İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKIM ÖLÇÜMLERİ YETERSİZ HAVZALARDA AYLIK AKIMLARIN VE HİDROELEKTRİK POTANSİYELİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Gökhan ANDİÇ

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : HİDROLİK VE SU KAYNAKLARI

HAZİRAN 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKIM ÖLÇÜMLERİ YETERSİZ HAVZALARDA AYLIK AKIMLARIN VE HİDROELEKTRİK POTANSİYELİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Gökhan ANDİÇ
(624.02.02)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2007

Tez Danışmanı : **Prof.Dr. Necati AĞIRALİOĞLU**

Diğer Jüri Üyeleri **Prof.Dr. Zekai ŞEN**

Yrd.Doç.Dr. Yurdanur ÜNAL

HAZİRAN 2007

ÖNSÖZ

DSİ ve EİE tarafından, Türkiye'nin mevcut 25 havzasında yapılan hesaplamalar neticesinde Türkiye'nin brüt hidroelektrik enerji potansiyeli 433 milyar kWh/yıl, teknik hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl, ekonomik hidroelektrik potansiyeli 125 milyar kWh/yıl olarak belirlenmiştir. Bu rakamlarla, Türkiye, dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 payı ile sekizinci sırada gelmektedir. Avrupa'da ise hidroelektrik potansiyelinde Rusya ve Norveç'ten sonra üçüncü sırada gelmektedir. Hidrolik kaynak açısından şanslı sayılan ülkemiz bu kaynakların değerlendirilmesi açısından maalesef çok şanslı değildir. Ülkelerin ekonomileri açısından önemli olan hidrolik kaynakların, Avrupa ülkelerinde tamamına yakını değerlendirirken Türkiye'de halen inşaatı devam projelerle birlikte %44'lük kısmı değerlendirilmiş olacaktır. 1993 yılında ülke üretiminin % 46'lık bölümü hidrolik kaynaklardan sağlanırken, bu değer şuan %38'e düşmüştür. Bu durum hidrolik kaynakların önemli ölçüde ihmal edildiğini göstermektedir. Dünyada sosyal ve teknolojik gelişmelerin beraberinde getirdiği enerji ihtiyacı artışı düşünüldüğünde, bu potansiyelin mümkün olan en kısa zamanda değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmam sırasında bana göstermiş olduğu yardımlarından dolayı sayın hocam Prof. Dr. Necati Ağıralioğlu'na ve "Akım ölçümleri olmayan akarsu havzalarında teknik hidroelektrik potansiyelin belirlenmesi" adlı TÜBİTAK projesinde çalışmakta olan ve akademik çalışma yapmam için beni teşvik eden proje ekibine teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, veri teminindeki yardımlarından dolayı DSİ Genel Müdürlüğü, EİE Genel Müdürlüğü ve DMİ Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Mayıs, 2007 Gökhan ANDİÇ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **v**
TABLO LİSTESİ **vi**
ŞEKİL LİSTESİ **viii**
ÖZET **ix**
SUMMARY **x**

1. GİRİŞ **1**
1.1 Çalışmanın Önemi 1
1.2 Çalışmanın Amacı 2
1.3 Çalışmanın Konusu 2

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI **4**
2.1 Hidroelektrik Potansiyel Belirleme Yöntemleri 4
2.2 Akım Belirleme Yöntemleri 5

3. HİDROELEKTRİK POTANSİYEL BELİRLEME ÇALIŞMALARI **8**
3.1 Genel 8
3.2 Brüt Potansiyel Belirlenmesi 9
3.2.1 Hipsografik eğriler yöntemi 9
3.2.2. Düşüm -akım diyagramları yöntemi 10
3.3 Debi Süreklilik Eğrisi Yöntemi 12
3.4 Ardışık Akım Öteleme Yöntemi 13
3.4.1 Enerji bağıntısı formülleri 14
3.5 Biriktirmesiz Tesislerde HEP Uygulamaları 15
3.5.1 Biriktirmesiz HES için analitik yöntem ile enerji hesabı 16
3.5.2 Biriktirmesiz HES için grafik yöntemle enerji hesabı 16

4. SEÇİLEN HAVZA VE VERİLERİ **18**
4.1 Seçilen Havza ve Özellikleri 18
4.1.1 Coğrafi durum 18
4.1.2 İklim ve bitki örtüsü 19
4.1.3 Akarsular 20
4.1.4 Yeraltı suları 21
4.1.5 Göller 23
4.1.6 Planlanmış tesisler 24
4.2 Veri Envanteri 26

4.2.1 Topoğrafik veriler 26
4.2.2 Hidrometeorolojik veriler 26
4.2.2.1 Ölçüm istasyonları 27
4.2.2.2 Bölgesel veriler 27
4.2.2.3 Havza verileri 29

5. AKIM TAHMİNLERİ VE GÜÇ HESAPLAMALARI 35
5.1 Veri Ön Analizi 35
5.2 Yağış-Yükseklik, Sıcaklık-Yükseklik Eğrileri 37
5.2.1-Yağış-yükseklik eğrileri 37
5.2.2-Sıcaklık-yükseklik eğrileri 39
5.3 Kullanılan Yöntem ve Uygulamalar 42
5.3.1 Birim alana düşen debi 41
5.3.2 Yağış yüksekliği ve arazi yüksekliği eğrileri 41
5.3.3 Etkili alanda havza ortalaması 43
5.3.4 Ortalama havza yüksekliği 43
5.3.5 Hidroelektrik potansiyelin belirlenmesi 45

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME 48

KAYNAKLAR 50

EKLER 53

ÖZGEÇMİŞ 73

KISALTMALAR

DSİ : Devlet Su İşleri
DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri
EİE : Elektrik İşleri Etüt İdaresi
HEP : Hidroelektrik Potansiyel
HES : Hidroelektrik Santral
AGİ : Akım Gözlem İstasyonu
YGİ :Yağış Gözlem İstasyonu
KWh : Kilovat saat
GWh : Gigavat saat
TWh : Teravat saat
KW : Kilovat
MW : Megavat
GW : Gigavat

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 3.1	Biriktirmesiz hes için enerji hesabı……..	16
Tablo 3.2	Analitik olarak enerji hesapları……..	20
Tablo 4.1	Trabzon'da akarsuların yağış alanı ve yıllık ortalama su potansiyeli …….....	20
Tablo 4.2	Baltacı deresi mansap akiferi …….. ……...	21
Tablo 4.3	Solaklı çayı mansap akiferi ….……	22
Tablo 4.4	İyidere çayı mansap akiferi …..……...	22
Tablo 4.5	Trabzon ili gölleri …..……..	23
Tablo 4.6	Doğu Karadeniz Havzası meteoroloji ölçüm istasyonları ……...	27
Tablo 4.7	Solaklı Havzası'ndaki meteoroloji istasyonlarında ölçülen değişkenler……	29
Tablo 4.8	Aylık toplam yağış değerleri……	29
Tablo 4.9	Aylık ort. Sıcaklık (°C) değerleri…….	30
Tablo 4.10	Aylık ort. nisbi nem (%) değerleri……...	31
Tablo 4.11	Aylık toplam buharlaşma değerleri …….	32
Tablo 4.12	Aylık toplam basınç değerleri……..	32
Tablo 4.13	Akım Gözlem İstasyonları……	33
Tablo 4.14	Haldizen AGİ akım gözlem değerleri……..	33
Tablo 4.15	Ögene Deresi- Alçakköprü AGİ akım gözlem değerleri……	34
Tablo 4.24	Ulucamii AGİ akım gözlem değerleri……	34
Tablo 5.1	Solaklı Vadisi akış katsayıları……..	36
Tablo 5.2	Demirkapı aylık yağış değerlerinin elde edilmesi……	37
Tablo 5.3	Birim alan debileri ile hesaplanan ortalama debiler…….	41
Tablo 5.4	Yağış-Arazi yüksekliği grafiğinden elde edilen ağustos ayı yağış değerleri……	42
Tablo 5. 5	Yağış-Arazi yüksekliği eğrileri esas alınarak bulunan akış değerleri……	42
Tablo 5.6	Etkili alanda havza ortalaması esas alınarak bulunan akış değerleri	43
Tablo 5.7	Ortalama havza yükseltisi esas alınarak bulunan ortalama akış değerleri……	44
Tablo 5.8	Ortalama akış debilerinin karşılaştırılması……...	44
Tablo 5.9	Su kuvveti tesisi muhtemel yerleri ve özellikleri…….	46
Tablo 5.10	Bulunan akış debilerinden hesaplanan hidroelektrik güçlerin karşılaştırılması……	47
Tablo A.1	Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık toplam yağış verilerinin yıllara göre dağılımı …..…….	57
Tablo A.2	Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama sıcaklık verilerinin yıllara göre dağılımı …..…….	58
Tablo A.3	Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama nem verilerinin yıllara göre dağılımı……	59

Tablo A.4 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama buharlaşma verilerinin yıllara göre dağılımı …..……. 60
Tablo A.5 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama basınç verilerinin yıllara göre dağılımı ….…….. 61
Tablo A.6 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık toplam akım verilerinin yıllara göre dağılımı ……... 62
Tablo B.1 Uzungöl YGİ aylık toplam yağış değerleri…….. 63
Tablo B.2 Çaykara YGİ aylık toplam yağış değerleri……... 64
Tablo B.3 Of YGİ aylık toplam yağış değerleri…… 65
Tablo B.4 Köknar YGİ aylık toplam yağış değerleri…… 66
Tablo C.1 Haldizen AGİ aylık ortalama akım değerleri……... 67
Tablo C.2 Ögene Alçak Köprü AGİ aylık ortalama akım değerleri……. 68
Tablo C.3 Solaklı Ulucami AGİ aylık ortalama akım değerleri…… 69
Tablo D.1 Uzungöl meteoroloji gözlem istasyonu ortalama sıcaklık değerleri 70
Tablo D.2 Çaykara meteoroloji gözlem istasyonu ortalama sıcaklık değerleri. 71
Tablo D.3 Of meteoroloji gözlem istasyonu ortalama sıcaklık değerleri…….. 72

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1 : Grafik yöntemi ile ortalama yükseltinin belirlenmesi……. 10
Şekil 3.2 : Düşüm-Akım diyagramı yöntemi…… 11
Şekil 3.3 : Debi süreklilik eğrisi ……..... 12
Şekil 3.4 : Güç süreklilik eğrisi……..13
Şekil 3.5 : Debi süreklilik eğrisi yöntemi ile enerji hesabı……17
Şekil 4.1 : Solaklı Vadisi alternatif hes formülasyon projesi……25
Şekil 4.2 : D.Karadeniz Havzası. hidrometeorolojik gözlem istasyon haritası..26
Şekil 5.1 : Uzungöl YGİ-Haldizen AGİ aylık ortalama verileri…….. 36
Şekil 5.2 : Köknar YGİ-Ögene A. Köp.AGİ aylık ortalama verileri…….. 36
Şekil 5.3 : Çaykara YGİ- Ulucami AGİ aylık ortalama verileri……. 36
Şekil 5.4 : Ortalama akış debileri…… 36
Şekil 5.5 : Birim alan debileri…….. 36
Şekil 5.6 : Birim alan debi süreklilik eğrileri……..... 36
Şekil 5.7 : Aylık toplam yağışların yükseklikle değişimi…… 37
Şekil 5.8 : Aylık ortalama sıcaklıkların yükseklikle değişimi……. 39
Şekil 5.9 : Farklı yöntemlerde ort.akış debilerinin yükseklikle değişimi…… 45

AKIM ÖLÇÜMLERİ YETERSİZ HAVZALARDA AYLIK AKIMLARIN VE HİDROELEKTRİK POTANSİYELİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Türkiye'nin halihazırdaki hidroelektrik potansiyeli belirlenirken küçük hidroelektrik santrallerin potansiyeli dikkate alınmamıştır. Türkiye'de 3000'e yakın gözlem istasyonunda akım (debi) ölçümleri yapılmasına rağmen pek çok akarsu ve kollarında akım ölçüm istasyonu yoktur. Hâlbuki bu akarsuların hidroelektrik potansiyelinin belirlenmesi için uzun yıllar ölçülmüş debilerine ihtiyaç vardır. Bu yüzden ölçümü olmayan akarsuların hidroelektrik potansiyeli belirlenememekte ve projelendirilememektedir. Dolayısıyla akım ölçümleri olmayan veya yetersiz olan havzalarda su kaynakları potansiyelinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi giderek önem kazanmaktadır.

Ölçüm yapılmayan havzalarda kullanılmak üzere akım verisi sağlamak için değişik seçenekler söz konusudur: (1) Yerinde gözlem yapılması, (2) Benzer özellikli yakın havza verilerinin kullanılması, (3) Uzaktan algılama ile gözlem yapılması, (4) Hidrolojik model simülasyonu, (5) Entegre edilmiş meteorolojik ve hidrolojik model simülasyonu.

Bu çalışmada akım ölçüm istasyonları olmayan veya yetersiz olan havzalarda hidroelektrik potansiyel belirleme çalışmaları yapılacaktır. Bunun için Doğu Karadeniz'de Trabzon il sınırları içerisinde yer alan Solaklı Havzası pilot bölge olarak seçilmiş, bu havzada planlanan küçük hidroelektrik santrallar için potansiyel belirleme çalışmaları yapılmıştır. Solaklı Vadisini meydana getiren akarsu havzalarında aylık ortalama yağış grafiklerinden elde edilen yağış değerleri ile aylık akış katsayıları kullanılarak ortalama akış debileri belirlenmiştir. Ölçüm yapılmayan akarsu havzalarının hidroelektrik potansiyelinin belirlenmesi için seçilen bu bölgede çeşitli yöntemler kullanılarak sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

ESTIMATION OF MONTHLY RUNOFF AND HYDROELECTRIC POTENTIAL IN THE RIVERS WHICH HAVE POORLY GAUGING STATIONS

SUMMARY

The potential of small hydropower plants is not considered as the hydroelectric potential of Turkey was determined. Although Turkey has nearly 3000 gauging stations there are not enough gauging stations on the rivers and their tributaries. For to determinate of hydroelectric potentials on these rivers the stream gaugings must supplied for long periods. Due to fact that the available hydroelectric potential can not be evaluated in these rivers. As a result, determination of hydroelectric potential of ungauged or poorly gauged basins gains importance recently.

Different methods are available to collect flow data from the river basins which do not have flow gauging stations: (1) In situ observations, (2) Utilization of the neighbouring catchment data, (3) Making observations with remote sensing, (4) Hydrologic model simulation, (5) Integrated meteorological and hydrological model simulation.

In this study, poorly gauged basin of Solaklı which is located in Trabzon, East Blacksea Region, is chosen as a pilot area. Hydroelectric potential is estimated for small hydroelectric plants to be planned in this area. Mean flows are computed by means of monthly flow coefficients using mean precipitation graphs of river basins in Solaklı. Results of different potential determination methods are compared.

1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Önemi

Dünyada nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşme ile birlikte sosyal ve ekonomik alanda hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişimlere bağlı olarak ticaret ve üretim imkanları genişlemekte ve dolayısıyla enerjiye olan talep de sürekli artmaktadır. Enerji ülkelerin kalkınmasında rol oynayan en unsurlarından birisidir. Bir ülkedeki enerji üretimi veya tüketimi ekonomik gelişmenin ve sosyal refahın en önemli göstergelerinden biridir.

Buna karşılık ham enerji maddelerinde ise gittikçe bir azalma olmaktadır. Dünyada mevcut olan yeraltı enerji kaynaklarından, petrol ve her türlü maden kömürü ile doğalgaz miktarı ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılamak için zamanla yeterli olmayacaktır. Dolayısıyla gereksinim duyulan elektrik enerjisini, öncelikle yerli enerji kaynaklarından elde etmek üzere projeler geliştirmeli ve gerekli yatırımlar yapılmalıdır. Kesintisiz, kaliteli, güvenilir ve ekonomik enerji elde etmek üzere hazırlanan projelerin, çevreye olumsuz etkilerinin en az olmasına dikkat edilmelidir.

Petrol, doğalgaz ve kömür gibi birincil enerji kaynakları açısından fakir sayılabilecek ülkemiz güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, hidrolik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları açısından ise oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Bu kaynakların başında hidroelektrik enerji gelir. Hidroelektrik enerji dünya üzerinde yenilenebilir enerji türlerinin en yaygını olmakla beraber, çevre üzerinde olumsuz etkileri azdır. Hidroelektrik santralların yenilenebilir enerji kaynağı ve çevre dostu olmalarının yanı sıra, yatırımlarındaki yüksek yerli kaynak oranı, uzun ekonomik ömürleri ve düşük işletme giderleriyle birinci öncelikli enerji yatırımı olmaları gerekmektedir. Kaygusuz (1999), hidroelektrik enerjinin, teknik açıdan yararlanılabilir, yenilenebilir, temiz, çevresel etkileri az, ucuz ve tamamıyla yerli bir enerji kaynağı olması bakımından ülkemiz için çok önemli olduğunu belirtmektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

Hidrolojik ölçüm ağının kurulmasına, dünyada olduğu gibi, ülkemizde de önemli ve büyük akarsular ile başlanmış, ölçüm ağı zamanla ikincil durumdaki akarsulara genişletilmiştir. Bununla birlikte ülkemizde potansiyeli değerlendirme aşamasına gelmiş, ancak hidrolojik ölçümleri henüz bulunmayan çok sayıda havza veya alt havza vardır. Özellikle Doğu Anadolu, Güney Doğu Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz gibi arazi eğimlerinin yüksek olduğu dağlık bölgelerde akarsular önemli mertebede hidroelektrik potansiyele sahiptirler (Bakis ve Demirbas, 2004). Bu akarsuların birçoğunda akım ölçme istasyonu bulunmadığı için hidroelektrik potansiyelleri henüz belirlenmemiş, ayrıca küçük hidroelektrik potansiyelleri de ortaya konmamıştır. Mevcut hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesi adına şuana kadar yeterli sayıda çalışma yapılmamıştır.

Çalışmada akım ölçümleri olmayan veya akım ölçümleri bakımından zayıf olan akarsu havzalarında teknik hidroelektrik potansiyelin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Doğu Karadeniz bölgesinden bir pilot akarsu havzası seçilmiş ve bu havzanın alt havzalarındaki teknik hidroelektrik potansiyeli belirlenmiştir.

1.3 Çalışmanın Konusu

Çalışmanın konusu, akım gözlem istasyonu olmayan akarsu havzalarında aylık ortalama akımların uygun yöntemler kullanılarak belirlenmesidir. Belirlenen bu değerler ile düşü yükseklikleri kullanılarak ölçüm yapılmayan akarsu havzalarının teknik hidroelektrik potansiyeli hesaplanacaktır.

Ölçüm yapılmayan havzalarda kullanılmak üzere akım verisi belirlemek için yerinde gözlem yapılması, benzer özellikli yakın havza verilerinin kullanılması, uzaktan algılama uygulamaları, hidrolojik model simülasyonu, entegre edilmiş meteorolojik ve hidrolojik model simülasyonu gibi yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada aylık toplam yağışlar ile arazi yükseklikleri arasındaki bağıntılardan faydalanılarak aylık ortalama akımlar belirlenecektir.

Çalışmanın birinci adımında, belirlenen havzanın yağış ve arazi yüksekliği verilerinden yararlanarak havzanın belli kesitlerindeki debiler, ikinci adımında ise bu kesitlerde oluşturulabilecek düşü yükseklikleri belirlenecektir. Çalışmanın üçüncü

adımında belli kesitlerde yapılacak tesislerinin teknik hidroelektrik potansiyelleri değerlendirilecektir. Yapılacak çalışmalarda teknik hidroelektrik potansiyelin belirlenmesi için en uygun tesis yeri, tesis türü, tesisin debisi ve düşü yükseklikleri havza meteorolojisi ve topoğrafyasından elde edilecektir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

2.1 Hidroelektrik Potansiyel Belirleme Yöntemleri

Son zamanlarda hidroelektrik santrallar (HES) ile ilgili araştırmalar dünyadaki enerji krizine bağlı olarak hız kazanmış birçok ülkede sayısız HES yapılmıştır (Yüksek ve diğ., 2007). Kapasiteleri 1 MW'tan düşük olan HES'ler mini, 0.5 MW'tan düşük olan HES'ler mikro ve 10 MW'tan düşük olan HES'ler ise küçük HES olarak isimlendirilir (Yıldız, 2006). Mini HES'ler potansiyel enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile evsel, ticari ve sanayi enerjisi ihtiyaçlarının karşılanmasında gittikçe önemli bir yer tutmaktadır. Ayrıca bu santrallar ana elektrik şebekesine bağlanarak ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır (Özkök, 2006).

Ülkemizin dağlık bölgeleri özellikle Karadeniz ve Doğu Anadolu Bölgeleri olmak üzere önemli mertebede hidroelektrik potansiyele sahiptir. Türkiye, küçük ve mikro HES'ler ile hidroelektrik üretimini artırmayı planlamaktadır. Bakis ve Demirbas (2004), Türkiye'nin küçük HES potansiyelini araştırmıştır. Ayrıca, toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %38'inin büyük HES'lerden, toplam hidroelektrik üretiminin ise %98.5'inin barajlardan ve kapasitesi 10 MW'ın üzerindeki HES'lerden, geri kalan %1.5'ğunun ise direkt olarak nehirlerden ve kanal HES'lerinden sağlandığını belirtmektedirler. Kaygusuz (2001), Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları içinde en önemli ve ekonomik olanlarının hidroelektrik ve biyokütle enerji kaynakları olduğunu belirtmektedir. Balat (2005) ve Demirbas (2002), Türkiye'nin brüt 433 GW hidroelektrik potansiyelinin olduğunu ancak bunun sadece 125 GW kadarının ekonomik olarak kullanılabildiğini belirtmektedir. Özturk (2004), enerjinin sosyal ve ekonomik gelişme için hayati bir öneme sahip olduğunu belirtikten sonra Türkiye'nin enerji ihtiyacının nüfustaki ve sanayideki artışa bağlı olarak sürekli arttığını, hidroelektrik enerjisinin Türkiye için farklı türdeki yenilenebilir enerji kaynakları içindeki en önemlisi olduğunu ve yakın

gelecekte kendi enerji ihtiyacının ancak dörtte birini kendi öz kaynakları ile üretebileceğini belirtmektedir. Ozturk (2004), yenilenebilir, yerli, çevre ile barışık, uzun işletim süresine ve düşük işletim-bakım-onarım giderine sahip olması nedeniyle hidroelektrik enerjisinin Türkiye'nin en gerçekçi enerji kaynağı olarak görüldüğünü, hidroelektrik enerjinin teknik ve ekonomik fizibilitesinin gözden geçirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Dünyanın birçok ülkesinde HES'lerle alakalı çalışmalar yapılmaktadır. Çin'de 1996 yılına kadar kapasitesi 500 kW'ın altında, yaklaşık 43000 biriktirmesiz HES kurulmuştur (Demirbas ve diğ., 2004). Nepal'de ancak yaklaşık %3'ünün kapasitesi 20 kW üstünde olan 1000 kadar biriktirmesiz HES inşa edilmiştir. Gana, Burma, Guatemala, Filipinler, Nikaragua, Ekvator, Malezya, Endonezya, Nepal ve Yeni Gine gibi ülkelerde, özellikle dağlık bölgelerde halkın kendi enerjisini kendi yönetme politikası doğrultusunda çeşitli projeler kapsamında kurulmuş çok sayıda biriktirmesiz HES bulunmaktadır. ABD ve Kanada başta olmak üzere birçok Kıta Amerika ülkesinde, Japonya ve Rusya gibi gelişmiş Asya ülkelerinde ve Avrupa'da bu tür HES'ler mevcuttur. Pakistan, Hindistan, Nepal ve daha birçok dağlık ülkede (özellikle Himalaya Dağlık Bölgelerinde) benzer uygulamalar mevcuttur (Rijal, 2000). Küçük HES'lerin kıta bazında toplam kapasitelerinin, Asya'da 32641 MW, Afrika'da 228 MW, Güney Amerika'da 1280 MW, ABD dahil Kuzey ve Orta Amerika'da 2096 MW, Avrupa'da 10723 MW, Avustralya-Okyanusya'da 198 MW olduğu belirtilmektedir (Upadhyay, 2005).

Montes ve diğ. (2005), yenilenebilir enerji kaynaklarının, sürdürülebilir kalkınmanın vazgeçilmez aracı olduğunu ve bu kaynakların arasında mini HES'lerle enerji üretiminin özel bir yeri olduğunu belirtmektedir. Ayrıca bu tür HES'lerin gelişmesinin önündeki engelin teknolojinin yetersizliği değil, yatırım olanakları olduğunu ve bu durumun, HES'lerin kurulu güçlerinin olası artışını geciktirdiğini eklemektedir.

2.2 Akım Belirleme Yöntemleri

Akarsularda debinin belirlenmesi için akarsu üzerinde belli kesitlerde akım gözlem istasyonları (AGİ) kurulmuştur. Türkiye'de mevcut AGİ ağının yeterli olduğu söylenemez. Bu yüzden, su yapısı planlanan çok sayıda akarsu enkesitinde gerekli

olan akım verileri mevcut değildir. Uygulamada gerekli olan akım değerlerini belirlemek için hidrolojik modellerden uygun olan birisi seçilmektedir.

Hidrolojik modellerde geleceğe yönelik tahminlerde bulunurken elde gözlem olması, gözlem süresinin uzun olması, gözlemlerin güvenilir olması büyük önem taşımaktadır. Literatürde çok sayıda doğal büyüklüğün matematiksel modelleri üzerine yapılmış çalışmalar vardır. Her araştırmacı incelediği büyüklük için farklı yaklaşımlar kullanarak modelleme yapmıştır.

Yağışın akışa dönüştürülmesinde kullanılan ve rasyonel yöntem olarak bilinen ilk matematiksel model Mulvany (1850) tarafından geliştirilmiştir. Daha sonra Sherman (1932), tarafından geliştirilen önemli bir yöntem ise birim hidrograf yöntemidir. Hidrolojik modellemede bir diğer önemli değişken olan evapotranspirasyon çalışmaları ise Richardson (1931), Cummings (1935) ve Penman (1948) tarafından yapılmıştır. Yüzeyde tutma ve depolama gibi diğer bileşenler için Horton (1919) bir seri deneysel formül geliştirmiş, Soil Conservation Service – SCS – (1956) yağış-akış eğri numarasını depolamayı da gözönüne alarak yağışın akışa geçen kısmını hesaplamada kullanmıştır.

1960'lı yıllardan itibaren ise dijital teknolojinin gelişmesiyle birlikte hidrolojik çevrimin farklı bileşenlerinin entegrasyonu ile tüm havza üzerinde benzeşim modellerinin uygulanması sağlanmıştır (Singh ve Woolhiser, 2002). Beven (2001) yaptığı çalışmada sadece son 25 yıllık süre içerisinde 100 adet yağış-akış modeline ulaşmıştır.

Günümüze kadar gelişerek gelen havza modellerindeki gelişme Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisinin ortaya çıkması ile doruğa ulaşmıştır. Bu teknoloji modellemeye meteorolojik veri girdilerinin, zemin ve arazi kullanım parametrelerinin, başlangıç ve sınır koşullarının zaman ve konum dağılımının belirlenmesinde ve baraj, göl, akarsu gibi depolama alanları ile kar ve buz örtüsü miktarının bulunmasında çok büyük yararlar sağlamıştır (Engman ve Gurney, 1991).

Hidrolojik modellemedeki bir diğer gelişme ise 1990'lardan itibaren yaygınlaşan Yapay Sinir Ağları (YSA) gibi yapay zeka hesap yöntemlerinin ortaya çıkması ile sağlanmıştır. Bulanık mantık (Jacquin ve Shamseldin, 2006) ve kaotik yaklaşımlar (Koçak ve diğ., 2007) da hidrolojik modellerde kullanılan yaklaşımlar arasında sayılabilir. Bazı araştırmacılar yağış-akış ilişkisini YSA ile başarılı bir şekilde

modellemişlerdir (Hsu ve diğ., 1995; Srinivasulu ve Jain, 2006). Cığızoğlu (2005), ise geçmiş akım verilerini kullanarak İleriye Beslemeli Geriye Yayılımlı Sinir Ağı (İBGYSA) ve Genelleştirilmiş Regresyon Sinir Ağı (GRSA) ile oluşturdukları matematiksel modelden elde ettikleri sonuçları istatistik ve stokastik metodlarla elde ettikleri sonuçlarla karşılaştırmıştır. Bazı araştırmacılar bulanık mantıkla YSA metodunu birlikte kullanarak akım değerini tahmin etmişlerdir. Keskin ve diğ. (2006), YSA ile bulanık mantığı birlikte kullanarak akım tahmini için matematiksel model geliştirip bu modeli ARMA modeli ile karşılaştırmıştır.

Boughton ve Chiew (2007), Avustralya'da bulunan 213 adet havzayı; 6 bölgeye bölerek ve farklı yağış aralıkları için regresyon denklemlerini kullanarak modellemişlerdir. Yine çoklu regresyonun kullanıldığı bir çalışmada Mwakalila (2003), Tanzanya'da öncelikle mevcut gözlemler yardımıyla veri-tabanlı mekanik hidroloji modeline ait parametreler hesaplanarak 19 havza üzerinde kalibre edilmiştir. Öte yandan topografya, jeoloji, zemin, iklim ve arazi kullanımını temsil eden fiziksel havza karakteristikleri harita ve sayısal yükseklik modellerinden elde edilmiştir. Çalışmada ölçüm olmayan havzalarda yalnızca fiziksel havza karakteristikleri kullanılarak akım tahmini yapılabileceği şeklinde bir sonuca ulaşılmıştır.

Schreider ve diğ. (2002), Kuzey Tayland'da özellikle tarımsal arazi olarak kullanılan ölçüm olmayan havzalarda aylık akım tahmini yapmıştır. Sulama suyu miktarı belirlendikten sonra bu değer akım ölçümü olan noktalardaki debi değerleri ile toplanarak doğal akımlar bulunmuştur.

Micovic ve Quick (1999) 12 adet homojen olmayan havza üzerinde British Columbia Üniversitesi (UBC) havza modelini uygulamışlardır. Model yağış (yağmur, kar ve buzul) ve sıcaklığı girdi olarak kullanarak günlük akımı hesaplamaktadır.

Vandewiele ve Elias (1995), Belçika'da 75 havza üzerinde çalışarak, bu havzalara ait parametreleri kriging yöntemi ve komşu havzalara ait parametreleri kullanarak hesaplamışlardır. Alansal yağışın ve potansiyel evapotranspirasyonun kullanıldığı çalışmada kriging yönteminin daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

3. HİDROELEKTRİK POTANSİYEL BELİRLEME ÇALIŞMALARI

3.1 Genel

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan enerji olup, enerji miktarı düşü ve debi değişkenlerine bağlıdır. Bu değişkenlerden üretilebilecek güç belirlenmektedir. Dolayısıyla, Su Kuvveti Potansiyeli topografya ve hidrolojinin bir fonksiyonudur. Topografyadan suyun düşüm yüksekliği, hidrolojiden de akım bulunarak güç hesaplanmaktadır. Bir bölgenin hidroelektrik potansiyeli (1) Brüt potansiyel, (2) Teknik potansiyel ve (3) Teknik ve ekonomik potansiyel olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Brüt potansiyel bütün doğal akışların, deniz seviyesine kadar %100 türbin verimiyle elde edilebileceği varsayılan yıllık enerji potansiyelini ifade etmektedir.

Teknik potansiyel mevcut teknoloji ile değerlendirilebilecek maksimum potansiyele denir. Teknik potansiyel, brüt potansiyelin bir fonksiyonudur ve çoğunlukla onun yüzdesi olarak ifade edilir. Teknolojiye bağlı olarak brüt potansiyelden aşağıdaki kayıpların çıkarılmasıyla elde edilir (Öziş, 1991).

1. Düşümdeki kayıplar: Hidroelektrik santrallerde net düşümün brüt düşüme oranı, bazı alçak düşümlü nehir santrallerinde 0.5; yüksek düşümlü çevirme santrallerinde 0.9 mertebesine kadar değerler almaktadır. Yaklaşık hesaplarda 0.7 alınması uygundur.

2. Debideki kayıplar: Türbinden geçen debiyle, nehir debisi aynı olmayıp ikisi arasında tesis tipine göre kayıplar vardır. Yaklaşık hesaplarda 0.9 alınması uygundur.

3. Enerji dönüşümündeki kayıplar: Türbin mekanik verimi, hidrolik verimi, jeneratör verimi ve transformatör verimi nedeniyle bir potansiyel kaybı olacaktır. Bu kayıpların toplam etkisi yaklaşık hesaplarda 0.8 alınması uygundur.

Teknolojik sebeplerden kaynaklanan bu üç kaybın toplam etkisi 0.7*0.9*0.8 = 0.5 mertebesindedir (Öziş, 1991). Dolayısıyla teknik potansiyel, yaklaşık olarak brüt potansiyelin yarısı kadardır.

Ekonomik su kuvveti potansiyeli, gerek teknik açıdan geliştirilebilmesi mümkün, gerekse ekonomik yönden tutarlı olan tüm hidroelektrik projelerin toplam üretimi olarak tanımlanabilir. Bir başka deyişle ekonomik hidroelektrik potansiyel, beklenen faydaları (gelirleri), masraflarından (giderlerinden) fazla olan santral projelerinin toplam hidroelektrik enerji üretimini göstermektedir. Ekonomik hidroelektrik potansiyel üretilecek hidroelektrik enerjiden, alternatif enerji kaynaklarına göre (genellikle ithal kömüre dayalı termik santral) ekonomik analiz yapılarak belirlenir. Türkiye'nin ekonomik hidroelektrik potansiyeli günümüzde 130 milyar kWh/yıl olarak alınmaktadır (www.dsi.gov.tr).

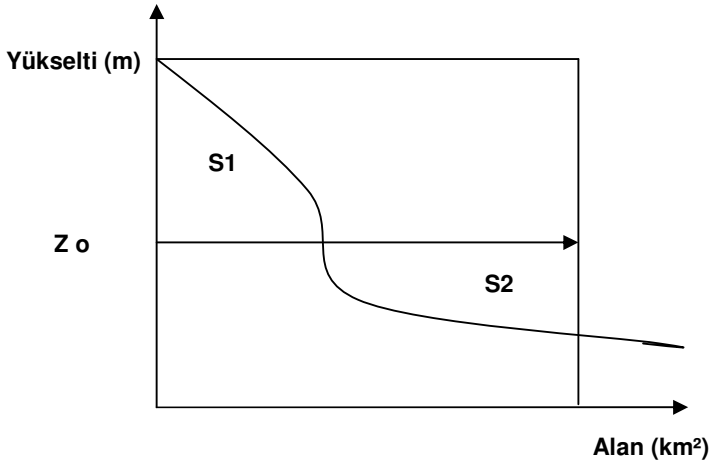
Bir noktada planlanan bir hidroelektrik tesisin gücü ise tesisin biriktirmeli veya biriktirmesiz olması durumuna göre farklı şekilde belirlenir. Biriktirmesiz hidroelektrik tesiste (HES) debi süreklilik eğrisi yöntemi kullanılırken, biriktirmeli HES'te aylık akımlara bağlı olarak yazılan süreklilik denklemine dayanan ardışık akım öteleme yöntemi uygulanır. Burada HES belirleme yöntemleri kısaca açıklanmıştır ve ön çalışma olarak yaklaşık bazı hidrolelektrik potansiyel belirleme uygulamaları yapılmıştır.

3.2 Brüt Potansiyelin Belirlenmesi

Brüt potansiyel iki türlü belirlenmektedir: (1) Hipsografik eğriler yöntemi, (2) Düşüm- akım diyagramı yöntemi. Havzada akım gözlemlerinin yeterli olmadığı durumlarda hipsografik eğriler yöntemi uygulanmaktadır. Havzada akım gözlemleri yeterli olduğunda ise, düşüm-akım diyagramları uygulanmaktadır.

3.2.1 Hipsografik Eğriler Yöntemi

Hipsografik eğriler yönteminde ortalama yükselti grafik yoluyla belirlenebilir. S_1 ve S_2 alanları birbirlerine eşit olacak şekilde ortalama havza yükseltisi belirlenir. Grafik yöntemin şeması Şekil 3.1 de verilmiştir. Burada, $S_1=S_2$ dir.



Şekil 3.1: Grafik yöntemi ile ortalama yükseltinin belirlenmesi

Brüt su kuvveti potansiyeli bağıntısı şöyle yazılabilir:

$$N\,(kW) = 9{,}8\,(Z_o - Z_{çık})\,(Q_{çık} - Q_{gir}) + 9{,}81\,(Z_{gir} - Z_{çık})\,Q_{gir} \qquad \textbf{(3.1)}$$

Burada,

Z_o : Havzanın ortalama yükseltisi

Z_{gir} : Havzanın giriş noktasındaki yükseltisi

$Z_{çık}$: Havzanın çıkış noktasındaki yükseltisi

Q_{gir} : Havzanın girişindeki debi

$Q_{çık}$: Havzanın çıkışındaki debidir.

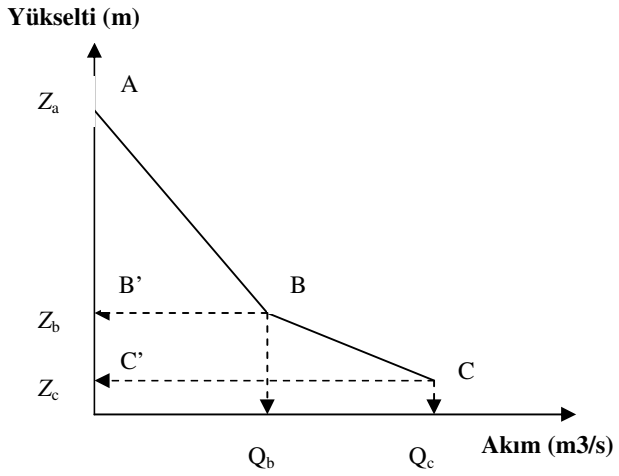
İlk havza bölümünde, $Q_{gir} = 0$ olduğundan

$$N\,(kW) = 9{,}81\,(Z_o - Z_{çık})\,Q_{çık} \qquad \textbf{(3.2)}$$

bağıntısı geçerlidir.

3.2.2 Düşüm -Akım Diyagramları Yöntemi

Bu yöntem ise, iki yükselti arasındaki farkın, giriş ve çıkış arasındaki ortalama debiyle çarpımı esasına dayanır. Şekil 3.2 de Akarsu kesitinde Düşüm – Akım Diyagramları yöntemi ile brüt hidroelektrik potansiyeli belirleme şeması gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Düşüm-Akım diyagramı yöntemi

Şekilde görülen bir akarsu kesitinde B ve C noktalarında ortalama akım değerleri Q_b ve Q_c dikkate alındığında, arada sulama ve diğer sebeplerle kayıp olmadığı takdirde, $Q_b < Q_c$ olacaktır.

Şekildeki B ve C noktaları arasındaki potansiyelden yararlanmak için C noktasında Z_b - Z_c yüksekliğinde tek bir baraj kurulduğu takdirde bu baraj ve değerlendireceği brüt potansiyel güç için kW, yükseklik Z için m, debi Q için m3/s birimleriyle, aşağıdaki bağıntılardan hesaplanabilir:

$$N = 9{,}8\ (Z_b - Z_c)\ Q_c \qquad \textbf{(3.3)}$$

Söz konusu B ve C noktaları arasında iki veya daha fazla baraj kurulduğu takdirde değerlendirilecek brüt potansiyel önceki bağıntıdaki sınır değerlere yaklaşır:

$$N = 9{,}8\ (Z_b - Z_c)\ (Q_c + Q_b)/2 \qquad \textbf{(3.4)}$$

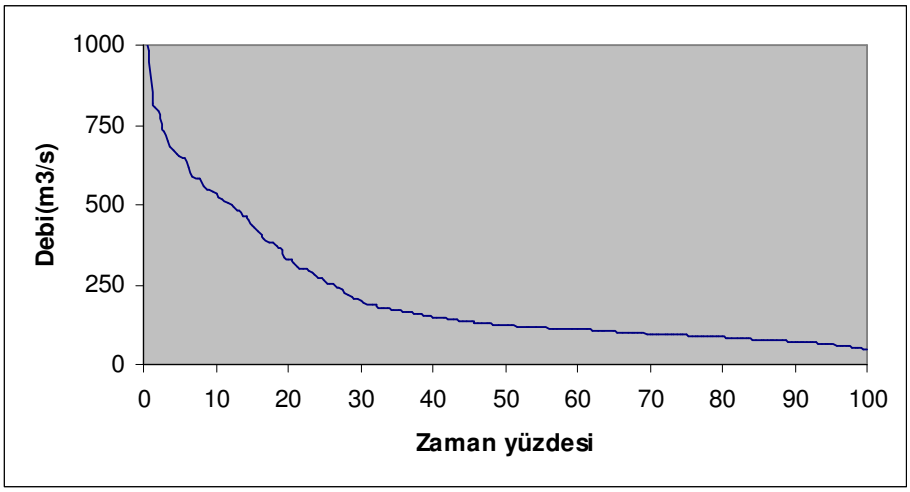
Brüt potansiyelin bu genel denkleminden hareketle, memba A ile B noktaları arasındaki brüt potansiyeli aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplamak mümkündür:

$$N = 9{,}8\ (Z_a - Z_b\ )Q_b/2 \qquad \textbf{(3.5)}$$

Dolayısıyla, düşey eksende yükseklikleri, yatay eksende debileri alarak çizilen ABB' alanı A ve B arasındaki brüt su kuvveti potansiyelini, BB'C'C alanı da B ve C arasındaki brüt su kuvveti potansiyelini verir.

3.3 Debi Süreklilik Eğrisi Yöntemi

Debi süreklilik eğrisi, düşey eksene debiler yatay eksene ise debinin belli bir değere eşit veya büyük olduğu zaman yüzdelerinin işaretlenmesiyle elde edilir. Bu eğriden zamanın belli bir yüzdesine karşı gelen debi okunabilir (Bayazıt, 1999).



Şekil 3.3: Debi süreklilik eğrisi

Bu debi kullanılarak santralin hidrolik kapasitesi (türbinlerden geçecek maksimum debi) belirlenir. Daha sonra bu hidrolik kapasiteye göre, önceden belirlenmiş (verilmiş) olan düşüm-akım diyagramları kullanılarak net düşüm belirlenir. Debi süreklilik eğrisinin üzerinde bulunan noktalara, aşağıdaki su gücü denklemi uygulanır ve böylece güç süreklilik eğrisi elde edilir. Güç süreklilik eğrisinin altında kalan alan bölgenin hidroelektrik enerji potansiyelini verir. Santralarda güç bağıntısı,

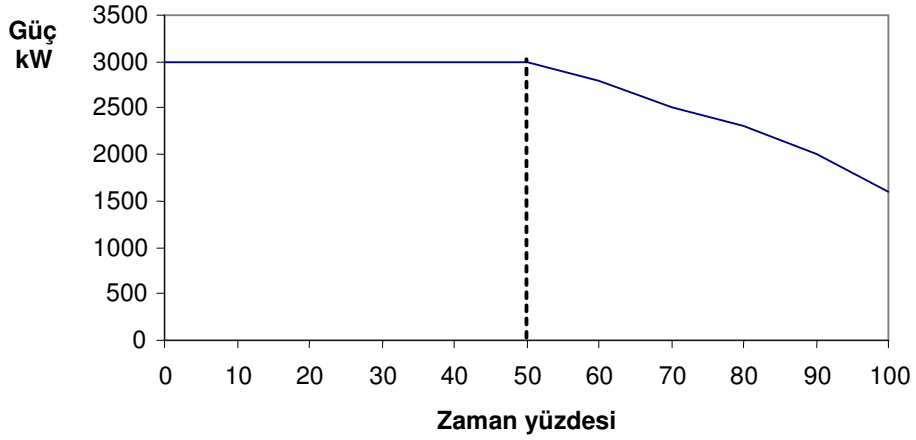
$$N = 9.8QH_n e \qquad \textbf{(3.6)}$$

şeklinde verilir (U.S. Army Corps of Engineers, 1985). Burada, N güç (kW), Q debi (m^3/s), H_n net düşüm (m), e toplam verimdir. Toplam verim türbin, jeneratör ve transformatör verimlerinin çarpımına eşittir. Bu verimler sırası ile 0.90, 0.95 ve 0.98 alındığında toplam verim 0.82 olarak bulunur. Bu toplam verim (3.6) denkleminde yazılırsa,

$$N = 8QH_n \qquad \textbf{(3.7)}$$

elde edilir. Bu çalışmada hidroelektrik potansiyel belirleme hesaplarında bu bağıntı kullanılacaktır (Öziş, 1991).

Şekil 3.4'te bir güç süreklilik eğrisi vardır. Santralın hidrolik kapasitesi zamanın %50'sinde var olan debiye göre belirlendiğinden, güç değeri buraya kadar sabittir. Bundan sonra ise daha düşük debiler geldiği için güç değeri gittikçe azalmaktadır.



Şekil 3.4: Güç süreklilik eğrisi

3.4 Ardışık Akım Öteleme Yöntemi

Bu yöntem, biriktirme projelerini ve proje sistemlerini değerlendirmek için geliştirilmiştir ve aşağıdaki süreklilik denklemine dayanır.

$$\Delta S = I - O - L \qquad \textbf{(3.8)}$$

Burada,

ΔS: Haznedeki biriktirme hacmi değişimi(m^3),

I: Hazneye giren akım miktarı (m^3),

O: Hazneden çıkan akım miktarı(m^3),

L: Kayıplar (m^3), (buharlaşma, sızma, v.s.)'dir.

Bu denklem, sürekli bir işletim kaydı elde etmek için çalışılan periyottaki her bir zaman aralığına ardışık olarak uygulanır. Bu yöntem, mevcut veri ve çalışmanın türüne bağlı olarak aylık, haftalık, günlük veya saatlik zaman artışlarına göre yapılabilir. Hazneden çıkan akım değerlerinin su gücü denklemine uygulanmasıyla, projenin üreteceği enerji değeri tahmin edilebilir. Bu yöntem; enerji üretimi için hazne işletmesinin benzeştirilmesinde, taşkın kontrolünde, su temininde ve sulamada kullanılabilir.

Bu metotla hesap yapabilmek için; haznenin hacim-yüzey eğrisi, su seviyeleri ya da hacimleri, hazneye giren ve çıkan akımlar, kayıplar (buharlaşma, sızma, v.s.), mansap anahtar eğrisi(debi-seviye) ya da su seviyeleri ve varsa hazne işletme eğrisi gereklidir.

3.4.1 Enerji Hesaplamaları

Denklem **(3.8),** ayrıntılı yazılacak olursa aşağıdaki bağıntı elde edilir:

$$V_{(t+1)} = V_{(t)} + V_{G(t)} - B_{(t)} - V_{Ç(t)} \quad \textbf{(3.9)}$$

$V_{(t+1)}$: Aysonu rezervuar hacmi (hm^3)

$V_{(t)}$: Aybaşı rezervuar hacmi (hm^3)

$V_{G(t)}$: t-Ayında giriş akımı (hm^3)

$B(t)$: t-Ayında rezervuardan ortalama buharlaşma (hm^3)

$V_{Ç(t)}$: E_{firm} üretilene kadar bırakılacak su (hm^3)

Barajdaki ay sonu rezervuar hacmi için, $V_{(t+1)}$ nin değerine bakılır. 3 ihtimal mevcuttur. Eğer $V_{(t+1)}<V_{min}$ ise hazne minimum seviyenin altına düşemeyeceğinden $V_{(t+1)} = V_{min}$ alınır. Yani minimum hacme kadar su bırakılmalıdır. Bu nedenle ilgili ayda güvenilir (firm) enerjinin altında enerji üretilir.

$$V_{Ç(t)} = V_{(t)} - V_{min} + V_{G(t)} - B_{(t)} \; ; \; E_{(eksik)} = 0{,}00222 \; V_{Ç(t} \; h_{ort} \quad \textbf{(3.10)}$$

Eğer $V_{max} > V_{(t+1)} > V_{min}$ ise o ayda E_{firm} kadar enerji üretilir.

Eğer $V_{(t+1)} > V_{max}$ ise o ay firm enerjiye ilaveten türbin kapasitesini (kurulu gücü) aşmayacak miktarda sekonder (E_{sek}) enerji de üretilecektir. Türbinlerin geçirebileceği maksimum su Q_{max} kabul edilir.

Eğer $(V_{(t+1)} - V_{(max)}) > Q_{max}$ ise o ay baraj kurulu güçte çalışır. Artan su savaklanır.

$$E_{top} = P_{kgüç} 730 (aylık) \quad \textbf{(3.11)}$$

$$E_{sek} = E_{top} - E_{firm} \quad \textbf{(3.12)}$$

$Q_{S(t)}$: t-ayında dolusavaktan atılan fazla su (hm^3)

$P_{kgüç}$: Barajın kurulu gücü (kW)

E_{sek}: t-ayında üretilen sekonder enerji (kWh)

Eğer $(V_{(t+1)}-V_{max})<Q_{max}$ ise o ayda savak çalışmaz, ama bu fazla su ile sekonder enerji üretilir.

$$E_{Top}= 0,00222\ Q_{Ç(t)}h_{max};\ V_{(t+1)}= V_{max} \quad \textbf{(3.13)}$$

Her iki durumda da ay sonunda rezervuar maksimum hacmine ulaşmıştır.

3.5 Biriktirmesiz Tesislerde Hidroelektrik Potansiyel Belirleme Uygulamaları

Buradaki çalışmada HES'in bulunduğu kesitte 22-40 no'lu AGİ nin mevcut olduğu kabul edildi. İlgili AGİ'nin 1982,1983,1984,1985 su yıllarına ait günlük ortalama akımları Q (m^3/s) kullanıldı. Çalışmada kullanılan gözlemler yardımıyla biriktirmesiz HES için enerji hesabı detayları çıkarılmış ve Tablo 3.1 (Ek 1') de verilmiştir. Bu tablodaki sütunların açıklamaları şu şekildedir:

(1) Zaman (günler)
(2) Zamana göre yüzdesi (P_1= Gün/Toplam gün; $P = 100p_1$)
(3) HES 'in günlük ortalama akımları yıl sırasına göre periyot (1982-1985)
(4) HES 'in günlük ortalama akımlarının büyükten küçüğe göre sıralanmış debi-süreklilik değerleri
(5) Sıralı debi-süreklilik sütunundan bulunan %95'lik Q_f=5.40 ile yıllık ortalama firm debi hesabı ($Q<=Q_f$)
(6) Q_{max}=48 m^3/s maksimum debi ile toplam enerji için çekilebilecek yıllık ortalama debi hesabı ($Q<=Q_{max}$)
(7) Yıllık ortalama savaklanacak debi hesabı: ($Q>Q_{max}$ ise $Q_{savak} = Q - Q_{max}$)

Çalışmanın kolaylaştırılması bakımından yılın gün sayısı artık yıllarda 365 gün alınmıştır. (Enerji hesaplarında bir yıl 365 gün hesabına göre günün saat miktarı 365x24=8760 saat alınmıştır). 2.sütundaki zamanın %95 ine tekabül eden debi Q_F (firm debi) olarak alınmış olup değeri 5.40 m^3/s dir. 5. sütunda ise bu Q_F değeri yardımı ile yıllık ortalama firm debinin hesabı verilmiş olup, yıllık ortalaması ort.Q_F=5.35 m^3/s bulunmuştur.

Nehir santrallerinde kurulu gücün seçilmesine esas olan nehrin 100-150 günlük veya 80-100 gün süre ile getireceği yeterli görülebilmektedir. Buradaki örnek çalışmada (95 günlük) değere tekabül eden 48 m^3/s lik debi kurulu güce esas olacak Q_{max} için seçilmiştir. 6. sütunda ise bu Q_{max} değeri yardımı ile enerji için çekilebilecek yıllık

ortalama debinin hesabı verilmiş olup, 6. sütundaki değerlerin yıllık ortalaması ort.Q_E =25.81m^3/s bulunmuştur.

7. sütunda ise yıllık ortalama savaklanacak su ort.Q_{savak}=12.55 m^3/s bulunmuştur.

Tablo 3.2'de ise analitik olarak enerji hesapları gösterilmiştir.

Buna göre ; Yıllık Ortalama Firm Enerji : 37.50 GWh

Yıllık Ortalama Sekonder Enerji : 143.39 GWh

Yıllık Ortalama Enerji : 180.89 GWh bulunmuştur .

3.5.1 Biriktirmesiz HES İçin Analitik Yöntem İle Enerji Hesabı Sonuçları

Tablo 3.2: Analitik olarak enerji hesapları

Enerji için çekilecek max.debi	Q_{max} (m^3/s)	48.00
Top.enerji için çekilecek ort.debi	Ort_{QE}(m^3/s)	25.81
Düşü	H(m)	100.00
Firm enerji için çekilecek ortalama firm debi	Ort.$_{QF}$(m^3/s)	5.35
Ort_{QF} / Q_{firm}	(5.35/5.40)=	≈0.991

Üretilen Firm Güç	P=8*Ort_{Qf} (m^3/s)*H(m)	4.28	MW
Kurulu Güç	P=8* Q_{MAX} (m^3/s)*H(m)	38.4	MW
Üretilen Firm Enerji	E_{firm}=8*Ort_{Qf}(m^3/s)*H(m)*8760/10^6	37.50	GWh
Üretilen Toplam Enerji	E_{top}.=8*Ort_{QE}(m^3/s)*H(m)*8760/10^6	180.89	GWh
Üretilen Sekonder Enerji	E_{sek} =180.89-37.50	143.39	GWh

3.5.2 Biriktirmesiz HES İçin Grafik Yöntemle Enerji Hesabı

Yıllık ortalama enerjilerin grafik yöntemi ile hesabı ise Şekil 3.5'te verilmiştir.

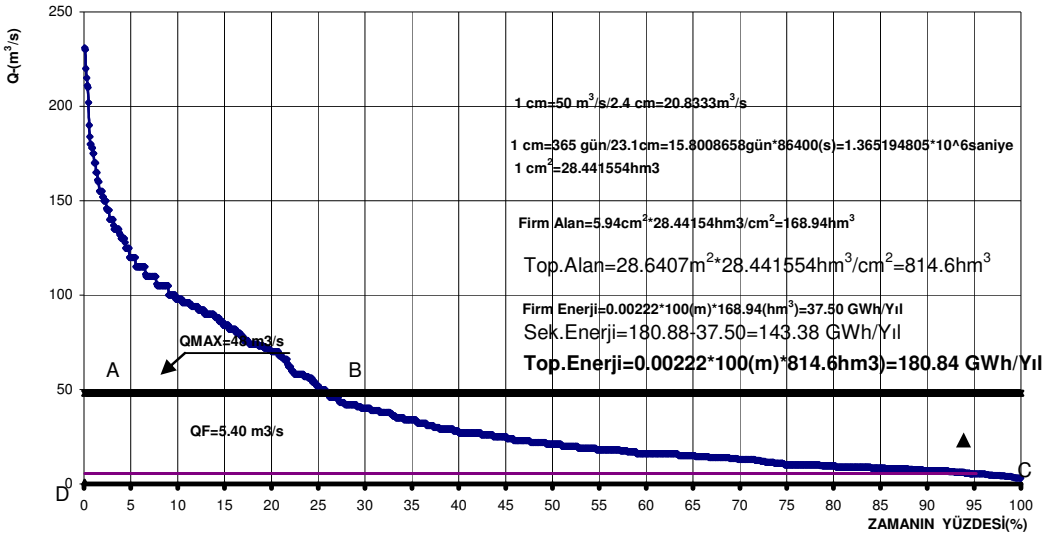
Tablo 3.1'in 2. ve 4. sütunlarındaki değerleri yardımıyla Şekil 3.5'teki grafik çizilmiştir.

Firm enerji hesabı için zamanın %95'inden eğriyi kesen bir dik çıkılır. Dikme ile eğrinin kesişim noktasından (x) eksenine çizilen paralel doğru ile eğri altında kalan

alan firm enerji üretiminde kullanılacak firm alanı (firm enerji üretimi için kullanılacak su hacmi) ifade etmektedir.

Kurulu güç için Q_{max}= 48 m^3/s işaretlenip (x) eksenine paralel çizilir. Bu doğru ile eğri arasında kalan alan ise enerji üretiminde kullanılacak su hacmini temsil eder. (x) ekseninde zaman boyutsuz gösterilmiştir. Burada 4 yıl kullanılmış olup (4*365=1460 gün) normalde boyutsuz 100-değeri 1460 günün karşılığıdır. Fakat yıllık ortalama enerjiyi hesap edeceğimiz için boyutsuz 100-değeri 365 gün (1460/yıl sayısı=4) alınmıştır. (Şekil 3.5'ten görüleceği gibi 1 cm^2' nin hacim karşılığı hesap edilip firm ve alanlar ile çarpılarak yıllık ortalama firm ve enerjiler hesap edilmiştir. Sonra bunların farkından da sekonder enerji hesap edilmiştir.

Q_{max} artırıldıkça eğri ile altında kalan alan yavaş artmaktadır. Bunun için çeşitli Q_{max}'lar seçilip, ekonomik hesaplar da yapılarak en uygun olanı belirlenir.



Şekil 3.5: Debi süreklilik eğrisi yöntemi ile enerji hesabı

4. SEÇİLEN HAVZA VE VERİLERİ

4.1 Seçilen Havza Ve Özellikleri

4.1.1 Coğrafi Durum

Tez çalışması için belirlenen Solaklı havzası, Doğu Karadeniz Bölgesinde Trabzon il sınırları içerisinde yer almaktadır. Trabzon, 4.685 km^2'lik yüzölçümüyle ülke yüzölçümün % 0,6'sını oluşturmaktadır. Trabzon ili doğuda Rize, güneydoğuda Bayburt, güneyde Gümüşhane, batıda Giresun illeri, kuzeyde ise Karadeniz ile çevrilidir. Yükseklik, deniz seviyesinden başlayarak güneye doğru artmaktadır. Doğu-batı doğrultusunda uzanan Haldizen ve Soğanlı dağları ilin güney sınırını oluşturmaktadır. Yükseklik bazı kesimlerde 3.000 metreyi aşarken Haldizen dağında bulunan Demirkapı Tepesinde (3376 m) en yüksek değere ulaşır. Kıyı şeridi hariç iç kesimlerde genellikle dağlar, tepeler ve yaylalar yer almaktadır. Genel itibariyle yayla vasfında olan Trabzon, Çoruh Vadisi ile Melet Çayı arasında sahile paralel uzanan dağlardan teşekkül eden yaklaşık 325 km uzunluğundaki platformun kuzey kısmını kaplar.

Havza sularını toplayan başlıca akarsu Solaklı Deresi'dir. Solaklı Deresi kaynağını Soğanlı ve Haldizen dağlarındaki buzul göllerinden ve ilkbaharda eriyen buzullardan almaktadır. Uzunluğu 80 km olan Solaklı Deresi, Trabzon ilinin en uzun akarsularındandır. Solaklı Deresi'nin havza alanı 700 km^2 civarındadır. Solaklı Deresi'ni besleyen kollar; Uzungöl Beldesi bölgesinden İbsil Deresi, Haldizen Deresi, Multat Deresi, Baldi Deresi, Siron Deresi, Taşlıgerdik Deresi ve Çambaşı dereleridir. Ögene bölgesinden ise Şekersu Yayla Deresi, Heneke Deresi, Karaçam Mezra Deresi, Uzuntarla Deresi ve Çamlıbel dereleridir. Uzungöl ve Ögene bölgelerinden gelen bu iki kol Çambaşı Köyü altındaki Çatma mevkiinde birleşerek

Çaykara merkezine kadar Haldizen suyunu alır ve daha sonra ilçe merkezinde Yeşilalan-Baltacılı Deresi ile birleşir. Dernekpazarı ve Taşhanpazarı'ndan geçerek Of ilçesinden Karadeniz'e dökülür.

Solaklı havzası üç farklı ilçedeki topraklardan meydana gelir. Bunlar kuzeyden başlayarak Of, Dernekpazarı ve Çaykara'dır. Çaykara bu ilçelerin en genişidir. Çaykara Karadeniz Bölgesi'nin doğu bölümünde, Trabzon'un Güneydoğusunda yer alır. İlçe, doğusunda Rize'nin İkizdere ilçesi, güneyinde Bayburt, batısında Sürmene ilçesi, kuzeyinde Dernekpazarı ilçesi, kuzey doğusunda Of ilçesi ile çevrilmiştir. İlçe merkezi denizden 280 m yükseklikte ve 25 km içeridedir. Of ilçesinden Bayburt istikametine uzanan vadinin içinde kurulmuştur.

4.1.2 İklim Ve Bitki Örtüsü

Solaklı Deresi Havzası genellikle nemli, yağışlı ve ılıman bir deniz iklimine sahiptir ve buna bağlı olarak yazlar genellikle orta sıcaklıkta, kışlar ise ılık geçer. Ortalama sıcaklıkların en yüksek değeri Ağustos ayında, en düşük değeri ise Şubat ayında görülür. Ortalama yağış miktarı 830 mm/m^2 dir. Yöre, yurdumuzun en fazla yağış alan kesimlerindendir. Yılın 51 günü açık, 174 günü parçalı bulutlu ve 140 günü de kapalı olarak geçmektedir.

Çok zengin bir bitki örtüsüne sahip olan Trabzon'da, kuzeye bakan kesimler bol yağış aldığı için dağlar yoğun bir orman örtüsü ile kaplıdır. 900 m yüksekliğe kadar nemi seven geniş yapraklı ağaçlar (kayın, gürgen, meşe, çam, sarıçam kızılağaç, kestane, ceviz ve çeşitli meyve ağaçları), 900-1300 m arası iğne yapraklı ile kayın karışık ormanlar, 1300- 2200 m ye kadar ise iğne yapraklı (karaçam- köknar gibi) ağaçlar mevcuttur. Orman üst sınırının geçtiği 2000-2100 m yükseklikten sonra alp tipi çayırlarla kaplı yaylalar yer alır. Trabzon'da ormanlık alan 176.055 ha olup, il arazisinin % 38'ini; çayır ve mera alanı ise 111.628 ha olup, il arazisinin %24'ünü oluşturmaktadır (Trabzon İl Çevre Durum Raporu, 2004).

Çaykara'da ılıman serin iklim hakim olmakla birlikte ortalama sıcaklıklar sahil kesiminden daha düşük düzeydedir. Ayrıca çok yüksek kesimlerde (dağ köyleri ve yaylalarda) geçiş iklimi görülmektedir. İlçe arazisi Doğu Karadeniz Sıradağları'nın eteklerinde ve yamaçlarında yer aldığı için yılın büyük bir bölümü sisli ve yağışlı geçmektedir.

4.1.3 Akarsular

Akarsuların yıl içindeki rejimleri çok değişkendir. Akarsu kol uzunluğunun kısalığı, akış eğiminin fazlalığı ve yağış yoğunluğu gibi faktörler, akarsuların feyezan akımlarına kolayca ulaşmasını sağlamaktadır. Suyun sürükleme gücünün fazlalığı, doğal bitki dokusunun tahribiyle birleşince erozyon tehlikesi artmaktadır. Bu durum yerleşimin yoğun olduğu sahil kesimlerinde sel olasılığının güncel kalmasına sebep olmaktadır. Akarsularda ulaşım, su sporları, ekonomik balıkçılık ve sulama yapılmamaktadır. Trabzon'da yer alan akarsulara ait yağış alanları ve yıllık ortalama su potansiyelleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Trabzon'da akarsulara ait yağış alanı ve yıllık ortalama su potansiyeli

Sıra No	**Akarsu Adı**	**Yağış Alanı (km^2)**	**Yıllık ortalama su (hm^3)**
1	Baltacı	380	351
2	Çark	40	55
3	Solaklı	760	587
4	Sürmene	235	229
5	Küçükdere	118	145
6	Karadere	730	422
7	Yanbolu	290	196
8	Çiçekli	50	34
9	Arsin	30	20
10	Yomra	200	113
11	Şana	71	40
12	Değirmendere	1061	515
13	Yıldızlı	125	47
14	Söğütlü	265	99
15	Zeytinlik	30	15
16	İskefiye	72	40
17	Çataldere	24	15
18	Kirazlık	77	45
19	Fol	200	130
20	Çamlık	25	15
21	Akhisar	135	202
22	Diğer küçük dereler	573	313
	Toplam	5491	3628
	Yer altı suyu (ildeki toplam)		130
	Toplam Su Potansiyeli	5491	3758

4.1.4 Yeraltı Suları

Trabzon'da yeraltı suyu önemli akarsuların mansap kesimindeki alüvyon sahalarda meydana gelmektedir. İlde yeraltı suyu temin edilen bazı önemli akarsuların akiferlerinde DSİ ve MTA tarafından yapılan bazı çalışma sonuçları aşağıda verilmiştir.

Baltacı Deresi Akiferi: Of İlçesinin doğusundan denize dökülen Baltacı Deresi'nin mansap bölümünde oluşmuştur. Akifer siltli, killi, kumlu, çakıllı, bloklu yapıdadır. Of ilçesinin su ihtiyacını karşılamak amacıyla kurulmuştur. Akifer özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Baltacı deresi mansap akiferi

Akarsuyun Adı	Baltacı Deresi
Yeri	Baltacı Deresinin Mansabı
Uzunluğu	4000 m
Genişliği	200-300 m
Kalınlığı Mansapta	35 m
Kalınlığı Menbada	18 m
YAS Rezervi	13.2 hm^3/yıl
Açılan Kuyu Adedi	2
Statik Seviye	1.30-2.55 m
Dinamik Seviye	3.00-3.80 m
Verimi	20-26 l/s
Kullanılan YAS	1.4 hm^3/yıl
Kullanılabilir YAS	11.8 hm^3/yıl

Solaklı Deresi Akiferi: Of ilçesinin batısından denize dökülen Solaklı Deresi'nin mansap bölümünde oluşmuştur. Akifer siltli, killi, kumlu, çakıllı, bloklu yapıdadır. Of İlçesinin içme suyunu karşılamak için kurulmuştur. Akifer özellikleri Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Solaklı çayı mansap akiferi

Akarsuyun Adı	Solaklı Çayı
Yeri	Solaklı Çayının Mansabı
Uzunluğu	6500 m
Genişliği	250-400 m
Kalınlığı Mansapta	42 m.
Kalınlığı Menbada	22 m.
YAS Rezervi	18.8 hm^3/yıl
Açılan Kuyu Adedi	4
Statik Seviye	2.80-5.52 m
Dinamik Seviye	4.94-6.52 m
Verimi	50 l/s
Kullanılan YAS	5 hm^3/yıl
Kullanılabilir YAS	13.8 hm^3/yıl

İyidere Çayı Akiferi: İyidere ilçesinin batısından denize dökülen İyidere Çayı'nın mansap bölümünde oluşmuştur. Akifer siltli, killi, kumlu, çakıllı, bloklu yapıdadır. Akifer özellikleri Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: İyidere çayı mansap akiferi

Akarsuyun Adı	İyidere Çayı
Yeri	İyidere Çayının Mansabı
Uzunluğu	9000 m
Genişliği	500-800 m
Kalınlığı Mansapta	45 m
Kalınlığı Menbada	24 m
YAS Rezervi	34/2 hm^3/yıl
Açılan Kuyu Adedi	4
Statik Seviye	1.30-2.55 m
Dinamik Seviye	3.00-3.80 m
Verimi	20-26 l/s
Kullanılan YAS	4.5 hm^3/yıl
Kullanılabilir YAS	12.50 hm^3/yıl

4.1.5 Göller

Havza göller bakımından zengindir. Uzungöl, Balık Gölü, Aygır Gölü, Sarı Göl, Karagöl, Pirömer Gölü, Küçük Göl ve Buzlu Göl gibi göller vardır. Ayrıca 3000 m yüksekliklerinde, alanları 100-1900 m^2 aralığında değişen çok fazla sayıda buzul göllerine rastlanır. Mevcut göllerle ilgili bilgiler Tablo 4.5'te gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Trabzon ili gölleri

Göl İsmi	Yüzey Alanı (ha)	Derinlik (m)	Rakım (m)
Uzungöl	10,50	15	1090
Sera Gölü	14,00		200
Çakırgöl	7,00	15	2533
Buzlu Göl	0,50	4	3080
Karagöl 1	0,60	6	2980
Sarıgöl	0,50	4	2880
Aygır Gölü	2,00	8	2720
Balık Göl	1,50	8	2570
Birömer Gölü	0,50	4	3090
Küçükgöl			2810
Karagöl 2 (Multat)			2820

Trabzon'da bulunan göller hakkında bazı bilgiler aşağıda ifade edilmiştir. Çakırgöl dışındaki göllerin hepsi Solaklı havzası dışındadır.

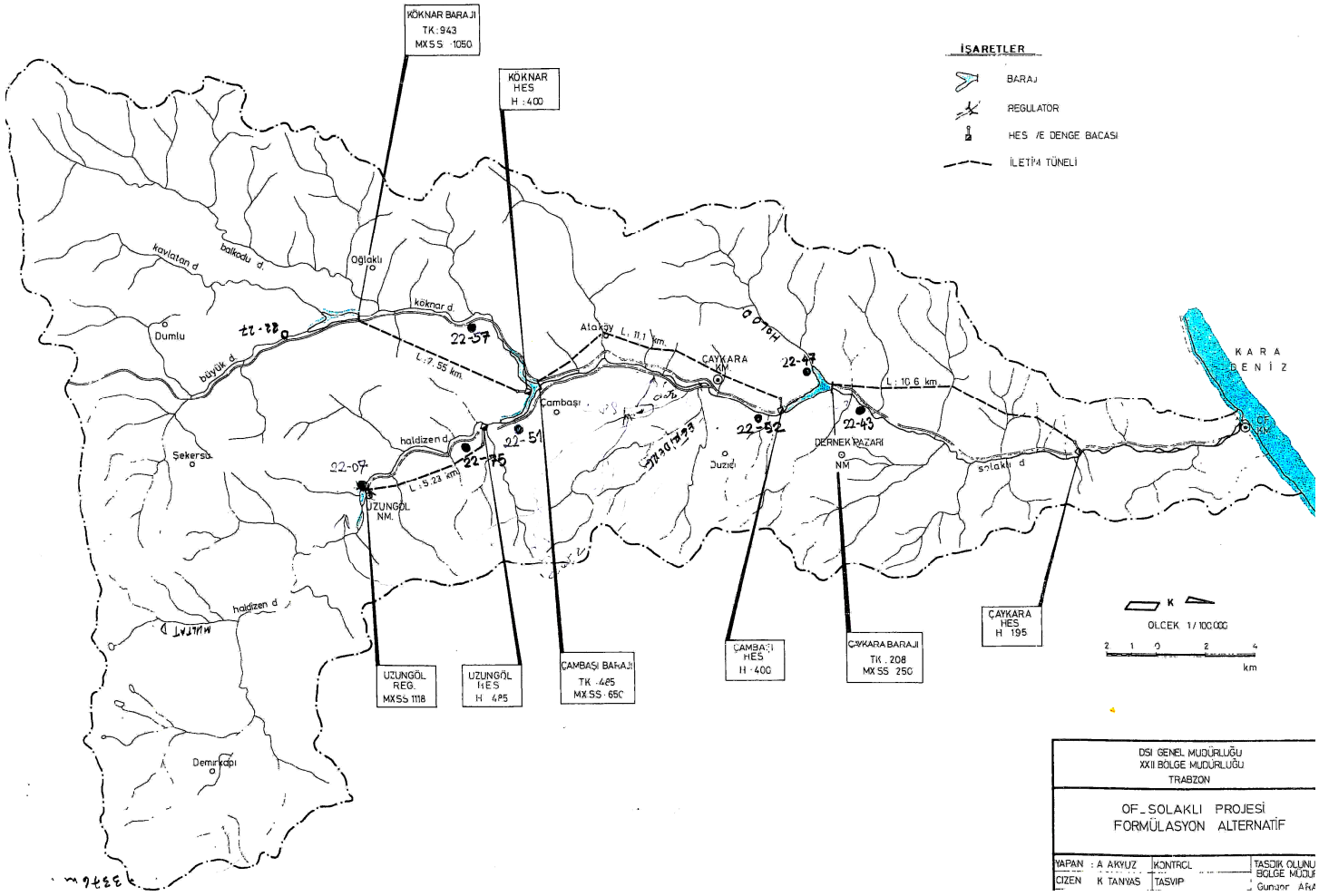
Uzungöl: Haldizen Dağları'nın kuzey eteklerinden çıkan bu göl Haldizen Deresi üzerindedir. Denizden 1250 m yüksekliktedir. Yamaçlardan kayan kütlelerin vadiyi kapatması sonucu oluşmuş bir kayaç gölüdür. Of'tan denize ulaşan Solaklı Deresi bu gölden beslenmektedir. Bölgemizin önemli turistik mekanlarındandır. Turistik özelliği nedeni ile ulaşım imkanları gelişmiştir. Alt yapı ve üst yapı imkanları açısından gelişmiş olan bu göl çevresinde modern konaklama tesisleri bulunmaktadır. Florası; Yaklaşık 157 adet bitki türünden oluşmaktadır. Uzungöl'ü çevreleyen alanlarda 200 memeli hayvan türü ve 151 kuş türü tespit edilmiştir. Çevre sorunları olarak; dolma tehlikesi, heyelan, çığ tehlikesi, plansız yapılanmanın getirdiği kirlilik, çöp ve benzeri atıkların oluşturduğu kirlilikler sayılabilir.

Çakırgöl: Çakırgöl Dağı'nın kuzey eteklerindeki Mescit Yaylası üzerinde bulunmaktadır ve denizden 2533 m yüksekliktedir. Flora genelde otsu bitkilerden meydana gelmiştir. Yüksek rakımda genelde düz bir alanda bulunan bu gölalanı önemli bir çevre sorunu taşımamaktadır. Yanbolu Deresi bu gölden beslenmektedir.

Sera Gölü: Trabzon'un batısındaki Sera Deresi üzerindedir. Bu göl de dağ yamacının kayması ile oluşmuş bir kayaç gölüdür. Bu göle asfalt karayolu ile ulaşım bulunmaktadır. Flora genellikle çeşitli sebze türleri içeren ziraat bitkileri ve fındıktan oluşmaktadır. Faunası; çakal, yaban domuzu gibi memeliler ile yeşilbaş ördek, fiyu, çulluk, su karatavuğu, bıldırcın, turna gibi kuşlardan oluşmaktadır. Sera Deresi bu gölden beslenmektedir.

4.1.6 Planlanmış Tesisler

İncelenen havzada DSİ tarafından daha önce bazı baraj ve hidroelektrik tesisleri planlanmıştır. Bu tesisler ve özellikleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Ancak bu tesislerden henüz hiçbirisi gerçekleştirilmemiştir.



Şekil 4.1: Solaklı Vadisi için DSİ tarafından üretilen alternatif HES formülasyon projesi

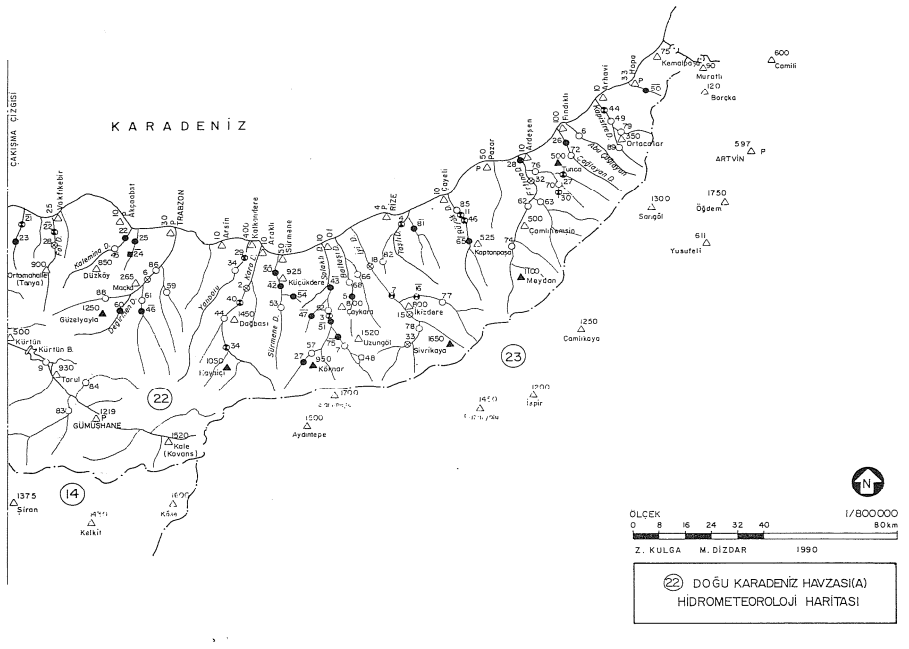
4.2 VERİ ENVANTERİ

4.2.1 Topoğrafik Veriler

Tez alanına ait mevcut dijital haritalar taratılarak ve görüntü zenginleştirme yöntemleri uygulanarak 1/25000 lik 11 pafta hazırlanmıştır. Daha sonra bu paftalardan faydalanarak alt havzalardaki bazı derelerin alanları, yükseklikleri ve eğimleri belirlenmiştir.

4.2.2 Hidrometeorolojik Veriler

DSİ tarafından hazırlanan Doğu Karadeniz Havzasına ait hidrometeorolojik istasyon haritası Şekil 4.2'de verilmiştir. Bu haritadan faydalanılarak meteoroloji gözlem istasyonlarının konumları tespit edilmiştir. Öncelikle Doğu Karadeniz havzasında bulunan gözlem istasyonları daha sonra ise Solaklı Vadisi'nde bulunan gözlem istasyonları değerlendirilmiştir.



Şekil 4.2: Doğu Karadeniz Havzası hidrometeorolojik gözlem istasyonları haritası

4.2.2.1 Ölçüm İstasyonları

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki meteoroloji gözlem istasyonlarının elemanları hakkında ayrıntılı bilgiler Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6: Doğu Karadeniz Havzası meteoroloji ölçüm istasyonları

İSTASYON NO	METEOROLOJİ İSTASYONLARI	İŞLETEN KURUM	AÇILIŞ TARİHİ	İSTASYON KOTU (m)	METEOROLOJİK DEĞİŞKENLER											
					GÜNLÜK MAX. YAĞIŞ	AYLIK TOPLAM YAĞIŞ	AKTUEL BASINÇ	TOPRAK SICAKLIĞI	NİSBİ NEM	ORTALAMA SICAKLIK	EN YÜKSEK SICAKLIK	EN DÜŞÜK SICAKLIK	BUHARLAŞMA	RÜZGAR ŞİDDETİ	RÜZGAR YÖNÜ	BUHAR BASINCI
1801	ÇAYKARA	DMİ	1957	280	+	+										
22-016	KÖKNAR	DSİ	1980	950	+	+										
1962	UZUNGÖL	DMİ	1968	1090	+	+										
17037	TRABZON	DMİ	1929	30	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1472	ARAKLI	DMİ	1963	10	+	+										
1475	OF	DMİ	1951	10	+	+										
1630	KÜÇÜKDERE	DMİ	1969	925	+	+										
1787	DAĞBAŞI	DMİ	1968	1450	+	+										
1803	İKİZDERE	DMİ	1954	800	+	+										
17040	RİZE	DMİ	1930	4	+	+										
17042	HOPA	DMİ	1938	33	+	+										
17045	ARTVİN	DMİ	1930	597	+	+										
17088	GÜMÜŞHANE	DMİ	1931	1219	+	+										
17626	AKÇAABAT	DMİ	1950	10	+	+										
17628	PAZAR RİZE	DMİ	1950	50	+	+										
17686	BAYBURT	DMİ	1930	1550	+	+										
22-003	SİVRİKAYA	DSİ	1977	1650	+	+										
22-011	KAYAİÇİ	DSİ	1978	1050	+	+										
22-013	MEYDAN	DSİ	1980	1100	+	+										
22-017	GÜZELYAYLA	DSİ	1980	1250	+	+										

4.2.2.2 Bölgesel Veriler

Doğu Karadeniz Bölgesi üzerinde 22 adet akım gözlem istasyonu ve 20 adet meteoroloji gözlem istasyonu olmak üzere toplam 42 adet gözlem istasyonu mevcuttur. Bu gözlem istasyonlarının 16 adedi DSİ, 10 adedi EİE ve 16 adedi DMİ

tarafından işletilmekte olup bu istasyonların bir kısmı tamamen kapatılmış, bir kısmı yer değiştirmiş, bir kısmının ise ölçümleri eksik yapılmıştır. Bölgeye ait yağış, sıcaklık, nem, buharlaşma, basınç ve akım verileri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Yağış

DSİ ve DMİ den alınan verilerin incelenmesiyle havzamızda; 4 adet DSİ ve 16 adet DMİ olmak üzere toplam 20 adet yağış gözlemi yapan istasyon saptanmıştır. Bu istasyonların gözlem yılları Tablo A.1'de verilmiştir.

Sıcaklık

DMİ den alınan verilerin incelenmesiyle havzada toplam 13 adet sıcaklık gözlemi yapan istasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu istasyonların gözlem yılları Tablo A.2'de verilmiştir.

Nem

DMİ den alınan verilerin incelenmesiyle havzada 13 adet nispi nem gözlemi yapan istasyon olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık gözlemi yapan DMİ istasyonları aynı zamanda nem gözlemi de yaptıkları için yukarıdaki sıcaklık gözlem periyotlarının uzunlukları aynı şekilde nem gözlem ölçüm periyotları içinde geçerlidir. Bu istasyonların gözlem yılları Tablo A.3'te verilmiştir.

Buharlaşma

Havzaya ait 3 adet DSİ, 4 adet DMİ olmak üzere 7 adet gözlem istasyonunda aylık ortalama buharlaşmalar ölçülmüştür. Bu istasyonların gözlem yılları Tablo A.4'te verilmiştir.

Basınç

Havzaya ait 1 adet DSİ ve 6 adet DMİ olmak üzere toplam 7 adet gözlem istasyonunda aylık ortalama basınç değerleri ölçülmüştür. Bu istasyonların gözlem yılları Tablo A.5'te verilmiştir.

Akım

Havza üzerinde 10 adet EİE ve 16 adet DSİ olmak üzere toplam 26 adet AGİ bulunmaktadır. Bu istasyonların gözlem yılları Tablo A.6'da verilmiştir.

4.2.2.3 Havza Verileri

Solaklı Deresi Havzası coğrafi konumunun sonucu olarak genellikle Karadeniz iklimi tesiri altındadır. Fakat havzanın üst kısımlarına gidildikçe Karadeniz ikliminden uzaklaşılır. İç kesimlere gidildikçe yağış miktarı azalır. Bunda en büyük etken kıyıya paralel uzanan dağların yağışa engel olmasıdır. Yağış alanı içinde Çaykara (DMİ), Uzungöl (DMİ), Köknar (DSİ), Of (DMİ) meteoroloji istasyonları mevcut olup, bu istasyonlarla ilgili bilgiler, Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7: Solaklı Havzası'ndaki meteoroloji istasyonlarında ölçülen değişkenler

İSTASYON NO	METEOROLOJİ İSTASYONLARI	İŞLETEN KURUM	AÇILIŞ TARİHİ	İSTASYON KOTU (m)	METEOROLOJİK DEĞİŞKENLER											
					GÜNLÜK MAX. YAĞIŞ	AYLIK TOPLAM YAĞIŞ	AKTUEL BASINÇ	TOPRAK SICAKLIĞI	NİSBİ NEM	ORTALAMA SICAKLIK	EN YÜKSEK SICAKLIK	EN DÜŞÜK SICAKLIK	BUHARLAŞMA	RÜZGAR ŞİDDETİ	RÜZGAR YÖNÜ	BUHAR BASINCI
1801	ÇAYKARA	DMİ	1957	280	+	+										
22-016	KÖKNAR	DSİ	1980	950	+	+										
1962	UZUNGÖL	DMİ	1968	1090	+	+										
1475	OF	DMİ	1951	10	+	+										

Yağış

Yağış alanındaki dağların topografik etkileri ile kuzeyden gelen nemli hava kütleleri nemlerinin önemli bölümünü yağış olarak bırakır. Denizden yukarı kotlara çıkıldıkça yağış miktarı artmaktadır.

Çaykara, Uzungöl, Of ve Köknar meteoroloji istasyonlarına ait aylık toplam yağışlar, Tablo 4.8'te verilmiştir.

Tablo 4.8: Aylık toplam yağış değerleri (mm)

İstasyon	Ocak	Şub.	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Top.
Çaykara	82.9	76.9	73.7	73.3	79.7	92.2	70.8	68.3	83.9	106.8	102.0	84.2	994.8
Uzungöl	171.9	77,1	80.0	98.7	105.8	101.1	67.5	71.1	69.1	101.0	98.9	79.5	1.121.7
Of	179.5	105.1	76.0	51.6	64.2	77.4	108.8	103.2	114.0	190.6	180.8	116.9	1007.4
Köknar	43.0	48.8	48.1	79.6	102.4	107.6	65.7	64.3	76.7	110.7	82.9	51.8	881.5

Tablo 4.8'den görüldüğü gibi Çaykara meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük yağış Ağustos ayında (68.3 mm) ve en yüksek yağış Ekim ayında (106.8 mm) olarak gözlenmiş, yıllık toplam yağış 994.8 mm olmuştur.

Uzungöl meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük yağış Temmuz ayında (67.5 mm) ve en yüksek yağış Ocak ayında (171.9 mm) olarak gözlenmiş, yıllık toplam yağış 1121.7 mm olmuştur.

Of meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük yağış Nisan ayında (51.6 mm) ve en yüksek yağış Ekim ayında (190.6 mm) olarak gözlenmiş, yıllık toplam yağış 1007.4 mm olmuştur.

Köknar meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük yağış Ocak ayında (43 mm) ve en yüksek yağış Ekim ayında (110.7 mm) olarak gözlenmiş, yıllık toplam yağış 881.5 mm olmuştur.

Sıcaklık

Solaklı Deresi Havzası'nda yükseltinin artması ve karasal iklim etkisi ile sıcaklık azalmaktadır. Havzaya ait en yakın sıcaklık gözlemi yapan meteoroloji istasyonları Uzungöl, Of, Çaykara, ve Trabzon meteoroloji gözlem istasyonlarıdır. Bu istasyonlara ait aylık ortalama sıcaklıklar Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9: Aylık ort. sıcaklık (°C) değerleri

İstasyon	Ocak	Şub.	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ort.
Uzungöl.	0.42	0.02	2.70	8.07	11.44	13.89	16.24	16.48	13.70	10.45	5.68	1.94	10.06
Of	0.5	0.4	2.9	9.1	12.5	15.3	17.8	18.2	15.2	11.8	6.1	2.4	9.35
Çaykara	3.7	3.5	7.4	12.9	14.8	18.2	19.5	20.1	17.6	15.2	9.7	6.2	12.4
Trabzon	7.6	7.2	8.6	12.4	16.3	20.9	23.9	24.0	20.7	16.7	12.7	9.5	15.0

Tablo 4.9'dan görüldüğü gibi Uzungöl meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük sıcaklık Şubat ayında (0.02 ^{o}C) ve en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (16.48 ^{o}C) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama sıcaklık 10.06 ^{o}C olmuştur.

Of meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük sıcaklık Ocak ayında (0.5 ^{o}C) ve en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (18.2 ^{o}C) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama sıcaklık 9.35 ^{o}C olmuştur.

Of meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük sıcaklık Ocak ayında (3.7 ^{o}C) ve en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (20.1 ^{o}C) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama sıcaklık 12 ^{o}C olmuştur.

Trabzon meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük sıcaklık Şubat ayında (7.2 ^{o}C) ve en yüksek sıcaklık Ağustos ayında (24 ^{o}C) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama sıcaklık 15 ^{o}C olmuştur.

Nem

Solaklı Havzası üzerinde bulunan Of, Çaykara ve Uzungöl gözlem istasyonlarının aylık ortalama nem değerleri Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10: Aylık ort. nisbi nem (%) değerleri

İstasyon	Ocak	Şub.	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Ort.
Of	67.3	72.2	69.8	74.5	79.0	72.3	74.0	74.4	74.3	74.0	70.1	65.9	72.3
Çaykara	72.8	72.1	69.4	67.4	73.3	77.7	83.0	82.2	80.8	76.3	71.2	70.7	74.7
Uzungöl	75.1	75.2	74.2	70.3	74.8	81.2	84.7	86.1	80.2	75.8	74.1	75.9	77.3

Tablo 4.10'dan görüldüğü gibi Of meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük nem değeri Ocak ayında (% 67.3) ve en yüksek nem değeri Mayıs ayında (% 79) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama nem (% 72.3) olmuştur.

Çaykara meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük nem değeri Nisan ayında (% 67.3) ve en yüksek nem değeri Temmuz ayında (% 83) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama nem (% 74.7) olmuştur.

Uzungöl meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük nem değeri Nisan ayında (% 70.3) ve en yüksek nem değeri Temmuz ayında (% 86.1) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama nem (% 77.3) olmuştur.

Buharlaşma

Solaklı Havzası sınırları içerisinde buharlaşma gözlemi yapan ölçüm istasyonu yoktur. Bunda en büyük etken bölgenin oldukça fazla yağış almasıdır. En yakın buharlaşma gözlemi yapan Trabzon meteoroloji istasyonunun buharlaşma değerleri Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11: Aylık toplam buharlaşma değerleri (mm)

İstasyon	Ocak	Şub.	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Top.
Trabzon	1.2	1.5	1.7	2.1	2.6	3.5	3.7	3.5	2.7	1.9	1.5	1.4	27.3

Tablo 4.11'den görüldüğü gibi Trabzon meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük buharlaşma değeri Ocak ayında (1.2 mm) ve en yüksek buharlaşma değeri Temmuz ayında (3.7 mm) olarak gözlenmiş, yıllık toplam buharlaşma 27.3 mm olmuştur.

Basınç

Solaklı Havzasının içinde basınç ölçümü yapan gözlem istasyonu yoktur. En yakın basınç gözlem istasyonu olarak Trabzon gözlem istasyonu alınmıştır. Trabzon gözlem istasyonun aylık ortalama basınç değerleri Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12: Aylık toplam basınç değerleri (mb)

YIL	Ocak	Şub.	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kas.	Aralık	Top.
Trabzon.	1,015	1,015	1,013	1,011	1,011	1,010	1,008	1,009	1,012	1,015	1,016	1,016	12151

Tablo 4.12'den görüldüğü gibi Trabzon meteorolojik gözlem istasyonunda en düşük aylık toplam basınç değeri Temmuz ayında (1007.9 mb) ve en yüksek aylık toplam basınç değeri Kasım ayında (1015.8 mb) olarak gözlenmiş, yıllık ortalama basınç 12151 mb olmuştur.

Akım

Akım, kaynağını Solaklı Deresi ve kollarından almaktadır. Solaklı deresi, Balkodu Deresi ile Haldizen deresinin birleşmesinden oluşur. Haldizen deresi 3376 m yükseklikteki Demirkapı Tepesi'nden doğar. Akışını önce kuzeybatı yönünde sürdürürek Uzungöl'e ulaşır. Uzungöl'den sonra soldan Balkodu dereyi aldıktan sonra Solaklı Deresi adını alır ve yönünü kuzeye dönerek akışını sürdürür. Daha sonra ise Çaykara ilçesine ulaşır. Buradan sonra akışını kuzey yönünde sürdürerek Of ilçesinden Karadeniz'e dökülür.

Solaklı Havzası sınırları içerisinde kalan akım gözlem istasyonları ve bu istasyonlara ait karakteristik bilgiler Tablo 4.13' te verilmiştir.

Tablo 4.13: Akım gözlem istasyonları

İstasyon No	Akarsuyun Adı	İst. Adı	İşleten Kuruluş	Kot (m)	Yağış Alanı (km^2)	Açıldığı Yıl	İstasyonun Durumu	Değerlendiği Yıllar
22-07	Haldizen S.	Serah	DSİ	1114	153,5	1965	Açık	32
22-27	Ögene D.	Yukarı Sinekli	DSİ	800	240.0	1968	Kapalı	0
22-43	Solaklı D.	Dernek Pazarı	DSI	200	545.9	1976	Kapalı	0
22-47	Holo D.	Holo Değ.	DSİ	225	43.9	1978	Kapalı	0
22-48	Uzun G.	GGİ	DSI	1120	120.1	1978	Kapalı	0
22-51	Solaklı D.	Çambaşı	DSİ	450	469.4	1977	Kapalı	2
22-52	Solaklı D.	Ulucami	DSI	275	576.8	1978	Açık	24
22-53	Süremen D.	Ortaköy	DSİ	150	180.5	1978	Kapalı	13
22-57	Öğene D.	Alçak Köp.	DSİ	650	241.0	1978	Açık	17
22-75	Haldizen S.	Taşkıran	DSI	550	219.1	1981	Kapalı	0
2203	Of Deresi	Dernek Pazarı	EİE	360	567.2	1942	Kapalı	7

Bu istasyonlardan açık olan Haldizen Şerah, Ögene Alçakköprü ve Ulucami akım gözlem istasyonlarında gözlenen değerler sırasıyla Tablo 4.14, Tablo 4.15 ve Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.14: Haldizen akım gözlem değerleri (m^3/s)

Haldizen	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ort.
Ort.	2.63	2.64	2.00	1.50	1.53	2.63	7.87	13.76	12.54	6.58	3.11	1.98	4.90
Max	8.79	8.60	5.19	2.95	2.81	8.65	23.30	47.50	35.50	17.80	6.34	3.59	14.25
Min	0.82	0.93	0.90	0.70	0.36	1.11	3.23	6.21	6.44	2.19	1.34	0.96	2.10

Tablo 4.14'ten görüldüğü gibi en yüksek akım değeri Mayıs ayında (47.50 m^3/s), en düşük akım değeri Şubat ayında (0.36 m^3/s) olarak bulunmuştur. Ortalama olarak en yüksek akım değeri ise (13.76 m^3/s) olarak Mayıs ayında ölçülmüştür.

Tablo 4.15: Ögene akım gözlem değerleri (m^3/s)

Ögene	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ort.
Ort.	2.86	4.56	3.10	1.98	2.01	4.32	14.24	18.61	10.92	4.41	2.46	2.04	5.96
Max	9.77	16.00	7.31	3.65	4.07	14.00	38.50	48.20	25.90	9.60	5.68	4.50	15.60
Min	0.75	0.67	0.47	0.44	0.56	1.75	5.81	11.06	5.86	1.10	1.17	0.62	2.52

Tablo 4.15'ten görüldüğü gibi en yüksek akım değeri Mayıs ayında (48.20 m^3/s), en düşük akım değeri Ocak ayında (0.44 m^3/s) olarak bulunmuştur. Ortalama olarak en yüksek akım değeri ise (18.61 m^3/s) olarak Mayıs ayında ölçülmüştür.

Tablo 4.16: Ulucami akım gözlem değerleri (m^3/s)

Ulucami	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ort.
Ort.	8.80	10.86	7.62	5.56	5.66	9.99	27.55	37.70	28.28	14.45	9.18	7.19	14.40
Max	17.24	23.00	11.69	8.42	7.57	20.90	52.20	51.79	71.53	37.74	34.76	16.33	29.43
Min	1.64	2.65	1.71	1.62	1.25	5.23	7.21	23.65	15.82	3.75	1.29	1.05	5.57

Tablo 4.16'dan görüldüğü gibi en yüksek akım değeri Haziran ayında (71.53 m^3/s), en düşük akım değeri Eylül ayında (1.05 m^3/s) olarak bulunmuştur. Ortalama olarak en yüksek akım değeri ise (37.70 m^3/s) olarak Mayıs ayında ölçülmüştür.

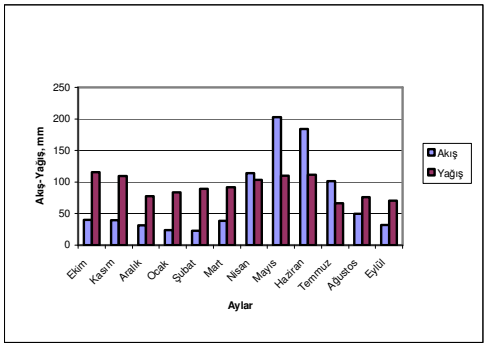
5. AKIM TAHMİNLERİ VE GÜÇ HESAPLAMALARI

5.1 Veri Ön Analizi

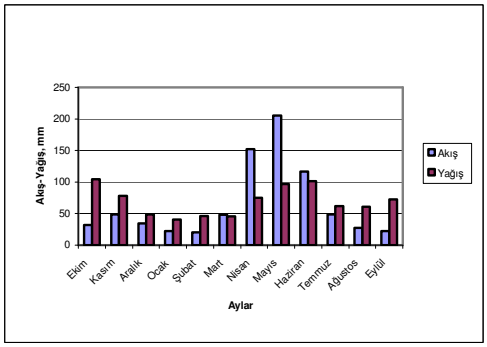
Çalışma alanında bulunan Uzungöl yağış istasyonu ile aynı yerdeki Haldizen Suyu akış verileri incelenmiştir. Ölçülen değerlerin ölçüm süresince ortalamaları alınmış ve Uzungöl yağış değerleri ile Haldizen akış değerleri Şekil 5.1'de verilmiştir. Benzer şekilde diğer ana kol üzerindeki Köknar yağış değerleri ile Ögene Alçak Köprü akış değerleri Şekil 5.2'de verilmiştir. Ayrıca, Çaykara yağış değerleri ile Ulucami akış değerleri Şekil 5.3'te verilmiştir. Şekil 5.1-5.3'ten görüldüğü üzere kış aylarında akış yağıştan daha az iken, yaz aylarında akış yağıştan daha fazla olmaktadır. Bu üç bölgeye ait her ayın akış katsayıları akış yüksekliği yağış yüksekliğine oranlanarak hesaplanmış ve Tablo 5.1'de gösterilmiştir. Bölgedeki aylık akış katsayıları 0.25-2.31 arasında değişmektedir. Bu durum bölgedeki kar erimesinin akışta ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

Haldizen Suyu ile Köknar Deresi'nden gelen iki kolun birleşmesi ile oluşan Solaklı Deresi'nin Ulucami İstasyonu'nda ölçülen akım değerleri Şekil 5.4'te gösterilmiştir. Her üç istasyona ait verilerden anlaşıldığı üzere bölgede yağışlar aylara göre önemli derecede değişmezken, akışların Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında yükseldiği görülmüştür.

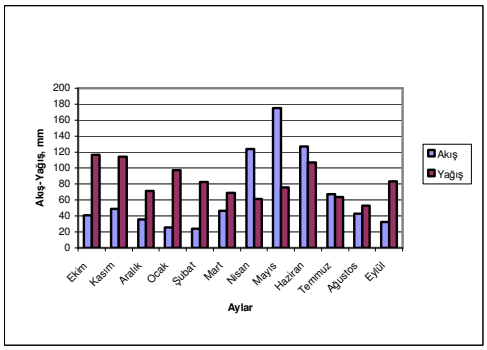
Birim alandan gelen debiler Şekil 5.5'te debilerin süreklilik eğrileri Şekil 5.6'da gösterilmiştir. Her üç istasyondaki birim alan debileri birbirlerine yakın olmaktadır. Özellikle düşük akımlar birbirlerine çok yakın çıkmıştır. Şekil 5.6'dan görüldüğü gibi $Q_{90=}$ 0.01 $m^3/s/km^2$ mertebesindedir.



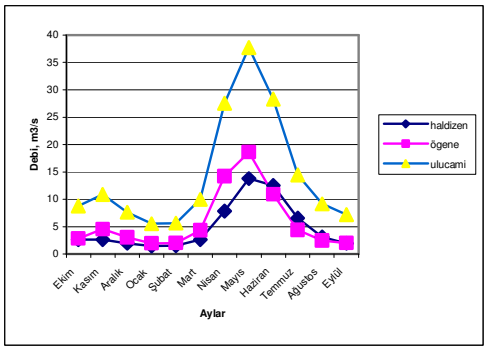
Şekil 5.1: Uzungöl YGİ-Haldizen AGİ aylık ortalama verileri



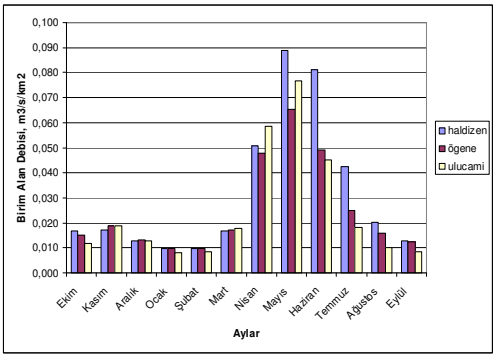
Şekil 5.2: Köknar YGİ-Ögene A. Köp.AGİ aylık ortalama verileri



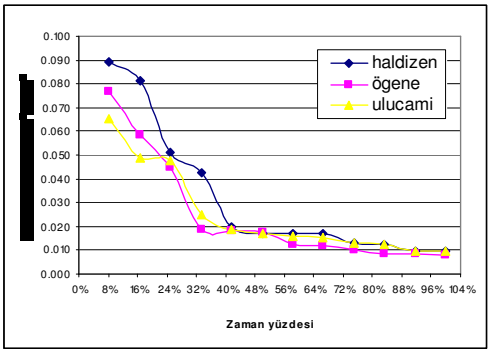
Şekil 5.3: Çaykara YGİ- Ulucami AGİ aylık ortalama verileri



Şekil 5.4: Ortalama akış debileri



Şekil 5.5: Birim alan debileri



Şekil 5.6: Birim alan debi süreklilik eğrileri

Tablo 5.1: Solaklı Vadisi akış katsayıları

	Ekim	Kas.	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağus.	Eylül
Uzungöl-Haldizen	0,34	0,36	0,40	0,29	0,25	0,42	1,11	1,85	1,65	1,52	0,66	0,45
ÖgeneA.K.-Köknar	0,30	0,62	0,70	0,54	0,44	1,05	2,03	2,13	1,15	0,79	0,45	0,30
Ulucami-Çaykara	0,35	0,43	0,50	0,27	0,29	0,67	2,03	2,31	1,19	1,05	0,80	0,39

5.2 Yağış-Yükseklik, Sıcaklık-Yükseklik Eğrileri

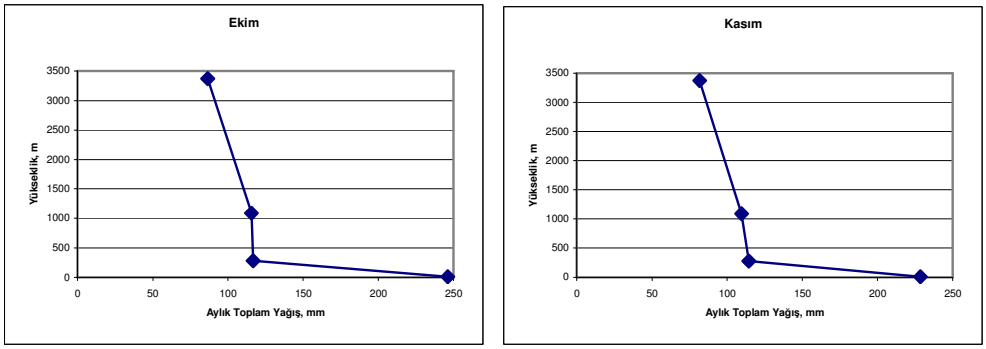
5.2.1- Yağış-Yükseklik Eğrileri

Çalışma için Solaklı Vadisi'nde bulunan Of, Çaykara ve Uzungöl meteoroloji istasyonlarından elde edilen aylık toplam yağış yükseklikleri kullanılmıştır. Aynı havzada bulunan Demirkapı Tepesi'nin yıllık toplam yağış yükseklikleri 1/2.000.000'luk Doğu Karadeniz Haritası'nda eş yağış eğrilerinden faydalanılarak elde edilmiştir. Bu haritada 3370 m kotunda okunan yıllık toplam yağış yüksekliği değeri 700 mm'dir. Bu değerin aylara dağılımını hesaplamak için Of, Çaykara ve Uzungöl meteoroloji istasyonlarından elde edilen aylık toplam yağış yükseklikleri kullanılarak Solaklı Havzası için her aya ait ortalama yağış yükseklikleri bulunmuş ve bu değerlere karşı gelen aylık oranlar belirlenmiştir. Bu oranlarla Demirkapı Tepesi'nin aylık toplam yağış değerlerine geçilmiştir (Tablo 5.2).

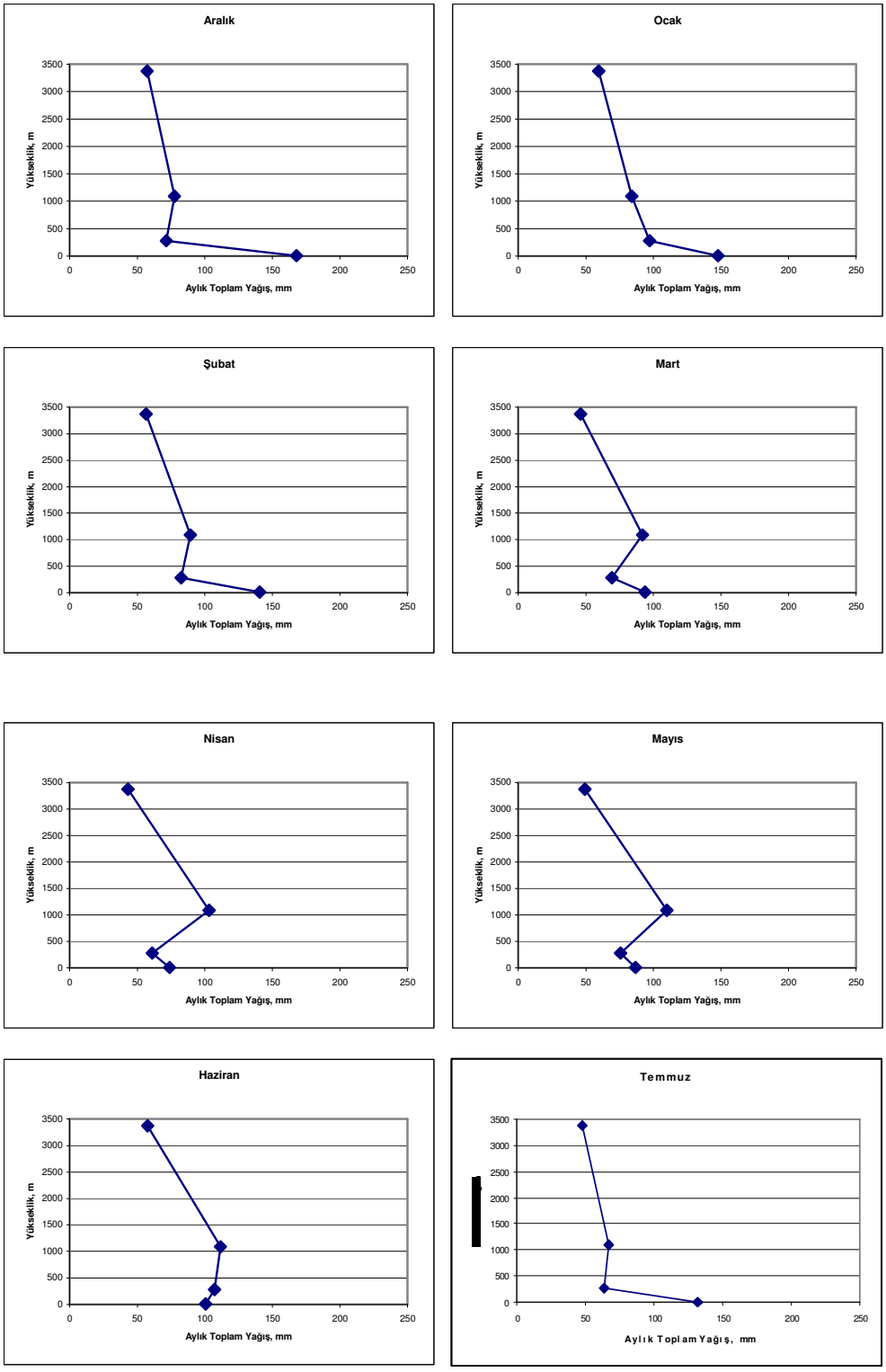
Böylece hesaplanan aylık toplam yağışların yükseklikle değişimi Şekil 5.7'de verilmiştir. Görüldüğü gibi yağış yüksekliği, kış aylarında yüksekliğin artmasıyla azalmakta; yaz aylarında ise 1000–1500 m yüksekliklerinde artmaktadır.

Tablo 5.2: Demirkapı aylık yağış değerlerinin elde edilmesi

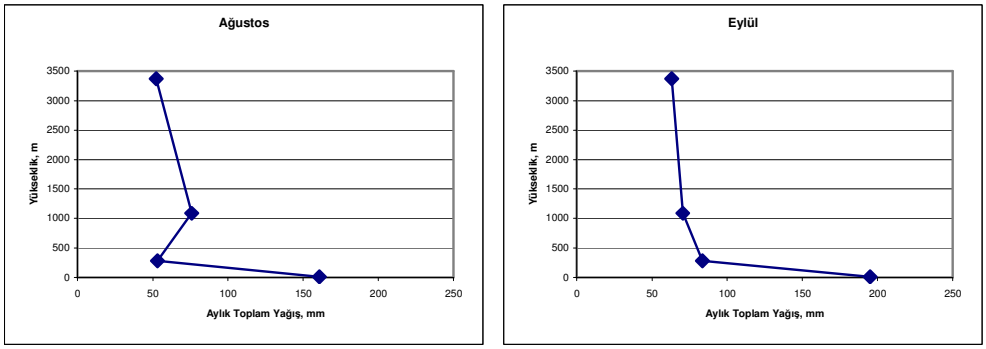
Yer Adı ve Yük.	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazir.	Tem.	Ağus.	Eylül	Top.
Of-10 m	246	229	168	148	141	94	74	87	101	131	161	195	1773
Çaykara-280 m	117	114	71	97	82	69	61	76	107	64	53	84	996
Uzungöl-1090 m	116	110	77	84	89	92	103	110	112	67	76	71	1105
Ortalama	159	151	106	110	104	85	79	91	106	87	97	116	1291
Oran	0.12	0.12	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.09	1
Demirkapı-3300 m	86	82	57	59	56	46	43	49	58	47	52	63	700



Şekil 5.7: Aylık toplam yağışların yükseklikle değişimi



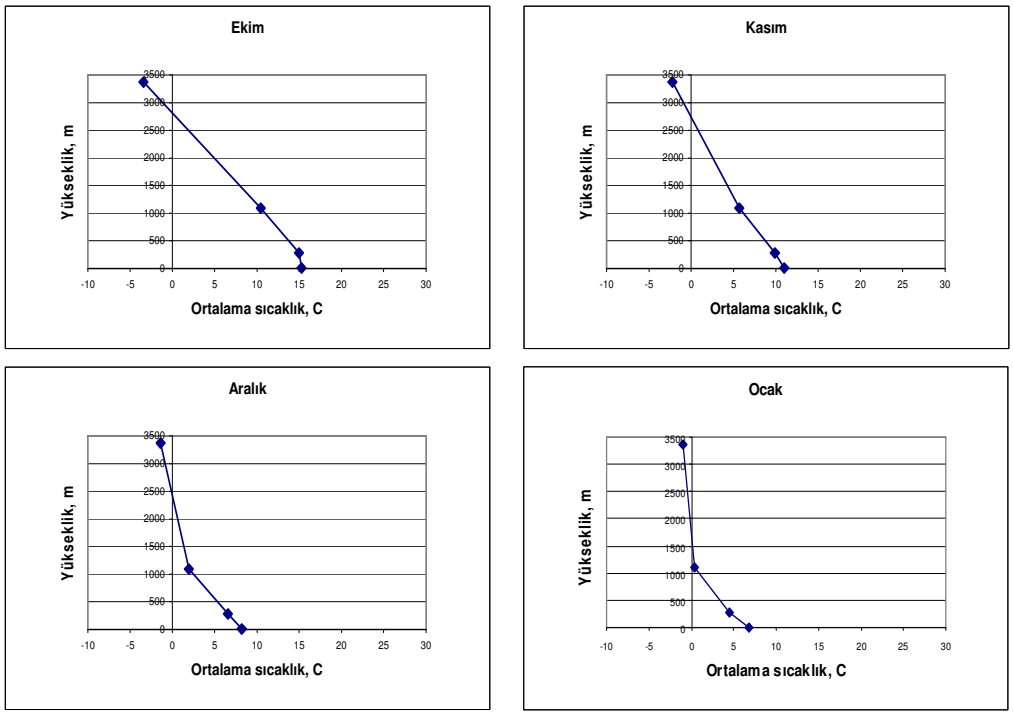
Şekil 5.7: Aylık toplam yağışların yükseklikle değişimi



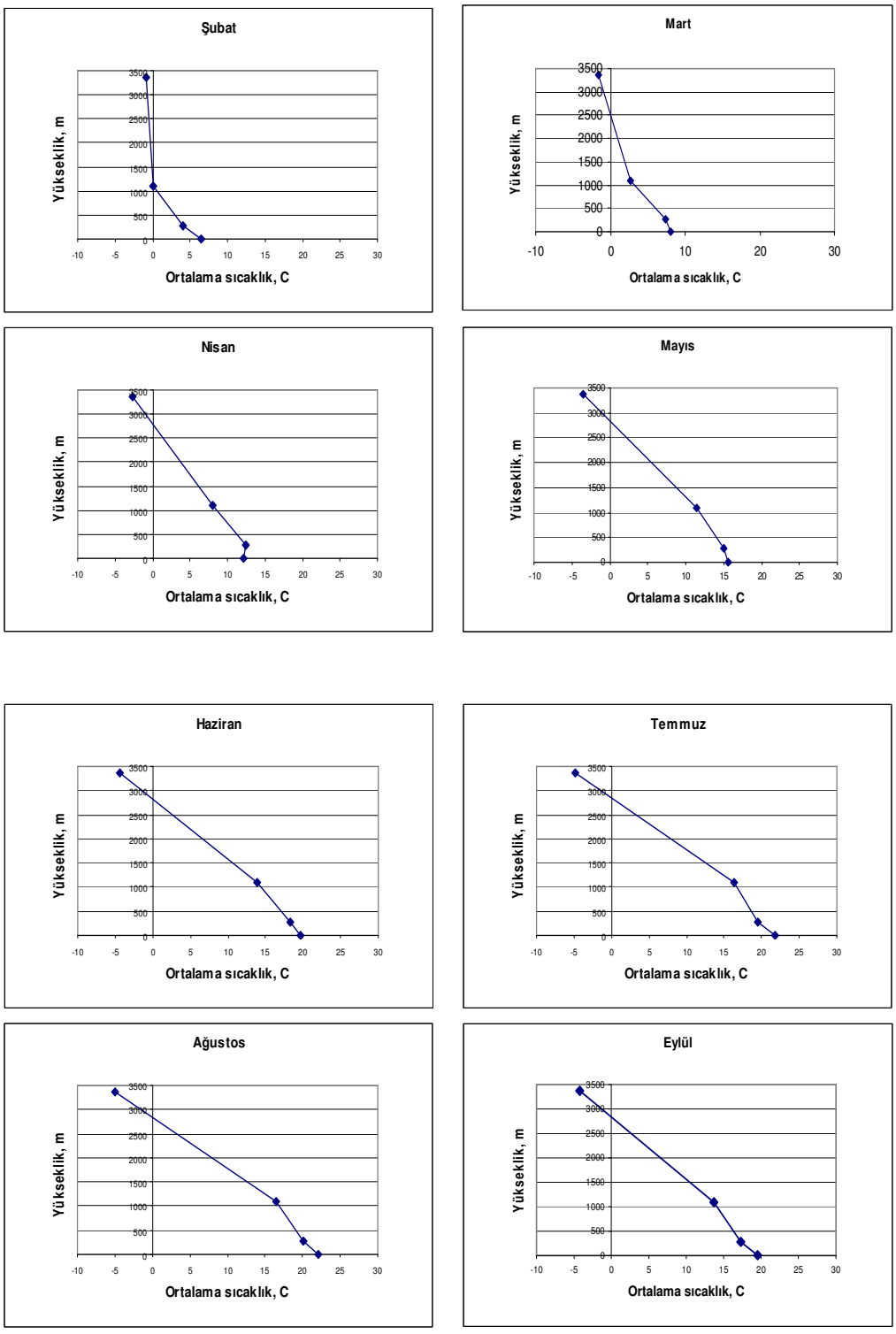
Şekil 5.7 (Devamı): Aylık toplam yağışların yükseklikle değişimi

5.2.2- Sıcaklık-Yükseklik Eğrileri

Çalışma için Solaklı Vadisi'nde bulunan Of, Çaykara ve Uzungöl meteoroloji istasyonlarından elde edilen aylık sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bu değerler kullanılarak aylık ortalama sıcaklıkların yükseklik ile değişimi incelenmiş ve bu değişimler grafikler halinde hazırlanmıştır. Şekil 5.8'de aylık ortalama sıcaklıkların yükseklikle değişimi verilmiştir. Bu şekillerden görüldüğü üzere sıcaklık bütün aylarda yükseklikle orantılı olarak azalmaktadır. Bu azalış her 100 m' de 0,5 ºC olarak tahmin edilmektedir.



Şekil 5.8: Aylık ortalama sıcaklıkların yükseklikle değişimi



Şekil 5.8 (Devamı): Aylık ortalama sıcaklıkların yükseklikle değişimi

5.3 Kullanılan Yöntem ve Uygulamalar

Hidroelektrik potansiyeli belirlemede net düşüm yüksekliğinden başka debiye de ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle akım ölçümü bulunmayan ya da yetersiz olan bölgelerde debiyi bulabilmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerde debiyi belirlemek için çeşitli değişkenlerden faydalanılmaktadır. Bu değişkenlerin başında yağış, yükseklik ve sıcaklık gelmektedir. Yapılan çalışmada ise yükseklikle yağış ve sıcaklığın değişimi incelenmiştir. Debi tahmininde ise sadece yağış yükseklik değişimleri baz alınmış ve aşağıda anlatılan yöntemler kullanılmıştır.

5.3.1 Birim Alana Düşen Debi

Bu yöntemde havza çıkışında gözlenen akış debisi toplam havza alanına bölünerek birim alana düşen debi hesaplanmış, bu debi değeri alt havza alanı ile çarpılarak alt havza çıkışındaki akış debisi bulunmuştur. Haldizen Akım Gözlem İstasyonu'nda ölçülen ortalama akış değeri 4.3 m^3/s, istasyona su toplayan havza alanı 153.6 km^2'dir. Dolayısıyla birim alana (1 km^2) düşen debi 0.028 m^3/s'dir. Bu şekilde Solaklı Vadisinde farklı noktalarda hesaplanan ortalama debiler Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3: Birim alan debileri ile hesaplanan ortalama debiler

Yer Adı ve Yüksekliği	**Havza alanı (km^2)**	**Ortalama Akış (m^3/s)**
Yayla Köprüsü-2070 m	24.49	0.68
Aşağı Mahalle-1800 m	48.39	1.35
İpsil Der. Kav.-1700 m	62.66	1.74
Multat Deresi-1400 m	98.20	2.73
Baca Deresi-1200 m	153.60	4.30

5.3.2 Yağış Yüksekliği ve Arazi Yüksekliği Eğrileri

Solaklı Vadisi'nin yüksekliği yer yer 3000 m'yi aşmaktadır. Bu tür dağlık bölgelerin hidrolojik davranışının yüksekliğin bir fonksiyonu olduğu bilinmektedir (Micovic ve Quick, 1999). Akımın hesaplanmasında en önemli değişkenin yağış olduğu göz önüne alınırsa yağış ile yükseklik arasındaki ilişkinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu yöntemde yağış miktarı ve arazi yüksekliği arasındaki ilişki her bir ay için grafikler yardımıyla ortaya çıkarılmış, ara yükseklik değerleri için toplam yağışlar elde

edilmiştir. Örnek teşkil etmesi açısından Solaklı Havzasının Ağustos ayına ait yağış miktarı-arazi yüksekliği diyagramından faydalanarak farklı yükseklikledeki yağış miktarları bulunmuş ve Tablo 5.4'te gösterilmiştir. Böylece her aya ait diyagramlardan (Şekil 5.7) faydalanarak havza içinde herhangi bir noktada yağış yüksekliği elde edilebilir (Tablo 5.5).

Tablo 5.4: Yağış-Arazi yüksekliği grafiğinden elde edilen Ağustos ayı yağış değerleri

Yer Adı ve Yüksekliği	**Yağış Yüksekliği (mm)**
Demirkapı Tepesi-3370 m	52
Yayla Köprüsü-2070 m	66
Aşağı Mahalle-1800 m	69
İpsil Deresi Kavşağı-1700 m	70
Multat Deresi-1400 m	73
Baca Deresi-1200 m	75
Uzungöl-1090 m	76

Farklı noktalarda bulunan aylık yağış değerlerine karşı gelen akış değerlerine ulaşmak için Solaklı Havzası aylık akış katsayıları kullanılmıştır (Tablo 5.1). Bu değerler aynı yerde bulunan Haldizen Akım Gözlem İstasyonu'nda gözlenen akış değerleri ile Uzungöl Yağış Gözlem İstasyonu'nda gözlenen yağış değerlerinden hesaplanmıştır. Aylık yağış değerlerinin Tablo 5.1'deki akış katsayıları ile çarpılması sonucu aylık ortalama akışlara geçilmiştir (Tablo 5.5).

Tablo 5. 5: Yağış -Arazi yüksekliği eğrileri esas alınarak bulunan akış değerleri

Yağış değerleri (mm)													
Yer Adı	**Ek.**	**Kas.**	**Ara.**	**Oca.**	**Şub.**	**Mar.**	**Nisan**	**Mayıs**	**Hazir**	**Tem.**	**Ağus.**	**Eyl.**	**Top.**
Yayla Köprüsü	103	98	69	73	75	72	77	84	88	58	66	67	931
Aşağı Mahalle	106	101	71	76	79	78	84	91	95	61	69	68	979
İpsil Deresi Kavşağı	108	102	72	77	81	80	87	94	97	61	70	69	997
Multat Deresi	112	106	75	81	85	86	95	102	104	64	73	70	1050
Baca Deresi	114	108	76	83	88	90	100	107	109	66	75	70	1086
Akış değerleri (mm)													
Yayla Köprüsü	36	35	28	21	19	30	86	155	146	89	43	30	716
Aşağı Mahalle	37	36	28	22	20	32	93	168	156	92	45	30	761
İpsil Deresi Kavşağı	37	36	29	22	20	33	96	173	160	94	46	31	778
Multat Deresi	36	35	28	21	19	30	86	155	146	89	43	30	716
Baca Deresi	37	36	28	22	20	32	93	168	156	92	45	30	761

5.3.3 Etkili Alanda Havza Ortalaması

Havzalarda farklı noktalardaki yağış yüksekliklerini belirleme yöntemlerinden birisi de etkin havza ortalamasının alınmasıdır. Etkin havza yönteminde yağış değeri havzanın ortalaması olarak alınır. Bir noktadaki yağış değeri en yüksek kotta haritalardan belirlenen değer ile o noktada ölçülen değerlerin ortalaması olarak hesaplanır. Bu şekilde yağış yüksekliği ve arazi yüksekliği eğrileri kullanılarak farklı noktalarda bulunan yağış değerleri (Tablo 5.5) ile Demirkapı için haritalardan belirlenen yağış değerlerinin (Tablo 5.2) ortalaması alınarak havzaların yağış ortalamaları bulunmuştur. Daha sonra aynı şekilde bulunan bu değerler Tablo 5.1'deki akış katsayıları ile çarpılarak aylık ortalama akışlar hesaplanmıştır (Tablo 5.6).

Tablo 5.6: Etkili alanda havza ortalaması esas alınarak bulunan akış değerleri

Havza yağış ortalamalarından elde edilen yağış değerleri (mm)													
	Ek.	**Kas.**	**Ara.**	**Oca.**	**Şub.**	**Mar.**	**Nisan**	**Mayıs**	**Hazir**	**Tem.**	**Ağus.**	**Eyl.**	**Top.**
Yayla Köprüsü	95	90	63	66	66	59	60	67	73	53	59	65	568
Aşağı Mahalle	96	91	64	68	68	62	64	70	76	54	60	66	588
İpsil Deresi Kavşağı	97	92	65	68	68	63	65	71	77	54	61	66	595
Multat Deresi	99	94	66	70	71	66	69	75	81	56	63	66	616
Baca Deresi	95	90	63	66	66	59	60	67	73	53	59	65	568
Akış değerleri (mm)													
Yayla Köprüsü	37	37	30	22	20	33	91	159	157	93	47	32	759
Aşağı Mahalle	38	38	30	23	21	35	96	168	163	95	48	32	787
İpsil Deresi Kavşağı	38	38	30	23	21	35	98	171	166	96	49	32	798
Multat Deresi	39	39	31	24	22	37	104	180	174	98	50	33	830
Baca Deresi	40	39	31	24	22	38	112	200	181	101	49	31	868

5.3.4 Ortalama Havza Yüksekliği

Bu yöntemde herhangi bir noktadaki arazi yüksekliği havza ortalaması şeklinde alınmıştır. Ortalama havza yüksekliği bulunurken,

$$Hort = (H_o - H_p)/(\log H_o - \log H_p) \quad \textbf{(5.1)}$$

olarak tanımlanan havza yüksekliği kullanılmıştır (Erkek ve Ağıralioğlu, 2006). Burada, H_o: Havzanın en yüksek kotu, $H_{p:}$ Havzanın çıkış noktasındaki kotudur.

Daha sonra Yağış Yüksekliği-Arazi Yüksekliği diyagramlarından faydalanılarak herhangi bir yükseklikteki aylık yağış değerleri hesaplanmıştır. Aynı şekilde bu değerler aylık akış katsayıları ile çarpılmış ve aylık ortalama akış debilerine geçilmiştir. Bu yöntemin sonuçları Tablo 5.7'de verilmiştir.

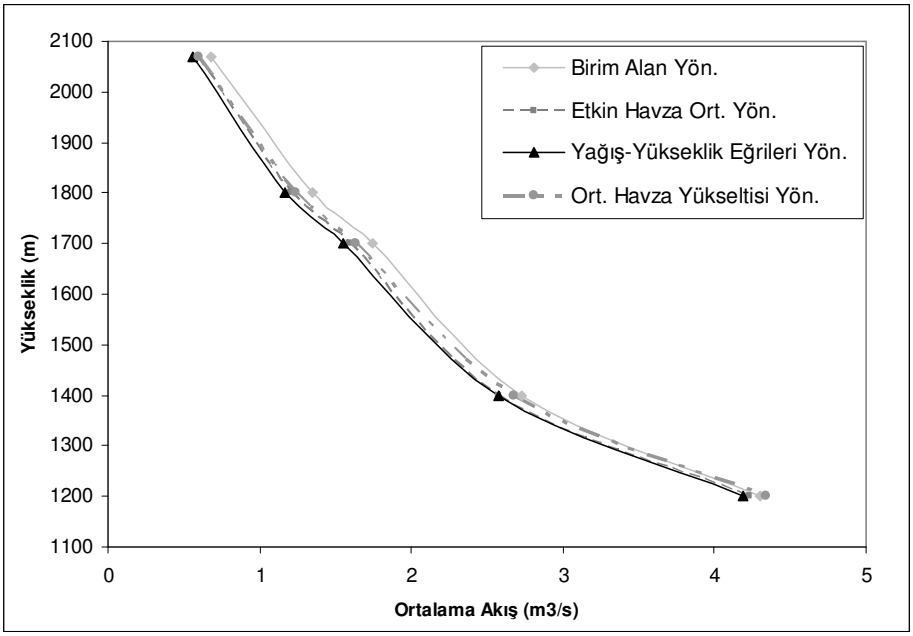
Yukarıda anlatılan dört yöntemin sonuçları Tablo 5.8'da özetlenmiştir. Elde edilen sonuçların birbirlerine ve Haldizen Akım Gözlem İstasyonu'nda gözlenmiş akış değerlerine yakın olması (Şekil 5.9) yöntemlerin doğruluk oranının yüksek olduğunu göstermektedir. Yağış-yükseklik eğrileri yöntemi en küçük akış değerini, birim alan yöntemi ise en büyük akış değerini vermiştir.

Tablo 5.7: Ortalama havza yükseltisi esas alınarak bulunan ortalama akış değerleri

Yağış değerleri (mm)													
Yer ve Ort. Hav. Yük.	**Ek.**	**Kas.**	**Ara.**	**Oca.**	**Şub.**	**Mar.**	**Nis.**	**Mayıs**	**Haz.**	**Tem.**	**Ağus.**	**Eyl.**	**Top.**
Yayla Köprüsü-2665 m	95	90	63	67	67	60	62	68	74	53	60	65	825
Aşağı Mahalle -2501 m	98	92	65	69	69	64	66	72	78	55	61	66	854
İpsil Deresi Kav.-2438 m	98	93	65	69	70	65	68	74	80	55	62	66	866
Multat Deresi-2241 m	101	96	67	72	73	69	73	79	84	57	64	67	901
Baca Deresi-2100 m	103	97	68	73	75	72	77	83	88	58	65	67	926
Akış Değerleri (mm)													
Yayla Köprüsü-2665 m	38	38	30	23	21	34	93	163	159	94	48	32	770
Aşağı Mahalle -2501 m	38	38	30	23	21	36	99	173	168	96	49	32	805
İpsil Deresi Kav.-2438 m	39	39	31	23	22	36	102	177	171	97	49	32	818
Multat Deresi-2241 m	40	40	31	24	22	39	110	190	181	100	51	33	860
Baca Deresi-2100 m	40	40	32	25	23	40	115	199	188	102	52	33	890

Tablo 5.8: Ortalama akış debileri karşılaştırması

Yer Adı ve Yüksekliği	**Havza Alanı km²**	**Birim Alan Yöntemi**	**Yağış-Yükseklik Eğrileri Yöntemi**		**Etkin Havza Ortalaması Yöntemi**		**Ortalama Havza Yükseltisi Yöntemi**	
		Ort.Akış (m³/s)	**Akış Yük. (mm)**	**Ort.Akış (m³/s)**	**Akış Yük. (mm)**	**Ort.Akış (m³/s)**	**Akış Yük. (mm)**	**Ort.Akış (m³/s)**
Yayla Köprüsü-2070	24.49	0.68	716.24	0.56	758.69	0.59	770.28	0.6
Aşağı Mahalle-1800	48.39	1.35	761.05	1.17	787.39	1.21	805.07	1.24
İpsil Der. Kav.-1700	62.66	1.74	777.64	1.55	798.02	1.59	818.45	1.63
Multat Deresi-1400	98.2	2.73	827.42	2.58	829.9	2.58	860.49	2.68
Baca Deresi-1200	153.6	4.3	860.61	4.19	867.95	4.23	890.46	4.34



Şekil 5.9: Farklı yöntemlerle elde edilen ort. akış debilerinin yükseklikle değişimi

5.3.5 Hidroelektrik Potansiyelin Belirlenmesi

Santralarda güç bağıntısı $N = 8QH_n$ (Denklem 3.7) şeklinde elde edilmişti.

Solaklı Vadisinde yapılan teknik potansiyel belirleme çalışmalarında en az 100 kW değerinde potansiyel güç elde edilmek istenmiştir. Küçük hidroelektrik santrallarda membada en az 15 km^2 havza alanı alınmaktadır. Burada yapılan çalışmalarda bu alan 25 km^2 alınmıştır.

Canlı yaşamının ve nehir yatağının devamı için 0.1 m³/s değerindeki debinin akarsuya devamlı bırakılacağı düşünülmüştür. Bu debinin çıkarılmasıyla elde edilen akış debileri hidroelektrik potansiyel belirlemede kullanılmıştır. Buna göre tahmini santral yerleri belirlenmiştir. Tablo 5.9'da karakteristikleri verilen yerler için dört yöntem ile hidroelektrik potansiyel belirlenmiş, bulunan sonuçlar karşılaştırılmıştır (Tablo 5.10).

Tablo 5.9: Su kuvveti tesisi muhtemel yerleri ve özellikleri

Dere Adı	**Semt Adı**	**Bağlama kotu (m)**	**Santral kotu (m)**	**Max. kot (Ho) (m)**	**Çıkış kotu (Hp) (m)**	**Ort. hvz kotu (m)**	**Havza alanı (km^2)**	**Düşüm kotu (m)**
Demirkapı Köyü	Demirkapı Köyü	Yayla Köprüsü (2070)	Aşağı mahalle (1800)	3370	2070	2665.6	24.49	270
Haldizen	İpsil Deresi	Aşağı Mahalle (1800)	İpsil Deresi Kav. (1700)	3370	1800	2501.8	48.39	100
Haldizen Deresi	Haros	İpsil Deresi Kav. (1700)	Multat deresi Kav. (1400)	3370	1700	2438.9	62.66	300
Haldizen Deresi	Multat	Multat Deresi (1400)	Baca Deresi (1200)	3370	1400	2241.1	98.2	200
Haldizen Deresi	Multat Deresi	Baca Deresi (1200)	Gölbaşı (1090)	3370	1200	2100.1	153.6	110

Tablo 5.10: Bulunan akış debilerinden hesaplanan hidroelektrik güçlerin (kW) karşılaştırılması

Bağlama yeri / Kotu	**Santral yeri / kotu**	**Birim Alan Yöntemi**	**Yağış-Yükseklik Eğrileri Yöntemi**	**Etkin Havza Ort. Yöntemi**	**Ort. Havza Yük. Yöntemi**
Yayla Köprüsü (2070)	Aşağı mahalle (1800)	1253	994	1055	1080
Aşağı Mahalle (1800)	İpsil Deresi Kavşağı (1700)	1000	856	888	912
İpsil Deresi Kav. (1700)	Multat Deresi Kav. (1400)	3936	3816	3576	3672
Multat Deresi (1400)	Baca Deresi (1200)	4208	4128	3968	4128
Baca Deresi (1200)	Gölbaşı (1090)	3696	3722	3634	3731

6. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizde havzaların dağlık kısımları yüksek düşümleri nedeniyle önemli mertebede hidroelektrik potansiyele (HEP) sahiptirler. Zorlu topoğrafya koşulları nedeniyle buralara ulaşmak zor ya da imkansızdır. Bu yüzden havzaların bu kısımlarında yeterli sayıda ölçüm yapılamamış ve dolayısıyla mevcut potansiyelin değerlendirilmesi yoluna gidilememiştir. Oysa su kaynakları, su kalitesi, su temini ve doğal afet çalışmalarında planlamacı, mühendis, yönetici ve kullanıcılar veriye dayalı çalıştıklarından bu gibi havzalarda çalışma zorluğu ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla ölçüm yapılmayan akarsu havzalarında akım tahmini yapılması, araştırmacı ve uygulamacıların zorlandıkları önemli konulardan birisi olmuştur. Tüm bu nedenlerle bugüne kadar ölçüm yapılmayan akarsu havzaları ile genellikle ilgilenilmemiş; bu havzalardaki hidrolojik incelemeler ve HEP belirleme çalışmaları yapılmamıştır. Ancak nüfus artışı ve sanayinin beraberinde getirdiği enerji ihtiyacındaki yüksek artış artık bu havzalara da el atılmasını gerekli kılmıştır.

Bu çalışmada akım ölçümü olmayan veya yetersiz olan akarsu havzalarının teknik hidroelektrik potansiyellerinin pratik olarak belirlenmesi incelenmiştir. Bir akarsu havzasındaki HEP'in belirlenmesi akarsuda belli bir kesitteki akımın (debinin) belirlenmesi ile eşdeğer bir problemdir. Akarsuyun havzasından topladığı debi, HEP belirlemede topoğrafik düşü ile birlikte bilinmesi gereken diğer temel faktördür. Bu yüzden, akarsuyun debisinin hassas bir şekilde belirlenmesi, akarsu üzerinde yapılması düşünülen hidroelektrik santral (HES) birimlerinin planlama çalışmalarında büyük bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada pilot bir havza seçilmiş ve bu havzanın coğrafi konum ile iklim ve su kaynakları ortaya konmuştur. Konu ile ilgili geniş bir literatür araması yapılmıştır ve havzalarda su kaynakları yönetimi bütün dünyada önem kazandığından akım ölçümü olmayan havzalardaki akımın belirlenmesi üzerinde son zamanlarda yoğun çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Bu arada dünyadaki enerji darboğazı dolayısıyla pek çok ülkede özellikle değerlendirilememiş hidroelektrik potansiyelin belirlenme çalışmaları yeniden hız kazanmıştır.

Çalışma için Doğu Karadeniz Bölgesi'nden Solaklı Havzası seçilmiştir. Havzanın 1/25000 lik haritalarından düşü yüksekliği, havza alanı, havza ortalama yüksekliği ve havza sınırları gibi bilgiler üretilmiştir. Sağlanan bu veriler kullanılarak santral belirleme çalışmaları yapılmıştır. Bunlardan başka klasik verilerin tamamlanması ile yağış yükseklik ve sıcaklık yükseklik eğrileri çıkarılmıştır. Bunlara ek olarak havza içindeki istasyonlardan (Uzungöl-Haldizen, Köknar-Ögene A.Köprü, Çaykara-Ulucami) yağış akış grafikleri ve birim alandan geçen debi süreklilik eğrileri hazırlanmıştır. Ayrıca çalışmanın da temelini oluşturacak şekilde, Solaklı Havzasında muhtemel su çevirme ve santral yerleri için **5.3** bölümünde anlatılan dört farklı yöntemle aylık ortalama akış değerleri hesaplanmıştır. Bu akış değerlerinden faydalanarak ve muhtemel santral yerlerinin yükseltileri esas alınarak bu yerlere ait hidroelektrik güç dört farklı yöntemle hesaplanmıştır. Farklı yöntemler kullanılmakla birlikte hesaplanan hidroelektrik potansiyeller uyum içinde bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Bakis, R., Demirbas, A.,2004. Sustainable development of small hydropower plants (SHPs), *Energy Sources*, **26**, 1105-1118.

Balat, M., 2005. Current hydropower potential in Turkey and sustainability of hydropower for Turkey's energy demand, *Energy Exploration & Exploitation*, **23**.

Bayazıt, M., 1999. Hidroloji, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.

Beven, K.J., 2001. In Rainfall-Runoff modelling the Primer. John Wileys & Sons, Ltd.

Boughton, W., **Chiew , F**, 2007. Estimating runoff in ungauged catchments from rainfall, PET and the AWBM model, Environmental Modelling & Software, **22**, 476-487.

Cığızoğlu H.K., 2005. Application of the Generalized Regression Neural Networks to Intermittent Flow forecasting and estimation, *Journal Of Hydraulic Engineering,* **10**, 336-341.

Cummings, N. W., 1935. Evaporation from water surfaces: Status of present knowledge and need for further investigations, Trans., Am. Geophys. Union, **16**, 507–510.

Demirbas, A., 2002. Sustainable developments of hydropower energy in Turkey, *Energy Sources,* **24**, 27-40.

Demirbas A, Sahin-Demirbas A, Demirbas A.H, 2004. Turkey's natural gas, hydropower, and geothermal energy policies, *Energy Sources*, **26**, 237-248.

Engman, E. T., Gurney, R. J., 1991. Remote sensing in hydrology, Chapman and Hall, London.

Erkek, C., Ağıralioğlu, N., 2006. Su Kaynakları Mühendisliği, Beta Basımevi, İstanbul.

Fernando, D.A.K., Jayavordem, A.W., 1998. Runoff forecasting using RBF networks with OLS algorithm, *Journal of Hydraulic Engineering*, **3**, 203-209.

Horton, R. E., 1919. Rainfall interception, Monthly Weather Rev.,**147**, 603–623.

Hsu., K.L., Gupta H.V., Sorooshian S., 1995. Artificial Neural network modelling of the rainfall-runoff process, *Water Resources Research*, **31**, 2517-2530.

Jacquin, A. P., Shamseldin, A. Y., 2006. Development of rainfall-runoff models using Takagi-Sugeno fuzzy inference systems, *Journal of Hydrology*, **1**, 154-173.

Kaygusuz K., 2001. Hydropower and biomass as renewable energy sources in Turkey, *Energy Sources*, **23**, 775-799.

Kaygusuz, K., 1999. Hydropower potential in Turkey, *Energy Sources*, **21**, 581-588.

Keskin, M.E., Taylan, D., Terzi, O., 2006. Adaptive neural-based fuzzy inference system approach for modelling hydrological time series, *Hydrological Sciences Journal-Journal Des Sciences Hydroloqiues*, **51**, 588-598.

Koçak, K.,Bali, A., Bektaşoğlu, B., 2007. Prediction og Monthly Flows by Using Chaotic Approach, *International Congress River Basim Management*, Volume II, DSI, Antalya, Turkey.

Kurk,T., 1999. Small-scale hydropowerin UK, *Journal of the Chartered Instituation of Water and Enviroment Management*, **13**, 207-212.

Micovic, Z., Quick, M C., 1999. A rainfall and snowmelt runoff modelling approach to flow estimation at ungauged sites in British Columbia, *Journal of Hydrology*, **226**, 101-120.

Montes G.M., Martinez-Montes G., Rubio-Gamez M.C., Alegre-Bayo J., Ordonez-Garcia J., Oliver-Pina J., 2005. Viability of mini hydroelectric power plants. Risk analysis approach, Ingenieria Hidraulica En Mexico **20**, 5-18.

Mulvany, T. J., 1850. On the use of self-registering rain and flood gauges, Proc. Inst. Civ. Eng., **4**, 1–8.

Mwakalila, S., 2003. Estimation of stream flows of ungauged catchments for river basin management, Physics and Chemistry of the Earth, **28**, 935–942.

Ozturk HK., 2004. Present status and future prospects of hydroelectric energy in Turkey, *Energy Sources*, **26**, 829-840.

Öziş, Ü., 1991. Su Kuvveti Tesislerinin Planlama Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları, İzmir.

Özkök, V., 2006. Hidroelekrik Potansiyel Belirleme Metotları ve Uygulamaları, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Penman, H. L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass, Proc. R. Soc. London, Ser. A, **193**, 120–145.

Richardson, B., 1931. Evaporation as a function of insolation, Trans. Am. Soc. Civ. Eng., **95**, 996-1011.

Rijal, K., 2000. Mini- and Micro- Hydro Power Development: Status, Issues and Strategies for the Hindu Kush Himalayan Region, *Journal of Engineering* (Publication of NESS), Vol. 9. Institute of Engineering, Kathmandu, Nepal.

Schreider, S. Y, Jakemanb, A.J., Gallant, J., Merritt, W.S., 2002. Prediction of monthly discharge in ungauged catchments under agricultural land use in the Upper Ping basin, northern Thailand, Mathematics and Computers in Simulation, **59**, 19–33.

Sherman, L. K., 1932. Stream flow from rainfall by the unit graph method, Eng. News-Rec., **108**, 501–505.

Singh, V. P., Woolhiser, D. A., 2002. Mathematical Modeling of Watershed Hydrology, *Journal of Hydrologic Engineering*., **7**, 270-292.

Soil Conservation Service (SCS)., 1956. Supplement A, Section 4, Chapter 10, Hydrology, National engineering handbook, USDA, Washington, D.C.

Srinivasulu S., Jain A., 2006. A comparative analysis of training methods for artificial neural network rainfall-runoff models, Applied Soft Computing, **6**.

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, 2004. Trabzon İl Çevre Durum Raporu.

U.S. Army Corps of Engineers, 1985. Hydropower Engineering and Design, EM 1110-2-1701, Washington, DC.

Upadhyay, D.,Int. J. 2005. Hydropower & Dams Markets of Small Hydropower in Asia, Small Hydropower Workshop, Villach.

Vandewiele, G. L., Elias, A., 1995. Monthly Water Balance of Ungauged Cathcmnets Obtained by geographical Regionalization, *Journal of Hydrology*, **170**, 277-291.

Yüksek, Ö., Kankal, M., Kömürcü, M. İ., Önsoy, H., Akpınar, A., 2007. The Importance of Hydropower Plants in Turkey's Energy Planning, *International Congress River Basin Management*, Volume I, DSI, Antalya, Turkey.

Yıldız, K., 2006. Küçük Hidroelektrik santrallar hesap esasları ve projelendirilmesi, DSİ Barajlar ve HES Dairesi Şube Müdürlüğü.

EKLER

EK 1

BİRİKTİRMESİZ HES İÇİN ENERJİ HESABI

EK A

DOĞU KARADENİZ HAVZASINDA BULUNAN GÖZLEM İSTASYONLARINDA ÖLÇÜMÜ YAPILAN DEĞİŞKENLERİN YILLARA GÖRE DAĞILIMI

EK B

SOLAKLI HAVZASINDA YER ALAN YAĞIŞ GÖZLEM İSTASYONLARINA AİT AYLIK TOPLAM YAĞIŞ DEĞERLERİ

EK C

SOLAKLI HAVZASINDA YER ALAN AKIM GÖZLEM İSTASYONLARINA AİT AYLIK ORTALAMA AKIM DEĞERLERİ

EK D

SOLAKLI HAVZASINDA YER ALAN SICAKLIK GÖZLEM İSTASYONLARINA AİT AYLIK SICAKLIK DEĞERLERİ

Tablo 3.1 Biriktirmesiz HES enerji hesabı

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
GÜN	(%)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	GÜN	(%)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
1	0,07	4,60	231,00	5,40	48,00	183,00	51	3,49	50,00	135,00	5,40	48,00	87,00
2	0,14	4,54	230,00	5,40	48,00	182,00	52	3,56	58,00	135,00	5,40	48,00	87,00
3	0,21	4,54	220,00	5,40	48,00	172,00	53	3,63	48,00	135,00	5,40	48,00	87,00
4	0,27	4,54	215,00	5,40	48,00	167,00	54	3,70	37,00	135,00	5,40	48,00	87,00
5	0,34	4,54	211,00	5,40	48,00	163,00	55	3,77	39,00	133,00	5,40	48,00	85,00
6	0,41	4,54	210,00	5,40	48,00	162,00	56	3,84	42,00	132,00	5,40	48,00	84,00
7	0,48	4,60	202,00	5,40	48,00	154,00	57	3,90	40,00	132,00	5,40	48,00	84,00
8	0,55	4,54	190,00	5,40	48,00	142,00	58	3,97	37,00	130,00	5,40	48,00	82,00
9	0,62	4,54	184,00	5,40	48,00	136,00	59	4,04	32,00	130,00	5,40	48,00	82,00
10	0,68	4,54	180,00	5,40	48,00	132,00	60	4,11	27,00	130,00	5,40	48,00	82,00
11	0,75	4,54	180,00	5,40	48,00	132,00	61	4,18	25,00	130,00	5,40	48,00	82,00
12	0,82	4,54	178,00	5,40	48,00	130,00	62	4,25	24,00	130,00	5,40	48,00	82,00
13	0,89	4,54	178,00	5,40	48,00	130,00	63	4,32	27,00	130,00	5,40	48,00	82,00
14	0,96	8,80	175,00	5,40	48,00	127,00	64	4,38	24,00	128,00	5,40	48,00	80,00
15	1,03	70,00	175,00	5,40	48,00	127,00	65	4,45	21,00	125,00	5,40	48,00	77,00
16	1,10	78,00	170,00	5,40	48,00	122,00	66	4,52	17,50	125,00	5,40	48,00	77,00
17	1,16	29,00	170,00	5,40	48,00	122,00	67	4,59	17,50	125,00	5,40	48,00	77,00
18	1,23	24,00	170,00	5,40	48,00	122,00	68	4,66	22,00	125,00	5,40	48,00	77,00
19	1,30	16,00	165,00	5,40	48,00	117,00	69	4,73	21,00	125,00	5,40	48,00	77,00
20	1,37	13,00	165,00	5,40	48,00	117,00	70	4,79	19,00	125,00	5,40	48,00	77,00
21	1,44	11,00	161,00	5,40	48,00	113,00	71	4,86	16,00	120,00	5,40	48,00	72,00
22	1,51	9,00	160,00	5,40	48,00	112,00	72	4,93	16,00	120,00	5,40	48,00	72,00
23	1,58	7,60	160,00	5,40	48,00	112,00	73	5,00	15,00	120,00	5,40	48,00	72,00
24	1,64	6,24	155,00	5,40	48,00	107,00	74	5,07	14,00	120,00	5,40	48,00	72,00
26	1,78	6,24	155,00	5,40	48,00	107,00	75	5,14	14,00	120,00	5,40	48,00	72,00
27	1,85	5,82	155,00	5,40	48,00	107,00	76	5,21	19,00	120,00	5,40	48,00	72,00
28	1,92	5,40	155,00	5,40	48,00	107,00	77	5,27	38,00	120,00	5,40	48,00	72,00
29	1,99	5,40	152,00	5,40	48,00	104,00	78	5,34	40,00	120,00	5,40	48,00	72,00
30	2,05	5,40	152,00	5,40	48,00	104,00	79	5,41	50,00	120,00	5,40	48,00	72,00
31	2,12	5,40	150,00	5,40	48,00	102,00	80	5,48	38,00	120,00	5,40	48,00	72,00
32	2,19	9,00	150,00	5,40	48,00	102,00	81	5,55	29,00	115,00	5,40	48,00	67,00
33	2,26	7,60	150,00	5,40	48,00	102,00	82	5,62	29,00	115,00	5,40	48,00	67,00
34	2,33	7,00	150,00	5,40	48,00	102,00	83	5,68	38,00	115,00	5,40	48,00	67,00
35	2,40	13,00	146,00	5,40	48,00	98,00	84	5,75	39,00	115,00	5,40	48,00	67,00
36	2,47	16,00	145,00	5,40	48,00	97,00	85	5,82	31,00	115,00	5,40	48,00	67,00
37	2,53	13,50	145,00	5,40	48,00	97,00	86	5,89	27,00	115,00	5,40	48,00	67,00
38	2,60	13,00	145,00	5,40	48,00	97,00	87	5,96	27,00	115,00	5,40	48,00	67,00
39	2,67	14,00	145,00	5,40	48,00	97,00	88	6,03	25,00	115,00	5,40	48,00	67,00
40	2,74	16,00	140,00	5,40	48,00	92,00	89	6,10	25,00	115,00	5,40	48,00	67,00
41	2,81	23,00	140,00	5,40	48,00	92,00	90	6,16	35,00	115,00	5,40	48,00	67,00
42	2,88	38,00	140,00	5,40	48,00	92,00	91	6,23	29,00	115,00	5,40	48,00	67,00
43	2,95	29,00	140,00	5,40	48,00	92,00	92	6,30	26,00	115,00	5,40	48,00	67,00
44	3,01	34,00	140,00	5,40	48,00	92,00	93	6,37	24,00	115,00	5,40	48,00	67,00
45	3,08	27,00	140,00	5,40	48,00	92,00	94	6,44	21,00	115,00	5,40	48,00	67,00
46	3,15	26,00	137,00	5,40	48,00	89,00	95	6,51	19,00	115,00	5,40	48,00	67,00
47	3,22	31,00	135,00	5,40	48,00	87,00	96	6,58	17,50	111,00	5,40	48,00	63,00
48	3,29	38,00	135,00	5,40	48,00	87,00	97	6,64	16,00	110,00	5,40	48,00	62,00
49	3,36	54,00	135,00	5,40	48,00	87,00	98	6,71	15,00	110,00	5,40	48,00	62,00
50	3,42	63,00	135,00	5,40	48,00	87,00	99	6,78	14,00	110,00	5,40	48,00	62,00

100	6,85	22,00	110,00	5,40	48,00	62,00	153	10,48	58,00	96,00	5,40	48,00	48,00
101	6,92	31,00	110,00	5,40	48,00	62,00	154	10,55	41,00	96,00	5,40	48,00	48,00
102	6,99	20,00	110,00	5,40	48,00	62,00	155	10,62	39,00	96,00	5,40	48,00	48,00
103	7,05	25,00	110,00	5,40	48,00	62,00	156	10,68	41,00	96,00	5,40	48,00	48,00
104	7,12	26,00	110,00	5,40	48,00	62,00	157	10,75	50,00	96,00	5,40	48,00	48,00
105	7,19	39,00	110,00	5,40	48,00	62,00	158	10,82	54,00	96,00	5,40	48,00	48,00
106	7,26	42,00	110,00	5,40	48,00	62,00	159	10,89	46,00	96,00	5,40	48,00	48,00
107	7,33	38,00	110,00	5,40	48,00	62,00	160	10,96	40,00	96,00	5,40	48,00	48,00
108	7,40	31,00	110,00	5,40	48,00	62,00	161	11,03	34,00	96,00	5,40	48,00	48,00
109	7,47	27,00	110,00	5,40	48,00	62,00	162	11,10	29,00	96,00	5,40	48,00	48,00
110	7,53	25,00	110,00	5,40	48,00	62,00	163	11,16	27,00	96,00	5,40	48,00	48,00
111	7,60	22,00	110,00	5,40	48,00	62,00	164	11,23	27,00	96,00	5,40	48,00	48,00
112	7,67	17,50	110,00	5,40	48,00	62,00	165	11,30	29,00	95,00	5,40	48,00	47,00
113	7,74	16,00	106,00	5,40	48,00	58,00	166	11,37	29,00	95,00	5,40	48,00	47,00
114	7,81	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	167	11,44	34,00	95,00	5,40	48,00	47,00
115	7,88	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	168	11,51	41,00	94,00	5,40	48,00	46,00
116	7,95	13,50	105,00	5,40	48,00	57,00	169	11,58	59,00	94,00	5,40	48,00	46,00
117	8,01	13,50	105,00	5,40	48,00	57,00	1330	91,10	60,00	7,00	5,40	7,00	
118	8,08	15,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1331	91,16	62,00	7,00	5,40	7,00	
119	8,15	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1332	91,23	66,00	7,00	5,40	7,00	
120	8,22	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1333	91,30	74,00	7,00	5,40	7,00	
121	8,29	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1334	91,37	58,00	7,00	5,40	7,00	
122	8,36	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1335	91,44	58,00	7,00	5,40	7,00	
123	8,42	13,50	105,00	5,40	48,00	57,00	1336	91,51	54,00	7,00	5,40	7,00	
124	8,49	13,50	105,00	5,40	48,00	57,00	1337	91,58	57,00	7,00	5,40	7,00	
125	8,56	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1338	91,64	48,00	7,00	5,40	7,00	
126	8,63	16,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1339	91,71	43,00	7,00	5,40	7,00	
127	8,70	16,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1340	91,78	43,00	7,00	5,40	7,00	
128	8,77	15,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1341	91,85	40,00	7,00	5,40	7,00	
129	8,84	14,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1342	91,92	39,00	7,00	5,40	7,00	
130	8,90	16,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1343	91,99	44,00	7,00	5,40	7,00	
131	8,97	16,00	105,00	5,40	48,00	57,00	1344	92,05	46,00	7,00	5,40	7,00	
132	9,04	19,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1345	92,12	94,00	7,00	5,40	7,00	
133	9,11	21,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1346	92,19	68,00	6,81	5,40	6,81	
134	9,18	22,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1347	92,26	50,00	6,81	5,40	6,81	
135	9,25	23,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1348	92,33	43,00	6,60	5,40	6,60	
136	9,32	24,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1349	92,40	40,00	6,60	5,40	6,60	
137	9,38	20,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1350	92,47	40,00	6,60	5,40	6,60	
138	9,45	19,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1351	92,53	50,00	6,60	5,40	6,60	
139	9,52	16,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1352	92,60	40,00	6,60	5,40	6,60	
140	9,59	16,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1353	92,67	35,00	6,60	5,40	6,60	
141	9,66	16,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1354	92,74	31,00	6,60	5,40	6,60	
142	9,73	16,00	100,00	5,40	48,00	52,00	1355	92,81	22,00	6,60	5,40	6,60	
143	9,79	16,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1356	92,88	19,10	6,60	5,40	6,60	
144	9,86	16,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1357	92,95	23,00	6,24	5,40	6,24	
145	9,93	16,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1358	93,01	115,00	6,24	5,40	6,24	
146	10,00	22,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1359	93,08	72,00	6,24	5,40	6,24	
147	10,07	21,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1360	93,15	46,00	6,20	5,40	6,20	
148	10,14	24,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1361	93,22	39,00	6,20	5,40	6,20	
149	10,21	29,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1362	93,29	32,00	6,20	5,40	6,20	
150	10,27	39,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1363	93,36	32,00	6,20	5,40	6,20	
151	10,34	46,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1364	93,42	30,00	6,20	5,40	6,20	
152	10,41	67,00	98,00	5,40	48,00	50,00	1365	93,49	27,00	6,20	5,40	6,20	

1366	93,56	23,00	6,20	5,40	6,20		1423	97,47	4,00	4,54	4,54	4,54	
1367	93,63	20,00	6,20	5,40	6,20		1424	97,53	3,70	4,54	4,54	4,54	
1368	93,70	18,00	6,20	5,40	6,20		1425	97,60	3,40	4,54	4,54	4,54	
1369	93,77	18,00	6,20	5,40	6,20		1426	97,67	3,22	4,54	4,54	4,54	
1370	93,84	18,00	6,20	5,40	6,20		1427	97,74	3,22	4,54	4,54	4,54	
1371	93,90	16,00	6,17	5,40	6,17		1428	97,81	3,22	4,30	4,30	4,30	
1372	93,97	18,00	6,00	5,40	6,00		1429	97,88	3,22	4,30	4,30	4,30	
1373	94,04	15,00	5,82	5,40	5,82		1430	97,95	3,22	4,30	4,30	4,30	
1374	94,11	14,50	5,80	5,40	5,80		1431	98,01	10,64	4,29	4,29	4,29	
1375	94,18	13,00	5,80	5,40	5,80		1432	98,08	8,51	4,29	4,29	4,29	
1376	94,25	10,00	5,80	5,40	5,80		1433	98,15	6,81	4,29	4,29	4,29	
1377	94,32	9,50	5,80	5,40	5,80		1432	98,08	8,51	4,29	4,29	4,29	
1378	94,38	9,00	5,80	5,40	5,80		1433	98,15	6,81	4,29	4,29	4,29	
1379	94,45	9,00	5,80	5,40	5,80		1436	98,36	12,34	4,00	4,00	4,00	
1397	95,68	7,50	5,40	5,40	5,40		1437	98,42	7,66	4,00	4,00	4,00	
1398	95,75	8,00	5,40	5,40	5,40		1438	98,49	6,81	4,00	4,00	4,00	
1399	95,82	7,00	5,40	5,40	5,40		1439	98,56	7,66	4,00	4,00	4,00	
1400	95,89	5,80	5,40	5,40	5,40		1440	98,63	6,17	4,00	4,00	4,00	
1401	95,96	6,20	5,40	5,40	5,40		1441	98,70	7,66	4,00	4,00	4,00	
1402	96,03	6,20	5,40	5,40	5,40		1442	98,77	28,08	4,00	4,00	4,00	
1403	96,10	5,00	5,40	5,40	5,40		1443	98,84	21,28	4,00	4,00	4,00	
1404	96,16	7,00	5,40	5,40	5,40		1444	98,90	14,47	4,00	4,00	4,00	
1405	96,23	8,00	5,00	5,00	5,00		1445	98,97	17,02	4,00	4,00	4,00	
1406	96,30	8,50	5,00	5,00	5,00		1446	99,04	9,79	3,70	3,70	3,70	
1407	96,37	6,60	5,00	5,00	5,00		1447	99,11	9,79	3,70	3,70	3,70	
1408	96,44	6,20	5,00	5,00	5,00		1448	99,18	8,51	3,70	3,70	3,70	
1409	96,51	5,80	5,00	5,00	5,00		1449	99,25	15,74	3,40	3,40	3,40	
1410	96,58	4,10	4,60	4,60	4,60		1450	99,32	34,04	3,40	3,40	3,40	
1411	96,64	3,70	4,60	4,60	4,60		1451	99,38	11,49	3,40	3,40	3,40	
1412	96,71	5,40	4,60	4,60	4,60		1452	99,45	9,79	3,22	3,22	3,22	
1413	96,78	5,40	4,60	4,60	4,60		1453	99,52	7,66	3,22	3,22	3,22	
1414	96,85	5,40	4,60	4,60	4,60		1454	99,59	7,66	3,22	3,22	3,22	
1415	96,92	4,60	4,60	4,60	4,60		1455	99,66	11,49	3,22	3,22	3,22	
1416	96,99	4,60	4,60	4,60	4,60		1456	99,73	11,49	3,22	3,22	3,22	
1417	97,05	3,40	4,54	4,54	4,54		1457	99,79	9,79	3,22	3,22	3,22	
1418	97,12	3,40	4,54	4,54	4,54		1458	99,86	18,30	3,22	3,22	3,22	
1419	97,19	3,22	4,54	4,54	4,54		1459	99,93	72,34	3,00	3,00	3,00	
1420	97,26	3,22	4,54	4,54	4,54		1460	100,00	42,55	3,00	3,00	3,00	
1421	97,33	4,30	4,54	4,54	4,54		TOP :		56014	56014	7812	37685	18329
1422	97,40	3,70	4,54	4,54	4,54		ORT. (m3/s):		38,37	38,37	5,35	25,81	12,55

Tablo A.1 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık toplam yağış verilerinin yıllara göre dağılımı

NO	İSTASYON ADI	İŞL. KUR.	HAVZA DURUM	GÖZ. BAŞ.	Yıllar																																							
					70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5					
1475	OF	DMİ	havza içi	1951																																									
1962	UZUNGÖL	DMİ	havza içi	1968																																										
1801	ÇAYKARA	DMİ	havza içi	1957																																									
22-016	KÖKNAR	DSİ	havza içi	1980																																										
1472	ARAKLI	DMİ	havza dışı	1963																																										
1630	KÜÇÜKDERE	DMİ	havza dışı	1969																																									
1787	DAĞBAŞI	DMİ	havza dışı	1968																																										
1803	İKİZDERE	DMİ	havza dışı	1954																																										
17037	TRABZON	DMİ	havza dışı	1929																																										
17040	RİZE	DMİ	havza dışı	1930																																										
17042	HOPA	DMİ	havza dışı	1938																																										
17045	ARTVİN	DMİ	havza dışı	1930																																										
17088	GÜMÜŞHANE	DMİ	havza dışı	1931																																									
17626	AKÇAABAT	DMİ	havza dışı	1950																																										
17628	PAZAR RİZE	DMİ	havza dışı	1950																																										
17686	BAYBURT	DMİ	havza dışı	1930																																										
22-003	SİVRİKAYA	DSİ	havza dışı	1977																																									
22-011	KAYAİÇİ	DSİ	havza dışı	1978																																									
22-013	MEYDAN	DSİ	havza dışı	1980																																										
22-017	GÜZELYAYA	DSİ	havza dışı	1980																																									

verileri tam olan yıllar verileri eksik olan yıllar

Tablo A.2 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama sıcaklık verilerinin yıllara göre dağılımı

NO	İSTASYON ADI	İŞL. KUR.	HAVZA DURUM	GÖZ. BAŞ.	YILLAR																																
					75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5
1475	OF	DMİ	havza içi	1951																															
1962	UZUNGÖL	DMİ	havza içi	1968																															
1801	ÇAYKARA	DMİ	havza içi	1957																															
22-016	KÖKNAR	DSİ	havza içi	1980																															
1472	ARAKLI	DMİ	havza dışı	1963																															
1630	KÜÇÜKDERE	DMİ	havza dışı	1969																															
1787	DAĞBAŞI	DMİ	havza dışı	1968																															
1803	İKİZDERE	DMİ	havza dışı	1954																															
17037	TRABZON	DMİ	havza dışı	1929																															
17040	RİZE	DMİ	havza dışı	1930																															
17042	HOPA	DMİ	havza dışı	1938																															
17045	ARTVİN	DMİ	havza dışı	1930																															
17088	GÜMÜŞHANE	DMİ	havza dışı	1931																															
17626	AKÇAABAT	DMİ	havza dışı	1950																															
17628	PAZAR RİZE	DMİ	havza dışı	1950																															
17686	BAYBURT	DMİ	havza dışı	1930																															
22-003	SİVRİKAYA	DSİ	havza dışı	1977																															
22-011	KAYAİÇİ	DSİ	havza dışı	1978																															
22-013	MEYDAN	DSİ	havza dışı	1980																															
22-017	GÜZELYAYLA	DSİ	havza dışı	1980																															

verileri tam olan yıllar verileri eksik olan yıllar

Tablo A.3 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama nem verilerinin yıllara göre dağılımı

NO	İSTASYON ADI	İŞL. KUR.	HAVZA DURUMU	GÖZ. BAŞ.	YILLAR																																
					75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5
1475	OF	DMİ	Havza içi	1951																															
1962	UZUNGÖL	DMİ	Havza içi	1968																															
1801	ÇAYKARA	DMİ	Havza içi	1957																															
22-016	KÖKNAR	DSİ	Havza içi	1980																															
1472	ARAKLI	DMİ	havza dışı	1963																															
1630	KÜÇÜKDERE	DMİ	havza dışı	1969																															
1787	DAĞBAŞI	DMİ	havza dışı	1968																															
1803	İKİZDERE	DMİ	havza dışı	1954																															
17037	TRABZON	DMİ	havza dışı	1929																															
17040	RİZE	DMİ	havza dışı	1930																															
17042	HOPA	DMİ	havza dışı	1938																															
17045	ARTVİN	DMİ	havza dışı	1930																															
17088	GÜMÜŞHANE	DMİ	havza dışı	1931																															
17626	AKÇAABAT	DMİ	havza dışı	1950																															
17628	PAZAR RİZE	DMİ	havza dışı	1950																															
17686	BAYBURT	DMİ	havza dışı	1930																															
22-003	SİVRİKAYA	DSİ	havza dışı	1977																															
22-011	KAYAİÇİ	DSİ	havza dışı	1978																															
22-013	MEYDAN	DSİ	havza dışı	1980																															
22-017	GÜZELYAYLA	DSİ	havza dışı	1980																															

Verileri tam olan yıllar verileri eksik olan yıllar

Tablo A.4 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama buharlaşma verilerinin yıllara göre dağılımı

NO	İSTASYON ADI	İŞL. KUR.	HAVZA DURUM	GÖZ. BAŞ.	YILLAR																																
					74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5
1475	OF	DMİ	havza içi	1951																																
1962	UZUNGÖL	DMİ	havza içi	1968																																
1801	ÇAYKARA	DMİ	havza içi	1957																																
22-016	KÖKNAR	DSİ	havza içi	1980																																
1472	ARAKLI	DMİ	havza dışı	1963																																
1630	KÜÇÜKDERE	DMİ	havza dışı	1969																																
1787	DAĞBAŞI	DMİ	havza dışı	1968																																
1803	İKİZDERE	DMİ	havza dışı	1954																																
17037	TRABZON	DMİ	havza dışı	1929																																
17040	RİZE	DMİ	havza dışı	1930																																
17042	HOPA	DMİ	havza dışı	1938																																
17045	ARTVİN	DMİ	havza dışı	1930																																
17088	GÜMÜŞHANE	DMİ	havza dışı	1931																																
17626	AKÇAABAT	DMİ	havza dışı	1950																																
17628	PAZAR RİZE	DMİ	havza dışı	1950																																
17686	BAYBURT	DMİ	havza dışı	1930																																
22-003	SİVRİKAYA	DSİ	havza dışı	1977																																
22-011	KAYAİÇİ	DSİ	havza dışı	1978																																
22-013	MEYDAN	DSİ	havza dışı	1980																																
22-017	GÜZELYAYLA	DSİ	havza dışı	1980																																

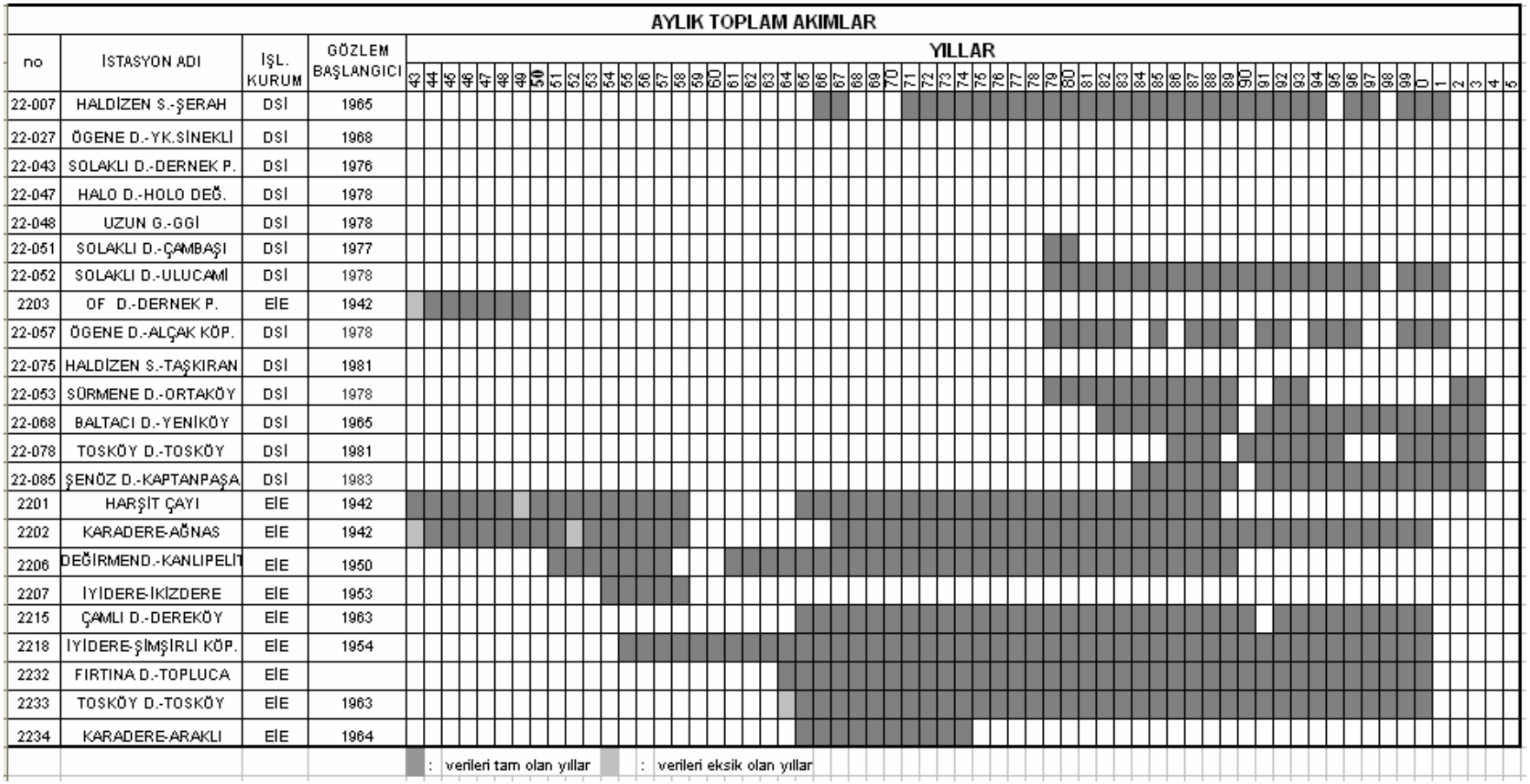
Verileri tam olan yıllar verileri eksik olan yıllar

Tablo A.5 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık ortalama basınç verilerinin yıllara göre dağılımı

NO	İSTASYON ADI	İŞL. KUR.	HAVZA DURUMU	GÖZ. BAŞ.	YILLAR																															
					75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	1	2	3	4	5
1475	OF	DMİ	havza içi	1951																																
1962	UZUNGÖL	DMİ	havza içi	1968																																
1801	ÇAYKARA	DMİ	havza içi	1957																																
22-016	KÖKNAR	DSİ	havza içi	1980																																
1472	ARAKLI	DMİ	havza dışı	1963																																
1630	KÜÇÜKDERE	DMİ	havza dışı	1969																																
1787	DAĞBAŞI	DMİ	havza dışı	1968																																
1803	İKİZDERE	DMİ	havza dışı	1954																																
17037	TRABZON	DMİ	havza dışı	1929																																
17040	RİZE	DMİ	havza dışı	1930																																
17042	HOPA	DMİ	havza dışı	1938																																
17045	ARTVİN	DMİ	havza dışı	1930																																
17088	GÜMÜŞHANE	DMİ	havza dışı	1931																																
17626	AKÇAABAT	DMİ	havza dışı	1950																																
17628	PAZAR RİZE	DMİ	havza dışı	1950																																
17686	BAYBURT	DMİ	havza dışı	1930																																
22-003	SİVRİKAYA	DSİ	havza dışı	1977																																
22-011	KAYAİÇİ	DSİ	havza dışı	1978																																
22-013	MEYDAN	DSİ	havza dışı	1980																																
22-017	GÜZELYAYLA	DSİ	havza dışı	1980																																

Verileri tam olan yıllar verileri eksik olan yıllar

Tablo A.6 Doğu Karadeniz Havzası istasyonlarına ait aylık toplam akım verilerinin yıllara göre dağılımı



Tablo B.1 Uzungöl YGİ aylık toplam yağış değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983	140,9	73,5	44,8										259,2
1984	63,1	50,4	44,7	39,4	23	52,5	111,5	163,6	61,7	64,1	85,7	12,4	772,1
1985				36,8	111,5	40,1	89,5	129,2	121,8				528,9
1986													
1987													
1988													
1989													
1990		90,3	76,4										166,7
1991	111,4	47,5	98,5	73,4	76,9	96,7	77,5	163,1	106,9	43,8	91,7	40,1	1027,5
1992	105,7	197,4	60,5	153,1	194,5	64,4	79,3	107,3	106,5	127,2	50,2	125,5	1371,6
1993	38,8	181	56,3	174,6	69,6	69,9	115,7	72,4	136	65,1	59,8	34,9	1074,1
1994	95,9	118,7	126,2	47,2	122,3	63,1	52,2	82,2	148,3	79,7	49,6	46,4	1031,8
1995	152,1	161,1	59,2	66,3	35,8	78,3	118,6	109,9	150,8	73,2	68	99,3	1172,6
1996	188,1		79,7	26,2	52,7	35,4	122,1	40,4	92,1	74,1	115,7	109,2	935,7
1997	98,3	28,7	81,7	108,4	94,1	132,4	81,3	97,3	82,2	102,4	52,9	105,6	1065,3
1998	70,6	83,8	83,3	131,5	118,9	153,4	93,9	133,1	93,1	52,1	87,5	65	1166,2
1999	96,7	92,1	34,3	31,9	59,5	108,3	132,9	163,6	82,8	68,2	60,7	72,7	1003,7
2000	154,3	12,2	126,5	171,9	107,2	111,4	71,2	69,8	116,7	38,1	120,3	99,3	1198,9
2001	107,7	154,3	103,7	14,3	87,8	90	134,2	154,8	108,6	74,4	69,6	35,6	1135,0
2002	88,5	96,6	116,4	125,8	42,5		117,6	60,6	152,9	69,2	85,9	82,7	1038,7
2003	155,9	111,4	62,5	50,3	86,9	117,2	88,4	38,5	54,4	61	53,4	103,9	983,8
2004	66,3	218	71,4	85,5	171,1	129,6	111,6	172,1	139,2	43,2	71	39,1	1318,1
2005	229,8	146,2	67,7	84,1	67,5	115	120,3	102,7	142	30,5	91,7	56,4	1253,9
2006				88,7	86,2	104,8	139,5	118,9					538,1
ort.	115,54	109,6	77,433	83,856	89,333	91,912	103,18	109,97	111,53	66,644	75,856	70,506	1105,36

Tablo B.2 Çaykara YGİ aylık toplam yağış değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983													
1984													
1985													
1986													
1987													
1988													
1989	169,1	72,8	66,8		73,4	95,4	42	101,3	95,1	37,9	16,4	85	855,2
1990	161,8	114,6	77,4	88,6	66,4	39,2	158,6	112,6	114,4	32,8	48	86,4	1100,8
1991	101	46,2	86,2	115,2	69,4	99,4	24,8	114,6	92,8	28	80,4	14,4	872,4
1992	130,4	170,5	48,6	140,6	131,2	57,4	62,2	71,8	83,8	116,2	26,4	127,1	1166,2
1993	34,6	175,7	39,2	109,1	88,3	60,8	76,2	59,5	114	57,9	58,9	82,2	956,4
1994	113,8	166,5	122,6	54,4	124,9	64,2	17	46,7	144	51,8	62,7	23,8	992,4
1995	143	124,1	46,1	44,5	18,5	39,4	80,7	52,9	134	121,1	78,1	115,3	997,7
1996													
1997	79,8	44,8	84,8	115,4		97,9	26,9	46,3	78,7			134,2	708,8
1998				110,2	87,6								197,8
ort.	116,69	114,4	71,463	97,25	82,463	69,213	61,05	75,713	107,1	63,671	52,986	83,55	995,5446

Tablo B.3 Of YGİ aylık toplam yağış değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975	133,4	260,6	199,8	104,2	292,3	59,2	54,1	68,4	48,8	149,3	202,8	431,3	2004,2
1976	303,3	77,5	67,8	208	167,8	47,8	44	115,2	70,7	56,3	208,7	223,7	1590,8
1977	233,4	104,5	262,3	96,3	36,4	105,3	95,2	52,6	109,2	72,3	187,7	366,2	1721,4
1978	131,3	265,3	242,2	193,3	90,5	75,7	162,6	45,2	154,8	121,5	137,4	93,4	1713,2
1979	376,1	224,9	135,9	134,3	183,1	60,7	97,1	210,8	99,5	146,1	104	174,8	1947,3
1980	93,2	191,6	140,7	276,2	148,2	86	81,5	83,1	41,6	34,3	288,3	238,5	1703,2
1981	246,4	208,7	80,2	71,3	78,1	142,2	56,9	151,6	44,3	137,9	240,6	96,3	1554,5
1982	230	146,7	69,6	121,2	135,8	123,1	107,1	35,8	57,4	224,7	45,9	364	1661,3
1983	221,3	237,8	87,7	170	97,8	121,3	27	70,7	189,1	231,6	45,8	106,1	1606,2
1984	307,8	95,7	108,3	84	63,7	85,2	98,1	75,2	34,3	84,7	86,4	40,4	1163,8
1985	353,2	143,8	227,6	92,1	341,4	85,4	67,2	118,6	139,7	227,5	49	243,1	2088,6
1986	199,2	292	148,5	194,8	160,4	101,4	38,6	96,8	172,9	158,8	75,2	146,7	1785,3
1987	227,1	96,9	249,8	210,8	119,9	106,3	119,5	31,7	66,7	95,1	302,4	108,8	1735,0
1988	237,7	292,7	98	160,9	125,6	141,1	38,6	111,4	97,1	54,1	252,5	107,5	1717,2
1989				95,3	99,8	79,1	50,3	25,2					349,7
1990													0,0
1991													0,0
1992													0,0
1993	115,6	256,4	147,2	193,8	79,5	78,9	116,7	69,2	146,6	204,9	168,5	155	1732,3
1994	529,6	760,9	419,4	107	169,4		2,2	112,5	136	103,6	177,9	227,4	2745,9
ort.	246,2	228,5	167,8	147,9	140,6	93,7	73,9	86,7	100,5	131,4	160,8	195,2	1773,2

Tablo B.4 Köknar YGİ aylık toplam yağış değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980			99,6										
1981	77,6	136,6	39,8	28,5	39,7	69,6	51,4	152,0	106,7	49,7	54,2	66,2	872,0
1982	95,3	57,3	14,7	26,0	73,1	49,3	107,0	81,8	37,7	94,8	37,6	61,6	736,2
1983	134,4	80,4	45,7	51,3	32,7	20,4	42,9	92,6	115,6	52,5	42,0	84,5	795,0
1984	72,6	50,7	19,1	25,2	15,1	48,4	109,0	131,1	55,7	73,6	102,2	12,3	715,0
1985	134,5	19,5	79,8	27,4	35,5	19,0	82,6	89,3	112,1	44,4	24,5	75,6	744,2
1986	73,5	119,2	42,5	26,0	42,7	21,1	46,1	154,8	117,8	26,2	24,3	129,6	823,8
1987	101,6	77,3	84,8	36,4	36,8	40,5	86,1	41,8	98,3	79,7	108,6	63,9	855,8
1988	135,5	149,7	23,5	50,5	45,4	64,7	46,2	107,9	117,5	86,7	168,3	55,5	1051,4
1989	118,2	61,2	45,1	26,1	26,9	86,7	57,9	106,9	69,7	44,8	24,0	78,8	746,3
1990	121,7	91,3	61,9	55,3	47,7	25,9	164,0	147,5	143,2	55,8	28,7	93,9	1036,9
1991	98,3	31,9	63,6	64,9	40,9	46,2	61,2	159,2	105,8	46,2	75,6	28,4	822,2
1992	97,4	108,8	43,4	53,5	115,3	78,8	61,5	74,4	99,8	99,5	36,0	84,6	953,0
1993	34,0	109,2	53,0	64,6	50,1	24,2	84,4	73,6	112,4	46,5	41,4	46,4	739,8
1994	85,3	87,7	60,5	26,3	71,1	38,4	47,5	48,3	155,9	60,4	48,6	23,1	753,1
1995	137,2	86,1	25,5	42,6	30,8	46,0	83,1	80,8	130,5	74,5	56,3	104,6	898,0
1996	165,2	14,6	72,2	20,6	26,0	30,1	99,8	30,1	71,2	43,1	94,6	108,6	776,1
1997	88,9	44,3	53,4	62,5	50,5	60,1	42,2	66,9	71,2	72,9	61,8	109,8	784,5
ort.	104,2	78,0	48,7	40,5	45,9	45,3	74,9	96,4	101,2	61,8	60,5	72,2	829,6

Tablo C.1 Haldizen AGİ aylık ortalama akım değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975	1,99	1,91	1,97	1,74	1,69	2,87	7,31	8,91	7,68	4,30	2,45	2,42	3,77
1976	3,84	2,62	2,01	2,31	2,34	2,99	5,91	9,72	9,57	6,43	3,86	2,84	4,54
1977	3,77	2,87	2,37	2,04	2,44	2,44	4,50	11,38	10,64	6,73	3,19	1,52	4,49
1978	1,96	2,46	1,64	1,26	1,94	2,27	5,47	14,17	16,80	10,67	4,89	1,92	5,45
1979	1,92	1,91	1,83	1,23	1,33	1,97	6,09	13,25	11,36	7,08	5,39	1,54	4,57
1980	2,90	3,73	2,40	1,45	1,87	4,17	10,13	14,36	9,26	4,56	2,59	2,08	4,96
1981	1,39	1,87	1,86	1,19	1,06	2,20	5,38	10,79	16,78	8,45	3,08	1,97	4,67
1982	1,74	1,81	1,47	1,25	1,02	1,81	9,81	11,46	8,58	4,27	1,84	1,40	3,87
1983	1,08	1,22	0,97	0,81	0,95	2,21	5,01	12,42	7,88	3,06	1,56	1,68	3,24
1984	2,43	3,61	1,52	0,79	0,36	1,18	3,23	10,66	9,80	5,58	2,44	1,78	3,61
1985	0,82	0,93	0,90	0,70	0,50	1,11	5,33	11,53	7,19	2,47	1,39	0,96	2,82
1986	2,38	2,00	1,59	1,24	1,36	1,98	5,92	9,23	15,48	6,65	2,01	1,25	4,26
1987	1,65	2,03	1,55	1,57	1,75	1,50	4,52	13,68	11,88	5,97	3,49	1,76	4,28
1988	1,64	2,51	1,56	1,31	1,46	2,35	7,34	13,88	17,60	11,47	5,50	3,05	5,81
1989	4,68	4,29	2,73	1,38	1,49	4,75	14,20	12,60	12,30	5,70	2,24	1,28	5,64
1990													
1991													
1992	1,70	2,15	1,28	1,01	0,97	2,05	6,89	14,85	17,49	7,31	3,30	2,09	5,09
1993	3,53	2,71	1,90	1,37	1,32	2,47	8,35	17,48	17,19	7,77	3,15	1,44	5,72
1994	0,84	1,28	1,40	1,03	1,00	1,98	20,16	12,22	7,28	4,34	2,14	1,29	4,58
1995													
1996	4,14	4,48	2,28	1,57	1,20	1,20	3,41	12,24	8,27	4,81	2,21	2,05	3,99
1997	4,32	2,58	1,77	1,48	1,35	1,55	7,86	13,83	9,82	5,21	2,15	2,22	4,51
1998													
1999	1,31	1,41	2,22	0,83	0,81	1,45	4,66	11,69	9,72	5,03	2,02	1,43	3,55
2000	0,91	1,35	1,47	0,96	0,99	1,60	7,81	6,21	6,44	2,19	1,34	1,10	2,70
2001	2,82	1,57	0,97	0,87	0,84	3,13	5,75	8,87	8,84	3,67	1,26	0,94	3,29
ort.	2,30	2,33	1,79	1,39	1,44	2,21	6,82	11,74	10,98	5,86	2,88	1,88	4,30

Tablo C.2 Ögene Alçak Köprü AGİ aylık ortalama akım değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975													
1976													
1977													
1978													
1979	1,43	2,24	2,77	2,73	2,26	3,80	10,42	17,29	10,00	7,83	3,11	1,51	5,45
1980	2,54	7,27	3,57	2,33	2,48	5,54	13,39	15,89	8,99	3,89	2,31	1,90	5,84
1981	2,02	3,94	4,41	2,70	2,70	5,20	11,70	16,02	15,23	5,50	2,09	1,35	6,07
1982	1,30	3,21	2,43	1,73	1,46	3,19	14,29	12,71	6,84	3,03	1,25	0,62	4,34
1983	0,75	0,67	0,47	0,44	0,56	2,65	6,32	11,06	5,86	1,10	2,69	2,18	2,90
1984													
1985	1,61	1,88	1,43	1,11	1,09	2,43	8,44	12,44	6,41	2,36	1,86	1,49	3,55
1986													
1987	1,72	2,66	2,17	1,81	2,05	2,07	8,31	15,74	11,78	6,70	2,54	1,64	4,93
1988	1,26	4,08	2,75	2,19	1,81	3,75	10,11	12,66	10,76	4,51	3,50	3,20	5,05
1989	8,7	11,3	4,18	1,88	1,98	7,16	28,3	19,6	9,82	3,27	1,62	1,34	8,26
1990													
1991													
1992	1,71	3,23	1,88	1,55	1,66	3,71	12,70	25,23	15,24	5,10	2,52	2,61	6,43
1993													
1994	1,73	1,86	2,55	1,58	1,77	3,47	16,00	13,25	6,65	2,76	1,84	1,49	4,58
1995	2,22	3,21	2,91	3,14	2,76	3,80	12,13	26,53	11,86	3,48	2,05	2,01	6,34
1996	5,49	6,35	3,20	1,92	1,74	1,75	5,81	17,13	7,92	3,42	2,62	3,06	5,03
1997													
1998													
1999	1,69	2,95	5,34	1,67	1,28	2,73	11,73	19,85	11,49	5,10	2,43	2,33	5,72
2000	1,75	2,14	2,20	1,30	2,41	3,85	19,63	14,22	9,93	2,94	1,17	1,37	5,24
2001	4,95	4,06	1,66	1,15	1,07	4,89	11,97	14,30	8,40	2,53	1,19	0,54	4,73
ort.	2,40	3,80	2,82	1,87	1,87	3,67	12,62	16,64	9,92	4,07	2,24	1,87	5,32

Tablo C.3 Solaklı Ulucami AGİ aylık ortalama akım değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül	Top.
1975													
1976													
1977													
1978													
1979	4,70	8,33	8,73	7,19	7,39	11,06	32,87	45,42	27,40	18,65	7,43	5,62	15,40
1980	9,03	18,09	9,88	5,93	5,74	16,67	37,08	40,06	15,82	3,75	1,29	1,05	13,70
1981	1,64	6,45	4,00	1,62	1,25	5,23	17,11	34,60	45,57	27,53	13,48	11,74	14,18
1982	8,53	16,82	11,69	8,42	7,09	12,55	41,50	39,61	20,90	11,61	5,10	2,39	15,52
1983	3,06	4,21	2,50	1,92	2,95	11,43	22,28	37,45	24,40	11,62	7,09	7,73	11,39
1984	13,97	21,63	8,51	4,20	3,83	8,10	7,21	26,42	25,57	17,02	15,06	5,46	13,08
1985	3,65	2,65	1,71	2,16	2,58	6,70	25,03	34,16	20,35	11,62	3,33	2,56	9,71
1986	10,42	7,82	8,27	5,68	7,57	9,31	24,00	32,74	31,32	12,26	6,06	6,00	13,46
1987	6,57	8,69	7,67	7,64	7,14	6,84	20,31	34,77	24,15	15,57	12,17	7,84	13,28
1988	7,26	10,76	6,81	7,01	7,39	8,62	26,81	48,58	71,53	37,74	34,76	16,33	23,63
1989	17,10	23,00	11,20	4,98	5,62	20,90	52,20	36,40	30,70	12,10	6,53	6,15	18,91
1990													
1991													
1992													
1993	12,80	11,92	10,84	7,65	6,55	13,26	32,04	51,79	38,40	11,88	6,46	6,87	17,54
1994	2,98	4,62	5,63	6,29	6,11	8,87	30,30	27,60	18,90	10,00	7,66	6,98	11,33
1995	4,68	7,52	7,00	7,76	6,11	7,15	20,33	45,25	28,26	15,87	8,97	8,38	13,94
1996	17,24	16,91	9,62	6,12	6,09	5,79	14,19	37,45	19,15	10,12	8,19	9,91	13,40
1997	16,91	8,85	6,29	5,22	6,10	6,83	36,11	43,79	22,82	11,22	7,16	9,38	15,06
1998													
1999	12,20	11,37	11,00	5,56	5,85	8,44	19,70	38,8484	25,15	14,68	8,56	7,90	14,11
2000	5,62	5,81	5,83	4,67	6,48	12,14	36,92	23,65	18,60	6,81	5,90	7,07	11,62
2001	12,14	7,80	5,33	4,13	4,44	12,30	24,29	28,43	22,44	10,71	5,81	3,54	11,78
ort.	8,80	10,86	7,62	5,56	5,66	9,99	27,55	37,70	28,28	14,45	9,18	7,19	14,40

Tablo D.1 Uzungöl meteoroloji gözlem istasyonu ortalama sıcaklık değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983		7,00	2,40									
1984	9,60	6,10	-0,70	3,30	1,50	4,60	7,50	10,90	13,00	14,70	13,20	14,90
1985				3,40	-2,90	1,30	8,50	13,00	13,80			
1986												
1987												
1988												
1989												
1990		7,40	3,10									
1991	11,60	5,50	0,50	-1,20	-1,50	2,30	9,40	10,60	14,30	16,80	15,80	12,60
1992	10,90	4,60	-1,30	-4,70	-4,30	1,30	6,60	9,70	14,60	15,10	16,20	11,70
1993	10,00	1,40	3,80	-2,20	-2,10	2,40	6,60	11,50	13,20	14,50	16,00	12,50
1994	12,60	4,10	-0,80	3,10	-0,70	2,80	11,10	12,10	13,10	15,40	15,30	16,30
1995	8,70	5,30	0,00	2,70	1,70	6,00	7,10	12,00	15,20	15,30	15,70	13,40
1996	9,70		6,20	1,00	2,80	1,80	5,90	14,30	12,50	17,20	16,40	13,50
1997	11,40	6,70	3,50	0,20	-2,40	-1,50	7,00	12,20	14,10	15,30	15,80	10,80
1998	11,70	8,00	3,70	-0,90	-1,00	2,10	10,60	12,60	14,70	16,90	17,30	14,50
1999	10,20	4,80	4,40	2,20	2,80	4,20	7,80	10,20	14,50	17,60	17,30	13,90
2000	9,40	6,30	2,00	-2,70	-1,00	1,10	11,20	10,10	13,20	17,80	16,50	13,60
2001	8,90	5,70	3,30	1,60	2,50	7,80	9,40	9,90	14,50	17,60	18,00	15,20
2002	11,80	7,90	-1,70	-3,00	3,10		6,30	10,80	14,20	18,00	16,30	15,40
2003	11,20	4,80	2,70	3,10	-1,50	-0,90	6,40	13,10	13,30	16,00	16,20	13,00
2004	11,50	5,70	0,10	2,60	0,30	3,30	7,10	10,30	13,50	15,50	16,80	13,70
2005	8,00	5,30	3,80	1,10	1,00	2,10	8,50	11,70	12,90	17,40	17,70	13,90
2006				-2,00	2,10	5,20	8,20	11,00	15,50	15,00	19,70	14,00
ort.	10,45	5,68	1,94	0,42	0,02	2,70	8,07	11,44	13,89	16,24	16,48	13,70

Tablo D.2 Çaykara meteoroloji gözlem istasyonu ortalama sıcaklık değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989	14,10	10,90	6,40		3,70	9,00	16,10	15,80	18,70	19,50	21,60	17,70
1990	13,80	12,80	8,30	2,70	5,10	7,00	11,60	13,70	18,30	19,90	18,90	17,60
1991	16,20	10,50	5,20	4,10	3,60	6,30	12,70	15,20	18,30	20,90	19,70	16,80
1992	16,10	9,70	4,20	0,90	1,10	7,10	11,10	12,80	18,70	18,60	20,50	16,10
1993	15,10	6,20	9,30	2,90	2,90	7,50	11,10	15,30	17,80	18,50	20,30	17,50
1994	16,10	8,30	4,00	7,90	4,40	7,40	15,00	15,90	17,20	19,50	19,60	20,00
1995	12,60	9,80	6,60	7,40	7,40	10,50	10,90	15,20	18,80	19,20	19,80	17,70
1996	15,80	10,90	8,50	5,20		4,20	11,50	16,60	18,10			15,00
1997				4,70	4,60							
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
ort.	14,98	9,89	6,56	4,48	4,10	7,38	12,50	15,06	18,24	19,44	20,06	17,30

Tablo D.3 Of meteoroloji gözlem istasyonu ortalama sıcaklık değerleri

Yıl	Ekim	Kas.	Aralk	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazrn	Temmz	Ağsts	Eylül
1975	15,20	11,90	6,40	7,40	5,80	9,90	14,10	16,70	21,50	23,50	22,10	19,70
1976	15,70	12,70	9,80	6,10	3,40	6,20	12,50	14,80	19,10	21,40	20,50	18,60
1977	12,70	13,10	7,20	5,60	10,60	7,50	12,20	15,10	19,60	21,70	22,00	19,60
1978	16,50	10,20	9,30	6,90	9,80	10,30	11,60	15,70	18,10	21,30	20,70	19,50
1979	15,40	12,30	8,60	8,00	8,20	10,00	12,90	17,40	20,10	21,00	23,50	19,50
1980	14,80	12,90	10,40	5,50	5,80	8,40	10,90	15,30	20,00	22,80	22,20	18,40
1981	17,90	11,30	13,30	9,60	8,30	9,40	10,30	14,30	19,60	22,70	22,30	20,20
1982	15,40	9,90	8,30	6,90	5,00	7,20	12,10	15,50	19,60	20,50	21,70	20,10
1983	14,30	11,60	8,30	4,70	7,00	8,30	13,00	16,80	19,80	22,40	21,10	18,70
1984	15,30	11,90	6,10	8,90	6,90	9,40	10,30	15,30	18,90	21,10	19,90	20,30
1985	13,90	13,60	7,60	8,50	3,70	5,70	11,50	16,70	19,60	19,70	22,40	18,50
1986	15,10	9,30	7,80	8,30	7,90	7,50	12,60	13,90	20,10	22,30	23,90	20,80
1987	14,30	11,00	7,60	7,60	7,40	5,80	9,60	14,70	19,10	22,70	21,00	17,90
1988	15,70	9,20	8,30	5,80	6,70	8,90	10,90	14,80	19,30	23,00	22,20	18,30
1989				3,90	5,70	8,20	14,30	16,30				
1990												
1991												
1992												
1993	13,50	6,20	7,00	3,70	3,40	6,90	10,20	15,80	18,50	20,10	22,90	18,30
1994	18,70	8,80	5,10	6,90	5,30		16,80	17,20	21,00	23,00	23,90	24,40
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
ort.	15,28	10,99	8,19	6,72	6,52	8,10	12,11	15,66	19,62	21,83	22,02	19,55

ÖZGEÇMİŞ

Gökhan Andiç 1981 yılında Kırıkkale`de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Kırıkkale`de tamamladı. 1999 yılında başladığı İTÜ İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2005 yılında mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Hidrolik ve Su Kaynakları Mühendisliği programında yüksek lisans eğitimine başladı.