

**SEYDİSUYU HAVZASININ
HİDROELEKTRİK POTANSİYELİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Yıldırım BAYAZIT
Yüksek Lisans Tezi

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Temmuz-2013

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Yıldırım Bayazıt'ın “ **Seydisuyu Havzasının Hidroelektrik Potansiyelinin Araştırılması**” başlıklı **İnşaat Mühendisliği** Anabilim Dalındaki, Yüksek Lisans Tezi 12.07.2013 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışman) : Prof. Dr. Recep BAKIŞ	
Üye : Prof. Dr. Alper ÇABUK	
Üye : Yrd. Doç. Dr. Hakan UYGUÇGİL	

Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SEYDİSUYU HAVZASININ HİDROELEKTRİK POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Yıldırım BAYAZIT

Anadolu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman: Prof. Dr. Recep BAKIŞ
2013, 114 sayfa**

Türkiye, hızla gelişmekte olan bir ülkedir. Bu gelişmeye paralel olarak, enerji ihtiyaçları da hızla artmaktadır. Bu nedenle, enerji, Türkiye için çok önemlidir. Ancak, Türkiye'nin sahip olduğu fosil enerji kaynakları, ihtiyaçlarını karşılamamaktadır. Eksik enerji ihtiyacını karşılayabilmek için yurt dışından petrol doğalgaz ve kömür ithal etmek zorundadır. Bu ithalat için 2012 yılında 70 milyar dolar ödemiştir. Bu rakam her geçen yıl artarak devam etmektedir. Bundan dolayı, yersel enerji kaynaklarını geliştirmek ve enerji açığını kapatmak için, Türkiye'nin sahip olduğu su potansiyelini enerjiye dönüştürmesi bir zorunluluktur. Bu amacı gerçekleştirmek için hidroelektrik enerji potansiyelini geliştirmesi gerekir. Bu tez çalışmasında, küçük havzaların hidroelektrik enerji potansiyellerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Seydisuyu Havzasının sahip olduğu hidroelektrik enerji potansiyeli incelenmiştir. Havzadaki su potansiyelinin değerlendirilmesi ve hidroelektrik enerji potansiyelinin geliştirilmesi için gerekli veriler (data), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Simahpp yazılımları yardımı ile elde edilmiştir. Araştırma alanında inşası tamamlanmış ve işletmede olan 2 adet sulama barajının (Çatören ve Kunduzlar barajları) hidroelektrik enerji potansiyelleri ve bu barajların mansabında yeni bir baraj planlaması yapılmıştır. Bu barajın olası maliyetleri, buradan temin edilebilecek yıllık elektrik enerjisi miktarı da hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Seydisuyu Havzasında bulunan 2 adet hazır kurulu barajın ve planlanan bir adet yeni barajın toplam kurulu güçleri 1.463 MW ve yıllık üretebileceği elektrik enerjisi miktarı ise 6.31 GWh olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler :Baraj Planlama, Hidroelektrik Enerji, Seydisuyu Havzası, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Su Potansiyeli

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF HYDROELECTRIC POTENTIAL OF SEYDISUYU BASIN

Yıldırım BAYAZIT

**Anadolu University
Graduate School of Sciences
Civil Engineering Program**

**Supervisor: Prof. Dr. Recep BAKIŞ
2013, 114 page**

Turkey is a rapidly developing country. In connection with the development, demand for the energy also increases rapidly. As a consequence of it, energy is crucial for Turkey. However, Turkey's fossil energy resources do not meet the demand. In order to replace the deficient energy, Turkey is obliged to import petrol, natural gas and coal. Therefore, in 2012 Turkey spent 70 billion dollars on that importation and the money spent on this purpose increasingly grows annually. In order to develop domestic energy resources and meet the energy deficit, it is a necessity for Turkey to electrify the hydropower resources it has. To be able to achieve this, hydro energy potential of the country should be improved. This study aims at improving the hydro energy potential of the small river basins. To serve that purpose, the hydro electrical potential of the basin of Seydisuyu has been investigated. Data required to evaluate the water potential of the basin and to improve the hydro electrical potential is obtained by using Geographical Information Systems (GIS) and Simahpp software. Hydro electrical potential of 2 irrigation dams (Çatören Dam and Kunduzlar Dam) which are already constructed and operating is calculated. In addition to this, design of a new dam built on the lower course of the river is proposed. In conclusion, the total installed capacity of the 2 operating dams and the designed dam (together) is calculated as 1.463 MW and the annual amount of the total generated electricity is calculated as 6.31 GWh.

Keywords: Dam Planing, Hydroelectric Energy, Seydisuyu Basin , Geographic Information Systems (GIS), Water Potential

TEŞEKKÜR

Eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen aileme, mühendislik konusunda yetişmemi sağlayan ve beni bilgi ve birikimleriyle hayata hazırlayan başta Sayın **Prof. Dr. Recep BAKIŞ** hocam olmak üzere üzerimde emeği olan tüm hocalarıma teşekkür ederim. Bilgi ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan saygı değer hocamlarım **Yrd. Doç. Dr. Hakan UYGUÇGİL ve Yrd. Doç. Dr. Serdar GÖNCÜ**'e de teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca çalışmalarım sırasında her zaman yanımda olarak desteklerini esirgemeyen **Gizem KIRIMLI**'ya teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla.....
Yıldırım BAYAZIT
Temmuz-2013

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	2
2.1. Dünya'daki Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	4
2.2. Türkiye'deki Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	11
2.3. Dünya'daki Çok Amaçlı Barajların Önemi.....	14
2.4. Türkiye'deki Çok Amaçlı Barajların Önemi.....	15
2.5. Türkiye'deki Hazır Kurulu Barajların İncelenmesi.....	17
2.5.1. Türkiye'deki Barajların Önemi	18
2.5.2. Türkiye'deki Barajların Fonksiyonları.....	19
2.5.3. Türkiye'deki Hazır Kurulu Barajların Sayısı ve Özellikleri.....	21
2.6. Literatür Özeti.....	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Seydisuyu Havzasının Jeolojik Özellikleri.....	26
3.1.2. Seydisuyu Havzasındaki Sanayi, Tarım ve Hayvancılık Faaliyetleri.....	28
3.1.2.1. Havzada Sanayi.....	28
3.1.2.2. Havzada Tarım.....	29
3.1.2.3. Havzada Hayvancılık ve Hayvansal Ürünler.....	32
3.1.3. Seydisuyu Havzasında Nüfus.....	33

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	SayfaNo
3.2. Yöntem.....	34
3.2.1. Nüfus Projeksiyonları.....	34
3.2.1.1. İstatistiksel Grafik Metodu.....	34
3.2.1.2. İller Bankası Metodu.....	35
3.2.1.3. Geometrik Artış Metodu.....	35
3.2.2. Seydisuyu Havzası, Hidrolojik Havza Sınırlarının Belirlenmesi....	36
3.2.2.1. Seydisuyu Havzasının Alt Havzalarının ve Bu Havzaların Drenaj Alanlarının Belirlenmesi.....	36
3.2.2.2. Seydisuyu Havzasının Konumsal Özellikleri.....	37
3.2.2.3. Seydisuyu Havzasının Jeolojik Durumu.....	37
3.3. Seydisuyu Havzasının Meteorolojik Karakteristikleri.....	39
3.3.1. Meteorolojik Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi.....	45
3.3.2. Noktasal Meteoroloji Verilerinin IDW Yöntemiyle Havza Alanına Dağılımı.....	48
3.3.3. Meteorolojik Konumsal Dağılımın Doğruluk Analizi.....	51
3.4. Seydisuyu Havzasının Akım Karakteristikleri.....	51
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	55
4.1. Seydisuyu Havzasında Nüfus Projeksiyonu.....	55
4.2. Seydisuyu Havzası Hidrolojik Havza Sınırları.....	55
4.2.1. Seydisuyu Havzasının Alt Havzaları.....	56
4.2.2. Seydisuyu Havzasının Konumsal Analizi.....	57
4.3. Seydisuyu Havzası Meteoroloji Dağılım Haritaları.....	58
4.3.1. KOH ile Doğruluk Analizi.....	59
4.4. Akım Gözlem İstasyonlarının Uzun Dönem Aylık Ortalama Akımları Debi Süreklilik Eğrileri.....	60
4.5. Planlanan Barajın Baraj Yeri Debilerinin Alan-Oranı Metoduyla Bulunması.....	62
5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	65

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	Sayfa No
5.1. Havzadaki Mevcut Kurulu Barajların İncelenmesi.....	65
5.1.1. Çatören Barajının Karakteristik Özellikleri ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	65
5.1.2. Kunduzlar Barajının Karakteristik Özellikleri ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	68
5.2. Planlanan Barajın Baraj Yerinin Belirlenmesi.....	72
5.2.1. Planlanan 1 Nolu Barajın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli.....	75
5.3. Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Hesaplanması.....	76
6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER	77
7. KAYNAKLAR	79
Ek-1 Seydisuyu Havzası 1965 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	81
Ek-2 Seydisuyu Havzası 1970 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	82
Ek-3 Seydisuyu Havzası 1975 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	83
Ek-4 Seydisuyu Havzası 1980 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	84
Ek-5 Seydisuyu Havzası 1985 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	85
Ek-6 Seydisuyu Havzası 1990 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	86
Ek-7 Seydisuyu Havzası 2000 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	87
Ek-8 Seydisuyu Havzası 2010 Yılı Nüfus Dağılım Haritası.....	88
Ek-9 Afyon İli Ham Sıcaklık Değerleri.....	89
Ek-10 Afyon İli Ham Buharlaşma Değerleri.....	90
Ek-11 Afyon İli Ham Yağış Değerleri.....	91
Ek-12 Ankara İli Ham Sıcaklık Değerleri.....	92
Ek-13 Ankara İli Ham Buharlaşma Değerleri.....	93
Ek-14 Ankara İli Ham Yağış Değerleri.....	94
Ek-15 Bilecik İli Ham Sıcaklık Değerleri.....	95
Ek-16 Bilecik İli Ham Buharlaşma Değerleri.....	96
Ek-17 Bilecik İli Ham Yağış Değerleri.....	97

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	Sayfa No
Ek-18 Eskişehir İli Ham Sıcaklık Değerleri.....	98
Ek-19 Eskişehir İli Ham Buharlaştırma Değerleri.....	99
Ek-20 Eskişehir İli Ham Yağış Değerleri.....	100
Ek-21 Kütahya İli Ham Sıcaklık Değerleri.....	101
Ek-22 Kütahya İli Ham Buharlaştırma Değerleri.....	102
Ek-23 Kütahya İli Ham Yağış Değerleri.....	103
Ek-24 DSİ-12183 Keçeliözü Deresi-Göknebi Su Temin Tablosu.....	104
Ek-25 DSİ-12184 Kunduzlar Barajı-Baraj Çıkışı.....	105
Ek-26 DSİ-12185 Akın Deresi-Gemiş Su Temin Tablosu.....	106
Ek-27 DSİ-12192 Çatören Barajı-Çıkış Su Temin Tablosu.....	107
Ek-28 DSİ-12194 Haramidere-Karaören Su Temin Tablosu.....	108
Ek-39 DSİ-12183 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri.....	109
Ek-40 DSİ-12185 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri.....	110
Ek-41 DSİ-12194 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri.....	111
Ek-42 EİE-1223 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri.....	112
Ek-43 DSİ-12184 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri.....	113
Ek-44 DSİ-12192 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri.....	114

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

2.1. Hidrolojik su çevrimi.....	3
2.2. Hidrolojik enerji üretimi.....	4
2.3. 1971-2007 yılları arasındaki hidroelektrik enerji üretiminin seyri.....	5
2.4. Dünya’da teknik ve ekonomik hidroelektrik kapasitenin dağılımı.....	6
2.5. Dünya’daki mevcut kurulu kapasite ve bakiye ekonomik kapasite.....	7
2.6. Dünya’daki mevcut – inşa halinde ve planlanmış hidroelektrik santrallerin kurulu güç dağılımı.....	8
2.7. Dünyadaki mevcut – inşa halinde ve planlanmış hidroelektrik santrallerin kurulu güç kapasite dağılımı.....	9
2.8. Türkiye’nin hidroelektrik potansiyeli.....	12
2.9. Türkiye’nin hidroelektrik potansiyelinin dağılımı.....	13
2.10. Türkiye’nin kaynaklara göre kurulu güç dağılımı.....	14
3.1. Türkiye’nin 25 ana akarsu havzası haritası	24
3.2. Sakarya havzası.....	24
3.3. Seydisuyu havzasının Türkiye’deki konumu.....	25
3.4. Havzada arazi kullanımı.....	30
3.5. İstatistiksel grafik yöntemine göre nüfusun zamanla değişimi.....	34
3.6. Seydisuyu havzasına ait jeolojik harita indeksi ve barajın oturduğu jeolojik yapının mevcut durumu.....	39
3.7. Afyon ili aylık nisbi nem değerleri.....	40
3.8. Ankara ili aylık nisbi nem değerleri.....	40
3.9. Bilecik ili aylık nisbi nem değerleri.....	40
3.10. Eskişehir ili aylık nisbi nem değerleri.....	40
3.11. Kütahya ili aylık nisbi nem değerleri.....	40
3.12. Afyon ili aylık sıcaklık değerleri.....	41
3.13. Ankara ili aylık sıcaklık değerleri.....	41
3.14. Bilecik ili aylık sıcaklık değerleri.....	41
3.15. Eskişehir ili aylık sıcaklık değerleri.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

Sayfa No

3.16. Kütahya ili aylık sıcaklık değerleri	41
3.17. Afyon ili aylık açık yüzey buharlaşma değerleri.....	42
3.18. Ankara ili aylık açık yüzey buharlaşma değerleri	42
3.19. Bilecik ili aylık açık yüzey buharlaşma değerleri	42
3.20. Eskişehir ili aylık açık yüzey buharlaşma değerleri	42
3.21. Kütahya ili aylık açık yüzey buharlaşma değerleri	43
3.22. Afyon ili aylık toplam yağış değerleri.....	43
3.23. Ankara ili aylık toplam yağış değerleri	43
3.24. Bilecik ili aylık toplam yağış değerleri.....	43
3.25. Eskişehir ili aylık toplam yağış değerleri	43
3.26. Kütahya ili aylık toplam yağış değerleri.....	44
3.27. Afyon ili mevcut kar kalınlığı değerleri	44
3.28. Ankara ili mevcut kar kalınlığı değerleri.....	44
3.29. Bilecik ili mevcut kar kalınlığı değerleri	44
3.30. Eskişehir ili mevcut kar kalınlığı değerleri	44
3.31. Kütahya ili mevcut kar kalınlığı değerleri	45
3.32.a. Yıllık buharlaşma histogramı.....	47
3.32.b. ln dönüşümü yapılmış yıllık buharlaşma histogramı.....	47
3.32.c. Yıllık sıcaklık histogramı.....	48
3.32.d. Deniz seviyesine indirgenmiş yıllık sıcaklık histogramı.....	48
3.32.e. Yıllık yağış histogramı.....	48
3.32.f. log dönüşümü yapılmış yıllık yağış histogramı.....	48
3.33.a. Yağış ölçen meteoroloji istasyonları.....	50
3.33.b. Sıcaklık ölçen meteoroloji istasyonları.....	50
3.33.c. Buharlaşma ölçen meteoroloji istasyonları.....	50
3.34.a. IDW yöntemi ile log yağış dağılımı.....	50
3.34.b. IDW yöntemi ile deniz seviyesi sıcaklık dağılımı.....	50
3.34.c. IDW yöntemi ile ln buharlaşma dağılımı.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

Sayfa No

3.35. Seydisuyu havzasında bulunan akım gözlem istasyonları.....	52
3.36. Seydisuyu havzası AGİ ölçüm yılları.....	53
3.37. Seydisuyu havzasındaki AGİ'lerin korelasyon ilişkisi.....	54
3.38. AGİ korelasyon matrisi.....	54
3.39. Tüm yılları doldurulmuş AGİ ölçüm yılları.....	55
4.1. Seydisuyu havzasının bütünü için sayısal yükseklik modeli (DEM) ve kullanılan 1/25.000'lik vektör haritaları gösterir indeks.....	56
4.2. Seydisuyu havzası ve alt havzaların drenaj ağı ve havza sınırları (1/25.000'lik vektör haritalar kullanılarak üretilen havza sınırları ve drenaj ağları).....	56
4.3.a. Seydisuyu havzası yükseklik (topografya) haritası.....	56
4.3.b. Seydisuyu havzası eğim haritası.....	57
4.3.c. Seydisuyu havzası bakı haritası.....	58
4.3.d. Seydisuyu havzası gölgeli kabartma haritası.....	58
4.4.a. Seydisuyu havzası yağış haritası.....	59
4.4.b. Seydisuyu havzası sıcaklık haritası.....	59
4.4.c. Seydisuyu havzası buharlaşma haritası.....	59
4.5. Akım gözlem istasyonlarının uzun dönem aylık minimum, ortalama ve maksimum debileri (m^3/s).....	61
4.6 AGİ debi süreklilik eğrileri.....	62
4.7. Baraj gölüne giriş debileri (m^3/s).....	63
4.8.a. Planlanan barajın brüt giriş debileri (m^3/s)	64
4.8.b. Planlanan barajın giriş debi süreklilik eğrisi.....	64
4.8.c. Planlanan barajın net çıkış (türbine giden su) debileri (m^3/s)	64
4.8.d. Planlanan barajın çıkış debi süreklilik eğrisi.....	64
5.1.a. Çatören barajına ait debilerin değişimi.....	66
5.1.b. Çatören barajına ait debi süreklilik eğrisi.....	66
5.2.a.b. Çatören barajının 3 boyutlu görünüşü.....	66
5.2.c. Çatören baraj gölünün su altında bırakacağı alan.....	67

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

	Sayfa No
5.2.d. Çatören barajına ait hacim-alan eğrisi.....	67
5.3. Çatören barajına ait Simahpp sonuçları.....	68
5.4.a. Kunduzlar barajına ait debilerin değişimi ve debi süreklilik eğrisi	69
5.4.b. Kunduzlar barajına ait debi süreklilik eğrisi.....	69
5.5.a.b. Kunduzlar barajının 3 boyutlu görünüşü.....	70
5.5.c. Kunduzlar baraj gölünün su altında bırakacağı alan.....	70
5.5.d. Kunduzlar barajına ait hacim-alan eğrisi.....	70
5.6. Kunduzlar barajına ait Simahpp sonuçları.....	72
5.7. 1 nolu baraj yeri planlaması (Eskişehir J25-a4 paftası) için uygun görülen yerin 1/25.000’lik haritadaki yeri.....	73
5.8.a.b. Planlanan 1 nolu barajın 3 boyutlu görünüşü	74
5.8.c. Planlanan 1 nolu barajın su altında bırakacağı alan.....	74
5.8.d. Planlanan 1 nolu baraja ait hacim alan eğrisi.....	74
5.9. Planlanan 1 nolu Simahpp sonuçları.....	76

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
2.1. Enerji ihtiyacındaki artış.....	3
2.2. Dünya’da teknik ve ekonomik hidroelektrik kapasitenin dağılımı.....	6
2.3. Dünya’da mevcut kurulu kapasite ile bakiye teknik ve ekonomik Hidroelektrik kapasite.....	7
2.4. Dünya’daki mevcut-inşa halinde ve planlanmış hidroelektrik santrallerin kurulu güç dağılımı.....	8
2.5. Bazı ülkelerdeki hidroelektrik potansiyel gelişimi.....	9
2.6. Bazı ülkelerdeki elektrik üretiminin hidroelektrikten karşılanma oranları.....	10
2.7. Türkiye’de hidroelektrik enerji potansiyelinin proje durumlarına göre dağılımı.....	13
2.8. Türkiye’deki mevcut barajların inşa amacı, sayısı ve toplam içindeki payı.....	16
2.9. Türkiye’deki mevcut kurulu barajların hizmet fonksiyonlarına göre dağılımları.....	16
2.10. Hidroelektrik santrallerinin kurulu güçlerine göre sınıflandırılması.....	17
2.11. Sadece enerji üretiminde kullanılan barajlar.....	21
3.1. Seydisuyu havzası yerleşim birimleri nüfusları.....	33
3.2. İstatistiksel grafik yöntemiyle 2050 yılına kadar nüfus projeksiyonu.....	35
3.3. Meteorolojik verilerin dağılım parametreleri.....	45
3.4. Verilerin istatistiksel olarak analizinden sonra normal dağılıma yaklaşan parametreleri.....	47
3.5. Akım gözlem istasyonları.....	52
4.1. Nüfus projeksiyon metotlarına göre Seydisuyu havzasının 2050 yılı nüfusu.....	55
4.2. Seydisuyu havzası ve alt havzalarının alanları.....	57
4.3. Yağış ölçen kontrol istasyonlarına ait gerçek ve hesaplanan değerler.....	59
4.4. Sıcaklık ölçen kontrol istasyonlarına ait gerçek ve hesaplanan değerler.....	60
4.5. Buharlaşma ölçen kontrol istasyonlarına ait gerçek ve hesaplanan değerler.....	60
4.6. Alan oranı metodunda kullanılan ϕ ve K katsayıları	62
5.1. Çatören barajının yeri ve karakteristik özellikleri.....	65

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

	Sayfa No
5.2. Çatören barajına ait Simahpp analiz sonuçları.....	67
5.3. Kunduzlar baraj yeri ve karakteristikleri.....	69
5.4. Kunduzlar barajına ait Simahpp analiz sonuçları.....	71
5.5. 1 nolu baraj yeri ve karakteristik özellikleri.....	73
5.6. 1 nolu baraja ait Simahpp analiz sonuçları.....	75
5.7. Seydisuyu havzasının toplam hidroelektrik potansiyeli.....	77

SEMBOLLER DİZİNİ

ϕ : Akım katsayısı

$Z^*(x_0)$: x_0 noktasındaki tahminin değerini,

$^{\circ}\text{C}$: Santigrad derece

AB : Avrupa Birliği

AGİ : Akım Gözlem İstasyonu

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri

d : örnek noktası ile tahmini yapılacak nokta arasındaki uzaklığı,

DEM : Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)

DMİ : Devlet Meteoroloji İşleri

DSİ : Devlet Su İşleri

EDF : Electricité de France

EİE : Elektrik İşleri Etüt İdaresi

GW : Gigawatt

GWh : Gigawatt saat

Ha : Hektar

HES : Hidroelektrik Santral

h_i = İstasyonun yüksekliği

ICOLD : International Commission on Large Dams

IDW : Inverse Distance Weigthing (Uzaklığın Tersi ile Ağırlıklandırma)

IEA : International Energy Agency

IHA : International Hydropower Associaton

K: Aylık debiye göre değişen akım katsayısı

k_g : İller Bankası nüfus projeksiyonu katsayısı

KOH : Karesel Ortalama Hata

MGİ : Meteoroloji Gözlem İstasyonları

mm : milimetre

MW : Megawatt

n : örnek nokta sayısını ifade etmektedir.

SEMBOLLER DİZİNİ (Devamı)

N_e : Eski nüfus (kişi)

N_g : Projeksiyonun sonucu bulunmuş nüfus (kişi)

N_y : Yeni nüfus (kişi)

p : üssel değeri,

Q (m^3/s) : Debi

Simahpp : Simulation to Evaluate the Feasibility of Hydropower Projects

T_d = Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık

t_g : Projeksiyonun yapılacağı zaman (yıl)

T_i = İstasyonun ortalama sıcaklığı

T_r : Taşkın Periyodu

TUİK : Türkiye İstatistik Kurumu

t_y : Yeni zaman (yıl)

W_i : x_i noktasındaki örneğin x_0 noktasına göre ters uzaklık ağırlığını,

$Z(x_i)$: x_i noktasındaki örnek noktasının değerini,

Δt : Zaman aralığı (yıl)

1 . GİRİŞ

Bu çalışmada, su kaynakları ve hidroelektrik enerji potansiyeli bakımından Seydisuyu havzasının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, Seydisuyu ve yan kolları üzerindeki hazır kurulu barajlardan ve planlaması yapılan bir adet barajdan üretilecek elektrik miktarı araştırılmıştır. Her geçen gün hızlı nüfus artışıyla birlikte teknoloji de gelişmektedir. Bu teknolojinin duyduğu enerji ihtiyacı da hızla artmaktadır. Enerji kaynakları bakımından yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji olarak sınıflandırılmaktadır. Hidroelektrik enerji yenilenebilir enerji kaynaklarından. Ülkemiz önemli bir su potansiyeline sahiptir. Fakat bu su potansiyelinin önemli bir kısmı değerlendirilmemektedir. Bu çalışmada değerlendirildiği gibi ülkenin su potansiyelinin enerjiye dönüştürülmesi gerekir. Bu konuda ülkemiz için yeterli sayıda bilimsel çalışma bulunmamaktadır. Böyle ülkeye ve topluma yararlı olacak çalışmalar daha fazla araştırılmalıdır.

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcGIS 10 kullanılmıştır. Bu yazılım araştırma alanının mekânsal özelliklerinin belirlenmesinde havzanın hidrolojik sınırlarının oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu yazılımda kullanılmak üzere ve havzaya ait sayısal haritalar Harita Genel Komutanlığından ve Devlet Su İşlerinden temin edilmiştir. Ayrıca çalışma alanının meteorolojik özelliklerinin belirlenmesi için Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden havza ve çevresindeki illerden 1991-2011 yılları arasında ölçüm yapılmış yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi veriler alınmıştır. Bu veriler istatistiksel olarak değerlendirilerek havzanın meteorolojik haritaları Uzaklığın Tersine ile ağırlıklandırma metodu kullanılarak oluşturulmuştur. Bu yöntemle noktasal olan meteoroloji verileri havza alanına enterpole edilmiştir.

Büyük bir kısmı Eskişehir ili sınırları içerisinde kalan Seydisuyu havzasında, Kunduzlar ve Çatören barajları mevcuttur. Bu barajlar sulama suyu temini amacıyla inşa edilmişlerdir. Seydisuyu havzasındaki hazır kurulu barajların mansabında bulunan vadinin uygun olması nedeni ile elektrik üretmek için bir adet yeni baraj planlaması da yapılmıştır. Bütün Seydisuyu havzasının su

potansiyelini değerlendirmek için Seydisyu havzasının dağlık kesiminde en az bir adet yeni baraj inşa edilmelidir. Seydisuyu havzasının debi kapasitesi sadece K Hidroelektrik Santrallerin (KHS) kurulması için uygundur. Bu amaçla, ilk olarak Çatören ve kunduzlar barajlarına giren ve çıkan aylık bazdaki 21 yıllık tarihi debiler araştırılmıştır. atren ve Kunduzlar barajlarının su potansiyeli kullanarak, 0,843 MW kurulu gücünde ve 4,14 GWh/yıl elektrik üretebileceği hesaplanmıştır. Aynı zamanda, Seydisuyu üzerinde yeni bir baraj planlandı. Bu planlanan baraj noktasının debilerinin bulunabilmesi için, havzada bulunan akım gözlem istasyonlarının verileri incelenerek en iyi korelasyona sahip iki istasyon seçilerek havzanın karakteristik özelliklerini veren ϕ ve K katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayılar kullanarak doğal akışı bozulmamış olan bir istasyondanki debiler baraj yerine drenaj alanları oranında taşınmıştır. Bu metoda alan oranı metodu denilmektedir ve bilinen bir noktadaki debileri alanları oranında bilinmeyen başka bir noktaya taşınması için kullanılır. Baraj yeri seçilip akım hesapları yapıldıktan sonra simahpp-4 (Simulation to Evaluate the Feasibility of Hydropower Projects) yazılımı ile barajın kurulu gücü ve üreteceği elektrik enerjisi miktarı ve parasal getirisi hesaplanmıştır. Planlanan barajın barajın kurulu gücü ve üreteceği toplam elektrik enerjisi miktarı da sırası ile 0,62 MW ve 2,17 GWh/yıl olarak hesaplanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

Bir lke için kalkınma, istikrar, gelişme, refah ve artan hayat kalitesi anlamına gelen enerji her zaman önemli bir ihtiyaçtır. Dünyada nüfus artışı, şehirleşme, sanayileşme ve teknolojinin yaygınlaşmasına paralel olarak enerji tüketimi de sürekli artmaktadır [1]. Ülkemiz gelişmekte olan bir ülke konumunda olduğu için enerji ihtiyacındaki artış dünya ülkelerinin yıllık enerji ihtiyacından fazladır (izelge 2.1).

Çizelge 2.1 Enerji ihtiyacındaki artış [1]

ÜLKELER	YILLIK TALEP ARTIŞI (%)
Dünya ortalaması	2,4
Gelişmiş ülkeler ortalaması	< 2,0
Gelişmekte olan ülkeler ortalaması	4,1
Türkiye	6-8

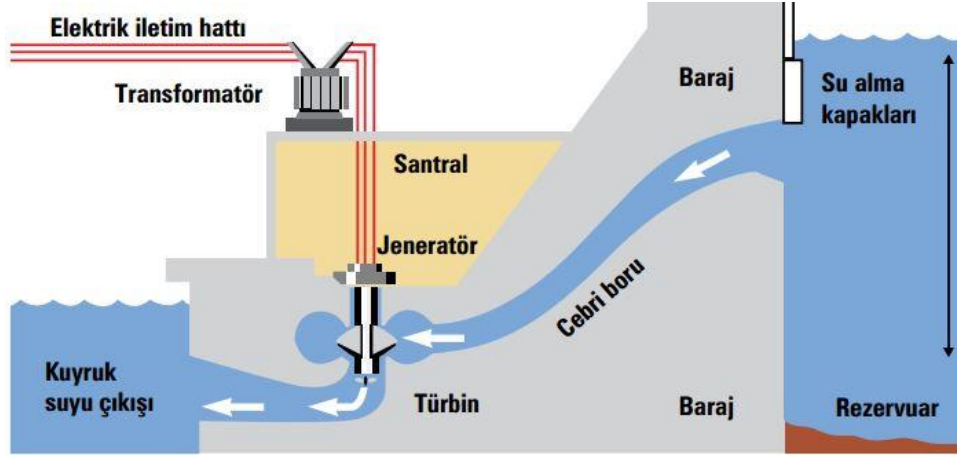
Günümüzde enerji kaynakları; yenilenemeyen enerji kaynakları (kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerji) ve yenilenebilen enerji kaynakları (biyoenerji, jeotermal enerji, güneş, rüzgar, hidrojen, hidrolik, gelgit ve dalga enerjisi) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Önümüzdeki 50 yıl içerisinde yenilenemeyen enerji kaynaklarından bir kısmının tükeneceği varsayılmaktadır. Bu durumda yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ortaya çıkmaktadır. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir ülkedir. Fakat bu kaynakları değerlendirme açısından yetersizdir. Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili, akarsularla kaplı zengin su potansiyeline sahip bir ülkedir. Bu potansiyelin büyük bir kısmı kullanılmamaktadır. Burada işte hidroelektrik enerjinin ülke açısından ne kadar önemli bir enerji kaynağı olduğu anlaşılmaktadır.

Hidroelektrik enerji, güneş enerjisinin sağladığı hidrolik çevrim neticesinde dolaylı olarak oluşan bir enerji kaynağıdır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Hidrolojik su çevrimi [1]

Deniz, göl veya nehirlerdeki sular, güneş enerjisi ile buharlaşmakta, oluşan su buharı rüzgarın etkisiyle de sürüklenerek atmosferik şartlarda yoğunlaşarak yağmur veya kar halinde yeryüzüne yağış olarak düşmekte ve nehirleri beslemektedir. Böylelikle hidrolik enerji kendini sürekli yenileyen bir enerji kaynağı olmaktadır. Hidroelektrik enerji üretimi ise suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanmaktadır [1].

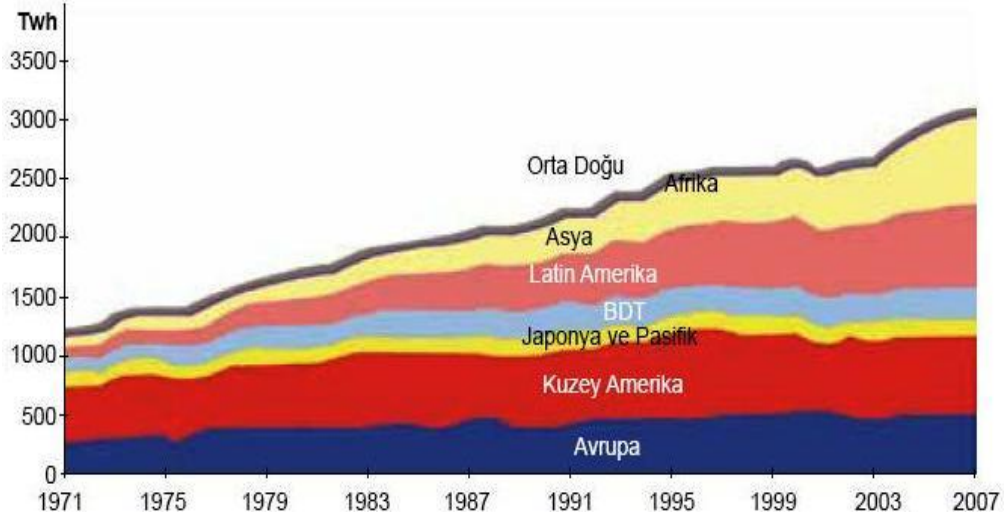


Şekil 2.2 Hidroelektrik enerji üretimi [1]

Su, bir cebri boru yardımıyla rezervuardan alınarak türbine verilmektedir. Türbinlere bağlı jeneratörlerin dönmesi ile de elektrik enerjisi üretilmektedir (Şekil 2.2).

2.1 Dünya'daki Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Hidroelektrik enerji çevreyi kirlilemeyen temiz bir kaynak olması ve ucuz enerji olması sebebiyle, birçok ülkede son yıllarda hidroelektrik santral inşaatına yeniden hız vermiştir. Barajların inşa maksatlarına bakıldığında, birinci sırada sulama (%38), ikinci sırada ise enerji (%18) gelmektedir. Halen Dünya'da enerji amaçlı işletme halinde 8.200 büyük baraj bulunmaktadır [1].



Şekil 2.3 1971-2007 yılları arasındaki hidroelektrik enerji üretiminin seyri [1]

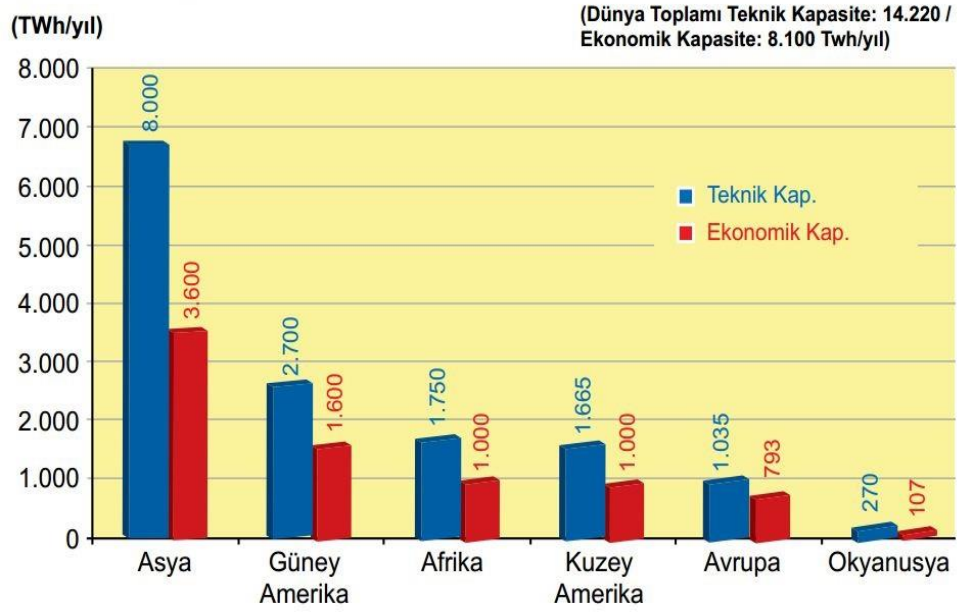
Londra merkezli Uluslararası Hidroenerji Birliği'ne (International Hydropower Association–IHA) göre küresel elektrik ihtiyacının %16'sı hidroenerjiden elde edilmektedir. Hidroenerjinin, yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerji üretimi içindeki payı ise %80'e ulaşmaktadır. Günümüzde Kuzey Amerika kullanılabilir hidroenerji kaynaklarının %70'ini, Avrupa ise %75'ini kullanmaktadır. Hidroenerji alanında en önemli büyüme fırsatını ise Güney Amerika, Asya ve özellikle Afrika sunmaktadır.

International Hydropower Association (IHA)'nın çalışmalarında, Dünyanın teknik hidroelektrik kapasitesi 14,2 trilyon kwh/yıl olarak hesap edilmektedir. Ekonomik Hidroelektrik Kapasite ise 8,1 trilyon kwh/yıl dır. Bu değerlerin dağılımı Çizelge 2.2. ve Şekil 2.3. de görülmektedir.

Dünyadaki teknik kapasitenin %57 nin ekonomik kapasite olduğu ve en büyük kapasitenin Asya kıtasında olduğu, Asya kıtasını sırasıyla Güney Amerika, Afrika, Kuzey Amerika, Avrupa ve Okyanusya kıtalarının izlediği görülmektedir.

Çizelge 2.2 Dünya'da Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Kapasitenin Dağılımı [2]

KITA	Teknik Kapasite		Ekonomik Kapasite	
	(GWH/yıl)	%	(GWH/yıl)	%
Asya	6,800,000	47.8%	3,600,000	44.4%
Avrupa	1,035,000	7.3%	793,000	9.8%
Kuzey Amerika	1,665,000	11.7%	1,000,000	12.3%
Güney Amerika	2,700,000	19.0%	1,600,000	19.8%
Okyanusya	270,000	1.9%	107,000	1.3%
Afrika	1,750,000	12.3%	1,000,000	12.3%
TOPLAM	14,220,000		8,100,000	

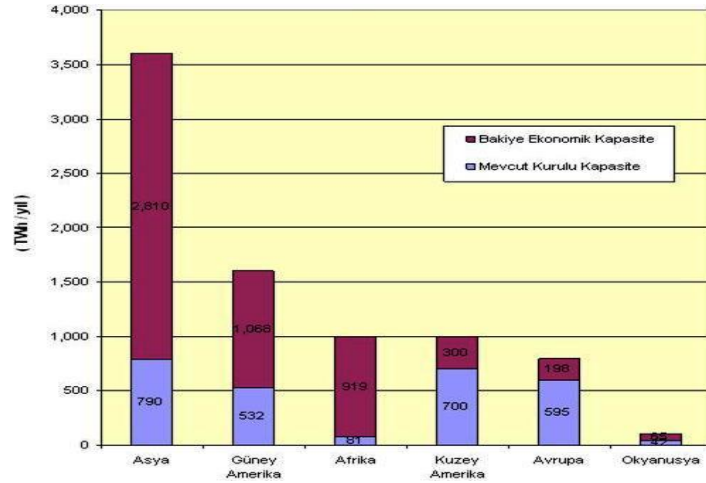


Şekil 2.4 Dünya'da Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Kapasitenin Dağılımı [1]

Dünyada mevcut ekonomik kriterler ile bu tespit edilmiş olan 8,1 trilyon kWh/yıl düzeyindeki ekonomik potansiyelin %33.8 lik kısmı 2,7 trilyon kWh/yıl düzeyindeki kapasite, halen kullanılmakta olan mevcut kapasitedir. Bu kapasite dağılımı Çizelge 2.2 ve Şekil 2.4' de verilmiştir.

Çizelge 2.3 Dünya' da Mevcut Kurulu Kapasite ile Bakiye Teknik ve Ekonomik Hidroelektrik Kapasite [2]

KITA	Mevcut Kurulu Kapasite		Bakiye Ekonomik Kapasite		Bakiye Teknik Kapasite	
	(GWH/yıl)	%	(GWH/yıl)	%	(GWH/yıl)	%
Asya	790,000	21.9%	2,810,000	78.1%	6,010,000	84.4%
Avrupa	595,000	75.0%	198,000	25.0%	440,000	42.5%
Kuzey Amerika	700,000	70.0%	300,000	30.0%	965,000	58.0%
Güney Amerika	532,000	33.3%	1,068,000	66.8%	2,168,000	80.3%
Okyanusya	42,000	39.3%	65,000	60.7%	228,000	88.4%
Afrika	81,000	8.1%	919,000	91.9%	1,669,000	95.4%
TOPLAM	2,740,000		5,360,000		11,480,000	

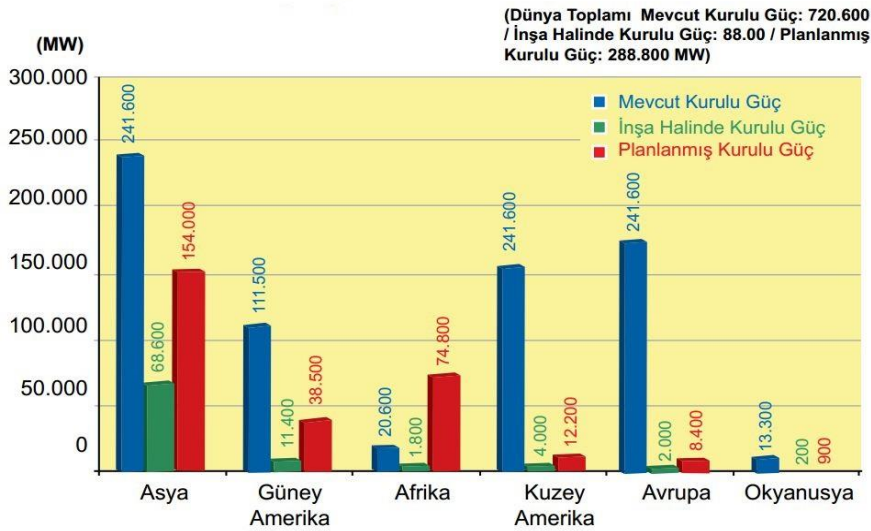


Şekil 2.5 Dünya'daki Mevcut Kurulu Kapasite ve Bakiye Ekonomik Kapasite [1]

Avrupa bugünkü ekonomik kapasitenin %75' ini Kuzey Amerika %70 ini şimdiden kullanmış durumdadır. Bu kullanım, gelişmekte olan Asya' da %22, Afrika' da ise sadece %8.1 seviyesindedir. Dünyadaki İşletmede - İnşaa Halinde ve Planlanmış Hidroelektrik Santrallerin Kurulu Güç Dağılımı da Çizelge 2.4 ve Şekil 2.6'de görülmektedir. Burada Dünyanın mevcut kurulu gücünün 720,600 MW, inşaa halindeki gücün 88,000 MW, ve kısa sürede devreye girmesi öngörülen planlanmış gücün 288800 MW olduğu görülmektedir.

Çizelge 2.4 Dünyadaki Mevcut – İnşa Halinde ve Planlanmış Hidroelektrik Santrallerin Kurulu Güç Dağılımı [2]

KITA	İşletmedeki Kurulu Güç		İnşa Halindeki Kurulu Güç		Planlanmış Kurulu Güç	
	MW	%	MW	%	MW	%
Asya	241,600	33.5%	68,600	78.0%	154,000	55.3%
Avrupa	175,600	24.4%	2,000	2.3%	8,400	2.9%
Kuzey Amerika	158,000	21.9%	4,000	4.5%	12,200	4.2%
Güney Amerika	111,500	15.5%	11,400	13.0%	38,500	13.3%
Okyanusya	13,300	1.8%	200	0.2%	900	0.3%
Afrika	20,600	2.9%	1,800	2.0%	74,800	25.9%
TOPLAM	720,600		88,000		288,800	



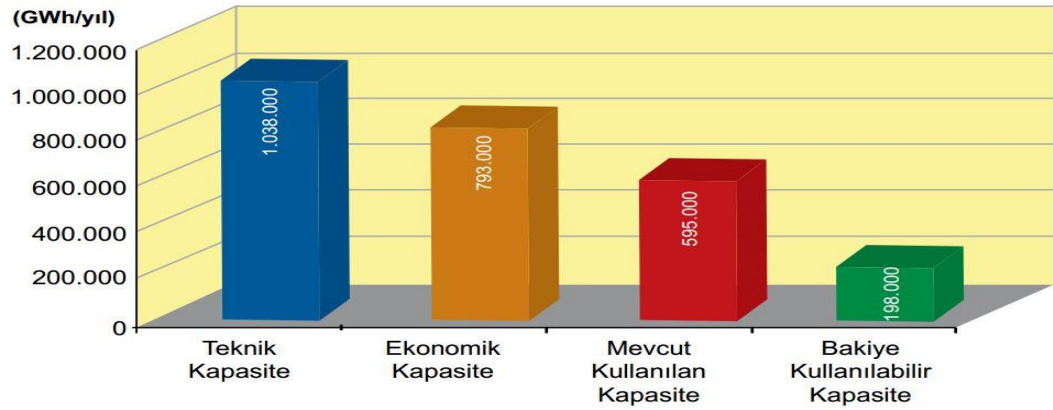
Şekil 2.6 Dünyadaki Mevcut – İnşa Halinde ve Planlanmış Hidroelektrik Santrallerin Kurulu Güç Dağılımı [2]

Avrupa'nın Teknik Hidroelektrik Potansiyeli, İHA'nın çalışmalarına göre 1 trilyon kWh/yıl olarak kabul edilmiştir. Bu potansiyelin %76,62'sına tekabül eden 793 milyar kWh/yıllık kısmı ekonomik kabul edilmektedir ve bu ekonomik kapasitenin %75'i kullanılır durumdadır. Kalan %25'lik kısmının ise 2.000 MW kurulu güç inşa halinde ve 8.400 MW'ın da planlanması yapılmıştır.

Çizelge 2.5 Bazı Ülkelerdeki Hidroelektrik Potansiyel Gelişimi [2]

ÜLKE	Teknik Potansiyel	Geliştirilen Potansiyel	%
ABD	376	322	86
Japonya	132	103	78
Norveç	171	116	68
Kanada	593	332	56
Türkiye	216	53	24,5

Misal olarak hidroelektrik potansiyelinin Arnavutluk %96'sını, Hırvatistan %59'unu geliştirmiştir. Sırbistan'da Velika Morava havzasında 10-12 yıllık bir süreçte 7 adet baraj inşa edilmiştir [3]. Aynı şekilde Batı Avrupa'da da hidrolik potansiyelin büyük bölümü kullanılır durumdadır.



Şekil 2.7 Dünyadaki Mevcut – İnşa Halinde ve Planlanmış Hidroelektrik Santrallerin Kurulu Güç Kapasite Dağılımı [1]

Uluslararası Enerji Ajansı'na (International Energy Agency-IEA) 2020'de dünya enerji tüketimi içerisinde hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının payının bugüne göre %53 oranında artacağı öngörülmüş olup, bu her güçteki hidroelektriğin değerlendirilmesi ile mümkündür.

“AB Dahili Elektrik Pazarındaki Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektriğin Teşvik Edilmesi Yönetmeliği”, 27 Ekim 2001 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu Yönetmelik gereği olarak Avrupa Birliği ülkelerinde 2010 yılından itibaren tüketilecek olan elektriğin %22,1'nin yenilenebilir yeşil enerji kaynaklı olması yükümlülüğü getirilmekte ve hidrolik kaynaklardan üretilen enerjinin tamamı yeşil enerji olarak ifade edilmektedir. [3]

2020 yılına kadar toplam enerji tüketiminin beşte birini yenilenebilir enerjilerden elde etmeyi hedefleyen AB ülkelerinde, özellikle hidroelektrik enerji kapasitesinin artırılması ve mevcut santrallerin yenilenmesine yönelik yatırımlar hızla artırılmaktadır. Avrupa’da kurulu hidroenerji kapasitesi 170 bin MW civarındadır. Hidroenerji üretiminde ilk sırada gelen ülkeler Norveç, Avusturya, İsviçre, İsveç ve İspanya’dır.

Çizelge 2.6 Bazı Ülkelerdeki Elektrik üretiminin Hidroelektrikten Karşılanma Oranları [2]

ÜLKE	Mevcut Hidroelektrik Kurulu Güç	Elektrik Üretiminin Hidroelektrikten Karşılanma Oranı
	MW	%
Norveç	27,569	98.2
Avusturya	11,700	70.4
İsviçre	13,800	60.0
İsveç	16,200	55.0
Bosna-Hersek	2,380	46.0
Romanya	5,860	34.8
Portekiz	4,394	27.0
Finlandiya	2,340	21.5
İspanya	24,376	20.0

Günümüzde Batı Avrupa’da bugün izlenen bir diğer eğilim, mevcut hidroelektrik santrallerin kapasitesini yeni donanım ve teknolojiler yoluyla artırmak yönündedir. Mesela Fransa’da, devlet kontrolündeki Electricité de France (EDF), Fransa ekonomisini destekleme programı kapsamında, hidroelektrik projelerinin modernizasyonu için 2 milyar Euro ayırmıştır.

Aralarında sosyal ve ekonomik önemli farklılıklar olsa da suyun özkaynak olarak önem taşıdığı birçok ülkede, hidroelektrik üretimin toplam elektrik enerjisi üretimi içindeki payı oldukça yüksektir.

2.2 Türkiye'deki Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Türkiye'nin, deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1300 metre civarındadır. Yurdumuza düşen yıllık ortalama yağış 501 milyar m³ ve bunun akarsulara dönüşen kısmının 186 milyar m³ olduğu bilinmektedir [1].

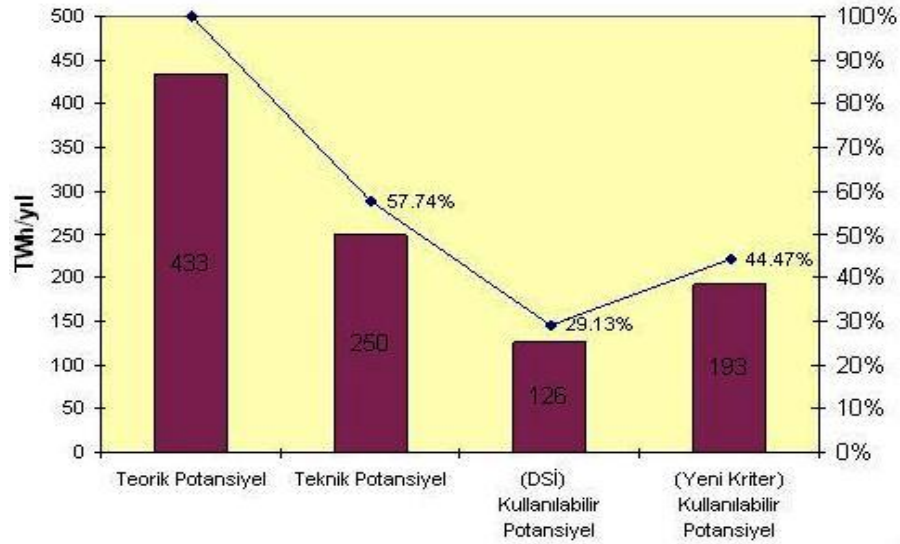
DSİ ve EİE tarafından, Türkiye' nin mevcut 25 havzasında yapılan çalışmalar ve stokastik hesaplamalar neticesinde Türkiye' nin teorik Elektrik Enerjisi Üretim Potansiyeli brüt 433 milyar kWh/yıl, teknik potansiyel 250 milyar kWh/yıl, ekonomik elektrik enerji üretim potansiyeli 126 milyar kWh/yıl olarak belirlenmektedir. Bu rakamlarla, Türkiye, Dünya hidroelektrik potansiyeli içinde %1 payı ile sekizinci sırada gelmektedir. Teknik yapılabilir potansiyel olan 250 milyar kWh/yıl ile Avrupa potansiyelinin yaklaşık %20 si mertebesinde hidroelektrik potansiyele sahip bulunmaktadır. Bir başka açıdan baktığımızda Türkiye Avrupa hidrolik potansiyelinde Rusya ve Norveç' ten sonra üçüncü sırada gelmektedir [4].

DSİ ve EİE, Türkiye' nin ekonomik olarak geliştirilebilir hidroelektrik kapasitenin yıllık 126 milyar kWh/yıl civarında olduğunu hesaplamaktadır. Burada anahtar kavram 'ekonomik olarak yapılabilirlik' kavramıdır. Türkiye' nin hidroelektrik kapasitesinin değerlendirilmesinde kullanılan ve herhangi bir tesisin ekonomik olarak yapılabilir olup olmadığı kararına mesnet teşkil eden kriterlerin daha yakından incelenmesi gerekmektedir. Halihazırda kullanılan kriterlerin hidroelektriğe karşı ve caydırıcı etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu hesaplar ve hesaplamalarda kullanılan kriterler tamamen 'internal costs' denen içsel maliyetler esas alınarak yapılmakta, hidroelektrik santrallerin alternatifi olarak düşünülen termik santrallerin dışsal maliyetleri (external costs) tümüyle göz ardı edilmektedir. Literatürde dışsal maliyetler bu santrallerin sebep olduğu sorunlarının (sera gazı emisyonları, asit yağmurları, atık maddelerin muhafazası, çevre kirliliği, vs.) giderilmesi için gerekecek harcamalar olarak tanımlanmaktadır ve mertebesinin içsel maliyetlerinin en az %30 u olduğu belirtilmektedir [4].

Yukarıda da ifade edildiği gibi bu tarz bir ekonomik analizde hidroelektrik santraller lehine dikkate alınması gereken bir çok fayda unsuru dikkate alınmakta, alınanlar ise gerçek değerlerinin çok altında değerlendirilmekte ve kendi

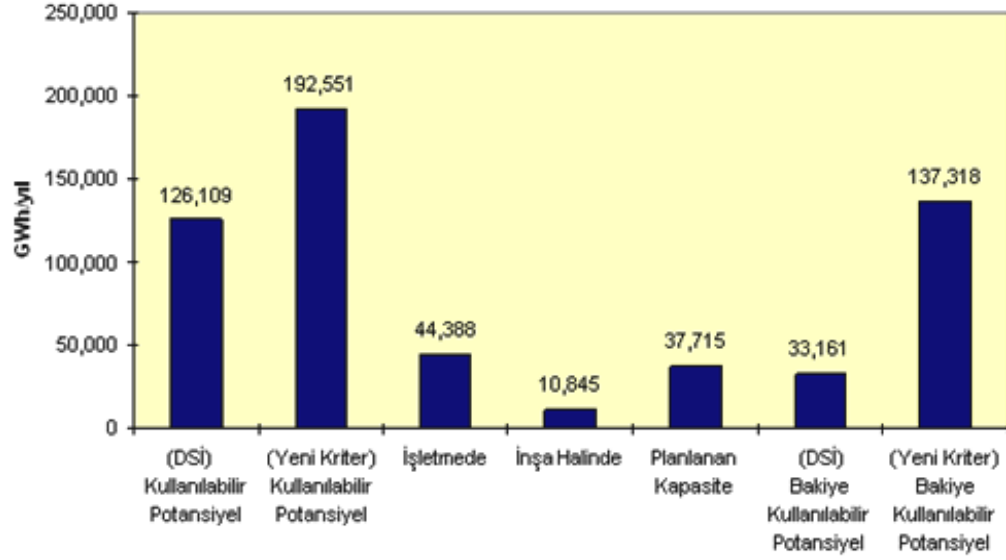
kaynağımız olan hidroelektrik santraller hem termik santrallerle (özellikle doğalgaz ve ithal kömür) haksız rekabete maruz bırakılmakta, hem de geliştirilmeleri güya ekonomik nedenlerle ve verimlilik nedenleriyle ertelenmektedir. Halen kullanılan kriterler yerine yukarıda ifade edilen hususları dikkate alan kriterler kullanıldığında, dışsal maliyetler dikkate alınmasa bile hidroelektrik tesislerden, şu anda ekonomik olarak yapılabilir tesislere oranla maliyetleri %20-25 daha pahalı olanlar bile ekonomik hale geleceklerdir. Dışsal maliyetlerin dikkate alınması halinde ise bu oran %40-45 mertebelerine çıkacaktır. Ayrıca Türkiye genelinde henüz etüdü yapılmamış 1-30 MW arası küçük tesislerden minimum 10-15 milyar kWh/yıl, kanal ve barajlara konulacak türbinler yoluyla da 3-5 milyar kWh/yıl elektrik üretilebileceği düşünülmektedir. Bütün bu kriterler göz önüne alındığında, ülkemizin ekonomik hidroelektrik üretim potansiyelinin 190 milyar kWh/yıl civarında olacağı ve kurulu güç değerinin 48-50 bin MW olacağı söylenebilir [4].

DSİ tarafından stokastik metotlarla yapılan hesaplamalarla, yukarıda belirtilen yeni kriterler ile yapılan hesaplamalar neticesinde varılan sonuçlar Şekil 2.8’de verilmektedir [4].



Şekil 2.8 Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyeli [1]

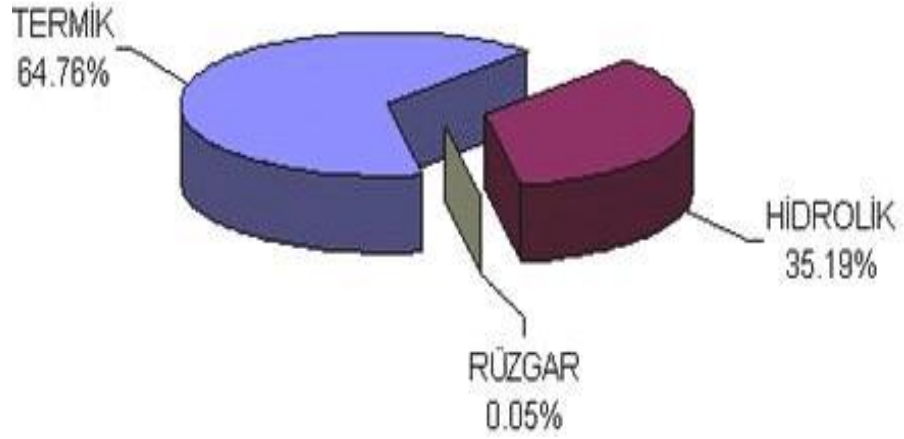
DSİ ve EİE tarafından yapılan çalışmalar sonucunda ekonomik olarak yapılabilir. Hidroelektrik potansiyelin proje durumlarına göre dağılımı Şekil 2.9' da ve Çizelge 2.7' de gösterilmektedir.



Şekil 2.9 Türkiye'nin Hidroelektrik Potansiyelinin Dağılımı [1]

Çizelge 2.7 Türkiye Hidroelektrik Enerji Potansiyelin Proje Durumlarına Göre Dağılımı [5]

	Hidroelektrik Santral Projelerinin Durumu	Proje Adeti	Kurulu Güç (MW)	Toplam Enerji Üretim Kapasitesi				
				Güvenilir Gwh	Toplam Enerji Gwh	Oran (%)	Kümülatif Enerji (GWh)	Oran (%)
1	İşletmede	142	12 788	33 560	45 930	35,5	45 930	35,5
2	İnşa Halinde	41	3 397	8 817	14 351	11,1	60 281	46,6
3	Gelecekte İnşa Edilecek	589	29 356	37 335	69 173	53,4	*	*
4	Kesin Projesi Hazır	13	2 356	4 630	6 919	5,3	67 200	51,8
5	Planlaması Hazır	176	7 269	13 293	26 415	20,4	93 615	72,3
6	Master Planı Hazır	99	5 260	10 773	18 280	14,1	111 895	86,4
7	İlk Etüdü Hazır	301	4 474	8 693	17 559	13,6	129 454	100,0%
	TOPLAM POTANSİYEL	772	36 544	79 712	129 454	100,0	129 454	100,0



Şekil 2.10 Türkiye'nin Kaynaklara Göre Kurulu Güç Dağılımı [4]

2.3 Dünya'daki Çok Amaçlı Barajların Önemi

Büyük barajların yaklaşık %30'u (ICOLD'un tanımı) çok amaçlı kullanımlar içindir. Bu çok amaçlı barajların farklı işlevleri aşağıda verilmiştir:

- Sulama %48
- Elektrik Üretimi %36
- Su Temini %36
- Taşkın Kontrolü %39
- Rekreasyon %24
- İç Navigasyon %5
- Balık Yetiştirme %5

Rekreasyon ve balık yetiştiriciliği gibi bazı amaçlar pratikte ikincil amaç olma eğilimindedir. Sulama ve elektrik üretimi gibi ana amaçlar için var olan rezervuarların kullanımı finansman düzenlemelerinde birincil ana unsurdur. Rekreasyon, taşkın kontrolü ve balık yetiştirme yararlı amaçlar olsa da baraj yapımının teşvikinde ana unsurlardan değildir.

2.4 Türkiye’deki Çok Amaçlı Barajların Önemi

Barajlar, su kaynaklarının kontrolü ve hidroelektrik enerji üretimi için temel tesislerdir. Dünyada, 15 m’den yüksek 45.000 adet ve yüksekliği 15 m’den küçük 800.000 adet baraj bulunmaktadır. Yine dünyadaki barajların %70’inin yüksekliği, 30 m’den küçüktür. Dünyadaki barajların yalnızca %1’i, 100 m’den yüksektir [6-10]. Dünyadaki toplam teknik hidroelektrik potansiyel miktarı yaklaşık 14400 TWh/yıl ve ekonomik hidroelektrik potansiyel miktarı ise 8000 TWh/yıl (1 TWh=1.109 kWh)’dır. Dünya elektrik üretiminin %20’si (2650 TWh/yıl) hidroelektrik enerjiden sağlanmaktadır [9,11] Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin (su, güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle vb.) %97’si, su gücünden temin edilmektedir [8]. Uluslararası Büyük Barajlar Komisyonu’na (ICOLD) göre dünyadaki büyük barajların %30’u çok amaçlı barajlar grubunda yer almaktadır. Genel olarak dünyadaki barajlar yapılış amaçlarına göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırmaya göre barajların, %48’i Sulama, %36’sı Elektrik üretimi, %36’sı Su temini, %39’u Taşkın koruma, %24’ü Dinlenme, %5’i İç su yolu taşımacılığı ve %5’i Balıkçılık amaçları için projelendirilmiştir [10]. Bunların toplamı, %100 geçmektedir. Çünkü aynı baraj tipi, farklı amaçlar (Sulama, Su temini, Elektrik üretimi v.b) için kullanıldığından ilgili kategori içinde tekrar sayılmıştır. Türkiye, hala kalkınmakta olan bir ülkedir. Tarımsal üretimin kalkınmada önemli bir yeri vardır. Ancak, son zamanlarda hızla sanayileşen bir ülke haline gelmiştir. Tarımsal üretimi artırmak için sulama çok önemli olduğundan, sulama amaçlı baraj sayısı, 1950’lerden sonra hızla artmıştır. 2007 yılı itibari ile inşası tamamlanmış irili ufaklı 1175 adet baraj veya baraj büyüklüğünde gölet bulunmaktadır. Ancak ICOLD’un sınıflandırmasına göre 555 adet tesis, baraj olarak kabul edilmektedir. Geriye kalan 620 adet tesis, baraj olarak kabul edilmemektedir. Bu 620 adet tesisin çoğu çok amaçlı (sulama, taşkın koruma, su temini, mesire yeri vb) tesislerdir. Bu tesislerin çoğunun yüksekliği 20 m’den fazladır. 555 adet barajın 212’si büyük baraj ve 343’ü küçük baraj sınıfına girmektedir. Bilindiği üzere ICOLD büyük baraj tanımı için şu şartları istemektedir: a) Kret’i ile temeli arasındaki yükseklik 15 m olmalı, b) Yüksekliği 10- 15 m olması halinde, kret uzunluğu >500 m, hazne hacmi >1x10⁶ m³ ve en

büyük taşkın debisi $>1000 \text{ m}^3$ olmalı, c) Baraj temelinde özel sorunlar olması ve alışılmışın dışında bir projeye sahip olması halinde büyük baraj sayılmaktadır. Türkiye'deki çok amaçlı 1175 adet barajın hizmet ettiği ana amaca göre sınıflandırılması, Çizelge 2.8'de verilmiştir [11].

Çizelge 2.8 Türkiye'deki mevcut barajların inşa amacı, sayısı ve toplam içindeki payı [11]

Barajın Genel Yapılış Amacı	Sayısı	Toplam İçindeki Payı (%)
Sulama (S)	1030	88,00
İçme-Kullanma Suyu (i)	49	4,20
Enerji (E)	46	3,90
Taşkın Koruma (T)	46	3,90

Çizelge 2.8'e göre, Türkiye'deki barajların %88'i sulama, %4,2'si içme-kullanma, %3,9'u enerji ve %3,9'u taşkın koruma amaçlarına hizmet vermektedir. Ayrıca Türkiye'deki mevcut barajların hizmet fonksiyonlarına göre dağılımları ise Çizelge 2.9'da verilmiştir.

Çizelge 2.9 Türkiye'deki mevcut kurulu barajların hizmet fonksiyonlarına göre dağılımları

	İ	S	S+E+T	S+ T	S+T+ İ	E	S+ T	S+ E	S+E+ İ	S+ İ	E+ T	İ+ T	E+İ	T	Toplam
Sayısı	29	1055	9	13	6	14	8	12	2	9	5	1	1	2	1166
Payı (%)	2,5	90,5	0,8	1,1	0,5	1,2	0,7	1,0	0,2	0,8	0,4	0,1	0,1	0,2	100,0
İ: İçme-kullanma, S: sulama, T: taşkın koruma, E: enerji															

Türkiye'de, elektrik üretemeyen ve çok amaçlı olarak inşaatı tamamlanmış tesislere takılacak türbin ve jeneratör ilavesi ile elektrik üretmek mümkündür. Bu çalışmada, Seydisuyu Havzasında yeni bir baraj planlaması yanında, havzada bulunan hazır kurulu mevcut sulama amaçlı Çatören ve Kunduzlar Barajlarının hidroelektrik potansiyelleri de incelenmiştir. Türkiye'de mevcut kalkınma planları doğrultusunda, büyük barajlar dikkate alınırken, küçük ölçekli su potansiyelleri bu güne kadar ihmal edilmiştir [12-15]. Türkiye'deki hidroelektrik santrallerinin kurulu güçlerine göre sınıflandırılması Çizelge 2.10'da verilmiştir.

Çizelge 2.10 Hidroelektrik santrallerinin kurulu güçlerine göre sınıflandırılması [16]

Kurulu Güç Sınıfı (MW)	Hidroelektrik Santral Sayısı	Toplam Kurulu Güç (MW)	Toplam Güvenilir Enerji (GWh/yıl)	Yıllık Ortalama Enerji (GWh/yıl)
10 MW altı	307	1143	1591	5163
10-50 MW	185	4558	8787	18301
50 MW üstü	97	13658	26956	45709
Toplam	589	19359	37335	69173

2.5 Türkiye’deki Hazır Kurulu Barajların İncelenmesi

İnsanlık tarihinin başlangıcından beri yaklaşık 5000 yıl barajlar su ihtiyacını fazla miktarda geldiği mevsimlerde depolayıp, kurak mevsimlerde suyu bırakarak düzenli su temini için kullanılmıştır. Böylece selleri önlemiş veya hafifletmiş, düzensiz olarak dağılan ve mevsimlere göre dalgalan su kaynaklarının önemli ölçüde verimli işletilmesi sağlamıştır. Bir başka deyişle barajların inşaatı su kaynakları projeleri kapsamında her zaman doğal hidrolojik rejimin düzenlenerek insanlığın su ihtiyacı ve suyla ilgili servislerin sağlanması açısından temel ihtiyaç olarak görülmüştür. Bu projeler su temini, sulama, taşkın kontrolü, hidroelektrik enerji üretimi, ulaşım, eğlence, kirlilik azaltımı, endüstri ihtiyaçları, balıkçılık, vahşi hayatın korunumu, tuzluluk ve rusubat kontrolü ve yeraltı sularının beslenmesi gibi amaçları içermektedir. Bu amaçlara ulaşmak için pek çok akışların düzenlenmesi ve kontrol edilmesi gereklidir. Bu da baraj göllerinin yaratılmasının en büyük sebebidir [17].

Geçtiğimiz yüzyılda pek çok yeni baraj inşasının planlanması dünyada yükselen su krizini işaret etmekte ve ucuz ve yenilenebilir enerjiyi sağlamaktadır. Ülkemizde de DSİ bu barajların planlanması ve inşasının çevresel, toplumsal ve iktisadi açıdan anlamlı olmasını temin ederek gerçekleştirmektedir. Mevsimlere ve yıllara göre değişen yağış miktarları da düşünülecek olursa Türkiye’nin büyük nehirleri üstünde kullanım suyu temini için baraj inşa etmek kaçınılmazdır [17].

Baraj projelerinin pek çoğu sadece ekonomik yarar için değil, yöre insanların sosyo ekonomik gelişmeleri de düşünülerek amaçlanmıştır. Bu açıdan baraj projeleri yöre insanların kendi doğal ortamlarında daha iyi hayat standartlarına kavuşmalarını sağlayarak büyük şehirlere olan göçü önlemede önemli bir faktör olur. Son olarak Türkiye gibi yarı kurak iklimin baskın olduğu ülkelerde su kaynaklarının ülkenin ekonomik gelişimi amacıyla verimli bir şekilde kullanımı için baraj inşaatlarının ihtiyaç olduğu kabul edilmektedir [17].

2.5.1 Türkiye'deki Barajların Önemi

Türkiye'nin içinde bulunduğu ekonomik ve teknik koşullara bağlı olarak sorunlarından birisi de elektrik enerjisinin miktarıdır [18].

Kömür, linyit, odun, petrol, doğal gaz ve su enerjisi gibi enerji kaynaklarının önemi elbette ki tartışılmaz ama su kaynaklarından enerji yönünden faydalanma hususunun ayrı bir özelliği vardır. Çünkü ülkemizin sahip olduğu en ucuz enerji kaynağı olan su onu kullanmadığımız her saniye boşa akıp gidiyor [18].

Türkiye'nin elektrik enerjisini şu anda %60'ı doğalgaz kaynaklarınca üretiliyor. HES potansiyeline bakacak olursak; yeterli doneye sahip olmadığımız 1930lu yıllarda HES potansiyelimiz 10 milyon KW/saat olarak ölçülmüştür. 1970 ten bu yana ise HES potansiyelimiz 450 milyar KW/saate ulaşmıştır. Bu değer teknolojik olarak 250 milyar KW/saate kadar düşüyor. Yani ekonomik olarak Türkiye'nin HES potansiyeli toplam 155 milyar KW/saattir [18].

Ancak bu değerin sadece %30-35 ini üretebilme imkanına sahip gibi görünse de HES'lerimizin inşaat yerinden dolayı seviyeleri düşük olduğundan ülkemiz sahip olduğu HES potansiyelin %20-25ni üretebiliyor. İşte bu nedenlerden dolayı hidroelektrik santraller geliştirilmeli ve sayıları mümkün olduğunca çoğaltılmalı ülkemize ve bölgelerimize uygun baraj tipleri araştırılarak kurduğumuz Hidroelektrik Santrallerin maksimum verimle çalışması sağlanmalıdır [18].

İnsanoğlunun yaşamında vazgeçemediği dört unsur vardır. Su, hava, güneş ve toprak. Bu unsurlardan suyun, gezegenimizin dörtte üçünü meydana getirdiğini düşünürsek su kaynaklarının yaşamımızdaki önemi daha iyi anlaşılabilir [18].

Su kaynakları ile su ihtiyaçları birçok şekilde yapılabilir. Su teminin su ihtiyaçlarının, istenilen yönde, istenilen kalitede ve istenilen miktarda karşılanması gerekir. Bu dört baz üzerinde yapılacak çalışmalarda yetersizliklerle karşılaşabilir. Mesela su yetersiz olur veya zaman içindeki dağılımı ihtiyacı istenilen zamanda karşılayamaz [18].

Suyu doğrudan doğruya akarsudan alan bir şehrin içme suyu, sulama, hidroelektrik veya başka bir maksat için yapılan tesisleri debinin azalması durumunda devreden çıkabilir. Yaz aylarında kuruyan bir akarsu daha sonraki aylarda daha şiddetli yağmur ve kar yağışı ile çevreye zarar verebilir. Bütün bu amaçlar için baraj hazneleri yapılır [18].

2.5.2 Türkiye’deki Barajların Fonksiyonları

Türkiye’deki mevcut kurulu barajların fonksiyonlarından kısaca bahsedecek olursak:

-Şehirlerin içme ve kullanma suyu ihtiyacı: Artan nüfus ve refah seviyesinin yükselmesi ile birlikte yerleşim yerlerinin içme ve kullanma suyu talepleri de artmaktadır [19].

-Sanayi su temini: Sanayi üretim için mutlaka suya ihtiyaç duyar. Dolayısıyla sanayinin su talebi de büyük ölçüde baraj ve göletlerden temin edilmektedir [19].

-Sulama suyu: Ülkemizde günümüz itibarıyla teknik ve ekonomik olarak sulanabilen 8,5 milyon ha (hektar) arazi mevcuttur. Sulu ziraat yapılması halinde susuz ziraata nazaran 5 ila 14 misli bir gelir artışı olmaktadır. Ayrıca ürün deseni de zenginleşmektedir. Susuz tarımla arpa-buğday ekilen arazilere pamuk, patates, mısır gibi ürünler de yetiştirilebilmektedir. Sulama suyu genellikle akarsular üzerine inşa edilen baraj ve göletlerden sağlanmaktadır [19].

-Taşkın Koruma: DSİ Genel Müdürlüğünün taşkınların önlenmesi ve zararlarının azaltılmasıyla ilgili çalışmaları 6200 sayılı Kuruluş Kanununda

tanımlanan görev ve sorumluluklar çerçevesinde genelde yapısal önlemler içeren projeli faaliyetler şeklinde sürdürülmektedir [19].

Bu çalışmalar çerçevesinde taşkınları önlemek maksadıyla barajlar, sel kapanları, tersip bentleri ve taşkından koruma tesisleri inşa edilmekte, dere yataklarında makineli tanzim ve ıslah çalışmaları yapılmaktadır [19].

-Hidroelektrik enerji üretimi: Su kaynaklarından ekonomik olarak istifade edilmesi açısından Hidroelektrik Enerji Üretiminin rolü çok büyüktür. Zira hidroelektrik enerji, ülke kaynaklarının kullanılması ile üretildiği için, dışa bağımlı değildir. Bir ülkenin elektrik enerjisi tüketimi o ülkenin kalkınmışlığının bir göstergesidir [19].

-Su ürünlerinin üretimi: İnşa edilen barajların göllerinde balıkçılık yapılmak suretiyle önemli ölçüde gelir sağlanır. DSİ'nin; İzmir (Ürkmez), Adana (Seyhan), Elazığ (Keban), Şanlıurfa (Atatürk Barajı), Bolu (Gölköy), Amasya (Yedikır), Edirne (İpsala), Sivas (Çamlığöze) olmak üzere 8 adet su ürünleri üretim tesisinde yılda 28 milyon adet yavru balık üretilerek barajlara bırakılmaktadır [19].

-Mesirelik kullanım: Barajlar inşa edildikleri bölgeye hayat vermektedir. Baraj civarlarında teşkil edilen rekreasyon sahaları, yeşil alanlar, orman alanları civarda yaşayan insanların mesirelik olarak kullanabilecekleri dinlenme yerleridir [19].

Bir akarsu vadisinde yapılan baraj bölgenin ve çevrenin bazı özelliklerinde önemli değişmelere sebep olabilir. Dolayısıyla barajların bir de çevresel boyutta fonksiyonları ve etkileri vardır. Bu etkilerin en önemlileri şunlardır [20]:

1. Ekonomi ve sosyal yaşam üzerindeki etkisi
2. Bölge ekolojisi üzerindeki etkiler
3. Bölgenin iklimine etkisi ve bitki örtüsüne etkisi
4. Gaz emisyonları ile sera etkisi
5. Balıkçılığa etkisi
6. Memba ve mansap bölgesindeki yeraltı sularına etkisi
7. Akarsu ulaşımına etkisi
8. Mansap kesimindeki yatay oyulmalarına ve akış rejimine etkisi
9. Rekreasyon ve turistik aktivitelere etkisi

2.5.3 Türkiye’deki Hazır Kurulu Barajların Sayısı ve Özellikleri

Ülkemizde DSİ’nin güncel verilerine göre 593 adet hazır kurulu baraj bulunmaktadır. Bu barajlar çeşitli amaçlar için yapılmıştır. Bunlardan 490 tanesi sulama, sulama + balıkçılık, sulama + taşkın koruma ve sulama + içme suyu amaçlı yapılan barajlardır. Çok amaçlı olup aynı zamanda enerji üretmek için kurulan santrallerin sayısı ise sadece 34 tanedir. Sadece enerji üretiminde ise 24 adet hazır kurulu baraj mevcuttur (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.11 Sadece enerji üretiminde kullanılan barajlar

Adı	Yeri	Güç (MW)	Yıllık Enerji Üretimi (GWh)
Alpaslan I	Muş	160	488
Altinkaya	Samsun	700	1632
Ataköy	Tokat	6	8
Berke	Adana	510	1672
Ermenek	Karaman	305,5	1047,8
Gezende	İçel	159	528
Gökçekaya	Eskişehir	278	562
Hasan Uğurlu	Samsun	500	1217
Karakaya	Diyarbakır	1800	7354
Karkamış	Kahramanmaraş	180	652
Keban	Elazığ	1330	6000
Kığı	Bingöl	140	450
Kılıçkaya	Sivas	124	332
Kralkızı	Diyarbakır	90	146
Kürtün	Gümüşhane	85	198
Manavgat	Antalya	48	220
Oymapınar	Antalya	540	1620
Özlüce	Bingöl	170	413
Sarıyar	Ankara	160	400
Sır	Kahramanmaraş	284	725
Topçam	Ordu	60	199
Torul	Gümüşhane	103	322
Uzunçayır	Tunceli	74	317
Yenice	Eskişehir	38	122
TOPLAM		7844,5	26624,8

2.6. Literatür Özeti

Türkiye'nin su kaynaklarının değerlendirilmesi, enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması gibi çalışmalar uzun süredir yapılmaktadır. Bu konuyla ilgili çok sayıda akademik yayın vardır. Ancak bu yayınların her biri bir baraj planlamasının sadece bir yan çalışması hakkındadır. Türkiye'de hidroelektrik potansiyel ve baraj planlamalarıyla ilgili çalışmalar;

2009 yılında 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu'nda Akkaya, U. ve arkadaşları "Baraj ve Hidroelektrik Santrallerin (HES) Çevresel Etkilerinin Analizi: Ilısu Barajı Örneği" başlıklı bir bildirisinde Ilısu Barajı üzerinden HES'lerin çevresel etkilerinden bahsederken aynı zamanda Türkiye'nin Hidroelektrik potansiyeli hakkında araştırma sonuçları verilmiştir.

Mühendislik jeolojisi bülteni 20. Sayıda Koçbay, A. Ve Kılıç, R. tarafından yayınlanan "Obruk Baraj Yerin (Çorum) Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi" isimli bildiride, bir baraj yeri jeolojik açıdan incelenmiştir.

2012 yılında, Koblouti, M., Ouerdachi, L., ve Boutaghane, H. tarafından Energy Procedia dergisinde yayınlanan "Spatial Interpolation of Annual Precipitation in Annaba-Algeria-Comparison and Evaluation of Methods" isimli makalede yıllık yağış verilerinin konumsal dağılım metotları karşılaştırılıyor.

2009 yılında Bakış, R. ve arkadaşları tarafından yayınlanan "Porsuk Havzasındaki Çok Amaçlı Barajlardan Elektrik Üretiminin Araştırılması" isimli makalede ise Porsuk havzasında bulunan sulama, içme-kullanma ve taşkın amaçlı barajlardan elektrik üretimi amaçlanmıştır.

Literatürde son 10 yılda bu konuya eğilimin arttığı görülmüştür. Fakat bu tez çalışması gibi detaylı bir yayın veya tez çalışması literatürde bulunamamıştır. Bu tezde, CBS yazılımlarıyla yeni bir baraj planlaması ve hidroelektrik potansiyeli hesabını maliyetleriyle birlikte yapılmıştır. Bu ölçekte herhangi bir çalışma mevcut değildir. Ancak DSİ ve EİE gibi devlet kurumlarının baraj planlama raporlarında bu şekilde bütünü kapsayan bir çalışma olur.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada, Seydisuyu havzası ve havza civarındaki komşu havzaları kapsayacak şekilde havzanın 1/100.000 ölçekli raster ve vektör haritaları, Harita Genel Komutanlığından ve 1/25.000 ölçekli 54 adet raster, vektör ve jeolojik sayısal haritalar, UTM 36N zonunda European Datum 1950 (ED50) koordinat sisteminde, Devlet Su İşleri III. Bölge müdürlüğünden (DSİ) temin edilmiştir. Araştırmada, Seydisuyu havzasının mekânsal analizleri (spatial analysis), Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS-ArcGIS 10-Geographic Information System-GIS) yazılımı ile analiz edilmiştir.

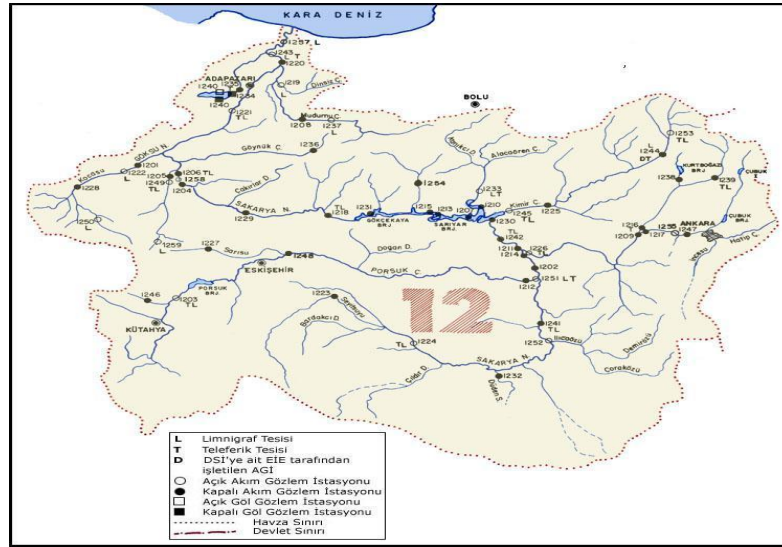
Havzanın meteorolojik özelliklerinin (yağış, sıcaklık, buharlaşma, nispi nem, rüzgâr, vb.) uzun dönemli büyüklüklerin belirlenmesi için gerekli veriler, Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden (DMİ) temin edilmiştir.

DSİ tarafından yapılan havza çalışmaları neticesinde ülkemiz akarsu havzaları 26 ana havzaya bölünmüştür (Şekil3.1). Bunlardan 12 numaralı olan havza ise Sakarya Havzasıdır (Şekil 3.2).

Türkiye'deki 25 ana havzadan biri olan 12 nolu Sakarya havzası, DSİ ve EİE tarafından yapılan etüt ve projelendirme çalışmalarında Aşağı Sakarya Havzası ve Yukarı Sakarya Havzası olmak üzere iki ayrı bölümde tanımlanmaktadır. Bu tezde Aşağı Sakarya Havzası ve bu havzaya ait su kaynakları ile bu kaynakların hidroelektrik enerji potansiyelleri irdelendiğinden çalışma alanı olarak Aşağı Sakarya Havzası seçilmiştir.



Şekil 3.1 Türkiye'nin 25 Ana Akarsu Havzası Haritası



Şekil 3.2 Sakarya Havzası

Bizim çalışma alanımız Sakarya havzasının alt havzası olan Seydisuyu havzasıdır. Sakarya – Seydisuyu havzası İç Anadolu Bölgesinde yer alan, sularını Seydi suyu tarafından Sakarya Nehrine boşaltan sahayı kapsamakta olup; coğrafi bakımdan 38°.85'-39°.36' kuzey enlemleri ile 30°.16'-31°.07' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Seydisuyu Havzası'nın Türkiye'deki Konumu

Seydisuyu Havzası; Kuzeyde Sakarya - Sarısu, Porsuk - Sarısu, Porsuk - Kalabak; güney batıda Büyük Menderes, Gediz, Porsuk - Sarısu, güneydoğuda ise Sakarya - Bardakçı ve Akarçay Havzaları ile sınırlanır. Genelde Eskişehir, kısmen de Afyon ve Kütahya illeri sınırları içerisinde yer alan havzada; Eskişehir İline bağlı Seyitgazi, Mahmudiye, İlçeleri ile Kırka Bucağı ve 51 köy bulunmaktadır [21].

Seydisuyu Havzasının alanı 180.571 hektar olup, Eskişehir yüzölçümünün yaklaşık % 13'ünü kaplar. Havza ulaşım yönünden iyi imkanlara sahiptir. Havzada yolu olmayan köy yoktur. Eskişehir - Seyitgazi - Afyon; Eskişehir - Mahmudiye - Çifteler - Emirdağ – Konya asfaltları havzanın komşu il ve ilçelerle irtibatını sağlamaktadır. Havzadaki ilçeler her mevsim trafiğe açık asfalt ve stabilize yollarla birbirine bağlanmıştır. Havzada en çok rastlanan yüzey şekli, vadilerle yarılmış, yüksekliği çoğu yerde 900- 1100 m'yi bulan, üzerinde birçok tepe ve dağ kütlelerinin yer aldığı aralarına da ova çukurlarının girdiği yüksek düzlüklerdir. Havzanın güney batısı ve doğusu tepelik ve dağ kütleleri ile kaplıdır. Havzanın güney doğu kesiminde uzanan Şaphane Dağının yüksekliği 1785 m'ye kadar çıkar. Bu engebeli yapı çukurda kalan vadi düzlükleri ile birbirinden ayrılır. Bunların en tanınmışı havzaya ismini veren Seydisuyu vadisidir. Seydisuyu havzası genel olarak metamorfik şist ve mermerlerle temsil edilmiştir. Neojen yaşlı çökeller ile volkanitler havzanın büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Havza

toprakları genellikle düz – düze yakın hafif dalgalı ve arızalı topografyaya sahip olup, eski göl materyali ile volkanik tüf, kumtaşı, konglomeratik kalkerler, grali kalkerler ve kuvaterner alüvyonları üzerinde oluşmuşlardır. Sığlık, ince bünye, drenaj ve aşınım gibi kısıtlayıcı faktörlere sahip iseler de genellikle ziraî potansiyel güçleri normal sayılır. Sakarya – Seydisuyu havzasında çoğunlukla kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman ve alüvyal topraklar yaygındır. Havza, genelde İç Anadolu iklim karakterine dahil olmakla beraber Ege mıntikasının da tesirine girmektedir. Havzada iklim oldukça sert ve orta derecede yağışlı bir durum arz etmektedir. Havzanın ekonomik bünyesinde en önemli yeri tarım ve hayvancılık işgal etmektedir. Havza tarımında esas sınırlayıcı etken iklimdir. İklim şartları nedeniyle, tarım, olması gerekli seviyenin altındadır. Sürülerek tarım yapılan 69.168 hektar alanda yetiştirilen belli başlı bitkiler buğday, arpa, şeker pancarı, ayçiçeği, patates, fasulye ve bazı sebze ve meyvelerdir. Buna mukabil sebze ve meyvecilik oldukça azdır. Havzada tarımın yanında hayvancılık da iyi denecek derecede yapılmaktadır. Mahmudiye Harasının teşviki bu konuda önemli rol oynamıştır. Havza yüzölçümünün % 46'sını teşkil eden ormanlar iğne yapraklı ağaçlardan oluşur. Bunlar genel olarak bozuk orman durumundadırlar. İyi nitelikli asfalt karayolları ile büyük yerleşim merkezlerine ulaşımı kolaylıkla sağlayan havzanın nüfusu, 1985 Sayımına göre 31.657 olup, Km. kareye yaklaşık olarak 17 kişi düşmektedir. Havza içinde sanayi fazla gelişmiş değildir. Sadece Mahmudiye ve Seyitgazi'de un fabrikaları, tamirhaneler ve atölyeler, Kırka Bucağında ise Etibank'ın Boraks İşletmeleri bulunmaktadır. Kırka Yöresi bor yatakları bakımından oldukça zengindir. Boraks cevheri önemli bir ihraç maddesidir [21].

3.1.1 Seydisuyu havzasının jeolojik özellikleri

Anadolu Yarımadasının orta kesimlerinde yer almış olan Seydisuyu havzası değişik jeolojik zamanlara ait formasyonlar ile temsil edilmiştir.

Paleozoik yaşlı birimler havzanın değişik yerlerinde sınırlı mostralara vermiştir. Genelde metamorfik şist ve mermerler ile temsil edilmiştir. Havzanın

temelini oluşturan bu paleozoik yaşlı birimler daha genç birimler tarafından özellikle neojen yaşlı sediman ve volkanitler ile örtülmüştür [21].

Mesozoik yaşlı formasyonlar havza içerisinde en az yayılım gösteren Litoloji birimleridir. Havzanın ortak kesimlerinde Numanoluk, Çatören köyleri ile Gemiç Köyü kuzeyinde Keçeliözü Dere mansabında ofiolitler (yeşil kayalar ve serpantin) yayılım gösterir. Gemiç Köyü ile Göknebi Köyü arasında Jura - Kretase yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, radyolit ve kilitaşı, marn tabakaları neojenin sedimentler ve volkanik fasiyesleri ile örtülü vaziyettedir. Havzanın kuzeyinde Ayvalı Köyü ile Taşlık Köyü civarında magmatik intrizyonlar sonucu oluşan peridotit proksenit ve hartzburgit litoloji birimler yer almıştır.

Neojen yaşlı çökeller ile volkanitler havzanın büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Kozkaya Köyü ile Göknebi Köyü arasında Eosen yaşlı kumtaşı, kaba kireçtaşı, marn ve kireçtaşı tabakaları yer almıştır. Bu tabakalar üzerinde diskordan olarak olifosen ve miyosen yaşlı marn, kil, kireçtaşı kumtaşı, konglomera ve kum - çakıl tabakalarından oluşan ve göl fasiyesinde çökelen sedimentler formasyon havzanın orta ve kuzeyinde çok geniş yayılım gösterir. Bu formasyon ile hem yanal ve hem de düşey geçişler gösterebilen ve neojen volkanizması sonucu oluşan sedimentler tuf ve tüfler etüt sahasının konularını aynen korumuşlar ve topografyada geniş düzlüklerle temsil edilmiştir. Neojen tabakaları acı göl ortamında çökmesi sonucu özellikle havzanın kuzeyinde Kırka civarında dünya literatüründe yeri olan ve halen Etibank tarafından işletilen Boraks yatakları oluşmuştur.

Kuvaterner yaşlı birim havzasının içinde yer alan dere yataklarında alüvyon örtü ve düzlüklerde ve alçak ovalarda alüvyal örtü olarak yayılım gösterirler. Genelde akarsu ortamında çökelmiş olan çok kökenli gevşek yapılı blok, çakıl, kum, kil ve silt ebadında parçalardan meydana gelmiştir.

Havzanın yapısal jeolojisinin oluşumunda etkin olan jeolojik olayların tarihçesi özetlenecek olursa; Etüt havzası Paleozoikte bir jeosenklinal halindeyken Hersiniyen Orojenesi ile kara haline geçmiş, mesozoikte yeniden jeosenklinal ortamı süresine girmiştir. Bu safhada meydana gelen denizaltı erüpsiyonları yeşil kayalar (serpantin, ofiolit), magmatik intrizyonlarla peridotit, proksenit ve hartzburgit batolitlerinin yerleşmesine neden olmuştur. Bu süreç laramiyen

orojeneri ile mesozoik denizinin çekilmesi ve kara ortamının başlaması ile noktalanmıştır. Havza yeniden jeosenklinal haline gelmekle beraber, neojende yeniden deniz istilası altına girmiş olup, daha sonra uzun süre bir iç deniz ve göllerle kaplı kalmıştır. Bu sırada altta karasal ortama ait konglomeralar, kireçtaşı ve sedimentler tuf tabakaları oluşmuştur. Bu kapalı deniz ortamı sonucu marn - kil - kaba marn ve kireçtaşı tabakaları ile dünyaca ünlü Boraks yatakları oluşmuştur. Havzanın en son denizel birimleri olması nedeniyle neojen tabakaları tüm havzada çok geniş yayılım göstermişlerdir. Tabakalar yatay konumlarını genelde korumuşlardır. Neojen kapalı denizi havzadan yükselme hareketleri sonucu çekilerek yerini karasal ortama terk etmiştir. Neojen düzlüklerinde kuvaterner ve günümüzde akarsuların ve atmosferik etkilerin işlevi ile bugünkü morfoloji oluşmuştur. Dere yataklarında ve alçak düzlüklerde ise alüvyon örtü yer almıştır [21].

3.1.2 Seydisuyu Havzasındaki Sanayi, Tarım ve Hayvancılık Faaliyetleri

3.1.2.1 Havzada Sanayi

Havza içerisindeki endüstri pek gelişmemiştir. Civar havzalar ve illere göre geri kalmıştır. Sadece Mahmudiye ve Seyitgazi İlçe Merkezlerinde un fabrikaları, tamirhane ve bir iki adet atölye bulunmaktadır. Havzada sınaî yenden en önemli maden yatakları Seyitgazi İlçesinin Kırka dolaylarındaki kolomonit (Bor) yataklarıdır. Etibank tarafından işletilen bu cevher yurt dışına ihraç edilmekte ve Türkiye Ekonomisine önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Havzada ayrıca mermer yataklarına da rastlanmaktadır. Bilhassa Süpren Köyü civarında değerli mermer ocakları bulunmaktadır. Etibank Boraks İşletmeleri sayesinde Kırka Bucağında ekonomik yönden bir canlılık görülmektedir. Bu yöre insanların birçoğu anılan tesislerde çalışarak geçimlerini sağlamaktadırlar [21].

Seyitgazi İl Merkezinde ve köylerde arkeoloji ve sanat tarihi bakımlarından görülmeye değer önemli kalıntı ve eserler vardır. Bunlardan Seyit Battalgazi Külliyesi; Bizans, Selçuklu ve Osmanlı eserlerini barındıran külliye Kutlucabey, Battalgazi, Ahmet ve Mehmet Bey, Ayni Hatun Türbesi, Manastır, Ümmühan Hatun Türbesi, Müze, Fırın ve Mutfak mevcuttur. Ayrıca, Seyit

Battalgazi Külliyesi havza içi turizmi teşvik edici durumdadır. 1970 Yılında açılan Seyitgazi Müzesinde külliyeyle ait eserlerle çevreden toplanan arkeolojik ve etnoğrafik kalıntılar sergilenmektedir [21].

3.1.2.2 Havzada Tarım

Arazi Kullanımı

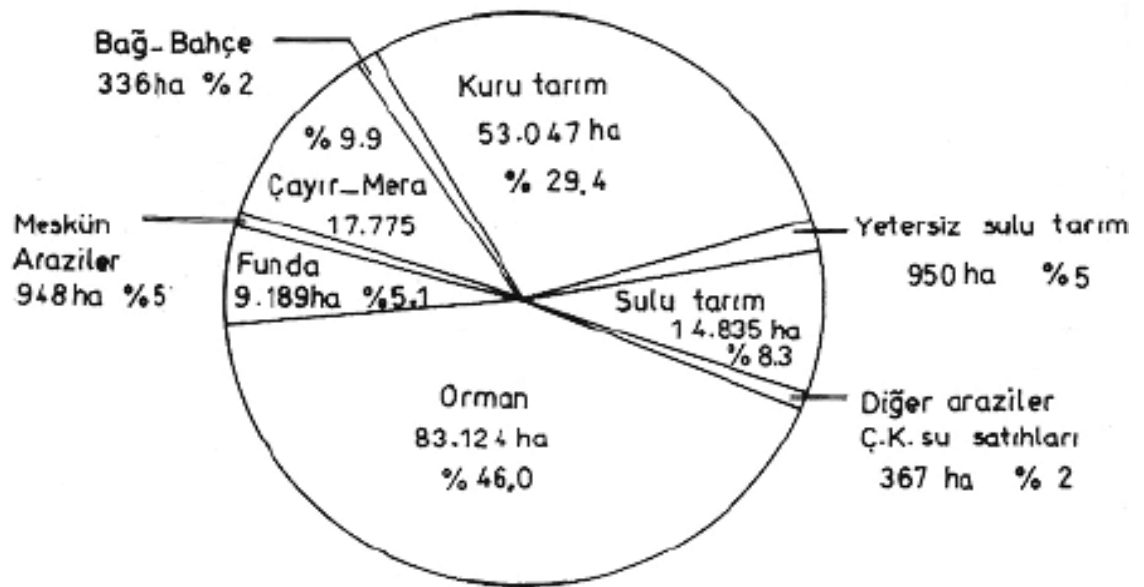
Sakarya - Seydisuyu havzasında uygulanmakta olan tarım genellikle tarla bitkileri yetiştiriciliğine dayanmaktadır. Havzanın fazla arızalı ve sürüme uygun olmayan kesimleri hariç, arazilerin önemli bir kısmı işlenmektedir. Yapılan etütlerde havzada ekim - dikim yapılan tarım arazilerinin 69.168 hektarla havzanın % 38.3 ünü kapladığı tespit edilmiştir. Havzada yıllık yağış ortalaması 329 - 368.7 mm. arasında değişir Kış süresinin nispeten uzun ve soğuk geçmesi yetiştirilen bitki çeşitlerini kısıtlamaktadır. Tarımı yapılan başlıca kültür bitkileri buğday, arpa, yulaf, şeker pancarı, ay çiçeği, fasulye ve patatestir. Ayrıca domates, biber, soğan gibi sebze çeşitleri ile elma, armut, erik, vişne gibi azda olsa meyve türleri de yetiştirilmektedir.

Yukarıda sıraladığımız ürünler arasında tahıl oldukça geniş bir alan kaplamakta ve genellikle kuruda yetiştirilmektedir. Tahıllardan buğday ve arpa başta gelir, ötekiler önemsizdir. 53.047 hektar alanda kuru tarım yapılmakta olup havzanın % 29.4 ünü teşkil eder . Yağışların az ve bitki gelişim devresi içerisinde yetersiz olması çoğunlukla, havzada nadas - hububat sistemi tatbikini zorunlu kılmaktadır.

Seydisuyu Havzası toprakları, organik madde ve fosforca fakir olmalarına rağmen potasça zengindirler. Buna göre havzada bol ve iyi kaliteli ürün almak için azotlu ve fosforlu gübreyle yer vermek gerekir. Su kaynaklarının yeterli olduğu havzada sulanan araziler 14.835 hektar olup havzanın % 8.2 ini, tarım arazilerinin ise % 21.4 ünü kapsar. Sulanan topraklar genellikle alüvyallerdir. Sulama genelde Karacaören göleti, Çatören ve Kunduzlar barajlarından, Seydisuyu'ndan, çay ve derelerden, çiftçilerin kendi olanakları ile açmış oldukları kuyulardan yararlanılarak yapılmaktadır. Sulanabilen sahalarda çoğunlukla şeker pancarı, sebze, hububat yetiştirilmekte, drenajı bozuk hafif tuzlu sahalarda şeker pancarı,

arpa buğday, ve ayçiçeği tarımı yapılmaktadır. Etütlerde tespit edilen bağ – bahçe arazisi 336 hektar olup havzanın yaklaşık % 2 sini teşkil etmektedir. Bağ – bahçe olarak nitelendirilen yerler, kuru ve sulu şartlarda yetiştirilen bahçeler ve meyvelik sahalardan ibarettir. Bağ ve bahçeler genellikle yerleşim merkezlerinin yakınında küçük aile işletmeleri halindedir. Havzaya oranla çok azdır. Geliştirilmesi gerekir. Havzada tespit edilen çayır – otlak arazileri toplamı 17.775 hektar olup, havzanın % 9.9 unu kapsamaktadır. Genellikle tepelik ve sarp topoğrafyada aşınımına uğramış alanlarda yaygın olarak görülmektedir. Aşırı otlatma nedeniyle bozulmuş ve verim güçleri azalmıştır. Islah edilmeleri gerekir.

Havzada orman ve funda arazileri 92.313 hektar alan olarak saptanmıştır, bu da havzanın % 51.1 ini kaplar. Orman arazisi olarak nitelenen yerler, üzerinde sık veya çok seyrek orman ağaç ve ağaççıkları bulunan sahalardır. Genellikle orman görünümündedirler. Orman ağaçları daha çok dağınık kalıntılar halinde dağlık kesimlerde görülür. Az engebeli yerlerde orman arazileri yer yer tarıma açılmış durumdadır. Orman hudutları içerisinde kalan bu sahalarda orman arazisi olarak haritalanmıştır. Havza içerisindeki meskûn araziler 948 hektar olarak tespit edilmiş olup, havzanın % 5 ini kaplamaktadır. Ayrıca havzada çıplak kaya ve molozlar'ın miktarı tespit edilmiştir. Bunların toplam alanı 367 hektar olup, havzanın % 2 sini teşkil eder [21].



Şekil 3.4 Havzada Arazi Kullanımı [21]

Havzada Yetiştirilen Ürünler

Seydisuyu Havzasında tarımı yapılan ürünler çeşit bakımından fazla değildir. Bunlar önem sırasına göre, hububat, endüstri bitkileri, baklagiller hayvan yemleri, meyveler ve sebzelerdir [21].

Hububat : Hububat tarımı havzada önemli bir yer işgal eder. Yetiştirilen hububat türleri sırasıyla buğday, arpa ve yulaftır. Ekilen hububat türleri içerisinde buğday başta gelen üründür. Hububatın asıl ekim alanı kahverengi, kahverengi orman, kireçsiz kahverengi orman gibi yüksek arazi topraklarının hafif ve orta eğimli kesimleridir. Alüvyon topraklarda da tahıl ekimi oldukça yaygındır.

Kuru şartlarda yapılan buğday tarımında ortalama verim ,200 kg/dk. Sulu şartlarda ise 400 kg/dk. Minimum ve maksimum şartlarda kuruda dekara 80-100 kg, Suluda 350-400 kg. arasında değişir.

Arpa üretimine gelince; Havzada daha çok hayvan yemi olarak kullanılan tokat ve yerli türleri yaygın olarak üretilmektedir. Arpanın yazlık ve kışlık olarak ekimi yapılır. Özellikle tuzlu ve hafif tuzlu alüvyal topraklarda geniş yer kaplar. Verim kuruda 110-270 kg./dk. Suluda 300-450 kg./dk. arasında değişmektedir.

Genellikle bitki besin maddesince zengin olmayan kaba bünyeli slüvyal ve kolüvyal topraklarda çavdar ve yulaf üretimi görülür. Yulaf ve çavdarın havzada ekim alanı çok azdır. Ortalama verim 100-130 kg. arasında değişir. Yulaf genelde hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

Baklagiller: Toprağı azotça zenginleştiren fiziki yapısını düzelten ve kültür bitkilerinin beslenmesinde önemli rolü olan baklagil ekimine havzada gerekli önem verilmemektedir. Ekim alanları yeterli değildir. Artırılması bilhassa havzada hayvancılık için yararlı olacaktır.

Fasulye, mercimek fiğ ve burçak en çok yetiştirilen türlerdir. Baklagiller daha çok tahıl ve sebzelerle rotasyona girer. Nohut, fiğ ve burçak daha çok kuruda yetiştirilebilmektedir.

Endüstri Bitkileri: Havzada tarımı yapılan endüstri bitkilerinin başında şeker pancarı, ayçiçeği, patates ve soğan gelir.

Havza tarımında önemli yeri olan şeker pancarı Mahmudiye, Arapören ve Seyitgazi yörelerindeki, alüvyal topraklarda üç yılda bir münavebeli olarak ekilir.

Buralardaki pancar sulamaları genellikle Seydisuyu'ndan ve havza içerisindeki barajlardan yararlanılarak yapılır.

Patates nişasta oranı yüksek iyi bir gıda maddesi olduğu kadar iyi bir endüstri bitkisi. Havzada yüksek verimli sahalar bulunmasına rağmen, endüstrisi kurulmadığı için sebze olarak ihtiyaca yetecek kadar yetiştirilmektedir. Soğan ve ayçiçeği de aynı durumdadır. Havza içerisinde ihtiyaca yetecek kadar yetiştirilmektedir. Havzada büyük gelir getirecek patates üretimine gereken önemin verilmesi uygun olacaktır.

Bağ ve Meyveler: Seyitgazi ve yöresinde yetiştirilen meyveler genellikle havza içerisinde tüketilmektedir. Bunlar elma, armut, erik, ve az miktarda da vişne ve kirazdır. Kavun, karpuz genellikle sulanan alüvyal, kolüvyal topraklarda üretilmektedir. Kavun, karpuz, kuruda da yetiştirilmektedir.

Sebzeler: Havzada iklim ve toprak şartlarına uyabilen sebze çeşitlerinden domates, biber, kabak, patlıcan, fasulye, hıyar, lahana ve havuç çoğunlukla sulama olanağı mevcut iyi drene olmuş, alüvyal, kolüvyal topraklarda, yerleşim mahallerine yakın yerlerde aile işletmeleri halinde üretilmektedir. Yetiştirilen sebzeler havza ihtiyacını karşılayacak kadardır. Kış sebzeleri üretimi çok az, yada hiç yoktur.

Yem Bitkileri: Havzada yem bitkileri kuruda Korunga fiğ, suluda yoncadır.

3.1.2.3 Havzada Hayvancılık ve Hayvansal Ürünler

Seydisuyu Havzasında 146.864 e yaklaşan hayvan sayısının 89.069 u koyundur. Koyunların çoğunluğu dağlık cinsindendir. Sığır ikinci sırayı alır. Havzada büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ilkel otlak hayvancılığına dayanmaktadır. Hayvanlar kışın genellikle 4 - 5 ay (Kasım - Mart) ahırda beslenmekte, saman, kuru ot, birazda kepek ile pancar posası yedirilmektedir. Yılın diğer aylarında otlakta otlatılmaktadır. Otlaklar genellikle kalitesizdir.

Havzada belirgin bir hayvan ırkı yoktur. Esas yerli kara olmak üzere boz ırk ve Doğu Anadolu kırmızısı melezlerine rastlanmaktadır. Mondafon ırkı pek az görülmektedir. Hayvansal ürünlerde aşırı fiyat artışı kültür ırkı hayvancılığa olan

merakı artırmaktadır. Hayvansal ürünlerin çiftçi ailelerinin geçimlerinde önemli bir yeri vardır. Kumes hayvancılığı olarak havzada genellikle yerli tavuk, Newhampshire ve Leghorn ırkı tavuk bulunmaktadır. Tavukçuluk aile tavukçuluğu şeklinde olup, ticari işletmeler yoktur. Yada çok azdır. Havzada arıcılık genellikle dağ köylerinde yapılmaktadır. Bu yörelerin insanları arıcılığa meraklıdır. Günden güne fenni arıcılığa geçilmektedir. Havza tarımına bir katkısı olan hayvancılığın gelişmesi ve hayvan ürünlerinin artırılması için; mevcut otlakların ıslahı, kontrollü otlatılması çevreye uygun kaliteli hayvan ırklarının yetiştirilmesi, hayvan ürünlerinin iyi pazarlama olanaklarının sağlanması gerekmektedir [21].

3.1.3 Seydisuyu Havzasında Nüfus

Çalışma alanında 10 yerleşim merkezi bulunmaktadır. Çalışma alanındaki yerleşim birimlerine ait 2000 yılına kadarki nüfuslar Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Seydisuyu Havzası Yerleşim Birimleri Nüfusları

Seydisuyu Havzası Yerleşim Birimleri Nüfusları							
Yerleşim Birimleri	1965	1970	1975	1980	1985	1990	2000
Eskişehir merkez	243033	284100	324950	373988	430670	447926	519602
Kütahya merkez	115408	129056	147928	162434	181531	176184	207905
Mahmudiye	12984	12921	12238	12045	11661	11267	10132
Seyitgazi	26372	25992	25835	24691	25657	24762	21701
Çifteler	23306	24567	24954	25649	25955	20073	18545
Han	-	-	-	-	-	4277	3681
Bayat	9017	9118	9643	9208	9654	9080	8753
İhsaniye	22590	24783	25719	26232	28346	30034	33220
İscehisar	13045	14063	14667	15987	17215	22143	21978
TOPLAM	465755	524600	585934	650234	730689	741469	841836

TUİK'den alınan nüfus verilerinden faydalanılarak 2050 yılına kadar nüfus projeksiyonu hem istatistiksel grafik yöntemiyle hem de İller Bankası metoduyla yapılmıştır [22].

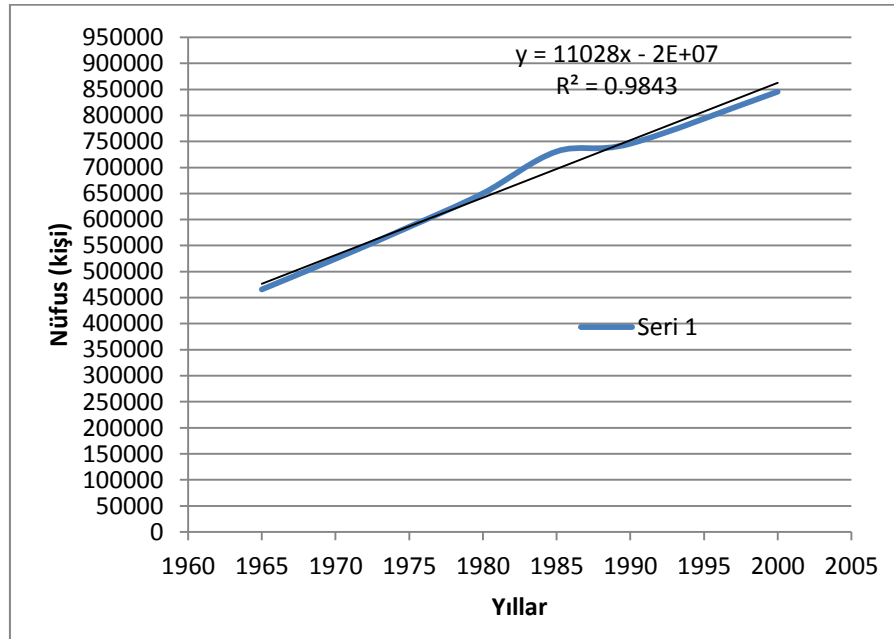
3.2. Yöntem

3.2.1. Nüfus Projeksiyonları

Nüfus projeksiyonları geleceğe yönelik politika üretme noktasında büyük önem arz etmektedir. Mevcut nüfus eğilimlerinin tespit edilmesi ve bu eğilimlerin devamı halinde gelecekteki nüfus yapısı hakkında kestirimlerde bulunulması daha sağlıklı politikalar üretilmesini sağlar.

3.2.1.1. İstatistiksel Grafik Yöntemi

TUIK'den alınan 2000 yılına kadarki nüfus verileri excel ortamında incelenerek, nüfusun zamanla değişimini gösteren grafiği çizilmiştir (şekil 3.5).



Şekil 3.5 İstatistiksel grafik yöntemine göre nüfusun zamanla değişimi

Çizelgede gösterilen grafikten bir denklem ve R^2 elde edilmiştir. Elde edilen denklemi kullanarak 2050 yılına kadarki nüfuslar elde edilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 İstatistiksel grafik yöntemiyle 2050 yılına kadar nüfus projeksiyonu

Yıllar	Nüfus (kişi)
2000	845517
2005	2111140
2010	2166280
2015	2221420
2020	2276560
2025	2331700
2030	2386840
2035	2441980
2040	2497120
2045	2552260
2050	2607400

3.2.1.2. İller Bankası Metodu

1965-2000 yılları için;

$$\zeta = 100 \left(\sqrt[3]{\frac{N_y}{N_e}} \right) = 100 \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{N_{2000}}{N_{1965}}} \right) = 100 \cdot \left(\sqrt[3]{\frac{841836}{465755}} \right) = 1.017$$

$$N_g = N_y \cdot (1 + 0.01 \cdot \zeta)^{\Delta t}$$

$$N_{2050} = 841836 \cdot (1 + 0.01 \cdot 1.017)^{(2050-2000)}$$

$$N_{2050} = 1396210 \text{ kişi}$$

3.2.1.3 Geometrik Artış Metodu

1965-2000 yılları için;

$$k_g = \frac{\ln(N_y) - \ln(N_e)}{t_y - t_e} = \frac{\ln(841836) - \ln(465755)}{2000 - 1965} = 0.016912156$$

$$\ln(N_g) = \ln(N_y) + k_g \cdot (t_g - t_y) = \ln(841836) + 0.016912156 \cdot (2050 - 2000) = 14.4889483$$

$$N_{2047} = 1960967 \text{ kişi}$$

3.2.2. Seydisuyu Havzası, Hidrolojik Havza Sınırlarının Belirlenmesi

Havza, suyun yüzeysel hareketini sürdürdüğü, doğal sınırını oluşturan, hidrolojik olarak birbirinden bağımsız karasal alandır. Suyun planlanması ve yönetilmesi sürecinde bu karasal alanların hiyerarşik yapısı (ana nehir havzası, havza, alt havza), sınırları ve özellikleri oldukça önemlidir. Bu yüzden Seydisuyu Havzası için havza bazında meteorolojik veriler ile tahminleme ve yüzey analizlerinin yapılabilmesi için havzanın hidrolojik sınırlarının bilinmesi ve havza yüzey analizlerinin yapılması gerekir. Bu amaçla, havzaya ait özellikler, sayısallaştırılmış haritalar yardımı ile belirlenmiştir. Havzanın Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model-DEM), 1/25.000 ölçekli sayısallaştırılmış vektör haritalar kullanılarak çıkarılmıştır. Bir sayısal yükseklik modeli (DEM) yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topografik yüzeyini 3 boyutlu gösteren bir yapıdır. Bu model, 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Sayısal yükseklik modeli, raster veri özelliğinde olup bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli/düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. Kısaca, her bir pikselin yükseklik (kot) değerine sahip olan sürekli yüzeylere dönüştürülmesidir. Daha sonra, yöntem olarak, 10 aşamada (DEM Yenileme, Boşlukları Doldurma, Akım Yönünü Belirleme, Kümülatif Akım Hesaplama, Nehir Tanımlama, Nehir Bölümleme, Su Toplama Alanı Oluşturma, Su Toplama Alanı Poligonlama, Drenaj Ağını Belirleme, Drenaj Noktasını Belirleme), havza sınırlara ulaşmayı sağlamıştır. Yüzey analizlerini yapabilmek için, DEM, hidrolojik havza sınırına göre kesilerek, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ArcInfo 10 yazılımı ile analiz edilmiştir.

3.2.2.1. Seydisuyu Havzasının Alt Havzalarının ve Bu Havzaların Drenaj Alanlarının Belirlenmesi

CBS yazılımı ile elde edilen DEM kullanılarak, ana havzayı oluşturan alt havzalar üretilmiştir. x, y ve z koordinatları ile tanımlanan ve oluşturulan yüzey modelleri ile yapılan konumsal analizler, DEM'den yararlanarak, havzaya ait topografya, eğim, bakı, ve üç boyutlu haritaları CBS ortamında üretilmiştir. Yine

havzaya ait DEM kullanılarak, havzanın drenaj alanı ve alt havzaların sınırları, ArcInfo'nun havza analizi arayüz programı "ArcHydro Tools 10" komutları kullanılarak her bir alt havzaya düşen yağışın oluşturduğu drenaj ağı ve alanı elde edilmiş ve Şekil 4.2'de verilmiştir. Ayrıca, her alt havzanın ana akarsuyu da belirlenmiştir. Ana kol uzunluğu 121,84 km'dir.

Bu araştırmada, her bir alt havzadaki ana akarsuyun ve diğer derelerin sayısı, toplam dere uzunlukları, her bir derenin eğimi gibi önemli veriler de elde edilmiştir. Ana akarsuların boyuna kesitleri çıkarılmıştır.

3.2.2.2. Seydisuyu Havzasının Konumsal Özellikleri

Seydisuyu Havzanın DEM'i kullanılarak, havzaya ait yükseklik, eğim, bakı, gölgeli kabartma haritası ve buna benzer daha pek çok veri ve haritanın elde edilmesi ile havza ait mekânsal özellikler çıkarılmıştır. Her bir veri, baraj planlamasında önemli bir bilgi demektir. Havzaya ait mekânsal özellikler, jeo-istatistik yöntemle sınıflandırılarak, Şekil 3.8, a, b, c, d'de verilmiştir.

3.2.2.3. Seydisuyu Havzasının Jeolojik Durumu

Havzaya ait arazi sınıflandırması ve jeolojik katman durumunun daha iyi analiz edilmesi için yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılması çok faydalı olacaktır. Ancak, bu veriler elde mevcut olmadığından, çalışma, bu yönü ile eksik kalmıştır. Seydisuyu Havzasında planlanacak baraj yerinin seçilmesinde, geçirimsiz alanlara ait jeolojik yapı ve mevcut faylanma durumunun bilinmesi son derece önemlidir. Baraj planlama safhasında topoğrafik, hidrolojik ve jeolojik etütler iyi yapılmalıdır. Araştırmanın bu safhasında, baraj yerinin temel durumunun anlaşılması, jeolojik yapının (toprak ve kaya katmanlarının çeşidi, fay ve deprem durumu) göl alanının jeolojik özelliklerinin bilinmesi ve baraj inşaatında kullanılacak malzemenin miktar ve kalitesinin bilinmesi gerekir. Jeolojik etütler ile barajların inşa edileceği zeminlerin mühendislik karakteristiklerinin bilinmesi, baraj emniyet bakımından hayati bir öneme sahiptir. Jeolojik yapının belirlenmesi için MTA tarafından üretilen, Seydisuyu havzasına ait 1/25.000 ölçekli sayısallaştırılmış ve rektifiye edilmiş 54 adet vektör harita

kullanılmıştır (Şekil 3.7). Bu haritalar yardımı ile jeolojisi daha uygun baraj yeri seçimi yapılabilmektedir. Ayrıca, planlaması yapılan 1 nolu barajın konumu, hazır kurulu olan Kunduzlar ve Çatören barajlarının mansabında olup, benzer jeolojik yapı üzerinde bulunmaktadır. Hazır barajların planlanması aşamasında, DSI tarafından yapılan jeolojik çalışma raporlarından da faydalanılmıştır [23].

Genel olarak havzadaki jeolojik yapı, Paleozoik yaşlı birimler, metamorfik şist ve mermerler ile temsil edilmiştir. Bu paleozoik yaşlı birimler daha genç birimler olan neojen yaşlı sediman ve volkanitler ile örtülmüştür. Mesozoik yaşlı formasyonlar havza içerisinde en az yayılım gösteren litolojik birimler olup, havzanın ortak kesimlerinde Numanoluk, Çatören, Gemiç Köyleri civarında görülür. Kuzeyinde Keçeliözü Dere mansabında ofiolitler (yeşil kayalar ve serpantin) yayılımı bulunmaktadır. Gemiç Köyü ile Göknebi Köyü arasında Jura - Kretase yaşlı kireçtaşı, kumtaşı, radyolit ve kilaşı, marn tabakaları neojenin sedimentler ve volkanik fasiyesleri ile örtülü vaziyettedir. Havzanın kuzeyinde Ayvalı köyü ile Taşlık Köyü civarında magmatik intrizyonlar sonucu oluşan peridotit proksenit ve harzburjit litoloji birimler bulunmaktadır.

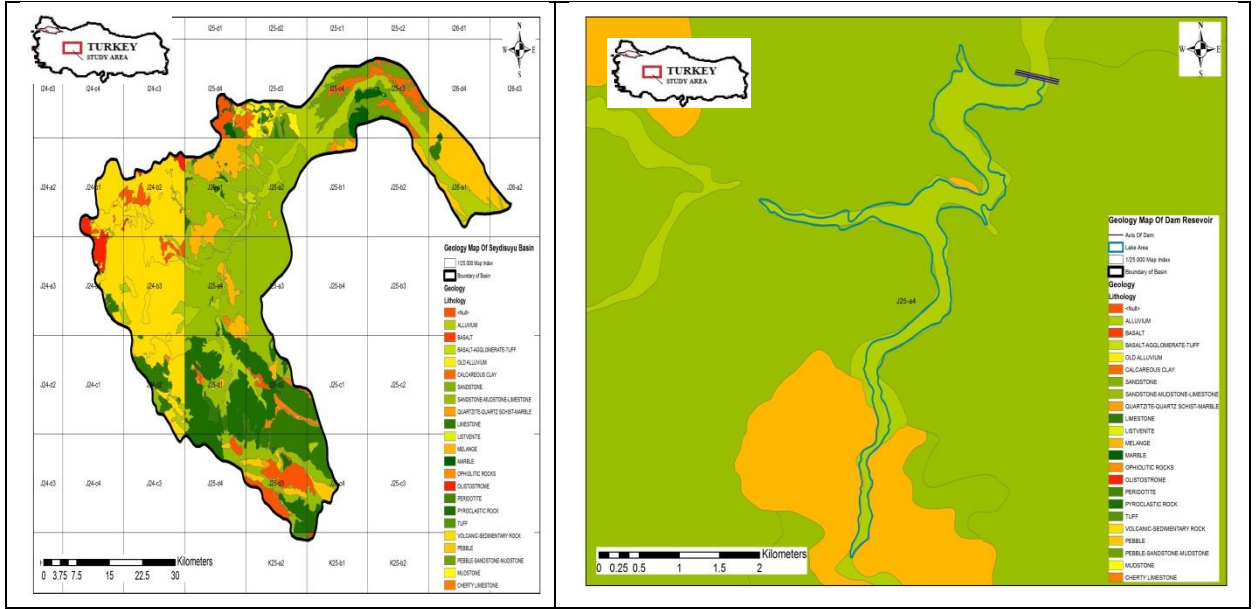
Neojen yaşlı çökeller ile volkanitler havzanın büyük bir bölümünü kaplamaktadır. Ayrıca, Eosen yaşlı kumtaşı, kaba kireçtaşı, marn ve kireçtaşı tabakaları ve bu tabakalar üzerinde diskordan olarak olifosen ve miyosen yaşlı marn, kil, kireçtaşı kumtaşı, konglomera ve kum - çakıl tabakalarından oluşan ve göl tabanında çökelen sedimentler havzanın orta ve kuzeyinde çok geniş yayılım gösterir. Neojen tabakaların acı göl ortamında çökmesi sonucu özellikle havzanın kuzeyinde Kırka civarında boraks yatakları oluşmuştur.

Kuvaterner yaşlı birim, havzasının içinde yer alan dere yataklarında alüvyon örtü ve düzlüklerde ve alçak ovalarda alüvyal örtü olarak yayılım göstermektedir. Genelde akarsu ortamında çökelmiş olan çok kökenli gevşek yapılı blok, çakıl, kum, kil ve silt ebadında parçalardan meydana gelmiştir.

Buna göre, havzada, mevcut kurulu barajların ve planlaması yapılan 1 nolu baraj yerine ait jeolojik yapı genelde geçirimsiz/az geçirimli ve temel dayanım kapasitesi yüksek olan, faylanma durumu olmayan bir bölgedir.

Seydisuyu üzerinde planlanan 1 nolu barajın temel jeolojik durumu, 1/25000 ölçekli haritalar üzerinde, Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Mevcut akarsu tabanı kalın

alüvyon tabakası ile kaplıdır. Ayrıca, baraj aks yeri ve rezervuar alanı, genelde, tuf, yaşlı çakıl taşı, kumtaşı ve kil'den oluşmaktadır. Rezervuarın membaında genelde melanj, kuvarsit, kuvars şist-mermer formasyonu hâkimdir.

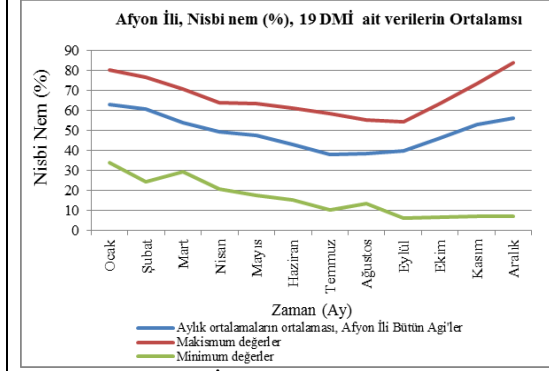


Şekil 3.6 Seydi suyu havzasına ait jeolojik harita indeksi ve barajın oturduğu jeolojik yapının mevcut durumu.

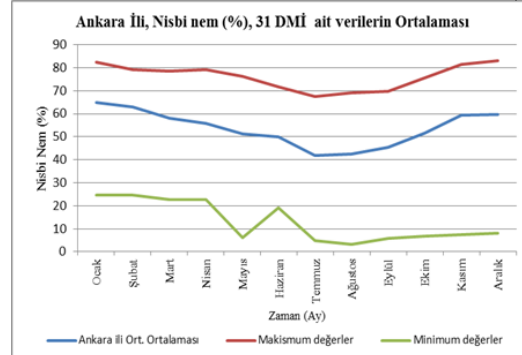
3.3 Seydisuyu havzasının meteorolojik karakteristikleri

Seydisuyu Havzası İç Anadolu Bölgesinin karakteristik iklim özelliklerini yansıtır. Ancak, az da olsa Ege bölgesinin tesiri altına girmektedir. Havzanın batısı ile doğu kesimleri arasında iklimsel farklılıklar bulunmaktadır. Genelde, Seydisuyu Havzası'nın yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlıdır. Havzayı etkileyen, Eskişehir, Kütahya, Afyon, Bilecik ve Ankara illerinde bulunan Meteoroloji Gözlem İstasyonlarına (MGİ) ait yağış (mm), sıcaklık (°C), buharlaşma (mm) gibi uzun yıllara dayanan ölçülmüş aylık ortalama meteorolojik verilerin 1991-2010 yılları arasında (19 yıl) alınmıştır [24]. Bu ham veriler, düzenlenerek aylık ortalama, minimum ve maksimum meteorolojik verileri elde edilmiştir.

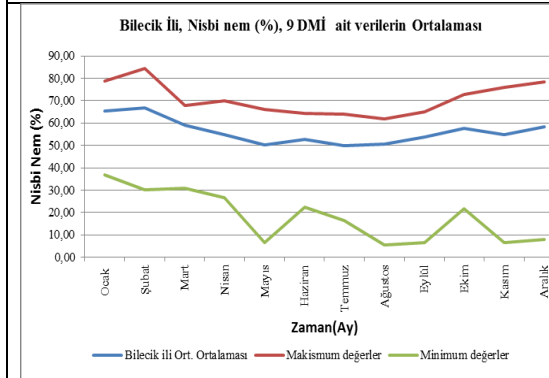
Nisbi Nem 19 yıllık aylık uzun dönem ortalamaları;



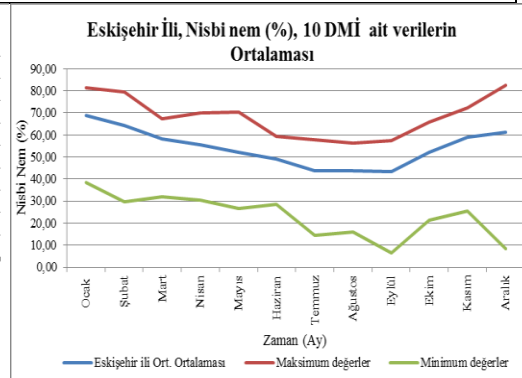
Şekil 3.7 Afyon İli Aylık Nisbi Nem Değerleri



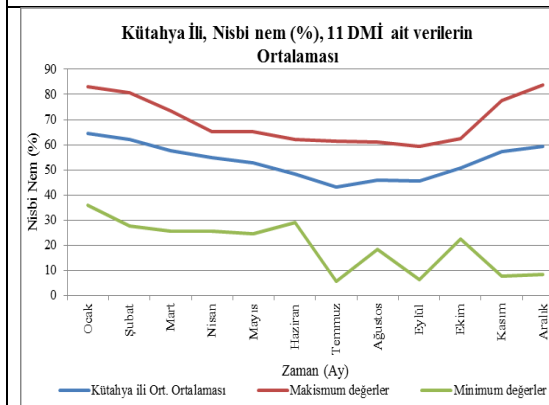
Şekil 3.8 Ankara İli Nisbi Nem Değerleri



Şekil 3.9 Bilecik İli Aylık Nisbi Nem Değerleri

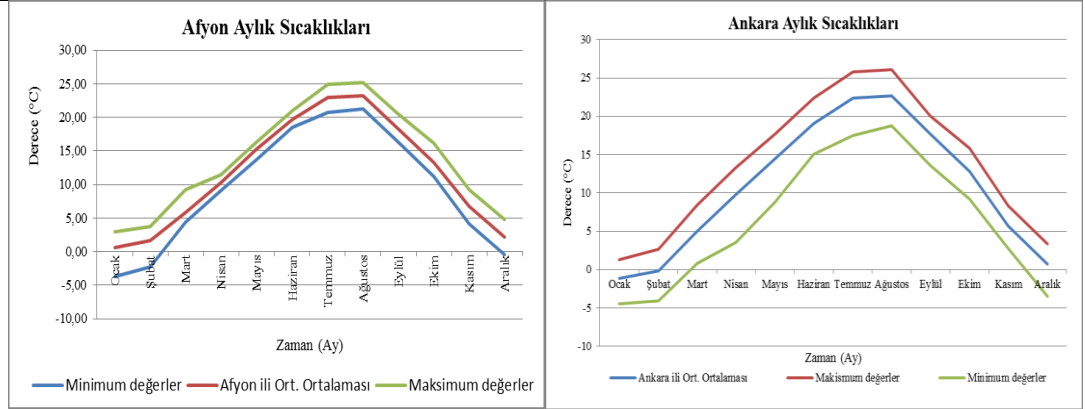


Şekil 3.10 Eskişehir İli Aylık Nisbi Nem Değerleri



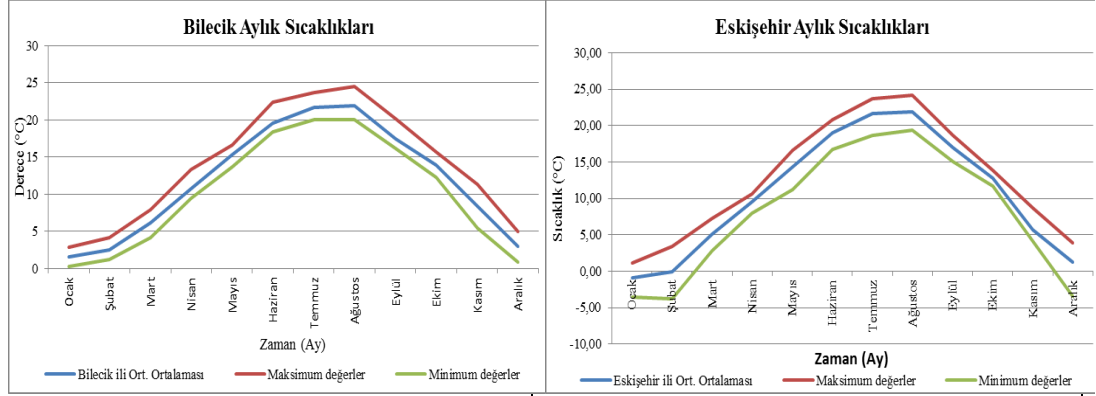
Şekil 3.11 Kütahya İli Aylık Nisbi Nem Değerleri

Sıcaklık 19 yıllık aylık uzun dönem ortalamaları;



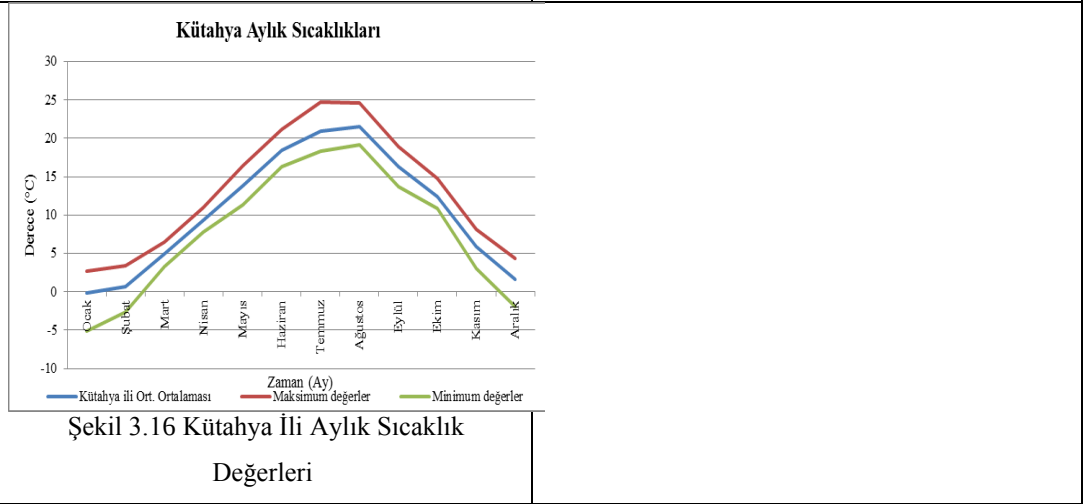
Şekil 3.12 Afyon İli Aylık Sıcaklık Değerleri

Şekil 3.13 Ankara İli Aylık Sıcaklık Değerleri



Şekil 3.14 Bilecik İli Aylık Sıcaklık Değerleri

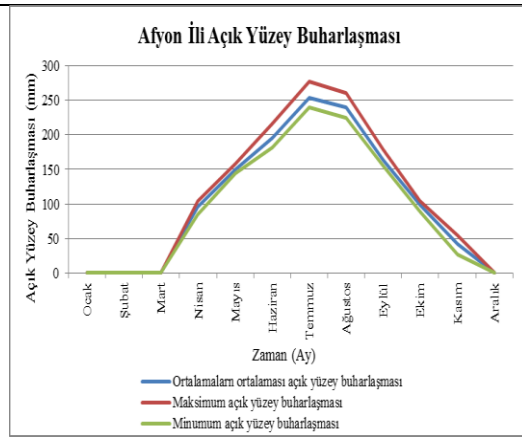
Şekil 3.15 Eskişehir İli Aylık Sıcaklık Değerleri



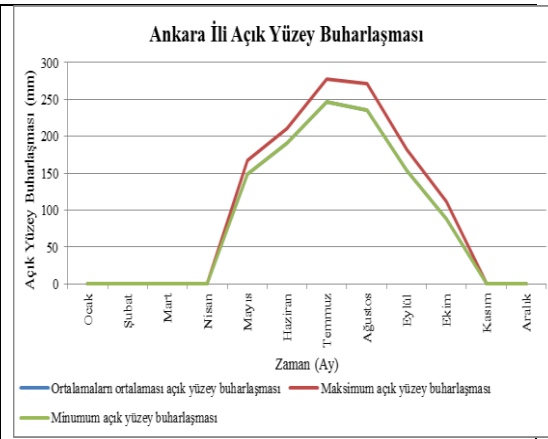
Şekil 3.16 Kütahya İli Aylık Sıcaklık Değerleri

Açık Yüzey Buharlaşması; Tabiatta suyun döngüsü önemli bir unsurunu teşkil eden buharlaşma, yeryüzünde sıvı ve katı halde değişik şekil ve şartlarda bulunan suyun meteorolojik faktörler etkisiyle atmosfere gaz halinde dönüşü olarak tarif edilir. Yeryüzünde suyu ihtiva eden her yüzey, atmosferdeki su buharının kaynağıdır. Denizler, göller, akarsular, nemli topraklar, karla örtülü veya buzla kaplı yüzeyler, ormanlar, bitki örtüsüne sahip araziler üzerinde devamlı buharlaşma meydana gelmektedir. Hidrometeorolojik ve hidrolojik açıdan açık su yüzeyinde yapılan buharlaşma ölçümleri önemlidir [25].

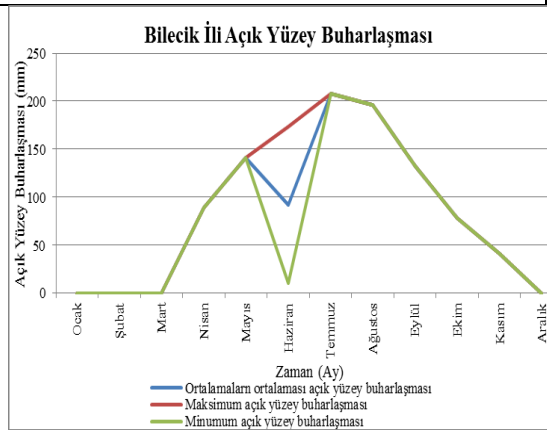
Açık yüzey buharlaşması 19 yıllık aylık uzun dönem ortalamaları;



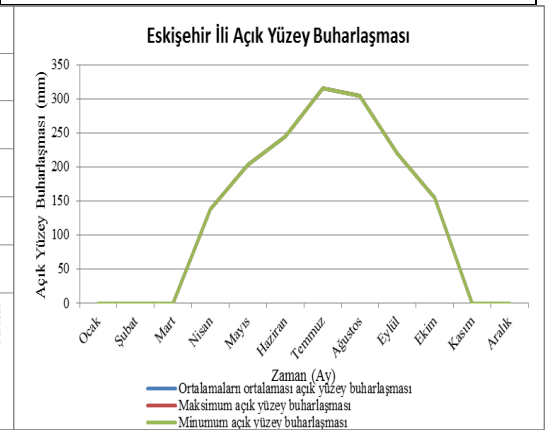
Şekil 3.17 Afyon İli Aylık Açık Yüzey Buharlaşma Değerleri



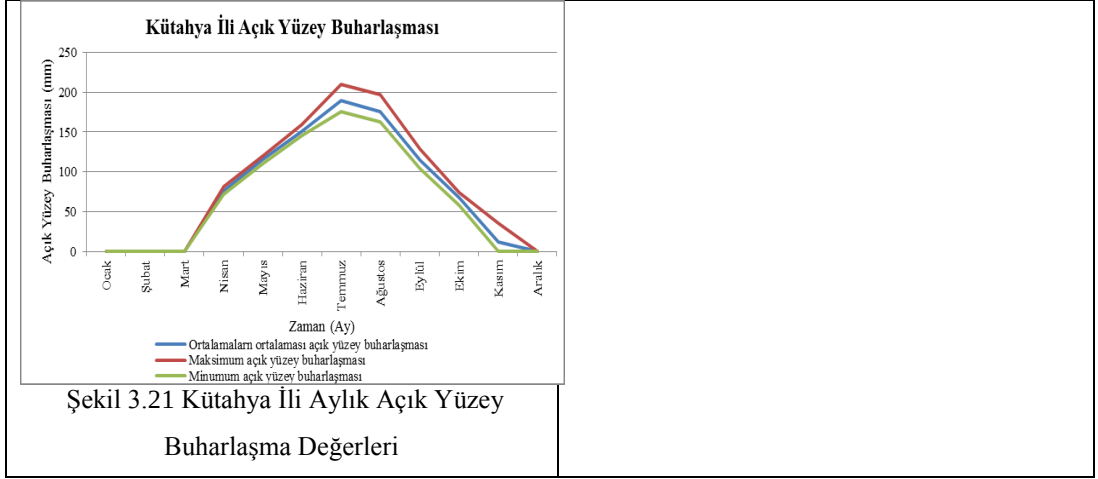
Şekil 3.18 Ankara İli Aylık Açık Yüzey Buharlaşma Değerleri



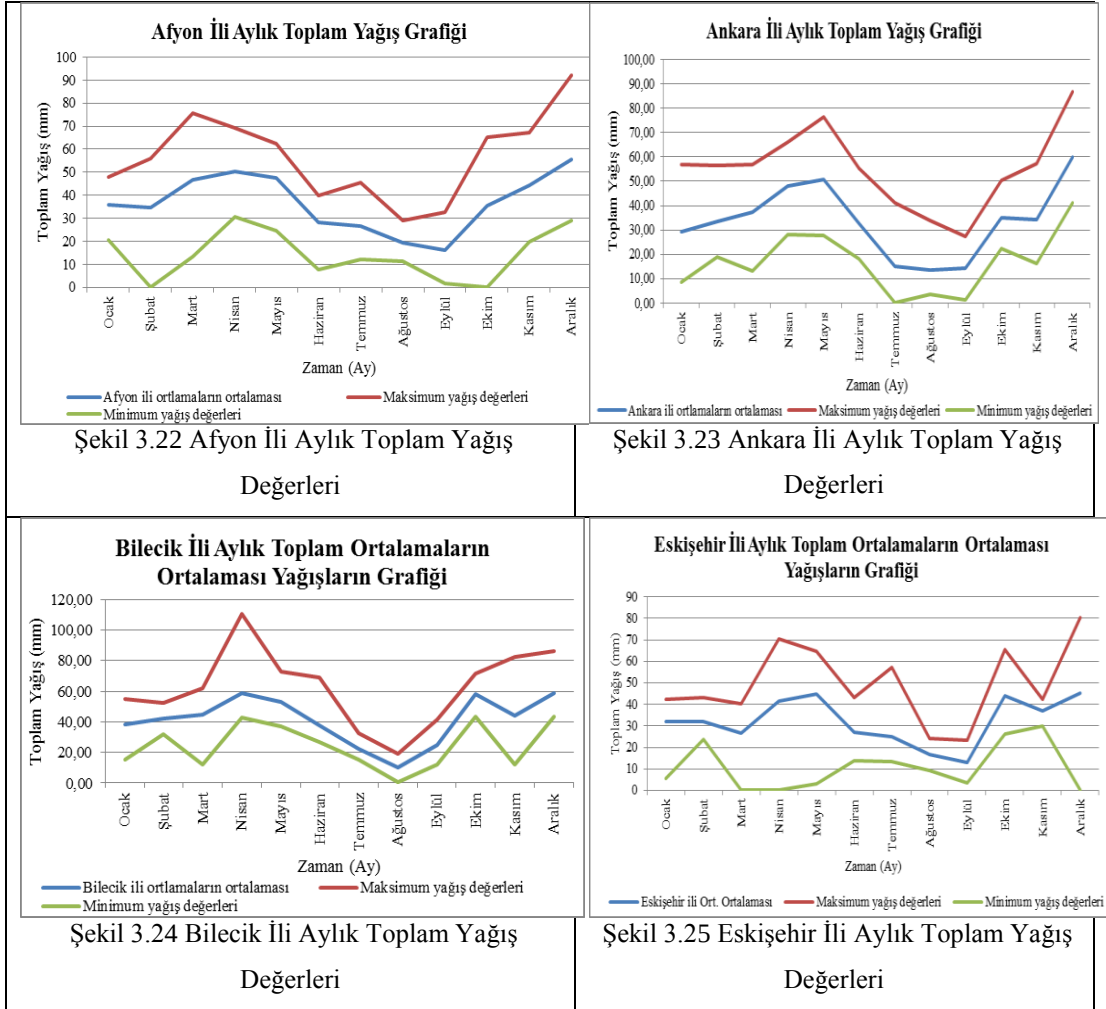
Şekil 3.19 Bilecik İli Aylık Açık Yüzey Buharlaşma Değerleri

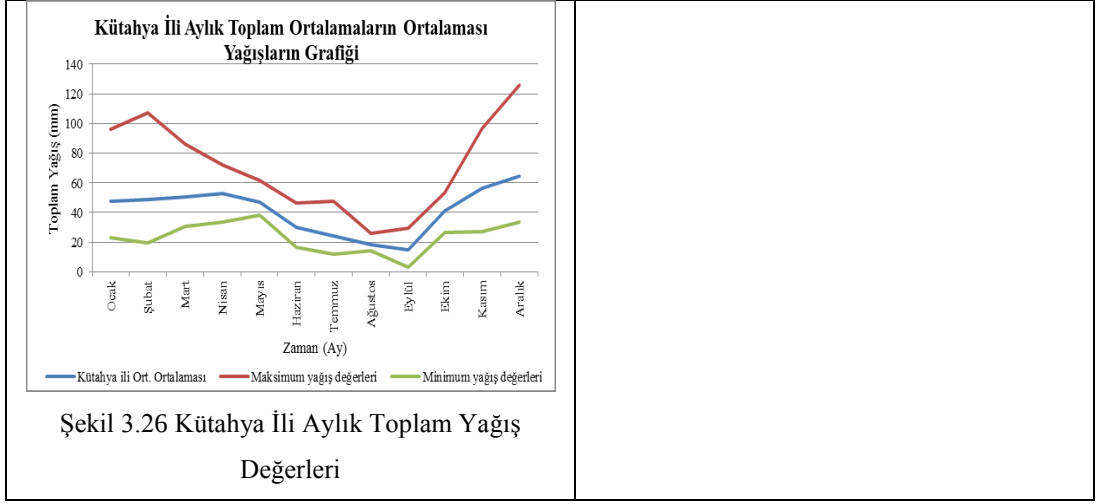


Şekil 3.20 Eskişehir İli Aylık Açık Yüzey Buharlaşma Değerleri

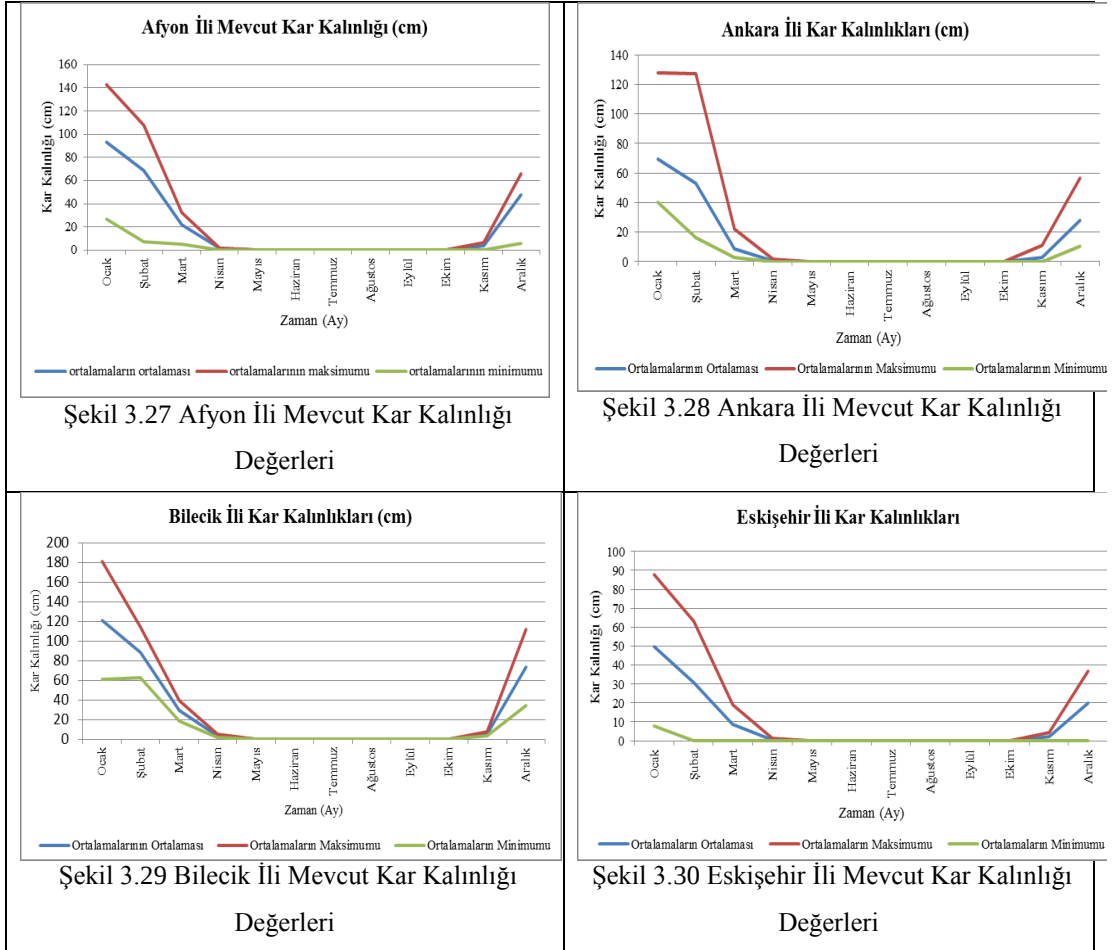


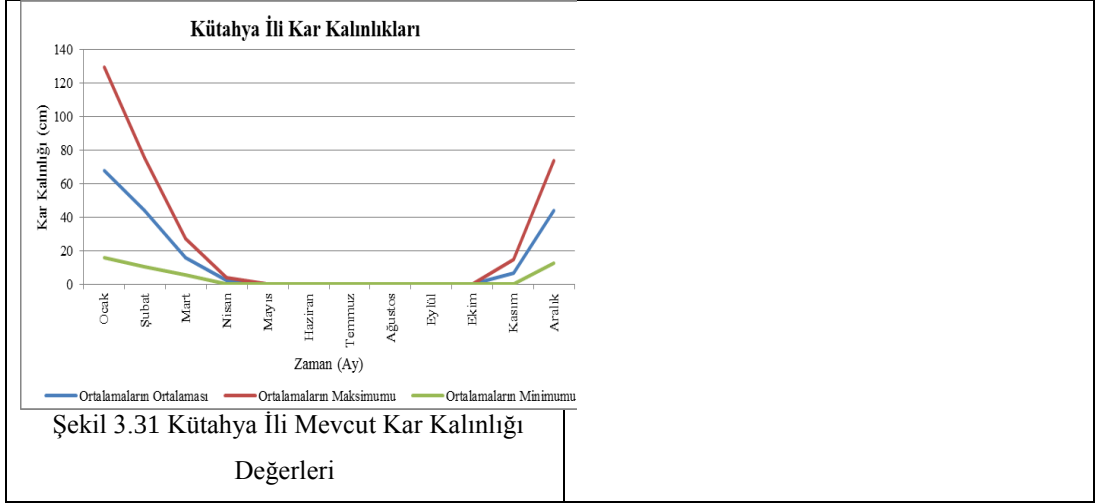
Yağış 19 yıllık aylık uzun dönem ortalamaları;





Mevcut Kar kalınlığı 19 yıllık aylık uzun dönem ortalamaları;





3.3.1. Meteorolojik Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

DMİ’den alınan veriler, CBS’de havzaya enterpolasyonla dağılım haritaları oluşturulmadan önce istatistiksel olarak incelenmiştir. Sağlıklı bir tahminleme yapılabilmesi için verilerin normal dağılıma uyması gerekmektedir. Normal dağılıma uymayan verilerle yapılan tahminlemeler sağlıklı sonuçlar vermeyecektir. Bu nedenle yağış, sıcaklık ve buharlaşma verileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Meteorolojik verilerin istatistiksel dağılım parametreleri

PARAMETRELER	BUHARLAŞMA (mm)	SICAKLIK (°C)	YAĞIŞ (mm)
İstasyon Sayısı	14	34	20
Standart Sapma	31.451	1.1731	196.92
Min	111.14	7.1889	430.51
Max	226.15	13.291	1299.9
Ortalama	154.81	11.638	751.2
Medyan	151.61	11.661	713.23
Çarpıklık Katsayısı	0.90966	-1.5238	0.89117
Basıklık Katsayısı	3.2108	7.184	4.1995

Çizelge 3.3’de gösterilen parametreler incelendiğinde verilerin istatistiksel olarak normal dağılıma uymadığı görülür. Normal dağılıma uymayan bir veriyle elde edilen tahminler sağlıklı olamaz. Bir veri setinin normal dağılım göstermesi

için, çarpıklık katsayıları sıfıra (0) yakın, basıklık katsayıları üçe (3) yakın olmalıdır. Ayrıca ortalama ve medyan değerlerinin de birbirine yakın olması gerekmektedir. Normal dağılıma uymayan değerlerimizi normal dağılıma uydurmak için log, ln, sin, cos, tan ve karekök gibi bazı dönüşümler uygulanmıştır. Uygulanan bu dönüşümlerden değerleri normal dağılıma en yaklaştıran dönüşümü baz alınarak enterpolasyonda o değerler kullanılmıştır. Buharlaşma için ln, yağış için log dönüşümlerinin değerleri normal dağılıma yaklaştırdığı gözlemlenmiştir. Ancak sıcaklık verilerimiz bu dönüşümlere rağmen normal dağılıma elde edilemediği için farklı bir yöntem izlenerek değerlendirilmiştir. Sıcaklık değerleri bilindiği üzere ölçüldüğü istasyonların bulunduğu yükseklik, eğim ve bakı gibi konumsal özelliklerinden etkilenmektedir. Eğimi fazla olan bir topoğrafyada bulunan ölçüm istasyonu güneş ışınlarını dik alamayacağından sıcaklık değerleri düşük olacaktır. Yer şekillerinin güneşe bakma durumuna (bakı) göre de kuzey ve doğu yamaçlara bakan yer şekillerinde güneşi alma süresi kısa olduğundan sıcaklık değerleri düşük ölçülür. Yükseklik sıcaklığı en fazla etkileyen faktörlerdendir. Deniz seviyesinden, yükseldikçe sıcaklık değerleri her 100 m’de 0.5 °C azalırken, alçaldıkça 0.5°C artmaktadır. Sıcaklığın bu faktörlerden etkilendiği göz önüne alındığında, her bir sıcaklık ölçen istasyonların konumsal özelliklerine göre (yükseklik, eğim, bakı) birbirinden farklı uyumsuz ölçümler yapabileceği aşikardır. Bu yüzden sıcaklık verileri, eşitlik 1’de verilen formülle deniz seviyesine indirgenmiştir.

$$T_d = T_i + (h_i * 0.005) \quad (1)$$

T_d = Deniz seviyesine indirgenmiş sıcaklık

T_i = İstasyonun ortalama sıcaklığı

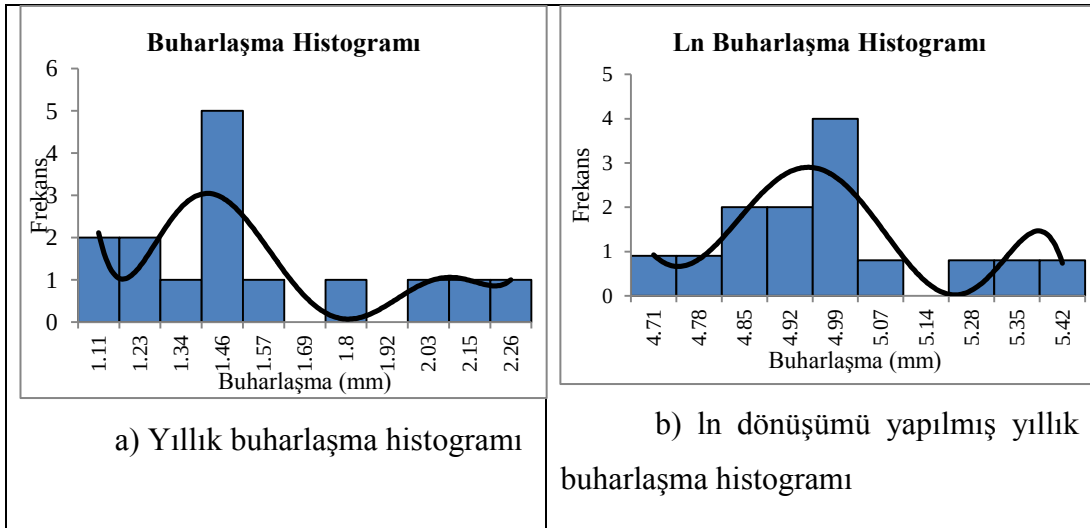
h_i = İstasyonun yüksekliği

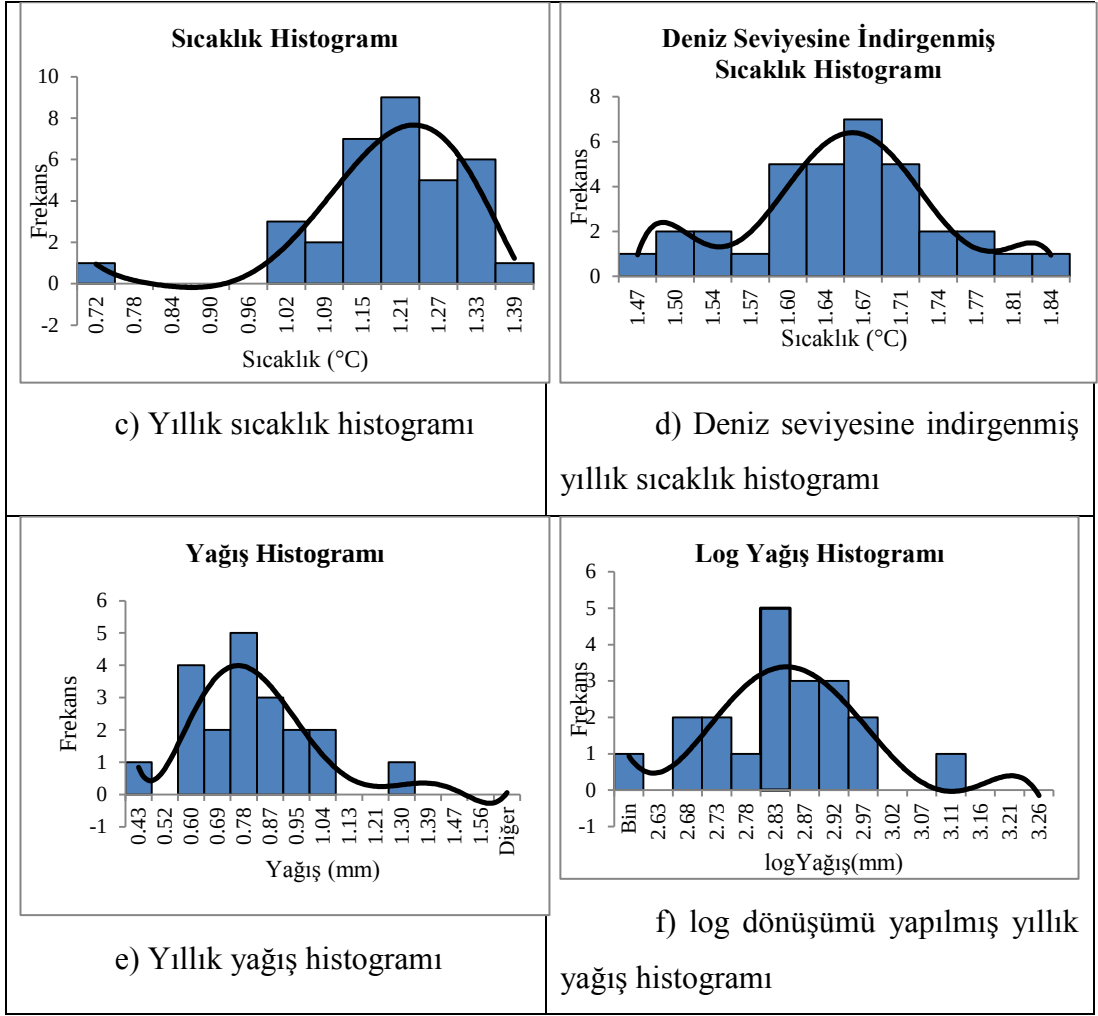
Deniz seviyesine indirgenen sıcaklık değerleri CBS veritabanına işlenmiştir. Daha sonra işlenen bu değerlerin dağılım parametrelerinin normal dağılıma uyup uymadığı kontrol edilmiştir.

Çizelge 3.4 Verilerin istatistiksel olarak analizinden sonra normal dağılıma yaklaşan dağılım parametreleri

PARAMETRELER	LN BUHARLAŞMA (mm)	SICAKLIK (°C)	LOG YAĞIŞ (mm)
İstasyon Sayısı	14	34	20
Standart Sapma	0.19323	0.8313	0.11077
Min	4.7108	14.702	2.634
Max	5.4212	18.066	3.1139
Ortalama	5.0243	16.37	2.8622
Medyan	5.0213	16.492	2.8532
Çarpıklık Katsayısı	0.501109	-0.11571	0.081538
Basıklık Katsayısı	2.7827	2.7418	3.0787

Çizelge 3.3 ve çizelge 3.4 incelendiğinde çarpıklık katsayısının sıfıra (0), basıklık katsayısının üçe (3) yaklaştığı görülür. Veriler konumsal olarak homojen bir dağılım göstermemesinden ve az sayıda noktasal ölçüm istasyonunun olması birebir mükemmel bir normal dağılım elde etmek mümkün değildir. Fakat eldeki verilere göre uygun analizler yapılarak normal dağılıma en yakın dağılım parametreleri elde edilmiştir.





Şekil 3.32. Meteorolojik verilerin ham ve düzenlenmiş histogramları

3.3.2. Noktasal Meteoroloji Verilerinin IDW Yöntemiyle Havza Alanına Dağılımı

Tahminleme bir serideki eksik verilerin hesaplanabilmesi için geliştirilen matematiksel yöntem olarak tanımlanmaktadır [26]. Belirli noktadaki veriler baz alınarak yeni verilerin hesap yolu ile türetilmesini sağlayan tahminleme, bu hesabın yapılabilmesi için gerekli olan fonksiyonu hesaplama sürecidir [27-28]. Günümüzde CBS uygulamalarında koordinatları bilinen noktalardan toplanan, yani noktasal olarak referanslandırılmış, verinin alansal olarak ifade edilmesi için uzaklığa bağlı konumsal tahminleme yöntemleri kullanılmaktadır. Tahminleme sonucunda nokta geometrileri üzerine tanımlanmış vektör verilerden raster

yüzeyler hesaplanmaktadır. Konuma ve uzaklığa bağlı tahminleme yöntemleri (IDW, Natural Neighbors, Spline, Kriging vb.) değeri bilinmeyen noktalarda değer tahmin etmeye çalışır. Modellenen veri türüne göre seçilen tahminleme yöntemleri daha doğru modeller ortaya koyar. Bu çalışmada IDW yönteminin verilere uygulanabilirliği araştırılarak elde edilen raster yüzeyler havza sınırlarına kesilerek (clip) havza için yağış, sıcaklık ve buharlaşma dağılım haritaları modellenmiştir.

Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma, yakın noktalara uzak noktalardan daha yüksek ağırlık değeri atayan ve mümkün olan tüm örnek noktalarını dikkate alan bir tahminleme yöntemidir. Her örnek noktası, değeri tahmin edilecek noktaya olan uzaklığına göre ters oranda ağırlık değeri alır. x_0 noktasındaki tahmini değer denklem 3’de gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

$$W_i = \frac{\frac{1}{d_i^p(x_i)}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^p(x_i)}} \quad (2)$$

$$Z^*(x_0) = \sum W_i \cdot Z(x_i) \quad (3)$$

Burada;

$Z^*(x_0)$: x_0 noktasındaki tahminin değerini,

$Z(x_i)$: x_i noktasındaki örnek noktasının değerini,

W_i : x_i noktasındaki örneğin x_0 noktasına göre ters uzaklık ağırlığını,

d : örnek noktası ile tahmini yapılacak nokta arasındaki uzaklığı,

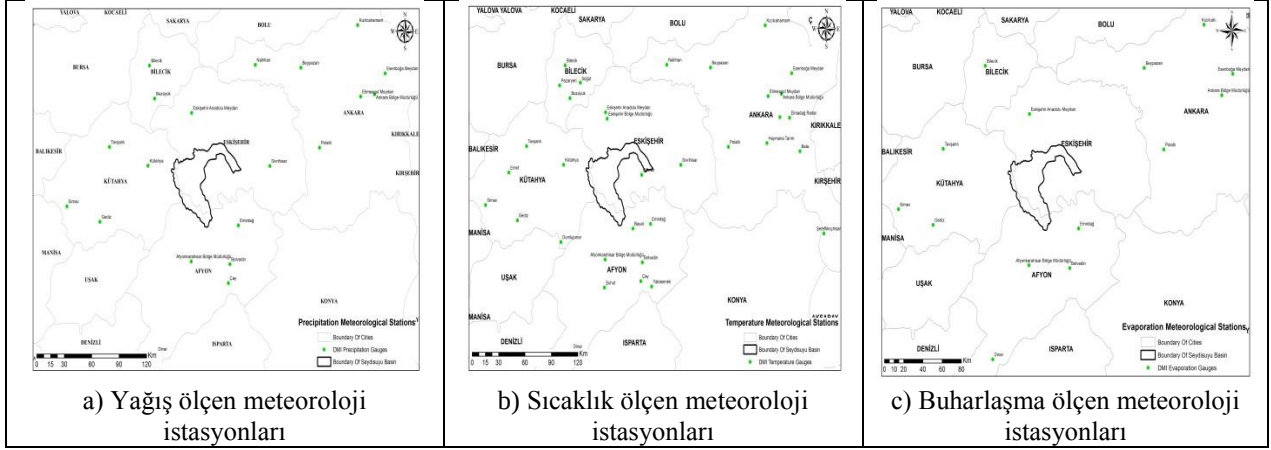
p : üssel değeri,

n : örnek nokta sayısını ifade etmektedir.

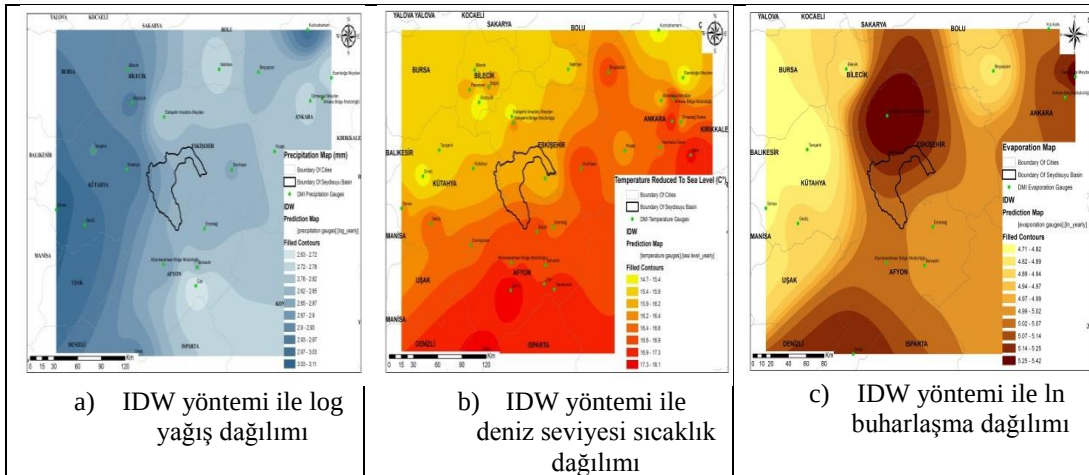
Meteoroloji verilerinin (yağış, sıcaklık, buharlaşma) ölçüldüğü istasyonların coğrafi konumları Şekil 3.34. a,b,c.’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3’te verilen ham veriler, istatistiksel olarak normal dağılıma göstermediği için verilerin normalleştirilmesi, amacıyla dönüşümler yapılmış ve normal dağılıma dönüştürülmüştür. Dönüştürülmüş verilerin histogramları oluşturulmuş ve istatistiksel olarak tekrar değerlendirilmiştir. Daha sonra

uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak, havza üzerindeki dağılım haritaları modellenmiştir. Modelleme sonuçları Şekil 3.34. a,b ve c’de verilmiştir.



Şekil 3.33. Meteoroloji İstasyonlarının Konumsal Haritaları.



Şekil 3.34. a,b,c. IDW yöntemiyle verilerin dağılım modellemesi.

Tahminleme sonucu elde edilen haritalar, dönüşüm uygulanmış verilerle elde edildiğinden gerçek değerlere dönüştürülmesi gerekir. Bu nedenle yağış ve buharlaşma verilerinde raster calculator kullanılarak, değerler, gerçek meteoroloji değerlerine dönüştürülmüştür. Sıcaklık dağılımına ait veriler ise, geri dönüştürülürken bölgenin sayısal yükseklik modeli verisiyle birlikte işleme sokulmuştur. Bu yöntem izlenirken sayısal yükseklik modeli verisi 100 m aralıklarla sıcaklık değerleri cinsinden yeniden sınıflandırılmış ve deniz

seviyesindeki sıcaklık değerinden çıkartılarak gerçek sıcaklık değerlerini gösteren sıcaklık haritası elde edilmiştir. (Şekil 4.4. a,b,c.).

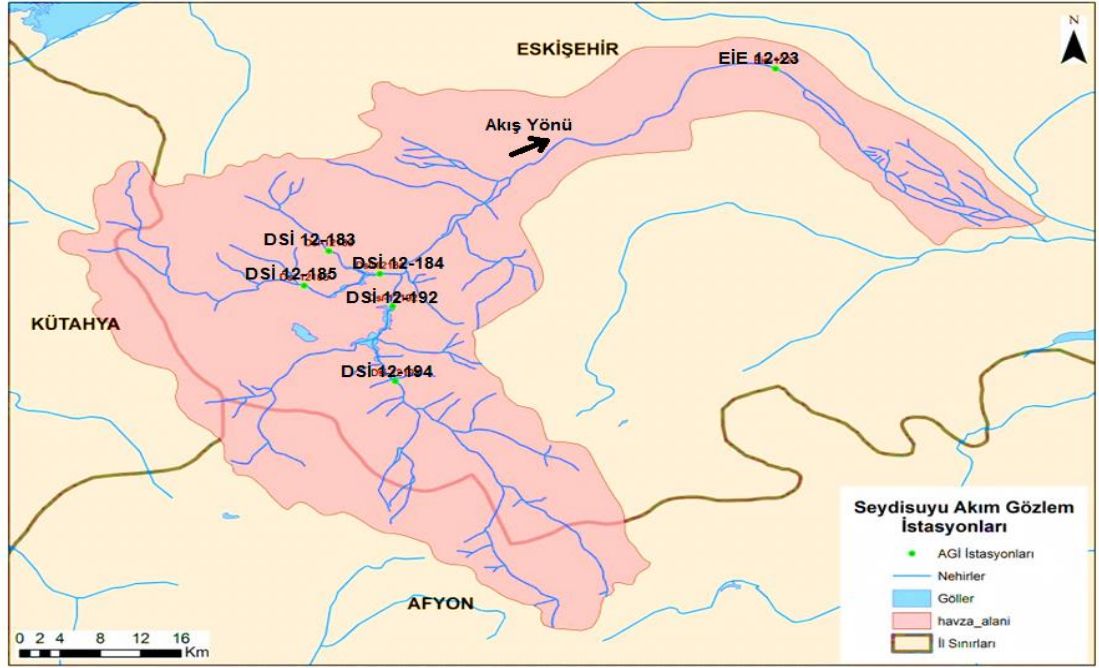
3.3.3 Doğruluk Analizi

Yapılan tahminlerin doğruluğunu belirlemek için uygun mekânsal dağılıma sahip 3 tane meteorolojik gözlem istasyonu, kontrol noktası olarak seçilmiş ve yağış, sıcaklık, buharlaşma dağılımları IDW enterpolasyon yöntemi ile bu veriler olmaksızın uygulanmıştır. Kontrol istasyonlarına ait gerçek değerler yerine daha önce normal dağılım için dönüşümleri yapılmış veriler kullanılarak hesaplanan yüzey değerleri ile hesaplanan değerlerin karşılaştırılması yapılmış ve bu kapsamda karesel ortalama hatalar (KOH) hesaplanarak yapılan tahminlerin doğruluğu analiz edilmiştir (Çizelge 4.3, 4.4, 4.5).

Tahminlerin doğruluğu veri kaynağı olan noktaların çalışma bölgesindeki dağılımına bağlı olduğu kadar, doğruluk analizi sırasında seçilen kontrol istasyonlarının konumu ve o istasyonda yapılan ölçüm değerinin genel veri grubundaki yerine de bağlıdır. Eğer kontrol istasyonu verisi, veri grubunun en büyük ya da en küçük değerini içerirse veya bu istasyonun konumu çalışma alanı sınırlarına yakın ise bu istasyon değerini diğer istasyon verilerini kullanarak yüksek doğrulukla olarak hesaplamak mümkün olmayacaktır. Bu nedenle doğruluk analizi sırasında kontrol istasyonlarının belirlenmesi çalışmanın sonuçlarının doğru değerlendirilebilmesi için önemli bir bileşendir.

3.4 Seydisuyu Havzasının Akım Karakteristikleri

Baraj planlamalarında incelenmesi gereken en önemli konulardan birisi de havzanın su potansiyelinin belirlenmesidir. Havzanın su potansiyelinin bulunması için havza içerisinde bulunan akım gözlem istasyonlarının verilerinin incelenmesi gerekir.

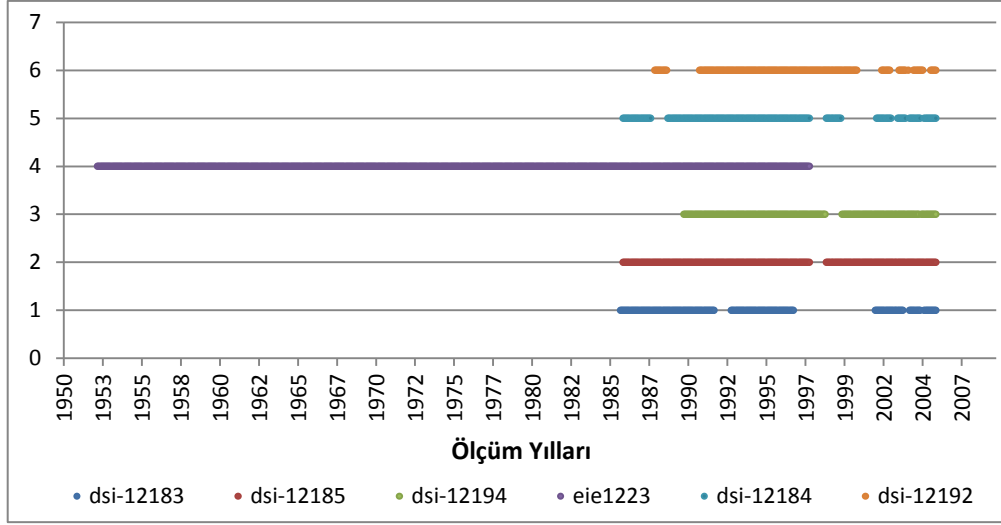


Şekil 3.35. Seydisuyu havzasında bulunan Akım Gözlem İstasyonları (AGİ)

Çizelge 3.5 Akım Gözlem İstasyonları

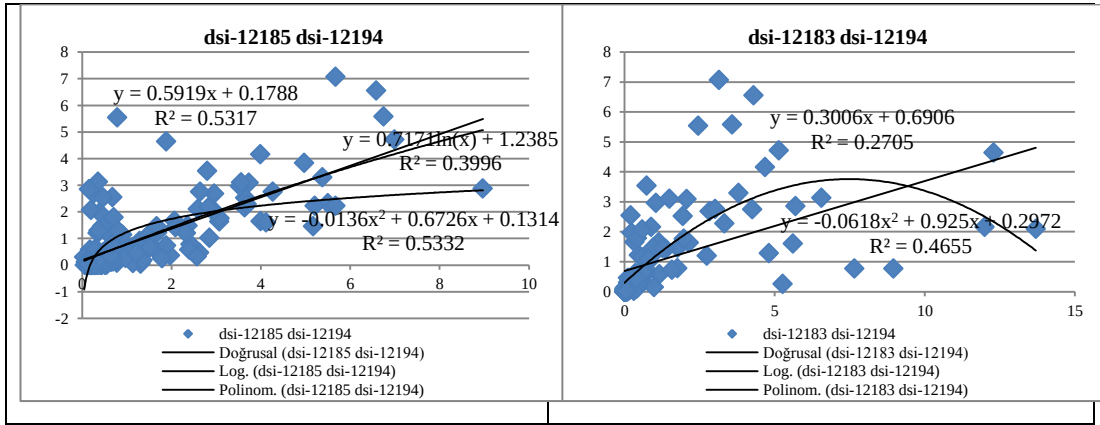
AGİ-İstasyon No	İstasyon Adı	İli	Koordinatı	Kotu (m)	Havza Alanı (km ²)	Ölçüm yılı	Ölçüm Yıl Sayısı
DSİ 12-183	Keçeliözü Deresi-Göknebi	Eskişehir	39°22' 51"K 30°31' 38"D	2032	94,85	1986-2005	19
DSİ 12-184	Kunduzlar Barajı-Baraj Çıkışı	Eskişehir	39°21' 27"K 30°34' 23"D	1857	406	1986-2005	19
DSİ 12-185	Akin Deresi-Gemiş	Eskişehir	39°20' 43"K 30°30' 19"D	1742	218,23	1986-2005	19
DSİ 12-192	Çatören Barajı-Baraj Çıkışı	Eskişehir	38°43' 36"K 31°02' 51"D	1005	712	1988-2005	17
DSİ 12-194	Haramidere-Karaören	Eskişehir	39°14' 49"K 30°35' 12"D	1045	517	1990-2005	15
EİE 1223	Seydisuyu-Hamidiye	Eskişehir	39°34' 07"K 30°55' 37"D	895	1636,3	1953-1997	44

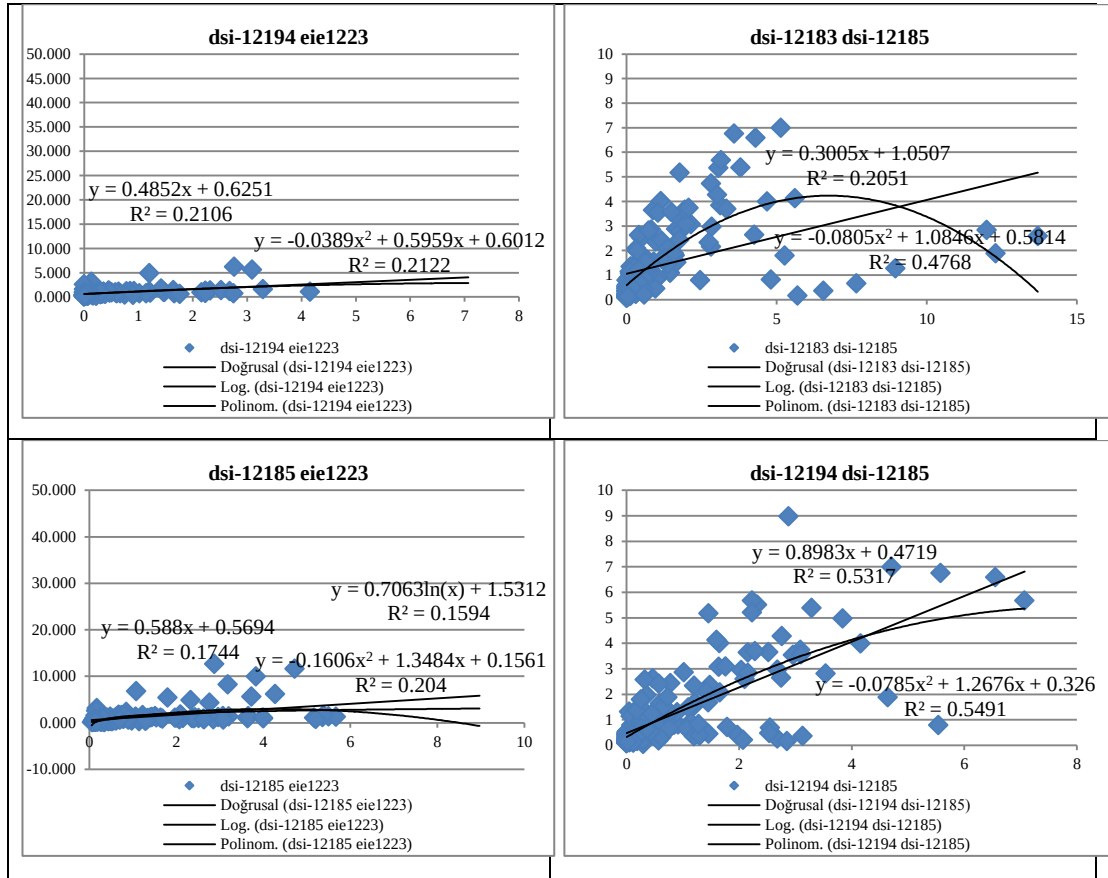
Bu çalışmada DSİ'den havza içerisinde kalan AGİ'lerin uzun yıllar aylık ortalama su temin tabloları alınmıştır. Çizelge 3.5'de görüldüğü gibi bazı istasyonların ölçüm süresi kısıyken EİE-1223 istasyonunun ölçüm süresi en uzundur.



Şekil 3.36 Seydisuyu havzası AGİ ölçüm yılları

Şekil 3.36’da görülen eksik akımların en uzun periyoda göre (52 yıl) tamamlanması gerekir. Bunun için ilk olarak AGİ’lerin akım verilerinin birbirleriyle olan korelasyon ilişkisinin değerlendirilmesi gerekir. İstasyonlar arası korelasyon matrisi oluşturulur. Bu şekilde birbirleriyle en iyi ilişkiye sahip iki istasyon seçilerek eksik akım verileri olan istasyonun debileri korelasyonu yüksek olduğu istasyon akım verilerinden yararlanılarak tamamlanır.

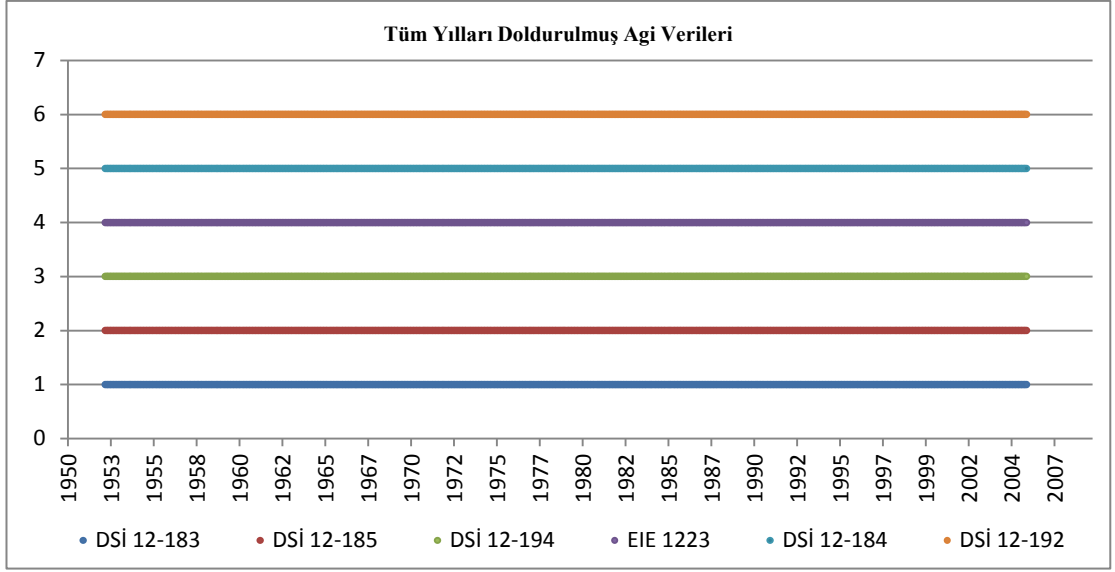




Şekil 3.37 Seydisuyu havzasındaki AGİ'lerin korelasyon ilişkileri

	<i>dsi-12183</i>	<i>dsi-12185</i>	<i>dsi-12194</i>	<i>eie-1223</i>	<i>dsi-12184</i>	<i>dsi-12192</i>
dsi-12183	1					
dsi-12185	0.452886	1				
dsi-12194	0.52006	0.729207	1			
eie-1223	0.476829	0.417583	0.458892	1		
dsi-12184	0.319158	0.086062	0.249459	0.349014	1	
dsi-12192	-0.06292	-0.34911	-0.17548	-0.08732	0.353843	1

Şekil 3.38 AGİ korelasyon matrisi



Şekil 3.39 Tüm eksik yılları doldurulmuş AGİ ölçüm yılları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Seydisuyu Havzasında Nüfus Projeksiyonu

Seydisuyu havzasında bölüm 3.2.1 başlığı altında verilen metotlar kullanılarak 2050 yılına kadar nüfus projeksiyonu yapılmıştır. 3 metoda göre yapılan bu nüfus tahmini çizelge 4.1’de verilmiştir.

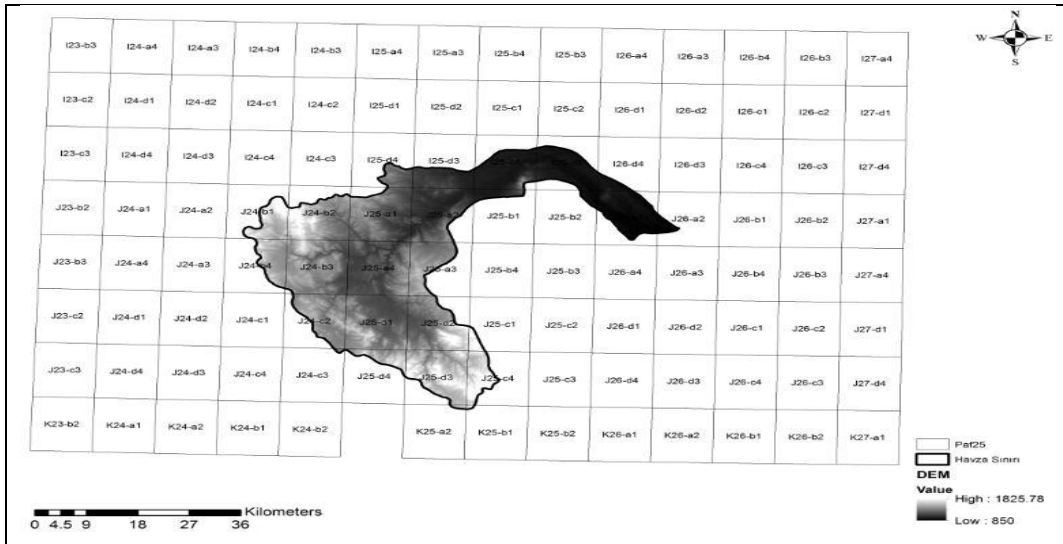
Çizelge 4.1. Nüfus projeksiyon metotlarına göre Seydisuyu havzasının 2050 yılı nüfusu

Yöntem	İstatistiksel Grafik Metot	İller Bankası Metodu	Geometrik Artış Metodu
2050 Yılı Nüfusu	2607400	1396210 kişi	1960967 kişi

4.2 Seydisuyu Havzası Hidrolojik Havza Sınırları

DSİ ‘den alınan sayısal haritalar kullanılarak ArcGIS yazılımında bölüm 3.2.2’ de verilen yöntemle Seydisuyu havzasının hidrolojik havza sınırları

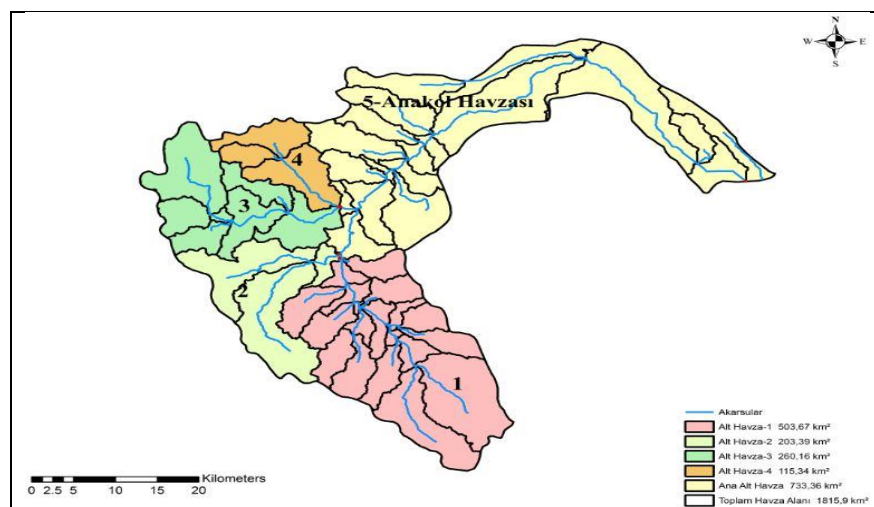
oluşturulmuştur. Seydisuyu Havzasına ait DEM ve pafta indeksleri Şekil 4.1 'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Seydisuyu Havzasının bütünü için Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) ve kullanılan 1/25.000'lik vektör haritaları gösterir indeks.

4.2.1. Seydisuyu Havzasının Alt Havzaları

Seydisuyu havzasının hidrolojik sınırları belirlendikten sonra, havzanın DEM’i kullanılarak bölüm 3.2.2.1. ‘de anlatılan yöntemle alt havza drenaj alanları bulunmuştur.



Şekil 4.2 Seydisuyu havzası ve alt havzaların drenaj ağı ve havza sınırları (1/25000'lik vektör haritalar kullanılarak üretilen havza sınırları ve drenaj ağları).

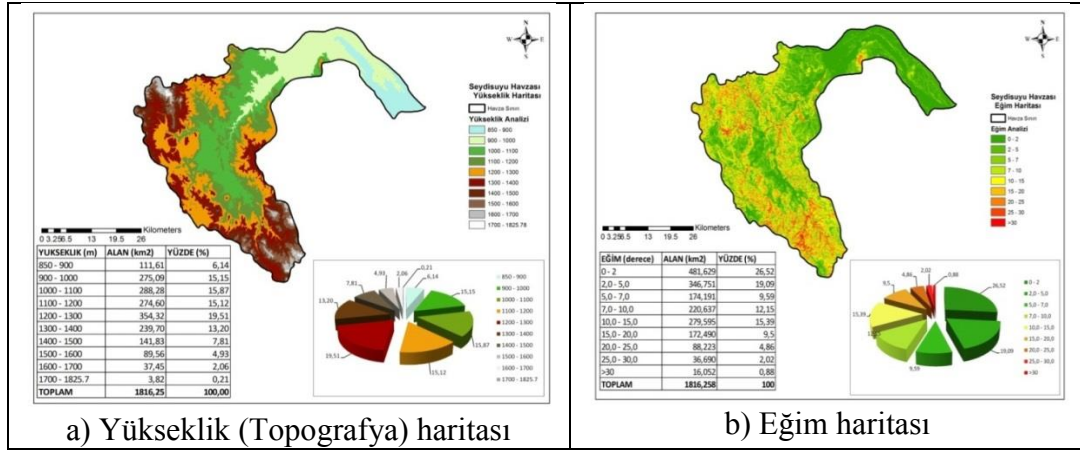
Hidrolojik bakımdan Seydisuyu havzasının toplam alanı 1816,1 km²'dir. Seydisuyu havzası esas olarak 5 alt havzadan oluşmaktadır. Bunun en büyük kısmını 5 nolu anakol havzası (733,36 km²) oluşturmaktadır. Bütün Seydisuyu havzasının toplam alanı ve her bir alt havzanın alanı, Çizelge 4.2 'de topluca verilmiştir.

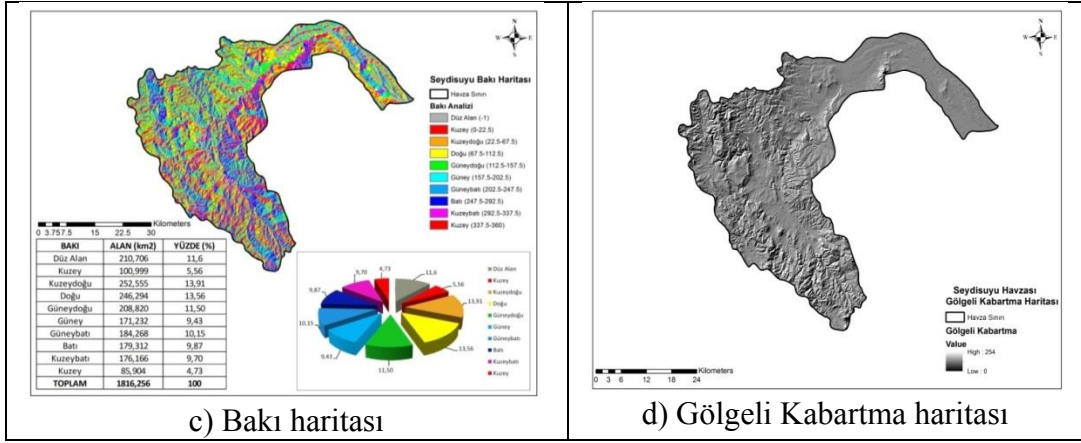
Çizelge 4.2 Seydisuyu Havzası ve alt havzalarının alanları

HAVZA NO	HAVZA ALANI (KM ²)
1	503,67
2	203,39
3	260,16
4	115,34
5-Anakol	733,36
Toplam	1816,1

4.2.2. Seydisuyu Havzasının Konumsal Analizi

Seydisuyu Havzasının konumsal analizi daha önce Bölüm 3.2.2.2.'de bahsedildiği gibi ArcGIS yazılımının 3D Analyst modülü yardımıyla yapılmıştır.





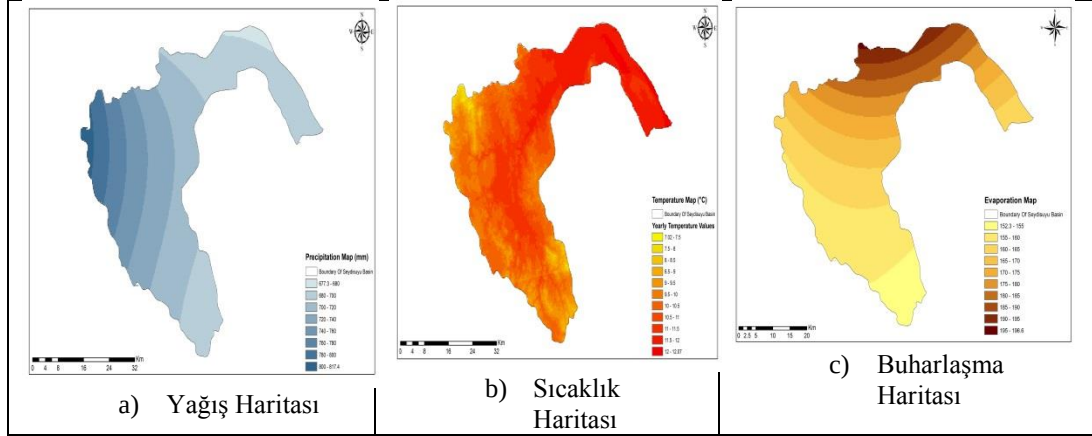
Şekil 4.3. Seydisuyu havzasına ait mekânsal haritalar.

Seydisuyu havzasının topoğrafik haritaları incelendiğinde yüksekliğin 850-1825 m arasında değiştiği görülmektedir. 1000-1300 m arasındaki havza alanı, toplam alanın %50,5'ini (917,2 km²'sini) oluşturmaktadır (Şekil 4.3.a). Havza eğimi, 0-10 derece arasında %67,37 (1223,08 km²) olup, havzanın büyük kısmının düz alanlardan oluştuğu görülmektedir. Daha yüksek kısımlar, havzanın batı kısımlarında bulunmaktadır. Havzanın >30 derece' den fazla alan yüzdesi %0,88 (16,052 km²) olup, havzanın küçük bir alanını temsil etmektedir (Şekil 4.3.b). Bakı analizleri, yüzeyin kuzeyle yaptığı coğrafik açı olup, araştırma alanının yaklaşık %25,06'sı (455,114 km²) Doğu-Güneydoğu yönüne bakan yamaçlardan oluşmaktadır (Şekil 4.3.c). Şekil 4.3.d'de verilen gölge kabartma haritasından, genel olarak havzanın yapısı ve düz alanlarını daha net görünmek mümkündür.

4.3 Seydisuyu Havzası Meteoroloji Dağılım Haritaları

Su kaynaklarının değerlendirilmesinde, yeni bir barajın planlanmasında meteorolojik faktörlerin iyi analiz edilmesi gerekir. Barajın kurulacağı bölgenin yağış, buharlaşma, sıcaklık, rüzgar gibi verileri oldukça önemlidir. Bu nedenle bölüm 3.3 başlığı altında anlatılan yöntemlerle Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan veriler incelenmiştir. Sonuç olarak havzaya ait yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi haritaları elde edilmiştir. Bu haritalardan havza içerisinde planlanabilecek bir barajın rezervuarında ne kadarlık bir buharlaşma

kaybı olabileceğini, ne kadarlık bir yağış düşebileceğini hesaplayabilmek mümkündür.



Şekil 4.4.a,b,c. Seydisuyu Havzası yağış, sıcaklık ve buharlaşma dağılım haritaları.

4.3.1. KOH ile Doğruluk Analizi

Havzanın meteorolojik dağılım haritaları oluşturulurken yapılan enterpolasyon metodunun seçilmesi, seçilen metodun doğruluğu oldukça önemlidir. Bu nedenle alınan meteoroloji verileri istatistiksel olarak değerlendirildikten sonra tahminlemenin doğruluğu analiz edilmiştir. Bölüm 3.3.3 'de anlatılan yöntemle doğruluk kriteri olarak KOH değerleri sıfıra (0) yakın çıkmıştır.

Çizelge 4.3 Yağış ölçen kontrol istasyonlarına ait gerçek ve hesaplanan değerler

İSTASYON ADI	ÖLÇÜLEN LOG YAĞIŞ MİKTARI (MM)	HESAPLANAN DEĞER	HATA
		IDW	
17702- Bozüyük	2.939536	2.884962	-0.0545574
17796- Bolvadin	2.834993	2.698682	-0.0136311
17680- Beypazarı	2.844741	2.806744	-0.0379997
Karesel Ortalama Hata (KOH)			0.03918458

Çizelge 4.4 Sıcaklık ölçen kontrol istasyonlarına ait gerçek ve hesaplanan değerler

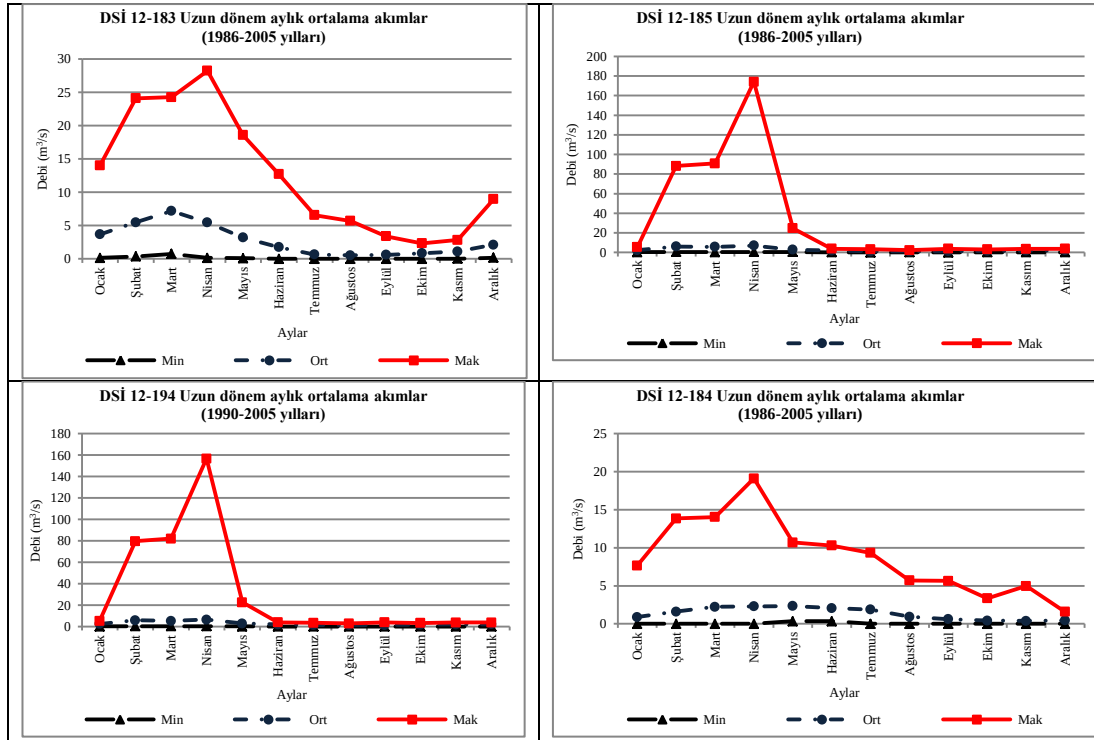
İSTASYON ADI	ÖLÇÜLEN DENİZ SEVİYESİ SICAKLIK (°C)	HESAPLANAN DEĞER	HATA
		IDW	
17707- Emet	15.229444	16.053516	0.824072
17190- Afyonkarahisar Bölge Müdürlüğü	16.785447	17.139823	0.354376
17728- Polatlı	16.314511	16.538709	0.224198
Karesel Ortalama Hata (KOH)			0.53383573

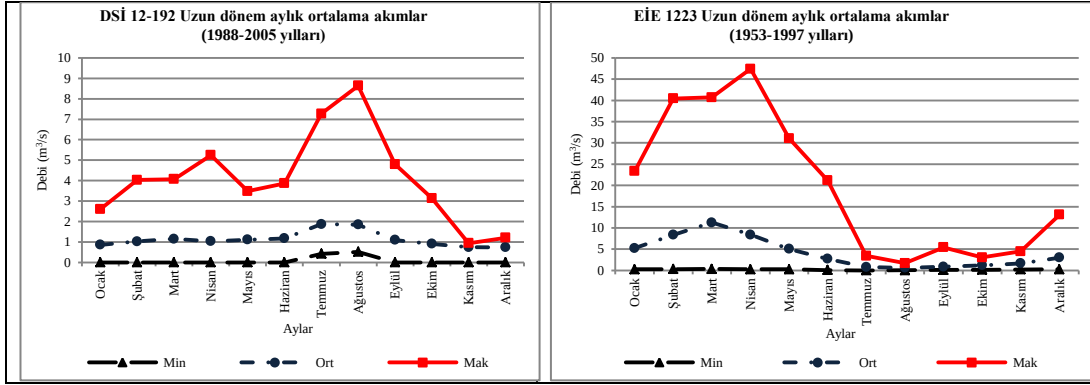
Çizelge 4.5 Buharlaştırma ölçen kontrol istasyonlarına ait gerçek ve hesaplanan değerler

İSTASYON ADI	ÖLÇÜLEN LN BUHARLAŞMA MİKTARI (MM)	HESAPLANAN DEĞER	HATA
		IDW	
17680- Beypazarı	4.875566	5.037372	0.161806
17796- Bolvadin	5.013468	5.013363	-0.000105
17750- Gediz	4.932327	4.726034	-0.206293
Karesel Ortalama Hata (KOH)			0.15136930

4.4. Akım Gözlem İstasyonlarının Uzun Dönem Aylık Ortalama Akımları

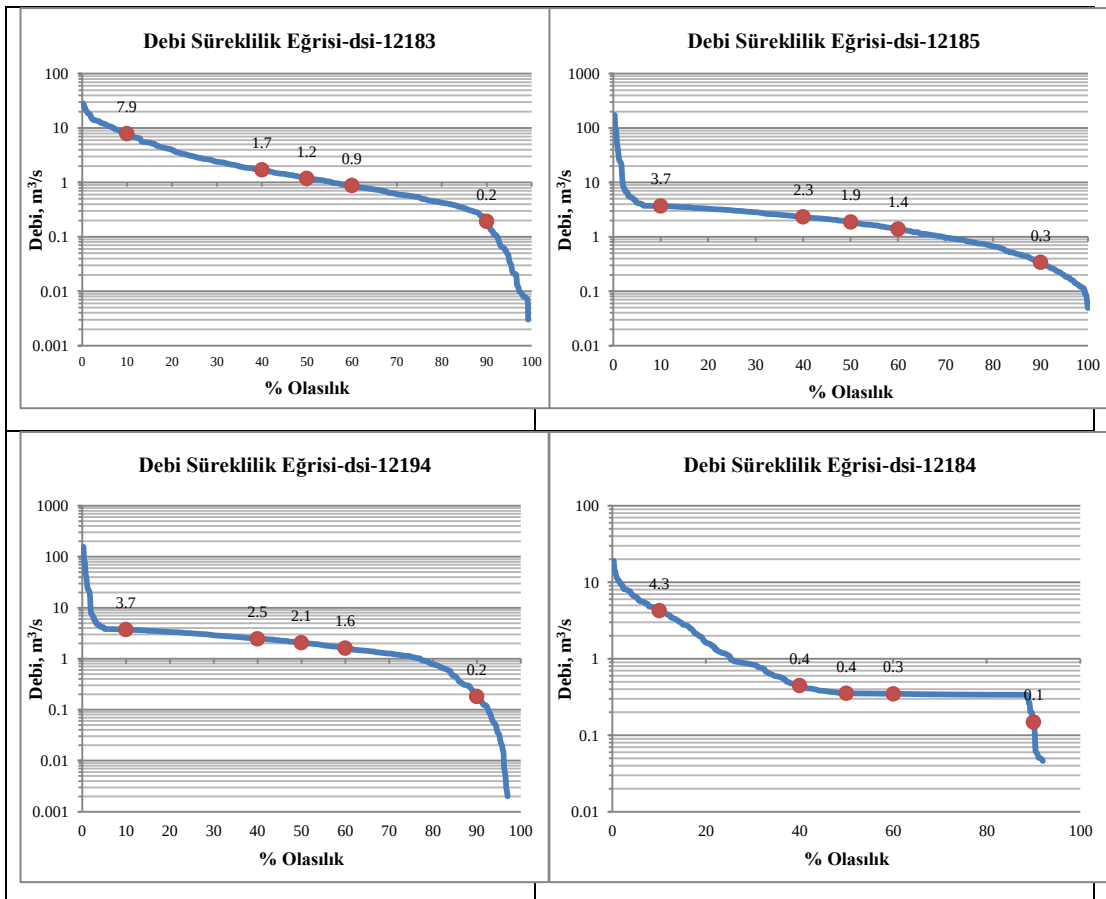
DSİ'den alınan AGİ'lerin uzun dönem aylık minimum, ortalama ve maksimum debileri (m^3/s) hesaplanmıştır (Şekil 4.5)





Şekil 4.5. Akım Gözlem İstasyonları (AGİ)'nin Uzun Dönem Aylık min., ort. ve maks debiler (m^3/s)

Bölüm 3.4'de bahsedildiği yöntemle eksik olan akım verilerinin doldurulmasından sonra AGİ'lerin debi süreklilik eğrileri çizilmiştir (Şekil 4.6).





Şekil 4.6 AGİ debi süreklilik eğrileri

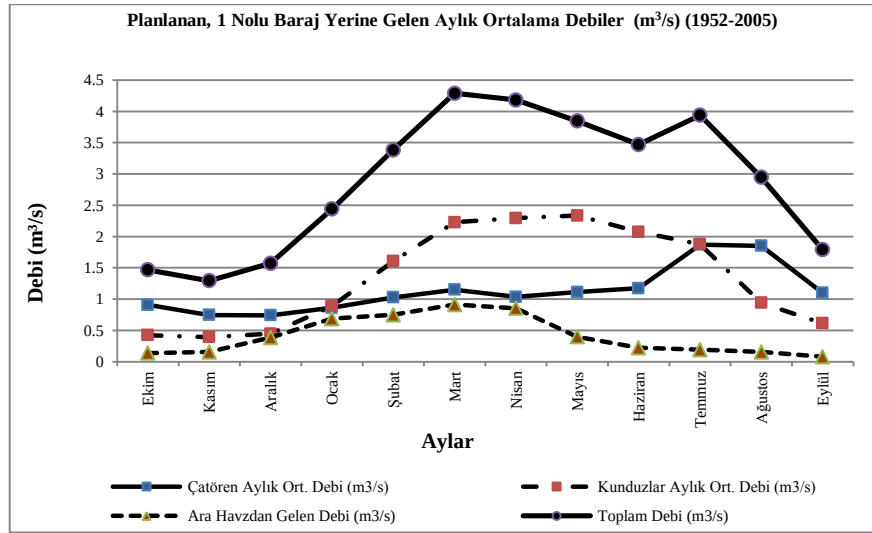
4.5. Planlanan Barajın Baraj Yeri Debilerinin Alan-Oranı Metoduyla Bulunması

Tüm eksik yılları tamamlanan AGİ akım verileri incelendikten sonra akım ölçümü yapılmayan bir noktadaki (planlanan baraj yeri) akım verilerinin tespit edilmesi için alan-oranı metodu uygulanmıştır. Bu metot, drenaj alanı ve akım verileri bilinen bir noktadan (DSİ'den alınmış AGİ akım verileri) drenaj alanı bilinen fakat akım verileri bilinmeyen bir noktadaki akımları tespit etmekte kullanılır. Bu metoda göre havza karakteristiklerinin bir yansıması olan ϕ ve K (akım katsayıları), DSİ 12-183 ve ara EİE12-23 AGİ'lerin akımları kullanılarak bulunmuştur. Buna göre, ortalama $\phi = 0,139506$ ve $K = 2,34927$ bulunmuştur. Sonuçlar çizelge 4.6'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.6 Alan oranı metodunda kullanılan ϕ ve K katsayıları

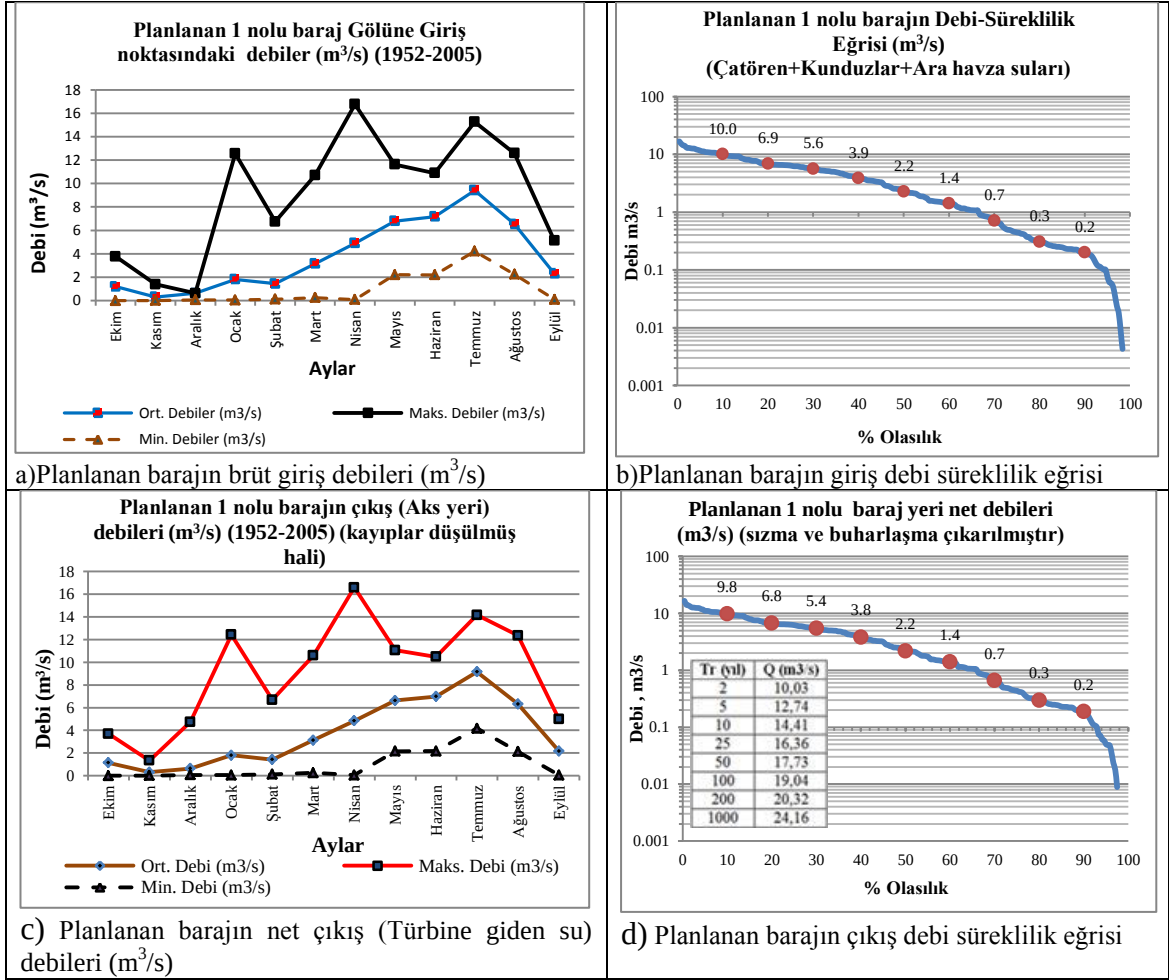
AGİ, İst No	DSİ-12-183	EİE-12-23	Toplam ϕ_i	$_{12}K_i$	$_{21}K_i$	Toplam K_i	Arada kalan alan, (km ²)
Yağış Alanı (km ²)	94,85	1636,3	ϕ_{ort}	Aylık debiye göre değişiyor	Aylık debiye göre değişiyor	K_{ort}	27,16
ϕ_{ort} , K _{ort}			0,139506			2,34927	

Baraj aks yerindeki debilerin hesaplanmasında akım şartları bozulmamış akım gözlem istasyonlarına ait (AGİ) doğal debiler kullanılmalıdır. Baraj yerine en yakın DSİ 12-183 nolu AGİ'ye ait debileri bu şartı sağladığı için alan oranı metodu ile planlanan baraj yerine taşınmıştır. Planlanan 1 nolu barajın drenaj alanı 1145,16 km², Çatören ve Kunduzlar barajlarının drenaj alanları sırasıyla 712 km² ve 406 km² 'dir. Planlanan 1 nolu baraj ile Kunduzlar ve Çatören barajlarının drenaj alanları arasında kalan ara havzanın drenaj alanı ise CBS ortamında 27,16 km² olarak bulunmuştur. Planlanan 1 nolu barajın toplam suyu, Kunduzlar ve Çatören barajlarının çıkış suları ve ara havzadan gelen suyun toplamıdır. 1 nolu baraj gölünün giren debiler, Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Baraj gölüne giriş debileri (m³/s)

Şekil 4.7'de, baraj gölüne giren aylık ortalama (ort.), maksimum (maks.) ve minimum (min.) debiler gösterilmiştir. Min. debilerin ortalaması 0,97 m³/s, ort. debilerin ortalaması 3,81 m³/s ve maks. debilerin ortalaması 9 m³/s bulunmuştur. Baraja giren brüt debiler ve barajdan çıkan net debiler, Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. a) 1 nolu baraja giren brüt aylık ortalama debiler b) 1 nolu barajdan çıkan net aylık ortalama, minimum ve maksimum debiler

Baraj maksimum göl alanında meydana gelen gerçek buharlaşma miktarının hesabı için tava katsayısı 0.7 alınmış ve buharlaşma miktarı (m³/s) hesaplanmıştır. Ayrıca, toplam göl aynasında meydana gelen sızma kayıpları %10 kabul edilerek, her ay meydana gelen toplam sızma kayıpları hesaplanmıştır. Baraj gölüne giren brüt debilerden (Şekil 4.8, a, b), toplam kayıplar çıkarılmış ve net debiler bulunmuştur. Böylece baraj aks noktasından, çıkması beklenen net debiler, enerji hesabında kullanılmıştır. Bu net debiler, elektrik üretimi için türbine verilen net sulardır. Barajın maksimum göl alanına göre, CBS ortamında ArcGIS yazılımında, ArcMap 10 ve ArcScene 10 modülleriyle barajın 3 boyutlu modellenmesi yapılmıştır. Şekil 5.8 (a, b, c, d)'de, planlanan 1 nolu baraja ait 3 boyutlu görünüşü (Şekil 5.8 a, b), arazide, harita üzerinde maks. göl alanının kapladığı alan (km²) (Şekil 5.8.c) ve bu baraja ait hacim-alan eğrisi (Şekil 5.8.d)

verilmiştir. Şekil 5.8.d’de, maksimum göl seviyesinde, 998 kotunda barajın su hacmi $5,3 \times 10^6 \text{ m}^3$, baraj gölalanı $0,87 \times 10^6 \text{ m}^2$ hesaplanmıştır. Bütün sonuçlar GIS yazılımı ile bulunmuştur.

5. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

5.1. Havzadaki Mevcut Kurulu Barajların İncelenmesi

Seydisuyu havzasında, halihazırda inşaatı tamamlanmış ve işletmede olan iki adet sulama barajı (Çatören ve Kunduzlar) bulunmaktadır. Bu barajlardan üretilebilecek toplam hidroelektrik enerji potansiyeli ayrıca araştırılmıştır. Barajlar işletmede olduğu için, kışın birikildikleri suları, özellikle sulama mevsiminde mansaba vermektedirler. Sulama mevsiminde ve taşkın zamanlarında, rezervuardan verilen debileri kullanarak barajın mansabında kurulacak bir ilave türbin jeneratör sistemi ile elektrik üretmek mümkündür.

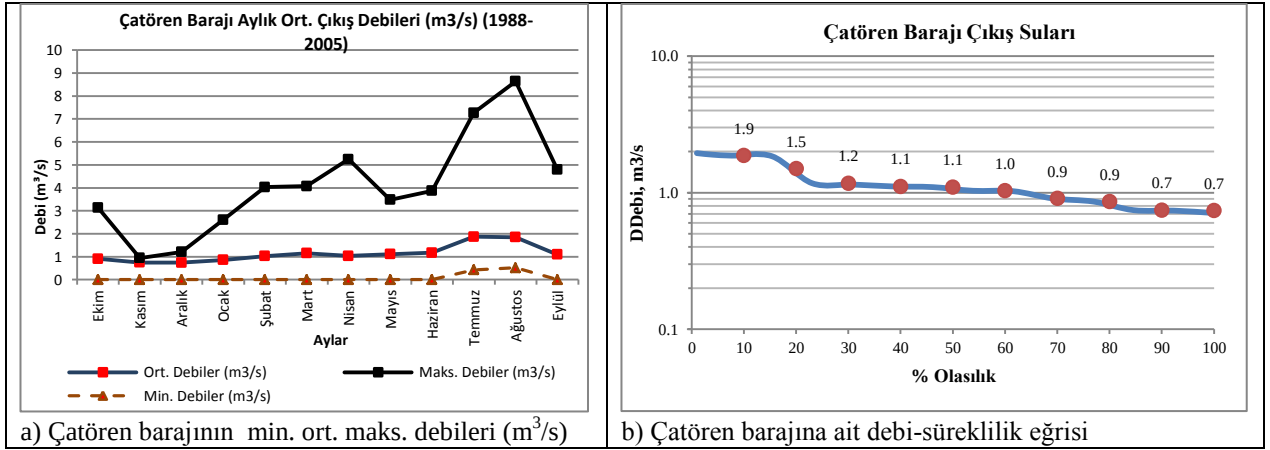
5.1.1. Çatören Barajının karakteristik Özellikleri ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

Çatören barajı, Seydisuyu havzasında, 1987 yılından beri işletmede olan bir barajdır. İnşa maliyeti sıfırdır. Barajın yeri ve karakteristik özellikleri, çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Çatören baraj yeri ve karakteristik özellikleri

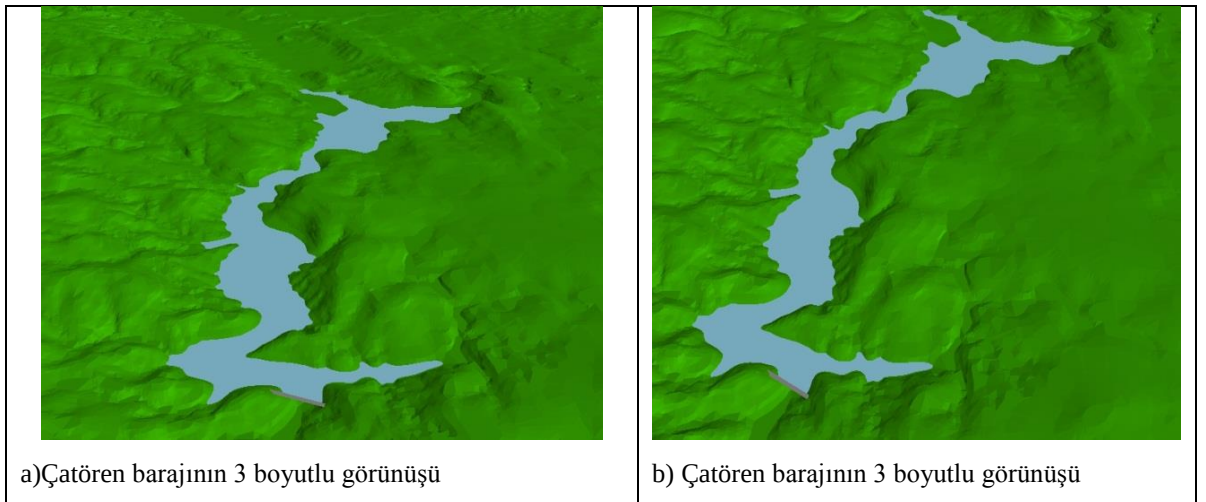
Baraj Adı (Nosu)	Bulunduğu Pafta	Mevki	Koordinatları	Düşünülen Kret kotu (m)	Akarsu talveg kotu (m)	Yaklaşık Baraj Yüksekliği (m)	Kret Uzunluğu (m)	Yağış alanı (Drenaj Alanı) km^2
Çatören Barajı	Eskişehir J25-a4 (93-94/60-61 Karesi)	Solda, Kayrak Tepesi , yaklaşık 2 km sağında Çatören köyü, güneyindeki Numanoluk mevki sine, 2 km mesafededir.	30°34’41,54’’D 39°19’34,91’’K	Baraj kret kotu: 1037,20 m Max. Hazne Kotu: 1035,92 m	1005 m	Talvegden, 32,20 m Temelden, 52,20 m Membra Su Yüksekliği 30,92 m Temel derinliği 20 m	Kret Uzunluğu, 230 m Kret Genişliği, 5 m Taban genişliği, 111,6 m Membra: Düşey 2/yatay 3, Mansap: 2 /3	712 km2 ve Yaklaşık kotu: 1005 m)

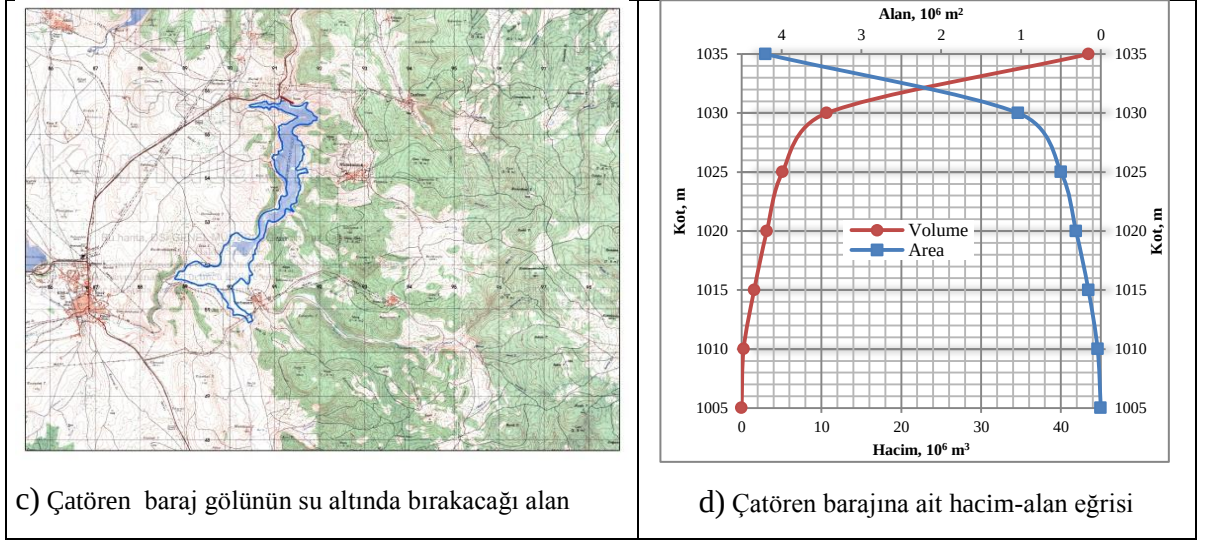
Çatören barajının çıkış akımları, DSİ 12-192 nolu AGİ verileri olup, DSİ'den temin edilmiştir. Bu verilere, Şekil 5.1'de, Çatören barajından çıkan suların aylık ort., maks., min. debileri ve debi süreklilik eğrisi gösterilmiştir. Min debilerin ortalaması $0,08 \text{ m}^3/\text{s}$, ort. debilerin ortalaması $1,13 \text{ m}^3/\text{s}$ ve maksimum debilerin ortalaması $4,11 \text{ m}^3/\text{s}$ hesaplanmıştır.



Şekil 5.1. Çatören barajına ait debilerin değişimi ve debi-süreklilik eğrisi

Barajın net debilerinin belirlenmesinden sonra, Çatören barajına ait 3 boyutlu görünüş (Şekil 5.2 a, b), arazide göl alanının kapladığı alan (Şekil 5.2.c) ve bu baraja ait hacim-alan eğrisi (Şekil 5.2.d), CBS yazılımı ile belirlenmiş ve Şekil 5.2'de toplu halde verilmiştir. Bu şekle göre, 1035 kotunda barajın su hacmi $43,47 \times 10^6 \text{ m}^3$, baraj gölalanı $4,2 \times 10^6 \text{ m}^2$ olmaktadır.





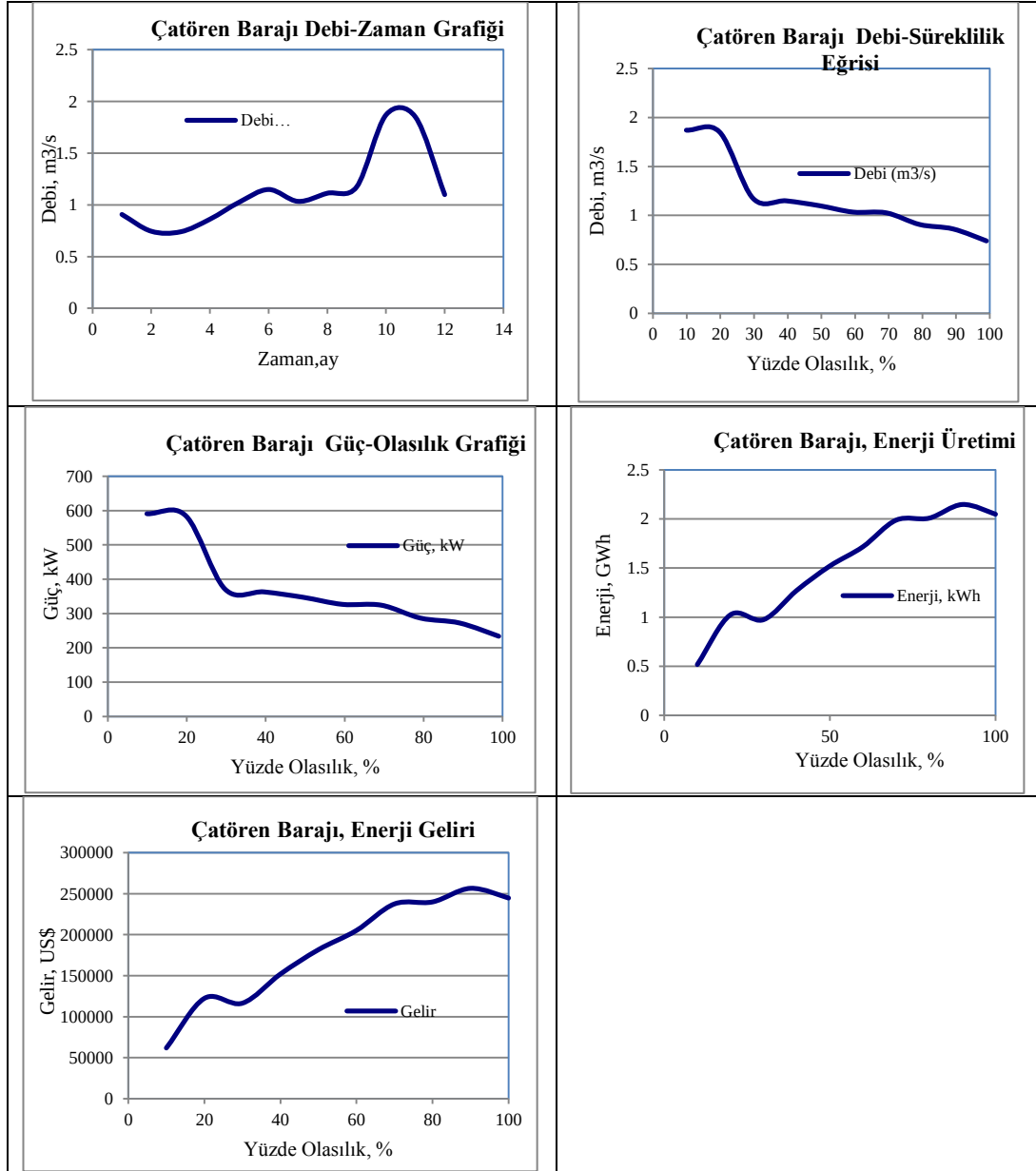
Şekil 5.2. Çatören barajına ait görünüş ve alan özellikleri

Çizelge 5.2 Çatören barajına ait Simahpp analiz sonuçları

Project(s) Characteristics :	
Project Characteristics	Catoren
Net Head (m)	32.200
Design Flow (m ³ /s)	0.862
Design Time of Operation (%)	90
Power Production(kW)	272.290
Energy Production (kWh/Year)	2146736.650
Energy Revenue (EUR/Year)	197070.424
Emission Reduction (tCo ₂ /Year)-Coal	1288.042
Emission Reduction (tCo ₂ /Year)-Gas	429.347
Emission Reduction (tCo ₂ /Year)-fuel	686.956
Carbon Market (EUR/Year)-Mean	8014.483
Investment Cost (EUR)	667203.824
Investment Cost/kW (EUR/kW)	2450.343
Investment Cost/kWh (EUR/kWh)	0.311
O&M Cost (EUR/Year)	6672.038
NVP: Net Present Value (EUR)	4904210.000
IRR: Internal Rate of Return (%)	29
Payback Period (Years)	3.504
Amortization Plan (Yearly)	23760.000
Suggested Turbine Type	Francis
Exchange Rate (02.05.2012), 1 EUR =	1.000000 EUR

Çatören baraj
 Dizayn debisi: 0.862 m³/s
 Kurulu Güç: 0.273 MW
 Yıllık Enerji Üretimi: 2.15 GWh/yıl
 Yıllık Enerji Parasal Getirisi: 0.257x10⁶ US\$
 kWh Başına Yatırım Bedeli: 3189.55 US\$
 Kendini Ödeme Süresi: 3.5 yıl

Çatören barajı harami çayı üzerinde sulama amaçlı yapılan bir toprak barajdır. Bu barajdan elektrik üretilmek istense ne kadar elektrik üretilirdi bunu Simahpp yazılımıyla analizi yapılmıştır.



Şekil 5.3 Çatören barajına ait Simahpp sonuçları

5.1.2. Kunduzlar Barajının karakteristik Özellikleri ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

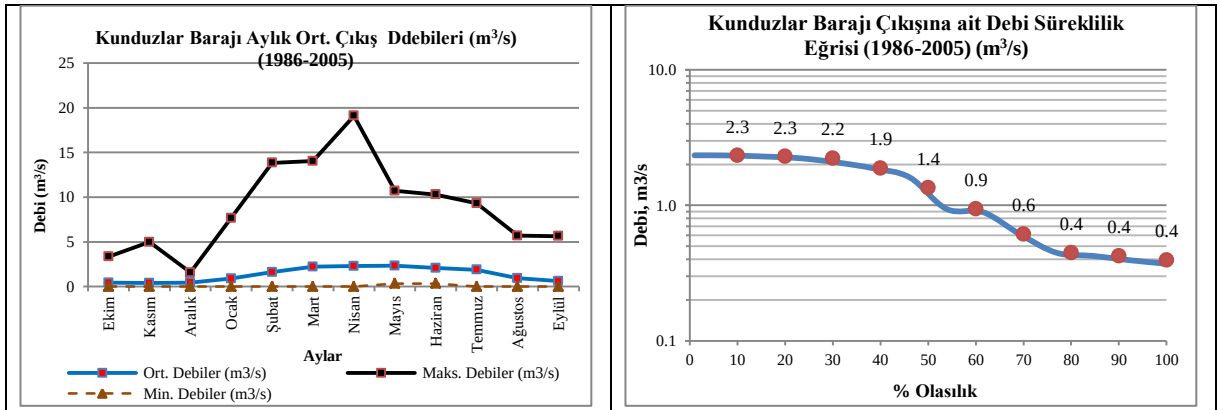
Havzada bulunan bir diğer hazır kurulu baraj da Kunduzlar barajıdır. Havzanın sulama ihtiyacını karşılamak için yapılan bir barajdır.

Kunduzlar barajı, Seydisuyu havzasında, 1983 yılından beri işletmede olan bir barajdır. İnşa maliyeti sıfırdır. Barajın yeri ve karakteristik özellikleri, çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3 Kunduzlar baraj yeri ve karakteristik özellikleri

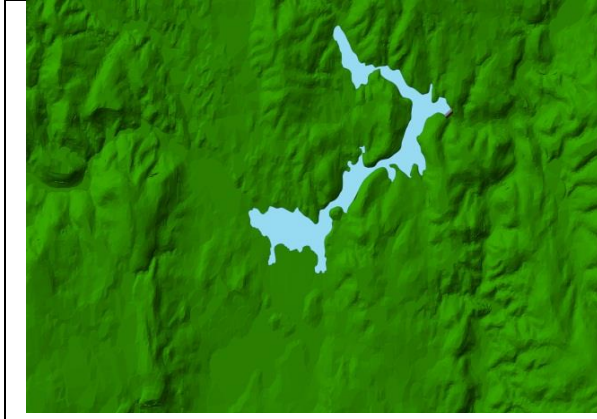
Baraj Adı (Nosu)	Bulunduğu Pafta	Mevki	Koordinatları	Düşünülen Kret kotu (m)	Akarsu talveg kotu (m)	Yaklaşık Baraj Yüksekliği (m)	Kret Uzunluğu (m)	Yağış alanı (Drenaj Alanı) km ²
Kunduzlar Barajı	Eskişehir J25-a4 (93-94/60-61 Karesi)	Solda, Kayrak Tepesi , yaklaşık 2 km sağında Çatören köyü, güneyindeki Numanoluk mevkiine 2 km mesafededir.	30°34'6,009"D 39°21'28,24" K	Baraj kret kotu: 1028,50 m Max. Hazne Kotu: 1027,10 m	1000 m	Talvegden, 28,50 m Temelden, 48,50 m Memba Su Yüksekliği 27,10 m Temel derinliği 20 m	Kret Uzunluk: 180 m Kret Genişlik: 5 m Taban genişliği:90,5 m Memba: Düşey:2;/yatay 3, Mansap: 2 /3	406 km2 ve Yaklaşık kotu: 1000 m)

DSİ'den alınan verilerde Kunduzlar barajının çıkış sularını ölçen DSİ 12-184 nolu AGİ bulunmaktadır. Barajın çıkış akımları bu istasyona göre tespit edilmiştir. Şekil 5.4'te, Kunduzlar barajından çıkan suların aylık ortalama, maksimum, minimum debileri ve debi süreklilik eğrisi gösterilmiştir. Min debilerin ortalaması 0,34 m³/s, ort. debilerin ortalaması 1,34 m³/s ve maksimum debilerin ortalaması 8,85 m³/s bulunmuştur.



Şekil 5.4. a) Kunduzlar barajı aylık uzun dönem çıkış debileri b) Kunduzlar barajı çıkış suları debi zaman eğrisi.

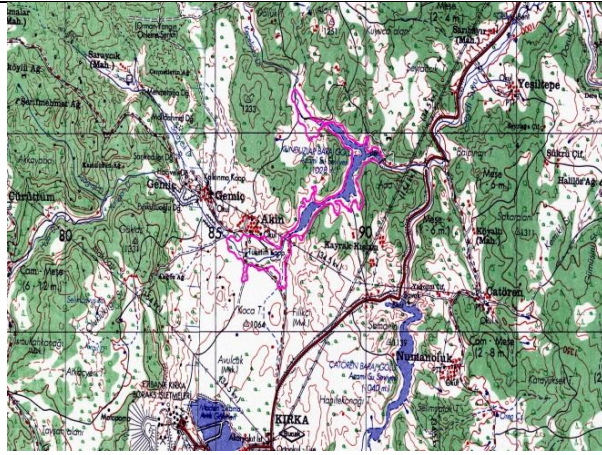
Akım hesaplarının ardından, Kunduzlar barajına ait 3 boyutlu görünüş, arazide göl alanının kapladığı alan ve bu baraja ait hacim-alan eğrisi şekil 5.5'de verilmiştir. Bu şekle göre, 1030 kotunda baraj su hacmi 40x10⁶ m³, baraj gölalanı 3,84x10⁶ m² olmaktadır.



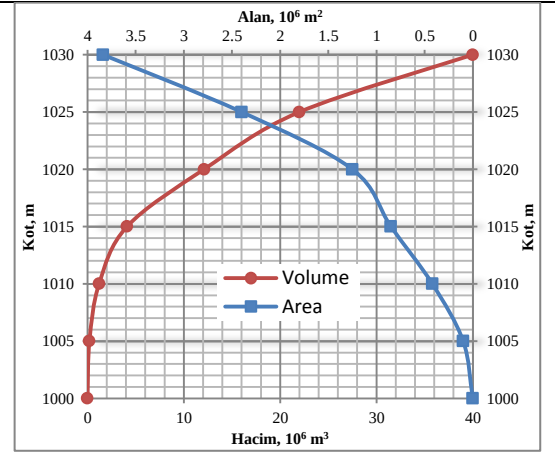
a)Kunduzlar barajına ait 3 boyutlu görünüş



b)Kunduzlar barajına ait 3 boyutlu görünüş



c)Kunduzlar baraj gölünün su altında bıraktığı alan



d)Kunduzlar barajına ait hacim-alan eğrisi

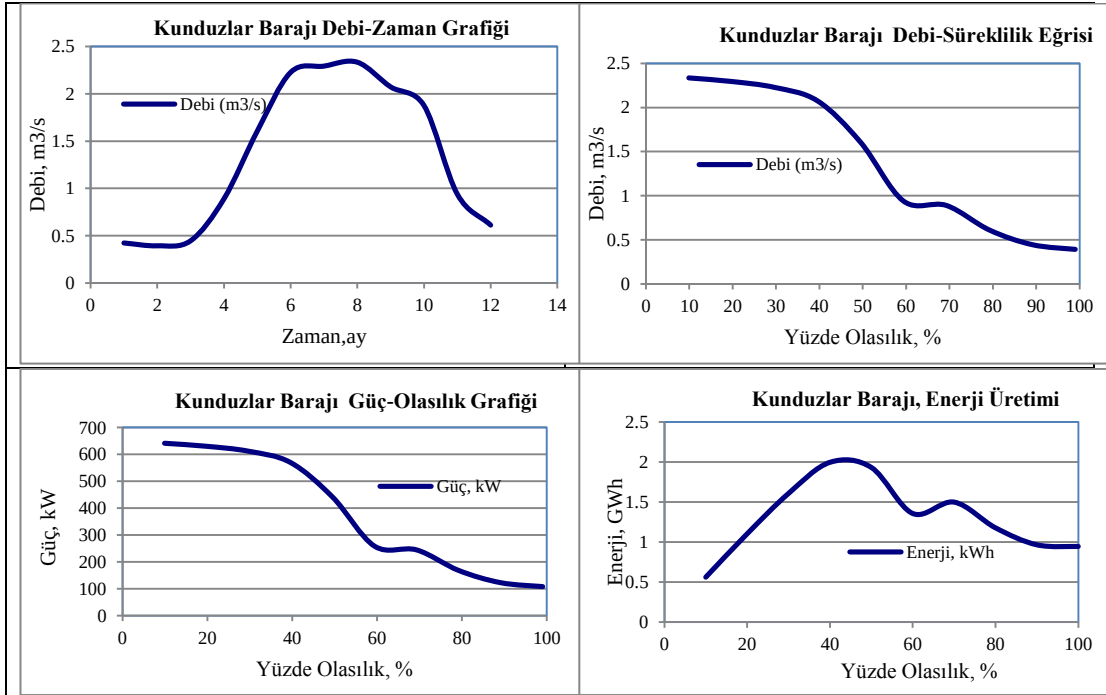
Şekil 5.5. a,b)Kunduzlar barajına ait 3 boyutlu görünüş c) Baraj rezervuarının arazide kapladığı alan d) Baraj rezervuarının hacim alan eğrisi

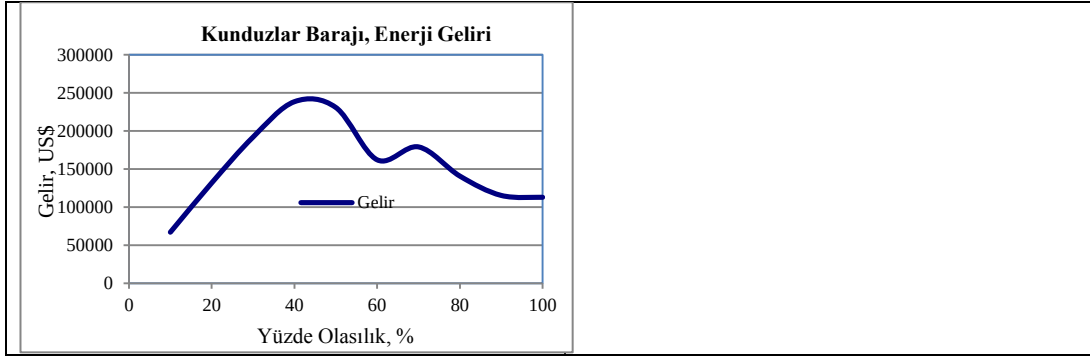
Kunduzlar barajı sulama amaçlı bir baraj olduğu için bu barajın hidroelektrik potansiyeli araştırıldı. Hidroelektrik potansiyeli Simahpp yazılımı ile belirlendi.

Çizelge 5.4 Kunduzlar barajına ait Simahpp analiz sonuçları

Project(s) Characteristics :	
Project Characteristics	Kunduzlar
Net Head (m)	28.000
Design Flow (m3/s)	2.074
Design Time of Operation (%)	40
Power Production(kW)	569.686
Energy Production (kWh/Year)	1996180.865
Energy Revenue (EUR/Year)	183249.403
Emission Reduction (tCo2/Year)-Coal	1197.709
Emission Reduction (tCo2/Year)-Gas	399.236
Emission Reduction (tCo2/Year)-fuel	638.778
Carbon Market (EUR/Year)-Mean	7452.410
Investment Cost (EUR)	1274528.368
Investment Cost/kW (EUR/kW)	2237.247
Investment Cost/kWh (EUR/kWh)	0.638
O&M Cost (EUR/Year)	12745.284
NVP: Net Present Value (EUR)	3722474.000
IRR: Internal Rate of Return (%)	13
Payback Period (Years)	7.475
Amortization Plan (Yearly)	45389.000
Suggested Turbine Type	Francis
Exchange Rate (02.05.2012), 1 EUR =	1.000000 EUR

Kunduzlar barajı
 Dizayn debisi: 2.07 m3/s
 Kurulu Güç: 0.57 MW
 Yıllık Enerji Üretimi: 1.99 GWh/yıl
 Yıllık Enerji Parasal Getirisi: 0.238×10^6 US\$
 kWh Başına Yatırım Bedeli: 2911.85 US\$
 Kendini Ödeme Süresi: 7.47 yıl

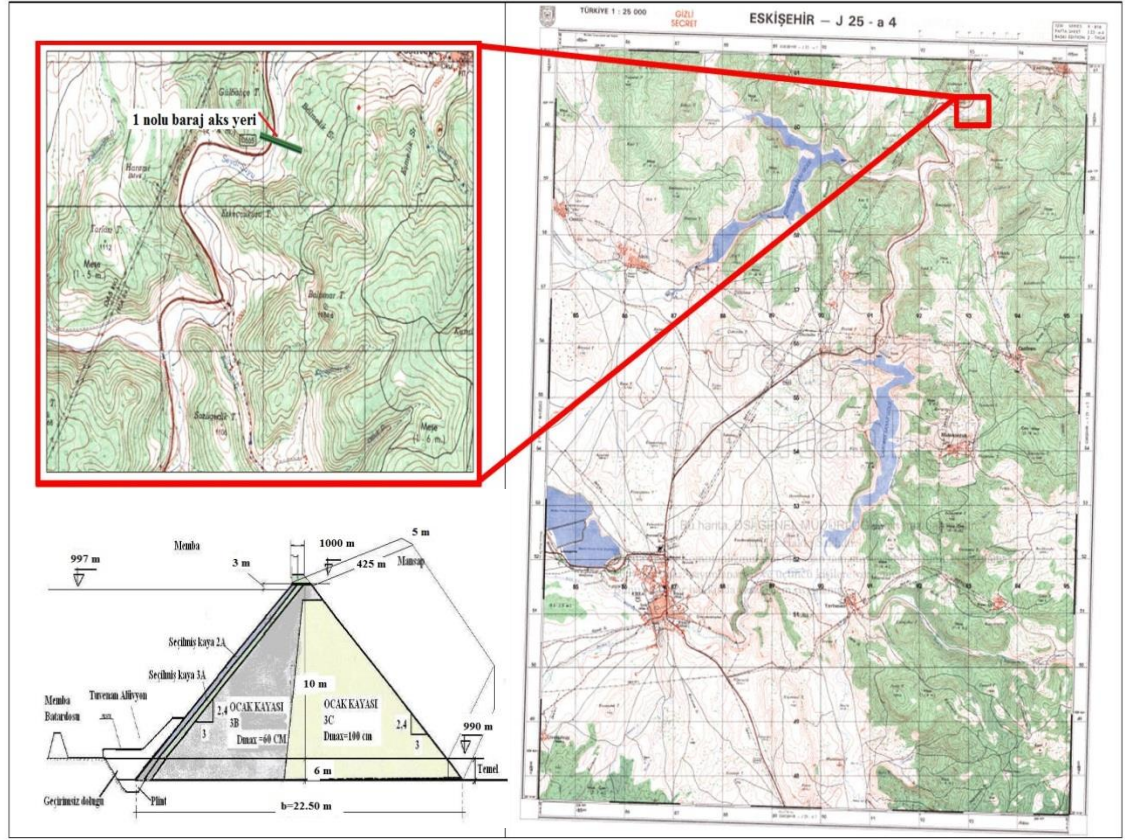




Şekil 5.6 Kunduzlar barajına ait Simahpp sonuçları

5.2. Planlanan Baraj Yerinin Belirlenmesi

Araştırmalara Seydisuyu havzasındaki, 1/25.000'lik haritalardan başlanmıştır. İncelemeler, Eskişehir J25-a4 paftasından (1/25000) görülebilir. Bu paftada, 93-94/60-61 ve Koordinat: 30°35'55,35''D, 39°22'7,237'' K, üst kotları 1000 m ve daha aşağısı olabilecek bir baraj yeri tespit edilmiştir. 990 m kotlarında baraj yapımına uygun olduğu düşünülen bu noktada, nispeten dar bir vadi (Şekil 5.7) mevcuttur. Barajın kret kotu 1000 m ve kret uzunluğu, 425 m civarında olmaktadır. Bu noktada akarsu talveg kotu 990 m olup, yaklaşık 6 m alüvyon tabakası olduğu kabul edilmiştir. Burada, 990 m kotlarında baraj planlanır ise 7 m yüksekliğinde küçük bir baraj (Regülatör) yapılabilir. Oluşacak göl suyu yüksekliği ile Çatören ve kunduzlar barajlarının talveg kotları arasında en az 3 m kot farkı oluşacaktır. Barajın yeri ve karakteristik özellikleri çizelge 5.5'de özetlenmiştir. Bütün sonuçlar, CBS programı ile elde edilmiştir. Alternatif çalışmalarda, farklı baraj aks yerleri araştırılmış ancak, jeolojik ve topoğrafik yapının uygun olmaması nedeni ile elenmişlerdir.



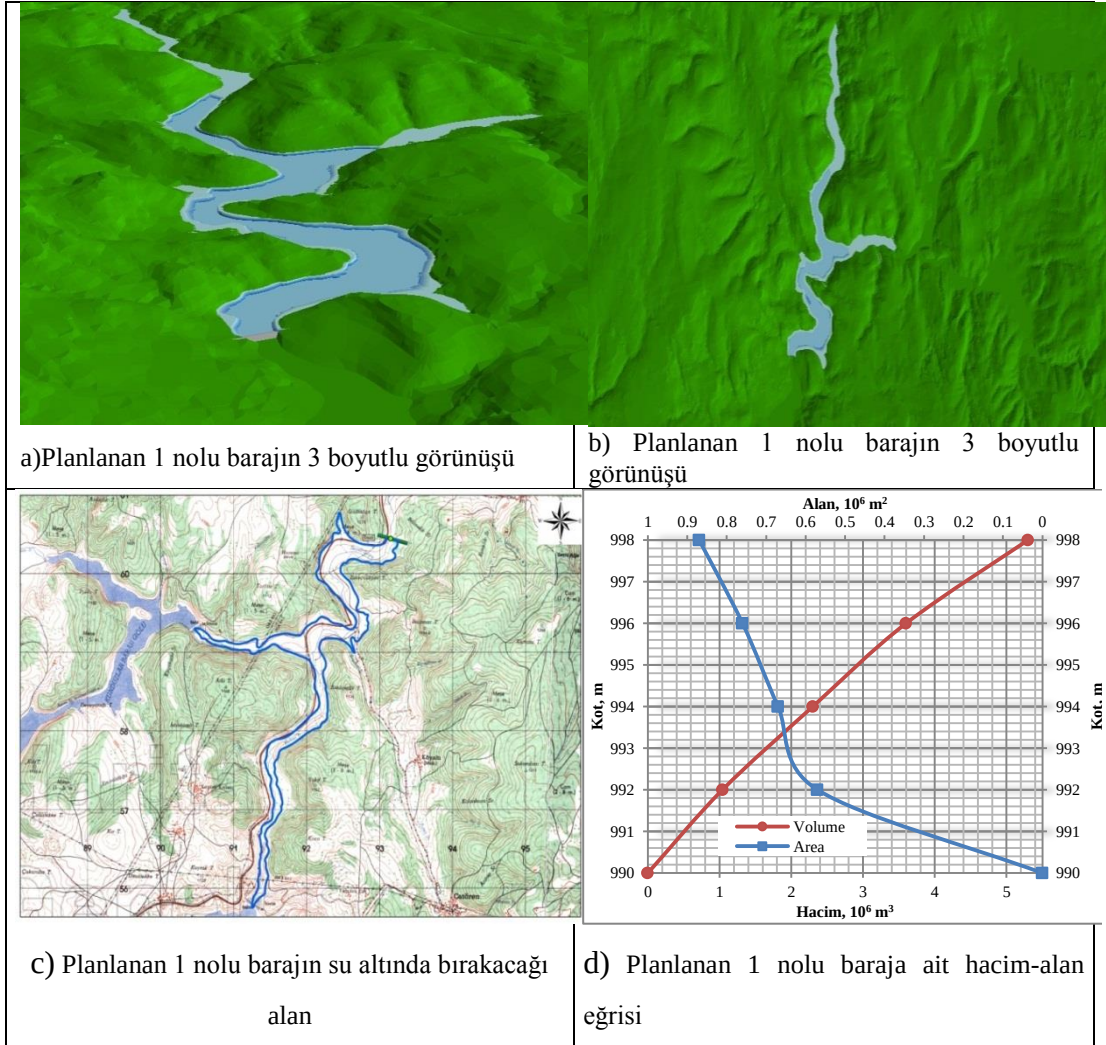
Şekil 5.7 1 Nolu baraj yeri planlaması (Eskişehir J25-a4 paftası) için uygun görülen yerin 1/25000'lik haritadaki yeri.

Çizelge 5.5 1 Nolu baraj yeri ve karakteristik özellikleri

Baraj Adı (No.su)	Bulunduğu Pafta	Mevki	Koordinatları	Düşünülen Kret kotu (m)	Akarsu talveg kotu (m)	Yaklaşık Baraj Yüksekliği (m)	Kret Uzunluğu (m)	Yağış alanı (Drenaj Alanı) km ²
1 Nolu Baraj	Eskişehir J25-a4 (93-94/60- 61 Karesi)	Solda, Gülbahçe Tepesi sağda, Bölmelik sırtları, Harami yanı, Yeşiltepe meksisine 2 km mesafededir.	30°35'55,35''D 39°22'7,237'' K	Baraj kret kotu: 1000 m Max. Hazne Kotu: 997 m	990	Talvegden, 10 m Temelden, 16 m Mamba Su Yüksekliği 7 m Temel derinliği 6 m	Kret Uzunluk: 425 m Kret Genişlik: 5 m Taban genişliği:22,50 m Mamba: Düşey:2,4;/yat ay 3, Mansap: 2,4/3	1145,16 km2 ve Yaklaşık kotu: 990 m)

Planlanan 1 nolu barajın aks yeri, Çatören ve Kunduzlar barajlarının mansabında bulunmaktadır. Baraj sırası ile Kunduzlar barajının 3,621 km ve Çatören barajının 5,265 km mansabındadır. Planlanan barajın membaında, DSİ12-183, DSİ 12-184, DSİ 12-185, DSİ 12-192 ve DSİ 12-194 nolu AGİ'ler bulunmaktadır. Mansabında

ise EİE 12-23 nolu AGİ bulunmaktadır (Şekil 3.36). Bu AGİ'lere ait akım değerleri ve tekerrür periyotlarına ait akım büyüklükleri her bir Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) için ayrı ayrı hesaplanmış ve sonuçlar bulunmuştur.



Şekil 5.8 1 nolu baraja ait görünüş ve alan özellikleri

1 nolu barajın inşaatında kullanılacak çevirme tüneli ve dolusavak boyutlarının hesabı için, 25 ve 1000 yıl tekerrürlü debiler hesaplanmış ve bu debiler bir katsayı ile artırılmıştır. $Q_{25} = 2 \times 16,36 = 32,72 \text{ m}^3/\text{s}$ ve $Q_{1000} = 4 \times 24,16 = 96,64 \text{ m}^3/\text{s}$ alınmıştır. Nedeni ise daha büyük periyotlarda gelmesi muhtemel maksimum taşkın debilerinin baraja zarar vermeden mansaba geçirilmesini temin etmektir.

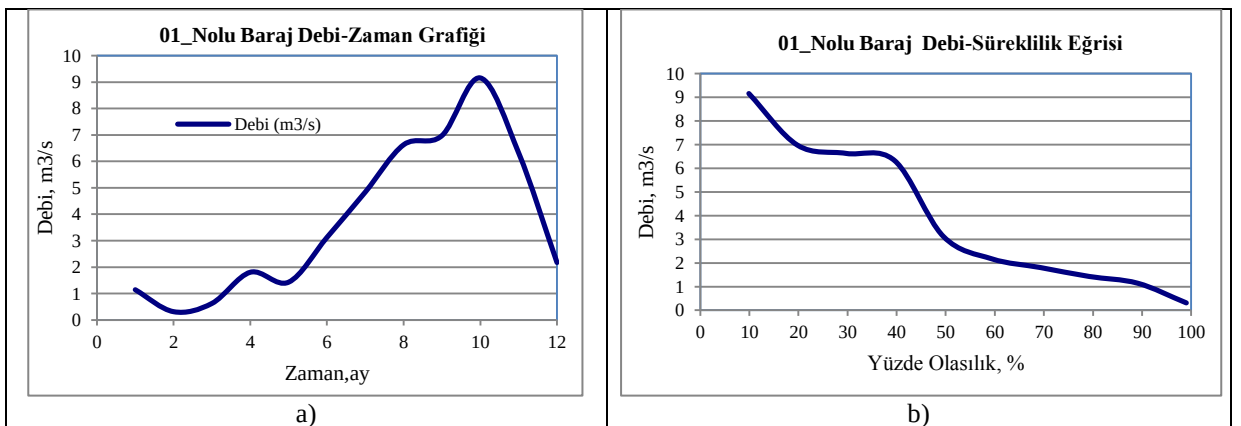
5.2.1 Planlanan 1 nolu Barajın Hidroelektrik Enerji Potansiyeli

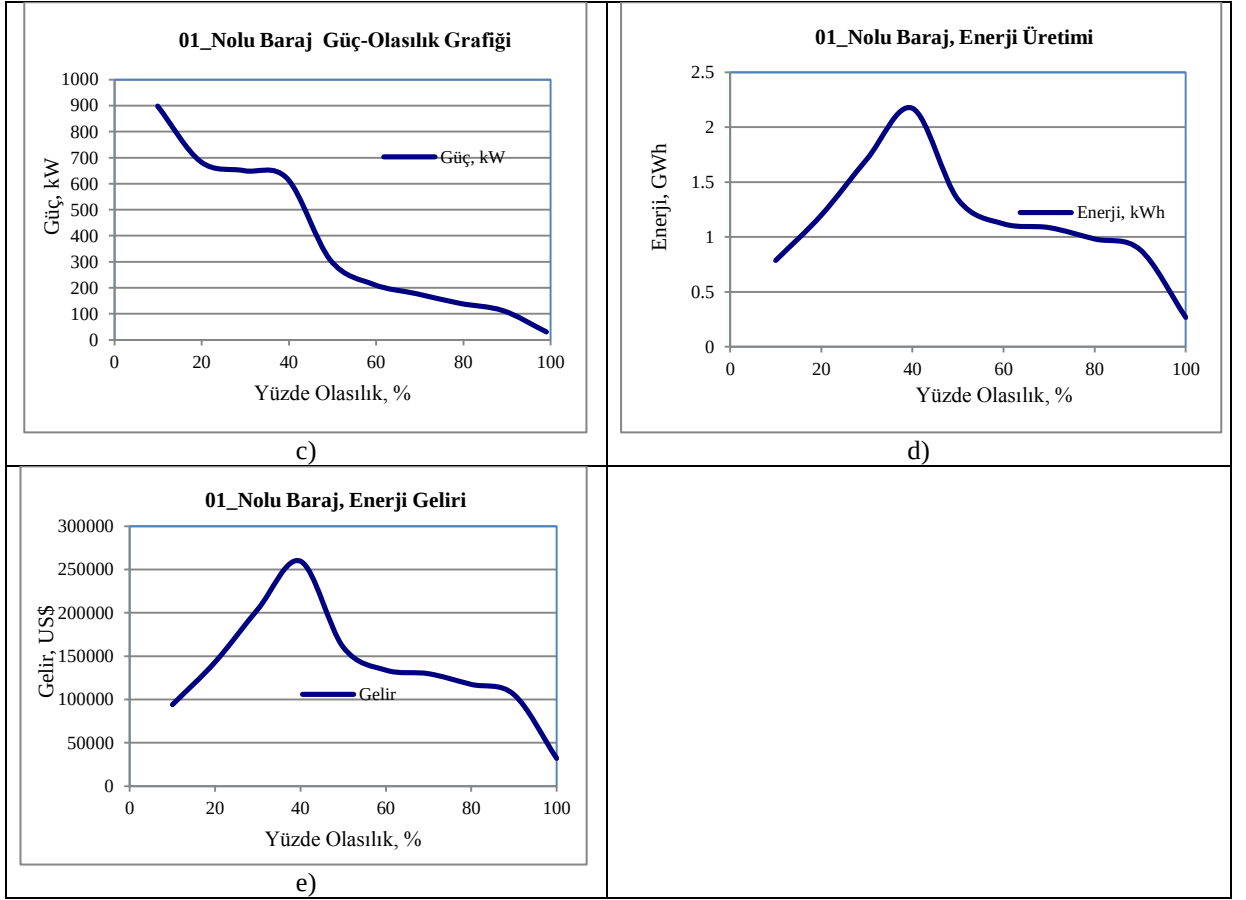
Planlanan 1 nolu baraja ait topoğrafik, jeolojik ve hidrolojik çalışmaların yapılmasından sonra, barajın toplam maliyeti, yılda üreteceği elektrik enerjisi miktarı, enerjinin toplam parasal değeri ve kendini kaç yılda ödeyeceği gibi veriler Simahpp yazılımı ile (Simulation to Evaluate the Feasibility of Hydropower Projects, www.hydroxpert.com) hesaplanmıştır. Sonuçlar, Çizelge 5.6’da verilmiştir. Yazılım sonuçlarına ait şekiller, Toplu halde Şekil 5.9’da sunulmuştur.

Çizelge 5.6 1 nolu baraja ait Simahpp analiz sonuçları

Project(s) Characteristics :	
Project Characteristics	1
Net Head (m)	10.000
Design Flow (m3/s)	6.320
Design Time of Operation (%)	40
Power Production(kW)	619.992
Energy Production (kWh/Year)	2172451.968
Energy Revenue (EUR/Year)	199431.091
Emission Reduction (tCo2/Year)-Coal	1303.471
Emission Reduction (tCo2/Year)-Gas	434.490
Emission Reduction (tCo2/Year)-fuel	695.185
Carbon Market (EUR/Year)-Mean	8110.487
Investment Cost (EUR)	1689340.163
Investment Cost/kW (EUR/kW)	2724.777
Investment Cost/kWh (EUR/kWh)	0.778
O&M Cost (EUR/Year)	16893.402
NVP: Net Present Value (EUR)	3664042.000
IRR: Internal Rate of Return (%)	11
Payback Period (Years)	9.255
Amortization Plan (Yearly)	60161.000
Suggested Turbine Type	Francis
Exchange Rate (03.05.2012), 1 EUR =	1.000000 EUR

Planlanan 01_Nolu Baraj
Dizayn debisi : 6.320 m³/s
Kurulu Güç : 0.620 MW
Yıllık Enerji Üretimi : 2.17 GWh/yıl
Yıllık Enerji Parasal Getirisi : 0.260x10⁶ US\$
kWh Başına Yatırım Bedeli : 3546.78 US\$
Kendini Ödeme Süresi : 9.3 yıl





Şekil 5.9. Planlanan 1 nolu barajın Simahpp sonuçları

5.3 Hidroelektrik Enerji Potansiyelinin Hesaplanması

Seydisuyu havzasında mevcut hazır kurulu iki adet sulama amaçlı baraj ve yeni planlanan barajın hidroelektrik potansiyellerinin araştırması yapılmıştır. Çıkan sonuçlara göre havzanın toplam hidroelektrik potansiyelini belirlemek mümkündür.

Çizelge 5.7 Seydisuyu Havzasının Toplam Hidroelektrik Potansiyeli

	Çatören Barajı	Kunduzlar Barajı	01_Nolu Baraj	TOPLAM
Kurulu Güç (MW)	0.273	0.570	0.62	1.463
Yıllık Enerji Üretimi (GWh/yıl)	2.15	1.99	2.17	6.31
Yıllık Enerji Parasal Getirisi (US\$)	0.242x10 ⁶	0.225x10 ⁶	0.245x10 ⁶	0.756x10 ⁶
kWh Başına Yatırım Bedeli (US\$)	~~3017,35~~ Bu rakam yeni planlaması yapılacak bir baraj içindir. Oysa bu hazır kurulu bir barajdır.	~~2755~~ Bu rakam yeni planlaması yapılacak bir baraj içindir. Oysa bu hazır kurulu bir barajdır.	3555.28	9649.59
Kendini ödeme süresi (yıl)	~~3.504~~	~~7.475~~	9.255	

Yaklaşık olarak: 1 US\$=1.7969 TL; 1 Euro=2.2127 TL; 1 Euro/1 US\$=1.231 ; TC, Merkez Bankası döviz kurları: Efektif Satış Kuru üzerinden, 1 Ağustos, 2012, Çarşamba günü)

6. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu tezde, Seydisuyu havzasındaki mevcut kurulu iki adet hazır sulama barajından ve bu barajların hemen mansabında yeniden planlanan bir adet enerji amaçlı barajdan, toplam üretilebilecek hidroelektrik enerji miktarı araştırılmıştır. Bu çalışma, Seydisuyu havzası için bir örnek çözüm olarak incelenmiştir. Türkiye’de Seydisuyu havzası gibi elektrik üretmeyen inşaatı tamamlanmış birçok hazır baraj veya baraj büyüklüğünde göletler mevcuttur. Benzer düşüncelerle, Türkiye genelinde, hâlihazırda kurulmuş bu tip barajların elektrik üretim potansiyelleri araştırılabilir. Bu barajlardan elde edilecek enerji miktarları göz ardı edilmeyecek büyüklüktedir. Bu tip kurulu hazır tesislerden elektrik üretimi yapmak çok daha kolay ve ucuzdur. Dip savaktan sonra baraj mansabının uygun yerlerine kadar uzatılacak ve inşa edilecek bir cebri boru, santral binası ve şalt sahasının yapımı ile elektrik üretimine çok kısa sürede başlanabilir. Bu tip tesisler, tamamen ucuz ve yerli imkânlarla çalıştırılabilir ve sistemin işletme maliyetleri son derece düşük olacaktır. Ortalama, $2.88 \times 10^6 / 3.9 \approx 0.74 \times 10^6$ €’luk bir yatırımla 1 MW kurulu güç elde edilecektir. Daha önceleri karlı görülmeyen havzalardaki akarsuların hidroelektrik enerji potansiyellerinin yeniden

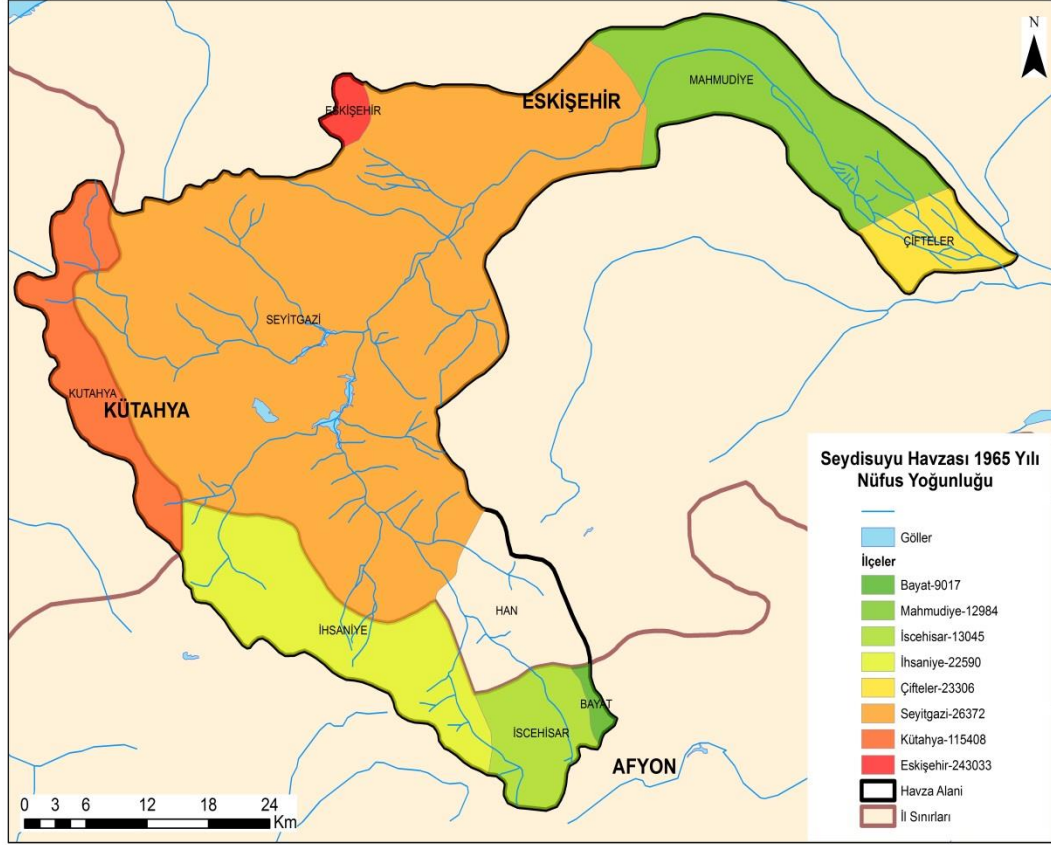
değerlendirilmesi amacı ile yapılacak baraj planlamalarında CBS'nin kullanımının etkin bir şekilde yapılması ve değerlendirilmesi için bu çalışma rehber bir konu olarak düşünülebilir. Sonuç olarak, Seydisuyu havzasından toplam üretililecek elektrik enerjisi miktarı 6.32 GWh/yıl, Kurulu güç miktarı 1.465 MW ve yıllık kazancı 0.756×10^6 US\$ olacaktır. kWh başına yatırım bedeli 9649.59 US\$. Buna göre yeni planlanan 1 nolu barajın kurulu gücü 0.62 MW, üreteceği elektrik enerjisi miktarı 2.17 GWh/yıl, parasal getirisi (fayda) 0.26×10^6 US\$, kW başına yatırım maliyeti 3547 US\$ ve kendini ödeme süresi 9.3 yıl bulunmuştur. Kunduzlar barajının kurulu gücü 0.57 MW, üreteceği elektrik enerjisi miktarı 1.99 GWh/yıl, parasal getirisi (fayda) 0.238×10^6 US\$, kW başına yatırım maliyeti 2912 US\$ ve kendini ödeme süresi 7.5 yıl bulunmuştur. Çatören barajının kurulu gücü 0.275 MW, üreteceği elektrik enerjisi miktarı 2.15 GWh/yıl, parasal getirisi (fayda) 0.257×10^6 US\$, kW başına yatırım maliyeti 3190 US\$ ve kendini ödeme süresi 3.5 yıl bulunmuştur. Bu iki adet sulama barajından ve bu barajların hemen mansabında planlanan 1 nolu enerji amaçlı barajın, toplam kurulu güçleri ≈ 1.5 MW, üretecekleri elektrik enerjisi miktarı 6.31 GWh/yıl, parasal getirileri (fayda) 0.755×10^6 US\$, kW başına yatırım maliyetleri ortalama 3216 US\$ ve kendilerini ödeme süresi ortalama 6.76 yıl bulunmuştur.

7. KAYNAKLAR

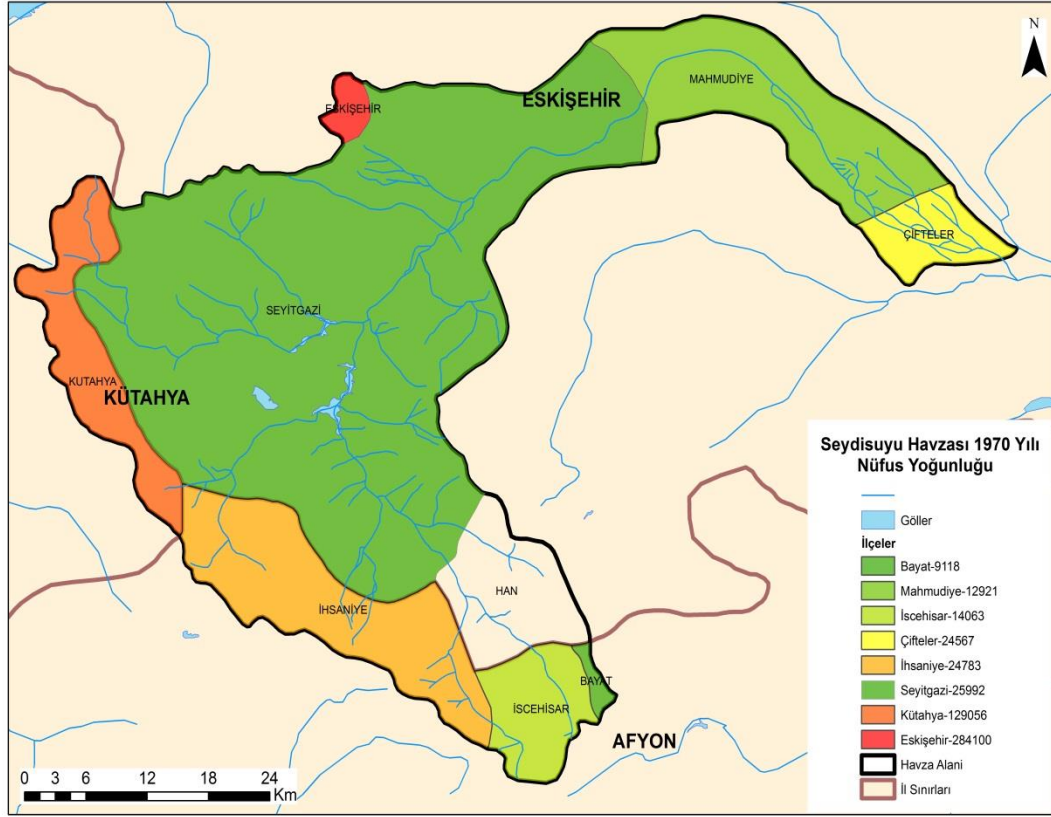
- [1] DSİ, *Çevre Ve Temiz Enerji Dergisi*, D.S.İ Yayınları, Mart 2011, Ankara, 2011.
- [2] EİE, Hidroelektrik Santrallerle İlgili Tablo ve Grafikler, 2011. www.eie.gov.tr
- [3] IEA Technical Report, Hydropower and the Environment, Paris, May 2000.
- [4] Arman, F. A., “Türkiye’nin Hidroelektrik Potansiyeli ve Sorunları”
www.hesiad.org.tr
- [5] EİE, “EİE Tarafından Mühendislik Hizmetleri Yürütülen Hidroelektrik Santral Projeleri”, Şubat, 2007.
- [6] Bartle, A., “Dams and Water”, *2nd World Water Forum-The Hague*, The Netherlands, 2000.
- [7] Altınbilek, D., “Hydroelectric development plans in Turkey”, DSİ, 2000,
<http://www.dsi.gov.tr>
- [8] WCD (World Commission on Dams), “Dams and Development: A New Framework for Decision-Making”, The Report of the World Commission on Dams., 2000.
- [9] WEC (World Energy Council), “Survey of Energy Sources”, 2001.
- [10] Chris, R., “Multipurpose Dams, Contributing Paper”, (World Commission on Dams Thematic Report), Prepared for Thematic Review, Head Knight Piesold, Limited, United Kingdom, 1999.
- [11] Bakış, R., “Electricity Generation from Existing Multipurpose Dams in Turkey”, *Energy Exploration & Exploitation*, Volume 13, Number 6, pp.495-516, 2005.
- [12] İTÜ, “Türkiye’de Enerji ve Geleceği”, İTÜ Görüşü, Editör: Abdurrahman Satman, 182 s., İstanbul, 2007.
- [13] Bakış, R. Ve Demirbaş A., “Sustainable Development of Small Hydropower Plants (SHPs)”, *Energy Sources*, Volume 26, Number 12, pp. 1105-1118, 2004.
- [14] Bakış, R., ve Tip, H., “Zap Suyu Havzası Hidroelektrik Potansiyelinin Araştırılması”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt XX, S. 2, ss. 12-42, 2007.
- [15] BHA, “A Guide to UK Mini-Hydro Developments”, The British Hydropower

- Association, p. 29.,2005.
- [16] Bakış, R., Bilgin, M., Tuncan, A., Altan, M., Önsoy, H., “Porsuk Havzasında, Elektrik Üretemeyen Çok Amaçlı Barajlardan Elektrik Üretiminin Araştırılması”, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İstanbul, 17-19 Aralık, 2008.
- [17] Altınbilek, D., “Barajların Kalkınmadaki Rölü”, İnşaat Mühendisliği Bölümü, O.D.T.Ü., Ankara, 2000.
- [18] Akarsu, S., “Barajlar ve Hidroelektrik Santralleri”, Fizik Dersi Dönem Ödevi, Öğretmen: Ahmet Durmaz, Isparta Gazi Lisesi, Isparta, 2003.
- [19] BGD (Baraj Güvenliği Derneği), “Ülkemiz İçin Barajların Ehemmiyeti”, DSİ Genel Müdürü Prof. Dr. Veysel Eroğlu
http://www.barajguvenligi.org/ayk_barajehem.htm, 2013.
- [20] Gedik, N., Su Yapıları Ders Notu, Balıkesir Üniversitesi Mim. Fak. İnş. Müh. Böl., <http://insaat.balikesir.edu.tr/dokumanlar/suyapilari/barajlar.pdf>
- [21] Göktay, B., “Sakarya Seydisuyu Su Toplama Havzası”, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, ss. 1-57., 1991.
- [22] TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS), 2012, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul>
- [23] DSİ, Yukarı Sakarya Seyitgazi Projesi, Kunduzlar-Çatören barajları Planlama Raporu, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, III. Bölge Müdürlüğü, s. I-1_I-XIX-1, Eskişehir, 1970.
- [24] DİM, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 2011.
- [25] Meteoroloji Genel Müdürlüğü,
<http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/acik-yuzey-buharlasma.aspx> , 2012.
- [26] BSTS, İktisat Terimleri Sözlüğü, <http://tdkterim.gov.tr/bts/> (son giriş tarihi: 07.09.2011)
- [27] Kahaner, d., Moler, C. Ve Nash, S., Numerical Methods and Software, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, USA, 1989.
- [28] Waters, N. M., Expert Systems and Systems of Experts, Sayı 12., W.J, ed., Geographical Systems and Systems of Geography, University of Western Ontario, Londra, Ontario, 1988.

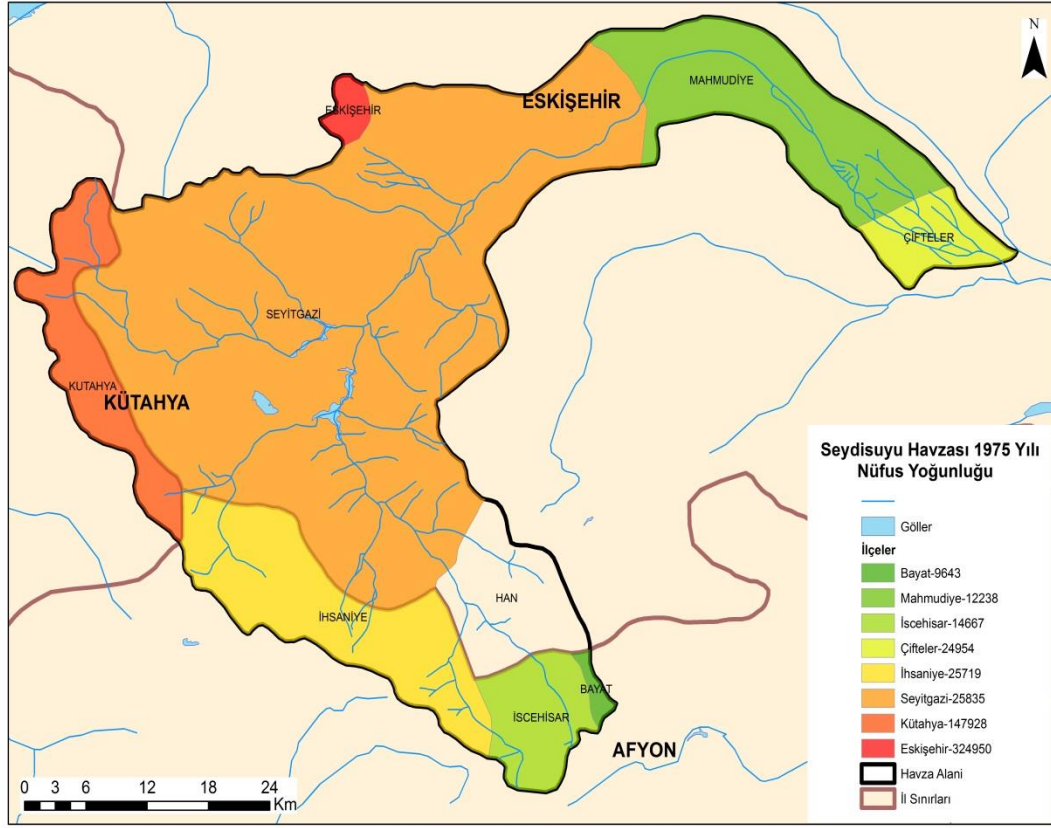
Ek-1 Seydisuyu Havzası 1965 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



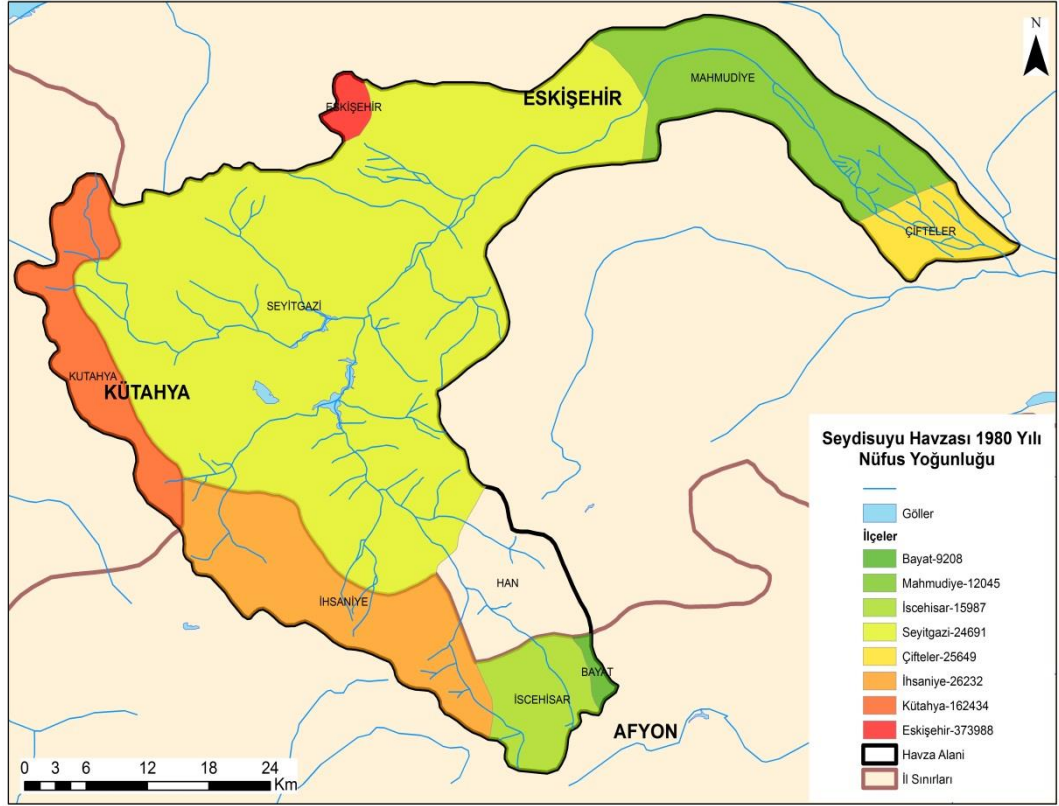
Ek-2 Seydisuyu Havzası 1970 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



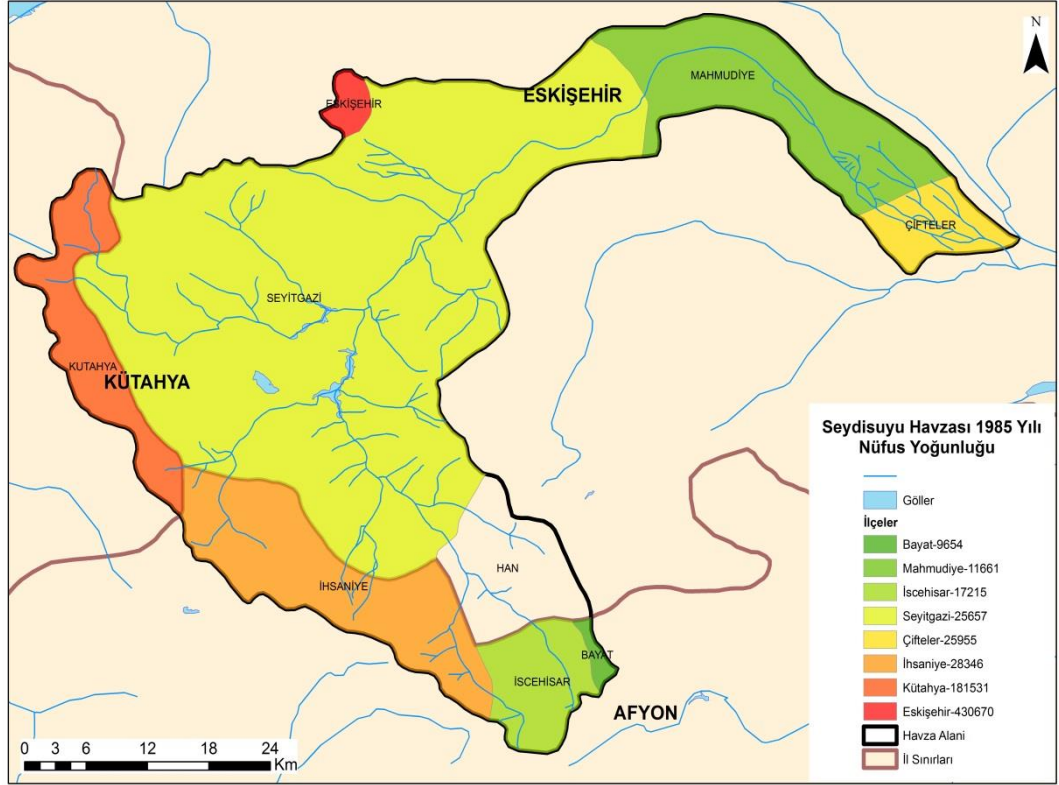
Ek-3 Seydisuyu Havzası 1975 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



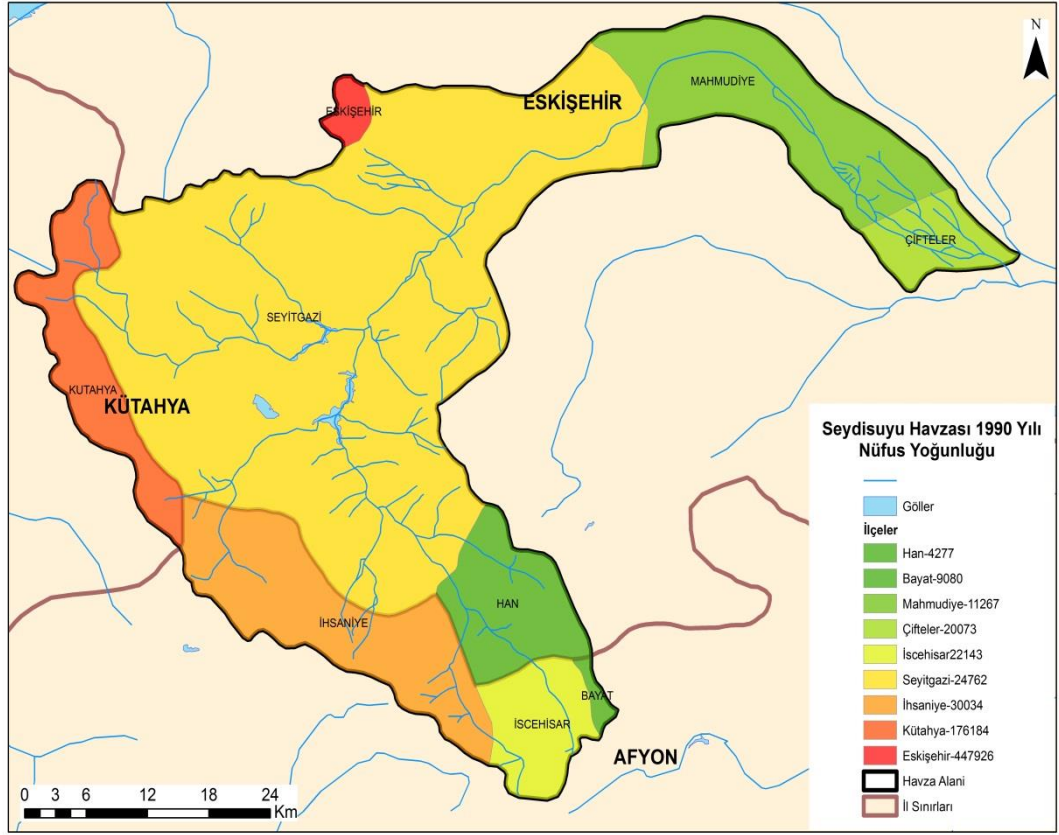
Ek-4 Seydisuyu Havzası 1980 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



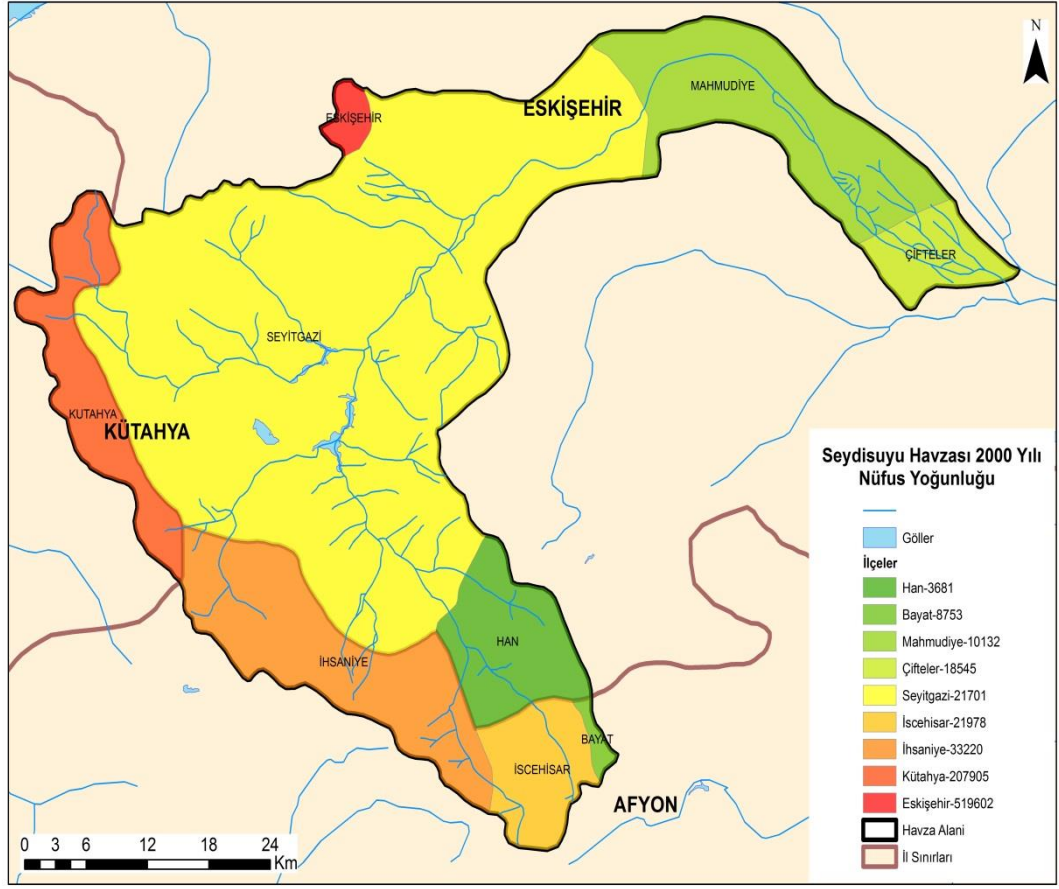
Ek-5 Seydisuyu Havzası 1985 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



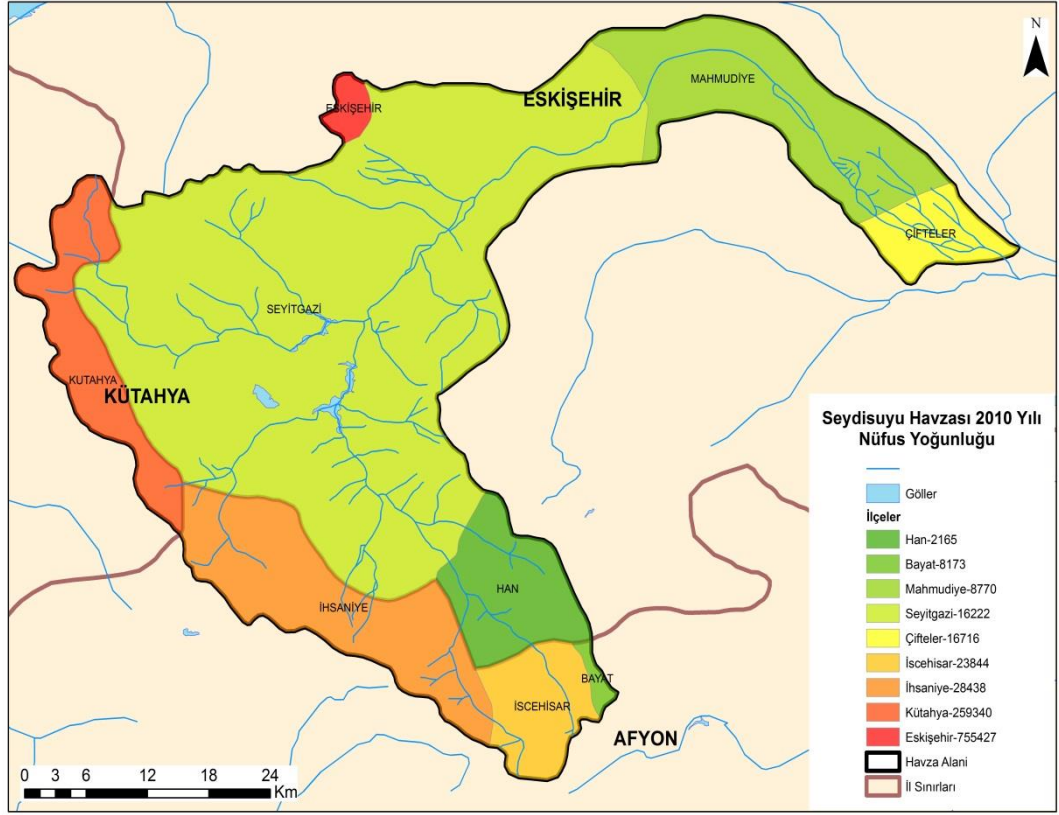
Ek-6 Seydisuyu Havzası 1990 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



Ek-7 Seydisuyu Havzası 2000 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



Ek-8 Seydisuyu Havzası 2010 Yılı Nüfus Dağılım Haritası



Ek-9 Afyon İli Ham Sıcaklık Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: AFYON / 17190												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	-1.6	-0.8	7.7	9.9	12.7	19.4	22.5	21.4	17.6	12.1	6.4	-1.9
1992	-5.2	-3.9	2.5	10.5	14.2	18.3	19.0	22.1	15.8	15.5	5.1	-0.7
1993	-4.2	-0.6	4.9	9.9	13.6	19.1	21.9	22.5	18.3	14.2	4.6	4.3
1994	3.5	2.5	5.8	12.6	16.4	19.4	22.5	22.2	21.5	14.5	4.9	0.4
1995	3.0	4.4	5.5	8.9	16.6	21.1	20.5	22.1	18.8	10.4	2.6	2.6
1996	-0.5	3.7	3.0	8.1	17.3	19.3	22.9	21.8	16.9	10.6	8.2	5.9
1997	2.3	0.2	2.5	6.3	16.6	19.3	21.8	19.2	15.5	12.1	7.0	3.5
1998	1.4	3.3	2.3	12.5	14.6	18.9	23.8	24.5	18.4	14.0	8.8	3.6
1999	2.7	2.8	5.7	11.2	17.0	18.9	23.3	22.8	17.9	13.4	7.1	5.4
2000	-4.0	-0.4	3.9	12.0	14.7	19.5	24.7	21.9	18.3	11.6	8.6	2.5
2001	3.2	3.3	11.3	11.3	14.6	21.2	24.5	23.5	20.2	12.5	6.3	2.2
2002	-4.6	4.5	7.8	9.6	15.2	20.1	24.0	21.9	17.2	12.7	7.6	-1.4
2003	5.5	-1.9	2.3	9.4	17.2	20.5	22.5	23.2	16.9	14.0	7.0	0.4
2004	-0.2	2.2	6.4	10.2	15.0	19.4	22.7	21.6	18.4	14.1	6.6	2.7
2005	2.7	1.7	6.0	10.2	15.7	18.8	23.7	23.4	17.5	10.5	5.9	4.0
2006	-2.1	0.8	6.7	12.0	15.4	20.0	22.2	25.9	17.5	12.9	5.7	1.8
2007					18.6	21.4	25.1	24.8	18.9	13.3	7.0	0.8
2008	-1.7	0.4	9.1	12.6	14.6		23.6	25.2	18.7	12.0	8.5	2.1
2009	2.3		4.7	10.2	15.0	21.1	22.8	22.1	17.2	14.8	7.1	5.6
2010	3.4	6.2	8.2	11.0	17.1			27.0	20.9	12.2	12.3	6.9
2011	1.8	1.7	6.0	9.5	13.8	18.6						

Ek-10 Afyon İli Ham Buharlaşma Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İşLERİ BAKANLIğI
DEVLET METEOROLOJİ İşLERİ GENEL MÜDÜRLÜğÜ

Aylık Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm)

İSTASYON ADI/NO: AFYON / 17190												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991				101.3	132.8	188.1	217.6	205.1	161.8	109.1		
1992				125.1	156.5	165.0	159.0	229.1	137.9	128.8		
1993					106.7	172.9	266.6	270.7	233.7	158.3		
1994						278.4	295.2	244.7	209.9	117.1		
1995					188.4	260.3	206.7	247.9	180.3	78.5		
1996					166.7	183.9	239.2	180.7	134.7	57.4		
1997					147.8	168.5	211.0	153.7	134.0	78.3		
1998					88.0	160.1	272.5	276.6	154.8	102.6	44.4	
1999					173.8	150.3	212.8	193.4	123.0	93.6		
2000					117.5	171.0	241.9	213.0	139.7	78.2		
2001					151.1	220.9	272.3	220.6	179.2			
2002					171.7	197.1	230.6	207.3	128.6	95.4		
2003					163.6	234.5	286.4	253.0	175.6	131.2		
2004					165.9	201.3	287.8	248.9	186.9	115.7		
2005					139.4	179.8	265.3	273.6	148.1			
2006				95.5	136.0	193.0	224.8	266.1	125.7	80.1		
2007					182.2	189.5	265.0	235.6	163.7	90.1		
2008					131.5	211.9	300.9	280.9	172.6	91.3		
2009				116.2	165.4	259.3	270.3	254.7	147.5			
2010				107.0	191.2	184.7	258.7	294.9	197.1	67.0		
2011				84.4	111.8	145.7	277.2					

Ek-11 Afyon İli Ham Yağış Değerleri



.C.

ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: AFYON / 17190												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	52.8	40.7	16.1	82.2	88.8	6.4	26.4	25.5	5.6	36.3	19.1	106.1
1992	4.9	6.6	61.0	18.3	67.9	71.4	67.1	25.8		50.1	43.4	32.0
1993	40.5	30.0	32.2	46.8	90.5	19.2	0.2	0.9		3.2	56.4	25.7
1994	35.6	40.4	37.0	43.9	27.1	42.5	21.9	20.2	7.1	56.8	73.3	35.8
1995	31.3	11.9	91.6	31.4	20.4	23.3	44.7	6.2	1.9	33.6	50.2	22.7
1996	63.3	30.3	67.9	30.0	44.1	6.0	101.4	12.9	29.9	34.0	7.5	51.7
1997	20.0	41.8	24.0	63.1	26.8	59.6	11.0	71.2	1.7	64.9	37.8	35.0
1998	26.2	24.4	103.0	73.9	71.4	24.1	9.0	0.9	12.5	34.4	40.6	74.7
1999	38.4	73.1	67.6	64.6	1.4	31.7	20.1	50.2	30.3	10.9	28.3	23.5
2000	57.9	50.3	54.0	54.4	70.8	25.4	7.6	15.6	18.2	22.0	9.7	56.1
2001	4.3	45.4	50.9	38.4	53.6		21.6	19.7	0.4	0.9	70.9	151.7
2002	85.1	12.8	32.1	91.3	41.3	15.5	35.8	9.8	53.2	34.3	14.0	48.9
2003	23.9	98.1	29.4	56.1	58.5	14.4		4.5	4.4	68.0	3.2	79.5
2004	42.8	33.7	11.1	63.7	18.0	14.9	10.0	7.0	0.2	32.0	31.6	6.1
2005	28.2	33.9	47.7	47.6	34.3	43.7	13.5	1.8	29.7	42.2	58.3	13.1
2006	60.7	43.5	51.8	24.7	52.6	22.3	6.1	0.2	93.3	76.9	38.2	4.7
2007	77.4	28.4	40.8	26.4	8.9	33.7	0.4	9.9		25.1	87.4	70.0
2008	12.6	18.2	53.7	32.6	28.3	27.0		7.6	92.7	58.0	37.2	27.2
2009	81.3	64.1	52.3	66.4	42.0	3.4	13.5	12.9	36.2	28.9	38.6	82.0
2010	46.6	85.5	26.8	85.9	10.9	79.6	13.5	2.4	0.2	88.6	9.7	57.8
2011	42.4	33.3	45.1	47.1	124.2	92.0						

Ek-12 Ankara İli Ham Sıcaklık Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: ANKARA / 17130												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	-0.3	0.0	7.5	10.7	13.8	20.2	24.4	23.3	18.0	13.3	7.2	-0.5
1992	-4.0	-3.0	3.9	11.4	16.2	19.0	20.5	23.4	16.7	15.1	5.4	-0.6
1993	-4.0	-0.7	5.7	10.4	15.3	19.7	22.9	23.1	19.3	15.0	4.1	4.0
1994	3.8	1.8	6.8	14.0	17.0	20.6	24.2	23.5	22.8	16.0	5.6	0.5
1995	3.3	5.2	6.7	9.9	17.6	21.8	20.8	23.4	19.0	11.6	3.4	2.9
1996	1.8	4.8	3.8	9.3	17.9	20.2	25.2	23.4	17.3	11.5	8.0	6.5
1997	2.3	0.7	3.4	7.5	17.4	20.2	22.7	20.8	15.9	12.9	7.2	3.6
1998	2.1	3.2	3.9	13.5	16.0	20.2	24.6	25.2	19.3	14.5	8.5	4.5
1999	3.3	3.3	6.6	12.1	16.9	20.0	24.4	23.8	18.8	13.9	6.7	5.0
2000	-3.4	-1.1	4.5	13.0	15.5	19.8	26.5	22.8	18.9	12.2	8.7	2.2
2001	3.0	4.1	11.5	12.6	14.8	21.9	26.3	24.7	20.8	13.2	6.9	2.5
2002	-3.8	5.0	8.6	10.4	16.7	20.8	24.8	22.5	18.3	13.3	8.0	-0.8
2003	5.4	-0.3	3.2	10.3	19.0	22.6	23.5	24.3	18.0	14.4	8.0	1.9
2004	0.2	2.4	7.2	11.5	15.8	20.0	23.6	22.9	19.3	14.2	7.2	2.3
2005	3.5	2.5	6.1	11.6	16.6	19.5	25.0	25.4	18.7	10.8	6.1	3.0
2006	-1.7	0.4	7.5	13.1	16.6	21.6	23.2	27.2	18.2	13.6	5.6	1.1
2007	1.2	2.5	7.3	9.6	21.0	23.1	27.3	26.7	21.2			2.0
2008	-3.9	0.2	10.3	14.0	16.0	22.3	25.2	27.2	20.1	13.3	8.7	2.1
2009	2.6	4.2	5.5	11.4	16.2	22.6	24.0	23.7	18.5	16.6	7.4	5.4
2010	3.1	6.5	8.5	12.2	18.4	21.5	26.2	28.4	22.5	12.2	11.2	6.1
2011	2.4	3.2	6.0	10.0	15.2	19.7						

Ek-13 Ankara İli Ham Buharlaşma Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm)

İSTASYON ADI/NO: ANKARA / 17130												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y												
1991				77.8	132.0	184.1	268.7	257.6	161.4	80.8		
1992					183.6	159.2	187.9	243.2	163.4	100.3		
1993				121.8	142.4	193.4	276.9	262.5	190.6	132.8		
1994				144.1	179.8	267.1	319.1	279.9	212.8	113.7		
1995					187.8	220.0	234.2	232.4	177.2	101.1		
1996					182.1	233.6	332.8					
1999					190.7	186.0	284.4	259.5	150.2	81.6		
2000				101.0	145.1	167.3	284.3	250.0	158.2	85.3		
2001				107.6	138.1	227.0	253.6	238.4	170.0	111.6		
2002				68.8	166.4	205.7	222.4	200.1	129.4	79.1	35.7	
2003					182.5	255.7	265.0	258.2	147.2	93.6		
2004				109.7	152.2	182.6	281.1	238.2	184.1	104.2		
2005					164.8	192.0	253.9	253.0	160.9	88.8		
2006				138.8	168.7	217.9	248.0	285.9	138.2	75.8		
2007				109.9	193.4	214.9	301.3	266.6	181.0	104.7	26.5	
2008				114.4	147.3	219.1	274.7	272.0	156.3	77.7	37.8	
2009					147.6	198.8	216.4	222.6	123.1	103.6	29.7	
2010				107.8	171.8	160.0	234.3	264.9	166.5	61.4	47.2	
2011				62.6	110.2	148.9	246.9					

Ek-14 Ankara İli Ham Yağış Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: ANKARA / 17130												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	25.3	44.2	14.2	67.3	70.8	36.8	3.3	4.8	8.8	48.1	13.2	66.7
1992	4.9	5.7	50.3	40.2	1.6	54.9	29.9	19.9	2.6	35.1	47.0	37.9
1993	28.8	33.4	22.4	28.1	88.6	13.1	3.5	11.1	0.9	1.8	35.6	33.0
1994	30.2	33.8	18.4	30.7	39.0	6.6	5.0	1.1	6.3	30.6	67.5	20.6
1995	33.6	10.8	92.6	61.6	30.8	60.8	107.2	3.7	12.7	27.8	61.6	22.3
1996	30.1	38.1	79.2	36.2	83.4	3.2	4.4	22.6	63.1	44.5	8.7	65.1
1997	37.1	17.2	15.2	91.3	71.4	122.4	1.4	29.5	0.2	60.0	36.9	65.5
1998	10.9	52.8	45.8	71.1	64.3	47.6	18.0		8.4	30.9	37.7	54.7
1999	27.9	86.2	54.5	14.2	7.3	35.4	44.7	31.0	20.8	43.3	31.1	38.9
2000	47.3	42.6	41.4	75.6	17.3	34.6		24.4	4.5	20.5	7.4	31.0
2001	6.8	43.0	32.8	27.3	110.0	0.0	2.5	19.3	13.0	1.0	64.8	116.9
2002	29.8	11.8	23.0	101.1	38.7	29.0	35.3	6.6	54.7	22.7	19.0	16.2
2003	42.0	54.6	8.6	70.3	18.0	0.0	3.0	0.2	15.1	29.8	5.2	61.5
2004	46.1	18.3	13.0	38.0	33.8	25.6	6.2	12.6	2.7	10.9	35.2	8.7
2005	19.3	27.4	67.6	78.6	86.7	37.1	11.9	0.1	42.6	28.0	48.1	14.4
2006	35.5	67.2	40.4	29.4	29.5	31.8	2.2	0.1	78.3	37.1	19.0	1.3
2007	39.0	16.4	37.5	23.8	17.9	31.7	3.9	9.8		14.1	66.7	44.4
2008	20.1	6.5	54.9	32.7	45.4	10.3	0.0	0.7	61.6	18.6	43.6	28.8
2009	61.5	69.5	55.6	71.0	24.8	28.0	13.9	0.4	10.3	13.7	43.1	68.0
2010	63.0	65.1	44.6	37.5	31.0	57.8	25.7	0.4	1.5	167.6	32.0	67.3
2011	42.0	24.3	57.5	50.1	73.1	44.4	10.7					

Ek-15 Bilecik İli Ham Sıcaklık Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: BILECIK / 17120												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	2.0	1.9	6.8	10.4	14.5	19.7	21.9	21.4	17.7	13.9	9.3	0.6
1992	-0.8	-0.9	5.0	11.8	14.4	19.7	20.0	23.3	16.9	16.6	6.8	1.0
1993	-0.2	0.8	6.2	10.1	14.6	19.6	21.4	22.1	18.7	16.9	6.6	6.5
1994	5.3	3.5	7.3	14.3	17.0	19.5	22.6	22.7	22.3	16.4	6.3	2.7
1995	4.2	6.2	7.3	10.5	16.8	22.0	21.2	21.8	18.9	11.5	4.8	5.1
1996	1.8	4.7	3.2	9.1	18.6	19.8	22.8	22.0	17.2	11.9	10.7	7.8
1997	4.0	1.9	3.6	7.6	17.6	20.2	22.1	19.5	15.3	13.2	9.3	4.8
1998	3.2	4.6	4.2	14.5	15.2	19.7	23.2	23.7	18.4	15.4	9.8	4.4
1999	4.8	4.2	7.7	12.8	17.0	20.0	23.3	22.8	19.1	14.7	8.6	7.6
2000	-1.2	2.3	5.5	13.6	15.9	19.5	24.4	22.0	19.3	13.2	11.5	5.3
2001	5.3	5.1	12.3	12.1	15.5	21.1	24.4	23.3	20.1	14.2	7.8	2.7
2002	-0.4	7.1	8.4	10.2	16.0	20.5	24.7	22.2	18.6	14.3	10.4	1.8
2003	6.5	0.0	2.9	8.9	19.0	21.5	22.8	23.4	16.8	14.6	8.6	3.4
2004	1.6	3.4	8.1	12.1	15.4	19.9	22.0	21.8	19.6	15.9	8.4	4.5
2005	4.2	3.9	6.3	12.2	16.6	19.2	23.2	23.8	18.8	12.1	7.5	5.7
2006	0.7	1.9	7.9	12.6	16.5	20.5	21.8	25.4	18.1	14.0	7.1	3.6
2007	4.7	4.9		9.7	19.3	22.4	24.6	24.8		15.3	8.0	3.8
2008	0.1	3.2	10.8	13.9	16.6	21.4	23.0	24.2	18.4	14.4	10.2	5.2
2009	4.1	5.4	6.7	11.7	16.6	21.9	23.2	22.0	18.5	17.2	9.6	7.5
2010	4.0	7.5	8.1	12.5	18.4	20.8	24.1	26.4	20.2	12.5	14.7	7.9
2011	3.5	4.3	6.5	8.6	15.2	19.4						

Ek-16 Bilecik İli Ham Buharlaşma Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm)

İSTASYON ADI/NO: BİLECİK / 17120												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y												
1991						135.2	167.0	169.6	111.7	80.5	33.6	
1992				88.9	128.5	156.5	139.5	183.5	126.2	91.0		
1993				91.5	106.6	171.9	202.8	176.7	146.0	102.7		
1994				120.6	139.3	167.4	191.3	192.7	171.8	84.4		
1995					149.5	175.9	169.7	168.2	124.5	63.1		
1996				56.2	132.2	158.7	185.2	155.5	106.0	52.8		
1997				54.2	138.0	144.9	173.1	112.8	102.9	68.0		
1998				104.6	85.6	136.1	196.4	206.0	131.0	90.3		
1999				92.8	144.3	140.3	201.3	208.4	131.8	74.9		
2000				111.7	137.8	173.0	243.6	179.6	148.0	73.0		
2001				79.4	125.5	217.5	227.6	192.0	160.5	86.6		
2002				61.6	158.3	162.0	197.5	181.9	112.6	70.2		
2003				66.3	160.7	212.8	212.4	211.0	107.4	89.0		
2004				98.3	134.0	145.5	223.3	168.7	144.0	86.6		
2005				100.9	126.2	167.3	190.2	192.7	136.5	67.5		
2006				108.9	154.5	212.8	221.9	248.6	124.9	71.6		
2007				127.2	229.7	246.3	318.3	280.8	188.6	102.8		
2008				114.2	158.2	219.3	269.7	257.8	136.1	62.5	29.9	
2009				87.4	151.6	216.5	225.5	207.5	111.2	99.8		
2010				85.4	163.3	145.9	210.9	233.0	126.2	42.6	61.1	
2011				47.4	93.7	142.7	203.7					

Ek-17 Bilecik İli Ham Yağış Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: BILECIK / 17120												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	23.8	45.1	9.5	69.3	69.7	29.0	27.2	11.0	24.6	70.8	13.8	66.6
1992	14.4	48.0	65.6	41.3	13.1	74.2	24.7	2.2	4.7	93.5	68.9	59.7
1993	27.4	36.8	31.9	29.8	68.8	9.4	2.6	15.9	14.9	5.5	70.3	31.3
1994	54.1	54.5	21.3	19.4	24.6	34.4	2.2	3.9	4.1	44.2	86.7	51.7
1995	85.6	4.9	80.4	41.6	10.8	22.6	52.4	4.6	49.7	44.3	53.5	20.8
1996	46.0	22.0	64.5	50.3	43.9	30.3	4.6	1.8	37.0	82.7	11.3	58.5
1997	46.0	32.7	38.1	87.9	28.5	51.9	8.8	45.9	10.9	128.9	22.8	76.3
1998	43.2	28.5	58.0	38.6	111.0	60.4	16.3		17.4	37.6	58.0	77.4
1999	23.5	66.8	52.0	40.5	19.5	86.6	18.8	16.0	25.4	9.0	49.6	18.8
2000	64.5	32.8	82.5	145.4	42.8	12.0	10.5	13.8	11.8	36.5	10.8	32.5
2001	10.1	35.0	31.0	81.8	51.3	21.4	6.4	23.4	6.4	2.5	89.0	177.8
2002	37.7	25.0	35.5	54.1	29.2	20.9	43.6	9.2	73.5	34.9	35.1	29.5
2003	44.2	86.9	30.7	38.7	35.2	2.8		6.4	35.7	93.2	13.7	63.9
2004	74.0	57.3	45.9	59.1	22.1	62.1	10.3	6.9	0.2	21.6	46.3	24.7
2005	53.0	46.7	47.8	40.5	12.4	26.6	55.2	4.1	47.1	16.1	54.2	25.5
2006	59.1	48.4	37.3	6.1	32.1	13.3	8.5	2.5	51.4	20.6	36.1	16.5
2007	82.2	6.8	44.8	17.8	41.8	67.6	4.6	3.2	0.4	33.0	75.8	71.7
2008	30.8	15.1	77.3	52.2	26.6	45.3		0.6	72.1	26.4	55.7	43.0
2009	47.7	78.4	48.5	31.1	16.4	58.3	2.0	8.1	20.9	16.7	38.6	62.1
2010	65.0	90.8	52.9	48.4	24.3	30.3	1.3	0.8	35.0	238.7	7.0	74.2
2011	26.6	26.5	52.1	94.9	53.4	67.5	10.0					

Ek-18 Eskişehir İli Ham Sıcaklık Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: ESKİŞEHİR ANADO / 17123												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	-1.4	-1.1	6.2	9.6	12.7	18.4	21.4	20.8	15.9	11.7	5.6	-1.5
1992	-4.1	-4.1	2.6	9.9	13.7	18.4	19.2	22.4	15.4	13.6	4.1	-1.4
1993	-4.5	-1.0	4.1	9.0	13.7	17.9	20.5	20.9	16.9	12.5	3.6	3.1
1994	2.7	1.3	5.1	12.1	15.5	18.8	22.3	22.0	20.5	14.3	4.8	0.2
1995	2.5	3.3	4.9	8.5	15.5	20.3	20.1	20.7	17.3	9.3	2.2	2.3
1996	-0.3	2.7	2.2	7.1	16.1	18.1	22.3	21.2	15.4	9.9	6.0	5.0
1997	1.0	-0.7	2.0	5.7	15.5	18.8	20.8	18.6	13.7	10.8	5.8	2.5
1998	0.4	1.9	2.1	12.0	13.9	18.2	22.1	22.7	16.8	12.0	7.3	3.3
1999	2.5	2.3	5.1	10.5	15.5	18.9	22.7	22.1	17.3	12.5	5.4	4.0
2000	-4.4	-0.9	3.3	12.3	14.2	18.4	23.3	21.0	17.1	10.6	6.3	0.6
2001	2.4	2.7	10.3	10.3	14.1	20.2	23.8	22.2	18.3	11.3	5.6	1.5
2002	-5.3	2.6	7.0	9.3	14.7	19.3	23.4	21.0	16.6	11.6	6.1	-2.4
2003	4.8	-1.4	1.0	7.6	16.4	20.4	21.7	22.4	15.8	12.9	5.7	0.5
2004	-0.3	1.1	5.4	9.6	14.0	18.8	21.7	20.6	17.5	12.8	5.7	1.4
2005	2.1	1.5	4.9	10.0	14.7	18.2	22.4	22.8	16.8	9.5	5.2	2.5
2006	-2.8	-1.8	5.8	11.3	14.8	19.4	21.1	24.6	16.6	12.6	3.9	-0.7
2007	0.0	1.5	5.4	7.5	17.8	20.8	23.8	23.9	17.7	12.6	4.9	0.6
2008	-3.5	0.0	8.4	11.5	14.3	20.2	21.9	23.4	17.0	11.7	6.8	1.5
2009	0.9	3.1	4.6	10.0	14.8	20.4	22.2	21.0	16.5	14.5	6.0	4.6
2010	2.3	5.7	6.7	10.2	16.4	19.4	23.3	25.3	19.0	10.8	10.0	4.9
2011	0.9	1.3	4.8	8.0	13.7	18.1	23.4					

Ek-19 Eskişehir İli Ham Buharlaşma Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İşLERİ BAKANLIğI
DEVLET METEOROLOJİ İşLERİ GENEL MÜDÜRLÜğÜ

Aylık Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm)

İSTASYON ADI/NO: ESKİSEHİR ANADO / 17123												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991				124.0	139.6	179.5	253.9	224.9	179.2	94.0		
1992				164.3	196.8	199.8	208.8	307.8	164.7	131.2		
1993				112.7	128.5	183.7	238.7	213.7	149.6			
1994				150.6	194.7	258.7	310.0	272.8	271.1	127.1		
1995				118.5	197.4	240.1	247.4	275.4	235.0			
1996				149.6	234.7	264.3	350.6	304.0	216.1	130.2		
1997					181.8	231.6	285.9	266.3	238.3	180.4		
1998						231.6	358.6	371.7	237.9	206.0		
1999					229.5	229.4	332.8	328.1	239.3	191.7		
2000					197.2	272.5	407.5	335.1	257.4	148.8		
2001					210.4	290.5	369.4	327.8	280.7	190.9		
2002					276.4	279.1	379.8	303.4	219.6	155.5		
2003					210.5	272.8	344.7	335.1	220.2			
2004					194.6	228.8	328.5	265.4	245.7	182.0		
2005					182.5	199.0	297.9	333.2	232.1			
2006					226.4	285.0	320.2	369.4	199.1	126.0		
2007					242.5	295.7	364.9	334.9	211.6			
2008					168.6	251.6	328.0	273.7	181.7			
2009				124.4	184.4	268.8	275.3	296.8	197.8			
2010				158.7	277.2	235.2	311.4	358.9	233.2			

Ek-20 Eskişehir İli Ham Yağış Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: ESKİŞEHİR ANADO / 17123												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	15.2	40.8	23.1	71.3	50.8	26.0	34.0	25.8	11.7	64.5	31.3	36.0
1992	2.8	5.9	33.9	31.2	14.9	78.8	12.0	11.1		47.1	38.4	33.7
1993	22.6	34.7	31.6	12.9	68.8	17.7	0.3	16.7	2.7	1.7	62.8	30.2
1994	56.3	33.9	19.3	26.5	36.8	6.9	1.8	3.0	3.4	21.4	63.0	25.5
1995	49.9	7.1	53.5	35.6	32.1	11.1	2.7	3.7	24.6	66.0	29.9	19.9
1996	25.4	25.5	28.3	30.5	43.3	22.5	22.6	6.3	32.3	37.1	6.1	44.9
1997	41.0	10.0	8.0	50.1	40.5	23.9	8.0	23.7	5.2	50.4	17.6	82.8
1998	28.8	18.8	19.7	53.3	129.7	68.6	6.9		19.2	33.6	48.7	30.1
1999	40.5	78.8	55.5	40.8	0.7	22.4	11.4	11.5	19.6	9.6	25.7	21.1
2000	28.6	18.7	42.1	125.1	33.1	8.7	15.3	14.7	10.9	27.7	4.7	30.5
2001	7.0	14.6	23.7	66.8	37.5	0.0	23.9	15.2	6.3	0.2	95.7	108.0
2002	22.2	9.4	24.1	57.4	44.3	11.3	35.1	6.6	44.5	24.1	25.9	38.6
2003	40.3	34.3	17.4	72.8	43.5	0.0	0.3	7.2	8.1	33.6	5.4	61.6
2004	56.6	8.3	17.3	40.9	22.4	27.2		7.3	0.0	5.8	15.1	26.2
2005	19.4	47.5	48.3	38.3	53.6	33.8	48.5	16.2	8.2	11.5	48.0	17.0
2006	45.3	34.5	23.9	2.8	20.7	13.6	18.3		93.0	47.5	16.8	6.8
2007	42.2	14.2	24.0	25.0	65.6	58.6		1.9	0.0	19.1	91.7	46.1
2008	13.1	2.7	29.9	38.1	14.4	2.8	0.8	4.7	30.9	8.1	50.5	34.7
2009	66.3	74.0	39.8	26.0	28.9	7.9	11.4	2.0	7.2	18.3	29.3	69.7
2010	31.5	50.3	27.7	41.2	5.7	46.6	14.3	1.5	26.2	105.9	10.1	57.1
2011	18.3	10.6	16.6	60.8	92.3	32.0	20.0					

Ek-21 Kütahya İli Ham Sıcaklık Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Ortalama Sıcaklık (°C)

İSTASYON ADI/NO: KUTAHYA / 17155												
YIL/A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Y	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	-1.4	-0.6	6.7	9.7	12.8	18.9	21.2	20.4	16.5	12.1	6.4	-1.8
1992	-3.3	-3.1	2.9	10.0	13.6	17.8	18.2	21.5	15.1	15.0	5.6	-0.5
1993	-2.3	-0.5	4.4	9.2	13.3	17.9	20.1	20.5	16.9	14.1	4.5	4.3
1994	3.8	2.0	5.4	12.4	15.2	18.0	20.7	20.7	20.1	14.1	4.8	0.6
1995	2.7	4.9	5.6	8.4	15.6	19.8	19.5	20.5	17.1	9.4	2.6	3.1
1996	-0.5	3.6	2.2	7.6	16.5	18.1	21.4	20.5	14.9	10.2	7.8	5.9
1997	2.5	0.2	2.1	5.6	16.1	18.6	20.3	17.9	13.7	10.9	7.0	3.5
1998	1.3	3.2	2.3	12.3	13.6	17.8	21.8	22.7	16.8	12.8	8.3	3.0
1999	2.9	2.5	5.7	11.1	15.7	18.5	21.8	21.0	16.6	12.5	6.8	5.3
2000	-3.9	-0.2	4.1	11.8	14.2	18.1	22.8	20.2	16.5	10.9	8.4	2.2
2001	2.9	3.0	10.7	10.5	13.5	19.4	23.2	22.1	18.0	11.4	5.9	1.2
2002	-3.9	4.4	6.9	9.1	14.8	19.1	22.5	20.4	16.2	12.3	7.1	-0.9
2003	5.3	-1.8	1.4	7.9	16.9	20.0	21.3	21.8	15.8	13.8	7.4	1.5
2004	0.5	2.7	6.7	10.5	14.1	18.2	21.3	20.3	17.9	13.9	6.8	2.8
2005	2.3	1.6	5.4	10.0	15.0	17.8	21.9	22.1	16.5	9.9	5.9	3.9
2006	-1.5	0.6	6.9	11.4	14.5	19.1	20.6	23.5	16.3	12.9	6.0	2.0
2007	2.2	3.3	6.3	8.6	18.0	20.6	23.8	23.6		13.2	6.2	1.2
2008	-2.2	1.2	9.0	12.5	14.8	20.4	22.6	23.7	17.3	12.2	8.3	2.9
2009	2.2	3.4	4.9	10.2	15.0	20.7	22.0	21.0	16.5	14.8	7.1	5.8
2010	3.4	6.5	7.7	10.7	16.7	19.1	23.3	25.3	19.1	11.1	11.5	5.7
2011	1.5	2.3	5.9	8.8	14.1	18.8						

Ek-22 Kütahya İli Ham Buharlaşma Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm)

İSTASYON ADI/NO: TAVSANLI / 17704												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991				74.6	95.5	139.3	164.6	155.2	93.1	62.2		
1992				76.4	126.6	140.3	135.1	176.3	122.5	103.0		
1993				85.9	94.0	156.3	208.4	190.4	160.8	150.4		
1994					117.4	165.5	202.3	189.1	172.0	79.9	45.3	
1995					140.0	159.5	152.9	170.6	109.1	70.2		
1996					127.7	155.2	184.8	164.9	96.9	54.2		
1997					124.1	144.8	170.7	118.4	109.7		35.4	
1998					74.7	123.6	187.0	204.2	102.4	74.4	33.7	
1999					124.6	138.7	168.8	146.3	134.1	66.5		
2000					105.3	141.0	178.4	161.0	108.0	71.1		
2001					108.7	160.5	182.9	149.4	112.4	76.8		
2002					113.3	134.0	160.1	156.5	81.1	57.5		
2003					113.5	152.0	166.0	154.9	83.2	60.8		
2004					87.8	109.0	164.0	128.3	98.7	59.8		
2005					84.1	156.0	136.9	141.8	96.1	49.1		
2006					105.8	150.0	176.4	192.0	81.5	49.4		
2007					125.0	143.5	211.2	186.5	131.0	71.2	29.3	
2008					102.0	164.6	204.4	176.2	94.5	59.9	33.1	
2009					122.3	180.5	180.2	174.1	91.5	76.3		
2010				76.2	134.8	124.0	172.9	192.8	115.4	41.1		
2011				61.2	98.4	122.1	189.1					

Ek-23 Kütahya İli Ham Yağış Değerleri



T.C.
ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Aylık Toplam Yağış (mm)

İSTASYON ADI/NO: KUTAHYA / 17155												
YIL/AY	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991	57.9	52.8	26.2	51.6	87.3	27.3	28.6	31.9	2.2	29.2	39.3	81.4
1992	5.2	12.7	71.1	70.9	12.9	68.9	57.3	14.8		48.0	42.6	34.5
1993	49.9	87.2	29.6	25.9	60.8	13.6	3.9	12.9	5.1	6.8	85.2	66.8
1994	42.3	44.9	54.6	39.6	25.6	13.4	16.0	23.8	0.9	69.9	56.7	56.9
1995	69.7	9.6	83.3	60.8	29.3	27.7	33.3	9.6	20.6	55.0	63.7	69.9
1996	58.9	57.2	83.4	41.8	35.0	6.6	36.5	1.9	48.7	32.5	21.7	96.7
1997	35.3	20.0	24.7	96.4	50.9	54.8	12.7	79.0	16.3	104.5	23.6	85.5
1998	36.2	50.6	80.2	58.6	115.6	77.1	2.0		16.3	41.5	62.9	79.7
1999	90.0	111.6	58.1	20.0	11.9	24.3	46.5	25.5	15.1	15.8	41.6	25.2
2000	70.7	95.5	64.2	126.0	60.1	3.2	7.2	37.0	18.2	28.9	12.6	64.1
2001	16.2	38.9	43.3	64.3	55.8	1.0	5.7	14.8	3.9	3.2	180.6	255.8
2002	67.6	17.0	68.8	113.9	28.7	4.2	77.2	21.0	97.5	43.7	48.9	44.2
2003	40.3	138.2	25.8	92.5	39.4	7.9		14.0	8.8	60.4	5.9	103.8
2004	64.4	36.2	30.5	60.4	75.2	10.1	4.8	27.7	0.2	8.2	68.4	21.0
2005	40.5	67.6	92.8	59.1	46.6	25.5	36.6	17.4	35.0	12.6	57.0	49.9
2006	101.1	46.9	45.7	4.4	37.2	18.5	8.7		64.1	87.1	32.2	7.6
2007	56.8	12.6	36.2	27.6	54.6	61.0	0.0	15.6	10.0	42.6	125.0	65.2
2008	2.8	6.6	83.4	28.2	28.8	17.1	2.2	9.6	62.1	14.6	45.0	39.0
2009	76.6	138.6	60.0	56.0	67.4	10.2	20.8	4.4	43.4	18.2	53.2	84.0
2010	64.4	76.1	41.6	23.4	29.5	67.2	3.7	26.0	20.6	88.6	18.8	66.6
2011	53.9	14.6	27.0	89.4	98.6	85.9	1.4					

Ek-24 DSI-12183 Keçeliözü Deresi-Göknebi Su Temin Tablosu

12. SAKARYA HAVZASI													
12-183 KEÇELİÖZÜ DERESİ - GÖKNEBİ													
YER	Eskişehir Seyitgazi ilçesine 18 km mesafede Göknebi köyüne 5 km mesafede. 30°31'D-39°22'K (I25-a1)												
YAĞIŞ ALANI	94.85	km2											
GÖZLEM SÜRESİ	01.11.1985-	YAKLAŞIK KOT 2032 m.											
GÖZLEM SÜR.ORT.AKIM	0.274	m3/s											
SEVİYE ÖLÇEĞİ	Limnigraf												
DÜŞÜNCELER	Değerli	10											
AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm3)													
YILLAR	EKİM	KASIM	ARALI	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTO	EYLÜL	TOPLAM
1986	0.000	0.110	0.270	1.450	2.020	1.660	0.290	0.380	0.110	0.030	0.010	0.020	6.350
1987	0.060	0.080	0.580	3.060	1.770	3.130	2.820	1.610	0.290	0.080	0.010	0.010	13.500
1988	0.048	0.192	0.553	1.052	1.302	2.818	1.836	0.785	0.452	0.113	0.022	0.046	9.219
1989	0.306	1.670	1.370	0.544	0.506	1.180	0.135	0.107	0.037	0.013	0.013	0.066	5.947
1990	0.065	0.425	0.970	0.667	0.912	1.760	0.890	0.490	0.061	0.034	0.003	0.007	6.284
1991	0.009	0.050	1.170	0.608	2.840	2.150	1.780	0.332	0.125	0.055	0.002	0.000	9.121
1992	Değersiz												
1993	0.012	0.066	0.210	0.701	1.380	3.800	1.150	2.740	0.983	0.085	0.021	0.021	11.169
1994	0.000	0.025	0.171	0.142	0.357	0.828	0.282	0.110	0.010	0.008	0.008	0.008	1.949
1995	0.000	0.164	0.721	1.980	0.629	1.940	2.070	0.127	0.034	0.008	0.008	0.008	7.689
1996	0.097	0.099	0.582	0.643	4.260	4.680	3.020	0.592	0.176	0.021	0.021	0.009	14.200
1997	Değersiz												
1998	Değersiz												
1999	Değersiz												
2000	Değersiz												
2001	Değersiz												
2002	KURU	0.967	8.960	13.700	12.000	5.610	3.150	1.270	0.270	0.238	0.365	0.555	47.085
2003	0.410	0.236	0.238	0.686	1.050	3.590	5.140	0.806	0.424	0.316	0.133	KURU	13.029
2004	KURU	KURU	KURU	0.739	1.500	3.330	0.641	0.414	0.213	0.054	0.067	0.065	7.023
2005	KURU	KURU	1.580	7.660	2.460	4.300	12.300	4.810	5.270	6.560	5.700	0.593	51.233
AKIM	0.092	0.288	0.660	1.085	1.598	2.395	1.427	0.727	0.228	0.045	0.012	0.020	6.102
A.ORT	0.034	0.111	0.246	0.405	0.655	0.894	0.551	0.272	0.088	0.017	0.004	0.008	0.274
VERİM	0.360	1.172	2.597	4.270	6.901	9.426	5.806	2.863	0.927	0.176	0.046	0.079	2.885
AKIŞ	0.965	3.037	6.955	11.436	10.421	25.246	15.048	7.668	2.402	0.471	0.124	0.206	83.980

AKIM (hm3) AYLIK ORTALAMA (m3/sn), VERİM (lt/sn/km2), AKIŞ (mm),

Ek-25 DSİ-12184 Kunduzlar Barajı-Baraj Çıkışı Su Temin Tablosu

12. SAKARYA HAVZASI

12-184 KUNDUZLAR BARAJI - BARAJ ÇIKIŞI

YER	Seyitgazi-Kırka yolu 64 km kavşaktan solda barajın 200 m altındadır. 30°35'D-39°21'K (J25-a4)				
YAĞIŞ ALANI	406	km2			
GÖZLEM SÜRESİ	01.12.1985-		YAKLAŞIK	KOT	5857 m.
GÖZLEM SÜR.ORT.AKIM	0.700	m3/s			
SEVİYE ÖLÇEĞİ	Limnigraf				
DÜŞÜNCELER	Değerli	12			

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm3)

YILLAR	EKİM	KASIM	ARALI	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTO	EYLÜ	TOPLAM
1986			0.180	0.930	1.790	7.120	0.000	1.000	0.880	2.230	2.030	0.590	16.750
1987	0.900	0.000	0.040	0.380	3.420	9.580	8.960	1.000	1.830	6.420	5.950	3.450	41.930
1988	Değersiz												
1989	0.760	0.000	0.000	0.264	0.000	0.000	3.750	5.290	0.560	0.000	0.000	0.000	10.624
1990	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.260	6.810	5.220	4.160	1.840	0.000	18.296
1991	0.000	0.000	0.000	0.051	0.058	0.310	0.526	5.980	6.630	4.690	2.660	1.720	22.625
1992	0.408	0.000	0.000	0.000	0.048	0.051	0.049	9.670	7.850	2.600	0.660	0.000	21.336
1993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.696	4.120	10.300	9.320	0.937	0.000	25.433
1994	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.200	5.450	2.770	1.730	0.200	12.350
1995	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.149	3.030	7.050	7.380	1.990	1.590	2.780	23.969
1996	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.160	6.590	9.070	4.200	6.860	1.460	0.000	29.340
1997	0.000	0.056	0.063	0.051	0.046	0.051	0.126	4.000	6.390	3.390	0.782	0.434	15.389
1998	Değersiz												
1999	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.090	4.780	3.870	5.940	7.950	1.940	0.111	27.681
2000	Değersiz												
2001	Değersiz												
2002	KURU	KURU	1.580	7.660	2.460	4.300	12.300	4.810	5.270	5.560	4.000	0.593	48.533
2003	0.178	0.998	KURU	KURU	KURU	KURU	7.410	4.760	8.010	8.050	2.730	0.198	32.334
2004	0.472	KURU	KURU	0.034	0.129	3.460	2.990	10.700	4.060	7.610	1.170	0.202	30.827
2005	KURU	KURU	1.580	7.660	2.460	4.300	12.300	4.810	5.270	6.560	5.700	0.593	51.233
AKIM	0.209	0.005	0.024	0.140	0.447	1.798	2.397	5.005	5.219	4.365	1.798	0.774	17.715
A.ORT	0.078	0.002	0.009	0.052	0.183	0.671	0.925	1.869	2.014	1.630	0.671	0.299	0.700
VERİM	0.192	0.005	0.022	0.128	0.451	1.654	2.278	4.603	4.960	4.014	1.654	0.735	1.725
AKIŞ	0.515	0.013	0.058	0.344	0.313	4.429	5.905	12.328	12.855	10.751	4.429	1.906	53.845

AKIM (hm3) AYLIK ORTALAMA (m3/sn), VERİM (lt/sn/km2), AKIŞ (mm),

Ek-26 DSİ-12185 Akın Deresi-Gemiş Su Temin Tablosu

12. SAKARYA HAVZASI

12-185 AKIN DERESİ - GEMİŞ

YER	Eskişehir Kırka'ya 3 km kala sağda 4 km ilerde Akın köyünden 3 km sonra Gemiş köyü çıkışından sola 800 m dedir. 30°30'D-39°20'K (J25-a4)				
YAĞIŞ ALANI	218.23	km2			
GÖZLEM SÜRESİ	15.12.1985-		YAKLAŞIK	KOT	1742 m.
GÖZLEM SÜR.ORT.AKIM	0.512	m3/s			
SEVİYE ÖLÇEĞİ	Limnigraf				
DÜŞÜNCELER	Değerli	14			

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm3)

YILLAR	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTO	EYLU	TOPLAM
1986			0.850	1.080	3.180	2.870	0.680	0.800	0.710	0.540	0.510	0.590	11.810
1987	0.630	0.890	1.410	5.360	2.760	3.830	4.720	1.800	0.670	0.420	0.340	0.450	23.280
1988	0.613	0.741	1.066	0.906	2.128	2.150	3.205	1.223	0.882	0.616	0.508	0.374	14.412
1989	0.651	1.510	1.440	1.230	2.510	1.640	0.477	0.489	0.367	0.215	0.270	0.262	11.061
1990	0.410	2.620	2.360	1.250	1.540	2.430	3.640	1.680	0.517	0.310	0.440	0.181	17.378
1991	0.225	0.262	2.400	0.954	2.960	3.070	5.170	2.070	1.060	0.518	0.780	0.550	20.019
1992	0.444	0.655	0.695	0.792	0.811	5.500	5.670	0.822	0.454	0.482	0.140	0.129	16.594
1993	0.437	0.529	1.010	0.754	2.090	5.380	4.000	2.330	0.798	0.293	0.233	0.273	18.127
1994	0.359	0.513	1.310	1.340	1.970	2.850	1.290	1.140	0.340	0.064	0.085	0.088	11.349
1995	0.184	0.281	0.972	3.080	1.130	3.650	3.730	0.566	0.168	0.160	0.113	0.111	14.145
1996	0.204	0.426	0.893	0.712	2.640	3.990	4.270	0.899	0.322	0.120	0.089	0.122	14.687
1997	0.163	0.226	0.262	0.470	0.408	0.321	5.210	1.290	0.695	0.130	0.134	0.142	9.451
1998	Değersiz												0.000
1999	0.184	0.193	0.163	0.388	4.100	6.750	4.140	0.785	0.469	0.297	0.309	0.307	18.085
2000	0.386	0.543	0.656	0.641	0.681	4.970	8.970	2.950	2.570	0.180	0.122	0.049	22.718
2001	0.395	0.487	0.508	0.600	0.523	1.130	0.971	1.350	0.248	0.153	0.210	0.198	6.773
2002	0.259	0.450	1.270	2.590	2.830	4.120	5.670	1.670	0.664	0.391	0.310	0.442	20.666
2003	0.359	0.492	0.524	1.630	3.540	6.750	6.990	1.470	0.709	0.227	0.143	0.220	23.054
2004	0.259	0.347	0.640	2.800	3.560	3.690	1.520	1.220	0.474	0.122	0.137	0.120	14.889
2005	0.351	0.371	1.880	0.660	0.789	6.580	1.880	0.817	1.790	0.355	0.160	0.204	15.837
AKIM	0.362	0.641	1.069	1.434	2.113	3.772	3.800	1.335	0.732	0.294	0.265	0.253	15.217
A.ORT	0.135	0.247	0.399	0.535	0.866	1.408	1.466	0.499	0.282	0.110	0.099	0.098	0.512
VERİM	0.619	1.133	1.829	2.453	3.967	6.454	6.718	2.285	1.294	0.504	0.453	0.448	2.346
AKIŞ	1.658	2.937	4.898	6.569	5.986	17.285	17.414	6.119	3.354	1.349	1.214	1.161	69.943

AKIM (hm3) AYLIK ORTALAMA (m3/sn), VERİM (lt/sn/km2), AKIŞ (mm),

Ek-27 DSİ-12192 Çatören Barajı-Çıkış Su Temin Tablosu

12. SAKARYA HAVZASI													
12-192 ÇATÖREN BARAJI - ÇIKIŞ													
YER	Seyitgazi-Kırka yolu 30 km Çatören barajı 100 m altında sağ sahildedir. 30°34'D-39°19'K (J25-a4)												
YAĞIŞ ALANI	712	km2											
GÖZLEM SÜRESİ	01.12.1987-	YAKLAŞIK KOT 1005 m.											
GÖZLEM SÜR.ORT.AKIM	0.428	m3/s											
SEVİYE ÖLÇEĞİ	Limnigraf												
DÜŞÜNCELER	Değerli	11											
AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm3)													
YILLAR	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTO	EYLÜL	TOPLAM
1988			0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.051	0.426	0.646	1.415	2.589
1989	Değersiz												
1990	Değersiz												
1991	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.845	1.020	1.390	2.920	0.152	6.327
1992	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.310	1.560	5.330	5.840	0.000	14.040
1993	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.960	4.610	1.850	8.420
1994	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.500	2.510	0.517	0.000	4.527
1995	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.329	2.210	2.960	3.620	0.642	9.761
1996	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.983	5.870	2.980	2.760	12.672
1997	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.095	5.710	4.250	1.540	11.595
1998	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.433	0.000	1.310	8.640	2.580	12.963
1999	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.390	3.160	3.750	4.070	4.800	18.245
2000	3.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.380	6.860	4.340	0.350	16.020
2001	Değersiz												
2002	KURU	KURU	KURU	KURU	KURU	KURU	0.567	3.360	3.870	7.270	8.460	0.327	23.854
2003	1.660	KURU	KURU	KURU	KURU	KURU	KURU	3.120	2.730	7.100	3.430	3.390	21.430
2004	3.140	KURU	0.006	KURU	KURU	KURU	0.259	0.783	3.730	6.710	5.310	2.750	22.688
2005	3.090	0.804	KURU	KURU	KURU	KURU	KURU	3.480	2.010	4.030	3.060	0.729	17.203
AKIM	0.856	0.073	0.001	0.000	0.000	0.000	0.064	1.073	1.620	4.212	4.180	1.552	10.651
A.ORT	0.320	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.401	0.625	1.573	1.560	0.599	0.428
VERİM	0.449	0.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.563	0.878	2.209	2.192	0.841	0.600
AKIŞ	1.203	0.103	0.001	0.000	0.000	0.000	0.089	1.508	2.275	5.916	5.870	2.180	19.145

AKIM (hm3) AYLIK ORTALAMA (m3/sn), VERİM (lt/sn/km2), AKIŞ (mm),

Ek-28 DSİ-12194 Haramidere-Karaören Su Temin Tablosu

12. SAKARYA HAVZASI

12-194 HARAMİDERE - KARAÖREN

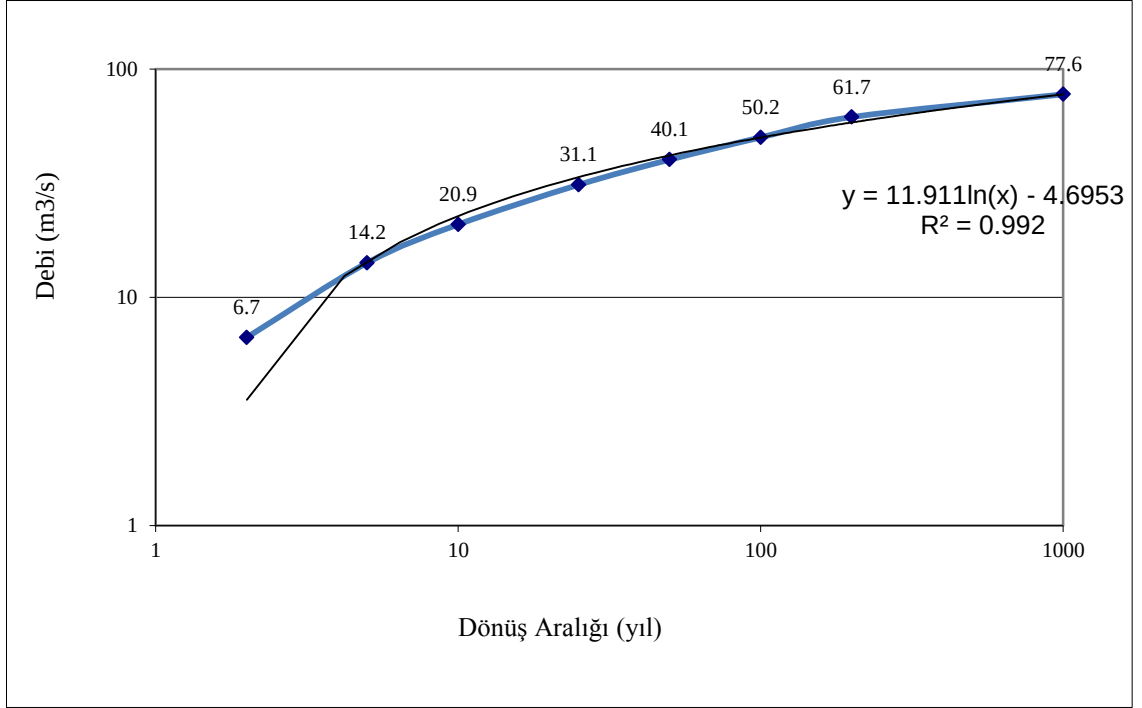
YER	Eskişehir 43 km ilerde Seyitgaziden 7 km de Karaören'e 3 km mesafededir. 30°34'D-39°14'K(J25-a4)			
YAĞIŞ ALANI	517	km2		
GÖZLEM SÜRESİ	01.12.1987-		YAKLAŞIK	KOT 1045 m.
GÖZLEM SÜR.ORT.AKIM	0.717	m3/s		
SEVİYE ÖLÇEĞİ	Limnigraf			
DÜŞÜNCELER	Değerli	10		

AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm3)

YILLAR	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AGUSTO	EYLÜ	TOPLAM
1990	0.000	0.470	1.480	0.780	1.200	0.783	2.160	1.220	0.163	0.023	0.000	0.000	8.279
1991	0.000	0.057	0.576	0.506	2.680	1.640	1.460	1.660	0.456	0.043	0.088	0.015	9.181
1992	0.057	0.124	0.359	0.848	0.916	2.320	2.230	0.470	0.146	0.035	0.000	0.000	7.505
1993	0.003	0.063	0.304	0.636	1.420	3.290	1.650	1.200	0.155	0.001	0.000	0.000	8.722
1994	0.000	0.000	0.049	0.153	0.359	1.020	0.344	0.076	0.002	0.000	0.000	0.000	2.003
1995	0.000	0.222	0.748	1.760	0.668	2.520	3.090	0.299	0.133	0.000	0.052	0.000	9.492
1996	0.000	0.086	0.327	0.603	2.750	4.160	2.760	1.140	0.389	0.027	0.123	0.007	12.372
1997	0.032	0.117	0.233	0.468	0.304	0.305	2.230	0.902	0.136	0.066	0.057	0.016	4.866
1998	0.173	0.106	0.686	0.438	2.310	0.616	3.610	3.170	1.260	0.186	0.007	0.000	12.562
1999	Değersiz												
2000	0.312	0.298	0.308	1.070	2.550	3.840	2.880	2.040	0.329	0.573	0.005	0.298	14.503
2001	0.115	0.086	0.155	0.241	0.333	0.493	0.268	0.182	0.124	0.191	0.204	0.295	2.687
2002	2.680	1.460	0.772	2.100	2.160	1.600	7.070	1.450	0.258	1.970	0.625	0.410	22.555
2003	0.099	0.284	0.429	0.594	2.960	5.580	4.710	1.100	1.790	0.020	0.034	0.003	17.603
2004	0.037	0.178	0.363	3.540	3.100	2.280	0.664	0.450	2.540	0.124	0.021	KURU	13.297
2005	1.200	1.300	0.732	0.765	5.540	6.550	4.640	1.280	0.258	3.130	2.850	2.070	30.315
AKIM	0.314	0.323	0.501	0.967	1.950	2.466	2.651	1.109	0.543	0.426	0.271	0.080	10.179
A.ORT	0.117	0.125	0.187	0.361	0.799	0.921	1.023	0.414	0.209	0.159	0.101	0.031	0.371
VERİM	0.227	0.241	0.362	0.698	1.545	1.781	1.978	0.801	0.405	0.308	0.196	0.060	0.717
AKIŞ	0.607	0.626	0.970	1.870	1.704	4.771	5.128	2.146	1.050	0.824	0.524	0.155	20.374

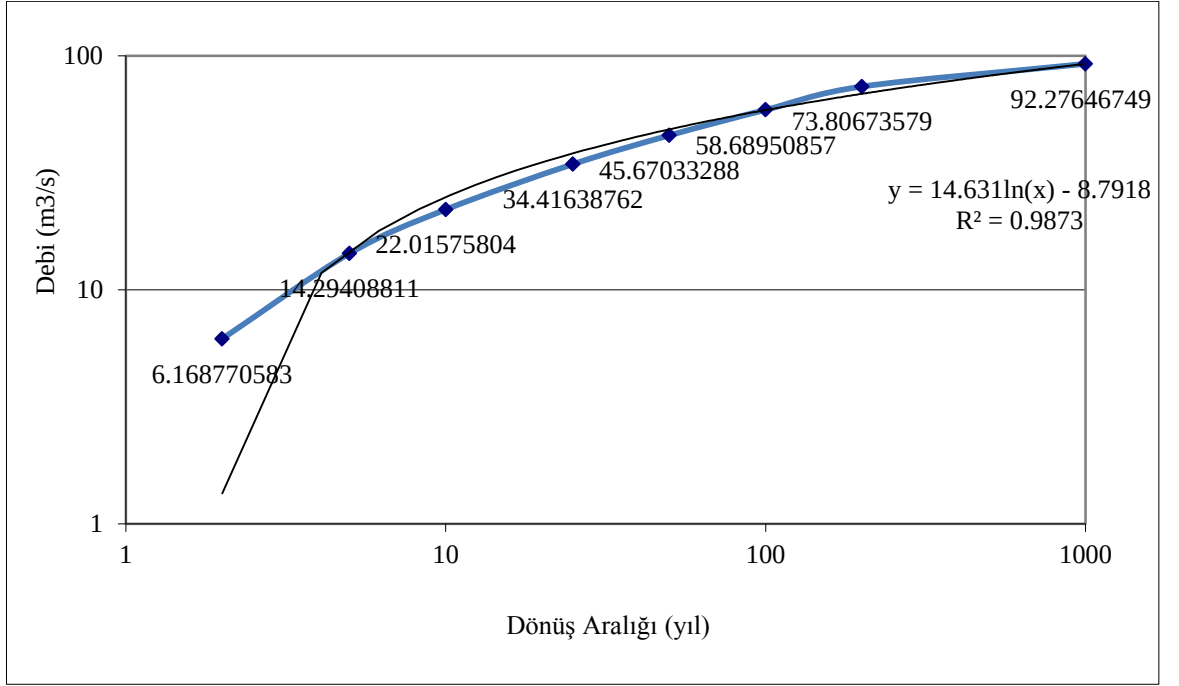
AKIM (hm3) AYLIK ORTALAMA (m3/sn), VERİM (lt/sn/km2), AKIŞ (mm),

Ek-29 DSİ 12-183 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri



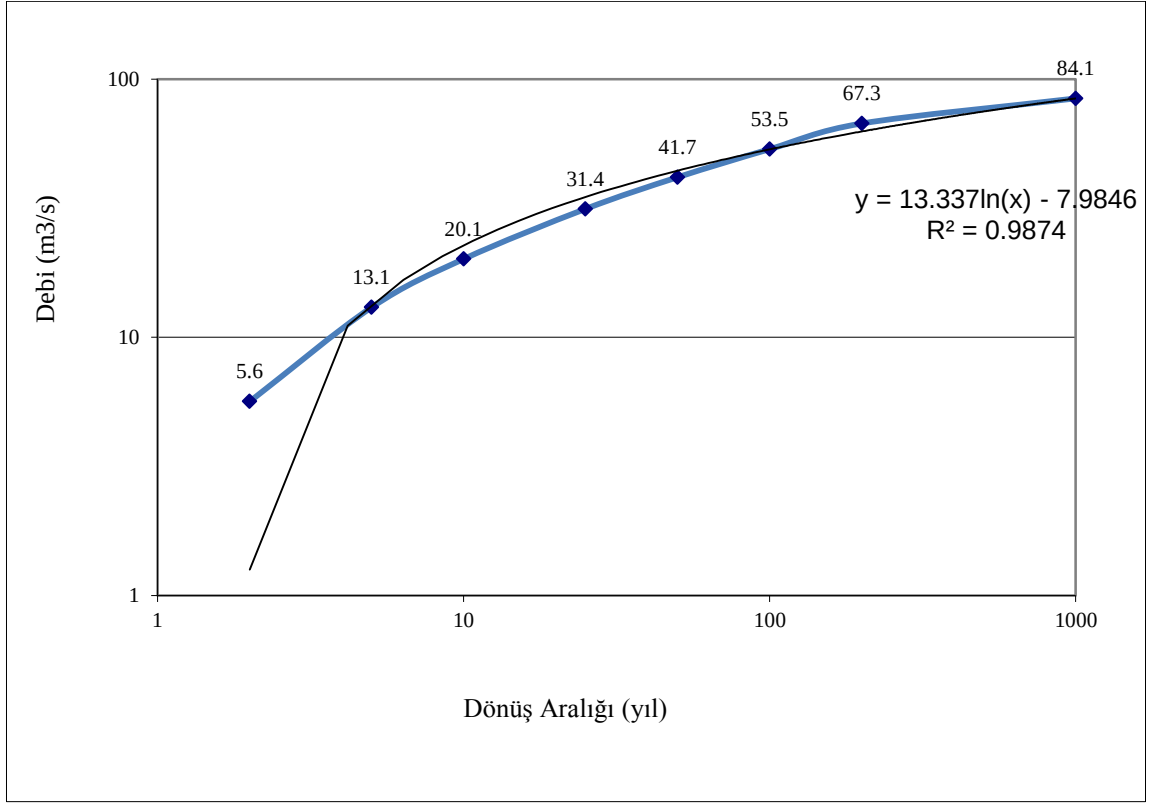
Tr	K	Log QTr	Q
2	0.021351288	0.82440011	6.6742137
5	0.844553022	1.15138404	14.1704629
10	1.267653589	1.3194438	20.8662207
25	1.705312868	1.49328642	31.1376923
50	1.982456899	1.60337079	40.1209116
100	2.228151899	1.70096329	50.2300135
200	2.452665005	1.79014214	61.6796835
1000			77.5835731

Ek-30 DSİ 12-185 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri



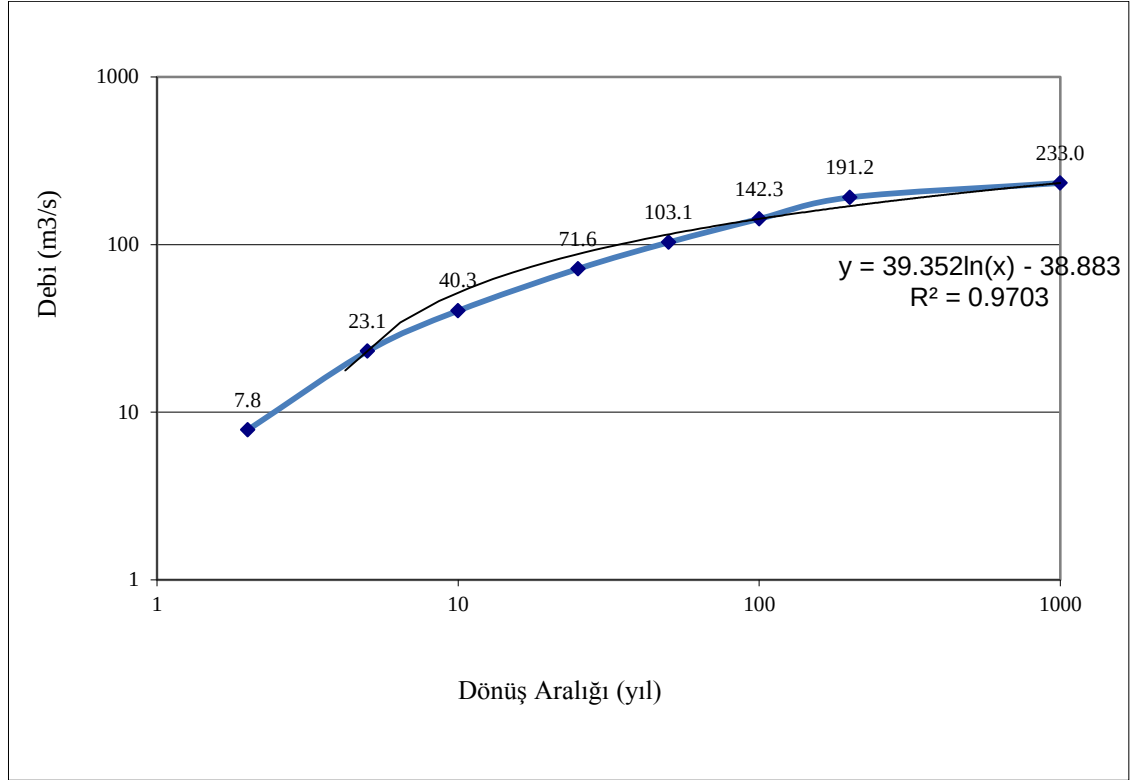
Tr	K	Log QTr	Q
2	0.021351288	0.79019862	6.16877058
5	0.844553022	1.15515645	14.2940881
10	1.267653589	1.34273364	22.015758
25	1.705312868	1.53676528	34.4163876
50	1.982456899	1.65963418	45.6703329
100	2.228151899	1.76856047	58.6895086
200	2.452665005	1.868096	73.8067358
1000			92.2764675

Ek-31 DSİ 12-194 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri



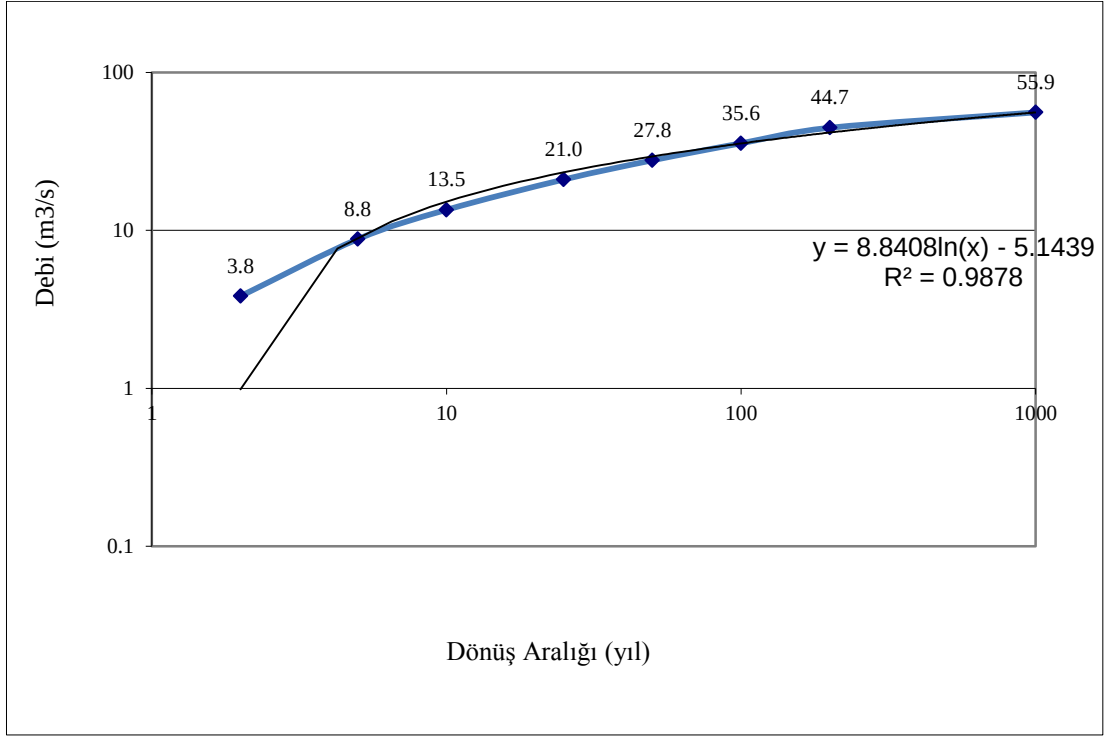
Tr	K	Log QTr	Q
2	0.021351288	0.75145057	5.64222716
5	0.844553022	1.11595226	13.0602732
10	1.267653589	1.30329501	20.1045802
25	1.705312868	1.49708414	31.4111721
50	1.982456899	1.61979947	41.6676942
100	2.228151899	1.72858962	53.5290608
200	2.452665005	1.82800075	67.2977811
1000			84.1447322

Ek-32 EİE 12-23 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri



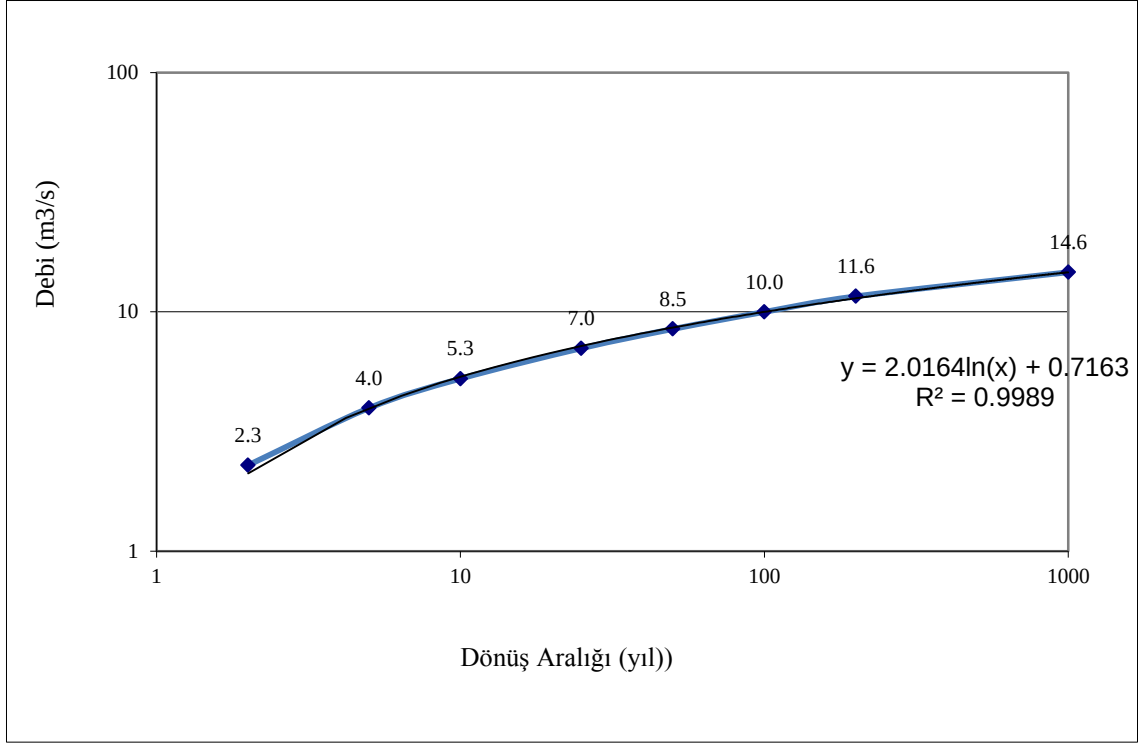
Tr	K	Log QTr	Q
2	0.021351288	0.89401615	7.83458785
5	0.844553022	1.36375834	23.1077862
10	1.267653589	1.60519149	40.2894637
25	1.705312868	1.85493225	71.6031693
50	1.982456899	2.01307847	103.05723
100	2.228151899	2.15327898	142.324275
200	2.452665005	2.28139251	191.158012
1000			232.951986

Ek-33 DSİ 12-184 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri



Tr	K	Log QTr	Q
2	0.021351288	0.58390211	3.8362077
5	0.844553022	0.94497354	8.80995205
10	1.267653589	1.13055324	13.506824
25	1.705312868	1.32251866	21.0144803
50	1.982456899	1.44407913	27.8021977
100	2.228151899	1.55184548	35.632433
200	2.452665005	1.65032106	44.701393
1000			55.9262829

Ek-34 DSİ 12-192 Taşkın Dönüş Aralığı Debileri



Tr	K	Log QTr	Q
2	0.021351288	0.35920405	2.28667291
5	0.844553022	0.59816159	3.9642551
10	1.267653589	0.72097848	5.259912
25	1.705312868	0.84802144	7.04727861
50	1.982456899	0.92847032	8.4814542
100	2.228151899	0.99979023	9.99517108
200	2.452665005	1.0649615	11.6134566
1000			14.6451977