

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLER
KULLANILARAK, MATEMATİKSEL MODELLEME İLE
AKARSULARIN AKIM DEĞERLERİNİN TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Teknik Öğretmen Yüksel ŞENGÜL

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. İbrahim YÜKSEL

Temmuz 2009

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTATİSTİKSEL ANALİZ YÖNTEMLER
KULLANILARAK, MATEMATİKSEL MODELLEME İLE
AKARSULARIN AKIM DEĞERLERİNİN TAHMİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ


Teknik Öğretmen Yüksel ŞENGÜL

Enstitü Anabilim Dalı : YAPI EĞİTİMİ

Bu tez 27 / 07 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Lütfi SALTABAS
Jüri Başkanı


Doç.Dr. Seyhan FIRAT
Üye


Doç.Dr. İbrahim YÜKSEL
Üye

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sűresince konu seçimimde ve çalıőmalarımnda her tűrlű maddi ve manevi desteęini esirgemeyen danıőman hocam Doç. Dr. İbrahim YŪKSEL baőta olmak űzere Yapı Eęitimi Bűlűm baőkanı Prof. Dr. A. Celal APAY ve İőő.Műh. Bűlűm Baőkanı Prof. Lűtfi SALTABAŐ'a, Doç. Dr. Seyhan FIRAT ve bűtűn hocalarıma teőekkűrű bir borç bilirim. Ayrıca eőim Őznur hanıma Manevi Desteklerini eksik etmeyen anneme ve babama tez çalıőmam boyunca yardımlarını esirgemeyen Adem - Őűkran OLGUN ve Mehmet – Havva KART ailelerine teőekkűr ederim.

Bu yűksek lisans tezi Sakarya Ŭniversitesi Bilimsel Araőtırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiőtir.

Yűksel ŐENGŬL

İÇİNDEKİLER

| | |
|--------------------------------------|------|
| TEŞEKKÜR..... | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ..... | v |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | vi |
| TABLolar LİSTESİ..... | vii |
| ÖZET..... | viii |
| SUMMARY..... | ix |

BÖLÜM 1

| | |
|---|----|
| GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı..... | 2 |
| 1.2. Literatür Taraması | 3 |
| 1.2.1.Hidroloji..... | 3 |
| 1.2.1.1. Hidrolojinin tanımı..... | 3 |
| 1.2.1.2. Mühendislik hidrolojisi ve çalışma alanları..... | 3 |
| 1.2.1.3. Hidrolojik çevrim..... | 4 |
| 1.2.1.4. Hidrolojinin metodları..... | 5 |
| 1.2.2. Türkiyedeki akarsular ve özellikleri..... | 5 |
| 1.2.3. Debi ölçümleri ve hesaplamaları..... | 16 |
| 1.2.4. Akarsu havzası ve modellemeleri..... | 21 |

BÖLÜM 2

| | |
|---|----|
| MODEL VE MODEL TEORİSİ..... | 24 |
| 2.1. Akarsu Modellemesi..... | 24 |
| 2.2. Model Teorisi | 24 |
| 2.3. Boyut Analizi ve Uygulamaları..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 2.4. Model Teorisinde Ençok Kullanılan Boyutsuz Sayılar..... | 27 |
| BÖLÜM 3. | |
| İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE AKIMLARIN TAHMİNİ..... | 28 |
| 3.1. Akımların Tahmini..... | 28 |
| 3.2. Tez Çalışmasında Kullanılan İstatistiksel Yöntemler..... | 30 |
| 3.2.1. Korelasyon Regreasyon analizi katsayısı..... | 30 |
| 3.2.1.1. Korelasyon analizi | 30 |
| 3.2.1.2. Regrasyon analizi..... | 31 |
| BÖLÜM 4. | |
| YAPILAN ÇALIŞMALAR..... | 38 |
| 4.1. Gürleyik Deresi İçin Regrasyon Denklemleri ve Korelasyon Katsayısı..... | 38 |
| 4.2. Kureyşler Deresi İçin Regrasyon Denklemleri ve Korelasyon Katsayısı..... | 41 |
| 4.3. Gürleyik Deresine Ait Akım Değerlerinin Tahmin Edilebilmesi İçin Yapılan Modeller..... | 45 |
| 4.4. Doğan Çay ve Göynük Derelerinden Korelasyon ile Oluşturulan Gürleyik Deresinin Debi Değerleri..... | 46 |
| 4.5. Ova Çayı ve Kokar Çay Korelasyon ile Oluşturulan Kureyşler Deresinin Debi ve Akım Değerleri..... | 50 |
| BÖLÜM 5 | |
| SONUÇ VE DEĞERLENDİRME..... | 54 |
| KAYNAKLAR..... | 56 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 58 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| A | : Akarsyun bir kesitinin alanı |
| a_i | : Her bir dilime ait alan |
| A.B.D | : Amerika Birleşik Devletleri |
| A.G.İ | : Akım gözlem istasyonu |
| D ₅₀ | : Katı maddenin ortalama dane çapı |
| D.S.İ. | : Devlet su işleri |
| g | : Yer Çekimi ivmesi |
| h | : Su derinliği |
| HES | : Hidroelektrik santrali |
| Q _t | : Toplam katı madde debisi |
| Q | : Akımın debisi |
| τ | : Kayma gerilmesi |
| ν | : Suyun kinematik viskozitesi |
| ϵ | : Katı maddenin karışım katsayısı |
| S _g | : Dane özgül yoğunluğu |
| γ_s | : Dane özgül ağırlığı |
| γ_w | : Suyun özgül ağırlığı |
| V | : Akımın hızı |
| \bar{v}_i | : Her bir dilime ait ortalama hız |
| v_{i-1} | : Her bir dilime ait ilk hız |
| v_i | : Her bir dilime ait hız |

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | | |
|------------|---|----|
| Şekil 1.1. | Hidrolojik Çevrim..... | 4 |
| Şekil 1.2. | Katı Madde Danesinin Askı Hareketi..... | 10 |
| Şekil 1.3. | Sürüntü ve Sıçrama Hareketi..... | 14 |
| Şekil 1.4. | Türkiyedeki Belli Başlı Akarsular..... | 15 |
| Şekil 1.5. | Enkesit Üzerinde Hız Ölçümü..... | 18 |
| Şekil 1.6. | Debi-Seviye Anahtar Eğirisi..... | 18 |
| Şekil 1.7. | Gürleyik Debi Süreklilik Eğrisi..... | 20 |
| Şekil 1.8. | Türkiyedeki 26 Ana Havza..... | 23 |
| Şekil 2.1. | Korelayon Katsayısı Dağılımı..... | 31 |

TABLolar LİSTESİ

| | | |
|------------|---|----|
| Tablo 1.1. | Türkiye'deki 26 ana havza ve alanları..... | 22 |
| Tablo 4.1. | Doğançay İstasyonu 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Debi Tablosu | 45 |
| Tablo 4.2. | Göynük Deresi İstasyonu 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Debi Tablosu..... | 46 |
| Tablo 4.3. | Korelasyaon ile oluşturulan Gürleyik Deresi 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Debi Tablosu..... | 47 |
| Tablo 4.4. | Korelasyaon ile oluşturulan Gürleyik Deresi 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Akım Tablosu..... | 48 |
| Tablo 4.5 | Ova Çayı İstasyonu 1980-1994 Su Yılı Aylık Ort. Debi Tablosu. | 49 |
| Tablo 4.6 | Kokar Çay İstasyonu 1980-2000 Su Yılı Aylık Ortalama Debi Tablosu..... | 49 |
| Tablo 4.7. | Korelasyaon ile oluşturulan Kureyşler Deresi 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Debi Tablosu (hesaplanan ve gerçek değerleri)..... | 50 |
| Tablo 4.8. | Korelasyaon ile oluşturulan Kureyşler Deresi 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Akım Tablosu (hesaplanan ve gerçek değerleri)..... | 52 |

ÖZET

Anahtar kelimeler: Hidrolik, hidrolik modeller, regresyon analizi, matematiksel modeller

Ülkemizin sahip olduğu akarsu kaynaklarından yararlanabilmek için akarsuların akım değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

Akarsuların akım değerlerini tahmin edebilmek için, birçok bilimsel çalışmalar yapılmış ve matematiksel modeller kurulmuştur.

Bu tezin amacı; küçük akarsuların sayılarının çok olmasından dolayı günlük akım değerlerini gerçeğe en yakın değerlerini tahmin edebilmek için doğadaki akarsuyun benzeri laboratuvar ortamında oluşturulmuş, gerçeğe en yakın değerleri bilinen akarsuların değerleri kullanılarak modellenme yapılmış ve akım değeri belli olmayan akarsuların yaklaşık akım değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Bu tezde seçilen küçük akarsuların değişik istatistiksel yöntemler kullanılarak gerçeğe en yakın olan akım değerleri tahmin edilmiştir.

Bu tezin birinci bölümünde; tezin amacı belirtilmiş ve literatür taraması yapılmıştır. İkinci bölümde ise; deneysel çalışmalar yapılmış, model teorisi anlatılmış Üçüncü bölümde istatistiksel yöntemlerden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde yapılan çalışmalar değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar son bölümde sunulmuştur.

THE GUESS OF SMALL RIVERS FLOW RATES BY USING STATICAL ANALYSIS METHODS AND MATHEMATICAL MODELING

SUMMARY

Key Words: Regression analysis, mathematical models, hydraulics models

To be able to from the rivers of Turkey, we should be known the rate of those river's flows. To estimate those mentioned rates, various scientific studies and mathematical models have been made.

The aim of this study: Because there are many small rivers, gaining the daily rates of rivers flow. Therefor, to be able to gain access to the exact measurement, river modal which is similar to a real flow, is created in the laboratory. Then, a modelling was as the flow rates of river, and finally approximate flow rates of the rivers was tried to be estimated.

In this thesis, it was estimated the flow of small rivers, by using different statistical methods.

In the first part of this study, the purpose is determined, the resources are scanned. In the second part, on the other hand, the experimental studies are carried out, the model theory is explained, in the third statistical methods are stated of. And finally, in the fourty part, the studies are evaluated and the result is presented.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Akarsu debisi ve akımının belirlenmesi su kaynakları projelerinden yararlanmamızda çok önemli bir etkidir. Akarsuların akımının belirlenmesi, hidroelektrik santrallerinin projelenmesinde, taşkın olaylarının önceden tahmin edilmesinde, baraj projelendirilmesinde, içme suyunun sağlanmasında, tarım arazi suyunun kullanılmasında, havza yönetiminde v.b konularda ki çalışmalarımıza ışık tutmaktadır.

Akarsu akımlarının belirlenmesinde birçok yöntemler kullanılmıştır. Şayet akarsu akımlarının belirlenememesi söz konusu olsa idi, şu an hiçbir akarsuyumuzdan faydalanamaz ve hidroloji diye bir bilim dalından söz edilemezdi.

Akarsu akımlarının belirlenmesinde iki yöntem vardır.

İlk yöntem; Birebir ölçümler yaparak gerçek bulgular elde etmek bu da deterministik yöntemler adı altında toplanmaktadır.

İkinci yöntem; Bilindiği gibi ülkemizde çok sayıda akarsu olduğu için deterministik yöntemin tam anlamı ile uygulanması zor olmaktadır. Gerçek ölçümlerin tam anlamıyla yapılamamasından dolayı stokastik yöntem olan daha önceden elde edilmiş verilerden yararlanarak bağımlı değişkene bağlı olarak yapılan ve olasılık (probabilistik) yöntemlerle akım verilerinin sayısını artırma yöntemidir.

Hidrolojik çalışmalarda gerekli işlemlerin daha basit ve düzenli yol izlenerek yapılabilmesi için modelleme sistemlerine başvurulmaktadır. Böylece karmaşık hâldeki sistem basit hale dönüştürülerek çözümlenmesi daha kolay ve anlaşılır bir hale getirmektedir.

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada; akarsuların modelleme ile benzeşimi yapılarak tabiattaki akarsuyu laboratuvar ortamına taşıyarak, istatistiksel yöntemlerden faydalanıp akım değeri belli olmayan küçük akarsuların debi ve akım değerleri elde edilmeye çalışılmıştır. Çalışma içerisinde, Sakarya havzasına bağlı iki adet küçük akarsu incelenmiştir. Bu akarsuların akım miktarlarını bulabilmek için aynı havza üzerinde ve akım gözlem istasyonu bulunan 4 adet akarsuyun akım verileri kullanılarak modellemeler yapılmıştır. Üzerinde çalışma yaptığımız akarsularımız şunlardır. İlk akarsuyumuz Gürleyik deresi, bu akarsuyumuzun akım değerini hesaplamak için Devlet Su İşlerinin (DSİ) Üzerinde Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) kurduğu Doğançay ve Göynük Deresinin 1980 yılından 2000 yılına kadar olan AGİ verileri doğrultusunda modelleme yapılmıştır. İkinci örnek akarsu ise Kureyşler Deresidir. Bu akarsuyun akım değerini hesaplamak için de Ova Çayı ve Kokar Çayına ait 1980 yılından 1994 yılına kadar olan AGİ verileri kullanılarak modelleme yapılmıştır. Bulunan değerler Kureyşler Deresinin DSİ tarafından ölçülen gerçek değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Bu iki derenin benzeşimi yapılırken istatistiksel yöntem olan regresyon analiz ve korelasyon katsayısı yöntemlerinden yararlanıldı. Regresyon analizi için lineer, lineer olmayan ve çoklu liner olmayan parametreler kullanıldı. Regresyon analizi için kullanılan parametreleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [1].

Lineer Fonksiyon

- a) Basit regrasyon analizi
- b) Çoklu lineer regrasyon

Lineer Olmayan Fonksiyon

- a) Parabolik fonksiyon
- b) Hiberbolik fonksiyon
- c) Üstel fonksiyon
- d) Geometrik fonksiyon

Lineer Olmayan Çoklu Fonksiyon

1.2. Literatür Taraması

Akarsuların akımını hesaplayabilmek için, akarsuların debisini etki eden özelliklerin bilinmesi gerekir. Bunun için, akarsuyun özelliklerini, rejimini, debi ölçümlerini, debi hesabını ve akarsuyun akımına etkisi olduğu için katı madde özelliklerini, katı madde taşınım hesaplarını, akımın hesaplanabilmesi için de gerekli olan model sisteminin kurulması ve gerekli olan istatistiksel yöntemlerin araştırılması yapılmıştır. Yapılan araştırmalarla ilgili çalışmaların sonucunda elde edilen bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

1.2.1. Hidroloji

1.2.1.1. Hidroloji'nin tanımı

A.B.D Bilim ve Teknoloji Federal Konseyi Bilimsel Hidroloji Komisyonu Tarafından 1962 yılında önerilen Hidroloji tanımı şöyledir:

Yer küresinde suyun çevrimini, dağılımını, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, çevreyle ve canlılarla karşılıklı ilişkilerini inceleyen temel ve uygulamalı bir bilimdir [2].

Yer küresinde suyun oluşumunu, zaman ve alansal dağılımı ile sirkülasyonunu inceleyen bilim dalına hidroloji denir [3].

1.2.1.2. Mühendislik hidrolojisi ve çalışma alanları

Suyun incelenmesi, suyunu kalitesini arttırmak, su ile ilgili olan köprü, menfez, baraj ve HES gibi büyük ve küçük hidrolik yapıların tasarımını ve işletilmesi çalışmalarından yararlanan bölüme verilen addır [3].

Mühendislik hidrolojisinin çalışma alanları ise;

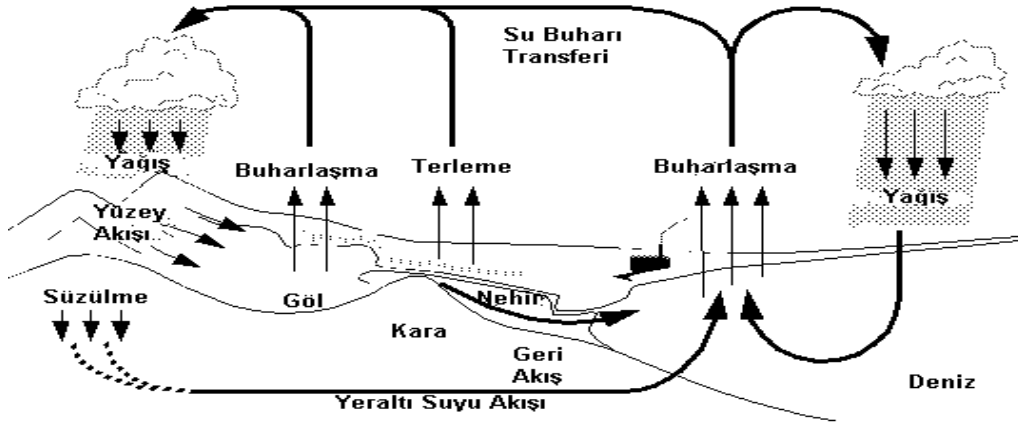
1. Fiziksel hidroloji
2. Deterministik hidroloji
3. Stokastik hidroloji

1.2.1.3. Hidrolojik çevrim

Dünyadaki su kaynaklarını okyanuslar, denizler, göller ve yer altı suları oluşturur. Dünya'daki su hareket eder, biçim değiştirir, bitkiler, hayvanlar ve insanlar tarafından kullanılır, fakat gerçekte asla yok olmaz ve buna su döngüsü (hidroloji döngüsü) denir.

Suyun doğada dönüp durduğu yolların tümüne birden hidrolojik çevrim denir [2].

Atmosferde buhar halinde bulunan su yoğunlaşıp yağış şeklinde yeryüzüne düşer. Karalara düşen suyun büyük kısmı zeminden buharlaşarak, bitkilere düşen kısmı da terleme yoluyla atmosfere geri döner. Karalara düşen suyun kalan kısmının birazı bitkiler tarafından alıkonur, diğer kısmı da zeminlerden yer altına sızar. Geriye kalan su ise yer çekimi etkisiyle hareket ederek akarsulara oradan da denizlere ulaşır. Yeraltına sızan su yeraltı akışı ile yeryüzüne çıkar. Denizlere gelen sular buharlaşarak tekrar atmosfere döner [2].



Şekil 1.1. Hidrolojik Çevrim

1.2.1.4. Hidrolojinin metotları

1) Ölçümler

Verileri elde etmek için akarsularda doğal olarak yapılan çalışmalardır. Ölçümler işlemleri deterministik bir olaydır. Yağış, akım, buharlaşma, nem, ısı gibi parametrelerin ölçülmesi örnek verilebilir.

2) Verilerin işlenmesi

Ölçümler yapıp gerçek veriler elde edildikten sonra bu verilerden daha iyi ve düzenli yararlanabilmek için verileri düzenli bir şekilde kayıtlara veya grafiklere veya bilgisayarlara aktarılması işlemidir.

3) Matematik modeller kurulması

Verilerin ölçümleri düzenlenip kayıtları yapıldıktan sonra karmaşık olan sistemi laboratuvar ortamında kompleks halden kurtarmak için modellemeler yapıp elimizdeki verilerle çok sayıda yeni veriler üretmek veya örneğin; ele aldığımız akarsuyun taşkın tehlikesi gibi sorunu var mı veya taşkın tekerrür senesini araştırabiliriz.

4) Olasılık teorisi ve istatistik metotların kullanımı

Hidrolojik çalışmalarda her zaman gerçek verileri elde etmek mümkün olmadığından suyun rastgele bir olay olmasından dolayı hidrolojik çalışmalarda istatistiksel metotlar çok kullanılmaktadır.

1.2.2. Türkiye'deki akarsular ve genel özellikleri

a) Akarsuyun tanımı ve özellikleri

Yer altında veya yeryüzünde belirli bir yatak içerisinde, sürekli yada aralıklı akışı bulunan su kütlelerine akarsu denir.

Ülkemizdeki akarsuların özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Yeryüzü şekillerinin genel uzanışına paralel olarak doğu – batı yönlü akarlar
2. Uzunlukları fazla değildir.
3. Yer şekillerinden dolayı akarsu havzaları dardır.
4. Bol su taşımazlar
5. Rejimleri düzensizdir.
6. Ortalama yükseklikleri fazla olduğundan fazla akışlıdırlar
7. Bir çok yerde dar ve derin vadilerden aktıkları için hidroelektrik enerji potansiyelleri fazladır.
8. Zaman, zaman su taşkınlarına ve erozyona sebep olurlar.

b) Akarsuyun rejimi ve bağlı olduğu faktörler

Akarsuların yıl içerisindeki seviye değişikliklerine denir.

Akarsu rejimi şu faktörlere bağlıdır:

1. Yağış rejimine
2. Akarsuyun beslenme havzasının genişliğine
3. Yağış şekline
4. Sıcaklık rejimine
5. Bitki örtüsüne
6. Barajlara

c) Akarsuyun akış hızı

Akarsuyun herhangi bir kesitinden birim zamanda aldığı yola denir.

Akarsuyun akış hızı şu faktörlere bağlıdır:

1. Akarsu eğimine
2. Su miktarına

3. Akarsuyun taşıdığı yük miktarına
4. Bitki örtüsüne

Akarsuyun debisinin bulunmasında en etkin parametre olan akarsuyun hızı katı madde özellikleriyle de bağlantılıdır. Akarsu akımı katı madde taşınımı sırasında suyun hızının artması ile tabandaki kayma gerilmelerinin artacağından dolayı suyun akımı ile hızın bağlantılı olması sebebiyle katı madde taşınımı akımla doğrudan bağlantılı olmaktadır.

Katı madde şu parametrelere bağlıdır [4],

$Q_t = f(Q_w, h, \tau, \nu, \rho, \epsilon, \rho_s, D_{50}, w, g)$ fonksiyonlarına bağlıdır.

- Q_t : Toplam katı madde debisi (ton/gün),
 Q_w : Akımın debisi (m^3/s),
 h : Su derinliği (m),
 τ : Kayma gerilmesi (kg/m^2),
 ν : Suyun kinematik viskozitesi (m^2/s),
 ρ : Suyun özgül kütlesi ($kg\ s^2/m^4$),
 ϵ : Katı maddenin karışım katsayısı,
 ρ_s : Katı maddenin özgül kütlesi ($kg\ s^2/m^4$),
 D_{50} : Katı maddenin ortalama dane çapı (mm),
 w : Katı maddenin dane çökme hızı (m/s)
 g : Yerçekimi ivmesi (m/s).

Bir katı maddeye ait özellikler kimyasal ve fiziksel özellikler olmak üzere iki grupta toplanır.

Katı maddenin, fiziksel özellikleri;

a) Dane Çapı: Katı madde taşınımının da en önemli dane sınıfı kum ile çakılın 2 - 20 mm aralığıdır [5].

b) Dane özgül Ağırlığı ve Dane Özgül Yoğunluğu: Katı danenin birim hacminin ağırlığına dane özgül ağırlığı denilir ve bu özgül ağırlığın suyun özgül ağırlığına oranına ise su içerisindeki danenin özgül yoğunluğu denilir ve bu yoğunluk:

$$sg = \gamma_s / \gamma_w \quad (1.1)$$

S_g : Dane özgül yoğunluğu

γ_s : Dane özgül ağırlığı (kg / m^3)

γ_w : Suyun özgül ağırlığı (kg / m^3).

c) Dane Biçimi: Katı madde taşınım hesaplarında dane biçimi genellikle "Küresellik" veya "Yuvarlaklık" ile ifade edilir. Dane biçimi faktörü:

$$c / \sqrt{ab} \quad (1.2)$$

formülü ile hesaplanır. Burada: a, b ve c sırasıyla daneciğin birbirine dik eksenler üzerindeki en uzun, orta ve en kısa boyutlarını gösterirler [6].

d) Granülometri Eğrisi: Katı maddeyi oluşturan malzemenin dane büyüklüklerinin dağılımının belirlenmesi için elek analizi (mekanik analiz) yapılarak, ilgili katı maddeye ait numune elek çaplarına göre bölümlere ayrılır. Sonuçta elde edilen değerler granülometri eğrileri halinde gösterilir.

Granülometri eğrisinin yapılmasının asıl sebebi; katı madde taşınımında önemli bir etken olan ve D_{50} olarak isimlendirilen ortalama (medyan) çapı belirlemektir. Katı madde taşınım hesaplarında D_{50} 'nin yanı sıra daha hassas yaklaşımlar için D_{35} , D_{65} , D_{85} ve D_{90} gibi bazı karakteristik çaplar da kullanılarak [7]. Taşınım hesaplarında kullanılan ve D_{50} olarak bilinen ortalama dane çapı:

$$D_{50} = \sum P_i D_i / 100 \quad (1.3)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Burada;

P_i : Herhangi bir D_i çapındaki malzemenin yüzdesi

D_i Herhangi bir malzemenin çapı (mm)

D_{50} : İlgili malzemenin medyan çapıdır.

e) Danenin Çökme Hızı: Su içerisinde bırakılan bir danenin hızı gittikçe artar ve sonunda bu hız sabit bir değere ulaşırsa, işte sabit değere ulaşan bu hıza danenin çökme hızı denilir. Danenin çökme hızı Stokes Kanunu adı verilen bir bağıntı ile hesaplanır [8]. Bu bağıntı:

$$w = (\gamma_s - \gamma_w / \gamma_w)(gD^2/18\nu) \quad (1.4)$$

şeklinde ifade edilir. Burada;

w : Danenin çökme hızını (m/s)

γ_s : Danenin özgül ağırlığı (kg/m^3),

γ_w : Suyun özgül ağırlığı (kg/m^3), ν : Suyun kinematik viskozitesi (m^2/s),

D : Danenin ortalama çapı (mm),

g : Yerçekimi ivmesi (m/s^2)

a) Katı madde hareketi

Akarsularda katı maddenin harekete başlamasını sağlayan kayma gerilmesidir ve bu gerilme

$$\tau = \gamma R J \quad (1.5)$$

bağıntısı ile hesaplanır [7]. Burada;

τ : Kayma gerilmesi (kg/m^2),

γ : Suyun özgül ağırlığı (kg/m^3),

R : Hidrolik yan çap (m),

J : Hidrolik eğim (m/m).

Katı madde hareketinin incelenmesinde taşınma şekillerine göre yapılan sınıflandırma daha çok kullanılır. Diğerinde olduğu gibi bu sınıflandırmada da, sınıflandırmaya giren maddelerin toplamına, “toplam katı madde” denir [9].

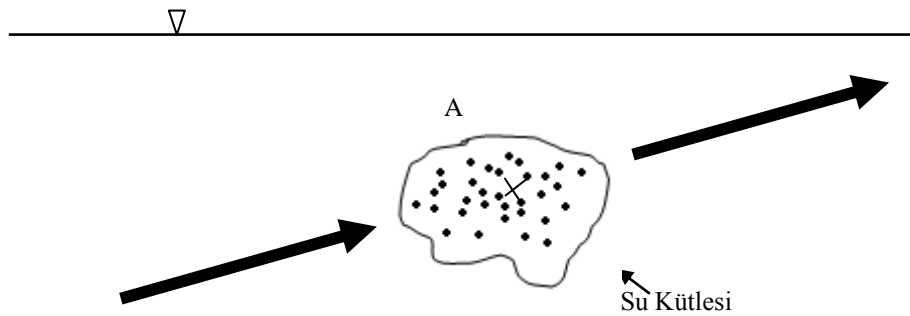
b) Katı madde hareket şekilleri

Akarsularda katı madde hareketi taban ve askı hareketi olmak üzere iki şekilde olur.

1) Taban Hareketi: Daha çok iri kum ve çakıl malzemesi bu hareketi yapar. Taban hareketi yapan daneler teker teker gözlemlendiğinde, bu danelerin taban üzerinde bazen yuvarlanarak, bazen kayarak bazen da sıçrayarak hareket ettikleri görülebilir [5].

2) Askı hareketi: İnce kum daneleri ve silt gibi daha hafif malzemeler askı hareketi yapar.

Bu hareketin gerçekleştiği akımlar türbülanslı akımlar olduğundan ilerisinde herhangi bir noktada hızın düşey bileşeni sıfıra yakındır. Yukarı doğru hız bileşeninin ise sıfırdan farklı bir değere sahip olması, yukarı doğru bir su kütlelerinin: olduğunu ifade eder Bu su kütlesi beraberinde ince katı madde daneciğini de yukarı doğru taşır. Bu olay ince daneli katı maddenin akım içerisinde hareketine sebep olur ki, bu harekete katı maddenin askı hareketi denilir [5].



Şekil 1.2. Katı madde danesinin askı hareketi

c) Askı maddesi miktarının hesabı

Akarsu içerisinde askıda bulunan katı madde daneleri, bir yandan çökme hızının etkisiyle aşağıya inerken, diğer yandan türbülans etkisiyle yukarıya çıkarlar. Böylece bu daneler su içerisinde askıda ve bir bakıma dengede kalırlar [7]. Bu denge hali tek boyutlu bir akımda

$$w c + \partial_s (\partial c / \partial z) = 0 \quad (1.6)$$

şeklinde bir eşitlik ile ifade edilir. Burada:

C: Tabandan itibaren herhangi bir z, kotundaki konsantrasyon değeridir (ppm).

∂_s : Askı maddesi karışım katsayısı

Yukarıdaki denklemde birinci terim çökme ile aşağıya inen, ikinci terim ise türbülans etkisiyle yukarıya çıkan askı maddesi miktarını temsil etmektedir.

d) Sürüntü maddesi miktarının hesabı

Sürüntü maddesi için oluşturulan formüllerden bazıları şöyledir.

1) DuBoys Formülü: Sürüntü maddesi hareketi ve dolayısıyla sürüntü maddesi miktarının hesaplanması ile ilgili olarak, ilk defa 1879 yılında DuBoys [10] yaptığı bir çalışmada birim genişlikten geçen sürüntü maddesi debisini veren bağıntıyı elde etmiştir. DuBoys teorisinde, kalınlıkları dane çapı D, kadar olan üst üste tabakaların birbiri üzerinden kayması ile danelerin harekete geçeceğini kabul etmiştir. Bu tabakaların hızları yüzey'den itibaren doğrusal olarak azalmakla ve n'inci tabakada sıfıra düştüğü kabul edilmektedir.

DuBoys'un elde ettiği formül özellikle üniform akıma, yüksek hıza, dik eğime ve iri daneli malzemeye sahip akarsular için daha iyi sonuçlar verir. Bu formül

$$q_b = \varphi(\tau - \tau_k) \quad (1.7)$$

Şeklinde ifade edilir. Burada:

t : Akımın oluşturduğu kayma gerilmesi (kg/m^2),

τ_k : Kritik kayma gerilmesi (kg/m^2).

q_b : Sürüntü maddesi debisi (kg/s/m),

φ : Ortalama dane çapına bağlı bir parametre [$\text{m}^3 / (\text{kg} - \text{s})$].

Ortalama dane çapı 4 mm için $\varphi = 0.6$, 2 mm için $\varphi = 1$, 0.25 mm için $\varphi = 5$ ve 0.1 mm için $\varphi = 10$ [$\text{m}^3 / (\text{kg} - \text{s})$] olarak alınabilir.

2) Schoklitsch Formülü : Schoklitsch yaptığı bir çalışmada, DuBoys formülüne eşdeğer sayılabilecek olan ve birim genişlikten geçen sürüntü maddesi debisini hesaplayan bir bağıntı elde etmiştir [7], [10]. Schoklitsch bu formülü, Gilbert'in yaptığı deneylerden elde edilen değerleri esas alarak çıkarmıştır.

Gilbert'in gerçekleştirdiği ve sonuçlarını Schoklitsch'in esas aldığı bu deneylerde dane çapı 0.305 ile 7.0 mm arasında eğimler ise 0.0033 ile 0.028 arasında değişmektedir. Schoklitsch'in geliştirdiği bağıntı daha çok ova akarsular için iyi sonuç vermektedir [9]. Bu formül:

$$q_b = (7000 / D^{0.5}) J^{1.5} (q_w - q_{wk}) \quad (1.8)$$

şeklinde ifade edilir. Burada:

q_b : Birim genişlikten geçen sürüntü maddesi debisi (kg/s/m),

q_w : Birim genişlikten geçen akımın ortalama debisi ($\text{m}^3/\text{s/m}$),

D : Ortalama dane çapı (mm),

J : Akarsu eğimi (m/m).

q_{wk} : Birim genişlikten geçen akımın kritik debisi ($\text{m}^3/\text{s/m}$) yani maddenin harekete başladığı debi olup,

$$q_{wk} = 1.94(10)^{-5} (D/J)^{-4/3} \quad (1.9)$$

bağıntısı ile bulunur.

3) Einstein-Brown Formülü:

Kayma gerilmesini ihmal ederek onun yerine danelerin harekete geçme ihtimalini kullanan Einstein, yaptığı deneylerde hareketli bir tabanın bazı denelerini boyamış ve bunları gözleyerek danelerin sürekli hareket etmedikleri, hareketli taban ile hareket eden daneler arasında sürekli bir alışveriş olduğu sonucuna varmış ve bu sonuca göre bir bağıntı geliştirmiştir. Daha sonra Brown [11], [12] Einstein'ın bu bağıntısını daha da geliştirerek, birim genişlikten geçen sürüntü maddesi debisini veren ve Özellikle iri ve orta daneli malzeme taşıyan, yavaş akımlı akarsular için iyi sonuç veren Einstein - Brown formülünü elde etmiştir. Bu formül:

$$q_b = \varphi K [\{g (\gamma_s/\gamma_w)-1\} D^3]^{0.5} \quad (1.10)$$

şeklinde ifade edilir. Burada:

q_b : Birim genişlikten geçen sürüntü maddesi debisi ($m^3/s/m$),

φ : Boyutsuz bir katsayı olup, bu sayı:

$$\varphi = 40[\tau / \{(\gamma_s-\gamma_w)D\}]^{1/3} \quad (1.11)$$

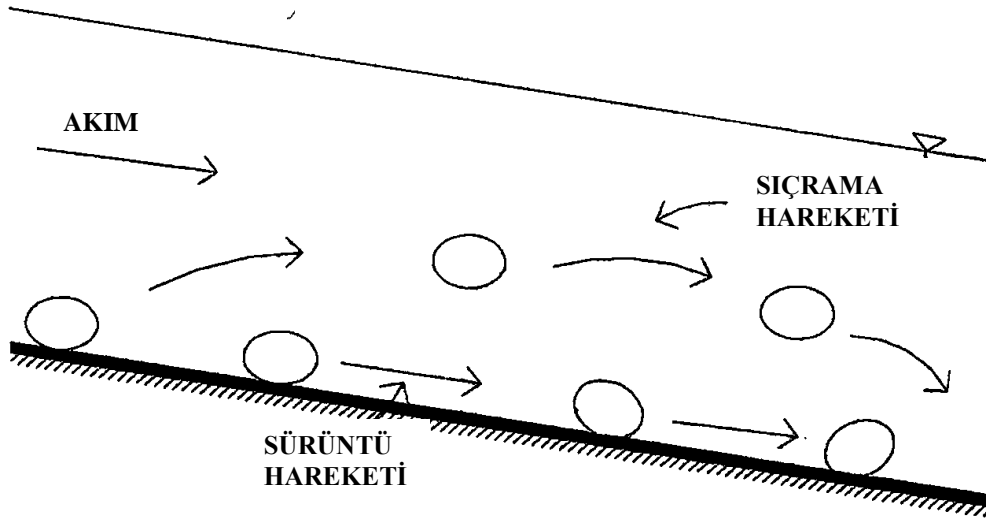
bağıntısı ile hesaplanır.

K : Bir katsayı olup, bu sayı:

$$K = [2/3 + (36 v^2) / \{gD^3 (\gamma_g / \gamma_w - 1)\}]^{0.5} - [(36 v^2) / \{gD^3 (\gamma_s / \gamma_w - 1)\}]^{0.5} \quad (1.12)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

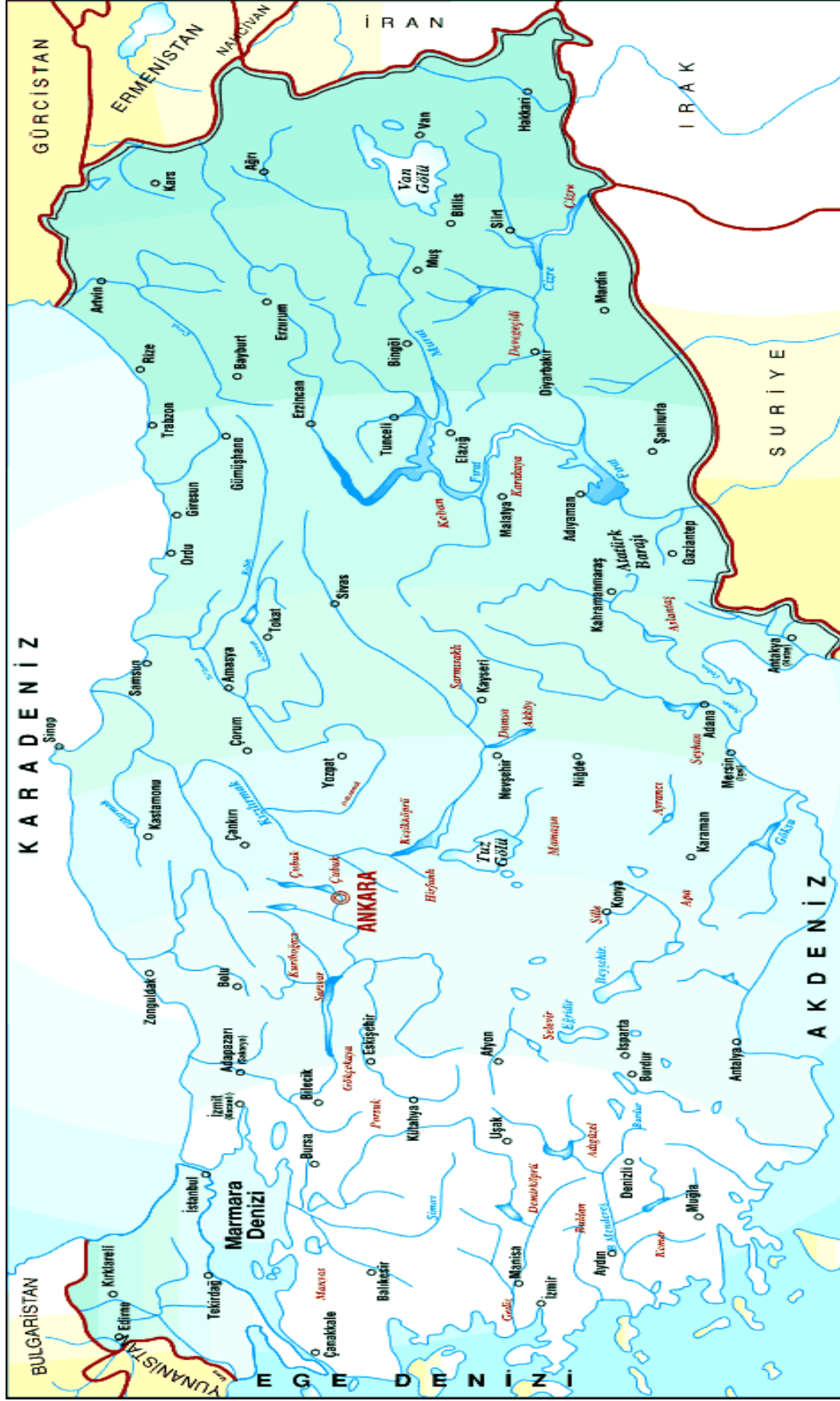
Yukarıda incelenen sürüntü maddesi debisi bağıntılarından; Einstein - Brown gerçek değerlerden daha çok, diğerleri ise daha az değerler vermektedirler [7].



Şekil 1.3. Sürüntü ve Siçrama Hareketi

e) Toplam katı madde miktarının hesabi

Toplam katı madde debisi; Q_t , askı maddesi, Q_s ve sürüntü maddesi, Q_b 'nı toplanması ile ($Q_t = Q_s + Q_b$) ton/gün birimiyle [13] hesaplanır.



Şekil 1.4. Türkiye'deki Belli Başlı Akarsular

1.2.3. Debi ölçümleri ve hesaplamaları

a) Akarsuyun debisinin bağlı olduğu faktörler

1. Arazinin yapısına
2. Yağış miktarına
3. Kaynakların durumuna ve büyüklüğüne
4. Bitki örtüsüne
5. Eğimine
6. Buharlaştırma oranına

b) Debi hesaplama yöntemi

Akarsuların debisini doğru biçimde hesaplamak ve akarsulardan detaylı şekilde yararlanabilmek için; hidroloji ve hidrolik bilimini birbirinden ayırmadan çalışmalar yapılmalıdır. Günümüzde çok sayıda bu konu ile çalışmalar yapılmıştır.

Akarsuların debileri doğru biçimde ölçümler ve hesaplamalar yapıldığı zaman tarımsal sulamalarda, hidroelektrik santrallerin projelendirilmesi, suyun kalitesinin belirlenmesi, taşkın tahmin gibi v.b olayların analizinin yapılmasında problemlerinin çözümünde önemli rol oynamaktadır.

Akarsuyun bir kesitinden birim zamanda geçen suyun hacmine debi denilmektedir. (m^3/sn) cinsinden ifade edilmektedir.

$$Q = \sum V.A \quad (1.13)$$

Q =Akarsuyun debisi (m^3/sn)

V =Akımın hızı (m^3/sn)

A =Akarsuyun bir kesitinin alanı (m^2)

Debi ölçümleri; doğrudan debi ölçümleri ya da hız – alan bağıntısında kurulan formüller doğrultusundaki metotlar kullanılarak yapılan ölçümlerdir.

c) Doğrudan debi ölçüm metotları

Ağırlık ölçümü

Manyetik akım ölçerler

Ventüri savakları

d) Hız – alan bağıntısı kurularak yapılan metotlar

a) Akarsu kesitini dilimlere ayırma metodu

Debi ölçme işlemlerinde en fazla kullanılan sistem akarsu kesitini dilimlere ayırarak, dilimlere ayrılmış olan bu kesitlerin her birinden geçen suyun ortalama hızını (v) ve kesit alanını (A) belirleyerek şu formül kullanılır [2].

$$Q = \sum V.A \quad (1.14)$$

Q =Akarsuyun debisi (m^3/sn)

V =Akımın hızı (m^3/sn)

A =Akarsuyun bir kesitinin alanı (m^2)

Bu yöntemde kullanılan en belirgin parametre hız ölçümleridir. Hız integrasyon metodu ile debi ölçülürken kanal en kesiti şekildeki gibi y yönünde dilimlere bölünür. Her bir dilime ait ortalama hız aşağıdaki denklem ile bulunur [14].

$$\bar{v}_i = \frac{\sum a_i}{h} = \frac{\sum \frac{(v_{i-1} + v_i)}{2} h_i}{h} \quad (1.15)$$

\bar{v}_i : Her bir dilime ait ortalama hız

a_i : Her bir dilime ait alan

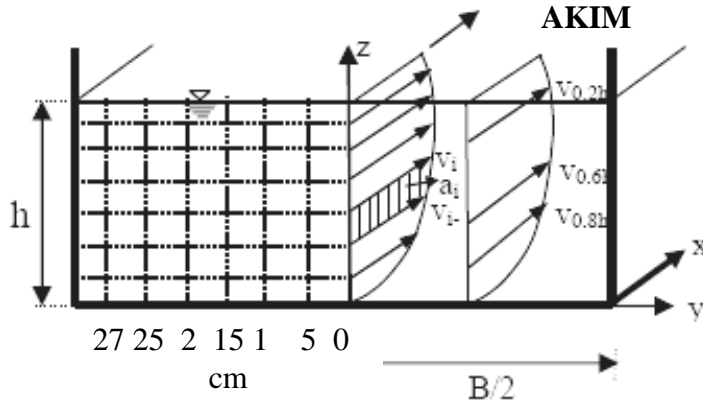
v_{i-1} : Her bir dilime ait ilk hız

v_i : Her bir dilime ait hız

H : Su derinliği

Bu yöntem kullanılırken dikkat edilecek hususlardan biri; dilimlere ayrılmış olan kesitlerin her birinden toplam debinin % 10 undan fazlası geçmemelidir.

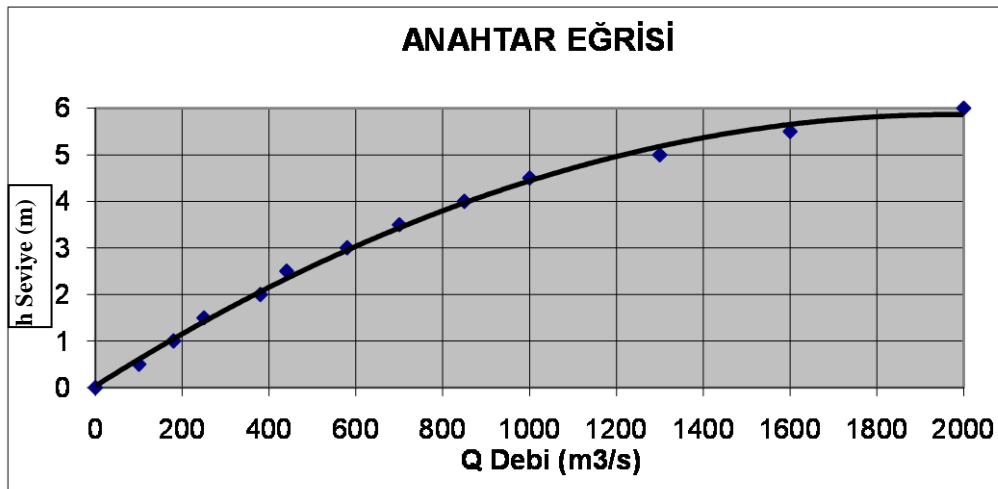
Bir diğer husus ise; dilimlerin sayısı kesitlerin düzgün olup olmamasına göre 10 – 30 m arasında değişen aralıklarda dilimlemesi gerekmektedir.



Şekil 1.5. Enkesit üzerinde hız ölçümü

e) Anahtar eğrisi yöntemi

Bir akarsu kesitinde debi ile seviye arasındaki bağıntıyı gösteren eğridir. Yatay da debiyi gösterirken düşeyde seviyeyi göstererek logaritmik olarak çizilen bir eğri sistemidir [14].



Şekil 1.6. Debi-seviye anahtar eğrisi

f) Günlük debilerin hesabı

Bir akarsuda bir gün boyunca ne kadarlık bir debiye sahip olduğunu bulabilmek için öncelikle günlük ortalama seviye bulunması gerekir. Ortalama seviyeyi bulmak için akım gözlem istasyonunda (AGİ) bir gün önceki okumayı (a) diye belirlersek, bugünkü okuma (b) dersek ve bir gün sonraki okumayı da (c) dersek bugünkü ortalama için gerekli olan formül

$$H=((a/18)+(13b/18)+(4c/18)) \quad (16) \quad (1.16)$$

Eğer bu AGİ' de günlük iki okuma yapılıyor ise; bir gün önce ki saat 16:00 yapılan okumayı ele alırsak bu okumayı (a) dersek, b ve c diye de bugünkü okumaları adlandırırsak, d olarak da bir gün sonraki saat 08:00 deki okumayı belirlersek gerekli formül

$$H = ((a/12)+(5b/12)+(5c/12)+(d/12)) \quad (1.17)$$

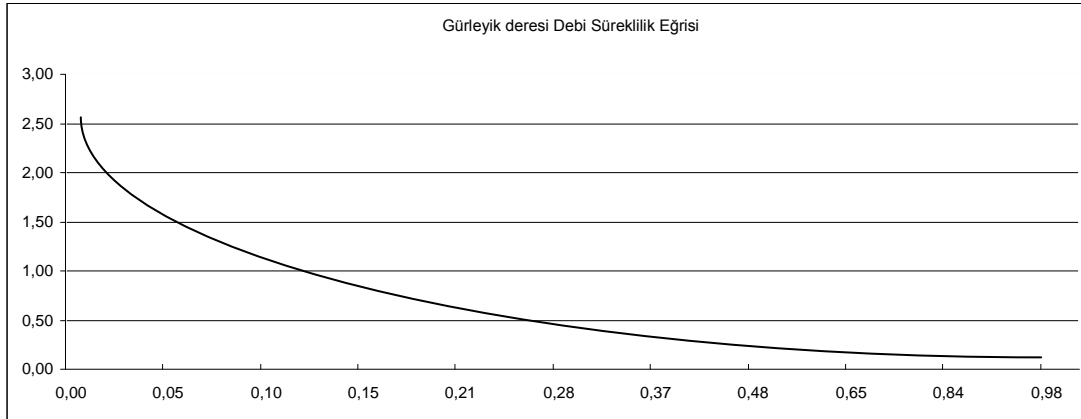
Akarsuyun akımının yüksek olduğu yerlerde daha sık okuma yapılması gerektiği için okunan değerler grafik halinde çizilerek ortalama seviyeyi grafikten okumak daha sağlıklı ve kolay olmaktadır. AGİ'de limnigraf bulunması ortalama seviyeyi okumamıza yardımcı olur.

Ortalama seviye işlemlerimiz yapıldıktan sonra anahtar eğrisi çizilerek günlük debi değerlerini belirleyebiliriz [2].

g) Debi süreklilik çizgisi

İncelenmekte olan bir akarsuyun üzerinde kurulmuş olan akım gözlem istasyonunda elde edilen belirgin akımlarının miktarları ile istenilen zamandaki debi miktarını belirlemek için çizilmiş olan eğridir. Bu eğride, debinin belli bir değere eşit veya o değerden büyük olduğu zaman yüzdesi hesap yapılarak yatay eksene, debiler düşey eksene yazılarak eğri elde edilir.

Yıldan küçük zaman birimlerinde bir akarsudaki akımın istatistik özellikleri zamanla değişen bir süreç olduğu için ortalama, standart sapma, çarpıklık katsayısı gibi özellikleri yıl boyunca değişiklik gösterdiği için debi süreklilik eğrisi, eklenik olasılık dağılım eğrisi gibidir. Bu yüzden belirlenen bir gündeki akımın belli bir değeri aşma olasılığı, yıl içinde bulunan güne bağlıdır [6].



Şekil 1.7. Gürleyik debi süreklilik eğrisi

h) Toplam debi çizgisi

Toplam akışın zamana göre değişimini gösteren eğridir. Bu eğrinin herhangi bir noktasındaki teğetin eğimi o anda akarsudaki debiye eşittir.

Başlangıç noktasından herhangi bir t anına kadar akarsudan geçen toplam akış hacmi

$$H = \int_0^t Q dt \quad (1.18)$$

$$Q = \sum Q_i \Delta t_i \quad (1.19)$$

Burada; Δt zaman aralığında (ay,yıl)

Q_i ise; ortalama debiyi gösterir.

1.2.4. Akarsu havzası ve modellemeleri

a) Akarsu havzası

Bir akarsuyun kolları ile birlikte sularını topladığı alana havza denir.

Akışını bir yüzeysel su yolu üzerinde alınan bir çıkış noktasına gönderen yüzey olarak tanımlanabilir. Bu şekilde tanımlanan akarsu havzasına üzerine düşen yağışı çıkış noktasındaki çıkış haline dönüştüren bir sistem olarak nitelendirilebilir [2].

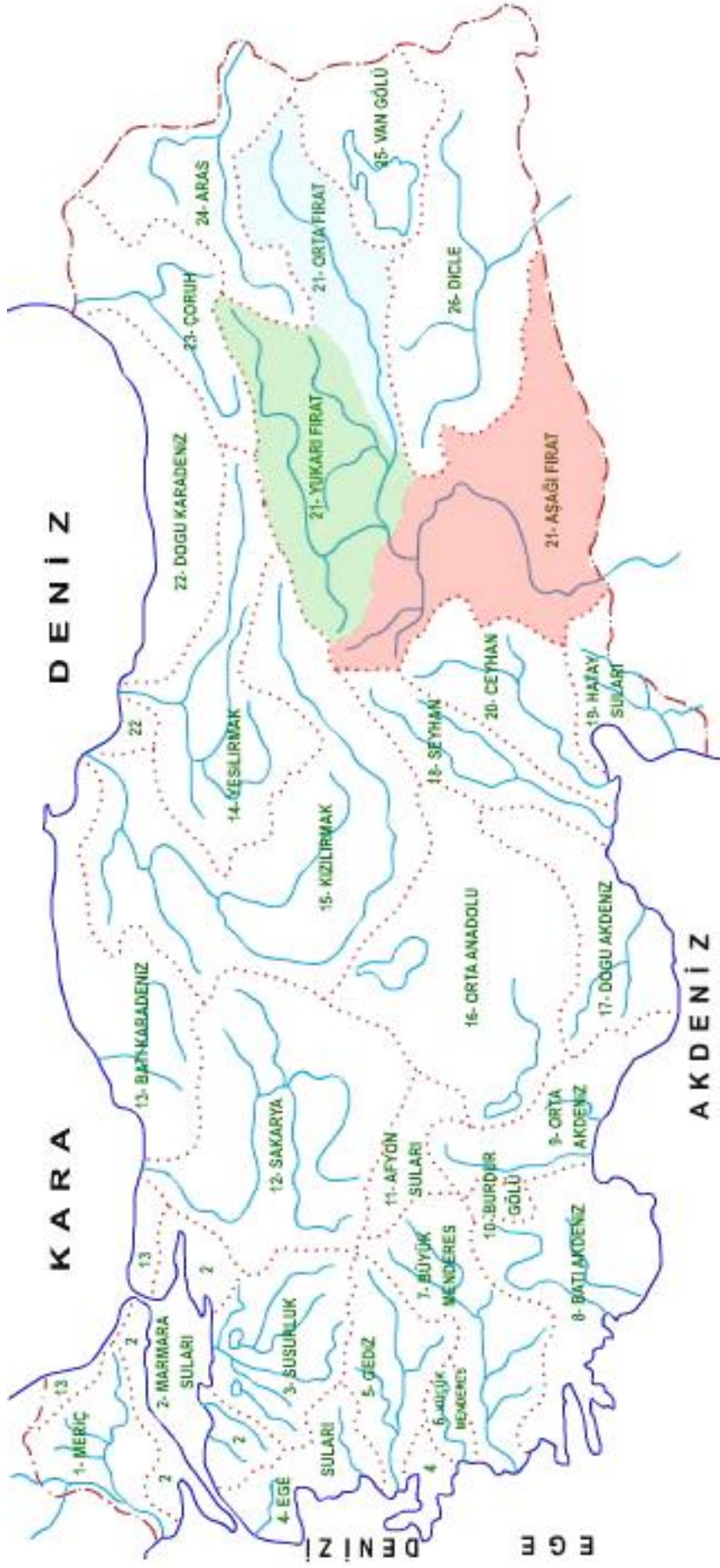
b) Akarsu Havzasının Karakteristikleri

Havzaların başlıca en önemli karakteristiklerini şöyle sıralayabiliriz.

1. Zemin cinsi ve jeolojik yapısı
2. Bitki örtüsü
3. Havzanın büyüklüğü
4. Havzanın biçimi

Tablo 1.1. Türkiye'deki 26 ana havza ve alanları

| Havza İsimleri | Alan (km ²) |
|-----------------|-------------------------|
| Meriç – Ergene | 14560 |
| Marmara | 24100 |
| Susurluk | 22399 |
| Kuzey Ege | 10003 |
| Gediz | 18000 |
| K.Menderes | 6907 |
| B.Menderes | 24976 |
| B.Karadeniz | 29598 |
| Antalya | 19577 |
| Burdur (Göller) | 6374 |
| Akar Çay | 7605 |
| Sakarya | 58160 |
| Batı Karadeniz | 20953 |
| Yeşilırmak | 36114 |
| Kızılırmak | 78180 |
| Konya | 5385 |
| Doğu Akdeniz | 22048 |
| Seyhan | 20450 |
| Asi | 7796 |
| Ceyhan | 21982 |
| Fırat | 127304 |
| Doğu Karadeniz | 24077 |
| Çoruh | 19872 |
| Aras | 27548 |
| Van | 19405 |
| Dicle | 57614 |



Şekil 1.8. Türkiye'deki 26 Ana Havza

BÖLÜM 2. MODEL VE MODEL TEORİSİ

2.1. Akarsu Modellemesi

Modelleme; kompleks haldeki bir sistemi düzenli hale getirerek basitleştirerek çözüm metodu oluşturma yöntemidir. Bir model geliştirilirken model kurmanın teknik ve şartlarının bilinmesi gerekir. Akarsu hidroliğinde çok sayıda model tipi vardır. Bu model tiplerinde kullanılan model teknikleri de birbirinden farklıdır. Bu farklılıklar akımın hidrolik ve hidrolojik Özelliklerinden kaynaklanmaktadır [4].

2.2. Model Teorisi

Tabiattaki herhangi bir fiziksel olayın (örneğin herhangi bir akarsuya ait akımın) laboratuarda bir benzerinin yapılmasına, fiziksel model veya kısaca model adı verilir. Bir modelin temsil ettiği tabiattaki olaya ise prototip denilir. Modeller distorsiyonlu ve distorsiyonsuz olmak üzere iki şekilde oluşturulurlar [4].

Bir nehir, haliç veya akarsuyun uzunluk, derinlik ve genişlik oranları büyük değilse Bu durumda her üç büyüklük içinde tek bir model ölçeği kullanılabilir ki, bu tip modellere distorsiyonsuz modeller denilir. Ancak; bir nehir, haliç veya akarsuyun uzunluk, derinlik ve genişlik oranları çok büyük ise bu durumda uzunluk, derinlik ve genişlik için birbirinden farklı model ölçekleri alınabilir ki, bu tip modellere de distorsiyonlu modeller denilir [15].

Bir model oluşturulurken, model ile prototip arasında:

- a) Geometrik,
- b) Kinematik,
- c) Dinamik

olmak üzere üç ayrı benzeşimin sağlanması gerekir [16].

a) Kinematik benzeşim

Bir modeldeki hızın prototipte ki hıza oranı bütün benzer noktalarda aynı değere sahipse bu iki sistem kinematik olarak benzerdir denilir ve bu benzeşim:

$$V_m/V_p = V_f \text{ veya } L_r / T_r = V_r \quad (2.1)$$

şeklinde bağıntılarla ifade edilir. Burada:

V_m : Modeldeki herhangi bir noktaya ait hız (m/s),

V_p : Modeldeki bu noktaya karşılık gelen, prototipteki noktaya ait hız (m/s),

V_r : Hız ölçeği,²

L_f : Uzunluk ölçeği, T_f : Zaman ölçeği.

b) Dinamik benzeşim

Geometrik ve kinematik olarak benzer olan iki sistem içerisinde birbirine karşılık gelen noktalara etki eden muhtelif kuvvetler (atalet kuvveti dahil) arasındaki oran daima sabit bir değere sahip ise bu iki sistem dinamik yönden benzerdir denilir ve bu benzeşim:

$$F_m/F_p = F_r \quad (2.2)$$

şeklinde bir bağıntı ile ifade edilir. Burada:

F_m : Modelde herhangi bir noktaya etki eden herhangi bir kuvvet (kg),

F_p : Modeldeki kuvvete karşılık gelen, prototipteki kuvvet (kg),

F_T : Kuvvet ölçeği.

c) Geometrik benzeşim

Bir modelde herhangi bir uzunluğun prototipteki karşılığı olan uzunluğa oranı, model ile prototipin tüm karşılıklı uzunluklarının oranı ile aynı (sabit) değere sahip ise bu iki sistem birbirine geometrik olarak benzerdir denilir ve bu benzeşim:

$$L_m / L_p = L_r \quad (2.3)$$

şeklinde bir bağıntı ile ifade edilir. Burada:

L_m : Modeldeki herhangi bir uzunluk (m),

L_p : Modeldeki uzunluğa karşılık gelen prototipteki uzunluk mu).

L_r : Uzunluk ölçeği olup, 1/10, 1/20, 1/30, 1/50 gibi değerler alır.

2.3. Boyut analizi ve uygulamaları

Matematiksel bir ifade olan boyut analizi, olaya etki eden parametrelerden meydana gelmiş olan boyutsuz sayılar arasında bir ilişki kurulması olarak tanımlanır [4].

Boyut analizi ile elde edilen denklem sadece bu denklemde bulunacak boyutsuz sayılar arasındaki bağıntının genel şeklini verir. Denklemin tam tespiti ise deneysel olarak yapılır.

Akışkanlar mekaniğinde boyut analizi yapılırken genelde K, X, T temel büyüklükleri kullanılır. Seçilen bu temel büyüklüklerin boyutlarına da "temel boyutlar" denilir, örnek olarak herhangi bir {A}, büyüklüğü temel boyutlar cinsinden:

$$\{A\} = K^a L^b T^c \quad (2.4)$$

şeklinde bir bağıntı ile ifade edilebilir. Burada a, b ve c değerleri + ile - arasında tam sayılar veya sıfır olabilir.

Böylece herhangi bir büyüklüğün boyutu bu büyüklüğün tanımından elde edilebilir. örnek olarak; özgül ağırlığın (γ) boyutu;

$$\{y\} = \{\text{ağırlık / hacim}\} = \text{kg} / \text{m}^3 = \text{K} / \text{L}^3 \quad (2.5)$$

Hidrolik olaylarda boyut analizinin uygulanmasına ilişkin iki metot vardır [17].

Bunlar:

- a) Pi teoremi (Buckingham),
- b) Reynolds metodu.

Ancak hidrolikte özellikle model çalışması yapılırken uygulanması daha kolay olduğu için çoğunlukla, "Pi teoremi" yada "Buckingham" adı verilen metot tercih edilir. Pi teoremi, n adet boyutlu A, büyüklüğüne ait $f(A_1, A_2, \dots, A_n) = 0$ şeklinde bir fonksiyonu ifade eder ve bu fonksiyonda daima $m = n - r$ (r : A, büyüklüklerinde bulunan temel boyutların sayısıdır ve $r < 3$ şeklindedir.) adet boyutsuz π değerleri Pi teoremine göre:

$$F(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) = 0 \quad (2.6)$$

şeklinde bir bağıntı haline dönüştürülebilir ve buradan $(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$ büyüklükleri; şeklindeki denklemlerle hesaplanır.

2.4. Model Teorisinde En Çok Kullanılan Boyutsuz Sayılar

Hidrolik modellerde, prototipteki değerleri mümkün olduğunca en iyi şekilde temsil edecek olan fiziksel bir modelin laboratuarda oluşturulmasında, olaya etkisi olduğu bilinen parametrelerin dikkate alındığı model teorisinde en çok kullanılan [18] boyutsuz katsayılar:

- a) Froude katsayısı (Fr),
- b) Reynolds katsayısı (Re),
- c) Weber sayısı (W),
- d) Euler sayısı (Eu),
- e) Match ya da Cauchy sayısı (C) olmak üzere beş grupta toplanırlar.

BÖLÜM 3. İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERLE AKIMLARIN TAHMİNİ

3.1. Akımların Tahmini

Gelecekteki belli bir tarihte görülecek akımın (debi, seviye, akış hacmi) tahmini, taşkın uyarılarının yapılması, taşkın kontrolü maksatlı haznelerin işletilmesi, akarsuyun su potansiyelinin belirlenmesi, kurak dönemlerde hidroelektrik üretiminin, şehir suyu ve sulama suyunun dağıtımı ve akarsularda ulaşımın planlanması açısından önem taşır. Bir akarsudaki akım havzaya düşen yağışa bağlı olmakla birlikte yağış olayının görülmesiyle akımın oluşması arasında belli bir gecikme vardır. Akım tahminlerini yaparken bu gecikmeden yararlanılır. Ancak tahmin edilmek istenen akım tahmini yapıldığı andan sonra meydana gelecek meteorolojik olaylarda bağlı ise bu olayların tahmin edilmesi gerekir.

Akımın tahmin edilmek istendiği süre uzadıkça tahminlerde beklenen hatalar büyür. Çok uzaktaki bir tarih için yapılacak tahminlerde ancak istatistik ortalamalar kullanılabilir. Yedi günden kısa bir süre sonrası için yapılan tahminlere kısa süreli tahmin, daha uzun süreler için yapılan tahminlere uzun süreli tahmin denilir. Kısa süreli tahminler taşkın uyarıları ve su kaynakları sistemlerinin gerçek zamanda işletilmesi açısından önem taşır. Uzun süreli tahminler ise daha çok akarsuların sağlayabileceği su miktarlarının belirlenmesi ve kurak dönemlerde su kısıtlama planlarının uygulanması bakımından önemlidir. Kısa süre sonra görülecek akımın tahmini için yağış akış modelleri kullanılabilir.

Gerçek zamanda yapılan taşkın tahminlerinde akarsudaki seviye ve debinin, taşkın dalgasının ilerleme hızının ve sel altında kalacak olan alanın belirlenmesi istenir.

Şiddetli yağmurlardan oluşan taşkınların tahmini için, regresyon analizi, geçmiş yağış indisi, akarsuyun yukarısındaki bir istasyonda ölçülen seviye ile ilişki, yağış-akış modelleri, akım öteleme modelleri kullanılabilir. Geçiş süresi çok küçük (6 saatten kısa) olan havzalara düşen çok şiddetli yağışların oluşturduğu ani taşkınların tahmininde büyük akarsudaki modeller kullanılmaz. Yağış, zemin nemi ve sıcaklık ile kurulan regresyon denklemleri, gerekli verilerin çok kısa zamanda toplanıp değerlendirilebilmesi halinde yararlı olur. Yağış-akış modelleri de aynı şekilde kullanılabilir. Daha basit olarak havzanın yukarısındaki bir istasyonda seviyenin belli bir değeri aşması ya da düşen yağışın belli bir değerin üzerine çıkması halinde taşkın alarmı verilebilir.

Kısa süreli akım tahminlerine dayanarak taşkın kontrol sistemlerinin gerçek zaman da işletilmesi için modeller kullanılabilir. Bu modellerle yapılan akım tahminleri taşkın kontrol haznesindeki kapakları işletme şeklini gerçek zaman da belirlerken kullanılır. Taşkın sırasında radyo ve uydularla alınan yağış ve akım verileri akım tahmin modeliyle havzanın büyüklüğüne göre birkaç saat-birkaç gün sonrası için akım tahminlerine çevrilir. Bu tahminlere dayanarak taşkın sırasında hanelerin işletmesi ile ilgili kararlar verilir. Uzun süreli akım tahminlerinde yağış-akış modellerini kullanırken tahmin yapılan anda henüz gözlenmemiş olan yağışların da tahmin edilmesi gerekir. Bunlar yağış tahmin modelleriyle tahmin edilebileceği gibi geçmişteki benzer gözlemlerden veya gelecek için türetilen sentetik serilerden de alınabilir. Modelde yağış tahminleri için çeşitli seriler kullanılıp elde edilen akım tahminlerinin olasılık dağılımı belirlenebilir ve en iyi tahmin olarak dağılımın ortalaması ya da medyanı alınabilir. Burada yağışın alabileceği çeşitli değerlere göre model gelecekteki akım için farklı tahminler verir.

Zaman serisi modelleriyle akım tahmini yapılırken söz konusu akım için kurulan bir matematik modelden yararlanılır. Modellerde tahminin yapıldığı ana kadar gözlenmiş akımlar yerine konur, henüz gözlenmemiş akımlar için tahmin edilen değerler alınır, kalıntı terimleri sıfır alınarak modelin denkleminde tahmin yapılır. Tahmin edilen değer için güven aralığı da belirlenebilir.

Kurak dönemlerle ilgili tahminlerde yağış, sıcaklık ve zemin nemi değişkenleriyle regresyon denklemleri kullanılabilir. Yeraltı akışının önemli olduğu durumlarda

akifer koşullarını gösteren kaynak debileri gibi değişkenlerde göz önüne alınır [19], [20].

3.2. Tez Çalışmasında Kullanılan İstatistik Yöntemler

İstatistik yöntemler, hidroloji biliminde çok çalışma alanında kullanılmaktadır. Taşkın olaylarının tahmin edilmesinde taşkın frekans analizi, eksik verisi olan herhangi bir akarsuyun eksik verilerini giderilmesi için regresyon analizi ve bu yöntemlerin doğruluğunun ispatı için hipotezlerle kontrolünün yapılması gibi olayları örnek olarak verebiliriz.

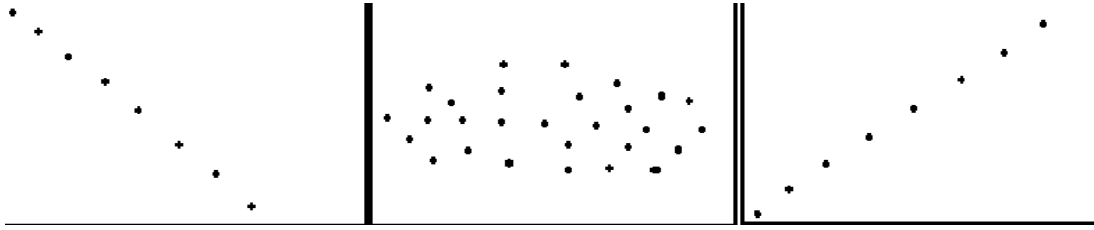
Hidrolojik olayların incelenmesinde sadece deterministik yaklaşımlarla hareket etmek mümkün olmayacağından, su olayının rastgele hareketler sergilediğinden deterministik yaklaşımlar ile birlikte probabilistik yaklaşımlar birlikte ele alınarak çözümlene yapılmalıdır. Bu sebepten dolayı hidroloji biliminden yararlanmak için olayları olasılık yaklaşımlardan faydalanılarak çözüme gidilmelidir.

Olasılık teorisi matematiğin rastgele karakterdeki olayları inceleyen dalıdır. Gözlemler sonunda toplanan verileri analiz ederek rastgele hükümlere varan biliminde de istatistik denir [2].

3.2.1. Korelasyon ve regrasyon analizi

3.2.1.1. Korelasyon katsayısı:

İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını, ilişki varsa yönünü ve gücünü inceleyen bir parametredir. İki değişken arasındaki ilişkinin veya korelasyonunun derecesini belirlemek için kullanılan istatistik yöntem. Saçılım(scatterplot) grafikleri iki değişken arasındaki ilişki hakkında genel bir bilgi edinmemizi sağlar. Ancak, ilişkinin miktarı konusunda yorum yapabilmek için korelasyon katsayısının hesaplanması gerekmektedir. Korelasyon katsayısı (r), iki değişken arasındaki ilişkinin ölçüsüdür ve -1 ve +1 arasında değişim gösterir [22].



Şekil 2.1. Korelasyon katsayısı dağılımı

(a) $r = -1$
Mükemmel negatif ilişki

(b) $r = 0$
ilişki Yok

(c) $r = 1$
Mükemmel pozitif ilişki

Yukarıdaki saçılım grafikleri ;

- (a) değişkenlerden birisinin artması sonucu diğerinin azaldığını gösterir.
- (b) iki değişken arasında ilişki olmadığını gösterir.
- (c) değişkenlerden birisinin artması sonucu diğerinin de arttığını göster

Korelasyon katsayısının iki değişken arasındaki ilişkiyi göstermesi [22]:

0.00 - 0.25 Çok zayıf ilişki

0.26 - 0.49 Zayıf ilişki

0.50 - 0.69 Orta ilişki

0.70 - 0.89 Yüksek ilişki

0.90 - 1.0 Çok yüksek ilişki

3.2.1.2. Regresyon analizleri

Regresyon analizi, bilinen bulgulardan, bilinmeyen gelecekteki olaylarla ilgili tahminler yapılmasına izin verir.

Bağımlı ve bağımsız diye adlandırılan iki değişken üzerinde denklem kurulur.

Bağımlı Değişken (y); Regresyon analiz yönteminde açıklanan ve ya tahmin edilen değişkendir.

Bağımsız değişken (x); Regresyon analiz yönteminde açıklayıcı değişken olup; bağımlı değişkenin değerini tahmin etmek için kullanılır.

Değişkenler arasında doğrusal ilişki olabileceği gibi, doğrusal olmayan bir ilişki de olabilir. saçılım grafiği düzenlenmesi olmadan ve değişkenler arasında korelasyon katsayısı bulunmadan regresyon analizine karar verilmemesi gerekir. Regresyon analizi denklemleri şunlardır [23].

1) Lineer fonksiyon

a) Basit lineer regresyon

Basit lineer regresyonun genel denklemi:

$$y = f(x) \quad y = a + b x \quad (3.1)$$

şeklinde olup, a ve b regresyon katsayılarını ifade eder ve bu katsayılar:

$$1) \quad b = \frac{\sum [(x - \bar{x})(y - \bar{y})]}{\sum (x - \bar{x})^2} \quad (3.2)$$

$$2) \quad a = \bar{y} - b * \bar{x} \quad (3.3)$$

denklemleri ile hesaplanır. Bu fonksiyonun korelasyon katsayısı ise:

$$r = \frac{\sum [(x * y) - (n * \bar{x} * \bar{y})]}{(n * s_x * s_y)} \quad (3.4)$$

b) Çoklu lineer regresyon

Çoklu lineer regresyonun genel denklemi:

$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ den

$$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + a_3 * x_3 + \dots + a_n * x_n \quad (3.5)$$

şeklinde olup, burada a_0 , a_1 , a_2 , ve a_3 regresyon katsayılarını ifade eder

bu katsayılar :

$$1. \sum y = n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum x_1 + a_2 \cdot \sum x_2 + a_3 \cdot \sum x_3 \quad (3.6)$$

$$2. \sum x_1 \cdot y = a_0 \cdot \sum x_1 + a_1 \cdot \sum x_1^2 + a_2 \cdot \sum x_1 \cdot x_2 \quad (3.7)$$

$$3. \sum x_2 \cdot y = a_0 \cdot \sum x_2 + a_1 \cdot \sum x_1 \cdot x_2 + a_2 \cdot \sum x_2^2 \quad (3.8)$$

$$r = [1 - (S_{e_y}^2 / S_y^2)]^{0.5} \quad (3.9)$$

şeklinde olup,

$$s_y^2 = \sum (y - \bar{y})^2 / n \quad (3.10)$$

$$S_{e_y}^2 = \sum e^2 / (n - N - 1) \quad (3.11)$$

$$e^2 = (y_{\text{gerçek}} - y_{\text{hesaplanan}})^2 \quad (3.12)$$

şeklinde ifade edilirler. Burada: $y_{\text{gerçek}}$, deneyde bulunan y ' dir.

$$y_{\text{hesaplanan}} = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \quad (3.13)$$

ifadesi ile hesaplanır.

N , ise bağımsız değişken sayısını göstermektedir.

2. Lineer olmayan fonksiyonlar

a) Parabolik fonksiyon için

$y = f(x)$ parabolik bir fonksiyon olarak düşünüldüğünde, bu fonksiyona ait genel regresyon denklemi: burada

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 \quad (3.14)$$

şeklinde olup, a_0, a_1, a_2 regresyon katsayılarını ifade eder ve bu katsayılar :

$$\sum y = na_0 + a_1 \sum x + a_2 \sum x^2 \quad (3.15)$$

$$\sum xy = a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 + a_2 \sum x^3 \quad (3.16)$$

$$\sum x^2y = a_0 \sum x^2 + a_1 \sum x^3 + a_2 \sum x^4 \quad (3.17)$$

denklemleri ile hesaplanır.

$$r = [1 - (S_{ey}^2 / S_y^2)]^{0.5} \quad (3.18)$$

şeklinde olup,

$$S_y^2 = \sum (y - y_{ort})^2 / n \quad (3.19)$$

$$S_{ey}^2 = \sum e^2 / (n - N - 1) \quad (3.20)$$

$$y \text{ hesaplanan} = a_0 + a_1x + a_2x^2 \text{ dir.} \quad (3.21)$$

b) Hiperbolik fonksiyon için

$y = f(x)$ hiperbolik bir fonksiyon olarak düşünüldüğünde, bu fonksiyona ait genel regresyon denklemi

$$y = a x^b \quad (3.22)$$

şeklinde olup $y = \log y, x = \log x$ denilerek her iki tarafın logaritması alındığında bu fonksiyonun regresyon denklemi:

$$\log y = \log a + b \log x \quad (3.23)$$

şekline dönüşür. Burada, $\log a$ ve b regresyon katsayılarını ifade eder ve bu katsayılar :

$$\sum \log y = n \log a + b \sum \log x \quad (3.24)$$

$$\sum (\log x \log y) = \log a \sum \log x + b \sum (\log x)^2 \quad (3.25)$$

denklemleri çözülerek bulunur.

Bu tip bir fonksiyonda korelasyon katsayısını veren bağıntı ise :

$$r = \frac{\sum[(\log x \log y) - (n \log \bar{x} \log \bar{y})]}{(n S_{\log x} S_{\log y})} \quad (3.26)$$

şeklindedir.

c) Üstel fonksiyon için

$y = f(x)$ üstel bir fonksiyon olarak düşünüldüğünde, bu fonksiyona ait genel regresyon denklemi

$$y = ab^x \quad (3.27)$$

şeklinde olup $y = \log y$, $x = x$ denilerek her iki tarafın logaritması alındığında bu fonksiyonun regresyon denklemi :

$$\log y = \log a + x \log b \quad (3.28)$$

şekline dönüşür. Burada, $\log a$ ve $\log b$ regresyon katsayılarını ifade eder ve bu katsayılar :

$$\sum \log y = n \log a + \log b \sum x \quad (3.29)$$

$$\sum (\log y) = \log a \sum x + \log b \sum x^2 \quad (3.30)$$

denklemleri çözülerek bulunur ve bu tip fonksiyonda korelasyon katsayısını veren bağıntı ise

$$r = \frac{\sum [(x \log y) - (n \bar{x} \log \bar{y})]}{(n S_x S_{\log y})} \quad (3.31)$$

d) Geometrik fonksiyon için

$y = f(x)$ geometrik bir fonksiyon olarak düşünülerek, $y = 1/y$, $x = x$ denilirse bu fonksiyonun regresyon denklemi:

$$y = 1 / (a + b x) \text{ veya } 1 / y = a + b x \quad (3.32)$$

şeklinde dönüşür. Burada, a ve b regresyon katsayılarını ifade eder ve bu katsayılar :

$$1) \sum 1/y = n \cdot a + b \sum x \quad (3.33)$$

$$2) \sum [x(1/y)] = a \sum x + b \sum x^2 \quad (3.34)$$

denklemleri çözülerek bulunur ve bu tip fonksiyonda korelasyon katsayısını veren bağıntı ise

$$r = \frac{\sum [(x(1/y)) - (n \bar{x} \overline{1/y})]}{(n S_x S_{1/y})} \quad (3.35)$$

şeklindedir.

c) Lineer olmayan çoklu fonksiyonlar

Denklemler:

$$1- \sum y = n \cdot a_0 + a_1 \cdot \sum x_1 + a_2 \sum \log x_2 + a_3 \sum x_3 \quad (3.36)$$

$$2- \sum \log y \cdot \log x_1 = a_0 \sum \log x_1 + a_1 \sum \log x_1^2 + a_2 \sum \log x_1 \log x_2 \quad (3.37)$$

$$3- \Sigma \log y. \log x_2 = a_0 \Sigma \log x_2 + a_1 \Sigma \log x_1 \log x_2 + a_2 \Sigma \log x_2^2 \quad (3.38)$$

$$r = \left[1 - \log \left(\frac{\sum S e y^2}{\sum S y^2} \right) \right]^{1/2} \quad (3.39)$$

BÖLÜM 4. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Sakarya havzasına ait 2 adet küçük akarsu olan Gürleyik ve Kureyşler Derelerinin akım değerlerini tahmin edebilmek için istatistiksel yöntemlerden regresyon analiz denklemi ve korelasyon katsayı metotları kullanılmış ve bu dereler için en uygun regresyon denklemi seçilmiştir.

Bu akarsular için yapılan regresyon analiz denklemleri ve korelasyon katsayıları aşağıda sunulmuştur.

4.1. Gürleyik Deresi İçin Regrasyon Denklemleri ve Korelasyon Katsayısı

DSİ tarafından üzerinde istasyon kurulu olan Doğan Çay ve Göynük Deresinin AGİ den alınan akım değerleri kullanılarak regresyon analizi yapılmış, Gürleyik Deresinin akım değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan istatistik yöntemler ve elde edilen denklem bağıntıları aşağıda sırası ile verilmiştir.

1) Lineer fonksiyonlar

a) Basit regresyon analizi denklemi:

Yapılan işlemler sonucunda Gürleyik Deresinin akım değerlerini bulabilmek için önce Doğançay'ın AGİ tarafından ölçülmüş debi değerleri kullanılarak benzeşimin Korelasyon katsayısı $r= 0,67$ olarak bulunmuş, $y = f(x)$ fonksiyonuna ait olan denklem aşağıda ifade edilmiştir;

$$y = a+b*x \quad (4.1)$$

$$y = 0,07+0,01*x \quad (4.2)$$

Burada ;

y: Gürleyik deresinin akım değerini

x: Doğan Çayın akım değerlerini gösteriyor.

a: 0,07 ve b: 0,01 regresyon katsayılarını ifade eder.

Göynük Deresinin debi değerlerini kullanarak Gürleyik Deresi için basit regresyon denklemi Benzeşim yapıldığında Korelasyon katsayısı $r=0,72$ $y = f(x)$ fonksiyonuna ait olan denklem aşağıda ifade edilmiştir;

$$y = 0,41 + 0,21 * x \quad (4.3)$$

b) Çoklu lineer fonksiyon

Bu regresyon analizinde Doğan Çay ve Göynük Deresi AGİ verileri beraber kullanılarak benzeşim yapılmıştır. Korelasyon katsayısı = 0,75 olarak bulunmuş ve denklemi şöyledir.

$$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + \dots + a_n * x_n \quad (4.4)$$

$$y = -0,065 + 0,0053 * x_1 + 0,622 * x_2 \quad (4.5)$$

Burada ;

y = Gürleyik Deresine ait tahmin edilen debiyi

x_1 = Doğançay'ı gerçek verilerini

x_2 = Göynük Deresi gerçek verilerini

$a_0 = -0,065$ regresyon katsayısı

$a_1 = 0,0053$ regresyon katsayılarını

$a_2 = 0,622$ regresyon katsayısı

2 Lineer olmayan fonksiyonlar

a) Parabolik fonksiyon

Doğançay verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,49$

$$y = a_0 + a_1 * x + a_2 * x^2 \quad (4.6)$$

$$y = 0,327 + 0,0009 * x + 0,0000065 * x^2 \quad (4.7)$$

Göynük Deresi verilerini kullanarak yapılan denklem $r = 0,30$

$$y = 1,182 - 0,133 * x + 0,0000017 * x^2 \quad (4.8)$$

b) Hiperbolik fonksiyon

Doğançay verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,35$

$$y = -0,35 + x^{1,14} \quad (4.9)$$

Doğançay verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,45$

$$y = -0,71 + x^{0,33} \quad (4.10)$$

c) Üstel fonksiyon

Doğançay'ı verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,40$

$$y = 0,50 * (-2,44)^x \quad (4.11)$$

Doğançay'ı verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,50$

$$y = 1,72*(-0,90)^x \quad (4.12)$$

3. Lineer olmayan çoklu regresyon

Bu yöntemi kullanırken Doğançay ve Göynük Deresi AGİ verilerini birlikte ele alınarak Gürleyik Deresinin akım değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Korelasyon katsayısı $r = 0,97$ olarak bulunmuştur.

Gürleyik Deresine ait akım değerler tahmin etmede en uygun denklemin Lineer olmayan çoklu regresyon olduğuna karar verildi. 1980 yılından başlayarak 2000 yılına kadar Gürleyik Deresi akım değerleri bu denklem ile oluşturulmuş ve tablo halinde sunulmuştur.

Bu yöntemin denklemi ;

$$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 \quad (4.13)$$

$$y = 0,00001 + 0,102 * x_1 + 0,143 * x_2 \quad (4.14)$$

4.2. Kureyşler Deresi İçin Regresyon Denklemleri ve Korelasyon Katsayısı

DSİ tarafından üzerinde istasyon kurulu olan Ova Çay ve Kokar Çay AGİ den alınan akım değerleri kullanılarak regresyon analizi yapılmış, Kureyşler Deresinin akım değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Kullanılan istatistik yöntemler ve elde edilen denklem bağıntıları aşağıda sırası ile verilmiştir.

1. Lineer fonksiyonlar

a)Basit regresyon analizi denklemi:

Yapılan işlemler sonucunda Kureyşler Deresinin akım değerlerini bulabilmek için önce Ova Çayın AGİ tarafından ölçülmüş debi değerleri kullanılarak benzeşimin Korelasyon katsayısı $r= 0,68$ olarak bulunmuş, $y = f(x)$ fonksiyonuna ait olan denklem aşağıda ifade edilmiştir;

$$y = 5,41+0,0045*x \quad (4.15)$$

Burada ;

y: Kureyşler Deresinin akım değerini

x: Ova Çayın akım değerlerini gösteriyor.

a: 5,41 ve b: 0,0045 regresyon katsayılarını ifade eder.

Kokar Çayı debi değerlerini kullanarak Kureyşler Deresi için basit regresyon denklemi Benzeşim yapıldığında Korelasyon katsayısı $r=0,99$ $y = f(x)$ fonksiyonuna ait olan denklem aşağıda ifade edilmiştir;

$$y = 0,068+1,7795*x \quad (4.16)$$

b) Çoklu lineer fonksiyon

Bu regresyon analizinde Ova Çay ve Kokar Çay AGİ verileri beraber kullanılarak benzeşim yapılmıştır. Korelasyon katsayısı = 0,99 olarak bulunmuş ve denklemi şöyledir.

$$y = -0,835+0,0035*x_1+0,01906*x_2 \quad (4.17)$$

Burada ;

y = Kureyşler Deresine ait tahmin edilen debiyi

x_1 = Ova Çayı gerçek verilerini

x_2 = Kokar Çayı gerçek verilerini

a_0 = -0,835 regresyon katsayısı

a_1 = 0,0035 regresyon katsayısı

a_2 = 0,01906 regresyon katsayısı

2. Lineer olmayan fonksiyonlar

a) Parabolik fonksiyon

Ova Çayı verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,51$

$$y = 6,444 + 0,00046 * x + 0,0000169 * x^2 \quad (4.18)$$

Kokar Çayı verilerini kullanarak yapılan denklem $r = 0,35$

$$y = 3,197 + 0,0109 * x + 0,0000011 * x^2 \quad (4.19)$$

b) Hiperbolik fonksiyon

Ova Çayı verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,38$

$$y = -0,259 + x^{0,46} \quad (4.20)$$

Kokar Çayı verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,41$

$$y = 0,51 + x^{0,14} \quad (4.21)$$

c) Üstel fonksiyon

Ova verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,20$

$$y = 0,6065 + (-3,6107)^x \quad (4.22)$$

Kokar Çayı verilerini kullanarak yapılan denklem burada kullanılan denklem ve korelasyon katsayısı $r = 0,40$

$$y = 0,175 + 0,05^x \quad (4.23)$$

3. Lineer olmayan çoklu regresyon

Bu yöntemi kullanırken Ova Çayı ve Kokar Çayı AGİ verilerini birlikte ele alınarak Kureyşler Deresinin akım değerleri tahmin edilmeye çalışılmıştır.

Korelasyon katsayısı $r = 0,95$ olarak bulunmuştur.

Kureyşler Deresine ait akım değerler tahmin etmede en uygun denklemin Lineer olmayan Çoklu regresyon olduğuna karar verildi. 1980 yılından başlayarak 1994 yılına kadar Kureyşler Deresi akım değerleri bu denklem ile oluşturulmuş ve tablo halinde sunulmuştur.

Bu yöntemin denklemi ;

$$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 \quad (4.24)$$

$$y = -0,31 + 0,45 * x_1 + 0,15 * x_2 \quad (4.25)$$

4.3. Gürleyik Deresine Ait Akım Değerlerinin Tahmin Edilebilmesi İçin Yapılan Modeller

Gürleyik ve Kureyşler derelerine ait aylık ortalama akım değerleri tahmin edebilmek için Gürleyik Deresi için; Doğançay ve Göynük Derelerinin 1980 ve 2000 yılları arasındaki Kureyşler deresi için de Kokar çay ve Ova Çayı için 1980 den 1994 yılları arasındaki uzun süreli debi değerlerini, kullanarak yapılan modellemeler aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Tablo 4.1. Doğançay İstasyonu 1980-2000 Su Yılı Aylık Ortalama Debi Tablosu

| 12152 Nolu DSİ Doğançay İstasyonu Aylık Ortalama Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-----------|
| N o | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | | |
| | | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Y. Toplam |
| 1 | 1980 | 77,1 | 110 | 121 | 137 | 161 | 215 | 219 | 169 | 107 | 94,1 | 83 | 79,6 | 1577,2 |
| 2 | 1981 | 119 | 163 | 164 | 287 | 261 | 332 | 245 | 192 | 130 | 148 | 156 | 103 | 2306,1 |
| 3 | 1982 | 92,5 | 118 | 160 | 269 | 266 | 204 | 178 | 170 | 146 | 72,7 | 81,0 | 158 | 1920,7 |
| 4 | 1983 | 116 | 113, | 123 | 129 | 95,3 | 143 | 91,5 | 58,8 | 65,7 | 80,7 | 111 | 98,2 | 1228,7 |
| 5 | 1984 | 86,9 | 93,3 | 114 | 132 | 174 | 214 | 297 | 304 | 110 | 97,5 | 95,2 | 131 | 1857,5 |
| 6 | 1985 | 89,5 | 120 | 122 | 122 | 146 | 207, | 140, | 45,9 | 43 | 83,1 | 85,7 | 88,3 | 1295,9 |
| 7 | 1986 | 93,9 | 89,6 | 99,9 | 156 | 169 | 204 | 105 | 70,1 | 58,2 | 83,6 | 31,3 | 42,3 | 1206,1 |
| 8 | 1987 | 76,6 | 80,2 | 83,9 | 190 | 192 | 259 | 20,3 | 176 | 115 | 72,3 | 70,7 | 120, | 1710,2 |
| 9 | 1988 | 111, | 62,2 | 101 | 98,1 | 67,5 | 106, | 147 | 84,0 | 102, | 65,5 | 55,6 | 54,0 | 1057,0 |
| 10 | 1989 | 88,7 | 142 | 180 | 95,9 | 60,7 | 69,8 | 39,8 | 33,9 | 31,1 | 28,4 | 53,8 | 47,7 | 873,69 |
| 11 | 1990 | 44,1 | 108 | 176 | 156 | 103 | 147 | 150 | 153 | 49,5 | 41,9 | 27,7 | 77,5 | 1235,9 |
| 12 | 1991 | 67,4 | 63,3 | 102 | 91,9 | 139 | 106 | 115 | 72,0 | 40,5 | 62,5 | 57,6 | 54,4 | 972,85 |
| 13 | 1992 | 56,6 | 46,8 | 97,2 | 113, | 130 | 179 | 242 | 101 | 59,5 | 53,7 | 35,5 | 37,5 | 1154,5 |
| 14 | 1993 | 99,5 | 72,1 | 94,4 | 105 | 126 | 135 | 139 | 111 | 42 | 36,2 | 55,5 | 35 | 1053,2 |
| 15 | 1994 | 34,6 | 76,8 | 76,5 | 77,7 | 80,4 | 85,0 | 49,1 | 37,5 | 21,1 | 14,1 | 23,9 | 28,2 | 605,45 |
| 16 | 1995 | 29,1 | 47,0 | 113, | 152 | 97,2 | 109 | 179 | 90,2 | 36,3 | 25,3 | 25,5 | 38,1 | 944,09 |
| 17 | 1996 | 57 | 93,6 | 100 | 120 | 117 | 133 | 183 | 83,3 | 50,5 | 42,6 | 48,6 | 54,7 | 1086,9 |
| 18 | 1997 | 102 | 87,7 | 85 | 210 | 112 | 133 | 252 | 118 | 92,4 | 54,1 | 93,4 | 86,5 | 1428,4 |
| 19 | 1198 | 128 | 108 | 244 | 175 | 276 | 199 | 216 | 206 | 174 | 118 | 108 | 51 | 2008,7 |
| 20 | 1999 | 40,4 | 61,7 | 92 | 96,6 | 216 | 226 | 220 | 75,2 | 70,3 | 45,5 | 51,3 | 46,1 | 1242,0 |
| 21 | 2000 | 66,0 | 106, | 79,9 | 225 | 138 | 155 | 285 | 158 | 85,8 | 115 | 65,9 | 47,7 | 1531,7 |

Gözlem Süresi 21 Yıl

Tablo 4.2. Göynük Deresi İstasyonu 1980-2000 Su Yılı Aylık Ort. Debi Tablosu

| 12148 Nolu DSİ Göynük Deresi İstasyonu Aylık Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|----------|
| N o | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | | |
| | | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Y.Toplam |
| 1 | 1980 | 0,64 | 0,61 | 0,78 | 1,33 | 1,60 | 1,11 | 0,92 | 0,93 | 0,90 | 0,56 | 0,44 | 0,49 | 10,30 |
| 2 | 1981 | 0,53 | 0,58 | 0,74 | 1,28 | 1,32 | 2,09 | 1,81 | 0,93 | 0,68 | 0,52 | 0,52 | 0,51 | 11,44 |
| 3 | 1982 | 0,57 | 0,59 | 0,85 | 1,55 | 1,48 | 3,21 | 1,74 | 0,86 | 0,79 | 0,60 | 0,51 | 0,49 | 14,00 |
| 4 | 1983 | 0,50 | 0,57 | 1,07 | 1,95 | 1,79 | 2,33 | 2,39 | 1,62 | 0,81 | 0,61 | 0,62 | 0,58 | 14,82 |
| 5 | 1984 | 0,56 | 0,57 | 0,56 | 0,58 | 1,13 | 1,82 | 2,23 | 1,62 | 0,77 | 0,55 | 0,53 | 0,49 | 10,74 |
| 6 | 1985 | 0,55 | 0,67 | 0,92 | 0,84 | 1,28 | 1,59 | 1,88 | 0,96 | 0,75 | 0,54 | 0,51 | 0,46 | 11,33 |
| 7 | 1986 | 0,48 | 0,56 | 0,76 | 1,43 | 1,78 | 1,35 | 0,87 | 1,35 | 0,73 | 0,48 | 0,42 | 0,42 | 10,08 |
| 8 | 1987 | 0,44 | 0,45 | 0,59 | 1,28 | 1,93 | 1,53 | 2,41 | 0,79 | 0,80 | 0,52 | 0,44 | 0,44 | 12,17 |
| 9 | 1988 | 0,48 | 0,52 | 0,69 | 0,74 | 0,76 | 1,02 | 1,48 | 1,35 | 0,83 | 0,47 | 0,42 | 0,43 | 8,93 |
| 10 | 1989 | 0,49 | 0,54 | 0,72 | 0,81 | 0,83 | 1,35 | 0,79 | 1,10 | 0,50 | 0,41 | 0,41 | 0,42 | 7,86 |
| 11 | 1990 | 0,48 | 0,59 | 0,8 | 0,90 | 0,85 | 1,22 | 1,29 | 0,58 | 0,70 | 0,50 | 0,44 | 0,42 | 9,70 |
| 12 | 1991 | 0,48 | 0,55 | 0,61 | 0,57 | 0,79 | 1,06 | 1,27 | 1,52 | 1,13 | 1,59 | 0,57 | 0,86 | 10,68 |
| 13 | 1992 | 0,64 | 0,70 | 0,72 | 0,78 | 0,74 | 1,65 | 2,34 | 1,19 | 0,73 | 0,53 | 0,43 | 0,42 | 10,95 |
| 14 | 1993 | 0,52 | 0,54 | 0,53 | 0,54 | 0,82 | 1,55 | 1,31 | 1,27 | 0,61 | 0,50 | 0,48 | 0,46 | 8,92 |
| 15 | 1994 | 0,47 | 0,52 | 0,58 | 0,73 | 0,80 | 0,91 | 0,81 | 1,04 | 0,48 | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 7,23 |
| 16 | 1995 | 0,42 | 0,46 | 0,51 | 1,30 | 1,02 | 1,24 | 1,48 | 0,69 | 0,57 | 0,52 | 0,43 | 0,45 | 9,40 |
| 17 | 1996 | 0,51 | 0,56 | 0,61 | 0,82 | 0,95 | 1,06 | 1,85 | 1,00 | 0,67 | 0,46 | 0,42 | 0,45 | 9,43 |
| 18 | 1997 | 0,53 | 0,57 | 0,78 | 0,83 | 0,90 | 1,13 | 3,47 | 1,09 | 0,81 | 0,54 | 0,52 | 0,48 | 12,26 |
| 19 | 1198 | 0,55 | 0,62 | 1,09 | 1,05 | 2,16 | 1,39 | 1,42 | 1,70 | 1,26 | 0,61 | 0,46 | 0,47 | 13,62 |
| 20 | 1999 | 0,48 | 0,49 | 0,54 | 0,54 | 1,08 | 1,51 | 1,12 | 2,55 | 0,52 | 0,46 | 0,43 | 0,43 | 8,29 |
| 21 | 2000 | 0,44 | 0,49 | 0,48 | 0,50 | 0,50 | 1,04 | 4,71 | 0,69 | 0,79 | 0,50 | 0,43 | 0,46 | 11,34 |
| Gözlem Süresi 21 Yıl | | | | | | | | | | | | | | |

4.4. Doğan Çay ve Göynük Derelerinden Korelasyon ile oluşturulan Gürleyik Deresinin debi ve akım değerleri

Gürleyik Deresinin akım değerlerini tahmin edebilmek için yapılmış olan regresyon analiz denklemleri ve işlemleri yukarıda anlatılmıştır. Bu denklemlerden Gürleyik Deresi için en uygun denklem lineer olmayan çoklu fonksiyon olarak belirlenmiştir.

Lineer olmayan çoklu fonksiyon kullanılarak Doğançay, Göynük Deresinin korelasyonu ile oluşturulan Gürleyik Deresine ait 1980 yılından 2000 yılına olan debi ve akım değerleri tahmin edilerek tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 4.3. Korelasyon ile oluşturulan Gürleyik Deresi 1980-2000 Su Yılı Aylık Ortalama Debi Tablosu

| Korelasyon ile Oluşturulan Gürleyik Deresi Aylık ortalama Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|-----------|
| No | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | | |
| | | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Y. Toplam |
| 1 | 1980 | 2,96 | 4,26 | 4,70 | 5,45 | 6,35 | 8,62 | 8,70 | 6,57 | 4,14 | 3,61 | 3,19 | 3,06 | 61,6 |
| 2 | 1981 | 4,55 | 6,24 | 6,38 | 11,2 | 10,1 | 13,3 | 9,67 | 7,62 | 5,04 | 5,68 | 5,97 | 3,92 | 89,7 |
| 3 | 1982 | 3,55 | 4,55 | 6,27 | 10,5 | 10,4 | 8,25 | 7,28 | 6,80 | 5,64 | 2,82 | 3,14 | 6,09 | 75,3 |
| 4 | 1983 | 4,48 | 4,37 | 4,74 | 4,97 | 3,81 | 5,79 | 3,92 | 2,38 | 2,59 | 3,11 | 4,26 | 3,73 | 48,1 |
| 5 | 1984 | 3,35 | 3,85 | 4,48 | 5,15 | 6,80 | 8,44 | 11,6 | 11,8 | 4,29 | 3,73 | 3,65 | 5,00 | 72,1 |
| 6 | 1985 | 3,42 | 4,59 | 4,70 | 4,70 | 5,71 | 8,18 | 5,68 | 1,86 | 1,68 | 3,18 | 3,27 | 3,37 | 50,3 |
| 7 | 1986 | 3,60 | 3,45 | 3,88 | 6,16 | 6,80 | 8,03 | 4,11 | 2,30 | 3,20 | 3,20 | 1,20 | 1,62 | 47,6 |
| 8 | 1987 | 2,93 | 3,07 | 3,24 | 7,47 | 7,69 | 10,1 | 10,7 | 6,94 | 4,48 | 2,71 | 2,71 | 4,59 | 66,6 |
| 9 | 1988 | 4,26 | 2,40 | 3,92 | 3,81 | 2,66 | 4,18 | 5,86 | 3,37 | 3,99 | 2,51 | 2,12 | 2,06 | 41,1 |
| 10 | 1989 | 3,40 | 5,45 | 6,94 | 3,73 | 2,42 | 2,90 | 1,62 | 1,34 | 1,21 | 1,08 | 2,05 | 1,82 | 34 |
| 11 | 1990 | 1,70 | 4,14 | 6,80 | 6,09 | 4,03 | 5,79 | 5,90 | 6,09 | 1,99 | 1,62 | 1,06 | 2,95 | 48,2 |
| 12 | 1991 | 2,59 | 2,45 | 3,92 | 3,54 | 5,41 | 4,18 | 4,59 | 2,94 | 1,72 | 2,68 | 2,23 | 2,19 | 38,4 |
| 13 | 1992 | 2,22 | 1,86 | 3,77 | 4,37 | 5,04 | 7,17 | 9,71 | 4,07 | 2,35 | 2,08 | 1,37 | 1,43 | 45,5 |
| 14 | 1993 | 3,81 | 2,78 | 3,63 | 4,03 | 4,89 | 5,45 | 5,53 | 4,41 | 1,65 | 1,41 | 2,13 | 1,35 | 41,1 |
| 15 | 1994 | 1,34 | 2,96 | 2,96 | 3,02 | 3,16 | 3,36 | 1,97 | 1,50 | 0,83 | 0,54 | 0,91 | 1,05 | 23,6 |
| 16 | 1995 | 1,11 | 1,81 | 4,33 | 6,01 | 3,85 | 4,37 | 7,09 | 3,58 | 1,42 | 0,99 | 0,97 | 1,48 | 37 |
| 17 | 1996 | 2,20 | 3,60 | 3,88 | 4,67 | 4,59 | 5,26 | 7,32 | 3,35 | 1,99 | 1,64 | 1,86 | 2,09 | 42,5 |
| 18 | 1997 | 2,93 | 2,93 | 2,91 | 6,94 | 3,72 | 4,07 | 10,3 | 4,44 | 2,92 | 2,00 | 2,98 | 2,52 | 48,7 |
| 19 | 1198 | 3,46 | 3,73 | 8,70 | 6,83 | 10,4 | 7,84 | 8,48 | 8,25 | 6,50 | 3,99 | 2,84 | 2,16 | 73,2 |
| 20 | 1999 | 1,56 | 2,37 | 3,54 | 3,71 | 8,40 | 8,89 | 8,92 | 2,94 | 2,71 | 1,75 | 1,96 | 1,76 | 48,5 |
| 21 | 2000 | 2,53 | 4,07 | 3,06 | 8,59 | 5,3 | 6,01 | 11,5 | 6,27 | 3,39 | 4,41 | 2,52 | 1,82 | 59,5 |
| Gözlem Süresi 21 Yıl | | | | | | | | | | | | | | |

Tablo 4.4. Korelasyon ile oluşturulan Gürleyik Deresi 1980-2000 Su Yılı Aylık Ortalama Akım Tablosu

| Korelasyon ile Oluşturulan Gürleyik Deresi Aylık Akım Değerler (hm ³) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|----------|
| No | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | | |
| | | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Y.Toplam |
| 1 | 1980 | 7,95 | 11,4 | 12,6 | 14,6 | 17 | 23,1 | 23,3 | 17,6 | 11,1 | 9,67 | 8,55 | 8,20 | 165,2 |
| 2 | 1981 | 12,2 | 16,7 | 17,1 | 30,1 | 27,3 | 35,7 | 25,9 | 20,4 | 13,5 | 15,2 | 16 | 10,5 | 241,3 |
| 3 | 1982 | 9,51 | 12,2 | 16,8 | 28,3 | 28,1 | 22,1 | 19,5 | 18,2 | 15,1 | 7,56 | 8,40 | 16,3 | 202,5 |
| 4 | 1983 | 12 | 11,7 | 12,7 | 13,3 | 10,2 | 15,5 | 10,5 | 6,38 | 6,95 | 8,33 | 11,4 | 10 | 129,3 |
| 5 | 1984 | 8,96 | 10,3 | 12,0 | 13,8 | 18,2 | 22,6 | 31,2 | 31,6 | 11,5 | 10,0 | 9,78 | 13,4 | 193,7 |
| 6 | 1985 | 9,17 | 12,3 | 12,6 | 12,6 | 15,3 | 21,9 | 15,2 | 4,97 | 4,49 | 8,52 | 8,75 | 9,02 | 134,9 |
| 7 | 1986 | 9,63 | 9,24 | 10,4 | 16,5 | 18,2 | 21,5 | 11,0 | 6,16 | 8,58 | 8,58 | 3,21 | 4,33 | 127,5 |
| 8 | 1987 | 7,85 | 8,21 | 8,68 | 20,0 | 20,6 | 27,2 | 28,9 | 18,6 | 12,0 | 7,26 | 7,25 | 12,3 | 179,1 |
| 9 | 1988 | 11,4 | 6,42 | 10,5 | 10,2 | 7,12 | 11,2 | 15,7 | 9,03 | 10,7 | 6,73 | 5,68 | 5,53 | 110,5 |
| 10 | 1989 | 9,11 | 14,6 | 18,6 | 10 | 6,48 | 7,76 | 4,33 | 3,58 | 3,24 | 2,90 | 5,49 | 4,88 | 91,11 |
| 11 | 1990 | 4,55 | 11,1 | 18,2 | 16,3 | 10,8 | 15,5 | 15,8 | 16,3 | 5,32 | 4,34 | 2,85 | 7,91 | 129,3 |
| 12 | 1991 | 6,93 | 6,55 | 10,5 | 9,48 | 14,5 | 11,2 | 12,3 | 7,88 | 4,62 | 7,17 | 5,98 | 5,86 | 103,1 |
| 13 | 1992 | 5,94 | 4,97 | 10,1 | 11,7 | 13,5 | 19,2 | 26 | 10,9 | 6,29 | 5,57 | 3,67 | 3,84 | 121,8 |
| 14 | 1993 | 10,2 | 7,45 | 9,72 | 10,8 | 13,1 | 14,6 | 14,8 | 11,8 | 4,42 | 3,77 | 5,71 | 3,61 | 110,1 |
| 15 | 1994 | 3,58 | 7,92 | 7,92 | 8,09 | 8,47 | 9,01 | 5,28 | 4,02 | 2,21 | 1,45 | 2,45 | 2,82 | 63,21 |
| 16 | 1995 | 2,98 | 4,84 | 11,6 | 16,1 | 10,3 | 11,7 | 19,0 | 9,60 | 3,81 | 2,66 | 2,61 | 3,92 | 99,32 |
| 17 | 1996 | 5,89 | 9,65 | 10,4 | 12,5 | 12,3 | 14,1 | 19,6 | 8,96 | 5,33 | 4,38 | 4,97 | 5,61 | 113,9 |
| 18 | 1997 | 7,86 | 7,86 | 7,80 | 18,6 | 9,97 | 10,9 | 27,8 | 11,9 | 7,83 | 5,37 | 7,98 | 6,76 | 130,7 |
| 19 | 1198 | 9,26 | 10,0 | 23,3 | 18,3 | 28,0 | 21,0 | 22,7 | 22,1 | 17,4 | 10,7 | 7,62 | 5,78 | 196,5 |
| 20 | 1999 | 4,17 | 6,36 | 9,47 | 9,94 | 22,5 | 23,8 | 23,9 | 7,87 | 7,25 | 4,68 | 5,26 | 4,72 | 128,9 |
| 21 | 2000 | 6,78 | 10,9 | 8,19 | 23 | 14,2 | 16,1 | 30,8 | 16,8 | 9,08 | 11,8 | 6,75 | 4,88 | 159,5 |
| Gözlem Süresi 21 Yıl | | | | | | | | | | | | | | |

Tablo 4.5. Ova Çayı İstasyonu 1980-1994 Su Yılı Aylık Ortalama Debi Tablosu

| 1216 Nolu DSİ Ova Çayı İstasyonu Aylık Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------|-------|--------|------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|----------|
| No | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | | |
| | | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Y.Toplam |
| 1 | 1980 | 2,25 | 2,25 | 2,27 | 2,86 | 3,92 | 11,3 | 15,4 | 6,30 | 1,54 | 0,82 | 1,05 | 0,79 | 49,96 |
| 2 | 1981 | 1,21 | 1,44 | 1,80 | 3,02 | 5,07 | 44,8 | 13,4 | 7,63 | 1,81 | 1,24 | 1,16 | 1,56 | 84,23 |
| 3 | 1982 | 1,29 | 1,62 | 6,03 | 5,84 | 2,82 | 3,70 | 22,4 | 13,8 | 3,09 | 1,30 | 3,93 | 1,57 | 67,49 |
| 4 | 1983 | 1,72 | 1,79 | 1,59 | 1,59 | 1,74 | 2,41 | 2,77 | 1,75 | 2,23 | 1,97 | 1,98 | 0,92 | 22,47 |
| 5 | 1984 | 0,79 | 1,54 | 2,93 | 1,67 | 1,72 | 4,68 | 10,2 | 8,54 | 1,73 | 2,62 | 1,44 | 1,14 | 39,07 |
| 6 | 1985 | 1,63 | 1,45 | 1,64 | 1,67 | 1,76 | 2,14 | 3,21 | 1,88 | 0,81 | 0,49 | 0,34 | 0,57 | 17,59 |
| 7 | 1986 | 1,02 | 1,03 | 1,02 | 1,34 | 3,34 | 2,18 | 0,96 | 1,12 | 1,83 | 0,31 | 0,34 | 0,53 | 15,00 |
| 8 | 1987 | 0,60 | 0,88 | 1,15 | 1,99 | 2,98 | 2,26 | 13,1 | 6,61 | 1,49 | 0,76 | 0,27 | 0,63 | 32,74 |
| 9 | 1988 | 1,34 | 1,14 | 1,29 | 0,90 | 0,78 | 2,50 | 5,18 | 2,16 | 3,62 | 1,40 | 0,26 | 0,32 | 20,87 |
| 10 | 1989 | 1,45 | 2,73 | 1,45 | 0,91 | 1,08 | 1,15 | 0,86 | 1,58 | 0,64 | 0,43 | 0,27 | 0,48 | 13,03 |
| 11 | 1990 | 0,80 | 2,59 | 4,95 | 4,56 | 1,16 | 1,85 | 2,64 | 1,16 | 0,68 | 0,21 | 0,21 | 0,58 | 21,39 |
| 12 | 1991 | 0,76 | 0,73 | 1,03 | 0,56 | 0,74 | 0,89 | 0,78 | 0,68 | 0,46 | 0,14 | 0,07 | 0,11 | 6,95 |
| 13 | 1992 | 0,61 | 0,39 | 0,51 | 0,34 | 0,51 | 1,37 | 3,80 | 0,50 | 0,33 | 0,27 | 0,13 | 0,32 | 9,08 |
| 14 | 1993 | 0,29 | 0,70 | 0,84 | 0,53 | 0,66 | 1,48 | 2,57 | 2,76 | 1,35 | 0,35 | 0,16 | 0,43 | 12,10 |
| 15 | 1994 | 0,43 | 0,55 | 1,06 | 1,22 | 0,83 | 0,79 | 0,64 | 0,54 | 0,14 | 0,08 | 0,04 | 0,09 | 6,42 |
| Gözlem Süresi 15 Yıl | | | | | | | | | | | | | | |

Tablo 4.6. Kokar Çayı İstasyonu 1980-2000 Su Yılı Aylık Ortalama Debi Tablosu

| Nolu DSİ Kokar Çayı İstasyonu Aylık Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|-------|----------|
| No | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | | |
| | | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos | Eylül | Y.Toplam |
| 1 | 1980 | 0,30 | 0,48 | 0,73 | 3,11 | 2,50 | 2,78 | 2,97 | 1,42 | 0,81 | 0,39 | 0,39 | 0,37 | 16,23 |
| 2 | 1981 | 0,39 | 0,56 | 1,57 | 2,60 | 4,24 | 4,89 | 2,00 | 1,56 | 0,81 | 0,43 | 0,36 | 0,35 | 19,76 |
| 3 | 1982 | 0,55 | 0,64 | 2,79 | 2,24 | 1,63 | 2,59 | 1,84 | 1,50 | 0,84 | 0,37 | 0,33 | 0,29 | 15,61 |
| 4 | 1983 | 0,41 | 0,49 | 0,43 | 0,46 | 0,78 | 2,54 | 1,68 | 1,96 | 0,87 | 0,60 | 0,35 | 0,42 | 10,10 |
| 5 | 1984 | 0,38 | 0,92 | 1,96 | 1,86 | 2,60 | 4,20 | 4,16 | 2,26 | 0,76 | 0,55 | 0,55 | 0,47 | 20,65 |
| 6 | 1985 | 0,47 | 0,52 | 0,51 | 1,63 | 3,10 | 2,96 | 2,55 | 1,27 | 0,76 | 0,45 | 0,40 | 0,41 | 15,02 |
| 7 | 1986 | 0,44 | 0,51 | 0,56 | 0,94 | 2,50 | 1,79 | 0,88 | 0,54 | 0,34 | 0,34 | 0,32 | 0,42 | 9,59 |
| 8 | 1987 | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 1,63 | 2,45 | 2,80 | 3,00 | 2,17 | 0,79 | 0,46 | 0,35 | 0,34 | 15,16 |
| 9 | 1988 | 0,38 | 0,42 | 0,49 | 0,58 | 0,76 | 2,87 | 2,93 | 1,61 | 0,82 | 0,42 | 0,36 | 0,35 | 12,01 |
| 10 | 1989 | 0,39 | 0,59 | 0,67 | 0,60 | 0,61 | 1,69 | 0,51 | 0,44 | 0,34 | 0,31 | 0,37 | 0,29 | 5,74 |
| 11 | 1990 | 0,27 | 0,36 | 0,51 | 0,52 | 0,87 | 0,86 | 1,30 | 0,70 | 0,37 | 0,24 | 0,29 | 0,25 | 6,26 |
| 12 | 1991 | 0,24 | 0,29 | 0,54 | 0,54 | 1,75 | 1,33 | 1,12 | 0,96 | 0,68 | 0,35 | 0,21 | 0,21 | 8,21 |
| 13 | 1992 | 0,34 | 0,37 | 0,37 | 0,40 | 0,49 | 0,75 | 1,21 | 0,70 | 0,46 | 0,33 | 0,30 | 0,23 | 5,95 |
| 14 | 1993 | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 15 | 1994 | 0,14 | 0,19 | 0,17 | 0,19 | 0,31 | 0,54 | 0,67 | 0,44 | 0,21 | 0,21 | 0,17 | 0,14 | 3,37 |
| Gözlem Süresi 15 Yıl | | | | | | | | | | | | | | |

4.5. Kokar Çay ve Ova Çayından Korelasyon ile oluşturulan Kureyşler Deresinin debi ve akım değerleri

Kureyşler Deresinin akım değerlerini tahmin edebilmek için yapılmış olan regresyon analiz denklemleri ve işlemleri yukarıda anlatılmıştır. Bu denklemlerden Kureyşler Deresi için en uygun denklem lineer olmayan çoklu fonksiyon olarak belirlenmiştir.

Lineer olmayan çoklu fonksiyon kullanılarak Kokar Çay, Ova Çayın korelasyonu ile oluşturulan Kureyşler Deresine ait 1980 yılından 1994 yılına olan debi ve akım değerleri tahmin edilerek tablo halinde sunulmuştur.

Tablo 4.7. Korelasyon İle Üretilen Kureyşler Deresi İstasyonu 1980-1994 Su Yılı Aylık Ortalama

| Korelasyon İle Üretilen Kureyşler Deresine ait Aylık Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| NO | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | |
| | | EKİM | | KASIM | | ARALIK | | OCAK | | ŞUBAT | | MART | |
| | | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER |
| 1 | 1980 | 0,23 | 0,25 | 0,36 | 0,28 | 0,34 | 0,35 | 1,26 | 0,45 | 1,38 | 0,60 | 1,55 | 1,22 |
| 2 | 1981 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,36 | 0,42 | 0,42 | 1,44 | 0,52 | 2,61 | 0,64 | 3,95 | 1,58 |
| 3 | 1982 | 0,27 | 0,27 | 0,28 | 0,29 | 1,13 | 0,47 | 2,65 | 0,52 | 1,21 | 0,33 | 1,74 | 0,58 |
| 4 | 1983 | 0,24 | 0,24 | 0,23 | 0,22 | 0,17 | 0,18 | 0,48 | 0,16 | 0,55 | 0,16 | 1,16 | 0,33 |
| 5 | 1984 | 0,37 | 0,14 | 0,64 | 0,25 | 0,97 | 0,37 | 0,88 | 0,32 | 1,26 | 0,48 | 2,56 | 0,96 |
| 6 | 1985 | 0,28 | 0,27 | 0,31 | 0,31 | 0,23 | 0,25 | 0,44 | 0,45 | 0,79 | 0,45 | 0,99 | 0,65 |
| 7 | 1986 | 0,21 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,21 | 0,21 | 0,44 | 0,28 | 1,56 | 0,37 | 0,94 | 0,64 |
| 8 | 1987 | 0,02 | ----- | 0,14 | ----- | 0,27 | ----- | 0,83 | ----- | 0,40 | ----- | 0,17 | ----- |
| 9 | 1988 | 0,35 | 0,18 | 0,27 | 0,19 | 0,34 | 0,23 | 0,18 | 0,19 | 0,16 | 0,20 | 1,25 | 0,26 |
| 10 | 1989 | 0,40 | 0,12 | 1,00 | 0,12 | 0,44 | 0,15 | 0,11 | 0,14 | 0,27 | 0,11 | 0,31 | 0,12 |
| 11 | 1990 | 0,09 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 1,32 | 0,18 | 1,82 | 0,16 | 0,34 | 0,16 | 0,33 | 0,17 |
| 12 | 1991 | 0,11 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,13 | 0,20 | 0,12 | 0,14 | 0,29 | 0,17 | 0,25 | 0,23 |
| 13 | 1992 | 0,05 | 0,14 | 0,05 | 0,16 | 0,07 | 0,15 | 0,07 | 0,14 | 0,01 | 0,14 | 0,38 | 0,16 |
| 14 | 1993 | 0,05 | 0,09 | 0,05 | 0,11 | 0,07 | 0,11 | 0,07 | 0,12 | 0,01 | 0,43 | 0,35 | 0,30 |
| 15 | 1994 | 0,10 | 0,10 | 0,03 | 0,11 | 0,15 | 0,15 | 0,27 | 0,15 | 0,11 | 0,15 | 0,13 | 0,17 |
| Gözlem Süresi 15 Yıl | | | | | | | | | | | | | |

Tablo 4.7. Devamı

| Korelasyon İle Üretilen Kureyşler Deresine ait Aylık Debi Değerler (m ³ /sn) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| No | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | |
| | | NİSAN | | MAYIS | | HAZİRAN | | TEMMUZ | | AĞUSTOS | | EYLÜL | |
| | | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER |
| 1 | 1980 | 7,07 | 1,04 | 2,74 | 0,62 | 0,33 | 0,36 | 0,22 | 0,22 | 0,15 | 0,16 | 0,29 | 0,30 |
| 2 | 1981 | 6,03 | 0,83 | 3,36 | 0,67 | 0,43 | 0,43 | 0,28 | 0,28 | 0,24 | 0,25 | 0,21 | 0,22 |
| 3 | 1982 | 4,44 | 0,63 | 3,58 | 0,65 | 1,21 | 0,36 | 0,18 | 0,19 | 0,13 | 0,16 | 0,29 | 0,18 |
| 4 | 1983 | 1,19 | 0,30 | 0,21 | 0,22 | 0,25 | 0,25 | 0,15 | 0,16 | 0,10 | 0,10 | 0,11 | 0,12 |
| 5 | 1984 | 4,05 | 1,52 | 3,08 | 1,12 | 0,65 | 0,38 | 0,58 | 0,16 | 0,53 | 0,20 | 0,40 | 0,21 |
| 6 | 1985 | 0,39 | 0,60 | 0,26 | 0,42 | 0,59 | 0,27 | 0,13 | 0,16 | 0,14 | 0,15 | 0,11 | 0,15 |
| 7 | 1986 | 0,39 | 0,40 | 0,28 | 0,28 | 0,19 | 0,21 | 0,13 | 0,14 | 0,11 | 0,10 | 0,11 | 0,11 |
| 8 | 1987 | 6,04 | ----- | 2,94 | ----- | 0,48 | ----- | 0,10 | ----- | 0,14 | ----- | 0,03 | ----- |
| 9 | 1988 | 2,46 | 0,36 | 0,8 | 0,21 | 1,44 | 0,13 | 0,38 | 0,10 | 0,11 | 0,09 | 0,10 | 0,09 |
| 10 | 1989 | 0,15 | 0,11 | 0,47 | 0,10 | 0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,14 | 0,06 | 0,05 | 0,06 |
| 11 | 1990 | 1,03 | 0,13 | 0,32 | 0,17 | 0,05 | 0,12 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,10 |
| 12 | 1991 | 0,21 | 0,28 | 0,14 | 0,19 | 0,07 | 0,17 | 0,01 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,04 | 0,11 |
| 13 | 1992 | 0,85 | 0,22 | 0,12 | 0,11 | 0,20 | 0,14 | 0,15 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,12 | 0,07 |
| 14 | 1993 | 0,85 | 0,30 | 0,93 | 0,29 | 0,30 | 0,15 | 0,15 | 0,08 | 0,24 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| 15 | 1994 | 0,08 | 0,15 | 0,21 | 0,13 | 0,24 | 0,07 | 0,27 | 0,06 | 0,10 | 0,07 | 0,12 | 0,08 |
| Gözlem Süresi 15 Yıl | | | | | | | | | | | | | |

Tablo 4.8. Korelasyon İle Üretilen Kureyşler Deresi İstasyonu 1980-1994 Su Yılı Aylık Ortalama Akım Tablosu (hm³)

| Korelasyon İle Üretilen Kureyşler Deresine ait Aylık Akım Değerler (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| NO | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | |
| | | EKİM | | KASIM | | ARALIK | | OCAK | | ŞUBAT | | MART | |
| | | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER |
| 1 | 1980 | 0,62 | 0,67 | 0,96 | 0,75 | 0,91 | 0,94 | 3,37 | 1,21 | 3,70 | 1,61 | 4,15 | 3,27 |
| 2 | 1981 | 0,80 | 0,86 | 0,91 | 0,96 | 1,12 | 1,12 | 3,86 | 1,39 | 6,99 | 1,71 | 10,5 | 4,23 |
| 3 | 1982 | 0,72 | 0,72 | 0,75 | 0,78 | 3,03 | 1,26 | 7,10 | 1,39 | 3,24 | 0,88 | 4,66 | 1,55 |
| 4 | 1983 | ,64 | 0,64 | 0,62 | 0,59 | 0,46 | 0,48 | 1,29 | 0,43 | 1,47 | 0,43 | 3,11 | 0,88 |
| 5 | 1984 | 0,99 | 0,37 | 1,71 | 0,67 | 2,60 | 0,99 | 2,38 | 0,86 | 3,37 | 1,29 | 6,86 | 2,57 |
| 6 | 1985 | 0,75 | 0,72 | 0,83 | 0,83 | 0,62 | 0,67 | 1,18 | 1,21 | 2,12 | 1,21 | 2,65 | 1,74 |
| 7 | 1986 | 0,56 | 0,51 | 0,54 | 0,54 | 0,56 | 0,56 | 1,18 | 0,75 | 4,18 | 0,99 | 2,52 | 1,71 |
| 8 | 1987 | 0,05 | ----- | 0,37 | ----- | 0,72 | ----- | 2,22 | ----- | 1,07 | ----- | 0,46 | ----- |
| 9 | 1988 | 0,94 | 0,48 | 0,72 | 0,51 | 0,91 | 0,62 | 0,48 | 0,51 | 0,43 | 0,54 | 3,35 | 0,70 |
| 10 | 1989 | 1,07 | 0,32 | 2,68 | 0,32 | 1,18 | 0,40 | 0,29 | 0,37 | 0,72 | 0,29 | 0,83 | 0,32 |
| 11 | 1990 | 0,24 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 3,54 | 0,48 | 4,87 | 0,43 | 0,91 | 0,43 | 0,88 | 0,46 |
| 12 | 1991 | 0,29 | 0,32 | 0,29 | 0,29 | 0,35 | 0,54 | 0,32 | 0,37 | 0,78 | 0,46 | 0,67 | 0,62 |
| 13 | 1992 | 0,13 | 0,37 | 0,13 | 0,43 | 0,19 | 0,40 | 0,19 | 0,37 | 0,03 | 0,37 | 1,02 | 0,43 |
| 14 | 1993 | 0,13 | 0,24 | 0,13 | 0,29 | 0,19 | 0,29 | 0,19 | 0,32 | 0,03 | 1,15 | 0,94 | 0,80 |
| 15 | 1994 | 0,27 | 0,27 | 0,08 | 0,29 | 0,40 | 0,40 | 0,72 | 0,40 | 0,29 | 0,40 | 0,35 | 0,46 |
| Gözlem Süresi 15 Yıl | | | | | | | | | | | | | |

Tablo 4.8. Devamı

| Korelasyon İle Üretilen Kureyşler Deresine ait Aylık Akım Değerler (hm ³) | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| No | Su Yılı | AYLAR | | | | | | | | | | | |
| | | NİSAN | | MAYIS | | HAZİRAN | | TEMMUZ | | AĞUSTOS | | EYLÜL | |
| | | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER | HESAPLANAN DEĞER | GERÇEK DEĞER |
| 1 | 1980 | 18,9 | 2,79 | 7,34 | 1,66 | 0,88 | 0,96 | 0,59 | 0,59 | 0,4 | 0,43 | 0,78 | 0,80 |
| 2 | 1981 | 16,1 | 2,22 | 9,00 | 1,79 | 1,15 | 1,15 | 0,75 | 0,75 | 0,64 | 0,67 | 0,56 | 0,59 |
| 3 | 1982 | 11,9 | 1,69 | 9,59 | 1,74 | 3,24 | 0,96 | 0,48 | 0,51 | 0,35 | 0,43 | 0,78 | 0,48 |
| 4 | 1983 | 3,19 | 0,80 | 0,56 | 0,59 | 0,67 | 0,67 | 0,40 | 0,43 | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,32 |
| 5 | 1984 | 10,8 | 4,07 | 8,25 | 3,00 | 1,74 | 1,02 | 1,55 | 0,43 | 1,42 | 0,54 | 1,07 | 0,56 |
| 6 | 1985 | 1,04 | 1,61 | 0,70 | 1,12 | 1,58 | 0,72 | 0,35 | 0,43 | 0,37 | 0,40 | 0,29 | 0,40 |
| 7 | 1986 | 1,04 | 1,07 | 0,75 | 0,75 | 0,51 | 0,56 | 0,35 | 0,37 | 0,29 | 0,27 | 0,29 | 0,29 |
| 8 | 1987 | 16,2 | ----- | 7,87 | ----- | 1,29 | ----- | 0,27 | ----- | 0,37 | ----- | 0,08 | ----- |
| 9 | 1988 | 6,59 | 0,96 | 2,14 | 0,56 | 3,86 | 0,35 | 1,02 | 0,27 | 0,29 | 0,24 | 0,27 | 0,24 |
| 10 | 1989 | 0,4 | 0,29 | 1,26 | 0,27 | 0,08 | 0,21 | 0,19 | 0,24 | 0,37 | 0,16 | 0,13 | 0,16 |
| 11 | 1990 | 2,78 | 0,35 | 0,86 | 0,46 | 0,13 | 0,32 | 0,11 | 0,19 | 0,16 | 0,16 | 0,27 | 0,27 |
| 12 | 1991 | 0,56 | 0,75 | 0,37 | 0,51 | 0,19 | 0,46 | 0,03 | 0,24 | 0,24 | 0,27 | 0,11 | 0,29 |
| 13 | 1992 | 2,28 | 0,59 | 0,32 | 0,29 | 0,54 | 0,37 | 0,40 | 0,29 | 0,24 | 0,19 | 0,32 | 0,19 |
| 14 | 1993 | 2,28 | 0,8 | 2,49 | 0,78 | 0,80 | 0,40 | 0,40 | 0,21 | 0,64 | 0,21 | 0,32 | 0,21 |
| 15 | 1994 | 0,21 | 0,4 | 0,56 | 0,35 | 0,64 | 0,19 | 0,72 | 0,16 | 0,27 | 0,19 | 0,32 | 0,21 |

Gözlem Süresi 15 Yıl

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın sonucunda Sakarya havzasında bulunan 2 adet küçük akarsuyun günlük debilerini oluşturabilmek için akarsu modelleri üzerinde yapılan deneylerde elde edilen sonuçlara göre, bağımlı değişken olarak ilk deneyde Gürleyik Deresini ve buna bağlı olarak bağımsız değişken olarak Doğançay (12-21) ve Göynük Dereleri (12- 146) ele alındı. Bu derelerin 1980 yılından 2000 yılları arasındaki debi verileri kullanarak Gürleyik deresinin akım değerleri elde edilmeye çalışıldı. Diğer deneyde ise Kureyşler deresini oluşturabilmek için Ova Çayı (12-16) ve Kokar Çay (12-152) dereleri ele alındı. Kureyşler Deresinin 1980 yılından 1994 yılına kadar ki, akım değerleri elde edilmeye çalışıldı.

Bu çalışmada; akarsuların akım değerlerinin belirlenebilmesi için istatistik yöntemlerden (regresyon analizi ve korelasyon katsayısı) yararlanıldı.. Regresyon analizi fonksiyonlarından hangisinin uygun olduğunu belirlemek içinde korelasyon katsayılarına bakılarak karar verildi.

Çalışmada kullanılan Regresyon denklemleri şunlardır.

Basit lineer regresyon

Çoklu lineer regresyon

Lineer olmayan regresyon

Lineer olmayan çoklu regresyon

Lineer olmayan regresyon denklemlerinde kendi arasında 4 grup da toplanmaktadır.

Parabolik fonksiyon

Hiperbolik fonksiyon

Üstel fonksiyon

Geometrik fonksiyon

Yapılan çalışmada toplam 28 adet regresyon denklemi kurularak ve her bir denklem içinde korelasyon katsayısı hesaplanılmıştır. Hangi regresyon denkleminin daha uygun olduğunu görebilmek için Korelasyon katsayısı mutlak değer 1'e yakın olan denklem en uygun ve en güvenilir denklem olarak seçildi.

Tez çalışmasında ele alınan iki akarsu içinde en uygun regresyon denklemi lineer olmayan çoklu denklem seçilmiştir.

Deney sonucunda her iki dere içinde lineer olmayan çoklu denklemin seçilme nedenlerini şöyle sıralayabiliriz.

1. Korelasyon katsayısının 1 e en yakın değer olması
2. Bir değil birkaç tane akarsuyun denkleme katılması
3. Suyun random olay olması
4. Kurulan modelin lineer olmayan çoklu fonksiyona uygun olması
5. En güvenilir denklem olması

Yapmış olduğumuz çalışmada; Kureyşler Deresi için bulunan aylık ortalama debi değerleri ile gerçek değerleri karşılaştırdığımız zaman İstatistiksel yöntemlerin gerçeğe yakın değerleri tam anlamıyla verdiğini söyleyemeyiz. Örneğimizde de görüldüğü gibi Ocak, Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında bulunan değerler çok farklı çıkmıştır. Bunun sebebide aşağıdaki gibi sıralandırılabilir.

1. Kureyşler Deresinin bahsedilen aylarda yağış miktarının az olması,
2. Kureyşler Deresinin bulunduğu ormaların bitki örtüsü değişim sağlamış olabilir.
3. Modelde Kullanılan Ova Çayı ve Kokar Çaylarının bu aylarda çok yağışlı olabilir
4. Modelde Kullanılan bu 2 derede bu aylarda taşkın olayları olabileceği

KAYNAKLAR

- [1] DAVIES, H.G., HICKS, G.A., General Mathematics, Second Edition, Mc Graw – Hill Book Company, Maidenhead – Berkshire, England, 1971.
- [2] BEYAZIT, M., Hidroloji, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2005
- [3] www.. E- kutphane.imo.org.tr / su kaynaklari mühendisligi/yasar kutoglu, ulaşım tarihi (01.02.2009)
- [3] YÜKSEL, İ., Akarsularda askı ve sürüntü maddesi miktarının hesaplanarak, toplam katı maddesinin tayini, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2000
- [4] SÜMER B.M., ÜNSAL, I., BEYAZIT, M., Hidrolik, Birsen Yayınevi, İstanbul, 1983
- [5] BEYAZIT, M., Hidrolojide İstatistik Yöntemler, İ.T.Ü.Matbaası, İstanbul, 1971
- [6] ERKEK, C., AĞIRALIOĞLU, N., Su Kaynakları Mühendisliği, Beta Yayınevi, İstanbul, 1993
- [7] KARİM, F., KENNEDY, J.f., Menu of Coupled Velocity and Sediment Discharge Relations For Rivers, Journal of Hydraulics Engineering, 116,8 (1990)
- [9] ERKEK, C., AĞIRALIOĞLU, N., Su Kaynakları Mühendisliği, Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş., İstanbul, 1994
- [10] GRAF, W.H., Hydraulics of sediment Transport, McGraw – Hill Book Company, Newyork – U.S.A., 1971
- [11] EİNSTEİN, H.A., The bed load function for sediment transport in open Channel flows, tech.Bull., 1026., U.S. Department of Apriculture, Washington, D.C., 1950.
- [12] YANG, C.T. Wan,S., Comparisons of Selected Bed – Material Load Formulas, Journal of Hydraulics Engineering, 117, 8 (1991) 973 - 989
- [13] SİMONS D.B., ŞENTÜRK, F., Sediment Transport Technology, Water Resources Publications, Colorado, 197

- [14] ARDIÇLIOĞLU, M., Açık kanal akımı hız – debi ölçümleri İMO Teknik dergi, 2006 3805 – 3808 , yazı 250 , kısa bildiri
- [15] www.Akdeniz.edu.tr/teknik/htm/ins/hbb/dersler/hidroloj,doc, (08.03.2009)
- [16] ÇATAKLI, O.N., Model Tekniği, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1963
- [17] ÇEÇEN, K., Hidrolik, Cilt 1, İ.T.Ü., Matbaası, İstanbul, 1970
- [18] NİEKERK, A.V., Vogel, K.R., Slingerland, R.L., Bridge, J.S., Routing of Heterogeneous Sediments Over Movable Bed : Model DEvelopment, Journal Of Hydraulics, Enginnering, 115, 1 (1991)246-261
- [19] YALIN, M.S., Mechanics of sediment Transport, Second Edition Pergamon pres, Newyork – U.S.A., 1977
- [20] ÖNCÜL, M., Aşağı Sakarya Havzasındaki Küçük Akarsuların Yapay Sınır Ağları Yöntemiyle Akım Süreklilik Eğrilerinin Elde Edilerek Enerji Potansiyelinin Tespiti, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2008
- [21] ALP, M., Akarsulardaki Askı Maddesi Miktarının Kara Kutu Modeliyle Belirlenmesi, Doktora Tez, İTÜ, Haziran, 2003.
- [22] www.scribd.com/doc/2066772/korelasyon-analizi,15.02.2008
- [23] DYBALL, E.G., Mathematics for Technician Engineers, Mc Graw – Hill Book Company, Maidenhead – Berkshire, England, 1983

ÖZGEÇMİŞ

Yüksel ŞENGÜL, 01.12.1981 de Kütahya da doğdu. İlk ve ortaöğretimini Kütahya da tamamladı. 2002 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümünden mezun oldu. 2006 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Orta düzeyde İngilizce bilen Şengül evlidir.