
TLA5	-0.6061	-0.4858	-0.4958	-0.5430	-0.7262	-1.0335	-0.4858
TLA6	-0.6255	-0.4958	-0.5065	-0.5569	-0.7596	-1.1304	-0.4958
TLA7	-0.6469	-0.5065	-0.5178	-0.5720	-0.7978	-1.2572	-0.5065
SEÇİLEN	AR(0)	AR(3)	AR(0)	AR(3)	AR(3)	AR(0)	AR(2)
AR(1)f ₁		0.69222	0.1811		0.6638982	-0.247	0.61683
AR(2)f ₁		0.5839	0.1618		0.552422	-0.21	0.5797
AR(2)f ₂		0.1565	0.1065		0.167911	0.149	0.0602
AR(3)f ₁		0.56731	0.17781	-0.0335	0.4831341	-0.18	0.57597
AR(3)f ₂		0.0945	0.13077	-0.0344	-0.0600439	0.1062	0.02409
AR(3)f ₃		0.10611	-0.1502	-0.0355	0.4126467	-0.204	0.06222
AR(4)f ₁							
AR(4)f ₂							
AR(4)f ₃							
AR(4)f ₄							
KARARLI	---	EVET	---	EVET	EVET	---	EVET

D) PERİODOGRAM ANALİZİ

Verilerin hesaplanan aylık ortalama değerleri kullanılarak yıl içinde oluşan periyodik davranışları ortaya konmaya çalışılmıştır. Hesaplamalar Quick Basic bilgisayar programında yapılmış ve sonuçlar tablolarda verilmiştir.

Tablo 15. Yağış Verileri İçin Periodogram Analizi

Veri kütüğü = Afyon Yağış
İstasyon No = 1034
Temel period = 12
Ortalama = 36.225
Varyans = 158.894
Toplam kareler toplamı = 1912.199

j	A _j	B _j	C _j	Ø _j	.5*C _j ²	P _j	v	h _j
1	2.347	13.681	13.881	-1.401	96.336	0.605	2	1156.03
2	6.075	-7.822	9.904	0.910	49.043	0.912	2	588.52
3	-1.614	2.680	3.129	1.029	4.894	0.943	2	58.73
4	1.327	0.288	1.358	-0.214	0.922	0.949	2	11.06
5	3.143	2.146	3.806	-0.599	7.243	0.994	2	86.92
6	-1.350	0.000	1.350	0.000	0.911	1.000	1	10.94

Veri kütüğü = Seyitler Yağış
İstasyon No = 11001
Temel period = 12
Ortalama = 29.608
Varyans = 115.891
Toplam kareler toplamı = 1393.665

j	A _j	B _j	C _j	Ø _j	.5*C _j ²	P _j	v	h _j
1	0.860	9.389	9.428	-1.479	44.448	0.383	2	533.37
2	6.139	-9.349	11.184	0.990	62.542	0.921	2	750.50
3	0.511	-0.047	0.513	0.093	0.132	0.922	2	1.58
4	-0.042	0.479	0.481	1.483	0.116	0.923	2	1.39
5	2.861	2.938	4.100	-0.799	8.407	0.996	2	100.88
6	0.995	0.000	0.995	-0.000	0.495	1.000	1	5.94

Veri kütüğü = Selevir Barajı Yağış
 İstasyon no = 11004
 Temel period = 12
 Ortalama = 29.339
 Varyans = 108.026
 Toplam kareler toplamı = 1316.813

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	0.399	9.622	9.630	-1.529	46.369	0.423	2	556.42
2	4.761	-8.899	10.093	1.080	50.931	0.887	2	611.17
3	0.103	2.434	2.436	-1.528	2.967	0.914	2	35.61
4	-2.305	0.602	2.383	0.256	2.838	0.940	2	34.06
5	1.069	2.298	2.535	-1.136	3.212	0.969	2	38.55
6	2.614	0.000	2.614	-0.000	3.417	1.000	1	41.01

Veri kütüğü = Bolvadin Yağış
 İstasyon no = 1015
 Temel period = 12
 Ortalama = 20.833
 Varyans = 117.056
 Toplam kareler toplamı = 1441.417

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-4.047	-6.433	7.600	-1.009	28.880	0.240	2	346.56
2	-1.500	-3.031	3.382	-1.111	5.719	0.288	2	68.62
3	-2.083	5.417	5.803	1.204	16.840	0.428	2	202.08
4	1.667	1.299	2.113	-0.662	2.233	0.447	2	26.79
5	2.881	10.599	10.984	-1.305	60.322	0.949	2	723.86
6	-3.500	0.000	3.500	0.000	6.125	1.000	1	73.50

Veri kütüğü = Çay Yağış
 İstasyon no = 11021
 Temel period = 12
 Ortalama = 26.292
 Varyans = 276.269
 Toplam kareler toplamı = 3581.250

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-12.334	2.818	12.652	0.225	80.037	0.268	2	960.44
2	0.792	3.103	3.203	-1.321	5.128	0.285	2	61.54
3	1.833	-0.250	1.850	0.136	1.712	0.291	2	20.54
4	4.208	10.320	11.145	-1.184	62.108	0.499	2	745.29
5	-14.499	-0.068	14.499	-0.005	105.116	0.851	2	1261.39
6	9.417	0.000	9.417	-0.000	44.337	1.000	1	532.04

Veri kütüğü = Eber Yağış
 İstasyon no = 11012
 Temel period = 12
 Ortalama = 16.583
 Varyans = 148.493
 Toplam kareler toplamı = 2942.250

j	Aj	Bj	Cj	qj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-3.659	-3.780	5.261	-0.802	13.840	0.056	2	166.09
2	1.292	2.093	2.459	-1.018	3.024	0.069	2	36.29
3	-2.083	2.417	3.191	0.859	5.090	0.090	2	61.08
4	-0.708	0.505	0.870	0.620	0.378	0.091	2	4.54
5	-6.257	4.447	7.677	0.618	29.465	0.211	2	353.58
6	19.667	0.000	19.667	-0.000	193.389	1.000	1	2320.67

Veri kütüğü = Sultandağı Yağış
 İstasyon no = 11080
 Temel period = 12
 Ortalama = 25.083
 Varyans = 405.826
 Toplam kareler toplamı = 7569.919

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-4.855	-5.210	7.121	-0.821	25.357	0.040	2	304.29
2	-3.750	3.464	5.105	0.746	13.031	0.061	2	156.37
3	-0.417	9.583	9.592	1.527	46.007	0.134	2	552.08
4	2.917	7.794	8.322	-1.213	34.629	0.189	2	415.54
5	11.022	-1.457	11.118	0.131	61.803	0.287	2	741.63
6	-30.000	-0.000	30.000	-0.000	450.000	1.000	1	5400.00

Veri kütüğü = Akşehir Yağış
 İstasyon no = 1070
 Temel period = 12
 Ortalama = 75.833
 Varyans = 10733.222
 Toplam kareler toplamı = 148159.000

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-10.749	8.125	13.474	0.647	90.780	0.007	2	1089.36
2	-49.292	86.530	99.585	1.053	4958.587	0.409	2	59503.05
3	0.833	-1.500	1.716	1.064	1.472	0.409	2	17.67
4	-43.208	-78.303	89.433	-1.067	3999.169	0.733	2	47990.04
5	-8.584	8.125	11.820	0.758	69.852	0.739	2	838.22
6	80.333	0.000	80.333	-0.000	3226.722	1.000	1	38720.67

Veri kütüğü = Taşköprü Yağış
 İstasyon no = 11011
 Temel period = 12
 Ortalama = 17.042
 Varyans = 177.102
 Toplam kareler toplamı = 3522.751

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-3.412	-4.285	5.478	-0.898	15.004	0.051	2	180.05
2	1.333	2.742	3.049	-1.118	4.649	0.067	2	55.79
3	-3.000	0.417	3.029	0.138	4.587	0.083	2	55.04
4	-1.167	1.876	2.210	1.015	2.441	0.091	2	29.29
5	-6.588	4.952	8.241	0.645	33.961	0.207	2	407.53
6	21.583	0.000	21.583	-0.000	232.920	1.000	1	2795.04

Veri kütüğü = Cankurtaran Yağış
 İstasyon no = 11007
 Temel period = 12
 Ortalama = 31.667
 Varyans = 522.597
 Toplam kareler toplamı = 7207.498

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-20.565	-4.980	21.159	-0.238	223.861	0.373	2	2686.34
2	9.708	2.670	10.069	-0.268	50.691	0.457	2	608.29
3	-5.667	7.500	9.400	0.924	44.181	0.531	2	530.17
4	10.708	-5.557	12.064	0.479	72.774	0.652	2	873.29
5	-9.018	4.980	10.302	0.505	53.062	0.740	2	636.74
6	-17.667	-0.000	17.667	-0.000	156.056	1.000	1	1872.67

Tablo 16. Buharlaşma Verileri İçin Periodogram Analizi

Veri kütüğü = Eber Buharlaşma
 İstasyon no = 11012
 Temel period = 12
 Ortalama = 159.792
 Varyans = 47957.938
 Toplam kareler toplamı = 859625.500

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-30.453	75.530	81.439	1.188	3316.120	0.046	2	39793.44
2	-108.250	-1.299	108.258	-0.012	5859.873	0.128	2	70318.48
3	-0.917	-109.833	109.837	-1.562	6032.101	0.212	2	72385.21
4	107.833	-0.289	107.834	0.003	5814.060	0.293	2	69768.73
5	28.870	75.386	80.725	-1.205	3258.271	0.339	2	39099.25
6	-307.750	-0.001	307.750	-0.000	47355.031	1.000	1	568260.38

Veri kütüğü = Taşköprü Buharlaşma
 İstasyon no = 11011
 Temel period = 12
 Ortalama = 175.042
 Varyans = 57515.469
 Toplam kareler toplamı = 1031735.750

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-37.245	81.506	89.613	1.142	4015.208	0.047	2	48182.50
2	-116.917	-2.742	116.949	-0.023	6838.512	0.126	2	82062.14
3	-0.833	-120.083	120.086	-1.564	7210.351	0.210	2	86524.21
4	117.583	-4.186	117.658	0.036	6921.686	0.291	2	83060.23
5	36.078	82.661	90.191	-1.159	4067.226	0.338	2	48806.71
6	-337.417	-0.001	337.417	-0.000	56925.000	1.000	1	683100.00

Veri kütüğü = Seyitler Barajı Buharlaşma
 İstasyon no = 11001
 Temel period = 12
 Ortalama = 167.917
 Varyans = 38672.457
 Toplam kareler toplamı = 699269.375

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	9.081	86.975	87.448	-1.467	3823.540	0.066	2	45882.47
2	-61.250	87.757	107.018	0.961	5726.447	0.164	2	68717.37
3	-98.583	-3.083	98.632	-0.031	4864.089	0.247	2	58369.07
4	-39.667	-73.179	83.238	-1.074	3464.315	0.307	2	41571.78
5	-5.497	-48.558	48.868	-1.458	1194.059	0.327	2	14328.71
6	280.000	0.001	280.000	-0.000	39200.000	1.000	1	470400.00

Veri kütüğü = Selevir Barajı Buharlaşma
 İstasyon no = 11004
 Temel period = 12
 Ortalama = 180.708
 Varyans = 43799.813
 Toplam kareler toplamı = 786820.250

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	16.740	93.372	94.861	-1.393	4499.269	0.069	2	53991.23
2	-66.667	95.263	116.273	0.960	6759.723	0.172	2	81116.67
3	-103.917	-4.333	104.007	-0.042	5408.725	0.254	2	64904.70
4	-45.083	-78.664	90.667	-1.050	4110.263	0.317	2	49323.15
5	-3.323	-49.955	50.066	-1.504	1253.287	0.336	2	15039.44
6	295.083	0.001	295.083	-0.000	43537.090	1.000	1	522445.06

Veri kütüğü = Serban Buharlaşma
 İstasyon no = 7009
 Temel period = 12
 Ortalama = 151.208
 Varyans = 42094.520
 Toplam kareler toplamı = 759322.875

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-20.274	68.201	71.151	1.282	2531.207	0.040	2	30374.48
2	-102.083	-2.454	102.113	-0.024	5213.512	0.122	2	62562.14
3	-0.500	-102.750	102.751	-1.566	5278.906	0.206	2	63346.87
4	101.917	-2.454	101.946	0.024	5196.521	0.288	2	62358.26
5	19.274	70.799	73.376	-1.305	2692.002	0.330	2	32304.03
6	-291.083	-0.001	291.083	-0.000	42364.758	1.000	1	508377.06

Tablo 17. Akım Verileri İçin Periodogram Analizi

Veri kütüğü = Akdeğirmen (Nacak Deresi) Akım
 İstasyon no = 11020
 Temel period = 12
 Ortalama = 18.958
 Varyans = 396.394
 Toplam kareler toplamı = 8207.750

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	3.850	-2.742	4.727	0.619	11.170	0.016	2	134.05
2	-8.583	-3.175	9.152	-0.354	41.878	0.078	2	502.54
3	-1.583	-0.000	1.583	-0.000	1.253	0.079	2	15.04
4	-9.083	3.175	9.622	0.336	46.295	0.147	2	555.54
5	2.984	2.742	4.053	-0.743	8.211	0.159	2	98.54
6	33.917	0.000	33.917	-0.000	575.170	1.000	1	6902.04

Veri kütüğü = Nacak Deresi (Balmahmut) Akım
 İstasyon no = 11007
 Temel period = 12
 Ortalama = 24.500
 Varyans = 507.833
 Toplam kareler toplamı = 11470.333

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-0.850	-4.744	4.819	-1.393	11.613	0.012	2	139.36
2	-3.042	0.217	3.049	0.071	4.649	0.017	2	55.79
3	-7.000	-0.000	7.000	-0.000	24.500	0.043	2	294.00
4	-3.625	-0.361	3.643	-0.099	6.635	0.050	2	79.63
5	-2.150	4.494	4.981	1.125	12.407	0.063	2	148.89
6	42.333	0.000	42.333	-0.000	896.055	1.000	1	10752.67

Veri kütüğü = Köprülü (Araplı Deresi) Akım
 İstasyon no = 11017
 Temel period = 12
 Ortalama = 22.958
 Varyans = 564.477
 Toplam kareler toplamı = 10715.916

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-1.345	7.256	7.379	1.387	27.226	0.030	2	326.72
2	-7.000	0.722	7.037	0.103	24.760	0.058	2	297.13
3	15.250	0.000	15.250	-0.000	116.281	0.188	2	1395.38
4	-7.833	-0.722	7.867	-0.092	30.941	0.223	2	371.29
5	-3.655	-7.756	8.574	-1.130	36.753	0.264	2	441.03
6	36.250	0.000	36.250	-0.000	657.031	1.000	1	7884.38

Veri kütüğü = Akarçay-Bolvadin Akım
 İstasyon no = 11004
 Temel period = 12
 Ortalama = 33.333
 Varyans = 727.681
 Toplam kareler toplamı = 14807.169

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-1.135	-12.294	12.346	-1.479	76.215	0.062	2	914.58
2	8.125	-1.227	8.217	0.150	33.760	0.089	2	405.13
3	-0.833	-0.167	0.850	-0.197	0.361	0.089	2	4.33
4	8.042	1.660	8.211	-0.204	33.712	0.117	2	404.54
5	-5.032	11.377	12.440	1.154	77.382	0.179	2	928.59
6	45.000	0.000	45.000	-0.000	1012.500	1.000	1	12150.00

Veri kütüğü = Çay (Çay Deresi) Akım
 İstasyon no = 11021
 Temel period = 12
 Ortalama = 30.250
 Varyans = 778.354
 Toplam kareler toplamı = 14060.584

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-7.597	-12.556	14.675	-1.027	107.682	0.092	2	1292.19
2	-8.833	-4.330	9.838	-0.456	48.389	0.133	2	580.67
3	-12.583	9.250	15.617	0.634	121.951	0.237	2	1463.42
4	9.750	4.763	10.851	-0.454	58.875	0.288	2	706.50
5	-8.319	-5.194	9.808	-0.558	48.095	0.329	2	577.14
6	39.667	0.000	39.667	-0.000	786.722	1.000	1	9440.67

Veri kütüğü = Seyitler Giriş Akım
 İstasyon no = 11019
 Temel period = 12
 Ortalama = 23.729
 Varyans = 578.807
 Toplam kareler toplamı = 10559.688

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-8.499	-9.334	12.624	-0.832	79.683	0.091	2	956.20
2	4.646	-0.541	4.677	0.116	10.938	0.103	2	131.26
3	6.583	5.542	8.605	-0.700	37.025	0.145	2	444.30
4	-0.979	-9.202	9.253	-1.465	42.813	0.194	2	513.76
5	0.666	14.626	14.641	-1.525	107.180	0.316	2	1286.16
6	34.708	0.000	34.708	-0.000	602.334	1.000	1	7228.01

Veri kütüğü = Cankurtaran (Engilli Deresi) Akım
 İstasyon no = 11015
 Temel period = 12
 Ortalama = 23.000
 Varyans = 407.583
 Toplam kareler toplamı = 5107.750

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-18.781	-5.998	19.715	-0.309	194.347	0.457	2	2332.16
2	5.250	-8.227	9.760	1.003	47.625	0.568	2	571.50
3	-14.417	6.083	15.648	0.399	122.424	0.856	2	1469.08
4	0.750	5.918	5.965	-1.445	17.792	0.898	2	213.50
5	3.447	-1.668	3.830	0.451	7.334	0.915	2	88.00
6	8.500	0.000	8.500	-0.000	36.125	1.000	1	433.50

Veri kütüğü = Adıyan Suyu (Ortaköy) Akım
 İstasyon no = 11002
 Temel period = 12
 Ortalama = 24.333
 Varyans = 481.847
 Toplam kareler toplamı = 10542.250

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj ²	Pj	v	hj
1	-6.690	-3.605	7.600	-0.494	28.876	0.033	2	346.52
2	-1.542	1.227	1.970	0.672	1.941	0.035	2	23.29
3	0.583	0.083	0.589	-0.142	0.174	0.035	2	2.08
4	-2.458	-1.083	2.686	-0.415	3.608	0.039	2	43.29
5	-9.144	4.189	10.057	0.430	50.575	0.097	2	606.90
6	39.833	0.000	39.833	-0.000	793.347	1.000	1	9520.17

Tablo 18. Kuyu Su Seviye Verileri İçin Periodogram Analizi

Veri kütüğü = Afyon (Susuz) Kuyu Seviye
 İstasyon no = 12993
 Temel period = 12
 Ortalama = 10.919
 Varyans = 0.109
 Toplam kareler toplamı = 1.327

j	A _j	B _j	C _j	Ø _j	.5*C _j ²	P _j	v	h _j
1	-0.065	-0.097	0.117	-0.978	0.007	0.062	2	0.08
2	-0.017	0.320	0.321	1.519	0.051	0.527	2	0.62*
3	0.233	-0.025	0.235	0.107	0.028	0.776	2	0.33
4	-0.057	-0.130	0.142	-1.159	0.010	0.867	2	0.12
5	0.102	-0.103	0.145	0.789	0.010	0.962	2	0.13
6	-0.092	0.000	0.092	0.000	0.004	1.000	1	0.05

Veri kütüğü = Şuhut Kuyu Seviye
 İstasyon no = 19065
 Temel period = 12
 Ortalama = 4.898
 Varyans = 0.634
 Toplam kareler toplamı = 8.532

j	A _j	B _j	C _j	Ø _j	.5*C _j ²	P _j	v	h _j
1	0.513	-0.579	0.774	0.846	0.299	0.421	2	3.59 *
2	-0.272	0.198	0.337	0.628	0.057	0.501	2	0.68
3	0.245	0.207	0.321	-0.701	0.051	0.573	2	0.62
4	0.108	-0.458	0.470	1.340	0.110	0.729	2	1.33
5	-0.208	0.186	0.279	0.728	0.039	0.783	2	0.47
6	0.555	0.000	0.555	-0.000	0.154	1.000	1	1.85

Veri kütüğü = Sinanpaşa (Küçükühyük) Kuyu Seviye
 İstasyon no = 7932
 Temel period = 12
 Ortalama = 15.186
 Varyans = 4.786
 Toplam kareler toplamı = 57.513

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-1.572	-1.967	2.518	-0.897	3.170	0.661	2	38.04
2	0.912	1.363	1.639	-0.981	1.344	0.942	2	16.13*
3	0.425	-0.133	0.445	0.304	0.099	0.963	2	1.19
4	-0.198	-0.497	0.535	-1.191	0.143	0.992	2	1.72
5	0.132	-0.166	0.212	0.900	0.022	0.997	2	0.27
6	-0.168	0.000	0.168	0.000	0.014	1.000	1	0.17

Veri kütüğü = Çay Kuyu Seviye
 İstasyon no = 18589
 Temel period = 12
 Ortalama = 28.230
 Varyans = 4.517
 Toplam kareler toplamı = 62.106

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	-0.742	-2.184	2.307	-1.243	2.660	0.514	2	31.92*
2	-1.043	0.156	1.055	0.148	0.556	0.622	2	6.68
3	0.238	-0.005	0.238	0.021	0.028	0.627	2	0.34
4	-0.535	0.488	0.724	0.739	0.262	0.678	2	3.15
5	-0.756	0.359	0.837	0.443	0.351	0.745	2	4.21
6	-1.623	0.000	1.623	0.000	1.318	1.000	1	15.81

Veri kütüğü = Afyon (Beyyazı) Kuyu Seviye
 İstasyon no = 13332
 Temel period = 12
 Ortalama = 8.740
 Varyans = 0.115
 Toplam kareler toplamı = 1.440

j	Aj	Bj	Cj	Øj	.5*Cj^2	Pj	v	hj
1	0.189	-0.354	0.401	1.081	0.080	0.671	2	0.97*
2	-0.101	0.038	0.108	0.361	0.006	0.720	2	0.07
3	-0.005	-0.151	0.151	-1.538	0.011	0.815	2	0.14
4	0.090	-0.074	0.116	0.693	0.007	0.871	2	0.08
5	0.086	-0.057	0.103	0.582	0.005	0.915	2	0.06
6	0.142	0.000	0.142	-0.000	0.010	1.000	1	0.12

Tablo 19. Kuyu ve Buhar Gözlemleri İçin Korelogram Analizi

Veri kütüğü : Şuhut Kuyu Seviye
İstasyon no : 19065

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1518	0.9402	-0.1639	166 #
2	0.1523	0.8730	-0.1644	165 #
3	0.1527	0.8240	-0.1649	164 #
4	0.1532	0.7958	-0.1654	163 #
5	0.1536	0.7922	-0.1660	162 #
6	0.1541	0.7828	-0.1665	161 #
7	0.1545	0.7815	-0.1670	160 #
8	0.1550	0.7924	-0.1676	159 #

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Afyon (Susuz)Kuyu Seviye
İstasyon no : 12993

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1514	0.9811	-0.1634	167 #
2	0.1518	0.9700	-0.1639	166 #
3	0.1523	0.9604	-0.1644	165 #
4	0.1527	0.9538	-0.1649	164 #
5	0.1532	0.9439	-0.1654	163 #
6	0.1536	0.9338	-0.1660	162 #
7	0.1541	0.9259	-0.1665	161 #
8	0.1545	0.9230	-0.1670	160 #

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Çay Kuyu Seviye
İstasyon no : 18589

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.2154	0.1719	-0.2407	79
2	0.2167	0.5099	-0.2423	78 #
3	0.2180	0.0666	-0.2440	77
4	0.2193	0.3266	-0.2456	76 #
5	0.2206	0.0587	-0.2473	75
6	0.2220	0.0629	-0.2491	74
7	0.2234	0.0300	-0.2508	73
8	0.2249	0.0465	-0.2526	72

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Sinanpaşa (Küçükhiyük)Kuyu Seviye
İstasyon no : 7932

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.3237	0.3947	-0.3862	32 #
2	0.3299	0.0406	-0.3945	31
3	0.3364	-0.0674	-0.4031	30
4	0.3414	0.2903	-0.4104	29
5	0.3484	0.2813	-0.4199	28
6	0.3577	-0.1150	-0.4317	27
7	0.3654	-0.2177	-0.4423	26
8	0.3754	0.0890	-0.4554	25

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Afyon (Beyyazı) Kuyu Seviye
İstasyon no : 13332

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1737	0.4545	-0.1897	125 #
2	0.1744	0.2564	-0.1905	124 #
3	0.1751	0.0668	-0.1913	123
4	0.1757	-0.0918	-0.1921	122
5	0.1764	-0.1736	-0.1930	121
6	0.1771	-0.1706	-0.1938	120
7	0.1778	-0.1061	-0.1946	119
8	0.1785	-0.0691	-0.1955	118

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Eber Buharlaşma
İstasyon no : 11012

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1366	-0.0085	-0.1463	207
2	0.1369	-0.0093	-0.1466	206
3	0.1373	-0.0095	-0.1470	205
4	0.1376	-0.0096	-0.1474	204
5	0.1379	-0.0096	-0.1478	203
6	0.1382	-0.0097	-0.1481	202
7	0.1386	-0.0097	-0.1485	201
8	0.1389	-0.0097	-0.1489	200

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Taşköprü Buharlaşma
İstasyon no : 11011

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1265	-0.0150	-0.1347	243
2	0.1267	-0.0132	-0.1350	242
3	0.1270	-0.0132	-0.1353	241
4	0.1272	-0.0133	-0.1356	240
5	0.1275	-0.0134	-0.1359	239
6	0.1278	-0.0132	-0.1362	238
7	0.1280	-0.0135	-0.1365	237
8	0.1283	-0.0135	-0.1367	236

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Seyitler Barajı Buharlaşma
İstasyon no : 11001

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1283	-0.0043	-0.1367	236
2	0.1285	-0.0043	-0.1370	235
3	0.1288	-0.0043	-0.1373	234
4	0.1291	-0.0043	-0.1376	233
5	0.1293	-0.0043	-0.1380	232
6	0.1296	-0.0043	-0.1383	231
7	0.1299	-0.0044	-0.1386	230
8	0.1301	-0.0044	-0.1389	229

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

Veri kütüğü : Serban Buharlaşma
İstasyon no : 7009

k	TLU	rk	TLL	N
1	0.1532	-0.0064	-0.1654	163
2	0.1536	-0.0064	-0.1660	162
3	0.1541	-0.0064	-0.1665	161
4	0.1545	-0.0065	-0.1670	160
5	0.1550	-0.0065	-0.1676	159
6	0.1555	-0.0066	-0.1681	158
7	0.1559	-0.0066	-0.1687	157
8	0.1564	-0.0066	-0.1692	156

: Doğrusal içsel bağımlılık G.S.%95

E) BASİT VE ÇOK DEĞİŞKENLİ DOĞRUSAL REGRESYON MODEL ANALİZİ

Yeraltı su seviyesinin değişimini etkileyen yağış ve buharlaşma verileri ile yeraltı su seviyesinin göstergesi olan akım verileri kullanılmış bu üç değişkenin su seviyesi ile bağımlılığı ve bağımlılığın yönü araştırılmıştır. Analiz;

1. Susuz (12993) [Kuyu su seviye], Seyitler Giriş (11019) [Akım], Seyitler (11001) [Yağış], Seyitler (11001) [Buharlaşma]
2. Şuhut (19065) [Kuyu su seviye], Selevir Giriş (11013) [Akım], Selevir (11004) [Yağış], Selevir (11004) [Buharlaşma]
3. Sinanpaşa (7932) [Kuyu su seviye], Balmahmut (11007) [Akım], Afyon (1034) [Yağış], Serban (7009) [Buharlaşma]
4. Çay (18589) [Kuyu su seviye], Bolvadin (11004) [Akım], Çay (11021) [Yağış], Eber (11012) [Buharlaşma]
5. Beyyazı (13332) [Kuyu su seviye], Köprülü (11017) [Akım], Afyon(1034) [Yağış], Serban (7009) [Buharlaşma] gözlem istasyonları arasında yapılmıştır.

Kuyu su seviyesi ile yağış, buharlaşma, akım değişkenleri arasında ayrı ayrı basit doğrusal regresyon analizi; kuyu su seviyesi ile akım ve yağış değişkenleri arasında çok değişkenli doğrusal regresyon analizi ; kuyu su seviyesi ile akım, yağış ve buharlaşma değişkenleri arasında çok değişkenli doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Buharlaşma verileri az olduğundan bu veriler analize sonradan dahil edilerek diğer verilerin daha anlamlı model oluşturup oluşturmadıkları belirlenmek istenmiştir.

Değişkenler arasındaki bağımlılığı belirlemek amacıyla korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca değişkenlerin modele katkılarını ortaya koyabilmek amacıyla kısmi korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Model katsayılarının ayrı ayrı anlamlılığı t testiyle, modelin kendisi F testiyle sınanmıştır. Sonuçlar Aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

1. Susuz (12993) [Kuyu su seviye], Seyitler Giriş (11019) [Akım], Seyitler (11001) [Yağış], Seyitler (11001) [Buharlaşıma]

Tablo 20. Seyitler (Buharlaşıma), Susuz (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Seyitler (11001) [Buharlaşıma], Susuz (12993) [Kuyu]

Korelasyon Katsayısı	-1,50
R ²	0,022
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Seyitler (11001) = a+c₁*Susuz (12993)]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	10,982	0,168	65,532	0,000	
c ₁	-4,937	0,103	-0,478	0,643	-0,150

Bağımlı Değişken : Seyitler (11001)

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	2,912	1	2,912	0,229	4,96	Kabul
Hata	1,273	10	0,127			
Toplam	1,302	11				

Tablo 21. Seyitler (Kuyu) ve Seyitler (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Seyitler (12993) [Kuyu], Seyitler Giriş (110019) [Akım]

Korelasyon Katsayısı	-0,587
R ²	0,344
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Seyitler (12993) = a+c₁*Seyitler Giriş (110019)]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	11,468	0,254	45,187	0,000	
c ₁	-1,865	0,008	-2,292	0,045	-0,587

Bağımlı Değişken: Seyitler (12993)

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,448	1	0,448	5,254	4,96	Red
Hata	0,854	10	8,536			
Toplam	1,302	11				

Tablo 22. Seyitler (Kuyu) ve Seyitler (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Seyitler (12993) [Kuyu], Seyitler (11001) [Yağış]

Korelasyon Katsayısı	0,777
R ²	0,603
N (Veri Adedi)	7

Regresyon Modeli [Seyitler (12993) = a+c₁*Seyitler (11001)]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	9,968	0,365	27,323	0,000	
c ₁	4,662	0,002	2,756	0,040	0,777

Bağımlı Değişken: Seyitler (12993)

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,727	1	0,727	7,597	6,61	Red
Hata	0,479	5	9,572			
Toplam	1,206	6				

Tablo 23. Seyitler (Buharlaşma) ve Seyitler (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Seyitler (11001)[Buharlaşma], Seyitler Giriş (110019)[Akım], Susuz (12993)[Kuyu]

	Yağış Akım	Yağış Kuyu	Kuyu Akım
Korelasyon Katsayısı	-0,587	-0,150	0,427
R ²	0,357	0,357	0,357
N (Veri Adedi)	12	12	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁* Akım+c₂*Kuyu]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	11,465	0,265	43,255	0,000	
c ₁	-2,033	0,009	-2,164	0,059	-0,587
c ₂	4,074	0,098	0,418	0,686	-0,150

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,465	2	0,232	2,497	4,26	Kabul
Hata	0,837	9	9,304			
Toplam	1,302	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu, Akım

Tablo 24. Seyitler (Buharlaşma), Susuz (Kuyu), Seyitler (Akım) ve Seyitler (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Seyitler (11001)[Buharlaşma], Susuz (12993)[Kuyu], Seyitler Giriş (110019)[Akım], Seyitler(11001)[Yağış]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Buharlaşma Yağış	Kuyu Akım	Kuyu Yağış	Akım Yağış
Korelasyon Katsayısı	-0,223	-0,660	0,777	0,799	-0,402	-0,600
R ²	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852	0,852
N (Veri Adedi)	7	7	7	7	7	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Kuyu+c₂*Akım+c₃*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	10,737	0,558	19,251	0,000	
c ₁	0,468	0,239	1,956	0,145	-0,223
c ₂	-3,148	0,014	-2,197	0,115	-0,660
c ₃	3,036	0,002	1,795	0,171	0,777

Bağımlı Değişken: Seyitler (11001)[Buharlaşma]

Regresyon Modeli İçin Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	1,027	3	0,342	5,7434	9,28	Kabul
Hata	0,179	3	5,969			
Toplam	1,206	6				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu, Akım, Yağış

2. şuhut (19065) [Kuyu su seviye], Selevir Giriş (11013) [Akım], Selevir (11004) [Yağış], Selevir (11004) [Buharlaşma]

Tablo 25. Selevir (Buharlaşma) ve şuhut (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Selevir (11004)[Buharlaşma], şuhut(19065)[Kuyu]

Korelasyon Katsayısı	-0,414
R ²	0,172
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Kuyu]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	5,237	0,329	15,920	0,000	
c ₁	-7,508	0,052	-1,440	0,181	-0,414

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	1,306	1	1,306	2,073	4,96	Kabul
Hata	6,301	10	0,630			
Toplam	7,607	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu

Tablo 26. Selevir (Buharlaşma) ve Selevir (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Selevir(11004)[Buharlaşma], Selevir Giriş(11013)[Akım]

Korelasyon Katsayısı	-0,453
R ²	0,205
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Akım]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	5,917	0,673	8,798	0,000	
c ₁	-3,474	0,022	-1,608	0,139	-0,453

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	1,563	1	1,563	2,586	4,96	Kabul
Hata	6,044	10	0,604			
Toplam	7,607	11				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Akım

Tablo 27. Selevir (Buharlaşma) ve Selevir (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Selevir(11004)[Buharlaşma], Selevir(11004)[Yağış]

Korelasyon Katsayısı	0,126
R ²	0,016
N (Veri Adedi)	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	4,395	1,505	2,920	0,033	
c ₁	1,863	0,007	0,284	0,788	0,126

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,106	1	0,106	0,081	6,61	Kabul
Hata	6,582	5	1,316			
Toplam	6,688	6				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma
Bağımsız Değişken : Yağış

Tablo 28. Selevir (Buharlaşma), Şuhut (Kuyu), Selevir (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Selevir(11004)[Buharlaşma], Şuhut(19065)[Kuyu], Selevir Giris(11013)[Yağış]

Buharlaşma	Kuyu	Akım	Buharlaşma	Kuyu	Akım
0,233	-0,414	0,628	0,233	-0,453	0,233
R ²					
N (Veri Adedi)	12	12	12	12	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a + c₁*Kuyu+c₂*Yağış]

Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	5,790	0,731	7,921	0,000
c ₁	-3,880	0,068	-0,571	0,582
c ₂	-2,443	0,029	-0,850	0,417

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	1,774	2	0,887	1,369	4,26	Kabul
Hata	5,833	9	0,648			
Toplam	7,607	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma
Bağımsız Değişken : Kuyu, Yağış

Tablo 29. Selevir (Buharlaşma), Şuhut (Kuyu), Selevir (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Selevir(11004)[Buharlaşma], Şuhut(19065)[Kuyu], Selevir Giris(11013)[Akım], Selevir(11004)[Yağış]

Buharlaşma	Kuyu	Akım	Buharlaşma	Kuyu	Akım	Yağış	Akım	Yağış
0,386	-0,460	-0,532	0,386	0,126	0,764	-0,539	-0,663	
R ²								
N (Veri Adedi)	7	7	7	7	7	7	7	

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Kuyu+c₂*Akım+c₃*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	7,665	3,006	2,550	0,084	
c ₁	-3,506	0,154	-0,227	0,835	-0,460
c ₂	-5,016	0,058	-0,866	0,450	-0,532
c ₃	-6,109	0,009	-0,683	0,544	0,126

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli İçin Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	2,579	3	0,860	0,628	9,28	Kabul
Hata	4,109	3	1,370			
Toplam	6,688	6				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken.: Kuyu, Akım, Yağış

3. Sinanpaşa (7932) [Kuyu su seviye], Balmahmut (11007) [Akım], Afyon (1034) [Yağış], Serban (7009) [Buharlaşma]

Tablo 30. Serban (Buharlaşma), Sinanpaşa (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Serban(7009)[Buhar], Sinanpaşa(7932)[Kuyu]

Korelasyon Katsayısı	-0,755
R ²	0,570
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+ c₁*Kuyu]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	10,982	0,168	65,532	0,000	
c ₁	-4,937	0,103	-0,478	0,643	-0,150

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	32,744	1	32,744	13,265	4,96	Red
Hata	24,684	10	2,468			
Toplam	57,428	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu

Tablo31. Serban (Buharlaşma), Balmahmut (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon;Serban(7009)[Buharlaşma], Balmahmut(11007)[Akım]

Korelasyon Katsayısı	-0,671
R ²	0,450
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+ c₁*Akım]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	19,401	1,560	12,433	0,000	
c ₁	-0,116	0,041	-2,861	0,017	-0,671

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	25,844	1	25,844	8,183	4,96	Red
Hata	31,584	10	3,158			
Toplam	57,428	11				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken: Akım

Tablo 32. Serban (Buharlaşma), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Serban(7009)[Buharlaşma], Afyon(1034)[Yağış]

Korelasyon Katsayısı	0,981
R ²	0,961
N (Veri Adedi)	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+ c₁*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	7,997	0,757	10,571	0,000	
c ₁	4,298	0,004	11,166	0,000	0,981

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	36,249	1	36,249	124,677	6,61	Red
Hata	1,454	5	0,291			
Toplam	37,703	6				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Yağış

Tablo 33. Serban (Buharlaşma), Sinanpaşa (Kuyu), Balmahmut (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Serban(7009)[Buharlaşma], Sinanpaşa(7932)[Kuyu], Balmahmut(11007)[Akım]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Kuyu Akım
Korelasyon Katsayısı	-0,755	-0,671	0,656
R ²	0,624	0,624	0,624
N (Veri Adedi)	12	12	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Kuyu+c₂*Akım]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	11,465	0,265	43,255	0,000	
c ₁	-2,033	0,009	-2,164	0,059	-0,587
c ₂	4,074	0,098	0,418	0,686	-0,150

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli İçin Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	35,841	2	17,921	7,472	4,26	Red
Hata	21,586	9	2,398			
Toplam	57,428	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu,Akım

Tablo 34. Serban (Buharlaşma), Sinanpaşa (Kuyu), Balmahmut (Akım), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ;Serban(7009)[Buhar], Sinanpaşa(7932)[Kuyu], Balmahmut(11007)[Akım],Afyon(1034)[Yağış]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Buharlaşma Yağış	Kuyu Akım	Kuyu Yağış	Akım Yağış
Korelasyon Katsayısı	-0,667	-0,630	0,981	0,695	-0,572	-0,677
R ²	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
N (Veri Adedi)	7	7	7	7	7	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Kuyu+c₂*Akım+c₃*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	7,504	0,699	10,737	0,002	
c ₁	-0,197	0,046	-4,270	0,024	-0,667
c ₂	3,200	0,010	3,143	0,052	-0,630
c ₃	4,279	0,003	17,028	0,000	-0,981

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli İçin Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	37,509	3	12,503	193,542	193,542	Red
Hata	0,194	3	6,460			
Toplam	37,703	6				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu, Akım, Yağış

4. Çay (18589) [Kuyu su seviye], Bolvadin (11004) [Akım], Çay (11021) [Yağış],
Eber (11012) [Buharlaşma]

Tablo 35. Eber (Buharlaşma), Çay (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Eber(11012[Buharlaşma], Çay(18589)[Kuyu]

Korelasyon Katsayısı	-0,592
R ²	0,350
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Kuyu]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	29,754	0,851	34,957	0,001	
c ₁	-0,134	0,058	-2,321	0,043	-0,592

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	18,981	1	18,981	5,389	4,96	Red
Hata	35,220	10	3,522			
Toplam	54,201	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu

Tablo 36. Eber (Buharlaşma), Bolvadin (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Eber(11012)[Buharlaşma], Bolvadin(11004)[Akım]

Korelasyon Katsayısı	-0,738
R ²	0,545
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Akım]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	31,923	1,160	27,513	0,000	
c ₁	-8,099	0,023	-3,458	0,006	-0,738

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	29,518	1	29,518	11,959	4,96	Red
Hata	24,683	10	2,468			
Toplam	54,201	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken: Akım

Tablo 37. Eber (Buharlaşma), Çay (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Eber(11012)[Buharlaşma], Çay(11021)[Yağış]

Korelasyon Katsayısı	0,346
R ²	0,120
N (Veri Adedi)	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	27,229	2,452	11,106	0,000	
c ₁	9,66	0,012	0,825	0,447	0,346

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	2,568	1	2,568	0,681	6,61	Kabul
Hata	18,847	5	3,769			
Toplam	21,415	6				

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Yağış

Tablo 38. Eber (Buharlaşma), Çay (Kuyu), Bolvadin (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ;Eber(11012)[Buharlaşma], Çay(18589)[Kuyu], Bolvadin(11004)[Akım]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Kuyu Akım
Korelasyon Katsayısı	-0,414	-0,453	0,628
R ²	0,233	0,233	0,233
N (Veri Adedi)	12	12	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Kuyu +c₂*Akım]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	5,790	0,731	7,921	0,000	
c ₁	-3,880	0,068	-0,571	0,582	-0,414
c ₂	-2,443	0,029	-0,850	0,417	-0,453

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	1,774	2	0,887	1,369	4,26	Kabul
Hata	5,833	9	0,648			
Toplam	7,607	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu,Akım

Tablo 39. Eber (Buharlaşma), ay (Kuyu), Boplvadin (Akım), ay (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Eber(11012)[Buharlaşma], ay(18589)[Kuyu], Bolvadin(11004)[Akım],ay(11021)[Yağış]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Buharlaşma Yağış	Kuyu Akım	Kuyu Yağış	Akım Yağış
Korelasyon Katsayısı	-0,744	-0,845	0,346	0,889	-0,499	-0,719
R ²	0,895	0,895	0,895	0,895	0,895	0,895
N (Veri Adedi)	7	7	7	7	7	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Kuyu+c₂*Akım+c₃*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	37,761	2,721	13,877	0,001	
c ₁	0,101	0,095	1,067	0,364	-0,744
c ₂	-0,157	0,050	-3,114	0,053	-0,845
c ₃	-1,905	0,008	-2,273	0,008	0,346

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli İçin Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	19,161	3	6,387	8,502	9,28	Kabul
Hata	2,254	3	0,751			
Toplam	21,415	6				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu, Akım, Yağış

5. Beyyazı (13332) [Kuyu su seviye], Kprl (11017) [Akım], Afyon(1034) [Yağış], Serban (7009) [Buharlaşma]

Tablo 40. Serban (Buharlaşma), Beyyazı (Kuyu) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Serban(7009)[Buharlaşma], Beyyazı(13332)[Kuyu]

Korelasyon Katsayısı	-0,579
R ²	0,336
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Kuyu]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	8,971	0,134	66,732	0,000	
c ₁	-4,273	0,019	-2,247	0,048	-0,579

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,461	1	0,461	5,051	4,96	Red
Hata	0,913	10	9,132			
Toplam	1,374	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu

Tablo 41. Serban (Buharlaşma), Köprülü (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Serban(7009)[Buharlaşma], Köprülü(11017)[Akım]

Korelasyon Katsayısı	-0,652
R ²	0,425
N (Veri Adedi)	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= a+c₁*Akım]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	9,374	0,247	37,986	0,000	
c ₁	-1,750	0,006	-2,720	0,022	-0,652

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,584	1	0,584	7,399	0,022	Red
Hata	0,790	10	7900			
Toplam	1,374	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken: Akım

Tablo 42. Serban (Buharlaşma), Afyon (Yağış) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon; Serban(7009)[Buharlaşma], Afyon(1034)[Yağış]

Korelasyon Katsayısı	0,297
R ²	0,088
N (Veri Adedi)	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma= $a+c_1*Yağış$]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	8,339	0,579	14,407	0,000	
c_1	2,051	0,003	0,697	0,517	0,297

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F_{kritik}	H_0
Regresyon	8,257	1	8,257	0,485	6,61	Kabul
Hata	0,851	5	0,170			
Toplam	0,934	6				

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Yağış

Tablo 43. Serban (Buharlaşma), Beyyazı (Kuyu), Kprl (Akım) Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ;Serban(7009)[Buharlaşma], Beyyazı(13332)[Kuyu], Kprl(11017)[Akım]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Kuyu Akım
Korelasyon Katsayısı	-0,579	-0,652	0,612
R^2	0,477	0,477	0,477
N (Veri Adedi)	12	12	12

Regresyon Modeli [Buharlaşma= $a+c_1*Kuyu +c_2*Akım$]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	9,318	0,255	36,484	0,000	
c_1	-2,125	0,022	-0,945	0,369	-0,579
c_2	-1,277	0,008	-1,561	0,153	-0,652

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli için Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F_{kritik}	H_0
Regresyon	0,656	2	0,328	4,106	4,26	Kabul
Hata	0,719	9	7,986			
Toplam	1,374	11				

Bağımlı Değişken : Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu,Akım

Tablo 44. Serban (Buharlaşma), Beyyazı (Kuyu), Köprölü (Akım), Afyon (Yağış)
Regresyon ve Korelasyon Analizi

Korelasyon ; Serban(7009)[Buharlaşma], Beyyazı(13332)[Kuyu],
Köprölü(11017)[Akım], Afyon(1034)[Yağış]

	Buharlaşma Kuyu	Buharlaşma Akım	Buharlaşma Yağış	Kuyu Akım	Kuyu Yağış	Akım Yağış
Korelasyon Katsayısı	-0,740	-0,857	0,297	0,650	-0,566	-0,677
R ²	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
N (Veri Adedi)	7	7	7	7	7	7

Regresyon Modeli [Buharlaşma = a+c₁*Kuyu+c₂*Akım+c₃*Yağış]

	Katsayılar	Standart Hata	T testi	Anlamlılık	Kısmi Korelasyon
a	10,481	0,107	97,983	0,000	
c ₁	-3,939	0,005	-8,386	0,004	
c ₂	-2,421	0,001	-16,300	0,001	-0,857
c ₃	-4,332	0,000	-11,249	0,002	0,297

Bağımlı Değişken: Buharlaşma

Regresyon Modeli İçin Varyans Analizi

Model	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F	F _{kritik}	H ₀
Regresyon	0,929	3	0,310	207,033	9,28	Kabul
Hata	4,487	3	1,496			
Toplam	0,934	6				

Bağımlı Değişken :Buharlaşma

Bağımsız Değişken : Kuyu, Akım, Yağış

F) YORUM

Akarçay havzasındaki Afyon (1034), Seyitler(11001), Selevir (11004), Bolvadin (1015), ay (11021), Eber (11012), Sultandağı (11080), Akşehir (1070) ve Taşköprü (11011) yağış gözlem istasyonlarının mevcut gözlem verilerinde doğrusal otoregressif karakter olmadığı bu açıdan verilerin rastgele davranış gösterdiği belirlenmiştir(Tablo6).

Adıyan Suyu (1120), Bolvadin (1104), Balmahmut (1107), Selevir Giriş (1113), Cankurtaran (1115), Köprölü (1117), Akdeğirmen (1120), ay (1121) ve Seyitler Giriş (11019) akım gözlem istasyonları verilerinde Balmahmut, Cankurtaran ve çay istasyonları hariç olmak üzere Adıyan Suyu için AR (1) ; Bolvadin için AR (4); Selevir Giriş, Köprölü ve Adeğirmende AR (3); Seyitler Girişte AR (2) modelleri ortaya konmuştur (Tablo 12). İstasyonların konumları incelendiğinde (şekil 2), Balmahmut,

Cankurtaran ve Çay istasyonları memba istasyonlardır. Diğer istasyonların ise bu üç istasyona göre mansapta olması sonuçları doğrulamaktadır. Bolvadin akım gözlem istasyonu Akarçay'ın Eber'e ulaşmadan önceki istasyonu olduğundan havzanın en önemli istasyondur. Bu istasyon, Akarçay ve diğer önemli kollardan gelen akımı gözlemlediğinden yağış veya diğer besleyici kaynakların değişiminden daha az etkilenecek; diğer bir deyişle yüksek mertebeden içsel bağımlılık gösterecektir. Bu sonuç AR (4) olarak belirlenen model ile uyumludur.

Verilerde yıl içi periyodik davranış olup olmadığını araştırmak amacıyla yapılan periodogram analizi sonuçlarına göre (Tablo 15), Afyon, Seyitler, Selevir, Akşehir yağış gözlem istasyonları verilerinde (2); Bolvadin, Çay, Eber, Taşköprü, Cankurtaran yağış gözlem istasyonları verilerinde (1) periyot bulunmuş, Sultandağı yağış gözlem istasyonu verilerinde periyodik bileşen bulunmamıştır. Yıl içinde iki periyot dört ayda birlik değişimi diğer ifadeyle mevsimsel değişimi göstermektedir.

Buharlaştırma verilerinin periodogram analizinde çok belirgin olmamakla beraber 2 periyodik bileşen olduğu söylenebilir. (Tablo 16)

Akım verilerinde ise genel olarak 2 ve 3 periyodik bileşen gözlenmiştir. Akdeğirmen (11020), Bolvadin (11004) akım gözlem istasyonlarında 2; Balmahmut (11007), Köprülü (11017), Çay (11021), Cankurtaran (11015) akım gözlem istasyonlarında 3 periyodik bileşen bulunmuştur, Seyitler Giriş (11019) da ise periyodik bileşen bulunmamıştır (Tablo 16). Periyodik bileşenin iki olması dört aylık (mevsimlik), üç olması ise üç aylık periyodu göstermektedir. Üç periyodik bileşen çıkan istasyonlarda aynı zamanda kuvvetli altı aylık periyot (1 periyot) olduğu sonuçlardan görülmektedir. Akdeğirmende (11020) iki periyot olmasına rağmen bu istasyonun mansabında kalan Balmahmut (11007) ve Köprülü (11017) istasyonlarında üç bileşen çıkması bu iki mansap istasyonun akarsuyun diğer kolundan etkilendiği düşünülmektedir.

Beş bölgede, beş farklı şekilde gerçekleştirilen kuyu, akım analizinde Sinanpaşa (7932) [Kuyu] - Balmahmut (11007) [Akım]; Çay (18589) [Kuyu] - Bolvadin (1004) [Akım]; Beyyazı (13332) [Kuyu] - Köprülü (11017) [Akım] analizleri % 5 anlamlılık seviyesinde anlamlı bir basit doğrusal regresyon modeli vermiştir. Şuhut (19065) [Kuyu] - Selevir Giriş (11013) [Akım] ve Susuz (12993) [Kuyu] - Seyitler (11019) [Akım] analizinde değişkenler arası bağımlılık yoktur. Susuz (Kuyu) – Seyitler Giriş

(Akım) arasında anlamlı ilişkinin bulunmaması kuyu ile akım gözlem yerlerinin çok uzak yerlerde bulunması olabilir. Kuyu – Yağış analizinde Sadece Şuhut (19065) [Kuyu] – Selevir (11004) [Yağış] analizinde bağımlılık yoktur. Diğer dört analizde Susuz (12993) [Kuyu] –Seyitler (11001) [Yağış] ; Sinanpaşa (7932) [Kuyu] – Afyon (1034) [Yağış] ; Çay (18589) [Kuyu] – Çay (11021) [Yağış] ; Beyyazı (13332) [Kuyu] – Afyon (1034) [Yağış] basit doğrusal modeli elde edilmiştir.

Kuyu – Buharlaşma analizinde; Susuz (12993) [Kuyu] – Seyitler (11001) [Buharlaşma] ; Sinanpaşa (7932) [Kuyu] – Serban (7009) [Buharlaşma] analizleri anlamlı basit doğrusal regresyon modeli vermiştir. Şuhut (19065) [Kuyu] – Selevir (11004) [Buharlaşma] ;Çay (18589) [Kuyu] – Eber (11012) [Buharlaşma] ; Beyyazı (13332) [Kuyu] – Serban (7009) [Buharlaşma] analizlerinde anlamlı bağımlılık bulunamamıştır.

Kuyu – Akım – Yağış analizlerinde ; Sinanpaşa (7932) [Kuyu] – Balmahmut (11007) [Akım] – Afyon (1034) [Yağış] analizi % 5 anlamlılık seviyesinde çok değişkenli doğrusal regresyon modeli vermiştir. Bu modelde yağış değişkeninin katsayısı akıma göre düşük kısmi korelasyon katsayısına sahiptir. Yapılan t testi yağış katsayısının anlamlı olmadığını ifade etmektedir. Beyyazı (13332) [Kuyu] – Köprülü (11017) [Akım] – Afyon (1031) [Yağış] analizi % 10 anlamlılık seviyesinde çok değişkenli doğrusal regresyon modeli vermiştir. Bir bağımlı [Kuyu] ve iki bağımsız [Akım, Yağış] değişkenden oluşan diğer üç analiz anlamlı model vermemişlerdir.

Kuyu, Akım, Yağış ve Buharlaşma gözlemleriyle yapılan çok değişkenli doğrusal regresyon analizlerinde dört bölge anlamlı model vermiş, bir bölge Şuhut (19065) [Kuyu]–Selevir (11013) [Akım]–Selevir (11004) [yağış]–Selevir (11004) [Buharlaşma] anlamlı model vermemiştir. Bu bölgenin genel olarak hiçbir analizde anlamlı sonuç vermediği görülmüştür. Bu durumun kuyunun Selevir barajının mansabında kalması, akım gözleminin membada kalması ve barajın yeraltı suyu hareketini etkilemesi dolayısıyla oluştuğu düşünülmektedir.

Regresyon analizlerinin hepsi bir arada değerlendirildiğinde ise baraj gibi insan müdahalesinin olması ve kuyu ile diğer değişkenlerin gözlem yerlerinin çok farklı olmaması halinde genel olarak anlamlı model verdikleri görülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeraltına sızan yağışların belli bir zaman sonra yeraltı su seviyesinde artışa sebep olduğu, havzada akarsu bulunması halinde akarsuyun yeraltı suyunu, yeraltı suyunun akarsuyu beslediği bazen karşılıklı olarak değişik zamanlarda birbirlerini besledikleri, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki serbest akiferlerin evapotranspirasyonun etkisi altında oldukları uzun süreden beri bilinmekte ve araştırılmaktadır.

Yeraltı su seviyesinin değişiminde etken olan yağış yüzeysel akış ve buharlaşmanın kil yoğunluğu fazla olan zeminlerdeki yeraltı suyuna yaptıkları etkiler uygulanan yöntemlerle belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulama Akarçay havzasındaki kuyu, akım, yağış ve buharlaşma gözlem değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle verilerde içsel bağımlılık araştırılmış ardından periyodik bileşenler belirlenmiştir. Son olarak iki ve çok değişkenli doğrusal regresyon analizleriyle model kurulmuştur.

İçsel bağımlılık açısından yağış gözlemleri rastgele karakter göstermiş, akım gözlemlerinde ise değişik mertebelerde bağımlılık bulunmuştur.

Verilerdeki periyodik bileşenler araştırıldığında genel olarak mevsimsel periyodun olduğu görülmüştür.

Regresyon analizleri ise genel olarak anlamlı modeller vermişlerdir.

ÖNERİLER

1. Kil zeminlerde yeraltı su seviyesinin davranışının modellenmesi çalışmalarında regresyon analizlerinin uygulanması mümkündür.

2. Elde edilen regresyon modelini doğru yorumlayabilmek için kullanılan verilerin içsel bağımlılığının ve periyodik bileşenlerinin belirlenmesinin doğru bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

3. Yöntemin uygulanacağı bölgede baraj gibi insan müdahalesi olması halinde bu durum hesaplarda dikkate alınmalıdır.

4. Kullanılan veriler eş zamanlı, eksiksiz ve mümkün olduğunca uzun süreli olmalıdır. Bu modellemenin güvenilirliğini arttıracaktır. Havzada mevcut hidrometrik gözlem ağlarının düzenli işletilmesi bu amaçla büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bu gözlem ağlarının belirlenen gözlem amacına göre yeniden düzenlenmesi ile gözlem verilerinden elde edilecek bilginin artması sağlanacaktır.

5. Yeraltı su seviyesinin değişiminde önemli etkenlerden biri olan buharlaşma gözlemleri için yıl içinde 8 aylık ölçüm yapıldığından buharlaşma verilerinin modellemeye dahil edilmesi problem teşkil etmiştir. Daha güvenilir hesap yapabilmek için bu gözlemlerin 12 aylık olması uygun olacaktır.

6. Modelleme çalışmalarında havza alanı arttıkça havza içinde hidrolojik ve jeolojik özellikler farklılık gösterebildiğinden çalışmaya başlamadan havzanın bu özellikleri incelenmeli ve değişkenlik olması halinde analizlerde bu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu hususta havzanın alt havzalara ayrılarak işlem yapılması problemin çözümünde faydalı olacaktır.

7. Yer altı su seviyesi modellemesi çalışmalarında, teorik çalışma ile yetinilmeyip havzanın jeolojik ve zemin mekaniği özelliklerinin olabildiğince ayrıntılı araştırılması elde edilen modellerin daha doğru değerlendirilmesini sağlayacaktır.



KAYNAKLAR

AKDENİZ, Fikri, *Olasılık ve İstatistik*, Birinci Basım, Baki Kitabevi, Adana, 1998, ss.545.

ARICI, Hüsni, *İstatistik Yöntemler ve Uygulamalar*, Geliştirilmiş Yeni Baskı, Meteksan A.Ş. Baskı, Ankara, 1998, ss.xiii+279.

BASKAN, Şanslı, *Uygulamalı İstatistik*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1993, ss.xii+495.

BAYAZIT, Mehmetcik, *Hidrolojide İstatistik Yöntemler*, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1981.

BAYAZIT, Mehmetcik, *Hidroloji*, Beşinci Basım, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul, 1991, ss.236.

BAYAZIT, Mehmetcik ve B. Ogün, *Mühendisler İçin İstatistik*, İkinci Baskı, Birsan Yayınevi, İstanbul, 1994.

BENZEDEN, E, "*Stochastic Hydrology*" Yayınlanmamış Ders Notları, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi, 1992.

DSİ, "*Eber-Akşehir Projesi Hidroloji Revize Raporu*," DSİ XVIII. Bölge Müdürlüğü, Etüt ve Plan Daire Başkanlığı, 1998. ss.151.

ERGUVANLI, Kemal ve Erdoğan YÜZER, *Yeraltı Suları Jeolojisi (Hidrojeoloji)*, Birinci Basım, Özarkadaş Matbaası, İstanbul, 1973, ss.xii+340

İÇAĞA, Yılmaz, *Analysis Of Trends In Water Quality Using Nonparametric Methods*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi FBE, 1994.

KARAMAN, M.Erkan ve Yaşar KİBİCİ, *Temel Jeoloji Prensipleri*, Birinci Basım, Ankara, 1999, ss.vi+362

KÖKSAL ALOBA, Bilge, *İstatistik Analiz Metotları*, Beşinci Baskı, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1998, ss.xvi+572.

MCMAHON, T.A ve MEIN, R.G, *River and Reservoir Yield*, Monash University, Department of Civil Engineering, Victoria, Australia, 1986.

SEPETÇİOĞLU, M.Yaşar, “*Akarsularda Akımların Stokastik Özellikleri ve Akım Serilerinin İstatistiksel Modellemesi*” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi FBE, 1995.

TARAKÇI, Haydın, “*Drenaj Yönünden Toprakların Porozitesi (Gözenekliliği) İle Hidrolik Geçirgenliği Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma*” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi FBE, 1995.

TEZCAN, Levent “*Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Akım Modeli Projesi 1.Ara Rapor,*” Hacettepe Üniversitesi UKAM, Ankara, 1998, ss.vii+73

TEZCAN, Levent “*Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Akım Modeli Projesi 2.Ara Rapor,*” Hacettepe Üniversitesi UKAM, Ankara, 1998, ss.vii+73

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı,” *Akarçay Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu,* “Akarçay Basın, Ankara, 1977, ss.64.

TODD, D.K., John WILEY ve SANS, *Water Hydrology*, Inc, London, 1959.

ULUGÜR, M.E., *Su Mühendisliği*, Birinci Basım, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 1972.

ÜNVER, Özkan, *Uygulamalı İstatistik Yöntemler Giriş*, Genişletilmiş Baskı, Kağıtsan İmt.Şti, Siyasal Kitabevi, Ankara, 1995.

ÜNVER, Özkan ve Hamza GAMGAM, *Uygulamalı İstatistik Yöntemler*, Üçüncü Basım, Siyasal Kitabevi, Ankara, 1999, ss.413.

YEVJEVICH, Vujica, *Stochastic Processes In Hydrology*, Water Resources Publications Fort Collins, Colorada, USA, 1972.

W.W.Hines ve D.C.Montgomery, *Probability and Statistics In Engineering and Management Science*, Third Edition, John Wiley and Sons, Singapore, 1990.

