



**FİLYOS ALT HAVZASINDA GÖZLENMİŞ VE DEĞİŞİK İHTİMALİ
AKIM VERİLERİNİN BARAJ TASARIMINDAKİ ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Emre ÇIKRIKÇI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2020

Emre ÇIKRIKÇI tarafından hazırlanan “FİLYOS ALT HAVZASINDA GÖZLENMİŞ VE DEĞİŞİK İHTİMALLİ AKIM VERİLERİNİN BARAJ TASARIMINDAKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Nihat EROĞLU

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

.....

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Senayi DÖNMEZ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Karatekin Üniversitesi

.....

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Önder KOÇYİĞİT

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

.....

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 17/01/2020

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Emre ÇIKRIKÇI

17/01/2020

FİLYOS ALT HAVZASINDA GÖZLENMİŞ VE DEĞİŞİK İHTİMALİ AKIM VERİLERİNİN
BARAJ TASARIMINDAKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Emre ÇIKRIKÇI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2020

ÖZET

Dünyada ve ülkemizdeki hızlı nüfus artışı suyun en verimli şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ülkemiz bir tarım ülkesidir. Ülkemizde tarımsal faaliyetlerin en önemli sorunlarından biri halen birçok tarım alanında kuru tarım yapılması, yani sulama yetersizliğidir. Bu bölgelerde sulu tarıma geçilmesi hem elde edilecek verimin yükselmesini hem de tarım sektöründe çalışan nüfusun köyden kente göçünün azalmasını sağlayacaktır. Bu amaçla inşa edilen baraj ve gölet gibi su yapıları toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesine yardımcı olarak tarımda sulama koşullarının geliştirilmesini sağlamaktadır. Baraj planlamasında ve tasarımında, havzalardaki su kaynaklarının çok doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve akım gözlem istasyonlarına (AGİ) ait verilerin uzun süreli (en az 30 yıl) ve eksiksiz olması gerekmektedir. Tez çalışmasında, gözlenmiş ve ihtimali akımlar kullanılarak yapılan baraj tasarımının ve buna bağlı oluşacak maliyetlerin ve elde edilecek faydaların arasındaki farklar ortaya konulmaya çalışılmıştır. Batı Karadeniz Havzası'nın alt havzalarından biri olan Filyos Havzası'nda bulunan Akım Gözlem İstasyonlarının akım değerleri irdelenmiş ve bu istasyonların bazı yıllardaki eksik verilerinin tamamlanması için korelasyona bağlı regresyon analizi metodu kullanılmıştır. Eksik verilerin tamamlanması için her bir istasyonun diğer istasyonlar ile aralarındaki lineer ve logaritmik regresyon denklemleri oluşturularak, en uygun regresyon denklemi tespit edilmiştir. Böylece, akım gözlem istasyonlarının orijinal gözlenmiş akım verilerinin uzatılması ve düzensiz ölçümlerin eksik kısımlarının tamamlanmasıyla AGİ verilerinin düzenli, sürekli ve yeterli hale getirilmesi sağlanmıştır. Filyos Havzası'nda bulunan AGİ'lerin akım değerleri en az 30 yıl olacak şekilde tamamlandıktan sonra, havzada bulunan barajlardan on tanesi için tasarım çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, öncelikle baraj aks yerinde baraj yeri su temin değerleri drenaj alanı oranı yöntemi ile gözlenmiş akım verilerine göre oluşturulmuştur. Daha sonra, akım süreklilik eğrileri kullanılarak, baraj aks yerindeki %90, %80, %70 ve %60 ihtimali akım değerleri (aşılma olasılıklı akım değerleri) için uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler için ayrı ayrı baraj işletme çalışması yapılarak baraj kret kotu, kret uzunluğu, gövde yüksekliği, depolama hacmi, barajın dolgu hacmi, sulama alanı ve baraj ve sulama şebekesi maliyeti hesaplanmıştır. Baraj tasarımları sadece sulama amaçlı olarak düşünülmüş ve sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydası hesaplanmıştır. Yapılan tez çalışması ile gözlenmiş ve değişik ihtimali akımların baraj tasarımına, maliyete ve tarım arazilerinden elde edilecek sulama faydasına etkisi ortaya konulmuştur.

Bilim Kodu : 91122
Anahtar Kelimeler : Akım Gözlem İstasyonu, Müteferrik ölçüm, Filyos Havzası, Regresyon analizi, Akım süreklilik eğrileri
Sayfa Adedi : 227
Danışman : Doç. Dr. Nihat EROĞLU

CONSIDERATION OF THE EFFECTS OF OBSERVED AND DIFFERENT PROBABLE
FLOWS DATA ON THE DESIGN OF THE DAMS
IN THE FİLYOS SUB-BASIN

(M. Sc. Thesis)

Emre ÇIKRIKÇI

GAZİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2020

ABSTRACT

The rapid population increase in the world and in our country necessitates the most efficient use of water. Our country is an agricultural country. One of the most important problems of agricultural activities in our country is the lack of irrigation in many agricultural areas. Switching from dry agriculture to irrigated agriculture in these regions will both increase the yield to be obtained and increase irrigation benefit and decrease the migration from village to city. Water structures such as dams and small dams built for this purpose help to improve soil and water resources and improve irrigation conditions in agriculture. In dam planning and design, the water resources in the basins should be evaluated very accurately and the data of flow monitoring gauge should be long term (at least 30 years) and complete. In this thesis, the differences between the dam designs, the costs and benefits to be obtained by using observed and probable flows have been tried. The flow values of Flow Observation Stations in Filyos Basin, which is one of the sub-basins of Western Black Sea Basin, are examined and correlation based regression analysis method is used to complete missing data of these stations in some years. In order to complete the missing data, linear and logarithmic regression equations between each station and other stations were formed and the most appropriate regression equation was determined. Thus, the original observed flow data of the flow monitoring stations is extended. After the completion of the current values of the flow monitoring gauge's in the Filyos Basin to be at least 30 years, design studies were carried out for ten of the dams which are in the Filyos Basin. For this purpose, first of all at the dam axle location, flow values to the dam were established according to the observed flow data by the ratio of the drainage area method. Then, long-term flow series were obtained for 90%, 80%, 70% and 60% probability flow values (probability of exceeding flow values) at the dam axle using flow duration curves. Finally, for these data dam operating process were done separately. According to dam operating processes, crest elevation, crest length, height, storage volume, fill volume, irrigation area of the dam were detected for all of the probability flow values separately. Also, dam and irrigation network cost were made for all of the probability flow values separately. The dam designs are intended for irrigation purposes only and it is aimed to calculate the irrigation benefit to be obtained when switching to irrigated agriculture. With this thesis, the effects of observed and different probable flows on dam design, cost and irrigation benefit to be obtained in agricultural lands were observed.

Science Code : 91122

Key Words : Flow Observation Station, Miscellaneous measurement, Filyos Basin, Regression analysis, Flow duration curves

Page Number : 227

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Nihat EROĞLU

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımnda beni yönlendiren ve değerli tecrübelerinden yararlandığım danışman hocam Doç. Dr. Nihat EROĞLU'na, tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen Meteoroloji Mühendisi Sayın İrfan ERDİN'e ve DSİ'li meslektaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Eğitim öğretim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini hep hissettiğim ve her daim yanımda olan canım annem Dilek ÇIKRIKÇI, çok değerli babam Oktay ÇIKRIKÇI, sevgili anneannem Şükran TERZİOĞLU ve teyzem Demet ÖZEL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR.....	5
3. AMAÇ ve KAPSAM	9
3.1. Tezin Amacı	9
3.2. Tezin Kapsamı	10
4. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	11
4.1 Filyos Alt Havzasının Tanıtımı	13
4.2. Filyos Alt Havzasında Bulunan Akım Gözlem İstasyonları	16
5. YÖNTEM.....	17
6. AKIM GÖZLEM İSTASYONU VERİLERİNİN ANALİZİ.....	21
6.1. AGİ Eksik Akım Verilerinin Tamamlanması	26
6.1.1. AGİ akım değerlerinin doğallaştırılması.....	26
6.1.2. Filyos havzasında bulunan AGİ'lerin korelasyon analizi	39
6.1.3. Regresyon analizi	44
6.1.4. Eksik akım değerlerinin tamamlanması	49

	Sayfa
6.2. Akım Süreklilik Eğrileri (ASE)	100
6.2.1. Akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi	100
6.2.2. Akım süreklilik eğrilerinin kullanılması	101
6.2.3. Akım süreklilik eğrilerinin baraj tasarımındaki önemi	104
6.2.4. Filyos havzasındaki AGİ'lerin akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi	105
6.3. Baraj Yeri Gözlenmiş Su Temin Değerleri	118
6.3.1. Akhasan barajı su temini	122
6.3.2. Aktaş barajı su temini.....	122
6.3.3. Andıraz barajı su temini	122
6.3.4. Araç barajı su temini	126
6.3.5. Çele barajı su temini.....	126
6.3.6. Gölköy barajı su temini	126
6.3.7. Hacılar barajı su temini	128
6.3.8. Tekke barajı su temini	128
6.3.9. Köprübaşı barajı su temini	128
6.3.10. Çay barajı su temini	129
6.4. Baraj Yeri İhtimali Akım Değerleri	133
7. BARAJLARIN PLANLANMASI VE İŞLETİLMESİ	141
7.1. Barajlar Hakkında Genel Bilgi	141
7.2. Baraj Tasarımında İzlenecek Yöntem	142
7.2.1. Yağış alanının belirlenmesi	142
7.2.2. Ölü hacim hesabı.....	142
7.2.3. Baraj aks yerinde kot-hacim-alan grafiğinin oluşturulması	145
7.2.4. Buharlaşma.....	146
7.2.5. Su temin değerleri	147
7.2.6. Sulama suyu ihtiyacı	150

	Sayfa
7.2.7. Canlı hayat suyu	150
7.2.8. Baraj işletme çalışması.....	151
7.2.9. Net sulama alanı	151
7.2.10. Normal Su Seviyesi.....	152
7.2.11. Baraj kret kotunun belirlenmesi	152
7.2.12. Baraj gövdesinin çizilmesi	154
7.2.13. Baraj dolgu hacminin bulunması	154
7.3. Filyos Havzası'ndaki Mevcut ve Planlanan Barajlar	154
7.3.1. Baraj yağış alanının çizilmesi	155
7.3.2. Kot-hacim-alan grafiğinin oluşturulması	158
7.3.3. Baraj gövdesinin çizilmesi	162
7.3.4. Canlı hayat suyu hesabı (CHS)	166
7.3.5. Ölü hacim hesabı.....	169
7.3.6. Sulama suyu ihtiyacı	171
7.3.7. Baraj göl alanından buharlaşma	172
7.3.8. Baraj işletme hesapları	173
7.4. Baraj ve Sulama Şebekesi Maliyet Hesapları ve Elde Edilecek Fayda	187
7.4.1. Baraj dolgu hacminin hesaplanması ve maliyeti.....	187
7.4.2. Sulama faydası	188
7.4.3. Proje karakteristikleri	188
8. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA	207
9. SONUÇ VE ÖNERİLER	221
KAYNAKLAR	225
ÖZGEÇMİŞ	227

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Filyos Havzası'nda bulunan AGİ'lerin karakteristikleri	16
Çizelge 6.1. Filyos Havzası'ndaki akım gözlem istasyonlarının akım periyotları	24
Çizelge 6.2. D13A065 Küplüce AGİ'nin ölçülmüş müdahaleli akımları.....	32
Çizelge 6.3. Gölköy Barajı'ndan çekilen yıllık ortalama sular (2003-2017).....	33
Çizelge 6.4. D13A065 Küplüce AGİ'nin doğal akımları	34
Çizelge 6.5. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin ölçülmüş müdahaleli akımları.....	34
Çizelge 6.6. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin membasındaki su tüketimleri	35
Çizelge 6.7. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin doğal akımları	36
Çizelge 6.8. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin ölçülmüş müdahaleli akımları	37
Çizelge 6.9. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin doğal akımları	38
Çizelge 6.10. Akım ölçüm istasyonları arasındaki r katsayıları	43
Çizelge 6.11. D13A061 nolu Araç AGİ tamamlanmış akım değerleri.....	62
Çizelge 6.12. D13A004 AGİ aylık toplam tamamlanmış akım değerleri (hm ³)	66
Çizelge 6.13. D13A008 Akmina AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm ³).....	70
Çizelge 6.14. D13A022 AGİ aylık toplam tamamlanmış akım değerleri (hm ³)	73
Çizelge 6.15. D13A036 Yalaközü AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm ³)	77
Çizelge 6.16. D13A044 Devrek AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm ³).....	81
Çizelge 6.17. D13A064 (E13A001) AGİ aylık tamamlanmış akımlar (hm ³).....	85
Çizelge 6.18. E13A014 Karabük AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm ³)	87
Çizelge 6.19. D13A070 AGİ aylık toplam tamamlanmış akım değerleri (hm ³)	90
Çizelge 6.20. D13A045 Yağbaşlar AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar	93
Çizelge 6.21. E13A034 AGİ aylık toplam tamamlanmış akım değerleri (hm ³).....	97
Çizelge 6.22. AGİ'lerde kullanılan regresyon denklemleri ve R ² katsayıları.....	99
Çizelge 6.23. D13A004 AGİ eksik verilerin toplam zaman içinde dağılımı.....	106

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.24. D13A004 AGİ tamamlanmış verilerin zaman içinde dağılımı.....	106
Çizelge 6.25. Barajların su temin hesapları	121
Çizelge 6.26. Baraj su temin değerleri.....	132
Çizelge 6.27. Akhasan Barajı gözlenmiş su temin değerleri	134
Çizelge 6.28. Akhasan Barajı gözlenmiş su temin değerleri	135
Çizelge 6.29. Akhasan Barajı 0,90'lık akım hesabı.....	137
Çizelge 6.30. Akhasan Barajı toplam 0,90'lık akım değerleri.....	139
Çizelge 6.31. Baraj tasarımında kullanılan gözlenmiş ve ihtimalli akımlar	140
Çizelge 7.1. Kot-hacim-alan değerleri	145
Çizelge 7.2. Barajların ve regülatörlerin yağış alanları	158
Çizelge 7.3. Çay Barajı kot-hacim-alan değerleri.....	159
Çizelge 7.4. Akhasan Barajı gözlenmiş akım değerlerine göre CHS hesabı	167
Çizelge 7.5. Barajların canlı hayat suyu miktarları (hm ³)	168
Çizelge 7.6. Barajların ölü hacim miktarları.....	171
Çizelge 7.7. Akhasan Barajı sulaması aylara göre diversiyon ihtiyaçları.....	172
Çizelge 7.8. Akhasan Barajı göl alanında aylara göre buharlaşma (mm).....	172
Çizelge 7.9. İşletme çalışması veri giriş sayfası_1	175
Çizelge 7.10. İşletme çalışması veri giriş sayfası_2	176
Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı	177
Çizelge 7.12. İşletme çalışması özet çıktısı	186
Çizelge 7.13. Deflatör katsayıları	191
Çizelge 7.14. Akhasan Barajı proje karakteristikleri	192
Çizelge 7.15. Aktaş Barajı proje karakteristikleri.....	193
Çizelge 7.16. Andıraz Barajı proje karakteristikleri	194
Çizelge 7.17. Araç Barajı proje karakteristikleri	195
Çizelge 7.18. Çay Barajı proje karakteristikleri.....	196

Çizelge	Sayfa
Çizelge 7.19. Çele Barajı proje karakteristikleri.....	197
Çizelge 7.20. Gölköy Barajı proje karakteristikleri	198
Çizelge 7.21. Hacılar Barajı proje karakteristikleri	199
Çizelge 7.22. Köprübaşı Barajı proje karakteristikleri	200
Çizelge 7.23. Tekke Barajı proje karakteristikleri	201
Çizelge 8.1. Havzada ihtimalli akımların gözlenmiş akımlara göre kıyaslanması	208
Çizelge 8.2. Gözlenmiş akım verilerinin periyotlar halinde incelenmesi	210
Çizelge 8.3. 2000 yılı sonrası gözlenmiş akım verilerinin incelenmesi	212

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 5. 1 Akış şeması.....	19
Şekil 6.1. E13A019 ile D13A063(E13A014) korelasyon analizi	40
Şekil 6.2. E13A033 ile D13A063 korelasyon analizi	41
Şekil 6.3. D13A036 ile D13A022 korelasyon analizi.....	41
Şekil 6.4. D13A053 ile D13A036 korelasyon analizi.....	42
Şekil 6.5. D13A070 ile D13A065 korelasyon analizi.....	42
Şekil 6.6. AGİ'ler arasındaki en uygun regresyon analizlerinin grafikleri.....	48
Şekil 6.7. D13A061, D13A053, D13A062, E13A033 AGİ ölçüm yılları	52
Şekil 6.8. D13A053 ile D13A061 arasındaki korelasyon analizi	53
Şekil 6.9. D13A053 ile D13A061 sapan akımlar hariç korelasyon analizi	54
Şekil 6.10. D13A053 ile D13A061 regresyon analizi ve denklemi.....	55
Şekil 6.11. D13A062 ile D13A061 arasındaki korelasyon analizi	56
Şekil 6.12. D13A062 ile D13A061 sapan akımlar hariç korelasyon analizi	57
Şekil 6.13. D13A062 ile D13A061 regresyon analizi ve denklemi.....	58
Şekil 6.14. E13A033 (E13A049) ile D13A061 korelasyon analizi	59
Şekil 6.15. E13A033 ile D13A061sapan değerler hariç korelasyon analizi.....	60
Şekil 6.16. E13A033 ile D13A061 arasında korelasyon ve regresyon denklemi.....	61
Şekil 6.17. D13A004, E13A034, E13A019, E13A027 AGİ ölçüm yılları	65
Şekil 6.18. D13A008, E13A034, E13A019, E13A027, E13A035 AGİ ölçümleri.....	69
Şekil 6.19. D13A022, E13A027, D13A040 AGİ ölçüm yılları.....	72
Şekil 6.20. D13A036, E13A027, E13A001 (D13A064) AGİ ölçüm yılları.....	76
Şekil 6.21. D13A044, E13A034, D13A065, E13A051 AGİ ölçüm yılları	80
Şekil 6.22. E13A001 (D13A064), E13A014 (D13A063) AGİ ölçüm yılları	84
Şekil 6.23. D13A070, E13A034 AGİ ölçüm yılları.....	89

Şekil	Sayfa
Şekil 6.24. D13A045, E13A027, D13A040 AGİ ölçüm yılları.....	92
Şekil 6.25. D13A065, E13A034 AGİ ölçüm yılları.....	96
Şekil 6.26. Akım süreklilik eğrisi	101
Şekil 6.27. D13A022 Akhasan AGİ'nin eksik verilerle çizilen ASE	102
Şekil 6.28. D13A022 Akhasan AGİ'nin tamamlanmış verilerle çizilen ASE	103
Şekil 6.29. D13A022 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	103
Şekil 6.30. D13A004 Yumrukaya AGİ'nin eksik verilerle çizilen ASE	107
Şekil 6.31. D13A004 AGİ'nin tamamlanmış verilerle çizilen ASE	107
Şekil 6.32. D13A004 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	108
Şekil 6.33. D13A008 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	109
Şekil 6.34. D13A022 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	110
Şekil 6.35. D13A036 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	111
Şekil 6.36. D13A044 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	112
Şekil 6.37. D13A064 AGİ eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE	113
Şekil 6.38. D13A063 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	114
Şekil 6.39. D13A061 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	115
Şekil 6.40. D13A070 AGİ eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE	116
Şekil 6.41. D13A045 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	117
Şekil 6.42. E13A034 AGİ eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE.....	118
Şekil 6.43. Yıllık akımlarla ASE	135
Şekil 6.44. Ekim ayı akımlarıyla ASE	136
Şekil 6.45. $V_{\text{yıllık } 0,90} / V_{\text{yıllık toplam}}$ Boyutsuz ASE	138
Şekil 7.1. Baraj tasarımı akış şeması	144
Şekil 7.2. Kot-hacim-alan grafiği.....	146
Şekil 7.3. Çay Barajı kot-hacim-alan grafiği	159
Şekil 7.4. Akhasan Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	202

Şekil	Sayfa
Şekil 7.5. Aktaş Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması.....	202
Şekil 7.6. Andıraz Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	203
Şekil 7.7. Araç Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	203
Şekil 7.8. Çay Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması.....	204
Şekil 7.9. Çele Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması.....	204
Şekil 7.10. Gölköy Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	205
Şekil 7.11. Hacılar Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	205
Şekil 7.12. Köprübaşı Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	206
Şekil 7.13. Tekke Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması	206
Şekil 8.1. Havzada gözlenmiş akımlara göre ihtimalli akımların kıyaslanması	209
Şekil 8.2. Akhasan Barajı ihtimalli akım değerleri.....	212
Şekil 8.3. Aktaş Barajı ihtimalli akım değerleri	213
Şekil 8.4. Andıraz Barajı ihtimalli akım değerleri	214
Şekil 8.5. Araç Barajı ihtimalli akım değerleri	214
Şekil 8.6. Çay Barajı ihtimalli akım değerleri	215
Şekil 8.7. Çele Barajı ihtimalli akım değerleri	216
Şekil 8.8. Gölköy Barajı ihtimalli akım değerleri.....	216
Şekil 8.9. Hacılar Barajı ihtimalli akım değerleri	217
Şekil 8.10. Köprübaşı Barajı ihtimalli akım değerleri	218
Şekil 8.11. Tekke Barajı ihtimalli akım değerleri.....	218

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 1.1. Filyos Havzası'nda DSİ ve EİE tarafından kurulmuş AGİ ağı.....	4
Resim 4.1. Batı Karadeniz Havzası'nın konumu.....	11
Resim 4.2. Batı Karadeniz Havzası fiziki haritası	12
Resim 4.3. Batı Karadeniz Havzası'na komşu havzalar	12
Resim 4.4. Batı Karadeniz Havzası, Filyos Çayı anakolu ile Filyos Alt Havzası	13
Resim 4.5. Filyos havzası, Filyos Çayı anakolu ile diğer önemli akarsular	15
Resim 6.1. Gölköy Barajı'na yapılan derivasyonlar ve sulamaya giden tünel	29
Resim 6.2. Gölköy Barajı'na derivasyon yapan kanallar	30
Resim 6.3. Gölköy Barajı'ndan dolayı müdahaleli AGİ'ler	31
Resim 6.4. Tez kapsamında çalışılan baraj yerleri	120
Resim 6.5. Aktaş Barajı su temini şematik gösterimi	124
Resim 6.6. Andıraz Barajı su temini şematik gösterimi	125
Resim 6.7. Köprübaşı ve Çay Barajları su temini şematik gösterimi	131
Resim 7.1. Barajın depolama hacmi	145
Resim 7.2. Samsun, İstavloz Çayı üzerindeki Vezirköprü Dolgu Barajı.....	147
Resim 7.3. Akarsu kesitinde akım ölçümü yapılması (Karagöz Deresi, Kayseri).....	149
Resim 7.4. Hançer Çayı üzerinde bulunan bir AGİ	149
Resim 7.5. Baraj göl alanındaki su kotları ile baraj kret kotu.....	153
Resim 7.6. Autocad Civil3D arayüz ile yağış alanı çizilmesi.....	155
Resim 7.7. Autocad Civil3D ile yağış alanı çizilmesi	156
Resim 7.8. Autocad Civil3D ile Akhasan Barajı yağış alanının ölçülmesi	157
Resim 7.9. DEM üzerinde Autocad Civil 3D ile ölçümü yapılan münhaniler	160
Resim 7.10. DEM üzerinde Civil 3D ile 170 m kotunun alanının ölçülmesi	161
Resim 7.11. Baraj gövdesi tip kesiti	163

Resim	Sayfa
Resim 7.12. Çay Barajı'nın Autocad Civil 3D ile gövdesinin çizilmesi	164
Resim 7.13. Autocad Civil 3D ile Çay Barajı 317 m kret için kübaj bulunması.....	165
Resim 7.14. Akhasan Barajı'nın Autocad Civil 3D ile kübaj hesaplanması	190

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
a, b	Regresyon katsayıları
D	DSİ'ye ait AGİ
E	EİE'ye ait AGİ
n	x ve y istasyonlarının aynı tarihte ölçülmüş akım sayısı
r	Korelasyon katsayısı
R²	Belirtme katsayısı
s	Standart sapma
s_d	Düzeltilmiş standart sapma
V	Akım miktarı (hm ³)
Q	Debi (bir saniyede hacim olarak geçen akım) m ³ /s
x	Bağımsız değişken olarak seçilen AGİ'nin akım verileri
y	Bağımlı değişken olarak seçilen AGİ'nin akım verileri
$\bar{x}$	x istasyonu için akım verilerinin ortalama değeri
$\bar{y}$	y istasyonu için akım verilerinin ortalama değeri
σ_x	x değerlerinin ortalama değerden sapma miktarı
σ_y	y değerlerinin ortalama değerden sapma miktarı

Kısaltmalar	Açıklama
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
ASE	Akım Süreklilik Eğrisi
CHS	Canlı Hayat Suyu
DEM	Digital Elavation Model
DMİ	Devlet Meteoroloji İstasyonu
DSÇ	Debi Süreklilik Çizgisi
DSİ	Devlet Su İşleri
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
HES	Hidroelektrik Santral
ODTÜ	Ortadoğu Teknik Üniversitesi
SAM	Sayısal Arazi Modeli
SGİ	Sediment Gözlem İstasyonu
SSB	Silindirle Sıkıştırılmış Beton Dolgu
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, gelişen sanayileşme, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi etkenlerle suya bağlı sektörlerde artan talep sebebiyle özellikle kısıtlı olan temiz su kaynaklarının önemi artmaktadır. Bu gelişmeler su ve toprak kaynaklarının geliştirilmesi ve yönetiminde yeni yaklaşımları ve kavramları gündeme getirmiş ve kaynakların en akılcı politikalarla yönetilmesini gerekli kılmıştır.

Dünyada ve ülkemizdeki hızlı nüfus artışı sanayi ve tarımın gelişimini zorunlu kılmaktadır. Bu durum ülkemizdeki su ve toprak potansiyelinin en etkin bir şekilde kullanılmasını gerektirmektedir. Ülkemizde su ve toprak kaynaklarının korunması, planlanması, geliştirilmesi ve işletilmesiyle görevli kurumlardan birisi de Devlet Su İşleri dir (DSİ). Devlet Su İşleri yatırımcı bir kuruluş olup, aynı zamanda ülkemizdeki su ve toprak kaynaklarını değişik kullanım amaçlarına göre tahsis eden bir kuruluştur. DSİ'nin en önemli faaliyetlerinden birisi sulu tarımı yaygınlaştırarak, tarımdan elde edilecek gelir artışını ve milli ekonomiye katkı sağlamaktır [1].

Tarım sektörü için gerekli olan sulama suyu akarsular üzerinde planlanan baraj veya göletlerden sağlanmaktadır. Baraj ve gölet gibi yapıların planlanması ve yönetimine yönelik havza bazındaki çalışmalarda, hidrolojik verilere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu verilerin eksiksiz ve uzun yıllara dayalı olması su yapılarının sağlıklı tasarımının yapılması açısından çok önemlidir. Ancak, birçok havzada, Akım Gözlem İstasyonlarında (AGİ) ölçülen akım değerleri çeşitli nedenlerle eksik olmaktadır. AGİ'nin kurulduğu noktanın ulaşılması zor yerlerde olması, iklim koşulları, ölçüm cihazında arızalanma veya okuma yapılacak yeterli seviyenin oluşmaması gibi nedenlerle akım serilerinde bazı yıllarda eksik veriler olmaktadır. Ülkemizdeki hidrolojik verilerde, yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı, önemli miktarda veri eksiklikleri vardır. “Birçok yağış istasyonundakısa süreli veri eksiklikleri vardır, bunlar alet bozukluğu veya gözlemci olmayışından meydana gelebilir” [2]. Veri eksikliği baraj gibi yapıların planlanmasında ve işletilmesinde hatalara ve problemlere sebep olmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Batı Karadeniz Havzası'nın alt havzası olan Filyos Havzası'ndaki AGİ verilerinin yeterliliği sorgulanarak, eksik verileri tamamlanmış ve bu AGİ'lerden elde edilen veriler kullanılarak hesaplanan gözlenmiş, %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım

değerlerinin (aşılma olasılıklı akım değerlerinin) yapılacak baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve elde edilecek faydaya etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Filyos Çayı ve Filyos Çayı'na mansaplanan yan dereler üzerinde toplam 29 adet AGİ bulunmaktadır. Bunların 12 tanesi Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) ve 17 tanesi DSI tarafından işletilmektedir (Resim 1.1). Bu istasyonlardan üç tanesi diğer bir istasyonla aynı yerde veya diğer bir istasyon kapatıldıktan sonra açıldığı için, bu istasyonların verileri birleştirilmiş ve toplam 26 AGİ verisi çalışmada dikkate alınmıştır. Bu üç istasyon ile ilgili açıklamalar aşağıda sıralanmıştır.

- D13A064 ve E13A001 nolu AGİ'ler Gerede Çayı üzerinde bulunmaktadır. E13A001 Dalgöz AGİ'nin 1953-1958, 1964-1971 yıllarında akım değerleri mevcuttur. 1972 yılında kapatılmıştır. Yağış alanı 2984,4 km² dir. D13A064 Bayramören AGİ'nin yağış alanı 3002 km² dir (BKz. Resim 1.1) ve 2004 yılından itibaren işletilmeye başlamıştır. Hemen hemen aynı konumda olan bu iki AGİ arasında önemli bir yan kol karışımı olmadığı için birbirinin devamı olarak kabul edilmiş ve akım değerleri birleştirilmiştir.
- D13A063 ve E13A014 nolu AGİ'ler Soğanlı Çayı üzerinde bulunmaktadır. E13A014 Soğanlı Çayı Karabük AGİ 2012 yılında kapanmış olup, aynı yerde Soğanlı Çayı D13A063 Karabük AGİ açılmıştır. Yağış alanları her iki akım gözlem istasyonunda 5086,8 km² dir. Bu nedenle, bu iki AGİ birbirinin devamı kabul edilmiştir.
- E13A033 ve E13A049 nolu AGİ'ler Araç Çayı üzerinde bulunmaktadır. E13A033 Araç Çayı Karabük AGİ'nin 1965-1998 yılları arasında akım gözlemleri vardır. Yağış alanı 2833,2 km²dir. E13A033 Araç Çayı Karabük AGİ, 1999 yılında kapanmış olup, biraz membasında E13A049 Araç Çayı Karabük AGİ açılmıştır. Yağış alanı 2798,5 km²dir. Bu iki AGİ arasında önemli bir yan kol karışımı olmadığı için birbirinin devamı olarak kabul edilmiş ve akım değerleri birleştirilmiştir.

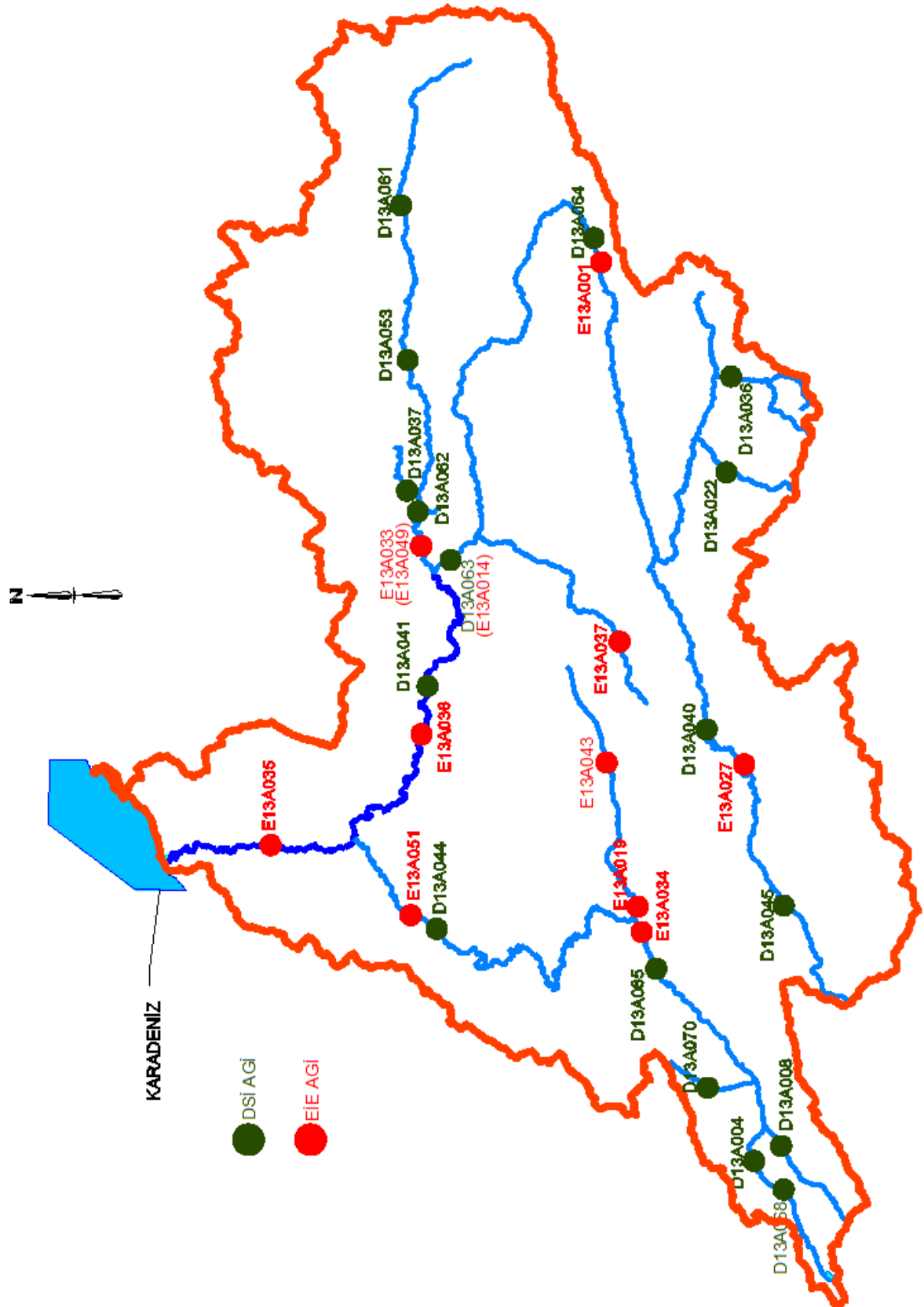
Filyos Çayı ve Filyos Çayı'na mansaplanan yan dereler üzerindeki AGİ'lerde ölçüm yapılamamış aylar tespit edilerek, istasyonların aralarındaki akım ilişkisi, regresyon analizi kullanılarak matematiksel bağıntılarla ortaya konulmuştur. Bu matematiksel bağıntılardan en uygun olanı kullanarak, ölçüm yapılamayan yıllara ait eksik akım verileri, her bir AGİ için ayrı ayrı tamamlanmıştır. Böylece, akım gözlem istasyonlarının orijinal gözlenmiş akım verilerinin uzatılması sağlanmıştır. Ayrıca, AGİ'lerin eksik ve tamamlanmış verilerle akım süreklilik eğrileri çizilerek ve bu eğriler üst üste oturtularak sonuçların doğruluğu kontrol edilmiştir.

Filyos Havzası'nda bulunan AGİ'lerin akım değerleri en az 30 yıl olacak şekilde tamamlandıktan sonra, havzada yapılması planlanan yedi ve mevcut üç olmak üzere

toplam on baraj için tasarım çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, öncelikle baraj aks yerinde baraj yeri su temin değerleri drenaj alanı oranı yöntemi ile gözlenmiş akım verilerine göre oluşturulmuştur. Daha sonra, akım süreklilik eğrileri kullanılarak, baraj aks yerindeki %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Son olarak, gözlenmiş akım değerleri ve ihtimalli akım değerleri için ayrı ayrı baraj işletme çalışması yapılarak baraj kret kotu, kret uzunluğu, gövde yüksekliği, depolama hacmi, barajın dolgu hacmi, sulama alanı ve baraj ve sulama şebekesi maliyeti hesaplanmıştır. Baraj tasarımları sadece sulama amaçlı olarak düşünülmüş ve sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydasının da hesaplanması amaçlanmıştır.

Bu tez çalışmasının amacı, su kaynaklarının planlanması ve yönetimine yönelik, havza bazında planlanan su yapılarından en önemlisi olan barajların tasarımında akarsu akımlarının seçiminin önemini vurgulayarak, baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinden elde edilecek sulama faydasına etkisinin ortaya konulmasıdır. Bir başka deyişle, su yapılarının tasarımında akarsu akımlarının seçiminin, milli ekonomiye ve elde edilecek milli gelire etkisini göstermek adına bir çalışma hazırlamak amaçlanmıştır. Planlanan barajların hayata geçirilmeden önce, baraj aks yerlerinde veya yakınlarında düzenli ve uzun süreli akım gözlemleri olan AGİ'lerin kurulmuş olmasının önemi büyüktür. Çünkü, yeterli veya düzenli ölçüm yapılmamış istasyonların akım değerlerini, daha güvenli tarafta kalabilmek amacıyla belli ihtimallerle azaltarak kullanmak hem baraj ve sulama şebekesi maliyeti hem de sulamadan sağlanacak gelir açısından azımsanmayacak farklar oluşturmaktadır.

Ayrıca, akarsular üzerinde planlanan ve inşa edilen su yapılarının tasarımında, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri sonucunda giderek azalan su kaynaklarının etkisini dikkate almak önemli bir husustur. Bu amaçla, gözlenmiş akım verilerinin belli ihtimallerle azaltılarak kullanılması, gelecekte yaşanacak küresel ısınma etkilerinin su yapılarının tasarımındaki etkisini dikkate almak açısından çok önemlidir. Böylece, gereksiz yere büyük bir baraj ve sulama şebekesi yapılarak milli gelir zayi edilmiş olmayacaktır.



Resim 1.1. Filyos Havzası'nda DSİ ve EİE tarafından kurulmuş AGİ ağı

2. LİTERATÜR

Tez çalışmasına başlamadan önce, su kaynaklarının planlanması, hidrolojik veriler, akım gözlem istasyonları ve benzer konularda literatür taraması yapılmıştır.

2012 yılında Aquatic Informatics tarafından düzenlenen ve 700 den fazla su programı yöneticisi, hidrolog, mühendis, bilim adamı ve hidrograf ile yüzlerce akademik kurum, devlet kurumu ve mühendislik danışmanlık firmasının katıldığı online olarak gerçekleştirilen Küresel Hidrolojik Verileri İzleme Araştırması konulu anket çalışmasında, dünyada hidrolojik verilerin izlenmesi konusunda sektördeki hızlı gelişmeler, teknolojiler, standartlar ve geleneksel eylem tarzına getirilen önemli ve köklü değişiklikler sorgulanmıştır. Dünya nüfusundaki hızlı artışın sonucu olarak, içme suyu dışında özellikle tarım ve enerji için su kaynaklarının önemine dikkat çekilmiştir. Bu çalışmada, iklim koşullarındaki belirsizliklerin artması ile, suyun yönetimi ve geçmiş verilere bakarak doğru tahminlere ulaşmanın zorlaştığına dikkat çekilmek istenmiştir. Bu nedenle, suyun yönetici olan tüm kişi ve kurumların (su kaynakları yöneticileri, hidrologlar, bilim adamları ve paydaşlar) yüksek kalitede, uzun süreli, gerçek zamanlı ve doğru bilgi temin etmek konusunda ciddi bir beklenti içinde olduğu belirtilmiştir. Bu anket çalışmasında, katılımcıların %72'si amaçlarına ulaşabilmek için daha fazla gözlem istasyonu ağı kurulması konusunda hemfikir olmuşlardır.

Özetle, su yöneticileri hem veri sağlamak hem de temin ettikleri bu verileri güvenle kullanmayı istemektedirler. Bunu sağlamak için web özellikli, uydu veya telefon bağlantılı sensörleri olan istasyonların kullanımının dünyada hızlı bir şekilde attığı, yine bu araştırma sonucunda anlaşılmıştır. Küresel Hidrolojik Verileri İzleme Araştırması konulu anketde suyun yönetiminde, gözlem istasyonlarının önemi vurgulanmak istemiştir [3].

Literatür taramasında, benzer konularda hazırlanmış tez çalışmaları da incelenmiştir. “Ölçüm Olmayan Yerlerde Debi Süreklilik Eğrilerinin Elde Edilmesi” konulu tez çalışmasında, ülkemizde yeterli sayıda gözlem istasyonu bulunmadığından yola çıkılarak, Orta Fırat Havzası’nda 5 adet akım gözlem istasyonunun gözlem verilerinin hiç olmadığı varsayılarak, her bir istasyonun diğerleri ile arasında drenaj alanı, ortalama sıcaklık, yıllık ortalama toplam yağış ve kot gibi parametreler kullanılarak bölgesel regresyon denklemleri oluşturulmuş ve debi süreklilik eğrileri elde edilerek, gözlenmiş gerçek değerlerle çizilen

debi süreklilik eğrileri ile uyumuna bakılmıştır. Yine aynı tez çalışmasında, her bir istasyonun diğerleri ile ağırlıklı coğrafi uzaklık ve ağırlıklı drenaj alanı dikkate alınarak, günlük debileri bulunarak, debi süreklilik eğrileri çizilmiştir. Daha sonra yapılan tüm bu çalışmaların gerçek gözlenmiş değerlerle uyumu ve sapma miktarları irdelenmiştir. Bu çalışmalar ile nehir tipi HES yapılarında kurulu gücün tespit edilmesine yönelik bir değerlendirme yapılmıştır [4].

Literatür taramaları kapsamında, akım gözlem istasyonlarının eksik verilerinin tamamlanması ile ilgili Zap suyu alt havzasında yapılan bir makale çalışması da incelenmiştir. “Akarsu Debi Ölçümlerinde Eksik Verilerin Tamamlanması” konulu bu makalede, havzadaki AGİ’lerin günlük debi değerleri kullanılarak, akım verileri çeşitli nedenlerle ölçülememiş eksikliklerin korelasyon ve regresyon analizi yöntemi ile drenaj alan yöntemi kullanılarak tamamlanması amaçlanmıştır. Aynı çalışmada, günlük debi verileri tamamlandıktan sonra orjinal veri değerleri ile karşılaştırma yapılmış ve tamamlama işleminin orjinal veri yapısını bozup bozmadığı irdelenmiştir. Bu amaçla, orjinal ve tamamlanmış verilerin minimum, maksimum ve ortalama değerleri bulunarak kıyaslanmıştır. Aynı kıyaslama, orjinal ve tamamlanmış günlük debi değerleri ile çizilen debi süreklilik eğrilerinin birbiriyle karşılaştırılması ile de yapılmıştır. Bu makalede ayrıca, AGİ eksik verilerinin drenaj-alan metodu ile tamamlanması ile ilgili çalışma yapılmıştır. Bu metod, AGİ’lerin yağış alanlarının esas almakta olup, metodun uygulanacak AGİ’ler arasında hidrolojik benzerlik bulunması durumunda iyi sonuçlar vereceği çalışmada belirtilmiştir [5].

Literatür taramaları kapsamında, akım gözlem istasyonlarının eksik verilerinin tamamlanması ile ilgili Fırat Havzasında yapılan bir makale çalışması da incelenmiştir. “Fırat Havzası’ndaki Eksik Akım Verilerinin Debi Süreklilik Çizgileri (DSC) ve Regresyon Modelleri ile Tahmin Edilmesi” konulu makalede, havzadaki 13 AGİ üzerinde pilot bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, seçilen istasyonların eksik akım verilerinin debi süreklilik çizgileri ve regresyon modelleri ile tamamlanması ve daha sonra bu iki yöntemin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, öncelikle istasyonların eksik akım verileri ile boyutsuz DSC’leri çizilerek ve üst üste oturtularak karşılaştırmaları yapılmış ve en uygun AGİ çiftleri bulunmuştur. Daha sonra, 1 nolu AGİ’nin ölçüm yapılmayan bir gündeki eksik verisini tamamlamak için, aynı günde ölçüm yapılan 2 nolu AGİ’nin ölçülen debisinin, boyutsuz DSC’de zamanın yüzde kaçında mevcut olduğu 2 nolu AGİ’nin DSC

grafiğinden okunur. Bu zaman yüzdesinden yola çıkarak, ölçüm yapılmayan gündeki eksik veri 1 nolu AGİ'nin DSÇ grafiğinden tahmin edilir. Aynı makale çalışmasında, eksik akım verileri regresyon analizi ile de tamamlanmıştır. Regresyon yöntemi uygulanırken R^2 değeri en yüksek olan AGİ çiftleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, her iki yöntemin de başarılı sonuçlar verdiği ancak, regresyon analizi ile yapılan tahminlerin akım verilerinin orijinallliğini daha iyi koruduğu sonucuna varıldığı makalenin sonucu olarak belirtilmiştir [6].

Su kaynaklarının yönetilmesi ve iklim değişikliklerinin izlenmesi bakımından önem arz eden AGİ'lerdeki eksik akım verilerinin tamamlanması ve sonuçların değerlendirilmesi amacıyla yapılan başka bir araştırma makalesinde, Fransa'nın güneydoğusunda bulunan Durance Nehri üzerinde bulunan sekiz istasyonun günlük akım verilerinden eksik olanlarının tamamlanması dinamik regresyon modeli ile çalışılmıştır. Komşu istasyonlar arasındaki doğrusal korelasyon kullanılarak oluşturulan regresyonların kombinasyonu ile bir model meydana getirilerek, zaman serisi içindeki eksik akım değerleri tamamlanmıştır. Model ile bu istasyonların eksik verilerinde güvenilir tahminler yapıldığı belirtilmiştir [7].

İklim değişiklikleri ve arazi kullanımındaki değişikliklerinin akarsu akımları üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla tropik iklim özelliklerine sahip Brezilya'nın kuzeyinde ormanlık Amazon bölgesinde, Tapajos Nehri havzasında model çalışması yapılmıştır. Gelecekteki iklim senaryoları tasarlanarak (2026-2045 projeksiyonu için) akarsu akımlarındaki değişim oranları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yapılan analizde, sadece iklim değişikliğinin, akarsu akımlarını mevsimler boyunca %20'ye kadar azaltabileceği tahmin edilmiştir. İklim değişikliklerinin özellikle orman bölgelerinde terleme ve buharlaşma miktarlarını arttırdığı, tarım alanlarında ise tam tersi olarak terleme ve buharlaşma miktarlarının artan sıcaklık ve radyasyondan dolayı azaldığı görülmüştür. Tapajos Nehri, Amazon Nehri'ne mansaplanan en büyük beşinci nehirdir. Tapajos Nehri Havzası'nda, hidroelektrik santral (HES) amaçlı 40 dan fazla büyük ve orta büyüklükte depolamasız baraj planlanmıştır. Barajların depolamasız olması nedeniyle üretilecek enerji, nehrin günlük akımlarına bağlıdır. Bu nedenle, Tapajos Nehri akımlarının azalması, üretilecek enerji potansiyelini azaltacaktır. Toplam kurulu gücün %20'si bu havzada bulunmakta olup, bu oranın 2024 yılına kadar %50 seviyelerine çıkması hedeflenmiştir. Bu makale çalışmasında ayrıca, arazi kullanımındaki değişikliklerinin, bölgedeki orman alanlarının tarım alanına dönüştürülmesi senaryolarına göre model çalışmaları yapılmıştır.

İklim ve arazi kullanımındaki değişikliklerinin Tapajos Nehri üzerindeki etkilerini gözlemlemek amacıyla, 2026-2045 projeksiyonu için üç ayrı model çalışması ile debi süreklilik eğrileri oluşturularak, nehrin akımlarındaki azalma trendi tahmin edilmiştir [11].

Diğer bir araştırma, iklim değişikliklerinin baraj rezervuarlarının işletilmesindeki etkileri ve depolama hacimlerindeki azalma risklerinin araştırılması konulu makaledir. Çalışma alanı olarak Kuzeydoğu Amerika'da, Virginia ile Maine arasında uzanan bölge seçilmiştir. Araştırmada, barajların geçmişte gösterdikleri performansın gelecek yıllarda da devam edip edemeyeceği sorgulanmıştır. İklim değişikliklerinin barajın fonksiyonelliğinde yaratacağı değişikliği araştırmak amacıyla, dört ayrı baraj için dört ayrı iklim senaryosu olmak üzere toplam 16 model 1950-2099 periyodunda çalışılmıştır. Bu çalışma ile, bölgede 1950'den itibaren artan sıcaklık ve yağış paternlerindeki değişimin, bugünkü koşullarda tasarlanmış barajların hem tasarım kapasitelerine hem de işletme koşullarına etki ettiği öngörülmüştür. Böylece, sistemin veriminde oluşacak olumsuzluk ile sulama, içme suyu, enerji, vb. amaçlı barajların gerekli su ihtiyaçlarının karşılanmasında sıkıntılar yaşanacağı sonucuna varılmıştır [12].

Bir başka araştırma makalesinde, iklim değişikliklerinin akarsu akım rejimini ve yıllık ortalama yüzeysel akışı nasıl etkilediği analiz edilmiştir. Bu amaçla hidrolojik model çalışması yapılarak iklim değişikliği ile akarsu rejimi, ortalama debi, %10 ve %90 ihtimalli yüksek ve düşük debiler, mevsimlik ortalama debiler arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada, dört ayrı iklim değişikliği senaryosu için 1961-1990 ile 2041-2070 periyodunda WaterGAP ile analiz yapılmıştır. Çalışma alanı olarak Antartika hariç olmak üzere, ekvatorda 55 km x 55 km lik bir bölge çalışılmıştır. Yapılan model çalışması ile çalışılan alanların %50 sinden fazlasında 2050 li yıllarda, yıllık ortalama yüzeysel akış miktarının %10 dan fazla arttığı görülmüştür. Bu artış, akarsuların yıllık ortalama debilerinde ve %10 ihtimalli yüksek debili akımlarında da aynı trendi yakalamıştır. Ancak, %90 ihtimalli düşük debili akımların 2050 li yıllarda yarı yarıya azaldığı görülmüştür [13].

3. AMAÇ ve KAPSAM

3.1. Tezin Amacı

Yeryüzünde susuz bir hayat düşünmek mümkün değildir. Eski çağlardan günümüze kadar medeniyetin beşiği olarak adlandırılan bölgeler her zaman su havzalarının yakınında kurulmuş, medeniyetler suyun hayat verdiği topraklarda yeşermiştir. Tarih boyunca akarsulardan yararlanma imkânı bulan toplumlar dönemlerinin en ileri medeniyetlerini kurmuşlar, bulamayanlar ise yurtlarını terk edip göç etmek zorunda kalmışlardır. Yeryüzündeki medeniyetin ilk kaynağı olarak gösterilen, yazının bulunduğu, verimli topraklarında ilk tarımın yapıldığı ve “verimli hilal” olarak da adlandırılan Mezopotamya, bu ev sahipliğini Dicle ve Fırat’ın bereketli sularına borçludur [11].

Türkiye, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı açısından su kısıntısı yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır [11].

Ülkemizde nüfus hızla artmakta olup, iklim koşulları da küresel ısınmanın etkisiyle sürekli ve hızlı bir şekilde değişmektedir. Bu durum, artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için, tarım sektörünün en temel ihtiyacı olan sulamaya ve sulama projelerine öncelik verilmesini gerektirmektedir. Bu amaçla yapılacak su yapılarının (baraj, gölet, regülatör, vs) çok sağlıklı ve suyu en doğru şekilde kullanacak şekilde planlanması ve hem yüzey suları hem de yeraltı suyu kullanımının en optimum şekilde tüketilmesi gerekmektedir. Su, sonsuz bir kaynak değildir ve ülkemizin sosyo-ekonomik kalkınması açısından suyun iyi yönetilmesi elzem hale gelmektedir.

Bu tez çalışmasında, Filyos Havzası’ndaki AGİ verilerinin yeterli ve düzenli olup olmadığı araştırılmış, eksik verileri tamamlanmış ve bu AGİ’lerden elde edilen veriler kullanılarak hesaplanan gözlenmiş, %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerlerinin yapılacak baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve elde edilecek faydaya etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Bu tez ile aynı zamanda hızlı nüfus artışı, gelişen sanayileşme, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin akarsu akımlarının seçimine etkisi ve seçilen bu akımların su yapılarının tasarımında, milli ekonomiye ve elde edilecek milli gelire etkisini göstermek amaçlanmıştır.

3.2. Tezin Kapsamı

Bu tez kapsamında; Filyos Havzası'nda bulunan AGİ'lerin eksik verilerinin olduğu yılların tespit edilmesi, müdahaleli AGİ akım değerlerinin doğallaştırılması çalışmaları, havzadaki AGİ'ler arasında korelasyon analizi yapılması, AGİ'ler arasında regresyon denklemlerinin oluşturulması, AGİ'lerin eksik verilerinin tamamlanarak gözlenmiş akım verilerinin elde edilmesi, baraj aks yerlerinde gözlenmiş su temin değerlerinin hesaplanması, baraj aks yerlerinde gözlenmiş akım değerlerine göre ASE (akım süreklilik eğrileri) elde edilmesi, baraj aks yerlerinde ASE'ler kullanılarak ihtimalli akım değerlerinin hesaplanması, havzadaki barajlar için gözlenmiş ve değişik ihtimalli akarsu akımlarına göre baraj işletme çalışması yapılması, havzadaki barajlar için gözlenmiş ve değişik ihtimalli akarsu akımlarına göre baraj tasarımı yapılması ile baraj ve şebeke maliyeti ve tarım arazilerinde elde edilecek sulama faydalarının tespit edilmesi bulunmaktadır.

4. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

Türkiye topoğrafik özelliklerine göre 25 hidrolojik havzaya ayrılmıştır. Bu havzalardan 13 numaralı Batı Karadeniz Havzası beş alt havzadan oluşmaktadır [12]. Bunlar;

- Melen Alt Havzası
- Bartın Alt Havzası
- Filyos Alt Havzası
- Devrekani Alt Havzası
- Ereğli Alt Havzası

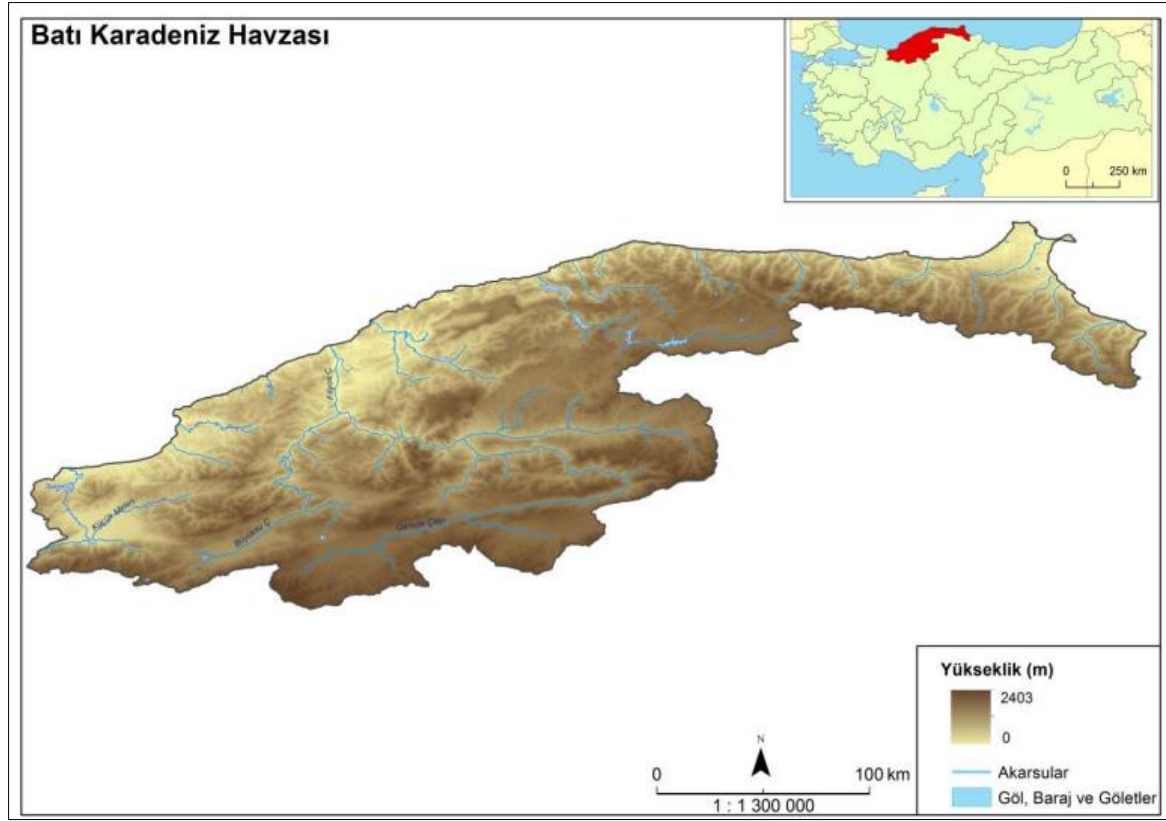
“Batı Karadeniz Havzası toplam olarak 2 896 766 hektar alanı kaplamakta olup, Türkiye genel yüzölçümünün yaklaşık %4’ünü teşkil etmektedir”. Batı Karadeniz Havzası’nın Türkiye haritası üzerindeki konumu Resim 4.1 ve havza fiziki haritası Resim 4.2’de görülmektedir [13].

Batı Karadeniz Havzası’nın ana kolu olan Filyos Çayı’nın bulunduğu Filyos Alt Havzası tez çalışmasına konu olmuştur.

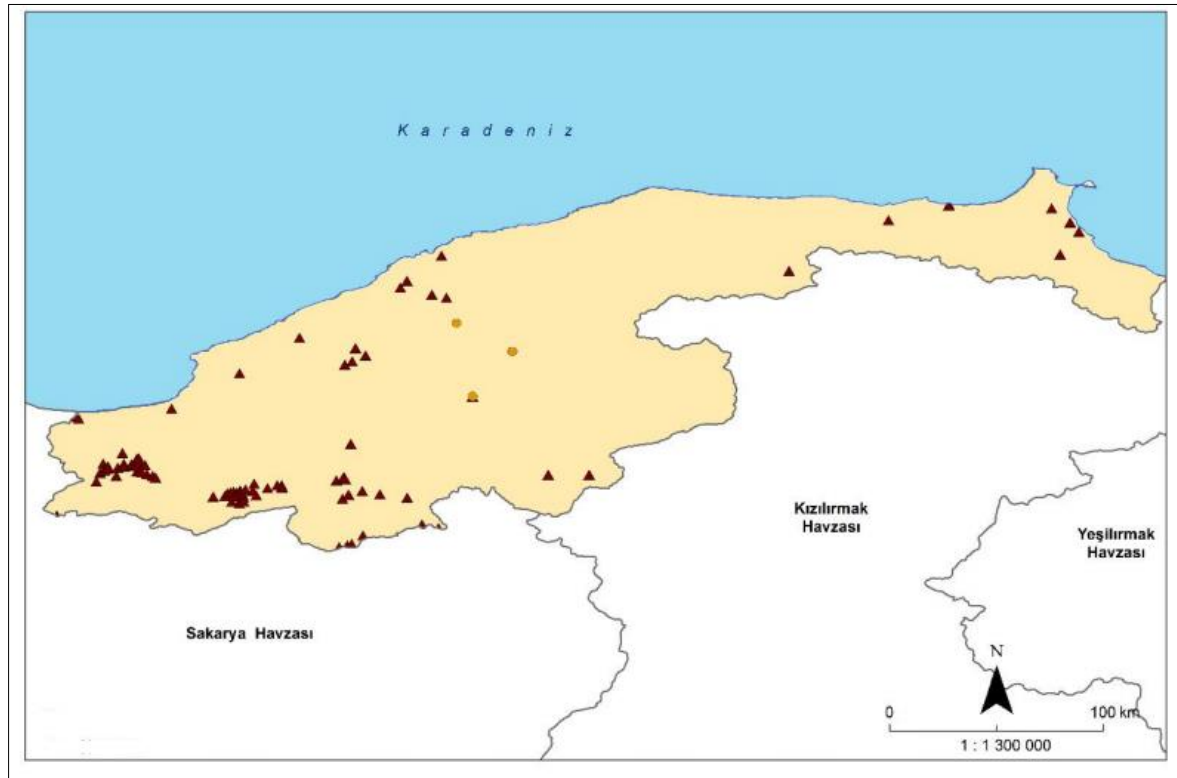
Filyos alt havzası Batı Karadeniz Havzası’nda yer almaktadır. “Batı Karadeniz Havzası sularını Karadeniz’e döken yağış alanları topluluğundan oluşmaktadır” . Komşu havzalar olarak güney batısında Sakarya Havzası, güneydoğusunda ise Kızılırmak Havzası bulunmaktadır (Resim 4.3) [13].



Resim 4.1. Batı Karadeniz Havzası’nın konumu



Resim 4.2. Batı Karadeniz Havzası fiziki haritası

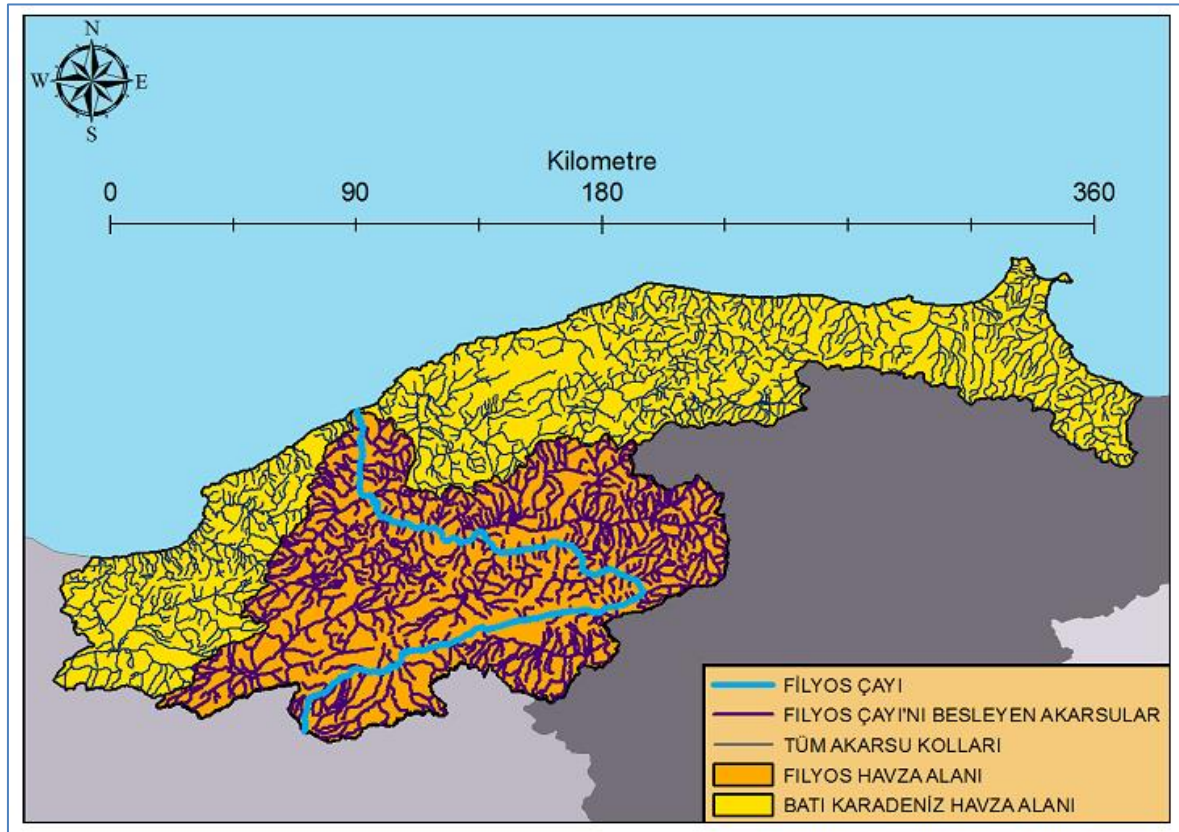


Resim 4.3. Batı Karadeniz Havzası'na komşu havzalar

“Batı Karadeniz Havzası’nda Filyos Çayı dışındaki önemli akarsular, Kocairmak, Bartın, Büyükmelen, Aydınlar (Melen), Ezine, Baba, Kabala, Kanlı, Kaşka, Terme, Aydos, Devrekani çayları’dır. Batı Karadeniz Havzası’nda doğal göl sayısı bakımından zengin sayılan illerimizden Bolu’yu içine almaktadır” [13].

4.1 Filyos Alt Havzasının Tanıtımı

Batı Karadeniz Havzası’nın ana kolu olan Filyos Çayı’nın bulunduğu Filyos Alt Havzası Resim 4.4’de gösterildiği gibidir [13].



Resim 4.4. Batı Karadeniz Havzası, Filyos Çayı anakolu ile Filyos Alt Havzası

Filyos alt havzası adını Araç, Soğanlı, Yenice ve Devrek çaylarının birleşerek oluşturduğu Filyos Çayı’ndan almaktadır. Toplam yağış alanı 13 439,66 km² dir. Havzada Filyos Çayı dışında önemli diğer akarsular Resim 4.5’de gösterilmiştir.

Havzada, Karadeniz iklim özellikleri hakimdir. Yazlar sıcak, kışlar nispeten ılıman ve yağışlıdır. Her mevsim yağışlıdır, en çok yağış sonbahar ve kış aylarındadır. Havzanın sahil kesimlerinden iç kısımlara doğru gidildikçe karasal iklim özellikleri görülmeye

başlar. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Yağışlar genellikle cephesel özellikte olup, dağ yamaçlarında, orografik özellik sebebiyle, dağların batı yamaçlarında yağışların daha da artmasında sebep olmaktadır.

Havzada sadece taşkın ve sediment kontrolünü sağlamak amacıyla yapılmış baraj veya gölet bulunmamaktadır. Havzada planlanmış veya yapılmış depolama tesislerinin (baraj, gölet, regülatör, vb.) bir veya birkaç amacı bulunmaktadır. Bu amaçlar, içme suyu, sulama, enerji, taşkın ve sanayi suyu olarak sıralanabilir [12].

4.2. Filyos Alt Havzasında Bulunan Akım Gözlem İstasyonları

Filyos Çayı ve Filyos Çayı'na mansaplanan yan dereeler üzerinde toplam 29 adet AGİ bulunmaktadır. Bu AGİ'lerin 3 tanesi diğer bir AGİ'nin devamı niteliğinde olduğundan toplamda 26 AGİ verisiyle çalışılmış olup, gerekçesi Bölüm 1'de açıklanmıştır. AGİ'lerin karakteristikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir [14].

Çizelge 4.1. Filyos Havzası'nda bulunan AGİ'lerin karakteristikleri

AGİ No	Akarsu Adı	AGİ Adı	Yağış Alanı (km ²)	Koordinat	Akım Gözlem Yılları
D13A004	Büyüksu	Yumrukaya	183,5	31°24' D 40°49' K	1961-1965, 1967-1969, 1971-1972
D13A008	Mudurnu Çayı	Akkaya(Akmina)	118,3	31°31' D 40°40' K	1961-1963, 1966-1969, 2005-2007, 2009-2010, 2012-2013, 2015-2016
D13A022	Akhasan Deresi	Akhasan	76,5	32°48' D 40°46' K	1969-1972, 1974-1993, 1996-2011
D13A036	Hacılar Deresi	Yalaközü	88,3	32°59' D 40°45' K	1972, 1975-1983, 1985-2016
D13A037	Eflani Çayı	Çevrökköprü	537,1	32°45' D 41°13' K	1972-1994, 1999-2000, 2002-2007, 2011-2017
D13A040	Gerede Çayı	Bahçedere	1343,0	32°19' D 40°48' K	1976-1978, 1980-1997, 2000-2009, 2011-2013
D13A041	Filyos Çayı	Bahkısık	8310,0	32°23' D 41°11' K	1979-1996, 2002, 2004-2007
D13A044	Bolu Çayı	Devrek	2917,4	31°56' D 41°11' K	1982-1997, 2001-2007
D13A045	Ulus Deresi	Yağbaşlar	196,0	31°59' D 40°41' K	1983-1998, 2000-2017
D13A061	Araç Çayı	Araç	885,5	33°19' D 41°14' K	2001, 2004-2017
D13A062	Araç Çayı	Kant	2571,4	32°44' D 41°12' K	2004-2006, 2011-2017
D13A053	Araç Çayı	Kayaboğazı	1747,0	33°10' D 41°13' K	1985-1994, 1999-2000, 2003-2007
D13A063	Soğanlı Çayı	Karabük	5086,8	32°38' D 41°10' K	2004-2006, 2011-2015, 2017
D13A064	Gerede Çayı	Bayramören	3002,0	33°13' D 40°57' K	2004-2017
D13A065	Büyüksu	Küplüce	1053,0	31°52' D 40°51' K	2004-2007, 2009-2016
D13A068	Abant Deresi	Akcaalan	86,5	31°26' D 40°40' K	2005-2007, 2011-2013, 2015-2016
D13A070	Hızır Deresi	Bayramşlar	24,45	31°38' D 40°47' K	2006-2016
E13A001	Melen Çayı	Dalgöz	2984,4		1953-1958, 1964-1971 (2004 den itibaren D13A064 olarak devam etmiştir)
E13A014	Soğanlı Çayı	Karabük	5086,8	32°38' D 41°10' K	1963-2011 (2012 den itibaren D13A063 olarak devam etmiştir)
E13A019	Mengen Çayı	Gökçesu	786,3	31°58' D 40°53' K	1965-2004, 2008-2011, 2013, 2015-2016
E13A027	Ulus Çayı	Afatlar	953,6	32°15' D 40°44' K	1968-2011, 2013-2017
E13A033	Araç Çayı	Karabük	2833,2	32°37' D 41°11' K	1965-1998 (1999 den itibaren E13A049 olarak devam etmiştir)
E13A034	Bolu Çayı	Beşdeğirmenler	1095,3	31°55' D 40°53' K	1967-2011
E13A035	Filyos Çayı	Derecikviran	13300,4	32°05' D 41°25' K	1964-2009, 2015-2017
E13A036	Yenice Irmağı	Yenice	8966,0	32°19' D 41°12' K	1979-2000, 2007-2009, 2013-2017
E13A037	Göksu Deresi	Büyükayalar	42,0	32°28' D 40°55' K	1981-2001
E13A043	Korubaşı Deresi	Arak	125,0	32°15' D 40°56' K	1992-2011, 2013-2016
E13A049	Araç Çayı	Karabük	2798,5	32°39' D 41°12' K	1999-2002, 2007-2008, 2010-2011
E13A051	Devrek Çayı	Devrek	2966,4	31°57' D 41°13' K	1999-2002, 2005-2011, 2013, 2015-2017

5. YÖNTEM

Tezde, Batı Karadeniz Havzası'nın alt havzalarından biri olan Filyos Havzası'na ait Akım Gözlem İstasyonlarının (AGİ) akım verileri incelenmiştir. Bu amaçla, 1953-2017 yıllarına ait aylık toplam akım değerleri DSİ'den temin edilmiştir. Ancak, havzadaki DSİ veya EİE tarafından kurulan ve halen DSİ tarafından işletilen bazı AGİ'lere ait akım verilerinde çeşitli nedenlerden dolayı ölçüm yapılamamış eksik verilerin olduğu belirlenmiştir. DSİ'den alınan ham verilerin mevcut durumu ile ilgili ayrıntılı incelemeler yapılarak, Microsoft Excel uygulaması aracılığı ile gözlem verileri bir araya getirilerek akım verilerinin eksik olduğu yıllar tespit edilmiştir. Akım verileri eksik olan AGİ'lerin verilerinin diğer istasyonların verileriyle anlamlı bir ilişkisi olup olmadığını anlamak için korelasyon analizi yapılmıştır. Korelasyon analizinde, aralarında anlamlı ilişki tespit edilen AGİ'lere regresyon analizi yapılarak aralarındaki ilişkinin matematik modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Regresyon denklemleri olarak; 1. derece lineer, 1. derece logaritmik, yarilog, 2.derece polinom ve 2. derece logaritmik denklemler denenmiş, istasyonlar arasındaki regresyon ve korelasyon katsayısı en büyük, standart sapması en küçük olan regresyon denkleminin seçilmesine dikkat edilmiştir. Ayrıca, en uygun korelasyon seçilirken, iki AGİ'nin memba-mansap ilişkisi, aynı kol üzerinde olup olmadıkları, ana kol veya yan kol üzerinde bulunmaları durumu, birbirlerine olan uzaklıkları, havza alanlarının büyüklüğü, klimataolojik olarak aynı bölgede olup olmadıkları gibi kriterlerine de öncelikle dikkat edilmiştir. Bu istatistiksel değerlendirmeler ve istasyonlar arasındaki matematiksel ilişkileri açıklayan regresyon katsayılarının belirlenmesinde Microsoft Excel ile hazırlanan bir program kullanılmıştır.

En uygun regresyon denklemi kullanılarak, AGİ'lerin eksik verileri tamamlandıktan sonra, AGİ'lerin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarla akım süreklilik eğrileri çizilerek ve eğriler üst üste oturtularak sonuçların doğruluğu kontrol edilmiştir. Akım Süreklilik Eğrilerinin çizilmesi için Microsoft Excel uygulaması kullanılmıştır.

Daha sonra, havzada mevcut ve planlama aşamasında bulunan barajlardan on tanesi için, baraj aks yerinde baraj yeri su temin değerleri drenaj alanı oranı yöntemi ile gözlenmiş akım verilerine göre oluşturulmuştur. Akım süreklilik eğrileri kullanılarak, baraj aks yerindeki %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Son olarak, gözlenmiş akım değerleri ile %90, %80, %70 ve %60

ihtimalli akım değerleri için ayrı ayrı baraj işletme çalışması yapılarak baraj kret kotu, kret uzunluğu, gövde yüksekliği, depolama hacmi, barajın dolgu hacmi, sulama alanı ve baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydası hesaplanmıştır.

Barajların işletme çalışması için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM, Digital Elevation Model), ARCGIS programı ve DSI tarafından Microsoft Excel+Makro olarak hazırlanmış ve DSI’de baraj işletmelerinde kullanılan işletme programından yararlanılmıştır [15]. Yapılan baraj işletme çalışmaları ile ilgili ayrıntılı bilgi Bölüm 7.2’de verilmiştir.

Barajların dolgu hacmi hesabında, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM), ARCGIS programı ve Autocad Civil 3D yazılımından yararlanılmıştır.

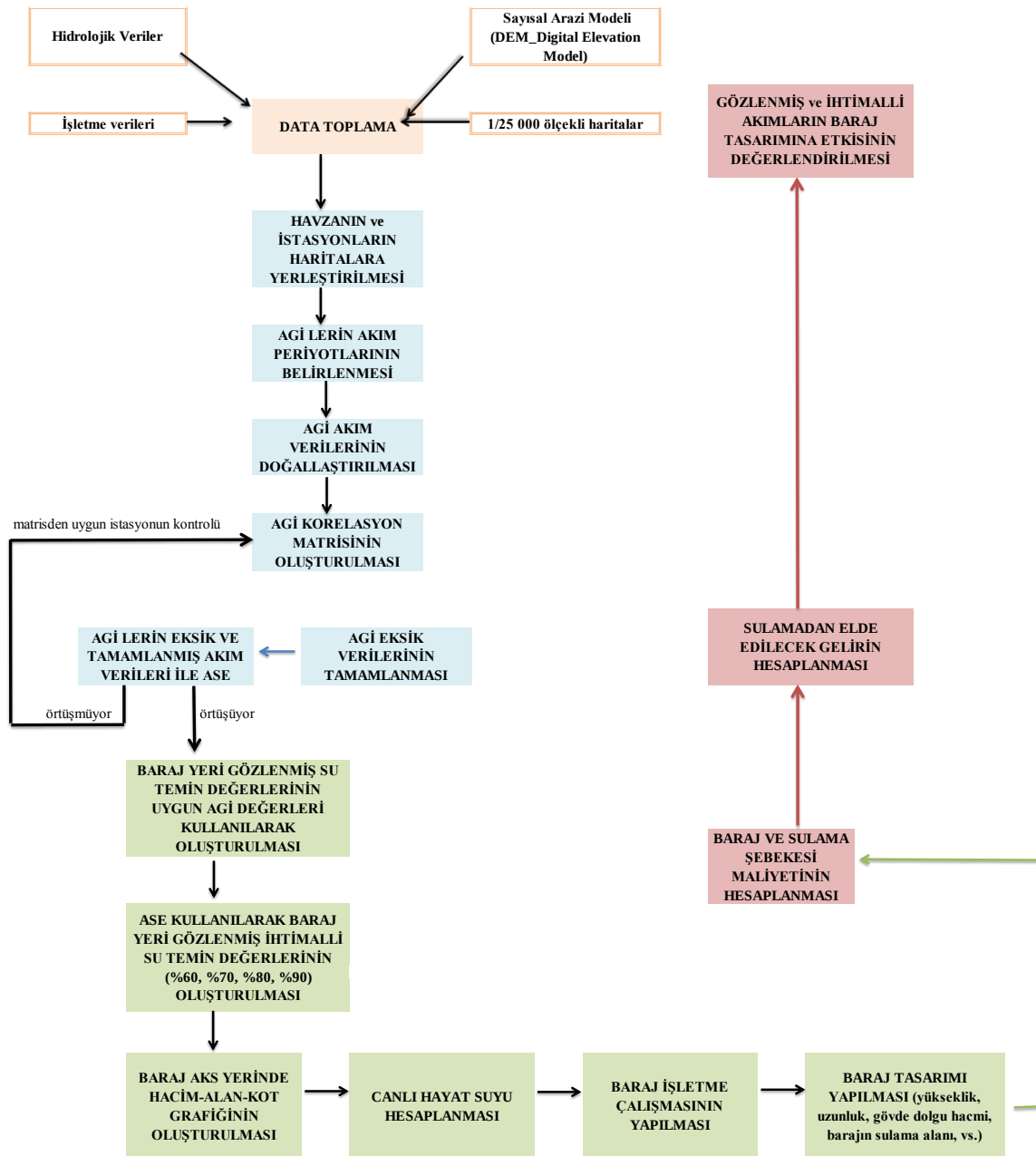
Barajların tümü yeknesaklık olması açısından sadece sulama amaçlı olarak işletilmiş ve gövde tipleri Kil ekirdekli Kaya Dolgu olarak tasarlanmıştır.

Baraj maliyeti, 2019 yılı fiyatlarıyla, baraj dolgusunun m³ fiyatı ile baraj dolgu hacminin çarpılması sonucunda bulunmuştur. Baraj maliyeti için, proje firmaları tarafından çalışılan “Kil ekirdekli Kaya Dolgu” gövde tipindeki barajların toplam keşif bedelleri (kazı işleri, dolgu işleri, ölçüm aletleri, enjeksiyon, nakliye, vb.) dikkate alınarak, ortalama 1 m³ dolgu maliyeti elde edilmiştir.

Yüksek basınçlı borulu sulama şebekesi maliyeti, 2019 yılı fiyatlarıyla hektar başına 3000 \$ alınarak hesaplanmıştır. Doların TL olarak bedeli 5,65 kabul edilmiştir. Bu şekilde sulama şebekesi maliyeti sulama alanı ile hektar maliyetinin çarpılması sonucunda bulunmuştur [15]. Sulama şebekesi maliyeti için, proje firmaları tarafından çalışılan yüksek basınçlı borulu şebekelerin toplam keşif bedelleri (kazı işleri, imalat işleri, değişik çaplarda boru döşenmesi, boru özel parçalarının döşenmesi ve alın kaynağı yapılması, boru ve kum-çakıl nakliyesi, vb.) dikkate alınarak, ortalama 1 ha sulama sahası maliyeti elde edilmiştir.

Sulama faydasından elde edilecek gelir ise hektara net gelir artışı ile barajda depolanacak hacimle sulanabilecek brüt sahanın çarpılması sonucunda bulunmuştur.

Böylece, bu tez çalışması ile değişik ihtimalli akımların baraj tasarımına, baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinde elde edilecek sulama faydasına etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında izlenen yöntemi gösteren akış şeması Şekil 5.1'deki gibidir.



Şekil 5. 1 Akış şeması

6. AKIM GÖZLEM İSTASYONU VERİLERİNİN ANALİZİ

Filyos Çayı ve Filyos Çayı'na mansaplanan yan dereler üzerinde toplam 26 adet AGİ bulunmaktadır. Bu istasyonlara ait aylık toplam akım değerleri DSİ Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü'nün Akım Yıllıklarından temin edilmiştir [14]. Türkiye'deki su yılı akım sonuçları, DSİ tarafından Akım Gözlem Yıllığı adı altında yayınlanmaktadır. Her yılda bir su yılı boyunca ölçülen debiler bulunmaktadır. Su yılı bir önceki yılın 1 Ekim'inden başlayıp, o yılın 30 Eylül'üne kadar sürer. Örneğin, 2000 su yılının başlangıcı 1 Ekim 1999, bitimi ise 30 Eylül 2000'dir.

Filyos Havzasındaki AGİ'lerin karakteristikleri ile bilgiler Bölüm 4'de verilmiştir (Bkz. Çizelge 4.1). Filyos Havzası içerisinde bulunan açık ve kapalı akım gözlem istasyonlarının akım periyotları ise akım yıllıklarından belirlenmiştir (Çizelge 6.1). Bu AGİ'lerden bazıları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

DSİ tarafından kurulmuş olan D13A004 Yumrukaya AGİ'nin 1961-1965, 1967-1969, 1971-1972 yılları olmak üzere toplam 10 yıl gözlenmiş akımları mevcuttur. 1972 yılında kapatılan AGİ'nin eksik verisi çok fazladır.

DSİ tarafından kurulmuş olan D13A008 Akkaya AGİ'nin 1961 Ocak-Eylül, 1962-1963, 1966-1969, 2005-2007, 2009 Ekim-Kasım ve Mart-Eylül, 2010 Nisan-Eylül, 2012-2013 ve 2015-2016 yıllarında ölçülmüş akımları mevcuttur. Ancak, 2005 yılından sonraki akımları Gölköy Barajı'na yapılan derivasyondan dolayı müdahalelidir. Gölköy Barajı derivasyon kanalına alınan sular ölçülmediğinden dolayı doğal hale getirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple D13A008 Akkaya AGİ'nin 2005 yılı ve sonrası akımları kullanılmamıştır.

DSİ tarafından kurulmuş olan D13A065 Büyüksu Çayı, Küplüce AGİ'nin 2004-2007, 2009 Ekim-Şubat, 2010 Aralık-Şubat ve Temmuz-Eylül, 2011-2016 yıllarında ölçülmüş akımları mevcuttur. D13A065 Küplüce AGİ'nin akım gözlemleri 1970 yılında işletmeye açılan Gölköy Barajı etkisinde olup, müdahalelidir. Akım değerlerini doğal hale getirmek için, Bolu Gölköy Barajı'ndan sulamaya, su ürünleri istasyonuna ve içme suyuna çekilen sular D13A065 Küplüce AGİ'nin gözlenmiş akımlarına eklenmiştir.

DSİ tarafından kurulmuş olan D13A070 Hızar Deresi, Bayramışlar AGİ'nin 2006-2016 yıllarında ölçülmüş akımları mevcuttur. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin membasında bulunan Çukurören, Yeniköy ve Hamzabey köylerinde su tüketimleri vardır. Su tüketimleri vatandaş tarafından dereden alınan sulama ve içme suyu için alınan sulardır. Bu su tüketimleri, D13A070 Bayramışlar AGİ'nin aylık toplam akım değerlerine eklenerek, müdahaleli akımlar doğal hale getirilmiştir.

EİE tarafından kurulmuş olan E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ'nin 1967-2011 yıllarında ölçülmüş 45 yıllık akımları mevcuttur. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin akım gözlemleri 1970 yılında işletmeye açılan Gölköy Barajı etkisinde olup, müdahalelidir. Akım değerlerini doğal hale getirmek için, Bolu Gölköy Barajı'ndan sulamaya, su ürünleri istasyonuna ve içme suyuna çekilen sular E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin gözlenmiş akımlarına eklenmiştir.

DSİ tarafından kurulmuş olan D13A064 Gerede Çayı, Bayramören AGİ'nin 2004-2008 Ekim-Ocak, 2009 Mayıs-Eylül, 2010 Şubat-Eylül ve 2011-2017 yıllarında akım değerleri mevcuttur. Yağış alanı 3002 km²'dir. Daha önceki yıllarda hemen hemen aynı konumda olan ve EİE tarafından kurulmuş E13A001 Dalgöz AGİ'nin 1953-1958, 1964-1971 yıllarında akım değerleri mevcuttur. Yağış alanı 2984,4 km²'dir. İki AGİ arasında önemli bir yan kol karışımı olmadığı için birbirinin devamı olarak kabul edilmiş ve akım değerleri birleştirilmiştir.

DSİ tarafından kurulmuş ve uzun süre ölçüm kayıtları olan Hacılar Deresi üzerindeki D13A036 Yalaközü AGİ, 1972 yılında ölçüm yapmaya başlamış olup, 42 yıldır kayıt yapmaktadır. Uzun süre ölçüm yapmış olmasına rağmen bu istasyonun da 4 yıl eksik verileri bulunmaktadır.

EİE tarafından kurulmuş E13A014 Soğanlı Çayı Karabük AGİ'nin, 1963'den 2011 yılına kadar 49 yıl aralıksız ölçüm kayıtları bulunmaktadır. 2012 yılında kapanmış olup, aynı yerde DSİ'ye ait D13A063 Soğanlı Çayı Karabük AGİ açılmıştır. 2012-2015 ve 2017 yıllarında D13A063 Karabük AGİ akımları kullanılmıştır. Bu iki AGİ birbirinin devamı olarak kabul edilmiş ve ölçümleri birleştirilmiştir.

EİE tarafından kurulmuş E13A033 Araç Çayı Karabük AGİ'nin, 1965'den 1998 yılına kadar 34 yıl aralıksız ölçüm kayıtları bulunmaktadır. 2012 yılında kapanmış olup, membasında yine EİE'ye ait E13A049 AGİ açılmıştır. 1999-2002, 2007-2008 ve 2010-2011 yıllarında E13A049 Karabük AGİ akımları kullanılmıştır. Bu iki AGİ birbirinin devamı olarak kabul edilmiş ve ölçümleri birleştirilmiştir.

Sonuç olarak, havzada bulunan istasyonlardan bazılarının birkaç yıl hariç uzun süreli ve düzenli kayıt yapmakta olduğu, bazılarının düzensiz ve eksik ölçüm yaptığı, bir kısmının ise kapatılmış oldukları tespit edilmiştir.

Akım gözlem istasyonlarının eksik olan yıllarındaki akımları tamamlayabilmek için havzadaki diğer istasyonların ölçümlerinden faydalanılmıştır. Filyos Havzasında dikkate alınan her bir AGİ'nin birbiriyle olan ilişkisini belirleyebilmek için korelasyon analizi uygulanmıştır. Ancak, akım gözlem istasyonlarından bazılarının akımları müdahaleli olduğu için, bu veriler öncelikle doğallaştırılmalıdır. Yani, bir akım gözlem istasyonu kurulup, ölçüm yapmaya başladıktan sonra, AGİ'nin membasında dereden herhangi bir su tüketimi olursa, bu durumda AGİ'ye gelen akımlar müdahaleli hale gelir ve doğallığını kaybeder. Böyle durumlarda, AGİ'de ölçülmeyen suların AGİ akımlarına ilave edilerek, AGİ akımlarını doğal hale getirmek gerekmektedir.

Doğallaştırma işleminden sonra, her bir AGİ'nin birbiriyle ilişkisini belirleyebilmek için korelasyon analizi yapılmış ve her bir korelasyon için 1. derece lineer, 1. derece logaritmik, yarılog, 2.derece polinom ve 2. derece logaritmik olmak üzere toplam 5 tane regresyon denklemi kurulmuştur. AGİ'ler arasında toplam 289 adet korelasyon yapılarak, 1465 adet regresyon denklemi oluşturulmuştur. AGİ'ler arasındaki en uygun korelasyonlar seçildikten sonra, Filyos Havzası'nda tez kapsamında çalışılan on baraj için su temin değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak istasyonların eksik yıllardaki verileri tamamlanmıştır. Tüm bu aşamalar aşağıdaki bölümlerde detaylıca açıklanmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

6.1. AGİ Eksik Akım Verilerinin Tamamlanması

Akım gözlem istasyonlarında çeşitli nedenlerle ölçülemeyen ve eksik kalan akım verilerinin tamamlanması, akarsular üzerinde planlanacak su yapılarının doğru tasarımı için gereklidir. Filyos Havzasındaki AGİ'lerin eksik akım verilerinin tamamlanabilmesi için havzadaki diğer istasyonların ölçümlerinden faydalanılarak, her bir AGİ'nin birbiriyle olan ilişkisini belirleyebilmek için korelasyon analizi uygulanmıştır. AGİ'lerden bazılarının akımları müdahaleli olduğu için, akımlar öncelikle doğallaştırılmalıdır. Doğallaştırma için, AGİ'de ölçülmeyen suların AGİ'nin gözlenmiş akımlarına ilave edilmesi gerekmektedir.

6.1.1. AGİ akım değerlerinin doğallaştırılması

Filyos Havzası'nda bulunan D13A070 Hızar Deresi Bayramışlar AGİ, E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ, D13A065 Büyüksu Çayı Küplüce AGİ ve D13A008 Mudurnu Çayı Akkaya (Akmina) AGİ'lerinin membasında su tüketimleri veya derivasyonlar olduğu için müdahalelidir ve doğal hale getirilmeleri gerekmektedir. Çünkü, AGİ'ler arasında sağlıklı bir korelasyon yapabilmek için AGİ verilerinin müdahalesiz ve doğal akış şartlarını temsil etmesi gereklidir. Müdahaleli akım değerleri DSİ, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı'ndan temin edilen veriler (su tüketimleri, derivasyon debileri) doğrultusunda doğal hale getirilmişlerdir.

Filyos Havzası'nda doğallaştırma işlemi yapılan AGİ'ler hakkında bilgiler aşağıda verilmiştir.

D13A008 Mudurnu Çayı, Akkaya (Akmina) AGİ akım değerlerinin doğal hale getirilmesi

D13A008 Akkaya AGİ'nin 1961 Ocak-Eylül, 1962-1963, 1966-1969, 2005-2007, 2009 Ekim-Kasım ve Mart-Eylül, 2010 Nisan-Eylül, 2012-2013 ve 2015-2016 yılları akımları mevcuttur. Ancak, 2005 yılından sonraki akımları, Gölköy Barajı'na yapılan derivasyondan dolayı müdahalelidir. Gölköy Barajı derivasyon kanalına alınan sular DSİ tarafından ölçülmediğinden dolayı doğal hale getirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple D13A008 Akkaya AGİ'nin 2005 yılı ve sonrası akımları kullanılmamıştır. Mudurnu Çayı'ndan baraja yapılan derivasyon Resim 6.1 ve Resim 6.2'de gösterilmiştir.

D13A065 Büyüksu Çayı, Küplüce AGİ akım değerlerinin doğal hale getirilmesi

D13A065 Küplüce AGİ akım gözlemleri 1970 yılında işletmeye açılan Gölköy Barajı etkisindedir (Resim 6.3). D13A065 Küplüce AGİ sulamaya, içme suyuna ve su ürünleri istasyonuna verilen sular nedeniyle doğal akımları kayıt edememektedir. 2004-2016 periyodunda ortalama aylık toplam gelmeyen sular D13A065 Küplüce AGİ'nin gözlenmiş akımlarına eklenerek doğal hale getirilmiştir. Akım değerlerini doğal hale getirmek için, Bolu Gölköy Barajı'nın DSİ, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığından temin edilen 2003-2017 periyodunda sulamaya, su ürünleri istasyonuna ve içme suyuna çekilen suların ortalaması alınmıştır. D13A065 Küplüce AGİ'de ölçülmüş müdahaleli akımlar Çizelge 6.2'de, AGİ'nin membasında Bolu Gölköy Barajı'ndan sulamaya, içme suyuna ve su ürünleri istasyonuna çekilen sular Çizelge 6.3'de, D13A065 Küplüce AGİ'nin doğal akım değerleri Çizelge 6.4'de verilmiştir.

D13A070 Hızar Deresi, Bayramışlar AGİ akım değerlerinin doğal hale getirilmesi

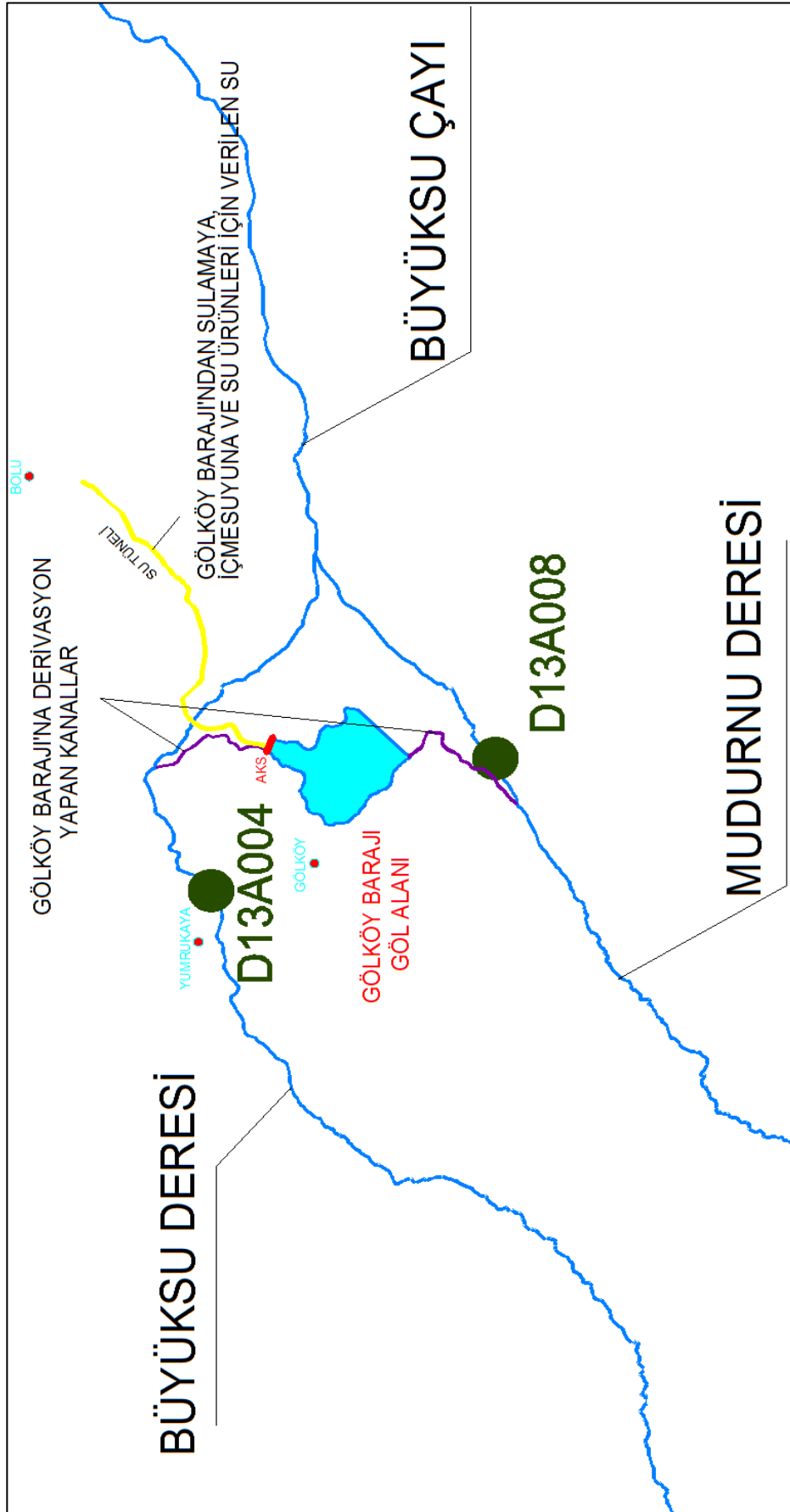
D13A070 Bayramışlar AGİ'nin, 2006-2016 gözlem periyodunda 11 yıllık akım değerleri mevcuttur. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin membasında bulunan köylerde su tüketimleri vardır (Bkz. Resim 6.3). Su tüketimleri vatandaş tarafından dereden alınan sulama ve içme suyu için alınan sulardır. DSİ, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı'ndan temin edilen su tüketimleri, D13A070 Bayramışlar AGİ aylık toplam akım değerlerine eklenerek doğal hale getirilmiştir. D13A070 Bayramışlar AGİ'de ölçülmüş müdahaleli akımlar Çizelge 6.5'de, AGİ'nin membasındaki su tüketimleri Çizelge 6.6'da, D13A070 Bayramışlar AGİ'nin doğal akım değerleri Çizelge 6.7'de verilmiştir.

E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ akım değerlerinin doğal hale getirilmesi

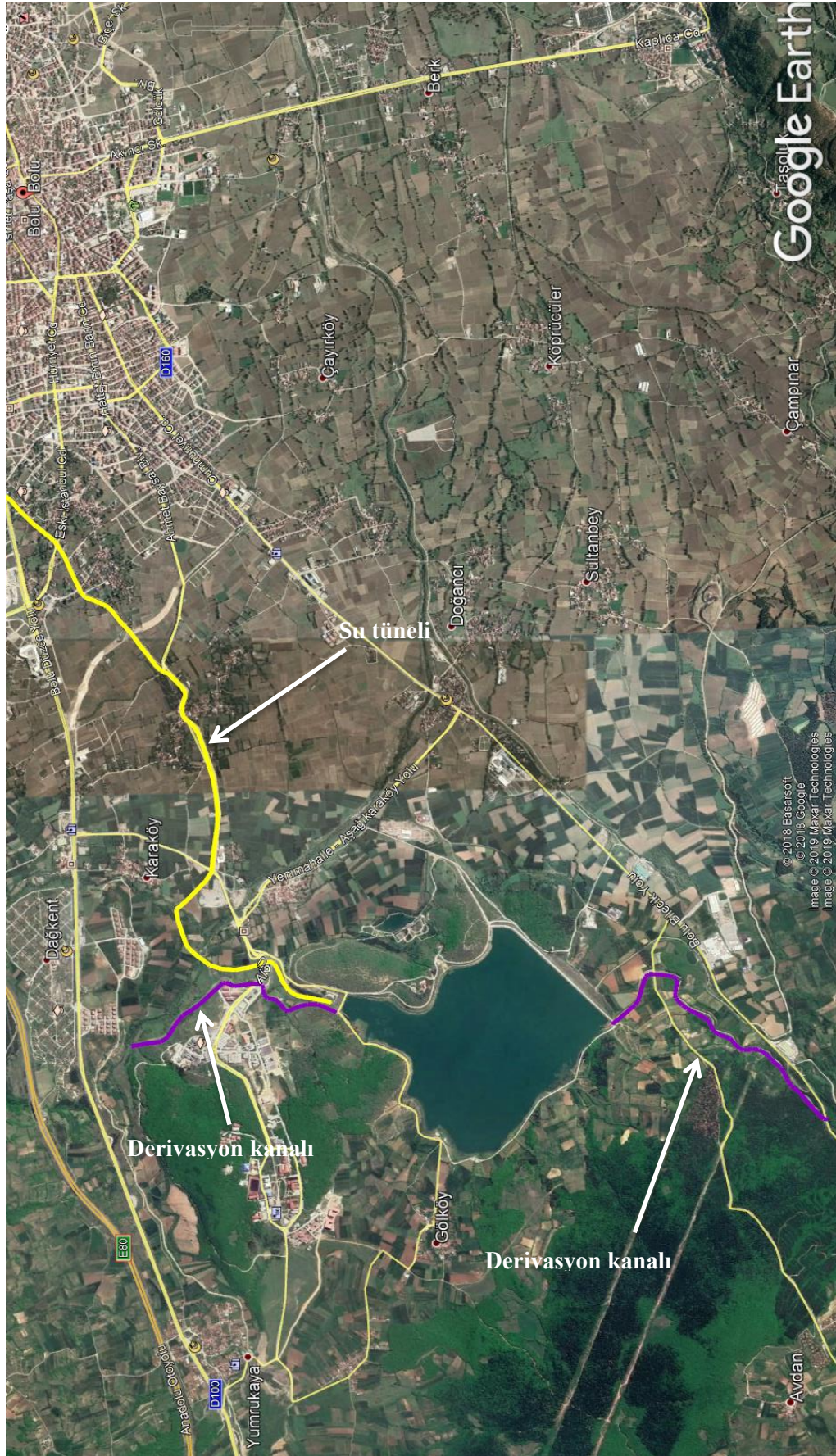
E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin 1967-2011 gözlem periyodunda 45 yıllık akım gözlemleri mevcuttur. Akım gözlemleri 1970 yılında işletmeye açılan Gölköy Barajı etkisindedir (Bkz. Resim 6.3). Akım değerlerini doğal hale getirmek için aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

Bolu Gölköy Barajı'nın DSİ, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığından temin edilen 2003-2017 periyodunda sulamaya, su ürünleri istasyonuna ve içme suyuna çekilen suların

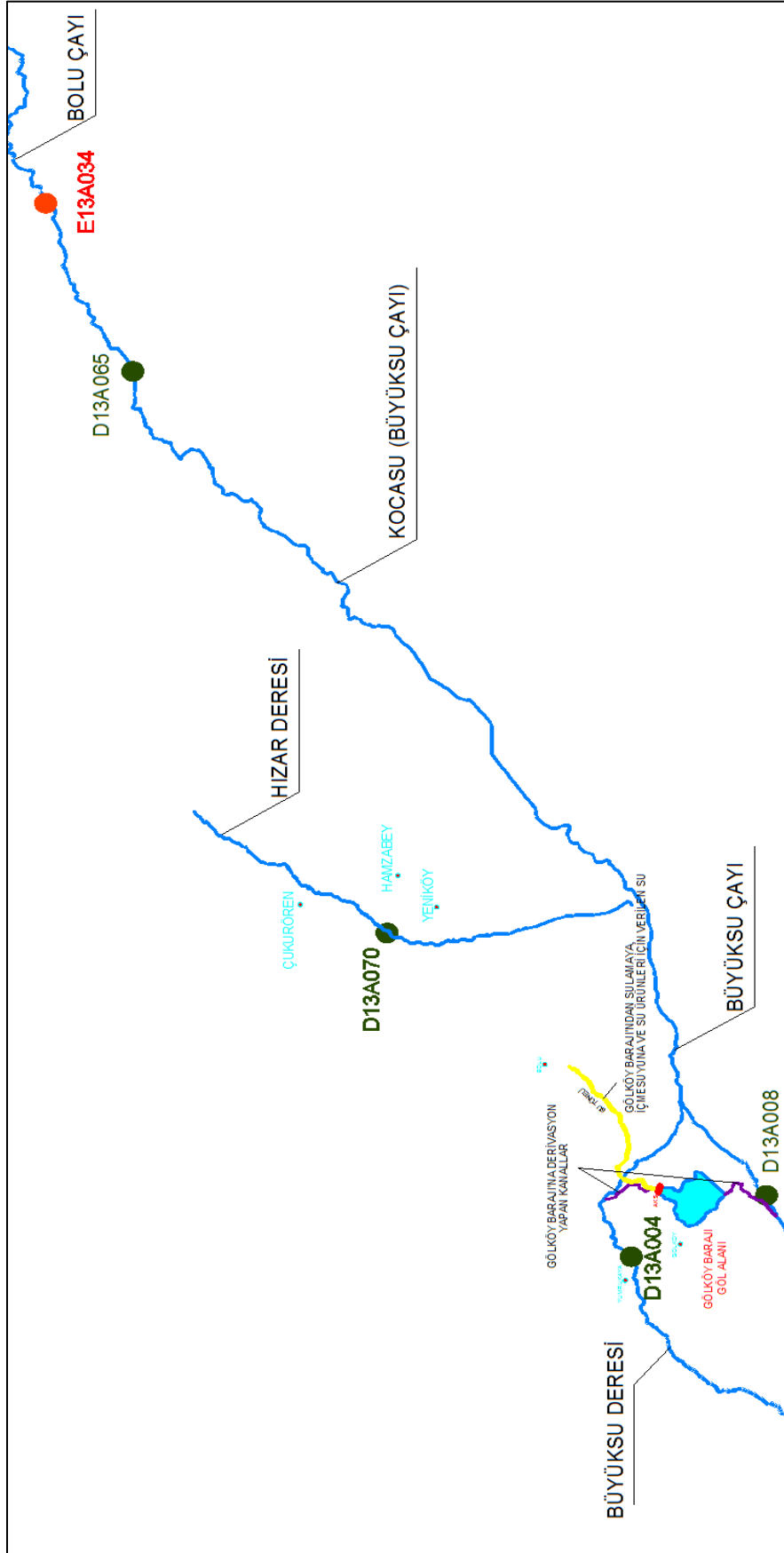
ortalaması alınmıştır. Bolu Gölköy Barajı'ndan E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'ye gelmeyen sular, sulama suyu, içme suyunun % 20 si ve su ürünleri istasyonuna verilen sulardır. 2003-2017 periyodunda ortalama aylık toplam gelmeyen sular E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin gözlenmiş akımlarına eklenerek doğal hale getirilmiştir. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'de ölçülmüş müdahaleli akımlar Çizelge 6.8'de verilmiştir. E13A034 AGİ'nin membasında Bolu Gölköy Barajı'ndan sulamaya, içme suyuna ve su ürünleri istasyonuna çekilen sular D13A065 Küplüce AGİ'nin doğallaştırılması kapsamında anlatılmıştır (Bkz. Çizelge 6.3). E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin doğal akım değerleri Çizelge 6.9'da verilmiştir.



Resim 6.1. Gökçöy Barajı'na yapılan derivasyonlar ve sulamaya giden tünel



Resim 6.2. Gököy Barajı'na derivasyon yapan kanallar



Resim 6.3. Gökçü Barajı'ndan dolayı müdahaleli AGİ'ler

Çizelge 6.2. D13A065 Küplüce AGİ'nin ölçülmüş müdahaleli akımları

İSTASYON İSMİ			D13A065 BÜYÜKSU ÇAYI KÜPLÜCE KÖPRÜSÜ							İŞLETEN İDARE		DSİ	
BÖLGE-HAVZA			13. BATI KARADENİZ HAVZASI										
GÖZLENMİŞ AYLIK TOPLAM AKIM (hm ³)													
YIL	EKİ	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	TOP
2004	7	8,63	10,1	26,1	36,9	62,3	36,7	26,7	23,5	9,24	7,77	5,48	260,42
2005	6,64	7,49	14,1	19,3	19,9	46,2	35,1	28,4	23,8	10,2	6,97	7,53	225,63
2006	10,6	15	12,3	14,2	31,3	51,2	21,5	16	8,47	6,68	4,34	4,26	195,85
2007	5,97	9,79	11,5	16,2	20	40,8	26,6	16,5	10,3	5,84	3,74	3,02	170,26
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	5,86	4,22	8,19	19,4	26,3	-	-	-	-	-	-	-	63,97
2010	-	-	11	12,6	51,1	-	-	-	-	14,8	8,01	6,42	103,93
2011	8,51	5,72	6,93	9,18	8,24	27,1	41,4	28	27,5	11,7	8,11	4,92	187,31
2012	6,43	5,74	7,54	9,09	11,9	34,8	68,4	17	12,3	9,17	8,09	5,6	196,06
2013	5,74	6,24	8,63	12,9	14	26,3	30,9	18,6	9,49	7,24	6,23	5,18	151,45
2014	9,52	5,72	6,15	7,64	6,59	10,6	7,91	15	23,4	4,92	4,9	6,14	108,49
2015	5,91	6,93	12,8	26,47	46,05	42,19	44,37	26,37	31,17	16,07	10,17	7,62	276,12
2016	9,09	7,31	8,47	24,09	40,26	28,94	21,39	22,18	11,7	6,92	6,15	5,35	191,85

Çizelge 6.3. Gölköy Barajı'ndan çekilen yıllık ortalama sular (2003-2017)

BOLU GÖLKÖY BARAJI'NDAN SULAMAYA ÇEKİLEN SULAR															Birim: hm ³		Yıllık Toplam
Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Birim: hm ³			
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Toplam			
	Ortalama	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,321	4,553	7,740	4,020	0,887	18,521			
BOLU GÖLKÖY BARAJI'NDAN SU ÜRÜNLERİ İSTASYONUNA ÇEKİLEN SULAR															Birim: hm ³		Yıllık Toplam
Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Birim: hm ³			
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Toplam			
	Ortalama	0,069	0,060	0,062	0,062	0,056	0,062	0,060	0,054	0,059	0,060	0,060	0,051	0,715			
BOLU GÖLKÖY BARAJI'NDAN İÇME + KULLANMA SUYU İÇİN ÇEKİLEN SULAR															Birim: hm ³		Yıllık Toplam
Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Birim: hm ³			
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Toplam			
	Ortalama	0,992	0,960	0,992	0,991	0,896	0,992	0,960	0,992	0,960	0,992	0,992	0,948	11,667			
	% 20 İçme S.	0,198	0,192	0,198	0,198	0,179	0,198	0,192	0,198	0,192	0,198	0,198	0,190	2,333			
BOLU GÖLKÖY BARAJI'NDAN MANSABA GELMEYEN ORTALAMA SULAR															Birim: hm ³		Yıllık Toplam
Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Birim: hm ³			
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Toplam			
	% 20 İçme S. + Sulama S. + Su Ürünleri İst.	0,267	0,252	0,260	0,260	0,236	0,260	0,252	1,573	4,804	7,999	4,279	1,127	21,570			

Çizelge 6.4. D13A065 Küplüce AGİ'nin doğal akımları

İSTASYON İSMİ			D13A065 BÜYÜKSU ÇAYI KÜPLÜCE KÖPRÜSÜ							İŞLETEN İDARE		DSİ	
BÖLGE-HAVZA			13. BATI KARADENİZ HAVZASI										
AYLIK TOPLAM DOĞAL AKIM (hm ³)													
YIL	EKİ	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	TOP
2004	7,27	8,88	10,36	26,36	37,14	62,56	36,95	28,27	28,30	17,24	12,05	6,61	281,99
2005	6,91	7,74	14,36	19,56	20,14	46,46	35,35	29,97	28,60	18,20	11,25	8,66	247,20
2006	10,87	15,25	12,56	14,46	31,54	51,46	21,75	17,57	13,27	14,68	8,62	5,39	217,42
2007	6,24	10,04	11,76	16,46	20,24	41,06	26,85	18,07	15,10	13,84	8,02	4,15	191,83
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	6,13	4,47	8,45	19,66	26,54	-	-	-	-	-	-	-	65,25
2010	-	-	11,26	12,86	51,34	-	-	-	-	22,80	12,29	7,55	118,09
2011	8,78	5,97	7,19	9,44	8,48	27,36	41,65	29,57	32,30	19,70	12,39	6,05	208,88
2012	6,70	5,99	7,80	9,35	12,14	35,06	68,65	18,57	17,10	17,17	12,37	6,73	217,63
2013	6,01	6,49	8,89	13,16	14,24	26,56	31,15	20,17	14,29	15,24	10,51	6,31	173,02
2014	9,79	5,97	6,41	7,90	6,83	10,86	8,16	16,57	28,20	12,92	9,18	7,27	130,06
2015	6,18	7,18	13,06	26,73	46,29	42,45	44,62	27,94	35,97	24,07	14,45	8,75	297,69
2016	9,36	7,56	8,73	24,35	40,50	29,20	21,64	23,75	16,50	14,92	10,43	6,48	213,42

Çizelge 6.5. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin ölçülmüş müdahaleli akımları

İSTASYON İSMİ			D13A070 HIZAR DERESİ BAYRAMIŞLAR KÖPRÜSÜ							İŞLETEN İDARE		DSİ	
BÖLGE-HAVZA			13. BATI KARADENİZ HAVZASI										
GÖZLENMİŞ AYLIK TOPLAM AKIM (hm ³)													
YIL	EKİ	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	TOP
2006	0,346	0,717	0,706	0,778	1,35	1,41	0,677	0,559	0,244	0,14	0,087	0,166	7,200
2007	0,303	0,472	0,416	0,755	0,875	1,05	0,782	0,588	0,338	0,052	0,045	0,088	5,800
2008	0,154	0,288	0,351	0,276	0,357	1,53	0,68	0,52	0,206	0,024	0,013	0,09	4,500
2009	0,129	0,156	0,278	0,671	0,637	2,29	1,05	0,726	0,29	0,273	0,12	0,277	6,900
2010	0,341	0,38	0,524	0,492	1,94	1,73	1,19	0,959	0,596	0,373	0,134	0,139	8,800
2011	0,548	0,373	0,387	0,543	0,531	0,808	2,15	0,995	0,798	0,296	0,162	0,154	7,700
2012	0,244	0,44	0,511	0,551	0,561	1,72	2,46	0,785	0,292	0,141	0,137	0,139	8,000
2013	0,15	0,302	0,391	0,476	0,43	0,536	0,679	0,455	0,123	0,021	0,014	0,045	3,600
2014	0,202	0,21	0,274	0,368	0,296	0,501	0,493	0,709	0,514	0,106	0,081	0,151	3,900
2015	0,27	0,34	0,5	0,95	1,41	0,73	0,76	0,73	0,71	0,19	0,21	0,22	7,020
2016	0,27	0,31	0,4	1,25	1,58	0,61	0,47	0,61	0,33	0,13	0,13	0,17	6,260

Çizelge 6.6. D13A070 Bayramışlar AĞI'nin membasındaki su tüketimleri

Sıra No	Su Kullanımı	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	Çukurören Köyü içme suyu tüketimi (hm ³)	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0131
2	Çukurören Köyünden AĞI'ye gelmeyen sular (hm ³) (%20 x içme suyu)	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,00262
3	Yeniköy içme suyu (başka havzaya aktarıyor)	0,0020	0,0019	0,0020	0,0020	0,0018	0,0020	0,0019	0,0020	0,0019	0,0020	0,0020	0,0019	0,0234
4	Çukurören Köyü SSI (m ³ /ha)								181,95	323,01	935,67	1002,13	171,45	2614,21
5	Çukurören Köyü sulama suyu (hm ³)								0,0055	0,0097	0,0281	0,0301	0,0051	0,0784
6	Çukurören Köyü Sulamasından AĞI'ye gelmeyen sular (hm ³)								0,0050	0,0088	0,0255	0,0274	0,0047	0,0714
7	Yeniköy ve Hanzabey SSI (m ³ /ha)								132,12	267,18	804,98	864,27	137,22	2205,77
8	Yeniköy ve Hanzabey sulama suyu (hm ³) (AĞI'ye gelmiyor)								0,0092	0,0187	0,0563	0,0605	0,0096	0,1544
9	Bolu içme suyu için alınan su (hm ³)	0,0268	0,0259	0,0268	0,0268	0,0242	0,0268	0,0259	0,0268	0,0259	0,0268	0,0268	0,0259	0,3154
10	TOPLAM (2+3+6+8+9) (hm ³)	0,0290	0,0280	0,0290	0,0290	0,0262	0,0290	0,0280	0,0433	0,0555	0,1109	0,1169	0,0423	0,5672

Çizelge 6.7. D13A070 Bayramışlar AGİ'nin doğal akımları

İSTASYON İSMİ			D13A070 HIZAR DERESİ BAYRAMIŞLAR KÖPRÜSÜ							İŞLETEN İDARE		DSİ	
BÖLGE-HAVZA			13. BATI KARADENİZ HAVZASI										
AYLIK TOPLAM DOĞAL AKIM (hm ³)													
YIL	EKI	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NIS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	TOP
2006	0,375	0,745	0,735	0,807	1,376	1,439	0,705	0,602	0,29952	0,251	0,204	0,208	7,747
2007	0,332	0,5	0,445	0,784	0,901	1,079	0,81	0,631	0,39352	0,163	0,162	0,13	6,331
2008	0,183	0,316	0,38	0,305	0,383	1,559	0,708	0,563	0,26152	0,135	0,13	0,132	5,056
2009	0,158	0,184	0,307	0,7	0,663	2,319	1,078	0,769	0,34552	0,384	0,237	0,319	7,464
2010	0,37	0,408	0,553	0,521	1,966	1,759	1,218	1,002	0,65152	0,484	0,251	0,181	9,365
2011	0,577	0,401	0,416	0,572	0,557	0,837	2,178	1,038	0,85352	0,407	0,279	0,196	8,312
2012	0,273	0,468	0,54	0,58	0,587	1,749	2,488	0,828	0,34752	0,252	0,254	0,181	8,548
2013	0,179	0,33	0,42	0,505	0,456	0,565	0,707	0,498	0,17852	0,132	0,131	0,087	4,189
2014	0,231	0,238	0,303	0,397	0,322	0,53	0,521	0,752	0,56952	0,217	0,198	0,193	4,472
2015	0,299	0,368	0,529	0,979	1,436	0,759	0,788	0,773	0,76552	0,301	0,327	0,262	7,587
2016	0,299	0,338	0,429	1,279	1,606	0,639	0,498	0,653	0,38552	0,241	0,247	0,212	6,827

Çizelge 6.8. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin ölçülmüş müdahaleli akımları

İSTASYON İSMİ			E13A034 BOLU ÇAYI BEŞDEĞİRMENLER KÖYÜ							İŞLETEN İDARE		DSİ	
BÖLGE-HAVZA			13. BATI KARADENİZ HAVZASI										
AYLIK TOPLAM DOĞAL AKIM (hm³)													
YIL	EKI	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NIS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	TOP
1967	4,75	4,86	7,06	16,4	11,3	41,8	50,1	40,7	16,7	6,57	4,83	4,82	209,89
1968	6,36	6,52	36,6	46,6	62,7	98,7	87,7	43,9	22	10,1	9,49	10,9	441,57
1969	11,7	10,9	13,4	18,4	28,5	36,5	47,5	39,8	14,5	8,62	5,21	4,67	239,7
1970	5,39	8,18	13,4	14,1	31,2	37,3	42,1	25,4	18,1	6,56	5,01	5,29	212,03
1971	6,08	6,4	16,1	33,8	23,3	46,1	53,5	48,7	38,2	11,1	6,11	6,32	295,71
1972	7,73	7,21	22	22,6	26,7	48,6	42,9	24,7	37,3	24,3	13,3	12,8	290,14
1973	25,1	22,7	16,4	17,8	42,2	45	39,6	24,8	18,3	10,1	7,4	5,21	274,61
1974	7,95	17,1	25,1	9,92	30,1	44,5	36,8	44,3	20,2	10	9,42	8,43	263,82
1975	6,75	7,15	10,4	11,7	17,1	40,3	28,7	70,2	23,3	12,4	12,2	7,88	248,08
1976	9	9,59	41,9	21,2	20,1	34,9	42,3	22,5	14,6	6,48	6,91	6,1	235,58
1977	7,51	6,86	19,8	13,2	17,6	32,5	23,4	15,3	8,19	4,83	3,81	4,3	157,3
1978	5,08	7,06	6,72	17,9	35,8	28,7	45,3	25,9	9,43	7,68	6,49	5,38	201,44
1979	6,72	6,49	14,8	38,3	38,8	21,4	23	22,2	25,6	13,7	6,68	6,12	223,81
1980	6,34	10,2	25,7	29,9	28,3	57,6	55,6	43,1	17,3	6,46	6,77	6,17	293,44
1981	7,63	13,8	33,9	37	33,8	71,6	39	39,6	16	8,91	6,32	6,29	313,85
1982	7,17	10,7	34,3	40,3	18,3	40,1	47,1	30,6	23	10,3	10,2	7,91	279,98
1983	7,39	7,33	7,61	14,6	33,2	49,4	39,6	18,6	16	17,1	16,9	7,52	235,25
1984	9,99	27,1	27,4	23,8	23,8	35,2	46,9	36,2	15,1	8,86	8,53	5,76	268,64
1985	5,65	9,85	10,9	17	25,1	49,3	46,7	29	16,4	7,52	5,29	4,85	227,56
1986	8,52	7,67	20,8	52,9	45,6	42,3	26,1	21,4	13,9	6,48	4,49	4,47	254,63
1987	4,62	6,42	12	35,2	30	31,5	48,7	35,9	20	9,4	6,73	4,56	245,03
1988	7,09	11,4	18,2	18,9	14,8	33,9	34,3	17,8	19,4	12,2	5,04	4,05	197,08
1989	5,86	17,7	19	14,7	26,2	41,5	16,1	11,5	12,6	5,48	4,77	3,93	179,34
1990	6,55	18,3	22,5	16	18,2	27,6	33,6	45,3	18,3	7,31	5,48	5,81	224,95
1991	7,31	7,94	11,9	11,7	20,2	34	25,3	26,6	29,2	22,3	8,47	8,35	213,27
1992	7,67	7,28	12,8	13,3	16,6	54,1	89,5	31,3	14,2	11	5,56	3,97	267,28
1993	6,57	10,8	23	18,5	29,4	65,8	55,1	41,2	14,9	6,42	6,87	5,03	283,59
1994	5,62	7,56	10,3	8,8	11,4	14	10,1	11,7	4,95	3,23	2,89	2,49	93,04
1995	2,95	6,28	15,3	37,5	19,1	36,1	50,8	24,7	11,4	12,9	6,64	5,72	229,39
1996	8,99	11,8	21,1	16,8	23,7	32,8	52,6	26,1	13,1	6,27	5,12	5,64	224,02
1997	12,1	7,57	9,42	19,2	18,4	27,8	106	61,9	26,6	12,4	19,1	9,27	329,76
1998	15,2	16,5	32,5	34,2	62,5	40,9	58,1	73,7	47,4	18,5	10,1	8,68	418,28
1999	10,5	10,7	14,9	12,3	27,8	44,4	30,6	13,4	17,8	11,8	7,93	8,29	210,42
2000	8,14	12,5	16,8	12	22,5	56,6	94,2	33,9	37,1	11	10,2	8,3	323,24
2001	8,96	7,52	9,28	8,21	9,82	18,1	16,5	30,1	8,23	6,16	5,86	4,85	133,59
2002	5,38	11,5	34,2	21,5	24,8	33,6	56,9	21,3	24	16,1	7,14	6,21	262,63
2003	6,89	7,23	6,44	15,4	16,9	20,4	39,6	13	6,31	5,76	4,29	4,06	146,28
2004	5,89	6,98	8,03	26,5	36,6	70,4	56,8	33,7	24,6	8,48	7,1	5,21	290,29
2005	5,45	6,02	10,7	14,2	10,8	29,8	29,8	23,8	22,4	12,5	8,13	6,96	180,56
2006	8,02	12,8	8	9,96	30	54,6	21,5	14,5	6,75	5,42	4,2	4,54	180,29
2007	6,21	15,6	6,67	13,8	14,5	33,3	30,1	14,5	9,54	4,61	4,24	3,11	156,18
2008	2,67	3,62	6,36	4,85	6,49	44,6	19,9	12,2	7,45	4,19	4,22	4,62	121,17
2009	4,39	4,1	6,52	20,1	25,9	49,8	39	24,8	10,3	14,4	6,27	5,34	210,92
2010	5,24	6,69	10,3	12,2	50,2	40,1	32,9	14,4	8,72	1,57	0,846	3,5	186,666
2011	1,2	0,605	0,755	0,815	0,49	9,47	13,9	4,29	8,89	3,18	2,09	1,86	47,545

Çizelge 6.9. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin doğal akımları

İSTASYON İSMİ			E13A034 BOLU ÇAYI BEŞDEĞİRMENLER KÖYÜ							İŞLETEN İDARE		DSİ	
BÖLGE-HAVZA			13. BATI KARADENİZ HAVZASI										
AYLIK TOPLAM DOĞAL AKIM (hm ³)													
YIL	EKİ	KAS	ARA	OCA	ŞUB	MAR	NIS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	TOP
1967	4,75	4,86	7,06	16,40	11,30	41,80	50,10	40,70	16,70	6,57	4,83	4,82	209,89
1968	6,36	6,52	36,60	46,60	62,70	98,70	87,70	43,90	22,00	10,10	9,49	10,90	441,57
1969	11,70	10,90	13,40	18,40	28,50	36,50	47,50	39,80	14,50	8,62	5,21	4,67	239,70
1970	5,66	8,43	13,66	14,36	31,44	37,56	42,35	26,97	22,90	14,56	9,29	6,42	233,60
1971	6,35	6,65	16,36	34,06	23,54	46,36	53,75	50,27	43,00	19,10	10,39	7,45	317,28
1972	8,00	7,46	22,26	22,86	26,94	48,86	43,15	26,27	42,10	32,30	17,58	13,93	311,71
1973	25,37	22,95	16,66	18,06	42,44	45,26	39,85	26,37	23,10	18,10	11,68	6,34	296,18
1974	8,22	17,35	25,36	10,18	30,34	44,76	37,05	45,87	25,00	18,00	13,70	9,56	285,39
1975	7,02	7,40	10,66	11,96	17,34	40,56	28,95	71,77	28,10	20,40	16,48	9,01	269,65
1976	9,27	9,84	42,16	21,46	20,34	35,16	42,55	24,07	19,40	14,48	11,19	7,23	257,15
1977	7,78	7,11	20,06	13,46	17,84	32,76	23,65	16,87	12,99	12,83	8,09	5,43	178,87
1978	5,35	7,31	6,98	18,16	36,04	28,96	45,55	27,47	14,23	15,68	10,77	6,51	223,01
1979	6,99	6,74	15,06	38,56	39,04	21,66	23,25	23,77	30,40	21,70	10,96	7,25	245,38
1980	6,61	10,45	25,96	30,16	28,54	57,86	55,85	44,67	22,10	14,46	11,05	7,30	315,01
1981	7,90	14,05	34,16	37,26	34,04	71,86	39,25	41,17	20,80	16,91	10,60	7,42	335,42
1982	7,44	10,95	34,56	40,56	18,54	40,36	47,35	32,17	27,80	18,30	14,48	9,04	301,55
1983	7,66	7,58	7,87	14,86	33,44	49,66	39,85	20,17	20,80	25,10	21,18	8,65	256,82
1984	10,26	27,35	27,66	24,06	24,04	35,46	47,15	37,77	19,90	16,86	12,81	6,89	290,21
1985	5,92	10,10	11,16	17,26	25,34	49,56	46,95	30,57	21,20	15,52	9,57	5,98	249,13
1986	8,79	7,92	21,06	53,16	45,84	42,56	26,35	22,97	18,70	14,48	8,77	5,60	276,20
1987	4,89	6,67	12,26	35,46	30,24	31,76	48,95	37,47	24,80	17,40	11,01	5,69	266,60
1988	7,36	11,65	18,46	19,16	15,04	34,16	34,55	19,37	24,20	20,20	9,32	5,18	218,65
1989	6,13	17,95	19,26	14,96	26,44	41,76	16,35	13,07	17,40	13,48	9,05	5,06	200,91
1990	6,82	18,55	22,76	16,26	18,44	27,86	33,85	46,87	23,10	15,31	9,76	6,94	246,52
1991	7,58	8,19	12,16	11,96	20,44	34,26	25,55	28,17	34,00	30,30	12,75	9,48	234,84
1992	7,94	7,53	13,06	13,56	16,84	54,36	89,75	32,87	19,00	19,00	9,84	5,10	288,85
1993	6,84	11,05	23,26	18,76	29,64	66,06	55,35	42,77	19,70	14,42	11,15	6,16	305,16
1994	5,89	7,81	10,56	9,06	11,64	14,26	10,35	13,27	9,75	11,23	7,17	3,62	114,61
1995	3,22	6,53	15,56	37,76	19,34	36,36	51,05	26,27	16,20	20,90	10,92	6,85	250,96
1996	9,26	12,05	21,36	17,06	23,94	33,06	52,85	27,67	17,90	14,27	9,40	6,77	245,59
1997	12,37	7,82	9,68	19,46	18,64	28,06	106,25	63,47	31,40	20,40	23,38	10,40	351,33
1998	15,47	16,75	32,76	34,46	62,74	41,16	58,35	75,27	52,20	26,50	14,38	9,81	439,85
1999	10,77	10,95	15,16	12,56	28,04	44,66	30,85	14,97	22,60	19,80	12,21	9,42	231,99
2000	8,41	12,75	17,06	12,26	22,74	56,86	94,45	35,47	41,90	19,00	14,48	9,43	344,81
2001	9,23	7,77	9,54	8,47	10,06	18,36	16,75	31,67	13,03	14,16	10,14	5,98	155,16
2002	5,65	11,75	34,46	21,76	25,04	33,86	57,15	22,87	28,80	24,10	11,42	7,34	284,20
2003	7,16	7,48	6,70	15,66	17,14	20,66	39,85	14,57	11,11	13,76	8,57	5,19	167,85
2004	6,16	7,23	8,29	26,76	36,84	70,66	57,05	35,27	29,40	16,48	11,38	6,34	311,86
2005	5,72	6,27	10,96	14,46	11,04	30,06	30,05	25,37	27,20	20,50	12,41	8,09	202,13
2006	8,29	13,05	8,26	10,22	30,24	54,86	21,75	16,07	11,55	13,42	8,48	5,67	201,86
2007	6,48	15,85	6,93	14,06	14,74	33,56	30,35	16,07	14,34	12,61	8,52	4,24	177,75
2008	2,94	3,87	6,62	5,11	6,73	44,86	20,15	13,77	12,25	12,19	8,50	5,75	142,74
2009	4,66	4,35	6,78	20,36	26,14	50,06	39,25	26,37	15,10	22,40	10,55	6,47	232,49
2010	5,51	6,94	10,56	12,46	50,44	40,36	33,15	15,97	13,52	9,57	5,12	4,63	208,24
2011	1,47	0,86	1,02	1,08	0,73	9,73	14,15	5,86	13,69	11,18	6,37	2,99	69,11

6.1.2. Filyos havzasında bulunan AGİ'lerin korelasyon analizi

Akım gözlem istasyonlarının eksik olan akımlarını tamamlayabilmek için havzadaki AGİ istasyonları arasındaki bağıllık ilişkisi korelasyon analizi yapılarak tespit edilmeye çalışılmıştır.

Korelasyon katsayısı iki özellik arasındaki ilişkinin anlamlılığını ölçer. Korelasyon analizi ise bu katsayıyı bulmak için yapılır. Yani, değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığını, bir ilişki varsa bu ilişkinin derecesini ve yönünü tespit edebilmek için korelasyon analizi uygulanmaktadır. Korelasyon katsayısı ise x ile y arasındaki doğrusal ilişkinin derecesini vermektedir. Bu katsayı, +1 ile -1 arasında değerler almakta olup, r ile gösterilir ve birimi yoktur. Lineer korelasyon katsayısı Eş. 6.1 ile hesaplanmaktadır [18].

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x \sum y)}{n}}{\sqrt{[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}][\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}]}} \quad (6.1)$$

Burada;

x = bağımsız değişken olarak seçilen AGİ'nin akım verileri

y = bağımlı değişken olarak seçilen AGİ'nin akım verileri

x^2, y^2 = x ve y istasyonlarının aynı tarihte ölçülmüş akım değerlerinin karesi

n = x ve y istasyonlarının aynı tarihte ölçülmüş akım değerlerinin sayısı

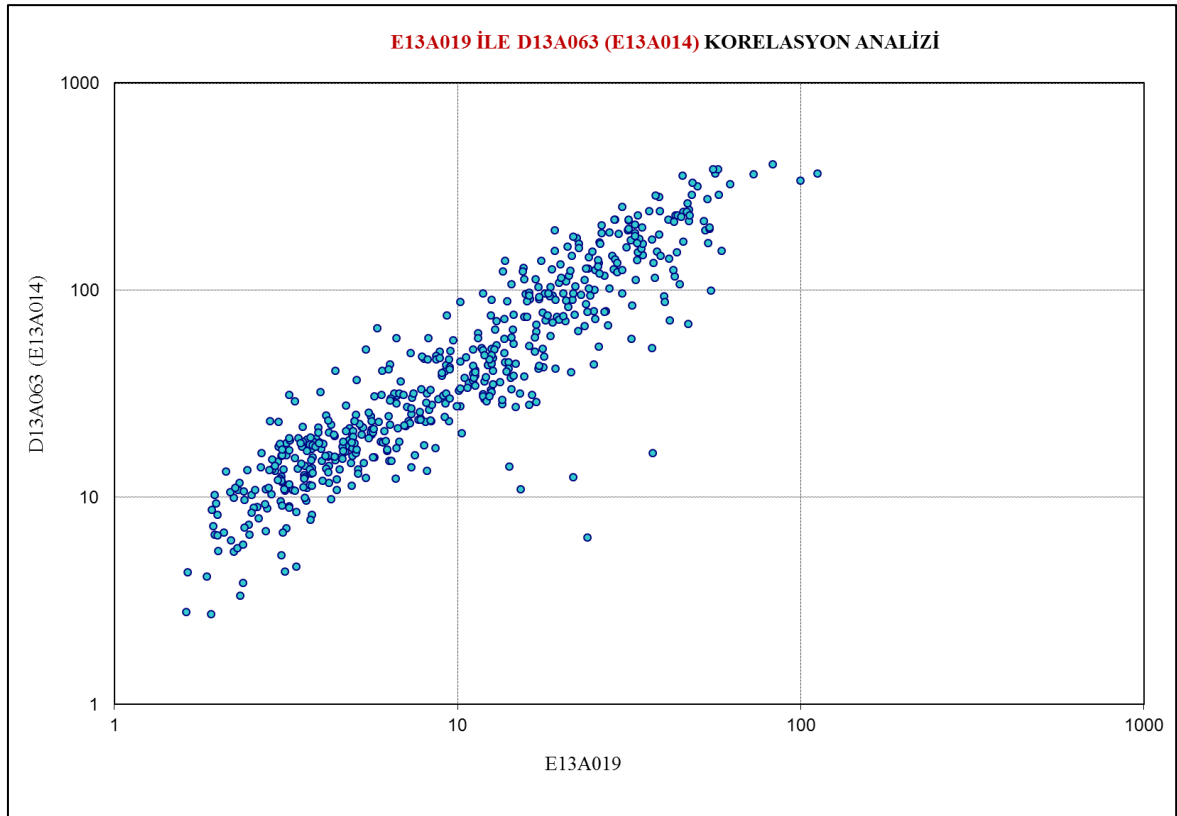
r = x ve y istasyonları arasındaki korelasyon katsayısı

Havzada bulunan AGİ'ler arasında toplam 325 adet korelasyon analizi yapılması gereklidir. Korelasyon analizinin gerçekleştirilebilmesi için, iki AGİ'nin eş zamanlı ölçüm verisine sahip olması gerekmektedir. Eş zamanlı ölçümleri olmadığı için, 36 adet korelasyon analizi yapılamamıştır. Geriye kalan 289 adet anlamlı korelasyon analizi yapılabilmektedir. Ayrıca, iki AGİ arasındaki korelasyon analizi değerlendirilirken, aşağıdaki durumlar dikkate alınmıştır.

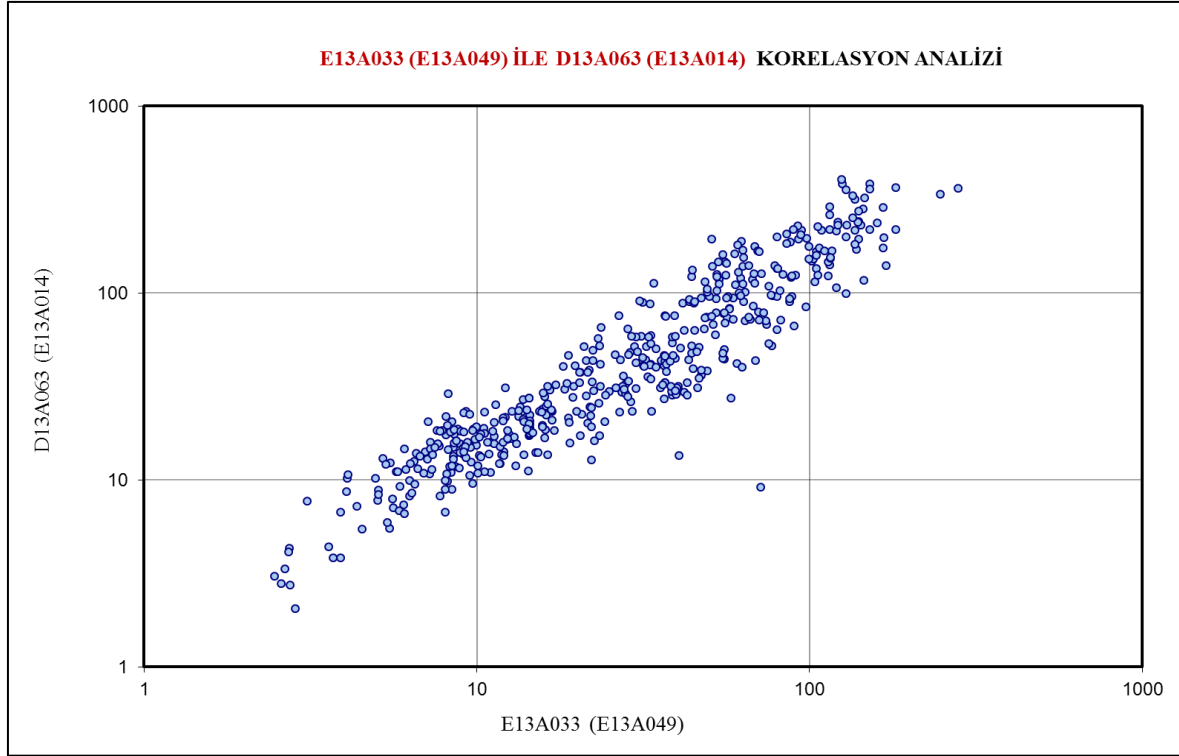
- memba-mansap ilişkisi
- aynı kol üzerinde olup olmadıkları
- ana kol veya yan kol üzerinde bulunmaları durumu
- birbirlerine olan uzaklıkları
- havza alanlarının büyüklüğü
- klimateolojik olarak aynı bölgede olup olmadıkları
- en yüksek korelasyon katsayısına sahip olmaları

- en küçük standart sapma değerini vermeleri

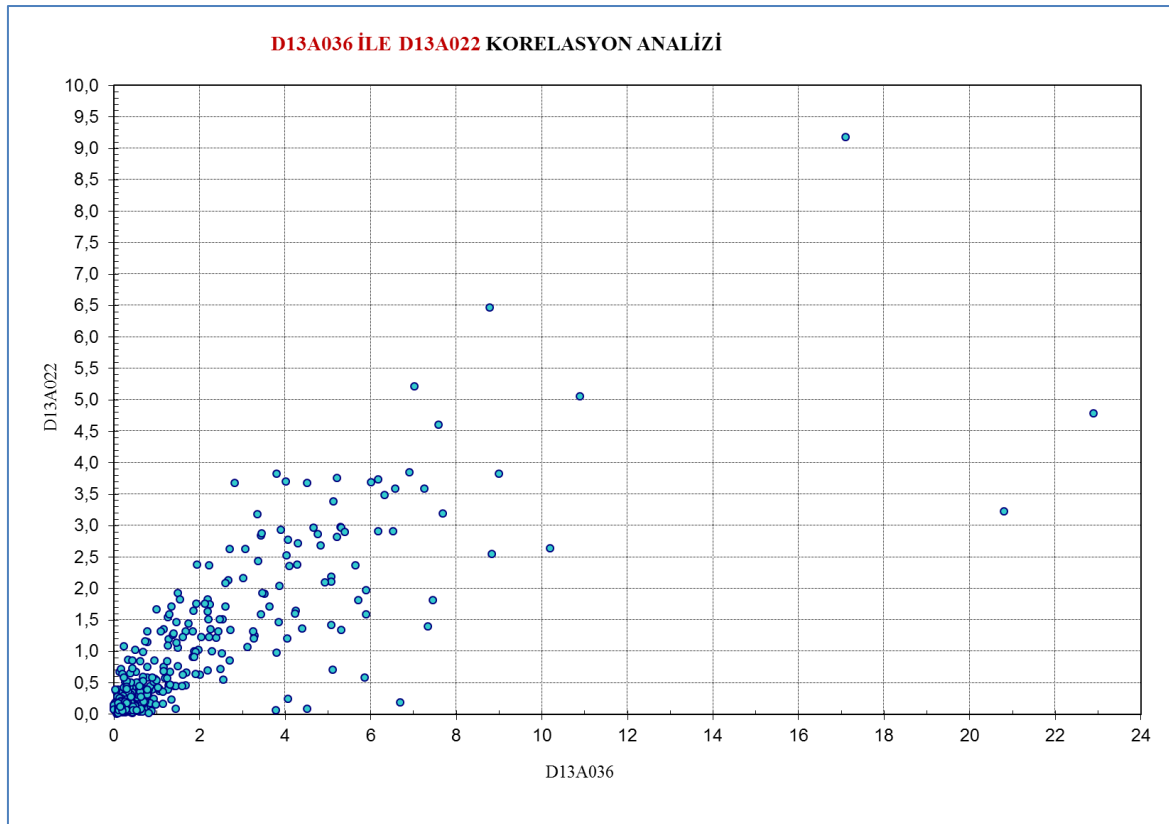
Yapılan 289 adet korelasyon analizlerinden yüksek korelasyon gösterenlerden bazıları Şekil 6.1 ve Şekil 6.2’de, düşük korelasyon gösterenlerden bazıları Şekil 6.3, Şekil 6.4, Şekil 6.5’de gösterilmiştir. AGİ’ler arasındaki korelasyon katsayıları ise Çizelge 6.10’da matris olarak verilmiştir. Her bir AGİ için en yüksek korelasyon katsayısını veren değer koyu renkle gösterilmiştir.



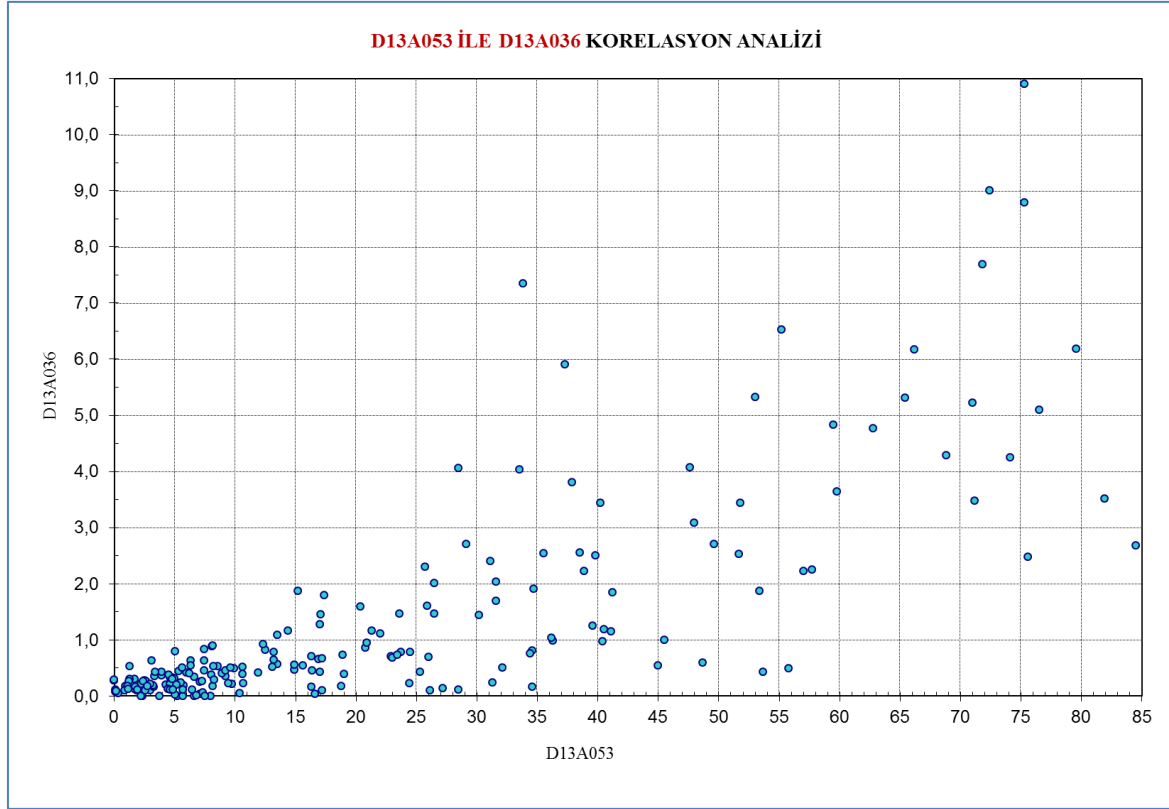
Şekil 6.1. E13A019 ile D13A063(E13A014) korelasyon analizi



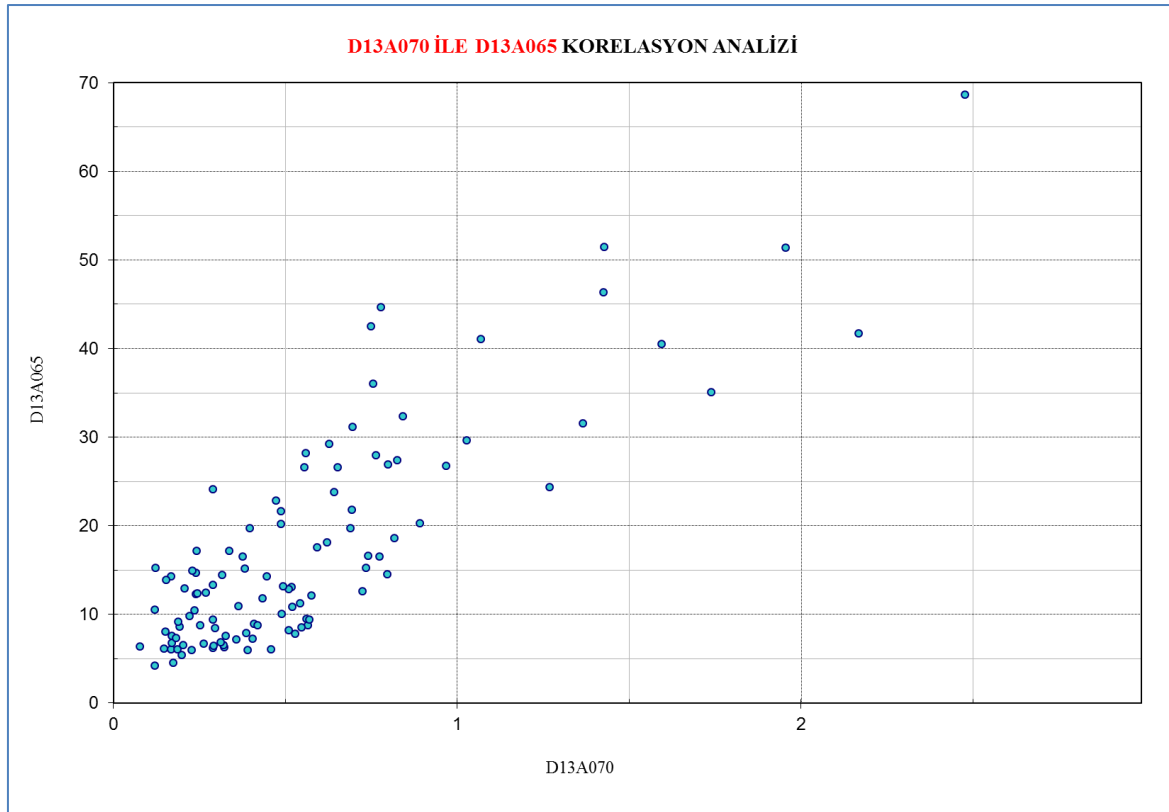
Şekil 6.2. E13A033 ile D13A063 korelasyon analizi



Şekil 6.3. D13A036 ile D13A022 korelasyon analizi



Şekil 6.4. D13A053 ile D13A036 korelasyon analizi



Şekil 6.5. D13A070 ile D13A065 korelasyon analizi

Çizelge 6.10. Akım ölçüm istasyonları arasındaki r katsayıları

	D13A004	D13A008	D13A022	D13A036	D13A037	D13A040	D13A041	D13A044	D13A045	D13A061	D13A062	D13A053	D13A063 (E13A014)	D13A064 (E13A001)	D13A065	D13A068	D13A070	E13A019	E13A027 (E13A049)	E13A034	E13A035	E13A036	E13A037	E13A043	E13A051
D13A004	1																								
D13A008	-	1																							
D13A022	0.704	0.949	1																						
D13A036	0.473	-	0.815	1																					
D13A037	0.446	-	0.591	0.603	1																				
D13A040	-	-	0.889	0.84	0.739	1																			
D13A041	-	-	0.864	0.8	0.778	0.922	1																		
D13A044	-	-	0.691	0.731	0.871	0.81	0.85	1																	
D13A045	-	-	0.85	0.846	0.705	0.945	0.889	0.75	1																
D13A061	-	-	0.731	0.68	0.707	0.752	0.843	0.652	0.765	1															
D13A062	-	-	0.856	0.859	0.91	0.941	0.894	0.899	0.911	0.832	1														
D13A053	-	-	0.81	0.786	0.804	0.864	0.889	0.804	0.853	0.855	0.973	1													
D13A063 (E13A014)	0.829	0.853	0.919	0.815	0.682	0.956	0.963	0.793	0.906	0.734	0.827	0.885	1												
D13A064 (E13A001)	0.835	0.847	0.882	0.952	0.823	0.976	0.926	0.88	0.948	0.856	0.903	0.878	0.952	1											
D13A065	-	-	0.81	0.826	0.844	0.875	0.923	0.967	0.862	0.803	0.858	0.9	0.83	0.912	1										
D13A068	-	-	0.655	0.819	0.809	0.898	0.855	0.887	0.868	0.705	0.817	0.832	0.743	0.878	0.885	1									
D13A070	-	-	0.769	0.772	0.863	0.828	0.712	0.946	0.781	0.719	0.802	0.901	0.805	0.829	0.841	0.779	1								
E13A019	0.926	0.894	0.794	0.683	0.813	0.897	0.926	0.898	0.832	0.763	0.904	0.9	0.891	0.908	0.902	0.8	0.763	1							
E13A027	0.868	0.888	0.905	0.873	0.705	0.968	0.946	0.811	0.931	0.686	0.913	0.866	0.946	0.966	0.828	0.848	0.774	0.85	1						
E13A033 (E13A049)	0.92	0.82	0.782	0.689	0.85	0.868	0.942	0.893	0.822	0.774	0.791	0.956	0.894	0.894	0.816	0.672	0.816	0.925	0.858	1					
E13A034	0.944	0.966	0.793	0.715	0.794	0.854	0.903	0.902	0.798	0.712	0.621	0.847	0.873	0.844	0.877	0.659	0.855	0.925	0.843	0.873	1				
E13A035	0.901	0.87	0.821	0.759	0.855	0.898	0.93	0.93	0.847	0.715	0.932	0.901	0.894	0.922	0.926	0.852	0.852	0.947	0.881	0.949	0.928	1			
E13A036	-	-	0.868	0.776	0.796	0.939	0.978	0.882	0.89	0.869	0.968	0.945	0.936	0.954	0.865	0.857	0.809	0.954	0.925	0.965	0.922	0.968	1		
E13A037	-	-	0.735	0.681	0.635	0.806	0.879	0.709	0.783	0.748	-	0.811	0.856	-	-	-	-	0.859	0.791	0.847	0.826	0.88	1		
E13A043	-	-	0.846	0.847	0.805	0.922	0.95	0.871	0.889	0.759	0.925	0.883	0.908	0.906	0.891	0.842	0.809	0.963	0.893	0.928	0.909	0.966	0.913	1	
E13A051	-	-	0.85	0.823	0.822	0.843	0.875	0.967	0.839	0.655	0.857	0.838	0.807	0.858	0.909	0.832	0.836	0.929	0.814	0.873	0.905	0.915	0.88	0.924	1

6.1.3. Regresyon analizi

İki özellik arasında anlamlı bir ilişki varsa, aralarında bir regresyon denklemi oluşturularak, özelliklerden birine bakarak diğeri tahmin edilebilir. Örneğin, iki özellik arasında doğrusal ilişki var ise doğru denklemi ile aranılan özellik tahmin edilebilir. En uygun regresyon doğrusu, noktalara en yakın geçen regresyon doğrusudur. Gözlenen y değerleri ile doğru üzerinde yer alan tahmini y değerleri arasındaki farkların kareleri toplamının minimum olması o doğrunun en iyi tahmin doğrusu olduğunu gösterir. Bu doğruya en küçük kareler doğrusu adı da verilmektedir.

Filyos Havzası'nda istasyonlar arasında, regresyon denklemleri olarak; 1. derece lineer, 1. derece logaritmik, 1.derece yarılogaritmik, 2.derece polinom ve 2. derece logaritmik denklemler oluşturularak, korelasyon katsayısı 1'e en yakın ve standart sapması en küçük olanın seçilmesine dikkat edilmiştir. Aşağıda bu çalışmada kullanılan regresyon denklemleri verilmiştir [18].

1) *Lineer Regresyon Denklemi*

$$y = a + bx \quad (6.2)$$

$$a = \bar{y} - (b\bar{x}) \quad (6.3)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (6.4)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \quad (6.5)$$

$$b = \frac{\sum xy - (n\bar{x}\bar{y})}{n(\sigma_x)^2} \quad (6.6)$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (6.7)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y - \bar{y})^2}{n}} \quad (6.8)$$

$$r = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x \sum y)}{n}}{\sqrt{[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}][\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n}]}} \quad (6.9)$$

$$s = \sigma_y (\sqrt{1 - r^2}) \quad (6.10)$$

$$s_d = s \left(\sqrt{\frac{n}{n-2}} \right) \quad (6.11)$$

Burada;

x = bağımsız değişken olarak seçilen AGİ'nin akım değerleri

y = bağımlı değişken olarak seçilen AGİ'nin akım değerleri

$\bar{x}$ = x istasyonu için akım verilerinin ortalama değeri

$\bar{y}$ = y istasyonu için akım verilerinin ortalama değeri

n = x ve y istasyonlarının aynı tarihte ölçülmüş akım değerlerinin sayısı

σ_x = x değerlerinin ortalama değerden sapma miktarı

σ_y = y değerlerinin ortalama değerden sapma miktarı

s = standart sapma

s_d = düzeltilmiş standart sapma

2) Logaritmik Regresyon Denklemi

$$\log y = \log a + b \log x, \quad y = a(x)^b \quad (6.12)$$

$$a = \text{ANTILOG}\{\log \bar{y} - [b \log \bar{x}]\} \quad (6.13)$$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log(x)}{n} \quad (6.14)$$

$$\log \bar{y} = \frac{\sum \log(y)}{n} \quad (6.15)$$

$$b = \frac{[\sum \log(x) \log(y)] - [n \log(\bar{x}) \log(\bar{y})]}{n \cdot \log(\sigma_x)^2} \quad (6.16)$$

$$\log(\sigma_x) = \sqrt{\frac{\sum (\log x - \log \bar{x})^2}{n}} \quad (6.17)$$

$$\log(\sigma_y) = \sqrt{\frac{\sum (\log y - \log \bar{y})^2}{n}} \quad (6.18)$$

$$r = \frac{[\sum \log(x) \log(y)] - [n \log(\bar{x}) \log(\bar{y})]}{\sqrt{[(\sum (\log x)^2) - \frac{\sum (\log x)^2}{n}][(\sum (\log y)^2) - \frac{\sum (\log y)^2}{n}]}} \quad (6.19)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y - ax^b)^2}{n-2}} \quad (6.20)$$

3) Üstel (Yarılog) Regresyon Denklemi

$$\log y = \log a + x \log b, \quad y = a(b)^x \quad (6.21)$$

$$a = \text{ANTILOG}\left\{\frac{\sum \log(y)}{n} - (b \bar{x})\right\} \quad (6.22)$$

$$b = \text{ANTILOG}\left\{\frac{[\sum x \log(y)] - n \bar{x} \log(\bar{y})}{\sum (x - \bar{x})^2}\right\} \quad (6.23)$$

$$r = \frac{[\sum x \log(y)] - n \bar{x} \log(\bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (\log y - \log \bar{y})^2}} \quad (6.24)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y - ab^x)^2}{n-2}} \quad (6.25)$$

Burada;

a, b = regresyon katsayıları

4) *2.Derece Polinom Regresyon Denklemi*

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2 \quad (6.26)$$

$$b_1 = \frac{[(\sum xy) - n\bar{x}\bar{y}](\sum x^4) - n\bar{x}^2\bar{y} - [(\sum x^2y) - n\bar{x}^2\bar{y}](\sum x^3) - n\bar{x}^2\bar{x}]}{[(\sum (x - \bar{x})^2)(\sum x^4) - n\bar{x}^2\bar{y}^2] - [(\sum x^3) - n\bar{x}^2\bar{x}]^2} \quad (6.27)$$

$$b_2 = \frac{[(\sum x^2y) - n\bar{x}^2\bar{y}](\sum (x - \bar{x})^2) - [(\sum xy) - n\bar{x}\bar{y}](\sum x^3) - n\bar{x}^2\bar{x}]}{[(\sum (x - \bar{x})^2)(\sum x^4) - n\bar{x}^2\bar{y}^2] - [(\sum x^3) - n\bar{x}^2\bar{x}]^2} \quad (6.28)$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x} - b_2\bar{x}^2 \quad (6.29)$$

$$r = \sqrt{\frac{b_1((\sum xy) - n\bar{x}\bar{y}) + b_2((\sum x^2y) - n\bar{x}^2\bar{y})}{\sum (y - \bar{y})^2}} \quad (6.30)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum [y - (b_0 + b_1x + b_2x^2)]^2}{n-3}} \quad (6.31)$$

Burada;

b_0, b_1, b_2 = regresyon katsayıları

5) *2.Derece Logaritmik Regresyon Denklemi*

$$\log(y) = b_0 + b_1 \log x + b_2 \log x^2 \quad (6.32)$$

$$\overline{\log x^2} = \frac{\sum (\log x)^2}{n} \quad (6.33)$$

$$\log(s_{xx}) = [\log(x) - \log(\bar{x})]^2 \quad (6.34)$$

$$\log(s_{xx^2}) = [\sum (\log x)^3] - n \log(\bar{x}) \overline{\log(x^2)} \quad (6.35)$$

$$\log(s_{xy}) = [\sum \log(x) \log(y)] - n \log(\bar{x}) \log(\bar{y}) \quad (6.36)$$

$$\log(s_{x^2x^2}) = [\sum (\log x)^4] - n(\overline{\log x^2})^2 \quad (6.37)$$

$$\log(s_{x^2y}) = [\sum (\log x)^2 \log(y)] - n \log(\bar{y}) \overline{\log x^2} \quad (6.38)$$

$$\log(s_{yy}) = [\log(y) - \log(\bar{y})]^2 \quad (6.39)$$

$$D = \log(s_{xx}) [\log(s_{x^2x^2}) - (\log(s_{xx^2}))^2] \quad (6.40)$$

$$b_1 = \frac{[\log(s_{xy}) \log(s_{x^2x^2})] - [\log(s_{x^2y}) \log(s_{xx^2})]}{D} \quad (6.41)$$

$$b_2 = \frac{[\log(s_{x^2y}) \log(s_{xx})] - [\log(s_{xy}) \log(s_{xx^2})]}{D} \quad (6.42)$$

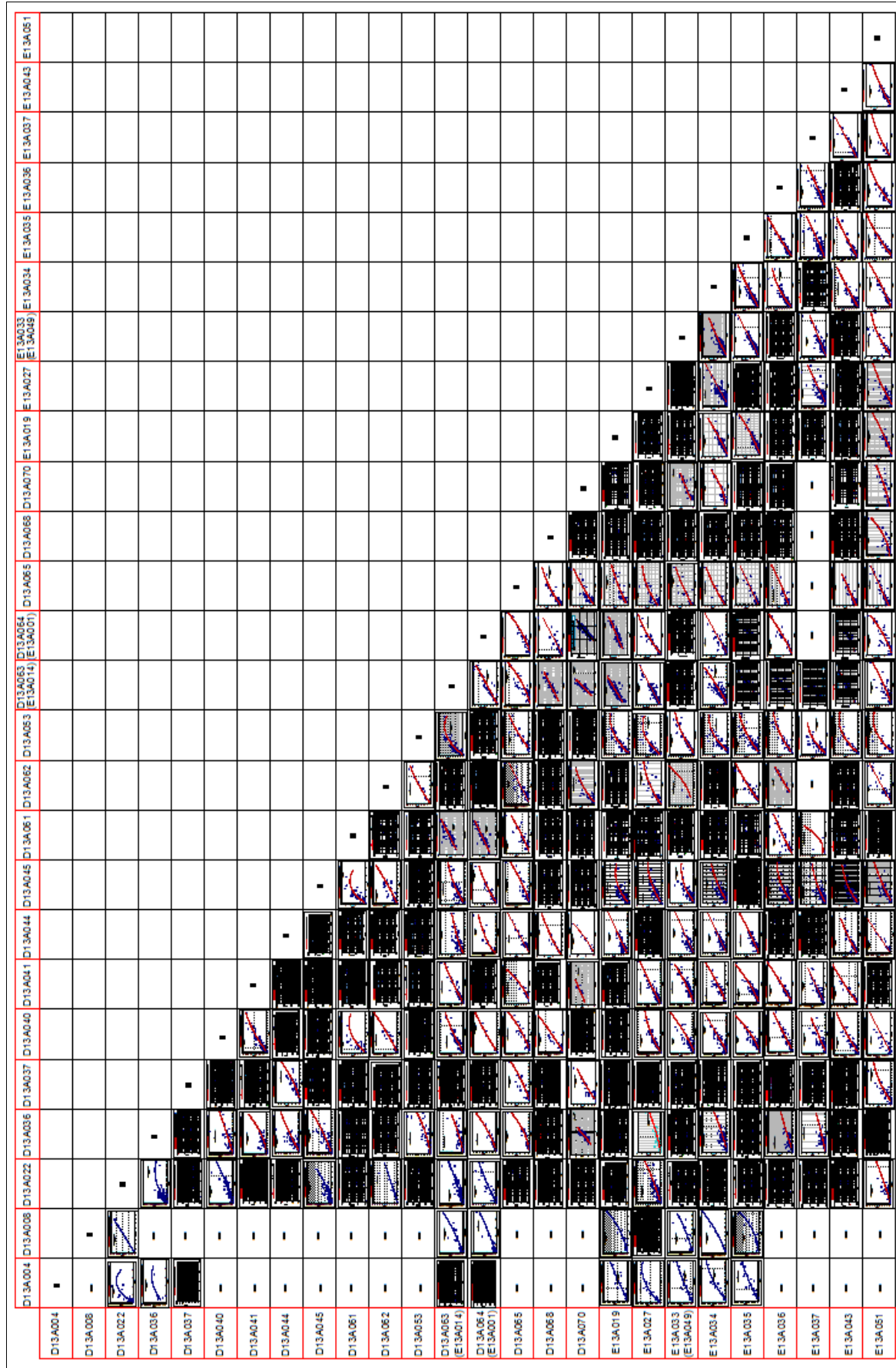
$$b_0 = \log(\bar{y}) - b_1 \log(\bar{x}) - b_2 \overline{\log x^2} \quad (6.43)$$

$$r = \sqrt{\frac{[b_1 \log(s_{xy})] + [b_2 \log(s_{x^2y})]}{\log(s_{yy})}} \quad (6.44)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (y - (10[b_0 + b_1 \log x + b_2 (\log x)^2]))^2}{n-3}} \quad (6.45)$$

Filyos Havzası'nda 289 adet anlamlı korelasyon için 1445 adet regresyon denklemi oluşturularak en yüksek korelasyon katsayısını ve en küçük standart sapma değerini veren regresyon denklemi, eksik akım verilerinin tamamlanmasında kullanılmıştır.

Filyos Havzasındaki akım gözlem istasyonları arasındaki en uygun regresyon analizlerinin görsel açıdan irdelenebilmesi amacıyla bir matris grafiği oluşturulmuştur. İstasyonlar arasındaki en uygun istatistiksel ilişkileri gösteren grafikler matris olarak Şekil 6.6'da verilmiş olup, matrisin çizimi .dwg formatında CD'de verilmiştir. Grafikler, Microsoft Office Excel programı kullanılarak çizilmiştir. İstasyonlar arasındaki ilişkinin genelde lineer olduğu görülürken, logaritmik ilişkiler de bulunmaktadır.



Şekil 6.6. AGİ'ler arasındaki en uygun regresyon analizlerinin grafikleri

6.1.4. Eksik akım değerlerinin tamamlanması

Havzada toplam 26 adet AGİ bulunmakta olup, her istasyonun havzadaki diğer istasyonlarla olan ilişkisini belirleyebilmek için korelasyon ve regresyon analizi çalışması yapılmış, ancak bu AGİ'lerden baraj tasarımında kullanılacak 11 tanesi için eksik akım verileri tamamlanmıştır. Geriye kalan akım gözlem istasyonları tez çalışması kapsamında çalışılan barajların su temin hesaplarında gerekli olmadığı için eksik yıllarının tamamlanmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Filyos Havzası'nda bulunan istasyonlar arasında matematiksel ilişkiler değerlendirilerek, birbiri ile uyumlu olan ve eksik verilerin tamamlanmasında kullanılacak istasyonlar tespit edilmiştir. İki istasyon arasındaki r^2 değeri en yüksek olan ilişki dikkate alınmıştır. Ancak, tüm gözlem zamanı boyunca hem en uygun matematiksel ilişkiyi veren, hem de ilgili zaman diliminde akım gözlem verisine sahip AGİ bulabilmek mümkün olmamaktadır. Bu durumda eksik kalan zaman dilimleri için, ikinci veya üçüncü en iyi istatistiksel ilişkiye sahip bir başka AGİ verisi kullanılmıştır.

İstasyonlar arasındaki matematiksel ilişkilerin incelenebilmesi için Microsoft Excel programında yazılan bir programdan yararlanılmıştır. Bu programın çıktıları, Microsoft Excelin kendi veri analizi programından yararlanılarak kontrol edilmiş ve her iki uygulamanın da aynı sonucu verdiği görülmüştür.

D13A061 nolu Araç Çayı, Araç AGİ için yapılan korelasyon analizi ve eksik veri tamamlama hesapları, yukarıda anlatılanları daha iyi anlayabilmek için daha ayrıntılı şekilde aşağıda izah edilmiş, eksik verileri tamamlanan diğer istasyonlar da kısaca anlatılmıştır.

D13A061 Araç Çayı, Araç AGİ

D13A061 Araç AGİ'nin 2001-2017 gözlem periyodunda 2004-2010, 2011 yılında Kasım-Nisan, 2012 yılında da Haziran-Eylül aylarında akım gözlemleri bulunmaktadır. D13A061 Araç AGİ'nin 1985-2000, 2002-2003 ve 2011-2012 yılları arasında eksik akım verileri bulunmaktadır. D13A061 nolu Araç AGİ ile diğer tüm istasyonlar arasında korelasyon analizi yapılmıştır.

D13A061 nolu Araç AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında üç farklı AGİ'nin verileri kullanılmıştır. D13A061 nolu Araç Çayı AGİ ve eksik verilerinin tamamlanmasında kullanılan AGİ'lerin ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.7'de gösterilmiştir. D13A061 nolu Araç AGİ ile aynı dere üzerinde, hemen mansabında ve çok yakın konumda bulunan D13A053 Araç Çayı Kayaboğazı AGİ ile yapılan korelasyon analizi diğer istasyonlara göre en uygun korelasyona sahiptir ($r=0,855$) (Bkz. Resim 1.1, Çizelge 6.10). D13A053 nolu Kayaboğazı AGİ'nin ise 1985-1994, 1999-2000 ve 2003-2007 gözlem verileri vardır. D13A061 AGİ ile ortak periyotları 48 aydır. Bu iki istasyona ait korelasyon grafiği Şekil 6.8'de verilmiştir.

D13A061 - D13A053 korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 46 aylık akımlar kullanılmıştır. Çok sapan gözlemler korelasyon katsayısını önemli derecede etkileyebilmektedir [16]. D13A061 - D13A053 korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarıldıktan sonra yapılan korelasyon analizi grafiği Şekil 6.9'da verilmiştir.

D13A061 nolu Araç AGİ'nin 1985-1993, 1994 (Ekim-Temmuz), 1999-2000, 2003 yıllarındaki eksik verileri, D13A053 nolu Kayaboğazı AGİ verileri kullanılarak üretilen ve aşağıda verilen 2.derece logaritmik regresyon denklemi ile tamamlanmıştır. Bu iki istasyona ait en uygun 2.derece logaritmik regresyon denklemi Eş. 6.46'da, grafiği Şekil 6.10'da verilmiştir.

$$LOG(V_{D13A061}) = 0,171608 + 0,367667 \times LOG(V_{D13A053}) + 0,233467 \times LOG(V_{D13A053})^2 \quad (6.46)$$

Bunun yanı sıra, D13A061 nolu Araç AGİ'nin 2011 (Mayıs-Eylül) ve 2012 yıllarındaki eksik değerlerinin tamamlanması için diğer bir uygun korelasyon değerine sahip olan D13A062 Araç Çayı Karıt AGİ kullanılmıştır. D13A061 Araç AGİ ile yine aynı kol üzerinde, daha mansapta bulunan D13A062 Araç Çayı Karıt AGİ akım değerleri kullanılarak yapılan korelasyonla, D13A061 Araç AGİ'nin 2011 (Mayıs-Eylül), 2012 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır. Bu iki istasyona ait korelasyon grafiği Şekil 6.11'de verilmiştir. D13A061 - D13A062 korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 100 aylık akımlar kullanılmıştır. D13A061 - D13A062 korelasyonu

grafisinde çok sapan akım değerleri çıkarıldıktan sonra yapılan korelasyon analizi grafiği Şekil 6.12’de verilmiştir. Bu iki istasyona ait en uygun 2.derece logaritmik regresyon denklemi Eş. 6.47’de, grafiği Şekil 6.13’de verilmiştir.

$$LOG(V_{D13A061}) = -0,127659 + 0,554013 \times LOG(V_{D13A062}) + 0,139672 \times LOG(V_{D13A062})^2 \quad (6.47)$$

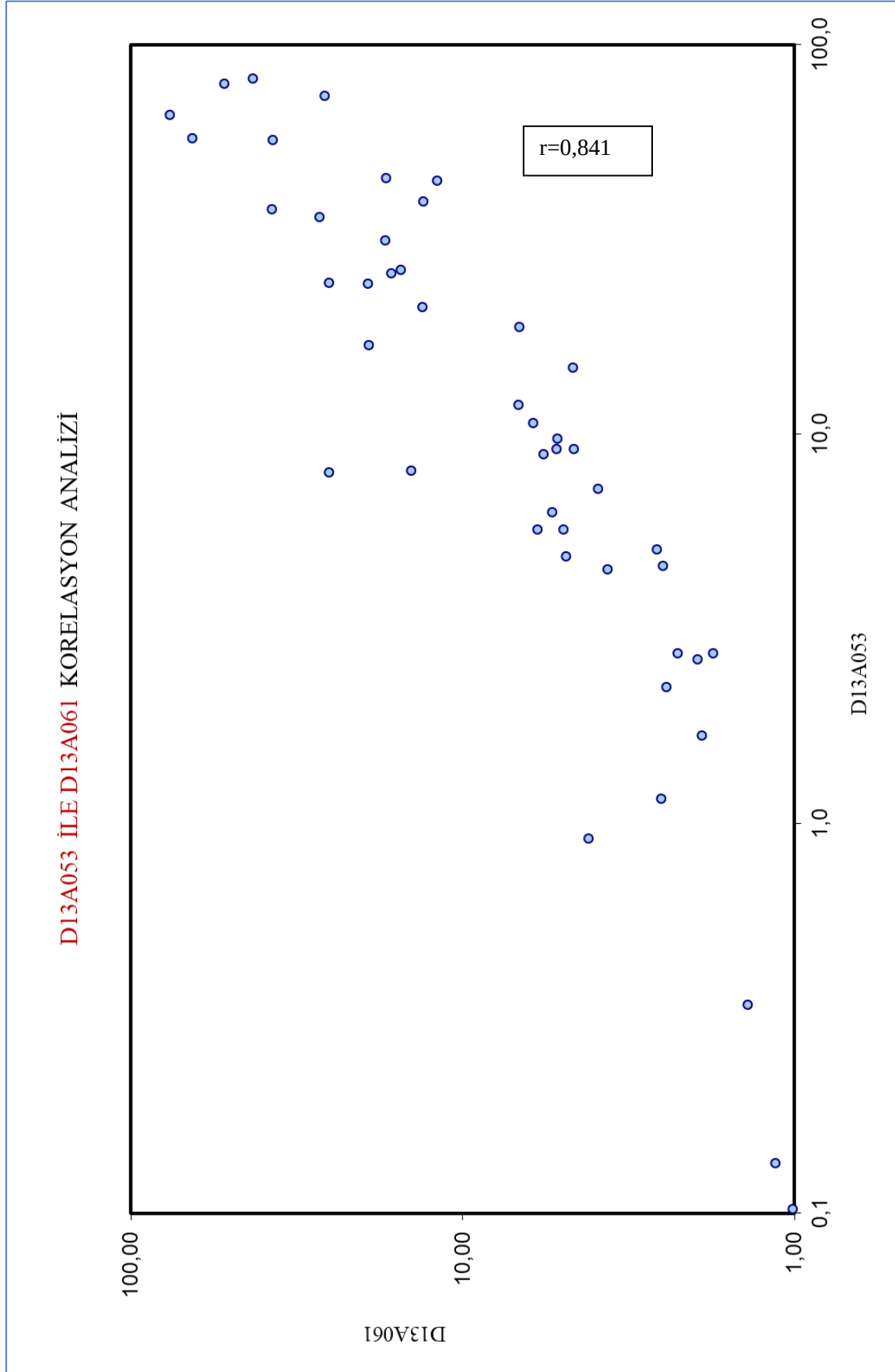
Son olarak, D13A061 Araç AGİ’nin 1994 (Ağustos-Eylül), 1995-1998, 2002, 2011 (Ekim) yıllarındaki eksik değerlerinin tamamlanması için, yine aynı kol üzerinde ve daha mansapta bulunan E13A033 (E13A049) Araç Çayı Karabük AGİ ile korelasyon analizi yapılmıştır (Bkz. Resim 1.1). Bu iki istasyona ait korelasyon grafiği Şekil 6.14’de verilmiştir. D13A061 - E13A033 (E13A049) korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 48 aylık akımlar kullanılmıştır. D13A061 - E13A033 (E13A049) korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarıldıktan sonra yapılan korelasyon analizi grafiği Şekil 6.15’de verilmiştir. Bu iki istasyona ait en uygun 2.derece logaritmik regresyon denklemi Eş. 6.48’de, grafiği Şekil 6.16’da verilmiştir.

$$LOG(V_{D13A061}) = -0,522215 + 1,262724 \times LOG(V_{E13A033(E13A049)}) - 0,146252 \times LOG(V_{E13A033(E13A049)})^2 \quad (6.48)$$

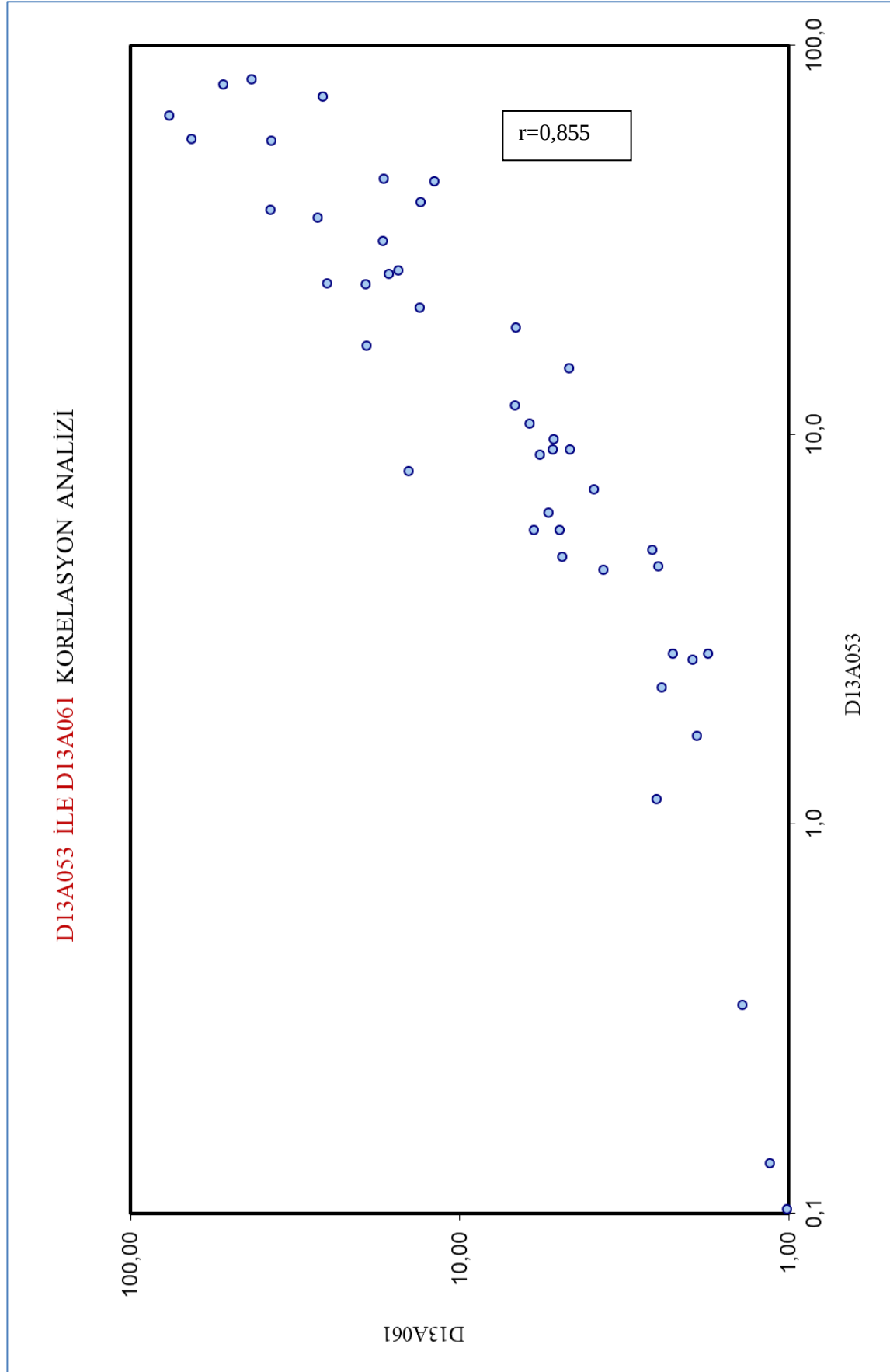
Üç ayrı istasyon kullanılarak tamamlanan, D13A061 nolu Araç Çayı, Araç AGİ’ye ait 33 yıllık tamamlanmış akım serisi Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Z A M A N						
AGİ	No	1965	1966	1967	1968	1969
		1970	1971	1972	1973	1974
		1975	1976	1977	1978	1979
		1980	1981	1982	1983	1984
		1985	1986	1987	1988	1989
		1990	1991	1992	1993	1994
		1995	1996	1997	1998	1999
		2000	2001	2002	2003	2004
		2005	2006	2007	2008	2009
		2010	2011	2012	2013	2014
		2015	2016	2017		
D13A061						
D13A053						
D13A062						
E13A033						

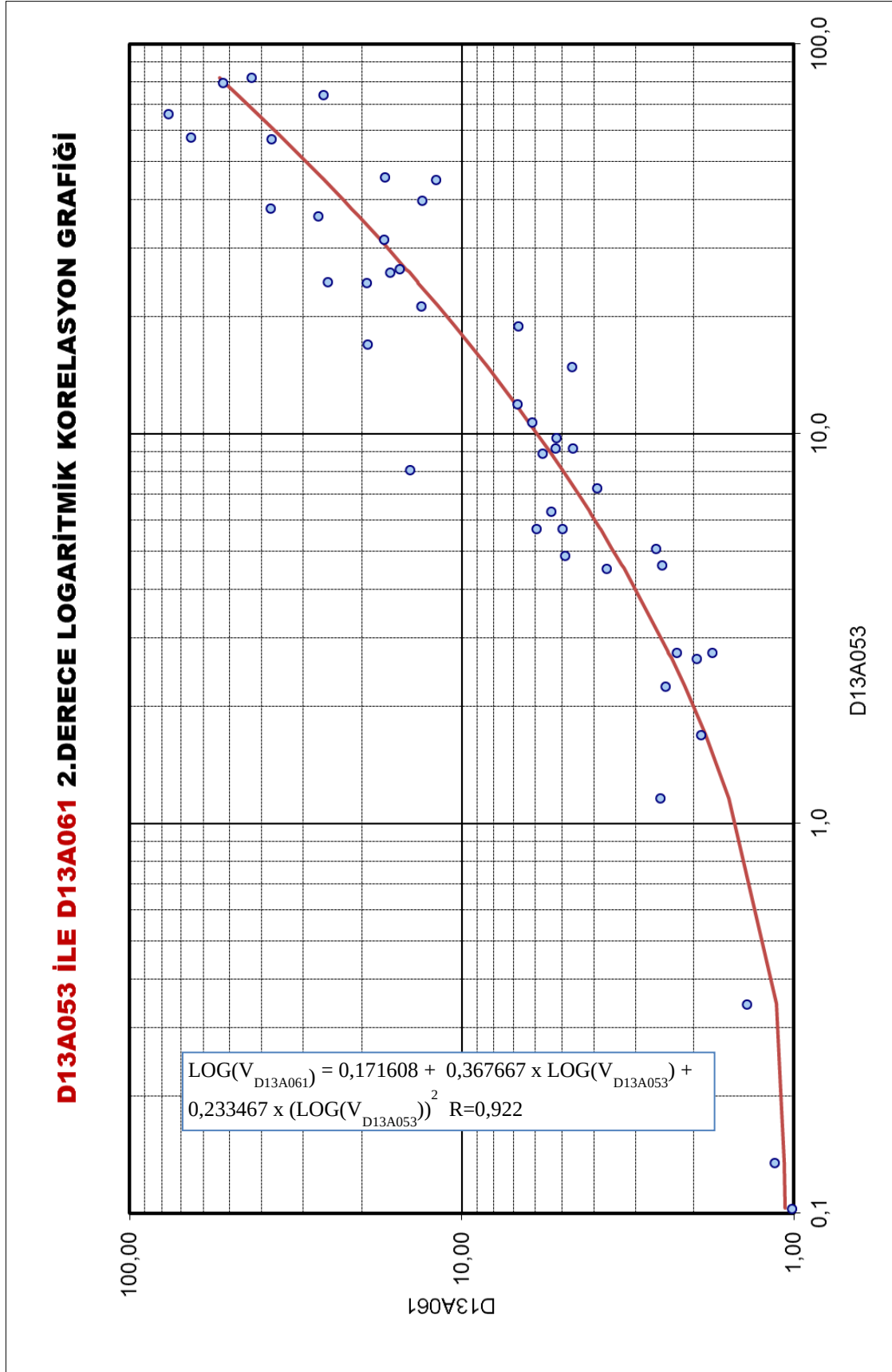
Şekil 6.7. D13A061, D13A053, D13A062, E13A033 AGİ ölçüm yılları



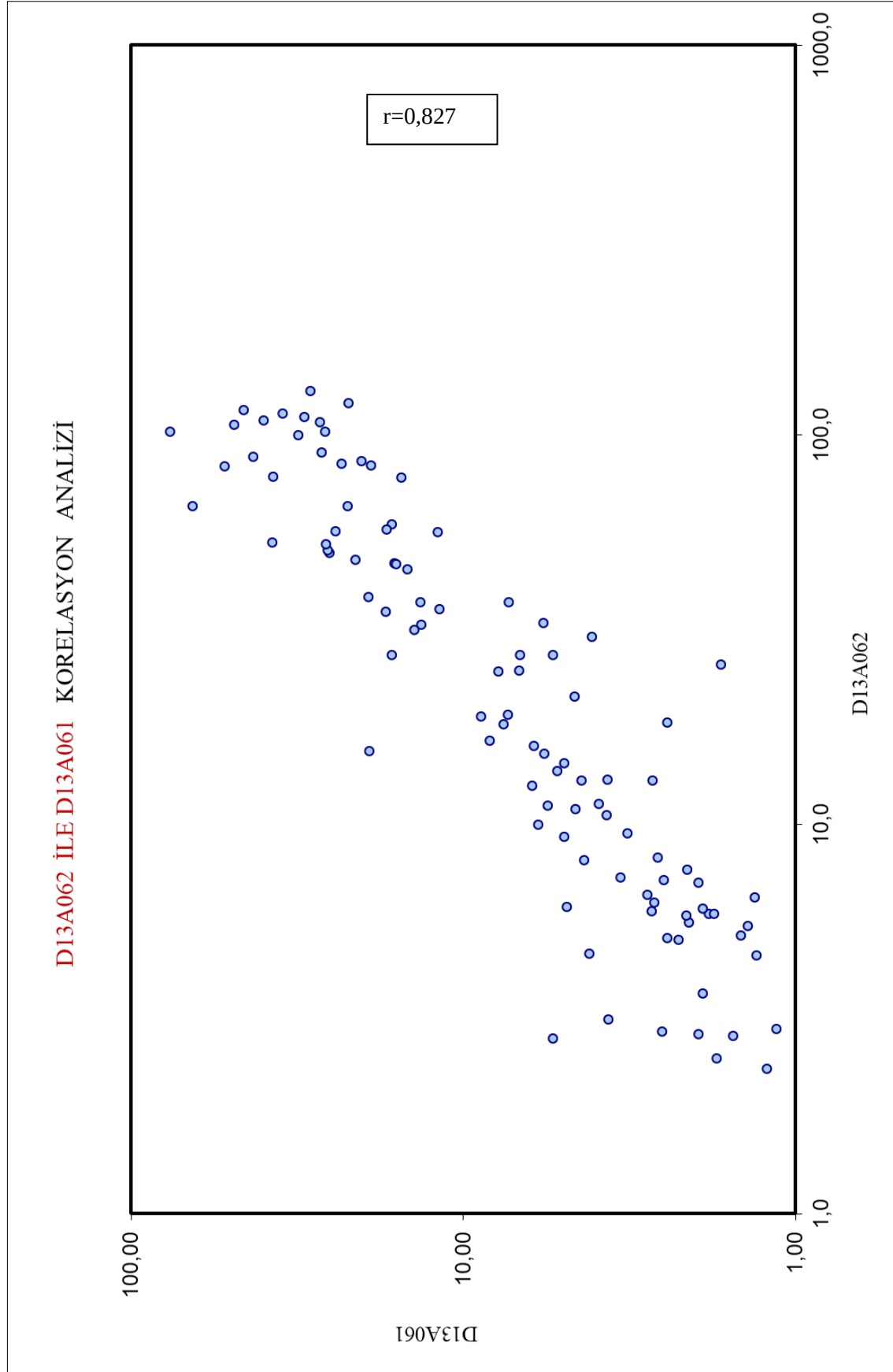
Şekil 6.8. D13A053 ile D13A061 arasındaki korelasyon analizi



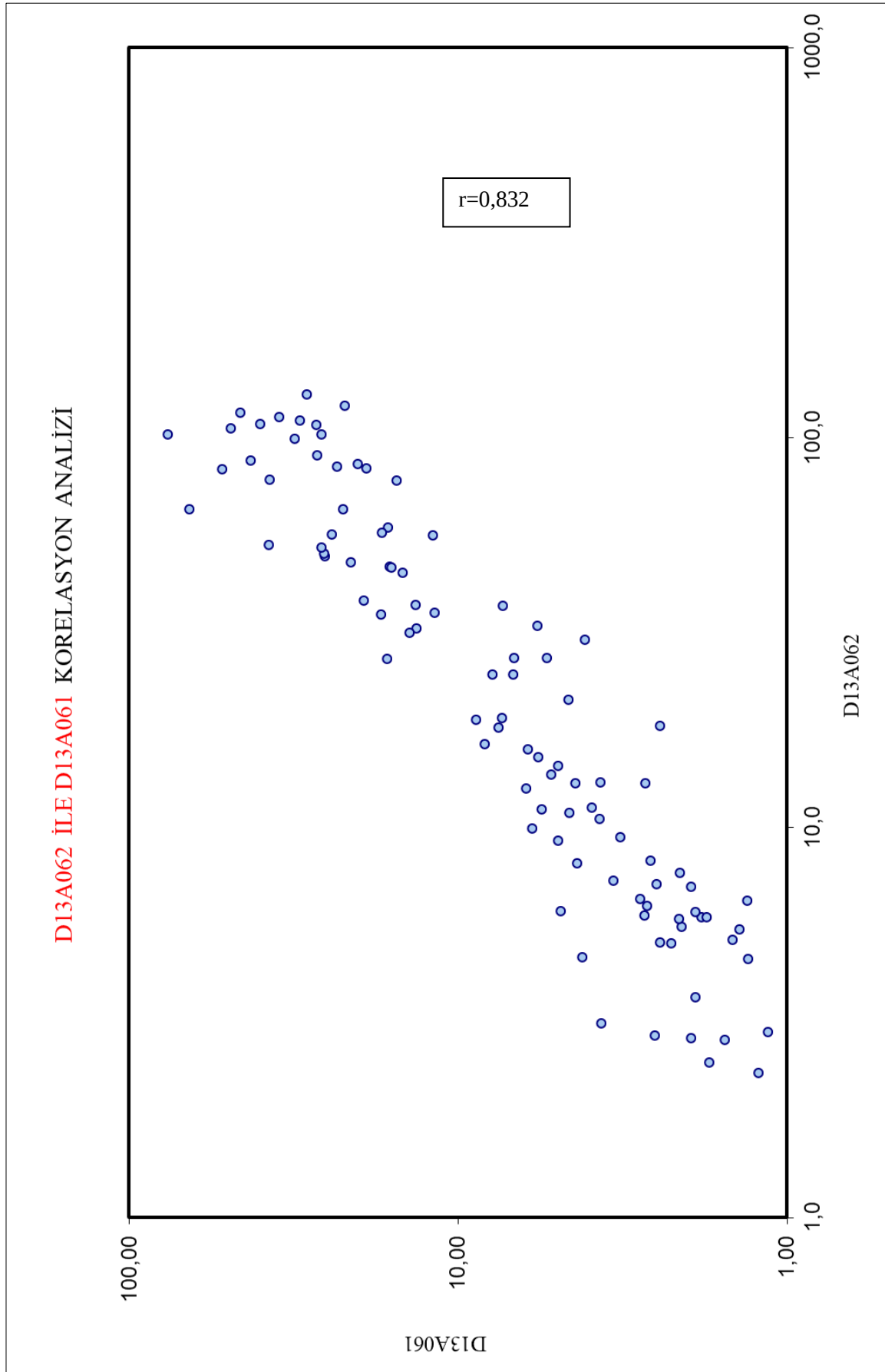
Şekil 6.9. D13A053 ile D13A061 sapan akımlar hariç korelasyon analizi



Şekil 6.10. D13A053 ile D13A061 regresyon analizi ve denklemi

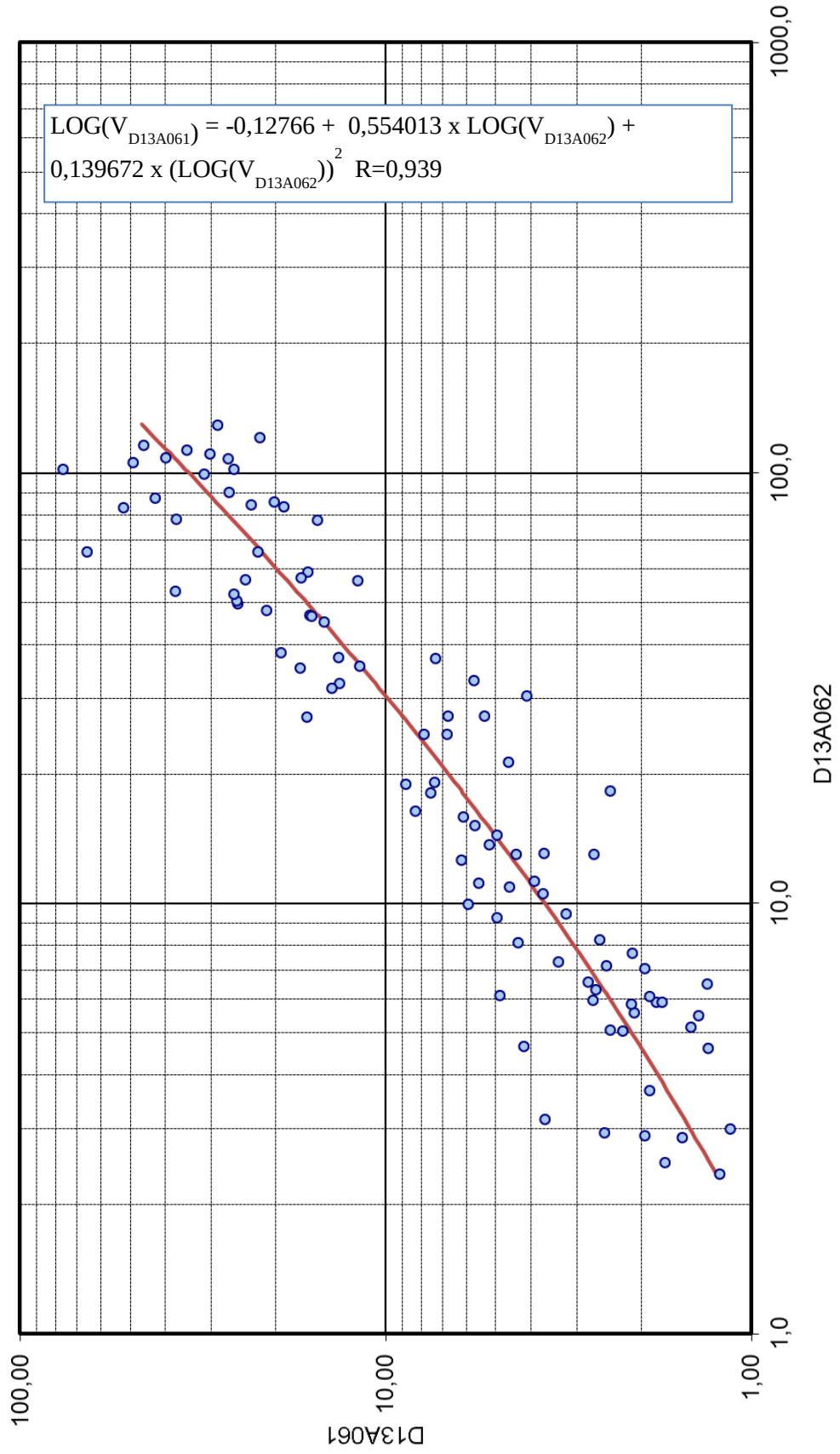


Şekil 6.11. D13A062 ile D13A061 arasındaki korelasyon analizi

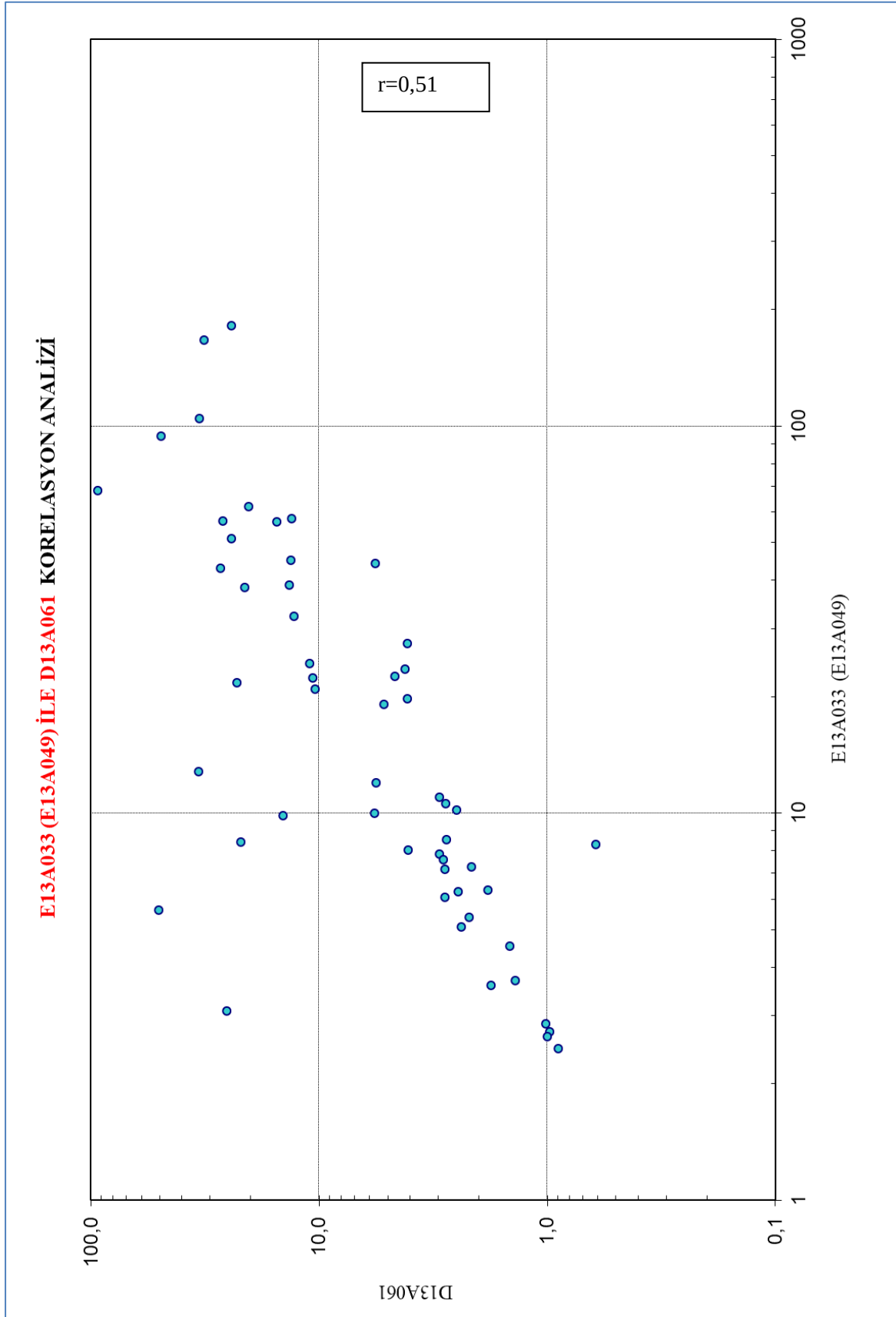


Şekil 6.12. D13A062 ile D13A061 sapan akımlar hariç korelasyon analizi

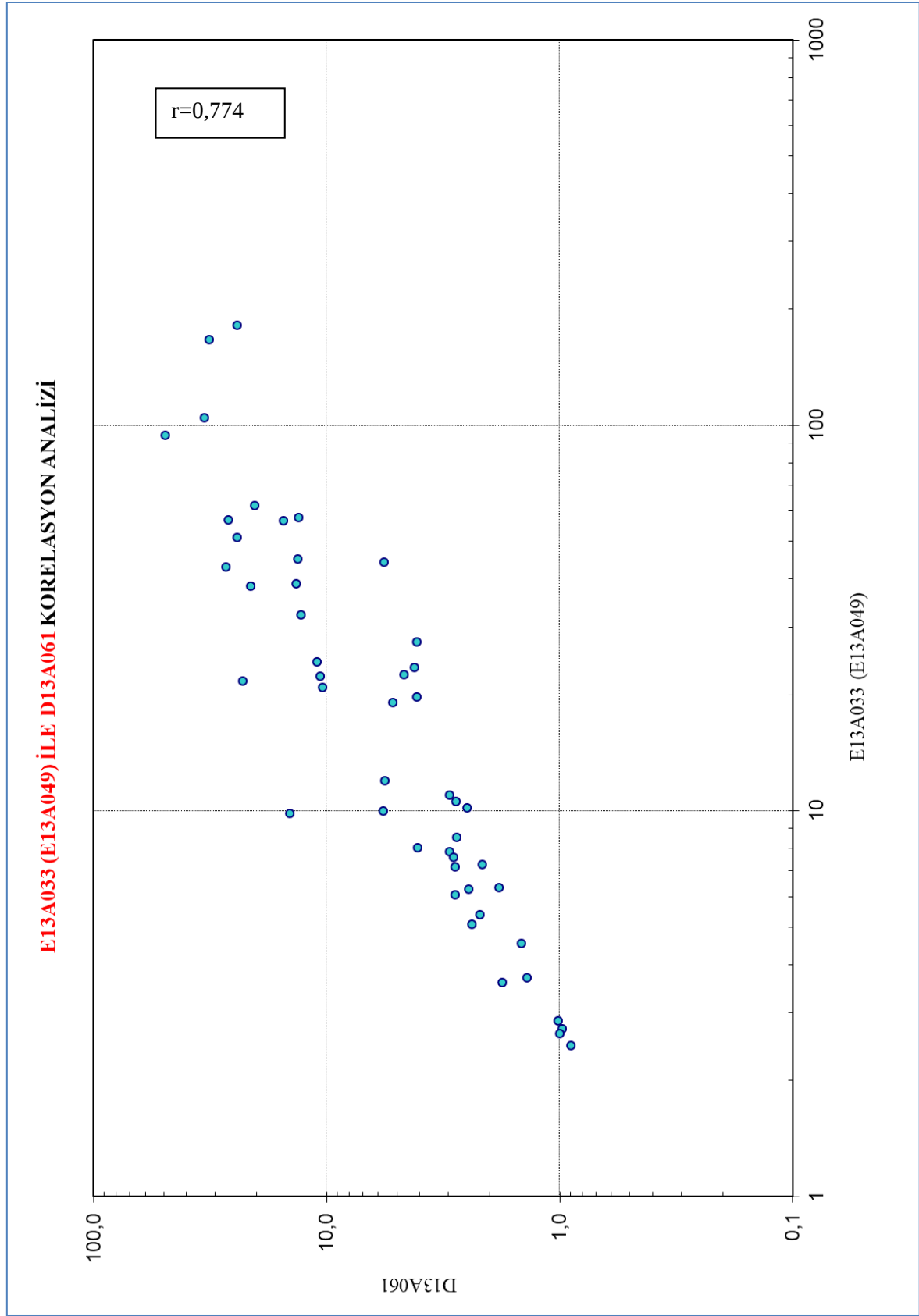
D13A062 İLE D13A061 2.DERECE LOGARİTMİK KORELASYON GRAFİĞİ



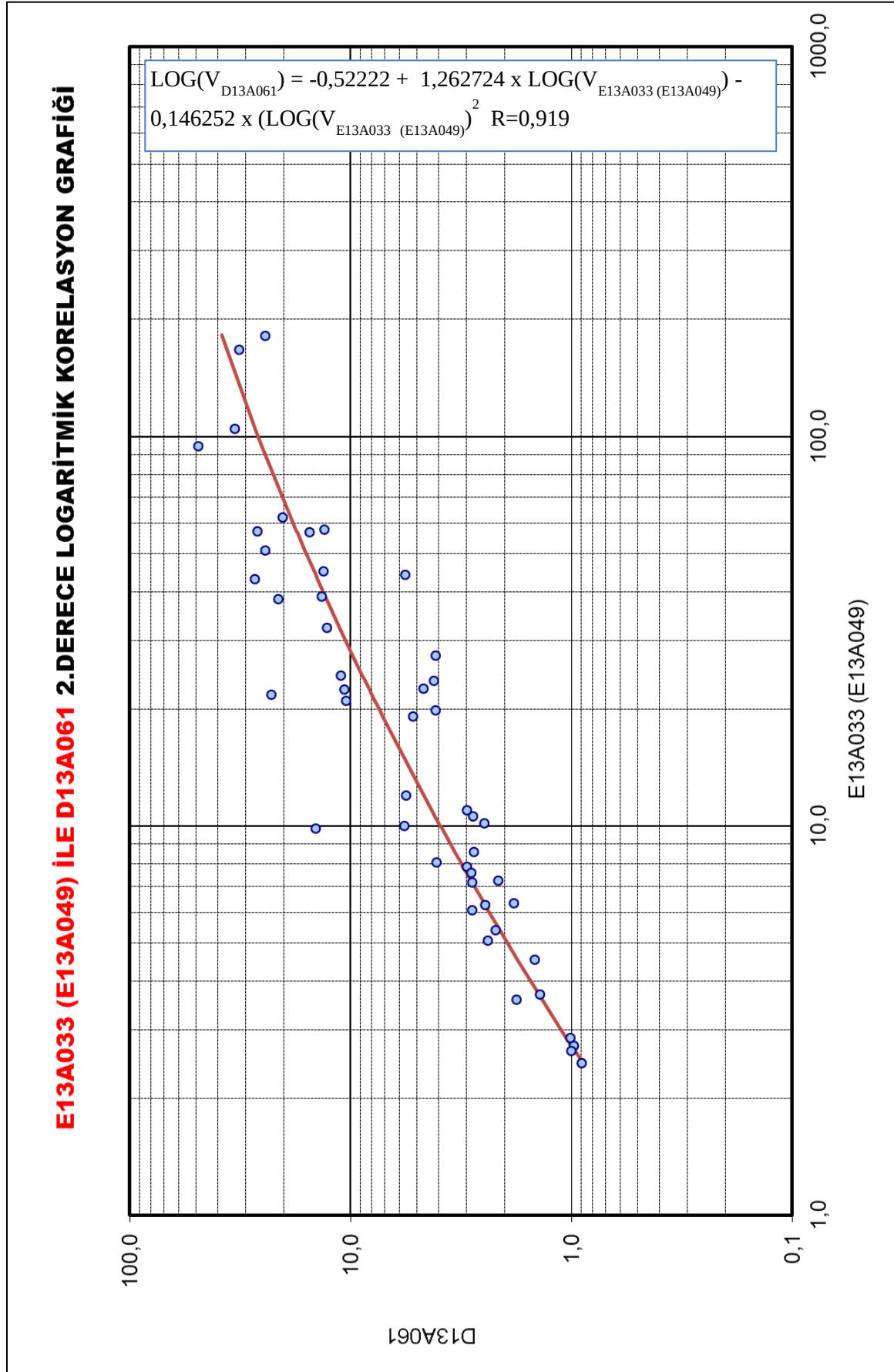
Şekil 6.13. D13A062 ile D13A061 regresyon analizi ve denklemleri



Şekil 6.14. E13A033 (E13A049) ile D13A061 korelasyon analizi



Şekil 6.15. E13A033 ile D13A061sapan değerler hariç korelasyon analizi



Şekil 6.16. E13A033 ile D13A061 arasında korelasyon ve regresyon denklemi

Çizelge 6.11. D13A061 nolu Araç AĞI tamamlanmış akım değerleri

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam	
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül		
1	1985	3,382	4,686	3,968	8,763	19,521	30,695	36,460	20,508	9,127	2,572	1,620	1,636	142,9	
2	1986	3,518	9,547	11,530	29,250	22,201	23,029	12,741	22,646	19,582	3,731	1,555	5,076	164,4	
3	1987	3,585	3,827	4,627	21,948	21,193	20,075	46,010	28,162	19,521	6,124	4,268	2,118	181,5	
4	1988	3,498	4,515	9,180	9,127	10,450	31,601	45,539	33,576	31,881	9,284	4,705	4,350	197,7	
5	1989	9,600	17,525	28,636	15,873	23,606	55,829	15,119	14,032	14,488	4,934	2,194	2,886	204,7	
6	1990	5,027	17,704	19,032	8,555	8,143	18,850	38,670	48,545	9,495	3,305	3,222	3,571	184,1	
7	1991	4,287	5,208	7,175	6,223	8,400	15,873	23,671	23,157	32,091	3,387	1,944	2,498	133,9	
8	1992	2,969	2,974	4,686	5,017	7,530	40,618	48,306	13,075	14,717	14,260	2,656	1,877	158,7	
9	1993	3,494	7,682	13,131	12,685	19,399	49,266	36,241	43,210	12,963	2,498	4,191	2,299	207,1	
10	1994	2,284	2,680	4,142	5,036	5,743	9,705	7,682	12,187	1,841	2,907	1,010	0,943	56,2	
11	1995	1,006	1,560	8,561	21,011	14,464	19,551	27,245	15,245	7,597	14,131	3,826	3,178	137,4	
12	1996	4,716	6,933	14,566	11,879	13,161	15,908	20,384	14,311	10,711	2,508	2,297	3,174	120,5	
13	1997	5,549	4,826	8,084	15,270	11,599	17,077	46,004	29,899	11,542	5,046	10,123	4,679	169,7	
14	1998	9,092	7,630	19,959	21,564	31,002	23,845	32,817	49,207	28,927	11,115	5,549	5,478	246,2	
15	1999	4,506	6,223	7,479	3,803	17,406	27,891	30,765	9,600	18,004	4,690	5,640	10,557	146,6	
16	2000	5,876	9,442	16,871	14,373	23,221	44,914	48,306	16,224	45,070	1,630	2,617	2,209	230,8	
17	2001	2,480	2,760	2,970	2,840	2,140	10,600	22,800	93,100	33,700	50,400	22,000	2,800	248,6	
18	2002	2,138	5,371	18,740	21,278	17,124	17,403	31,921	15,762	12,622	8,530	6,251	4,826	162,0	
19	2003	3,300	3,658	2,720	7,530	7,074	11,312	33,150	11,584	3,149	1,064	1,410	1,975	87,9	
20	2004	1,950	3,660	5,360	19,100	37,600	76,000	65,400	25,300	19,300	4,960	2,480	4,870	266,0	
21	2005	2,420	2,240	3,910	4,610	6,740	42,700	52,100	37,300	17,000	6,110	1,900	1,750	178,8	
22	2006	2,590	5,200	5,700	6,770	11,900	26,000	17,100	16,400	5,950	4,170	1,140	2,510	105,4	
23	2007	25,200	14,300	0,613	4,650	27,000	13,100	15,300	13,200	5,180	1,380	1,010	0,893	121,8	
24	2008	0,975	2,380	2,770	2,450	2,960	31,900	26,300	21,100	5,600	1,460	1,000	1,760	100,7	
25	2009	3,060	8,620	17,900	31,800	19,200	33,700	41,600	31,900	8,420	15,200	3,150	2,100	216,7	
26	2010	1,820	2,800	4,090	5,640	24,200	33,400	20,300	12,800	13,500	11,000	4,070	2,190	135,8	
27	2011	3,780	5,690	10,400	4,190	4,100	24,200	49,000	39,674	28,216	5,459	2,060	1,571	178,3	
28	2012	2,747	2,578	2,967	3,556	4,111	33,983	77,031	14,324	8,290	4,330	3,200	1,220	158,3	
29	2013	1,540	1,900	2,660	4,400	4,960	18,900	26,700	15,900	7,830	1,950	0,851	0,922	88,5	
30	2014	1,390	1,310	1,460	1,670	2,420	5,720	7,300	15,300	22,100	2,690	1,320	7,340	70,0	
31	2015	13,420	13,380	23,270	26,910	30,140	39,840	31,270	21,130	34,880	14,020	3,700	2,790	254,8	
32	2016	4,590	6,200	7,530	20,170	28,780	22,260	16,340	45,800	25,510	8,810	3,360	2,130	191,5	
33	2017	2,090	1,820	2,110	3,680	5,360	14,680	16,080	11,760	25,900	5,550	2,700	1,720	93,5	
Ortalama		4,481	5,965	8,994	11,564	14,935	27,286	32,292	25,331	17,112	7,249	3,607	3,027	161,842	

NOT: 1985-1993, 1994 (Ekim-Temmuz), 1999-2000, 2003 Yılları $\text{LOG}(Q_{D13A061}) = 0,171608 + 0,367667 \times \text{LOG}(Q_{D13A053}) + 0,233467 \times \text{LOG}(Q_{D13A053})^2$: r= 0,922 S= 9,423 Korelasyonu ile,

2011 (Mayıs-Eylül), 2012 Yılları $\text{LOG}(Q_{D13A061}) = -0,127659 + 0,554013 \times \text{LOG}(Q_{D13A062}) + 0,139672 \times \text{LOG}(Q_{D13A062})^2$: r= 0,939 S= 8,527 Korelasyonu ile,

1994 (Ağustos-Eylül), 1995-1998, 2002, 2011 (Ekim) Yılları $\text{LOG}(Q_{D13A061}) = -0,522215 + 1,262724 \times \text{LOG}(Q_{E13A033(E13A049)}) - 0,146252 \times \text{LOG}(Q_{E13A033(E13A049)})^2$: r= 0,919 S= 6,238 Korelasyonu ile tanımlanmıştır.

D13A004 Büyüksu Deresi, Yumrukaya AGİ

D13A004 Yumrukaya AGİ'nin 1961-1965, 1967-1969, 1971-1972 yılları akımları mevcuttur. Bu AGİ'nin verilerinin tamamlanmasında üç farklı AGİ verisinden yararlanılmıştır. Bu AGİ'lerin isimleri ve ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.17'deki gibidir. D13A004 Yumrukaya AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, korelasyon katsayısı en yüksek olan, E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ'nin akım değerleri öncelikli olarak tercih edilmiştir. Çünkü, E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ ile D13A004 Büyüksu Yumrukaya AGİ arasında memba-mansap ilişkisi bakımından bir ilişki bulunmaktadır. Ortak periyotları toplam 60 aydır. D13A004-E13A034 korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 57 aylık akımlar kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, denklemi Eş. 6.49'da, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir.

$$V_{(D13A004)} = -2,183150 + 0,443373 \times (V_{E13A034}) - 0,001692 \times (V_{E13A034})^2 \quad (6.49)$$

Eş. 6.49 kullanılarak, D13A004 Yumrukaya AGİ'nin 1970, 1973-1986, 1987 (Ekim hariç), 1988-1993, 1994 (Eylül hariç), 1995 (Ekim hariç), 1996-2006, 2007 (Eylül hariç), 2008-2009 (Ekim, Kasım hariç), 2010 (Eylül hariç), 2011 (Ekim-Şubat, Eylül hariç) yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır (Çizelge 6.10).

D13A004 Yumrukaya AGİ'nin eksik olan ancak, E13A034 AGİ verileriyle tamamlanamayan 1987 Ekim, 1994 Eylül, 1995 Ekim, 2008-2009 (Ekim-Kasım), 2010 Eylül, 2011 (Ekim-Şubat, Eylül) yıllarındaki verileri için E13A019 Mengen Çayı Gökçesu AGİ ile yapılan korelasyon kullanılmıştır. Bu iki istasyonunun ortak periyotları, 1965, 1967-1969, 1971-1972 yılları olup, toplam 72 aydır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.50'de verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,895$, $s=3,051$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A004} = -0,388577 + 0,493267 \times V_{E13A019} - 0,002182 \times (V_{E13A019})^2 \quad (6.50)$$

D13A004-E13A019 korelasyon grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısının artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta

toplam 70 aylık akımlar kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.51’de, grafiği CD’de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,927$, $s=2,495$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A004} = -0,130461 + 0,416259 \times V_{E13A019} - 0,000732 \times (V_{E13A019})^2 \quad (6.51)$$

D13A004 Yumrukaya AGİ’nin E13A034 ve E13A019 AGİ verileriyle tamamlanamayan kısmı için ise E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ verileri kullanılmıştır. D13A004-E13A027 ortak periyodu 1968-1969, 1971-1972 yılları olup, toplam 48 aydır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.52’de verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,867$, $s=3,62$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A004} = 1,648696 + 0,327631 \times V_{E13A027} - 0,001309 \times (V_{E13A027})^2 \quad (6.52)$$

D13A004 - E13A027 korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısının artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 46 aylık akımlar kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.53’de, grafiği CD’de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,926$, $s=2,75$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A004} = 1,160645 + 0,361221 \times V_{E13A027} - 0,001490 \times (V_{E13A027})^2 \quad (6.53)$$

Bu regresyon denklemi ile E13A027 Afatlar AGİ’nin akımları kullanılarak, 2007 Eylül ve 2014 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır 2012 yılı E13A034, E13A027 ve E13A019 akım gözlem istasyonlarında eksik olduğundan, 2012 yılı 1961-2017 periyodundaki akımların ortalaması hesaplanarak tamamlanmıştır. Başka uygun korelasyon hesaplanacak akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır. Böylece, D13A004 Yumrukaya AGİ’nin 1961-2017 gözlem periyodunda 57 yıllık akım serisi elde edilmiştir.

D13A004 Yumrukaya AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A004 Yumrukaya AGİ’nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.12’de verilmiştir.

Çizelge 6.12. D13A004 AGİ aylık toplam tamamlanmış akım değerleri (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	1961	0,934	0,727	2,180	2,260	5,930	16,900	9,830	4,260	2,980	2,970	0,806	0,716	50,5
2	1962	1,050	1,840	6,330	3,960	8,260	24,100	13,300	4,550	1,990	1,090	0,746	0,804	68,0
3	1963	1,430	0,914	6,020	10,100	11,700	15,200	15,300	11,800	7,360	2,820	1,360	1,310	85,3
4	1964	1,550	1,730	11,900	3,250	6,210	21,800	11,800	11,900	5,670	2,490	1,530	2,150	82,0
5	1965	1,470	2,330	9,030	5,880	7,450	17,300	20,500	13,300	3,750	6,630	1,640	1,560	90,8
6	1966	1,428	1,375	3,423	5,395	4,039	7,592	14,015	7,824	3,605	1,437	1,087	1,066	52,3
7	1967	0,818	0,791	2,020	3,870	3,100	13,100	18,100	9,560	4,450	2,210	1,370	1,150	60,5
8	1968	1,620	2,090	16,300	17,600	17,700	25,200	22,000	20,800	4,220	1,950	1,700	1,620	132,8
9	1969	2,040	1,830	4,590	4,800	12,200	13,800	17,400	5,390	1,630	3,090	1,420	0,570	68,8
10	1970	0,271	1,435	3,558	3,835	10,083	12,083	13,560	8,545	7,084	3,913	1,789	0,592	66,7
11	1971	0,269	0,306	3,380	13,300	8,620	18,800	17,100	17,800	8,930	2,830	0,503	0,221	92,1
12	1972	1,300	0,310	5,440	6,140	5,690	8,240	10,100	8,580	15,700	6,270	3,020	2,480	73,3
13	1973	7,975	7,102	4,734	5,272	13,585	14,418	12,799	8,333	7,157	5,287	2,764	0,559	90,0
14	1974	1,346	5,001	7,973	2,155	9,710	14,272	11,922	14,595	7,845	5,249	3,573	1,900	85,5
15	1975	0,845	1,006	2,351	2,878	4,994	13,017	9,235	20,923	8,941	6,157	4,664	1,673	76,7
16	1976	1,780	2,017	13,502	6,552	6,133	11,314	13,620	7,510	5,783	3,882	2,566	0,933	75,6
17	1977	1,163	0,885	6,030	3,478	5,186	10,526	7,357	4,816	3,292	3,227	1,293	0,173	47,4
18	1978	0,139	0,968	0,829	5,311	11,597	9,238	14,503	8,720	3,785	4,353	2,395	0,630	62,5
19	1979	0,832	0,729	4,110	12,398	12,546	6,627	7,211	7,401	9,733	6,641	2,473	0,941	71,6
20	1980	0,673	2,266	8,187	9,650	9,091	17,806	17,302	14,247	6,791	3,874	2,509	0,962	93,4
21	1981	1,213	3,713	10,988	11,988	10,947	20,940	12,613	13,203	6,309	4,830	2,326	1,012	100,1
22	1982	1,021	2,470	11,119	13,017	5,454	12,955	15,018	10,330	8,836	5,364	3,882	1,685	91,2
23	1983	1,113	1,081	1,202	4,032	10,750	15,662	12,799	6,072	6,309	7,879	6,448	1,524	74,9
24	1984	2,187	8,678	8,786	7,505	7,496	11,411	14,961	12,150	5,971	4,811	3,218	0,790	88,0
25	1985	0,381	2,123	2,554	4,965	7,964	15,635	14,904	9,790	6,457	4,290	1,905	0,406	71,4
26	1986	1,582	1,223	6,404	16,605	14,584	13,622	8,326	7,109	5,518	3,882	1,575	0,245	80,7
27	1987	1,013	0,700	2,998	11,411	9,676	10,192	15,466	12,055	7,773	5,019	2,493	0,284	79,1
28	1988	0,987	2,753	5,425	5,691	4,101	10,988	11,116	5,771	7,557	6,082	1,802	0,067	62,3
29	1989	0,470	5,231	5,729	4,071	8,355	13,381	4,614	3,324	5,021	3,486	1,690	0,016	55,4
30	1990	0,761	5,460	7,032	4,579	5,416	8,856	10,887	14,882	7,157	4,208	1,983	0,811	72,0
31	1991	1,079	1,335	2,958	2,878	6,171	11,021	8,041	8,965	10,937	9,697	3,194	1,867	68,1
32	1992	1,230	1,060	3,319	3,518	4,802	16,919	23,981	10,563	5,632	5,630	2,015	0,033	78,7
33	1993	0,769	2,510	7,214	5,539	9,470	19,722	17,174	13,686	5,896	3,858	2,550	0,483	88,9
34	1994	0,369	1,177	2,310	1,695	2,747	3,795	2,225	3,404	1,981	2,582	0,908	0,542	23,7
35	1995	0,550	0,641	4,306	12,146	5,757	11,701	16,042	8,298	4,557	6,344	2,456	0,773	73,6
36	1996	1,776	2,915	6,515	4,888	7,460	10,626	16,524	8,791	5,213	3,799	1,835	0,740	71,1
37	1997	3,041	1,181	1,950	5,804	5,492	8,926	25,824	19,142	10,072	6,157	7,258	2,244	97,1
38	1998	4,270	4,769	10,526	11,086	18,973	13,200	17,927	21,604	16,352	8,378	3,842	2,002	132,9
39	1999	2,395	2,470	4,150	3,119	8,917	14,243	9,885	4,076	6,974	5,932	2,978	1,842	67,0
40	2000	1,425	3,196	4,889	2,998	7,023	17,557	24,600	11,415	13,425	5,630	3,882	1,846	97,9
41	2001	1,764	1,161	1,893	1,451	2,104	5,387	4,769	10,162	3,308	3,755	2,138	0,406	38,3
42	2002	0,267	2,794	11,086	6,664	7,856	10,890	17,630	7,073	9,184	7,519	2,659	0,979	84,6
43	2003	0,904	1,039	0,712	4,345	4,917	6,255	12,799	3,919	2,536	3,597	1,492	0,071	42,6
44	2004	0,483	0,935	1,376	8,470	11,853	20,698	17,605	11,351	9,391	4,664	2,643	0,559	90,0
45	2005	0,297	0,531	2,473	3,874	2,504	9,616	9,613	7,977	8,626	6,195	3,058	1,292	56,1
46	2006	1,375	3,316	1,364	2,171	9,676	17,048	6,661	4,506	2,714	3,462	1,455	0,275	54,0
47	2007	0,618	4,420	0,808	3,716	3,983	10,791	9,715	4,506	3,828	3,138	1,471	1,347	48,3
48	2008	0,641	1,025	0,678	0,038	0,722	14,302	6,065	3,602	2,996	2,970	1,463	0,309	34,8
49	2009	1,058	0,823	0,745	6,143	8,249	15,772	12,613	8,333	4,128	6,899	2,306	0,613	67,7
50	2010	0,207	0,813	2,310	3,079	15,875	12,955	10,656	4,467	3,504	1,905	0,045	0,856	56,7
51	2011	1,535	1,211	2,104	2,467	2,658	1,971	3,753	0,358	3,571	2,562	0,572	1,149	23,9
52	2012	1,358	2,145	4,919	6,025	7,994	12,982	12,929	9,423	6,597	4,374	2,220	1,043	72,0
53	2013	0,864	0,831	0,984	1,580	1,973	5,712	10,235	4,200	2,227	0,951	0,778	0,699	31,0
54	2014	2,428	2,111	2,083	2,312	2,871	6,307	5,830	12,735	18,412	2,182	1,817	5,118	64,2
55	2015	3,504	4,707	8,604	14,323	17,831	15,420	15,894	9,404	14,247	6,059	2,206	1,272	113,5
56	2016	1,810	1,769	2,169	5,980	11,970	9,068	6,150	9,148	5,696	1,826	1,124	0,848	57,6
57	2017	1,749	2,322	3,822	5,186	7,247	12,121	14,140	10,443	6,424	3,056	1,644	1,383	69,5
Ortalama		1,358	2,145	4,919	6,025	7,994	12,982	12,929	9,423	6,597	4,374	2,220	1,043	72,010

NOT: 1970, 1973-1986, 1987 (Ekim hariç), 1988-1993, 1994 (Eylül hariç), 1995 (Ekim hariç), 1996-2006, 2007 (Eylül hariç), 2008-2009 (Ekim, Kasım hariç), 2010 (Eylül hariç), 2011 (Ekim-Şubat, Eylül hariç) Yılları

$$Q_{D13A004} = -2,183150 + 0,443373 \times (Q_{E13A034}) - 0,001692 \times (Q_{E13A034})^2 : r = 0,956 \quad S = 2,017 \text{ Korelasyonu ile,}$$

$$1987 \text{ Ekim, } 1994 \text{ Eylül, } 1995 \text{ Ekim, } 2008-2009 \text{ (Ekim-Kasım), } 2010 \text{ Eylül, } 2011 \text{ (Ekim-Şubat, Eylül) Yılları } Q_{D13A004} = -0,130461 + 0,416259 \times (Q_{E13A019}) - 0,000732 \times (Q_{E13A019})^2 : r = 0,927 \quad S = 2,49 \text{ Korelasyonu ile,}$$

$$2007 \text{ Eylül, } 2014 \text{ Yılları } Q_{D13A004} = 1,160645 + 0,361221 \times (Q_{E13A027}) - 0,001490 \times (Q_{E13A027})^2 : r = 0,926 \quad S = 2,75 \text{ Korelasyonu ile uzatılmıştır.}$$

2012 yılı 1961-2017 periyodundaki akımların ortalaması hesaplanarak tamamlanmıştır. Başka uygun korelasyon hesaplanacak akım gözlem istasyonu bulunmamaktadır.

D13A008 Mudurnu Çayı, Akkaya (Akmina) AGİ

D13A008 Akkaya AGİ'nin 1961 Ocak-Eylül, 1962-1963, 1966-1969, 2005-2007, 2009 Ekim-Kasım ve Mart-Eylül, 2010 Nisan-Eylül, 2012-2013 ve 2015-2016 yılları akımları mevcuttur. Ancak, 2005 yılından sonraki akımları Gölköy Barajı'na yapılan derivasyondan dolayı müdahalelidir. Gölköy Barajı derivasyon kanalına alınan sular ölçülmediğinden dolayı doğal hale getirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu sebeple D13A008 Akkaya AGİ'nin 2005 yılı ve sonrası akımları kullanılmamıştır.

D13A008 Mudurnu Çayı, Akmina AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında dört farklı AGİ verisinden yararlanılmıştır. Bu AGİ'lerin isimleri ve ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.18'deki gibidir. D13A008 Akkaya AGİ için E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ ile ortak periyoda sahip akım gözlemleri kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır.

D13A008 Akkaya AGİ için E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ ile aylık toplam akımlarla yapılan korelasyon en uygun korelasyon olarak tespit edilmiştir. Bu iki AGİ aynı kol üzerinde olup, aralarında memba-mansap ilişkisi bulunmaktadır. Ortak periyotları toplam 36 aydır. Aşağıda, Eş. 6.54'de verilen regresyon denklemi uygulanarak, D13A008 Akkaya AGİ'nin 1970-2011 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.54'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,976$, $s=1,051$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{(D13A008)} = -0,044183 + 0,111589 \times (V_{E13A034}) + 0,000973 \times (V_{E13A034})^2 \quad (6.54)$$

E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ'nin 1967-2011 yılları arasında ölçüm değerleri bulunmakta olup, 2011 yılından sonra akım değerleri olmadığı için, D13A008 Akkaya AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanmasında kullanılamamıştır. Bu yıllar için diğer AGİ verileri ile yapılan korelasyon analizleri kullanılmıştır. Eksik olan 1965, 2013, 2015-2016 yılları aylık toplam akımları, E13A019 Mengen Çayı Gökçesu AGİ den; 2014 ve 2017 yılları aylık toplam akımları da E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ'den tamamlanmıştır. En uygun regresyon denklemleri Eş. 6.55 ve Eş. 6.56'da, grafikleri CD'de excel olarak verilmiştir. Eş. 6.55'de, $r=0,919$, $s=1,073$; Eş. 6.56'da, $r=0,916$, $s=2,749$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A008} = 1,109218 + 0,052945 \times V_{E13A019} + 0,003919 \times (V_{E13A019})^2 \quad (6.55)$$

$$\text{LOG}(V_{(D13A008)}) = -0,480206 + 0,629575 \times \text{LOG}(V_{E13A027}) + 0,070418 \times \text{LOG}(V_{E13A027})^2 \quad (6.56)$$

Eksik olan 1964 yılı aylık toplam akımları, E13A034, E13A027 ve E13A019 akım gözlem istasyonlarında eksik olduğundan, 1964 yılı için, E13A035 Filyos Çayı Derecikviran AGİ ile yapılan korelasyon analizi kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.57’de, grafiği CD’de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,905$, $s=1,836$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{(D13A008)} = 1,216806 - 0,000346 \times (V_{E13A035}) + 0,000016 \times (V_{E13A035})^2 \quad (6.57)$$

Bunların dışında, 2012 yılı akım değerleri için korelasyon analizi yapılacak başka uygun herhangi bir AGİ olmadığından dolayı, 2012 yılı 1963-2017 periyodundaki akımların ortalaması hesaplanarak tamamlanmıştır. Böylece, D13A008 Akkaya AGİ’nin 1963-2017 gözlem periyodunda 55 yıllık akım serisi elde edilmiştir.

D13A008 Akkaya AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A008 Akmina AGİ’nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.13’de verilmiştir.

Z A M A N		
AGİ	No	
	D13A008	1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017
	E13A034	1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017
	E13A019	1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017
	E13A027	1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017
	E13A035	1961 1962 1963 1964 1965 1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017

Şekil 6.18. D13A008, E13A034, E13A019, E13A027, E13A035 AGİ ölçümleri

Çizelge 6.13. D13A008 Akmina AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1963	0,500	0,510	2,060	6,100	6,620	5,520	6,210	4,730	2,440	1,140	0,580	0,560	37,0
2	1964	1,340	1,354	2,876	1,620	5,028	9,149	3,099	3,177	3,765	1,495	1,309	1,413	35,6
3	1965	1,452	1,828	5,343	2,701	3,632	9,063	17,161	6,696	2,236	1,703	1,510	1,422	54,7
4	1966	0,890	1,086	2,690	7,430	3,663	4,899	6,661	3,508	2,220	2,418	1,341	1,397	38,2
5	1967	1,757	2,367	3,815	2,665	2,023	7,176	8,545	6,545	2,158	0,910	0,331	0,250	38,5
6	1968	0,232	0,209	3,768	8,251	12,787	19,310	17,617	6,381	2,642	1,285	0,878	0,981	74,3
7	1969	0,916	0,675	1,452	1,077	1,877	4,122	7,698	6,359	0,480	0,440	0,172	0,149	25,4
8	1970	0,586	0,934	1,626	1,723	4,385	5,472	6,378	3,418	2,294	0,730	0,539	0,573	28,7
9	1971	0,670	0,710	2,005	4,839	3,084	7,168	8,711	7,698	5,638	1,314	0,674	0,700	43,2
10	1972	0,877	0,811	2,882	2,975	3,629	7,677	6,534	3,306	5,472	3,242	1,612	1,544	40,6
11	1973	3,370	2,990	2,048	2,250	6,398	6,948	5,901	3,322	2,324	1,182	0,835	0,564	38,1
12	1974	0,904	2,149	3,370	1,159	4,196	6,848	5,380	6,809	2,607	1,169	1,093	0,966	36,6
13	1975	0,753	0,803	1,222	1,395	2,149	6,033	3,960	12,584	3,084	1,489	1,462	0,896	35,8
14	1976	1,039	1,115	6,340	2,759	2,592	5,035	6,417	2,959	1,792	0,720	0,773	0,673	32,2
15	1977	0,849	0,767	2,547	1,598	2,221	4,610	3,100	1,891	0,935	0,517	0,395	0,454	19,9
16	1978	0,548	0,792	0,750	2,265	5,198	3,960	7,007	3,499	1,095	0,870	0,721	0,584	27,3
17	1979	0,750	0,721	1,820	5,657	5,750	2,789	3,037	2,913	3,450	1,667	0,745	0,675	30,0
18	1980	0,702	1,195	3,466	4,162	3,893	9,612	9,168	6,573	2,178	0,717	0,756	0,681	43,1
19	1981	0,864	1,681	4,857	5,417	4,839	12,934	5,788	5,901	1,990	1,027	0,700	0,696	46,7
20	1982	0,806	1,261	4,928	6,033	2,324	5,995	7,370	4,282	3,037	1,208	1,195	0,899	39,3
21	1983	0,834	0,826	0,861	1,792	4,733	7,843	5,901	2,368	1,990	2,149	2,120	0,850	32,3
22	1984	1,168	3,694	3,744	3,163	3,163	5,089	7,330	5,270	1,863	1,021	0,978	0,631	37,1
23	1985	0,617	1,149	1,288	2,134	3,370	7,822	7,289	4,010	2,048	0,850	0,573	0,520	31,7
24	1986	0,977	0,869	2,698	8,582	7,067	6,417	3,531	2,789	1,695	0,720	0,476	0,474	36,3
25	1987	0,492	0,712	1,435	5,089	4,179	4,436	7,698	5,216	2,577	1,091	0,751	0,485	34,2
26	1988	0,796	1,354	2,309	2,412	1,820	4,857	4,928	2,250	2,487	1,462	0,543	0,424	25,6
27	1989	0,643	2,236	2,427	1,806	3,547	6,263	2,005	1,368	1,516	0,597	0,510	0,409	23,3
28	1990	0,728	2,324	2,959	1,990	2,309	3,777	4,804	7,007	2,324	0,824	0,597	0,637	30,3
29	1991	0,824	0,903	1,422	1,395	2,607	4,875	3,402	3,613	4,044	2,928	0,971	0,955	27,9
30	1992	0,869	0,820	1,544	1,612	2,076	8,841	17,737	4,402	1,737	1,301	0,606	0,414	42,0
31	1993	0,731	1,274	3,037	2,353	4,078	11,511	9,058	6,205	1,835	0,712	0,768	0,542	42,1
32	1994	0,614	0,855	1,208	1,013	1,354	1,709	1,182	1,395	0,532	0,326	0,286	0,240	10,7
33	1995	0,293	0,695	1,891	5,509	2,442	5,252	8,136	3,306	1,354	1,557	0,740	0,626	31,8
34	1996	1,038	1,408	2,744	2,105	3,147	4,663	8,517	3,531	1,585	0,694	0,553	0,616	30,6
35	1997	1,449	0,856	1,093	2,457	2,338	3,810	22,717	10,591	3,613	1,489	2,442	1,074	53,9
36	1998	1,877	2,062	4,610	4,910	10,731	6,147	9,724	13,465	7,431	2,353	1,182	0,998	65,5
37	1999	1,235	1,261	1,835	1,476	3,810	6,829	4,282	1,626	2,250	1,408	0,902	0,948	27,9
38	2000	0,929	1,503	2,105	1,435	2,959	9,389	19,102	4,857	5,435	1,301	1,195	0,949	51,2
39	2001	1,034	0,850	1,075	0,938	1,145	2,294	2,062	4,196	0,940	0,680	0,643	0,520	16,4
40	2002	0,584	1,368	4,910	2,805	3,322	4,804	9,455	2,774	3,194	2,005	0,802	0,686	36,7
41	2003	0,771	0,813	0,715	1,905	2,120	2,637	5,901	1,571	0,699	0,631	0,452	0,425	18,6
42	2004	0,647	0,782	0,915	3,596	5,343	12,634	9,433	4,821	3,290	0,972	0,797	0,564	43,8
43	2005	0,593	0,663	1,261	1,737	1,274	4,145	4,145	3,163	2,944	1,503	0,927	0,780	23,1
44	2006	0,913	1,544	0,911	1,164	4,179	8,949	2,805	1,778	0,753	0,589	0,442	0,482	24,5
45	2007	0,686	1,933	0,743	1,681	1,778	4,751	4,196	1,778	1,109	0,491	0,446	0,312	19,9
46	2008	0,261	0,373	0,705	0,520	0,721	6,868	2,562	1,462	0,841	0,440	0,444	0,492	15,7
47	2009	0,464	0,430	0,725	2,592	3,499	7,926	5,788	3,322	1,208	1,764	0,694	0,579	29,0
48	2010	0,567	0,746	1,208	1,462	8,010	5,995	4,680	1,764	1,003	0,133	0,051	0,358	26,0
49	2011	0,091	0,024	0,041	0,047	0,011	1,100	1,695	0,452	1,025	0,321	0,193	0,167	5,2
50	2012	0,894	1,190	2,227	2,884	3,818	6,282	6,842	4,284	2,614	1,190	0,828	0,727	33,8
51	2013	1,259	1,253	1,280	1,396	1,481	2,684	5,161	2,111	1,540	1,274	1,244	1,231	21,9
52	2014	0,773	0,631	0,618	0,722	0,962	2,303	2,120	4,899	7,852	0,663	0,490	1,848	23,9
53	2015	1,887	2,290	4,130	8,485	12,272	9,571	10,067	4,616	8,413	2,833	1,535	1,334	67,4
54	2016	1,445	1,436	1,527	2,799	6,437	4,407	2,873	4,456	2,678	1,448	1,306	1,256	32,1
55	2017	0,362	0,374	0,426	0,585	1,607	4,288	3,415	2,359	5,493	0,511	0,414	0,370	20,2
Ortalama		0,894	1,190	2,227	2,884	3,818	6,282	6,842	4,284	2,614	1,190	0,828	0,727	33,779

NOT: 1970-2011 Yılları $Q_{D13A008} = -0,044183 + 0,111589 \times (Q_{E13A034}) + 0,000973 \times (Q_{E13A034})^2$: R= 0,976 S= 1,051 Korelasyonu ile,
 1965, 2013, 2015-2016 Yıllı $D_{13A008} = 1,109218 + 0,052945 \times Q_{E13A019} + 0,003919 \times (Q_{E13A019})^2$: R= 0,919 S= 1,703 Korelasyonu ile,
 2014, 2017 Yılları $\text{LOG}(Q_{D13A008}) = -0,480206 + 0,629575 \times \text{LOG}(Q_{E13A027}) + 0,070418 \times \text{LOG}(Q_{E13A027})^2$: R= 0,916 S= 2,749 Korelasyonu ile,
 1964 Yılı $Q_{D13A008} = 1,216806 - 0,000346 \times (Q_{E13A035}) + 0,000016 \times (Q_{E13A035})^2$: R= 0,905 S= 1,836 Korelasyonu ile uzatılmıştır.
 2012 yılı 1963-2017 periyodundaki akımların ortalaması hesaplanarak tamamlanmıştır.

D13A022 Akhasan Deresi, Akhasan AGİ

D13A022 Akhasan AGİ'nin 1969-1972, 1974-1993, 1996-2011 yılları akımları mevcuttur. D13A022 Akhasan Deresi, Akhasan AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında iki farklı AGİ verisinden yararlanılmıştır. Bu AGİ'lerin isimleri ve ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.19'daki gibidir. D13A022 Akhasan AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, korelasyon katsayısı yüksek olmasına rağmen, D13A063 (E13A014) Soğanlı Çayı Karabük AGİ ve E13A036 Yenice AGİ'nin akım değerleri tercih edilmemiştir. Çünkü, sözkonusu AGİ'ler ile D13A022 Akhasan AGİ aynı kol üzerinde olmayıp, aralarında hem yakınlık açısından hem de memba-mansap ilişkisi bakımından bir ilişki bulunmamaktadır.

D13A022 Akhasan AGİ için E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ ile ortak periyoda sahip akım gözlemleri kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır. D13A022 Akhasan AGİ için E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ ile aylık toplam akımlarla yapılan korelasyon analizi en uygun korelasyon olarak tespit edilmiştir. Ortak periyotları toplam 480 aydır. Yapılan korelasyonla, D13A022 Akhasan AGİ'nin 1973, 1994-1995, 2013-2017 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.58'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,907$, $s=0,490$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{(D13A022)} = 0,084880 + 0,033554 \times (V_{E13A027}) + 0,000068 \times (V_{E13A027})^2 \quad (6.58)$$

E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ'nin 2012 yılı akım değerleri olmadığı için, 2012 yılı akımları D13A022 - D13A040 korelasyon analizi ile tamamlanmıştır.

En uygun regresyon denklemi Eş. 6.59'da, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,894$, $s=0,527$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{(D13A022)} = 0,068577 + 0,027349 \times (V_{D13A040}) + 0,000098 \times (V_{D13A040})^2 \quad (6.59)$$

Böylece, D13A022 Akhasan AGİ'nin 1969-2017 gözlem periyodunda 49 yıllık akım serisi elde edilmiştir. D13A022 Akhasan AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A022 Akhasan AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.14'de verilmiştir.

AGİ	Z A M A N																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
No																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Şekil 6.19. D13A022, E13A027, D13A040 AGİ ölçüm yılları

D13A036 Hacılar Deresi, Yalaközü AGİ

D13A036 Yalaközü AGİ'nin 1972 (kasım-eylül), 1975-1983, 1985-2016 yılları akımları mevcuttur. D13A036 Hacılar Deresi, Yalaközü AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında iki farklı AGİ verisinden yararlanılmıştır. Bu AGİ'lerin isimleri ve ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.20'deki gibidir.

D13A036 Yalaközü AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, korelasyon katsayısı yüksek olan ve aralarında hem yakınlık açısından hem de memba-mansap ilişkisi bakımından uygunluk olan D13A064 (E13A001) Melen Çayı Dalgöz AGİ'nin akım değerleri kullanılmıştır. D13A036 Yalaközü AGİ için D13A064 (E13A001) Melen Çayı Dalgöz AGİ ile ortak periyoda sahip akım gözlemleri kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır. D13A036 - D13A064 (E13A001) ortak periyotları toplam 137 aydır. Aşağıda Eş. 6.60'de verilen en uygun regresyon denklemi ile D13A036 Yalaközü AGİ'nin 2017 yılı eksik verileri tamamlanmıştır. En uygun regresyon denklemi Eş. 6.60'da, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,96$, $s=0,463$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{(D13A036)} = 0,055771 + 0,022628 \times V_{D13A064 (E13A001)} + 0,000057 \times (V_{D13A064 (E13A001)})^2 \quad (6.60)$$

E13A001 Dalgöz AGİ, 1972 yılından itibaren kapalı olup, 2004 yılında D13A064 AGİ olarak tekrar işletmeye açılmıştır. Bu nedenle, D13A036 Yalaközü AGİ'nin 1972 Ekim, 1973-1974, 1984 yıllarındaki eksik verileri için, E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ ile yapılan korelasyon analizi kullanılmıştır. D13A036-E13A027 ortak periyotları toplam 491 aydır. Korelasyon grafiğinde çok sapan 1975 Nisan, Mayıs, 1980 Mart, Nisan ve 2010 Şubat ayları korelasyon katsayısını yükseltmek amacıyla korelasyona dahil edilmemiş ve toplam 486 aylık akım değerleri kullanılmıştır. Hesaplanan en uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, Eş. 6.61'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,879$, $s=0,934$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{(D13A036)} = 0,207980 + 0,051654 \times (V_{E13A027}) + 0,000226 \times (V_{E13A027})^2 \quad (6.61)$$

Böylece, D13A036 Yalaközü AGİ'nin 1972-2017 gözlem periyodunda 46 yıllık akım serisi elde edilmiştir. D13A036 Yalaközü AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve

eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A036 Yalaközü AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.15'de verilmiştir.

Z A M A N	
AGİ	1953-58
No	1962
D13A036	1963
E13A027	1964
E13A001 (D13A064)	1965
	1966
	1967
	1968
	1969
	1970
	1971
	1972
	1973
	1974
	1975
	1976
	1977
	1978
	1979
	1980
	1981
	1982
	1983
	1984
	1985
	1986
	1987
	1988
	1989
	1990
	1991
	1992
	1993
	1994
	1995
	1996
	1997
	1998
	1999
	2000
	2001
	2002
	2003
	2004
	2005
	2006
	2007
	2008
	2009
	2010
	2011
	2012
	2013
	2014
	2015
	2016
	2017

Şekil 6.20. D13A036, E13A027, E13A001 (D13A064) AGİ ölçüm yılları

Çizelge 6.15. D13A036 Yalaközü AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1972	0,295	0,798	0,789	0,429	0,425	3,290	4,240	2,450	1,260	0,900	0,777	0,601	16,3
2	1973	2,748	1,199	0,549	0,467	2,388	3,171	4,407	1,478	0,511	0,345	0,269	0,254	17,8
3	1974	0,282	0,324	0,737	0,363	0,872	3,150	1,565	4,239	0,597	0,265	0,261	0,322	13,0
4	1975	0,389	0,595	0,657	0,851	0,731	10,200	8,840	22,900	1,090	0,397	0,395	0,448	47,5
5	1976	0,242	0,510	0,704	0,589	0,405	5,720	5,130	1,300	0,612	0,172	0,101	0,135	15,6
6	1977	0,200	0,252	1,670	0,265	5,080	2,730	1,390	0,776	0,212	0,067	0,067	0,097	12,8
7	1978	0,272	0,403	0,437	0,619	4,100	5,090	6,320	1,500	0,270	0,135	0,067	0,144	19,4
8	1979	0,330	0,408	1,410	4,310	6,580	1,350	1,270	1,160	0,784	0,135	0,182	0,052	18,0
9	1980	3,780	4,510	6,690	5,860	5,110	20,800	7,590	6,910	0,334	0,105	0,147	0,135	62,0
10	1981	0,208	0,382	2,190	2,200	3,020	17,100	4,660	1,610	0,381	0,338	0,442	0,109	32,6
11	1982	0,117	0,567	5,900	2,260	1,500	3,280	5,390	2,130	3,260	0,050	0,078	0,037	24,6
12	1983	0,036	0,047	0,048	0,061	0,160	3,120	4,520	1,550	3,450	0,426	0,287	0,145	13,9
13	1984	0,323	1,259	1,710	0,999	1,368	4,448	9,345	3,550	0,578	0,331	0,403	0,265	24,6
14	1985	0,328	0,451	0,412	0,537	0,812	2,530	3,640	1,030	0,705	0,637	0,268	0,528	11,9
15	1986	0,794	1,450	0,863	2,710	2,220	3,440	0,678	1,250	1,910	0,239	0,178	0,290	16,0
16	1987	0,000	0,000	0,060	2,550	5,900	2,540	9,000	3,080	0,163	0,046	0,001	0,001	23,3
17	1988	0,021	0,036	0,454	0,160	0,171	5,320	7,690	0,493	1,870	0,034	0,001	0,005	16,3
18	1989	0,101	0,235	0,591	0,106	1,150	2,680	0,139	0,431	0,096	0,003	0,000	0,001	5,5
19	1990	0,179	1,690	7,340	1,870	1,160	4,030	4,760	2,480	0,425	0,216	0,131	0,207	24,5
20	1991	0,343	0,525	0,820	0,519	0,557	4,060	1,850	0,969	0,425	0,306	0,094	0,218	10,7
21	1992	0,359	0,423	0,838	0,890	0,785	5,310	10,900	1,460	1,460	2,300	0,168	0,163	25,1
22	1993	0,313	0,565	0,780	0,711	0,759	5,090	4,830	4,280	0,726	0,097	0,117	0,095	18,4
23	1994	0,271	0,355	0,634	0,530	0,503	1,800	1,080	1,110	0,299	0,271	0,271	0,294	7,4
24	1995	0,242	0,409	0,639	1,600	0,694	3,710	5,200	1,790	0,649	0,608	0,350	0,510	16,4
25	1996	0,669	1,280	1,310	1,280	2,190	3,910	3,800	1,750	1,250	0,172	0,135	0,289	18,0
26	1997	0,411	0,516	0,742	1,070	0,845	1,310	7,250	4,930	0,999	0,161	0,142	0,206	18,6
27	1998	0,520	0,569	1,840	0,909	1,380	1,680	6,010	4,020	2,610	0,207	0,037	0,095	19,9
28	1999	0,256	0,395	0,521	0,508	2,400	4,070	3,440	0,674	0,510	0,625	0,224	0,394	14,0
29	2000	0,492	0,654	1,440	1,610	1,190	5,220	8,790	2,700	3,470	0,307	0,190	0,259	26,3
30	2001	0,426	0,376	0,422	0,417	0,405	1,350	0,610	2,600	0,256	0,181	0,227	0,166	7,4
31	2002	0,190	0,372	2,830	2,210	1,970	3,870	7,020	1,860	0,380	0,295	0,171	0,297	21,5
32	2003	0,330	0,443	0,426	0,640	0,927	1,590	6,520	0,941	0,206	0,082	0,101	0,117	12,3
33	2004	0,269	0,376	0,548	1,270	3,800	6,170	2,250	0,779	0,232	0,110	0,110	0,106	16,0
34	2005	0,214	0,181	0,263	0,450	0,737	3,520	6,180	2,230	0,992	0,229	0,125	0,181	15,3
35	2006	0,187	0,350	0,398	0,412	0,548	4,250	2,040	0,688	0,192	0,171	0,114	0,128	9,5
36	2007	0,383	0,887	0,404	0,464	0,986	2,500	2,010	1,160	0,209	0,048	0,069	0,088	9,2
37	2008	0,194	0,228	0,532	0,156	0,097	4,400	1,910	0,534	0,166	0,091	0,091	0,104	8,5
38	2009	0,272	0,376	0,388	0,492	7,450	5,640	5,210	1,930	0,363	0,279	0,109	0,111	22,6
39	2010	0,171	0,377	1,150	1,070	5,290	3,380	1,490	0,670	0,395	0,337	0,104	0,193	14,6
40	2011	0,360	0,438	0,936	0,873	0,812	4,070	3,350	3,850	1,950	0,232	0,158	0,158	17,2
41	2012	0,362	0,366	0,464	0,733	0,610	4,780	11,100	1,070	0,253	0,114	0,111	0,094	20,1
42	2013	0,169	0,243	0,774	1,060	1,520	3,600	3,550	0,599	0,366	0,163	0,079	0,133	12,3
43	2014	0,215	0,249	0,252	0,259	0,307	1,370	0,541	1,620	3,360	0,196	0,167	0,407	8,9
44	2015	0,900	0,640	2,320	1,970	3,590	5,290	3,690	0,780	4,260	0,800	0,250	0,160	24,7
45	2016	0,180	0,330	0,370	1,520	3,360	2,320	0,940	0,910	0,390	0,270	0,180	0,200	11,0
46	2017	0,235	0,291	0,293	0,289	0,490	2,175	1,663	1,037	2,909	0,361	0,288	0,203	10,2
Ortalama		0,426	0,594	1,208	1,111	1,899	4,357	4,430	2,332	1,039	0,301	0,179	0,199	18,075

NOT: 2017 Yılı $Q_{D13A036} = 0,055771 + 0,022628 \times Q_{D13A064(E13A001)} + 0,000057 \times (Q_{D13A064(E13A001)})^2$: R= 0,96 S= 0,463 Korelasyonu ile,
1972 (Ekim), 1973-1974, 1984 Yılları $Q_{D13A036} = 0,207980 + 0,051654 \times (Q_{E13A027}) + 0,000226 \times (Q_{E13A027})^2$: R= 0,879 S= 0,934 Korelasyonu ile tamamlanmıştır.

D13A044 Bolu Çayı, Devrek AGİ

D13A044 Devrek AGİ'nin 1982 (Ocak-Eylül), 1983-1997, 2001-2007 yılları akımları mevcuttur. D13A044 Bolu Çayı, Devrek AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında üç farklı AGİ verisinden yararlanılmıştır. Bu AGİ'lerin isimleri ve ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.21'deki gibidir.

D13A044 Devrek AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, korelasyon katsayısı yüksek olmasına rağmen, D13A065 Büyüksu Küplüce AGİ'nin akım değerleri öncelikli olarak tercih edilmemiştir. Çünkü, D13A065 Büyüksu Küplüce AGİ ile D13A044 Devrek AGİ aynı kol üzerinde olmasına rağmen, aralarında yaklaşık 70 km mesafe bulunmaktadır. Ayrıca, ortak periyotları azdır. Bu nedenle, D13A044 Devrek AGİ'ye çok yakın mesafede ve hemen mansabında bulunan E13A051 Devrek Çayı Devrek AGİ ile yapılan korelasyon analizi öncelikli olarak kullanılarak, D13A044 Devrek AGİ'nin eksik akım değerleri tamamlanmıştır. D13A044 - E13A051 istasyonlarının ortak periyotları toplam 60 aydır. D13A044 - E13A034 korelasyon grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 57 aylık akımlar kullanılmıştır. Hesaplanan en uygun regresyon denklemi 1. derece lineer denklem olup, Eş. 6.62'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,967$, $s=9,074$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A044} = -2,041974 + 0,988454 \times V_{E13A051} \quad (6.62)$$

Eş. 6.62'de verilen denklemle, D13A044 Devrek AGİ'nin 1999-2000, 2008-2011, 2013 (Mart-Eylül), 2015 (Ocak-Eylül), 2016-2017 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır.

İkinci olarak, eksik kalan yılların akım değerlerini tamamlamak için, D13A065 Büyüksu Küplüce AGİ ile yapılan korelasyon analizi kullanılmıştır. D13A044 Devrek AGİ ile D13A065 Büyüksu Küplüce AGİ aynı kol üzerinde bulunmaktadır. En uygun regresyon denklemi 1. derece lineer denklem olup, Eş. 6.63'de grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,967$, $s=10,867$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A044} = -8,423981 + 3,122205 \times V_{D13A065} \quad (6.63)$$

Eş. 6.63 ile, D13A044 Devrek AGİ'nin 2012, 2013 (Ekim-Şubat), 2014, 2015 (Ekim-Aralık) yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır.

Üçüncü olarak, yine D13A044 Devrek AGİ ile aynı kol üzerindeki E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ ile yapılan korelasyon analizi kullanılarak, D13A044 Devrek AGİ'nin 1982 (Ekim-Aralık) ve 1998 yıllarındaki eksik kalan akım değerleri tamamlanmıştır. Ortak periyotları toplam 273 aydır. Hesaplanan en uygun regresyon 1.derece lineer denklemdir ve Eş. 6.64'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,902$, $s=21,97$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A044} = -0,061668 + 3,079736 \times V_{E13A034} \quad (6.64)$$

Böylece, D13A044 Devrek AGİ'nin 1982-2017 gözlem periyodunda 36 yıllık akım serisi elde edilmiştir. D13A044 Devrek AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A044 Devrek AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.16'da verilmiştir.

Z A M A N	
AGİ	1961
No	1962
	1963
	1964
	1965
	1966
	1967
	1968
	1969
	1970
	1971
	1972
	1973
	1974
	1975
	1976
	1977
	1978
	1979
	1980
	1981
	1982
	1983
	1984
	1985
	1986
	1987
	1988
	1989
	1990
	1991
	1992
	1993
	1994
	1995
	1996
	1997
	1998
	1999
	2000
	2001
	2002
	2003
	2004
	2005
	2006
	2007
	2008
	2009
	2010
	2011
	2012
	2013
	2014
	2015
	2016
	2017

Şekil 6.21. D13A044, E13A034, D13A065, E13A051 AGİ ölçüm yılları

Çizelge 6.16. D13A044 Devrek AĞI aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	1982	22,967	33,791	106,499	117,260	67,336	144,260	142,252	66,073	46,704	31,499	52,279	37,527	868,4
2	1983	27,067	26,452	27,560	69,160	138,236	204,260	123,252	55,473	66,704	71,799	58,979	24,527	893,5
3	1984	78,667	109,252	92,560	82,360	87,036	98,460	177,252	108,573	48,304	29,099	25,879	12,127	949,6
4	1985	11,667	31,452	29,560	55,260	123,236	199,260	142,252	60,273	33,604	30,699	13,179	9,027	739,5
5	1986	26,967	25,352	97,260	156,260	116,236	98,860	58,752	69,873	41,704	26,799	15,379	11,627	745,1
6	1987	13,167	26,552	37,060	117,260	97,236	111,260	160,252	101,573	62,604	34,699	19,679	12,227	793,6
7	1988	14,567	23,752	67,360	56,260	46,336	104,260	94,152	45,573	69,004	39,099	20,079	10,987	591,4
8	1989	20,467	56,452	63,960	57,560	79,636	129,260	38,252	28,073	36,504	23,999	13,349	9,977	557,5
9	1990	20,767	60,052	105,260	49,360	51,536	71,360	97,352	121,573	39,504	27,899	16,379	12,427	673,5
10	1991	21,067	44,252	53,360	51,960	102,236	115,260	78,152	73,273	165,804	128,999	32,579	26,327	893,3
11	1992	22,367	22,352	40,660	47,360	92,736	199,260	218,252	68,873	42,704	29,899	16,079	11,227	811,8
12	1993	15,067	37,752	54,360	65,560	129,236	199,260	167,252	119,573	55,304	31,699	19,279	12,027	906,4
13	1994	19,567	28,652	35,260	38,660	51,836	59,360	41,152	41,673	18,504	20,299	15,179	11,727	381,9
14	1995	13,567	40,352	119,260	153,260	84,136	140,260	180,252	84,873	42,704	73,799	30,279	22,427	985,2
15	1996	36,767	44,852	86,660	68,360	100,236	127,260	191,252	80,473	50,104	29,199	19,079	17,227	851,5
16	1997	42,167	27,952	48,160	75,660	107,236	149,260	386,252	191,573	75,404	43,399	92,679	30,227	1270,0
17	1998	47,697	51,653	100,955	106,190	193,271	126,824	179,770	231,882	160,836	81,673	44,345	30,265	1355,4
18	1999	30,051	37,943	41,213	27,473	68,470	114,853	86,970	43,202	55,490	31,466	19,584	20,719	577,4
19	2000	15,619	28,256	34,788	34,393	86,658	223,583	286,836	94,207	142,079	41,548	26,405	23,092	1037,5
20	2001	7,527	5,072	6,830	6,880	8,096	23,760	49,652	77,073	27,104	21,799	17,379	10,237	261,4
21	2002	8,447	21,752	104,260	100,260	83,336	92,360	145,252	62,473	58,704	34,699	29,179	66,727	807,4
22	2003	103,267	119,252	108,260	67,060	34,036	75,560	102,252	42,273	23,404	20,099	13,439	10,697	719,6
23	2004	15,367	25,852	35,860	83,360	116,236	200,260	108,252	83,673	75,904	32,799	24,179	13,727	815,5
24	2005	11,667	14,752	42,360	57,860	62,936	126,260	87,352	71,073	63,404	31,999	16,079	11,627	597,4
25	2006	20,567	47,152	47,660	63,360	108,236	139,260	61,652	40,773	24,904	21,499	13,409	12,527	601,0
26	2007	11,867	28,652	17,260	43,560	79,436	121,260	88,152	50,873	29,604	18,599	13,739	8,807	511,8
27	2008	6,634	13,232	29,253	16,403	40,299	142,530	56,229	32,132	23,365	17,825	11,953	14,887	404,7
28	2009	17,596	12,737	20,950	61,970	64,417	143,518	111,879	63,861	32,261	38,780	19,683	17,359	605,0
29	2010	11,962	16,988	21,938	50,801	178,089	127,703	103,972	43,697	47,385	45,700	14,741	11,527	674,5
30	2011	15,520	9,574	21,148	30,439	30,909	93,305	146,475	107,254	105,506	29,291	10,184	5,734	605,3
31	2012	12,487	10,284	15,930	20,769	29,466	101,041	205,922	49,564	44,978	45,182	30,194	12,579	578,4
32	2013	10,333	11,845	19,334	32,665	36,022	48,033	39,920	13,450	36,512	21,285	23,637	14,986	308,0
33	2014	22,135	10,222	11,591	16,242	12,887	25,484	17,059	43,320	79,635	31,913	20,234	14,265	305,0
34	2015	10,863	14,000	32,353	131,439	127,352	143,607	163,417	112,028	98,122	75,017	48,032	73,137	1029,4
35	2016	30,565	20,912	32,989	84,685	149,622	120,843	92,624	70,068	54,403	24,695	22,807	19,879	724,1
36	2017	20,463	25,706	28,650	31,674	39,528	52,116	40,879	40,899	41,049	39,947	17,983	41,319	420,2
Ortalama		23,264	32,364	51,066	64,696	83,994	122,037	124,190	74,754	58,884	38,297	24,931	19,604	718,081
NOT: 1999-2000, 2008-2011, 2013 (Mart-Eylül), 2015 (Ocak-Eylül), 2016-2017 Yılları $Q_{D13A044} = -2,041974 + 0,988454 \times Q_{E13A051} : R = 0,967$ $S = 9,074$ Korelasyonu ile, 2012, 2013 (Ekim-Şubat), 2014, 2015 (Ekim-Aralık) Yılları $Q_{D13A044} = -8,423981 + 3,122205 \times Q_{D13A065} : R = 0,967$ $S = 10,867$ Korelasyonu ile, 1982 (Ekim-Aralık), 1998 Yılları $Q_{D13A044} = -0,061668 + 3,079736 \times Q_{E13A034} : R = 0,902$ $S = 21,97$ Korelasyonu ile tamamlanmıştır.														

D13A064 (E13A001) Gerede Çayı, Bayramören (Dalgöz) AGİ

D13A064 Gerede Çayı Bayramören AGİ'nin 2004-2008 Ekim-Ocak, 2009 Mayıs-Eylül, 2010 Şubat-Eylül ve 2011-2017 yıllarında akım değerleri mevcuttur. Yağış alanı 3002 km² dir. Daha önceki yıllarda hemen hemen aynı konumda E13A001 Dalgöz AGİ'nin 1952 Nisan-Eylül, 1953-1958, 1964-1971 yıllarında akım değerleri mevcuttur. Yağış alanı 2984,4 km²'dir. İki AGİ arasında önemli bir yan kol karışımı olmadığı için birbirinin devamı olarak kabul edilmiş ve akım değerleri birleştirilmiştir.

D13A064 (E13A001) Gerede Çayı, Bayramören (Dalgöz) AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ verisinden yararlanılmıştır. D13A064 (E13A001) ve E13A014 (D13A063) AGİ'lerinin ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.22'deki gibidir.

D13A064 (E13A001) Gerede Çayı Bayramören (Dalgöz) AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ ile yapılan korelasyon kullanılmıştır. Bu AGİ'ler aynı kol üzerinde bulunmakta olup, aralarında memba-mansap ilişkisi bulunmaktadır. Ortak periyotları 1964-1971, 2004-2007, 2008 Ekim-Ocak, 2009 Mayıs-Eylül, 2010 Şubat-Eylül, 2011-2015, 2017 yılları olup, toplam 233 aydır.

D13A064 (E13A001) - E13A014 (D13A063) korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısının artırılması amaçlanmış ve korelasyon analizi yapılırken ortak periyotta toplam 229 aylık akımlar kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi 1. derece lineer olup, Eş. 6.65'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,972$, $s=12,527$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A064 (E13A001)} = 0,576998 + 0,720798 \times V_{E13A014 (D13A063)} \quad (6.65)$$

Bu regresyon denklemi ile E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ akım aylık toplam akım değerleri kullanılarak, D13A064 (E13A001) Bayramören (Dalgöz) AGİ'nin eksik olan 1963, 1972-2003, 2008 Şubat-Eylül, 2009 Ekim-Nisan, 2010 Ekim-Ocak yılları tamamlanmış ve D13A064 (E13A001) Bayramören (Dalgöz) AGİ'nin 1963-2017 gözlem periyodunda 55 yıllık akım serisi elde edilmiştir.

D13A064 (E13A001) Bayramören (Dalgöz) AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A064 (E13A001) Dalgöz AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.17'de verilmiştir.

AGİ	Z A M A N																																																								
	1953-58	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	E13A001 (D13A064)																																																								
	E13A014 (D13A063)																																																								

Şekil 6.22. E13A001 (D13A064), E13A014 (D13A063) AGİ ölçüm yılları

Çizelge 6.17. D13A064 (E13A001) AGİ aylık tamamlanmış akımlar (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1963	13,263	10,524	53,411	103,651	105,093	92,118	115,184	136,808	86,352	23,138	12,254	16,362	768,2
2	1964	10,630	11,350	38,600	10,740	25,630	169,440	68,400	58,740	81,930	19,310	7,950	9,750	512,5
3	1965	8,700	11,040	94,680	46,600	69,940	243,010	260,500	128,190	35,480	11,300	7,660	8,090	925,2
4	1966	8,410	11,200	35,380	101,060	56,850	115,600	162,750	70,630	21,250	10,260	6,880	6,710	607,0
5	1967	8,920	8,090	19,280	25,550	10,520	103,600	216,220	137,210	22,110	10,630	6,640	7,650	576,4
6	1968	8,600	9,200	25,390	47,540	96,440	202,330	241,030	85,680	35,690	13,900	10,850	13,300	790,0
7	1969	14,010	13,530	28,690	42,130	56,510	153,690	153,060	130,360	25,450	13,470	9,670	10,010	650,6
8	1970	10,550	10,810	20,780	56,970	88,520	160,760	115,470	46,680	22,810	9,050	5,540	6,040	554,0
9	1971	7,690	9,380	13,820	62,510	21,120	98,190	134,760	116,460	73,690	15,670	10,900	11,200	575,4
10	1972	15,137	18,237	32,797	23,354	22,994	97,885	114,463	87,794	93,560	50,384	32,941	24,219	613,8
11	1973	69,846	51,393	29,913	24,291	65,233	110,138	134,645	54,276	32,148	15,137	9,875	9,154	606,1
12	1974	10,740	13,335	24,435	12,975	20,759	81,306	54,781	105,814	32,148	9,371	7,612	9,154	382,4
13	1975	8,506	9,947	13,840	15,570	24,868	128,158	139,691	232,674	63,719	16,651	12,614	10,236	676,5
14	1976	11,821	16,146	22,850	20,904	21,192	100,768	156,269	54,637	27,535	16,218	6,142	8,722	463,2
15	1977	13,840	14,272	42,672	15,353	54,781	80,586	64,296	46,708	23,282	9,515	5,781	7,929	379,0
16	1978	9,587	13,551	15,281	24,507	97,885	116,625	172,848	110,859	36,184	10,668	8,362	11,389	627,7
17	1979	11,821	14,056	32,004	90,677	139,691	63,863	74,819	74,819	80,586	21,336	9,875	21,408	635,0
18	1980	11,317	18,669	31,715	30,995	30,490	171,406	228,349	165,640	35,319	13,191	12,038	10,740	759,9
19	1981	12,038	17,804	59,971	57,448	65,160	263,668	122,392	97,885	42,311	22,561	14,416	12,758	788,4
20	1982	11,677	18,453	100,047	61,052	31,427	82,748	172,127	89,235	81,306	22,994	18,020	16,507	705,6
21	1983	16,290	16,002	15,498	16,362	29,337	110,138	164,919	64,944	88,514	43,537	29,337	17,155	612,0
22	1984	19,462	49,303	67,900	53,988	67,395	130,321	256,460	127,437	42,816	22,273	21,552	13,551	872,5
23	1985	13,047	16,002	13,768	21,913	48,582	84,190	154,107	69,846	34,238	10,380	6,257	7,187	479,5
24	1986	10,452	20,399	24,003	69,413	73,378	105,814	65,665	56,871	65,016	9,082	5,846	10,092	516,0
25	1987	8,434	10,452	11,389	37,986	84,910	72,513	189,426	149,061	68,044	10,596	10,596	8,506	661,9
26	1988	11,245	16,579	34,310	26,165	30,058	89,956	181,497	70,350	91,398	27,679	8,506	8,362	596,1
27	1989	17,227	36,256	51,826	26,742	46,131	155,549	45,699	23,715	22,129	8,578	6,473	5,406	445,7
28	1990	9,731	32,292	52,402	31,715	25,733	105,814	144,016	121,671	26,382	9,010	8,290	8,722	575,8
29	1991	11,749	13,912	23,354	15,281	20,111	90,677	69,557	52,402	76,982	42,383	10,164	11,317	437,9
30	1992	11,894	12,254	20,183	20,615	21,696	139,691	260,064	73,378	37,121	33,662	8,794	6,603	646,0
31	1993	11,605	17,083	28,111	21,696	31,932	142,574	155,549	121,671	33,878	10,019	9,371	7,417	590,9
32	1994	8,290	11,029	14,921	17,227	14,344	37,554	33,806	25,372	6,473	3,338	2,538	2,574	177,5
33	1995	3,676	6,805	12,975	56,655	37,914	100,768	162,757	68,404	24,363	21,048	7,461	6,978	509,8
34	1996	10,740	22,561	28,904	36,689	54,997	69,413	120,950	66,890	35,392	6,675	5,507	7,677	466,4
35	1997	12,975	12,470	18,164	28,256	17,227	34,815	242,044	165,640	39,212	12,758	20,615	12,038	616,2
36	1998	21,913	27,607	61,845	38,923	71,792	67,323	198,076	262,227	111,580	29,697	14,921	13,984	919,9
37	1999	16,074	16,723	22,129	14,633	39,356	101,489	120,229	42,527	31,499	17,588	8,866	18,885	450,0
38	2000	13,119	14,993	22,922	29,841	32,653	123,113	290,338	95,722	133,204	23,282	13,768	13,623	806,6
39	2001	13,912	13,912	13,840	13,840	11,101	31,715	28,328	91,398	12,542	5,666	6,978	5,313	248,5
40	2002	4,527	10,380	69,918	51,393	56,295	103,651	237,720	75,540	27,823	19,029	10,380	12,542	679,2
41	2003	12,831	14,560	12,038	26,598	30,346	40,149	135,366	45,122	12,758	4,325	4,650	5,709	344,5
42	2004	5,970	12,300	15,300	42,200	136,000	202,000	115,000	56,300	21,200	7,130	6,050	9,160	628,6
43	2005	5,860	6,010	5,470	13,400	26,900	92,100	150,000	59,000	49,400	9,620	5,130	2,580	425,5
44	2006	6,140	10,900	17,700	21,600	48,400	145,000	84,500	28,600	8,720	4,110	2,570	2,830	381,1
45	2007	5,460	14,500	24,100	23,700	27,600	66,900	46,300	42,300	6,190	2,860	1,530	1,290	262,7
46	2008	3,610	9,310	14,900	7,560	8,434	125,996	69,053	23,282	15,498	4,498	2,970	3,720	288,8
47	2009	8,001	8,362	12,686	33,950	92,118	136,087	206,004	94,200	32,500	21,800	9,000	6,350	661,1
48	2010	9,371	15,353	29,913	34,815	190,000	108,000	84,200	34,100	33,200	19,400	6,670	5,090	570,1
49	2011	8,790	11,300	42,800	31,700	22,000	94,100	139,000	109,000	82,400	12,800	6,900	5,370	566,2
50	2012	9,550	8,480	12,000	19,300	12,800	96,400	271,000	49,200	16,400	6,980	5,910	4,750	512,8
51	2013	6,110	7,730	13,200	21,600	31,500	74,200	106,000	27,200	10,300	5,100	3,650	3,880	310,5
52	2014	7,120	6,620	7,570	8,970	10,200	27,900	21,600	60,800	117,000	11,600	6,130	15,300	300,8
53	2015	39,790	29,260	57,310	61,350	115,680	148,480	144,240	66,350	129,170	35,870	14,940	10,450	852,9
54	2016	9,530	12,790	10,670	51,110	124,220	89,010	57,550	63,830	26,560	12,480	9,720	8,420	475,9
55	2017	7,750	10,130	10,230	10,050	18,360	78,240	61,500	39,460	100,590	13,080	10,030	6,420	365,8
Ortalama		12,170	15,556	29,633	34,748	51,175	110,137	140,265	84,635	47,697	15,867	9,602	9,465	560,949
NOT: 1963, 1972-2003, 2008 Şubat-Eylül, 2009 Ekim-Nisan, 2010 Ekim-OcakYılları $Q_{D13A064} (E13A001) = 0,576998 + 0,720798 \times Q_{E13A014} (D13A063) : r^2 = 0,972$ $S = 12,527$ Korelasyonu ile tamamlanmıştır.														

D13A063 (E13A014) Soğanlı Çayı, Karabük AGİ

E13A014 Soğanlı Çayı Karabük AGİ, 2012 yılında kapanmış olup, aynı yerde D13A063 Soğanlı Çayı Karabük AGİ açılmıştır. Yağış alanları her iki akım gözlem istasyonunda 5086,8 km² dir. İki AGİ birbirinin devamı olup, akım değerleri birleştirilmiştir.

D13A063 (E13A014) Soğanlı Çayı, Karabük AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında E13A001 (D13A064) Gerede Çayı, Bayramören (Dalgöz) AGİ verisinden yararlanılmıştır (Bkz. Şekil 6.22). D13A063 (E13A014) Soğanlı Çayı Karabük AGİ'nin 1963-2015, 2017 yıllarında akım değerleri mevcuttur. E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, D13A064 (E13A001) Gerede Çayı, Bayramören (Dalgöz) AGİ ile yapılan korelasyon analizi kullanılmıştır. Bu AGİ'ler aynı kol üzerinde bulunmakta olup, aralarında memba-mansap ilişkisi bulunmaktadır.

Bu iki AGİ'nin ortak periyodu, 1964-1971, 2004-2007, 2008 Ekim-Ocak, 2009 Mayıs-Eylül, 2010 Şubat-Eylül, 2011-2015, 2017 yılları olup, toplam 233 aydır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom denklem olup, Eş. 6.66'da, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,953$, $s=21,809$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A063 (E13A014)} = 4,913416 + 1,166208 \times V_{E13A001 (D13A064)} + 0,000448 \times (V_{E13A001 (D13A064)})^2 \quad (6.66)$$

Bu regresyon denklemi ile D13A064 (E13A001) Gerede Çayı Bayramören (Dalgöz) AGİ'nin aylık toplam akım değerleri kullanılarak, E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ'nin eksik olan 2016 yılı akım değerleri tamamlanmış ve D13A063 (E13A014) Soğanlı Çayı Karabük AGİ'nin 1963-2017 gözlem periyodunda 55 yıllık akım serisi elde edilmiştir.

E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, E13A014 (D13A063) Karabük AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.18'de verilmiştir.

Çizelge 6.18. E13A014 Karabük AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1963	17,600	13,800	73,300	143,000	145,000	127,000	159,000	189,000	119,000	31,300	16,200	21,900	1056,1
2	1964	21,700	21,500	49,800	26,400	50,500	187,000	102,000	98,500	140,000	36,300	16,700	22,000	772,4
3	1965	17,600	23,200	117,000	64,000	74,100	280,000	382,000	218,000	58,500	22,700	12,300	12,100	1281,5
4	1966	13,800	18,900	47,800	122,000	87,500	154,000	240,000	108,000	30,700	17,700	13,300	13,600	867,3
5	1967	17,500	15,100	23,200	31,000	17,900	123,000	288,000	173,000	50,900	23,200	10,500	13,400	786,7
6	1968	17,500	17,100	41,700	67,300	141,000	287,000	381,000	114,000	57,100	19,600	15,800	23,600	1182,7
7	1969	23,200	21,000	40,200	52,200	71,400	196,000	229,000	217,000	58,900	26,800	15,600	18,100	969,4
8	1970	18,100	18,700	32,100	65,000	110,000	189,000	160,000	73,600	41,400	15,500	10,200	10,600	744,2
9	1971	14,600	15,800	23,400	78,400	30,500	147,000	217,000	199,000	124,000	27,300	18,100	23,400	918,5
10	1972	20,200	24,500	44,700	31,600	31,100	135,000	158,000	121,000	129,000	69,100	44,900	32,800	841,9
11	1973	96,100	70,500	40,700	32,900	89,700	152,000	186,000	74,500	43,800	20,200	12,900	11,900	831,2
12	1974	14,100	17,700	33,100	17,200	28,000	112,000	75,200	146,000	43,800	12,200	9,760	11,900	521,0
13	1975	11,000	13,000	18,400	20,800	33,700	177,000	193,000	322,000	87,600	22,300	16,700	13,400	928,9
14	1976	15,600	21,600	30,900	28,200	28,600	139,000	216,000	75,000	37,400	21,700	7,720	11,300	633,0
15	1977	18,400	19,000	58,400	20,500	75,200	111,000	88,400	64,000	31,500	12,400	7,220	10,200	516,2
16	1978	12,500	18,000	20,400	33,200	135,000	161,000	239,000	153,000	49,400	14,000	10,800	15,000	861,3
17	1979	15,600	18,700	43,600	125,000	193,000	87,800	103,000	103,000	111,000	28,800	12,900	28,900	871,3
18	1980	14,900	25,100	43,200	42,200	41,500	237,000	316,000	229,000	48,200	17,500	15,900	14,100	1044,6
19	1981	15,900	23,900	82,400	78,900	89,600	365,000	169,000	135,000	57,900	30,500	19,200	16,900	1084,2
20	1982	15,400	24,800	138,000	83,900	42,800	114,000	238,000	123,000	112,000	31,100	24,200	22,100	969,3
21	1983	21,800	21,400	20,700	21,900	39,900	152,000	228,000	89,300	122,000	59,600	39,900	23,000	839,5
22	1984	26,200	67,600	93,400	74,100	92,700	180,000	355,000	176,000	58,600	30,100	29,100	18,000	1200,8
23	1985	17,300	21,400	18,300	29,600	66,600	116,000	213,000	96,100	46,700	13,600	7,880	9,170	655,7
24	1986	13,700	27,500	32,500	95,500	101,000	146,000	90,300	78,100	89,400	11,800	7,310	13,200	706,3
25	1987	10,900	13,700	15,000	51,900	117,000	99,800	262,000	206,000	93,600	13,900	13,900	11,000	908,7
26	1988	14,800	22,200	46,800	35,500	40,900	124,000	251,000	96,800	126,000	37,600	11,000	10,800	817,4
27	1989	23,100	49,500	71,100	36,300	63,200	215,000	62,600	32,100	29,900	11,100	8,180	6,700	608,8
28	1990	12,700	44,000	71,900	43,200	34,900	146,000	199,000	168,000	35,800	11,700	10,700	11,300	789,2
29	1991	15,500	18,500	31,600	20,400	27,100	125,000	95,700	71,900	106,000	58,000	13,300	14,900	597,9
30	1992	15,700	16,200	27,200	27,800	29,300	193,000	360,000	101,000	50,700	45,900	11,400	8,360	886,6
31	1993	15,300	22,900	38,200	29,300	43,500	197,000	215,000	168,000	46,200	13,100	12,200	9,490	810,2
32	1994	10,700	14,500	19,900	23,100	19,100	51,300	46,100	34,400	8,180	3,830	2,720	2,770	236,6
33	1995	4,300	8,640	17,200	77,800	51,800	139,000	225,000	94,100	33,000	28,400	9,550	8,880	697,7
34	1996	14,100	30,500	39,300	50,100	75,500	95,500	167,000	92,000	48,300	8,460	6,840	9,850	637,5
35	1997	17,200	16,500	24,400	38,400	23,100	47,500	335,000	229,000	53,600	16,900	27,800	15,900	845,3
36	1998	29,600	37,500	85,000	53,200	98,800	92,600	274,000	363,000	154,000	40,400	19,900	18,600	1266,6
37	1999	21,500	22,400	29,900	19,500	53,800	140,000	166,000	58,200	42,900	23,600	11,500	25,400	614,7
38	2000	17,400	20,000	31,000	40,600	44,500	170,000	402,000	132,000	184,000	31,500	18,300	18,100	1109,4
39	2001	18,500	18,500	18,400	18,400	14,600	43,200	38,500	126,000	16,600	7,060	8,880	6,570	335,2
40	2002	5,480	13,600	96,200	70,500	77,300	143,000	329,000	104,000	37,800	25,600	13,600	16,600	932,7
41	2003	17,000	19,400	15,900	36,100	41,300	54,900	187,000	61,800	16,900	5,200	5,650	7,120	468,3
42	2004	9,280	14,400	18,300	42,100	93,600	243,000	153,000	75,400	38,500	10,800	8,960	6,540	713,9
43	2005	8,240	10,700	12,900	16,800	28,700	120,000	193,000	95,200	71,000	19,200	7,260	6,970	590,0
44	2006	11,200	17,700	22,900	21,600	35,300	152,000	113,000	45,000	16,200	8,660	3,130	4,550	451,2
45	2007	7,690	16,500	11,700	16,200	33,100	81,800	73,100	62,800	15,700	3,810	2,040	3,040	327,5
46	2008	4,120	8,800	23,000	9,920	10,900	174,000	95,000	31,500	20,700	5,440	3,320	4,360	391,1
47	2009	10,300	10,800	16,800	46,300	127,000	188,000	285,000	159,000	36,000	39,600	13,000	12,000	943,8
48	2010	12,200	20,500	40,700	47,500	218,000	166,000	120,000	51,600	46,000	28,300	6,700	5,890	763,4
49	2011	14,900	19,100	51,300	41,300	31,500	138,000	204,000	182,000	124,000	27,300	13,500	9,090	856,0
50	2012	16,100	15,000	18,800	24,900	19,600	109,000	319,000	92,300	28,600	13,800	12,100	7,630	676,8
51	2013	9,620	11,700	16,200	24,700	36,700	106,000	167,000	47,300	21,300	8,890	6,160	6,500	462,1
52	2014	12,200	12,300	10,900	12,300	15,000	37,500	26,200	63,300	152,000	14,000	11,700	22,900	390,3
53	2015	50,060	31,270	12,400	16,230	68,170	86,890	70,970	6,370	52,330	10,890	15,450	4,600	425,6
54	2016	16,068	19,903	17,408	65,689	156,693	112,267	73,512	81,178	36,204	19,537	16,291	14,765	629,5
55	2017	12,380	14,880	16,060	18,920	25,150	89,810	84,700	60,940	121,050	48,020	18,170	8,660	518,7
Ortalama		17,244	21,671	38,829	44,752	64,935	144,652	193,060	119,405	65,670	22,833	13,423	13,280	759,754

NOT: 2016 yılı $Q_{D13A063(E13A014)} = 4,913416 + 1,166208 \times Q_{E13A001(D13A064)} + 0,000448 \times (Q_{E13A001(D13A064)})^2$: R=0,953 S= 21,809 Korelasyonu ile tamamlanmıştır.

D13A070 Hızar Deresi, Bayramışlar AGİ

D13A070 Bayramışlar AGİ'nin, 2006-2016 gözlem periyodunda 11 yıllık akım değerleri mevcuttur (Bkz. Çizelge 6.5). D13A070 Bayramışlar AGİ'nin membasında bulunan köylerde su tüketimleri vardır (Bkz. Çizelge 6.6). Su tüketimleri D13A070 Bayramışlar AGİ aylık toplam akım değerlerine eklenerek doğal hale getirilmiştir (Bkz. Çizelge 6.7).

D13A070 Bayramışlar AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, korelasyon katsayısı en yüksek ve konum olarak en uygun olan, E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ'nin akım değerleri öncelikli olarak tercih edilmiştir. Çünkü, E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ ile D13A070 Bayramışlar AGİ arasında memba-mansap ilişkisi bakımından bir ilişki bulunmaktadır. D13A070 Hızar Deresi, Bayramışlar ve E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ'lerinin ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.23'deki gibidir.

Bu iki AGİ'nin ortak periyodu toplam 72 aydır. D13A070-E13A034 korelasyonu grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon analizi hesabında ortak periyotta toplam 69 aylık akımlar kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, Eş. 6.67'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,885$, $s=0,208$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A070} = 0,309019 + 0,005026 \times V_{E13A034} + 0,000597 \times (V_{E13A034})^2 \quad (6.67)$$

Bu regresyon denklemi ile D13A070 Hızar Deresi Bayramışlar AGİ'nin 1967-2005 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır. 2017 yılı akım değerleri, E13A034 akım gözlem istasyonunda eksik olduğundan ve başka uygun herhangi bir AGİ olmadığından dolayı, 2017 yılı 1967-2016 periyodundaki akımların ortalaması hesaplanarak tamamlanmıştır.

Böylece, D13A070 Hızar Deresi Bayramışlar AGİ'nin 1967-2017 gözlem periyodunda 51 yıllık akım serisi elde edilmiştir. D13A070 Hızar Deresi Bayramışlar AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A070 Bayramışlar AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.19'da verilmiştir.

NOT: 1967-2005 Yılları $Q_{D13A070} = 0,309019 + 0,005026 \times Q_{E13A034} + 0,000597 \times (Q_{E13A034})^2$: R= 0,885 S= 0,208 Korelasyonu ile, 2017 yılı 1967-2016 yılları ortalaması olarak alınmıştır.

D13A045 Ulusu Deresi, Yağbaşlar AGİ

D13A045 Ulusu Deresi Yağbaşlar AGİ'nin, 1983-2017 gözlem periyodunda 34 yıllık akım değerleri mevcuttur. 1999 yılı akımları eksiktir. D13A045 Ulusu Deresi, Yağbaşlar AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında iki farklı AGİ verisinden yararlanılmıştır. Bu AGİ'lerin isimleri ve ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.24'deki gibidir.

D13A045 Ulusu Deresi Yağbaşlar AGİ'nin eksik akımlarının tamamlanması için, korelasyon katsayısı en yüksek ve konum olarak en uygun olan, D13A040 Ulusu Çayı Bahçedere AGİ'nin akım değerleri öncelikli olarak tercih edilmiştir. Çünkü, D13A040 Ulusu Çayı Bahçedere AGİ ile D13A045 Ulusu Deresi Yağbaşlar AGİ aynı kol üzerinde olup, aralarında memba-mansap ilişkisi bakımından bir ilişki bulunmaktadır. Ortak periyotları toplam 326 aydır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, Eş. 6.68'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,948$, $s=1,98$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A045} = 0,451948 + 0,238956 \times V_{D13A040} - 0,000349 \times (V_{D13A040})^2 \quad (6.68)$$

Bu regresyon denklemi ile D13A045 Ulusu Deresi Yağbaşlar AGİ'nin 1976-1978, 1980-1982 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır. Eksik olan 1999 yılı için de E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ ile yapılan korelasyon analizi kullanılmıştır. E13A027 Ulusu Çayı Afatlar AGİ ile D13A045 Ulusu Deresi Yağbaşlar AGİ aynı kol üzerinde bulunmaktadır. Ortak periyotları toplam 396 aydır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, Eş. 6.69'da, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,945$, $s=1,98$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{D13A045} = 0,258013 + 0,320929 \times V_{E13A027} - 0,001087 \times (V_{E13A027})^2 \quad (6.69)$$

Böylece, D13A045 Yağbaşlar AGİ'nin 1976-2017 gözlem periyodunda 42 yıllık akım serisi elde edilmiştir. D13A045 Yağbaşlar AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında, D13A045 Yağbaşlar AGİ'nin tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.20'de verilmiştir.

Çizelge 6.20. D13A045 Yağbaşılar AGİ aylık toplam tamamlanmış akımlar

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1976	0,995	1,753	2,488	2,642	2,584	14,140	17,700	9,473	2,660	1,085	0,831	0,850	57,2
2	1977	1,073	1,050	4,731	1,737	7,893	9,007	8,709	4,866	1,442	0,745	0,627	0,702	42,6
3	1978	0,902	1,353	1,511	3,407	14,393	14,626	18,635	10,994	2,351	1,286	0,812	0,881	71,2
4	1979	1,016	1,220	5,400	15,884	14,801	8,392	10,764	14,152	14,761	1,549	0,594	0,686	89,2
5	1980	3,453	5,719	9,050	8,065	7,633	19,219	20,244	14,722	2,651	0,793	0,919	0,829	93,3
6	1981	0,881	2,346	10,602	8,794	8,858	24,101	15,564	11,036	4,413	1,654	1,355	1,125	90,7
7	1982	1,244	2,416	15,049	9,325	4,934	12,559	19,934	10,498	8,431	1,779	1,737	1,497	89,4
8	1983	1,710	1,670	1,940	3,400	5,030	12,500	17,100	5,420	4,980	4,600	2,680	2,590	63,6
9	1984	2,690	8,730	17,400	5,800	7,920	14,000	24,600	18,900	3,330	1,750	2,590	1,050	108,8
10	1985	1,080	1,620	2,130	5,200	12,400	13,100	24,500	9,090	3,760	1,140	0,948	0,892	75,9
11	1986	1,350	3,800	5,500	9,070	7,900	10,000	11,600	8,250	5,100	0,443	0,161	0,179	63,4
12	1987	0,214	0,527	1,210	6,390	5,980	4,460	17,500	19,800	6,390	1,690	0,362	0,282	64,8
13	1988	0,518	1,210	5,180	3,290	3,290	9,080	19,200	9,040	9,490	2,180	0,432	0,319	63,2
14	1989	0,754	5,370	7,600	10,300	16,900	11,500	4,100	1,360	1,090	0,177	0,096	0,057	59,3
15	1990	0,699	3,920	8,930	3,660	1,630	11,100	16,200	12,400	1,080	0,108	0,105	0,247	60,1
16	1991	0,340	1,130	4,100	1,450	2,890	13,000	9,430	7,590	7,420	5,300	0,827	1,070	54,5
17	1992	0,494	1,300	4,340	3,820	3,750	8,950	27,200	13,900	3,450	2,450	0,299	0,238	70,2
18	1993	0,115	2,490	5,980	4,310	4,420	14,000	19,800	15,200	1,590	0,086	0,120	0,099	68,2
19	1994	0,149	0,378	1,740	0,974	0,741	5,860	7,420	2,920	0,283	0,083	0,083	0,088	20,7
20	1995	0,226	0,628	3,030	7,180	4,090	10,600	18,500	16,600	4,650	1,170	0,205	0,114	67,0
21	1996	0,800	6,750	4,250	4,680	6,340	7,850	15,500	16,000	4,060	0,234	0,161	0,320	66,9
22	1997	0,599	0,755	3,310	3,300	1,050	2,600	18,000	17,300	2,940	0,598	2,880	0,574	53,9
23	1998	3,800	5,740	9,740	3,850	7,540	7,610	24,400	22,200	7,170	0,329	0,019	0,033	92,4
24	1999	0,933	1,826	2,653	1,459	6,518	13,672	15,790	6,874	3,746	1,975	0,743	0,962	57,2
25	2000	0,651	1,510	2,570	3,650	3,400	11,000	32,700	10,100	8,350	0,500	0,335	0,354	75,1
26	2001	0,654	0,605	0,694	0,666	0,689	7,310	6,390	11,800	0,753	0,279	0,416	0,306	30,6
27	2002	0,359	1,070	9,080	6,340	6,440	11,700	22,000	12,500	2,960	2,000	0,549	0,730	75,7
28	2003	0,728	1,510	1,330	3,440	2,870	3,740	16,300	10,100	1,400	0,302	0,271	0,361	42,4
29	2004	0,821	1,640	1,930	7,140	9,660	19,900	16,400	10,200	3,100	0,557	0,348	0,333	72,0
30	2005	0,380	0,457	0,977	1,940	2,240	12,900	19,600	11,300	8,380	0,896	0,382	0,306	59,8
31	2006	0,538	2,200	2,470	1,790	3,430	13,700	14,600	5,520	1,290	0,423	0,195	0,370	46,5
32	2007	0,669	2,110	0,818	1,440	8,590	12,300	9,540	8,190	0,909	0,255	0,223	0,250	45,3
33	2008	0,299	1,340	3,600	1,810	1,050	19,700	12,400	3,290	3,140	0,272	0,138	0,421	47,5
34	2009	0,770	1,530	1,530	5,050	10,500	13,700	21,300	16,600	2,540	2,210	0,429	0,599	76,8
35	2010	0,409	2,120	6,000	5,410	17,200	12,000	12,200	5,100	2,630	1,320	0,265	0,274	64,9
36	2011	2,290	2,110	5,940	3,360	2,540	11,900	20,200	20,000	10,500	0,799	0,258	0,239	80,1
37	2012	1,070	0,440	1,870	4,710	2,580	7,970	35,700	9,650	2,140	0,406	0,359	0,283	67,2
38	2013	0,377	0,464	1,030	2,210	4,650	11,000	18,000	6,380	1,640	0,286	0,212	0,257	46,5
39	2014	1,210	1,030	2,580	1,260	1,570	4,410	5,540	9,180	15,000	0,617	0,303	2,590	45,3
40	2015	6,960	3,600	9,720	9,090	13,880	16,730	18,520	13,820	17,720	3,020	1,110	0,290	114,5
41	2016	0,810	0,690	1,400	6,480	16,690	9,980	9,880	8,950	1,770	0,310	0,330	0,260	57,6
42	2017	0,260	0,310	0,410	0,620	2,150	8,380	8,440	5,910	8,180	0,510	0,300	0,210	35,7
Ortalama		1,078	2,106	4,567	4,628	6,419	11,434	16,717	10,885	4,753	1,147	0,619	0,574	64,929

NOT: 1976-1978, 1980-1982 Yılları $Q_{D13A045} = 0,451948 + 0,238956 \times Q_{D13A040} - 0,000349 \times (Q_{D13A040})^2$: R= 0,948 S= 1,98 Korelasyonu ile,

1979, 1999 Yılları $Q_{D13A045} = 0,258013 + 0,320929 \times Q_{E13A027} - 0,001087 \times (Q_{E13A027})^2$: R= 0,945 S= 1,98 Korelasyonu ile tamamlanmıştır.

E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ

E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin 1967-2011 gözlem periyodunda 45 yıllık akım gözlemleri mevcuttur. Akım gözlemleri 1970 yılında işletmeye açılan Gölköy Barajı etkisindedir. Bu nedenle, E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin akımları müdahalelidir.

DSİ, İşletme Bakım Daire Başkanlığından temin edilen, Gölköy Barajı'ndan sulamaya, su ürünleri istasyonuna ve içme suyuna çekilen suların ortalaması, E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin gözlenmiş akımlarına eklenerek E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin akımları doğal hale getirilmiştir.

E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ'nin eksik verilerinin tamamlanmasında D13A065 Büyüksu, Küplüce AGİ verisinden yararlanılmıştır. E13A034 ile D13A065 AGİ'lerinin ölçüm yaptıkları yıllar Şekil 6.25'deki gibidir. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ için yapılan korelasyon analizlerinden, E13A034-D13A065 korelasyon analizi kullanılarak, E13A034 Devrek AGİ'nin eksik olan 2012-2016 yılları akım verileri tamamlanmıştır.

D13A065 Küplüce AGİ Gölköy Barajı etkisindedir. Yukarda anlatıldığı şekilde D13A065 Küplüce AGİ'nin gözlenmiş akımları doğal hale getirilerek korelasyon analizi uygulanmıştır. E13A034 – D13A065 istasyonlarının ortak periyotları, 2004-2007, 2009 Ekim-Şubat, 2010 Aralık-Şubat, Temmuz-Eylül, 2011 yılları olup, toplam 71 aydır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, Eş. 6.70'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,88$, $s=6,63$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{E13A034} = 1,335303 + 0,576852 \times (V_{D13A065}) + 0,007007 \times (V_{D13A065})^2 \quad (6.70)$$

E13A034 - D13A065 korelasyon grafiğinde çok sapan akım değerleri çıkarılarak, korelasyon katsayısını artırılması amaçlanmış ve korelasyon hesabında ortak periyotta toplam 68 aylık akımlar kullanılmıştır. En uygun regresyon denklemi 2. derece polinom olup, Eş. 6.71'de, grafiği CD'de excel olarak verilmiştir. Bu eşitlikte, $r=0,936$, $s=4,75$ olarak hesaplanmıştır.

$$V_{E13A034} = 0,824303 + 0,632777 \times (V_{D13A065}) + 0,006501 \times (V_{D13A065})^2 \quad (6.71)$$

Bu regresyon denklemi ile E13A034 Bolu ayı Beşdeğirmenler AGİ'nin 2012-2016 yıllarının eksik verileri tamamlanmıştır. E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin eksik kalan 2017 yılı akımları için korelasyon analizi yapılacak uygun bir AGİ bulunamadığından dolayı diğer yılların ortalaması, 2017 yılı akım verileri olarak alınmıştır. Böylece, E13A034 Bolu ayı Beşdeğirmenler AGİ'nin 1967-2017 gözlem periyodunda 51 yıllık akım serisi elde edilmiş ve tamamlanmış akım değerleri Çizelge 6.21'de verilmiştir.

E13A034 Bolu ayı Beşdeğirmenler AGİ ile ilgili yapılan korelasyon analizleri ve eksik verilerin tamamlanması ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.

Z A M A N	
1961	
1962	
1963	
1964	
1965	
1966	
1967	
1968	
1969	
1970	
1971	
1972	
1973	
1974	
1975	
1976	
1977	
1978	
1979	
1980	
1981	
1982	
1983	
1984	
1985	
1986	
1987	
1988	
1989	
1990	
1991	
1992	
1993	
1994	
1995	
1996	
1997	
1998	
1999	
2000	
2001	
2002	
2003	
2004	
2005	
2006	
2007	
2008	
2009	
2010	
2011	
2012	
2013	
2014	
2015	
2016	
2017	

Şekil 6.25. D13A065, E13A034 AGİ ölçüm yılları

Çizelge 6.21. E13A034 AGİ aylık toplam tamamlanmış akım değerleri (hm³)

Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam
1	1967	4,750	4,860	7,060	16,400	11,300	41,800	50,100	40,700	16,700	6,570	4,830	4,820	209,9
2	1968	6,360	6,520	36,600	46,600	62,700	98,700	87,700	43,900	22,000	10,100	9,490	10,900	441,6
3	1969	11,700	10,900	13,400	18,400	28,500	36,500	47,500	39,800	14,500	8,620	5,210	4,670	239,7
4	1970	5,657	8,432	13,660	14,360	31,436	37,560	42,352	26,973	22,904	14,559	9,289	6,417	233,6
5	1971	6,347	6,652	16,360	34,060	23,536	46,360	53,752	50,273	43,004	19,099	10,389	7,447	317,3
6	1972	7,997	7,462	22,260	22,860	26,936	48,860	43,152	26,273	42,104	32,299	17,579	13,927	311,7
7	1973	25,367	22,952	16,660	18,060	42,436	45,260	39,852	26,373	23,104	18,099	11,679	6,337	296,2
8	1974	8,217	17,352	25,360	10,180	30,336	44,760	37,052	45,873	25,004	17,999	13,699	9,557	285,4
9	1975	7,017	7,402	10,660	11,960	17,336	40,560	28,952	71,773	28,104	20,399	16,479	9,007	269,6
10	1976	9,267	9,842	42,160	21,460	20,336	35,160	42,552	24,073	19,404	14,479	11,189	7,227	257,1
11	1977	7,777	7,112	20,060	13,460	17,836	32,760	23,652	16,873	12,994	12,829	8,089	5,427	178,9
12	1978	5,347	7,312	6,980	18,160	36,036	28,960	45,552	27,473	14,234	15,679	10,769	6,507	223,0
13	1979	6,987	6,742	15,060	38,560	39,036	21,660	23,252	23,773	30,404	21,699	10,959	7,247	245,4
14	1980	6,607	10,452	25,960	30,160	28,536	57,860	55,852	44,673	22,104	14,459	11,049	7,297	315,0
15	1981	7,897	14,052	34,160	37,260	34,036	71,860	39,252	41,173	20,804	16,909	10,599	7,417	335,4
16	1982	7,437	10,952	34,560	40,560	18,536	40,360	47,352	32,173	27,804	18,299	14,479	9,037	301,5
17	1983	7,657	7,582	7,870	14,860	33,436	49,660	39,852	20,173	20,804	25,099	21,179	8,647	256,8
18	1984	10,257	27,352	27,660	24,060	24,036	35,460	47,152	37,773	19,904	16,859	12,809	6,887	290,2
19	1985	5,917	10,102	11,160	17,260	25,336	49,560	46,952	30,573	21,204	15,519	9,569	5,977	249,1
20	1986	8,787	7,922	21,060	53,160	45,836	42,560	26,352	22,973	18,704	14,479	8,769	5,597	276,2
21	1987	4,887	6,672	12,260	35,460	30,236	31,760	48,952	37,473	24,804	17,399	11,009	5,687	266,6
22	1988	7,357	11,652	18,460	19,160	15,036	34,160	34,552	19,373	24,204	20,199	9,319	5,177	218,6
23	1989	6,127	17,952	19,260	14,960	26,436	41,760	16,352	13,073	17,404	13,479	9,049	5,057	200,9
24	1990	6,817	18,552	22,760	16,260	18,436	27,860	33,852	46,873	23,104	15,309	9,759	6,937	246,5
25	1991	7,577	8,192	12,160	11,960	20,436	34,260	25,552	28,173	34,004	30,299	12,749	9,477	234,8
26	1992	7,937	7,532	13,060	13,560	16,836	54,360	89,752	32,873	19,004	18,999	9,839	5,097	288,8
27	1993	6,837	11,052	23,260	18,760	29,636	66,060	55,352	42,773	19,704	14,419	11,149	6,157	305,2
28	1994	5,887	7,812	10,560	9,060	11,636	14,260	10,352	13,273	9,754	11,229	7,169	3,617	114,6
29	1995	3,217	6,532	15,560	37,760	19,336	36,360	51,052	26,273	16,204	20,899	10,919	6,847	251,0
30	1996	9,257	12,052	21,360	17,060	23,936	33,060	52,852	27,673	17,904	14,269	9,399	6,767	245,6
31	1997	12,367	7,822	9,680	19,460	18,636	28,060	106,252	63,473	31,404	20,399	23,379	10,397	351,3
32	1998	15,467	16,752	32,760	34,460	62,736	41,160	58,352	75,273	52,204	26,499	14,379	9,807	439,8
33	1999	10,767	10,952	15,160	12,560	28,036	44,660	30,852	14,973	22,604	19,799	12,209	9,417	232,0
34	2000	8,407	12,752	17,060	12,260	22,736	56,860	94,452	35,473	41,904	18,999	14,479	9,427	344,8
35	2001	9,227	7,772	9,540	8,470	10,056	18,360	16,752	31,673	13,034	14,159	10,139	5,977	155,2
36	2002	5,647	11,752	34,460	21,760	25,036	33,860	57,152	22,873	28,804	24,099	11,419	7,337	284,2
37	2003	7,157	7,482	6,700	15,660	17,136	20,660	39,852	14,573	11,114	13,759	8,569	5,187	167,8
38	2004	6,157	7,232	8,290	26,760	36,836	70,660	57,052	35,273	29,404	16,479	11,379	6,337	311,9
39	2005	5,717	6,272	10,960	14,460	11,036	30,060	30,052	25,373	27,204	20,499	12,409	8,087	202,1
40	2006	8,287	13,052	8,260	10,220	30,236	54,860	21,752	16,073	11,554	13,419	8,479	5,667	201,9
41	2007	6,477	15,852	6,930	14,060	14,736	33,560	30,352	16,073	14,344	12,609	8,519	4,237	177,7
42	2008	2,937	3,872	6,620	5,110	6,726	44,860	20,152	13,773	12,254	12,189	8,499	5,747	142,7
43	2009	4,657	4,352	6,780	20,360	26,136	50,060	39,252	26,373	15,104	22,399	10,549	6,467	232,5
44	2010	5,507	6,942	10,560	12,460	50,436	40,360	33,152	15,973	13,524	9,569	5,125	4,627	208,2
45	2011	1,467	0,857	1,015	1,075	0,726	9,730	14,152	5,863	13,694	11,179	6,369	2,987	69,1
46	2012	5,354	4,849	6,156	7,309	9,461	31,001	74,906	14,819	13,549	13,605	9,646	5,375	196,0
47	2013	4,860	5,206	6,964	10,278	11,150	22,217	26,845	16,235	11,198	11,977	8,192	5,074	140,2
48	2014	7,640	4,835	5,148	6,229	5,446	8,463	6,422	13,097	23,843	10,084	7,180	5,766	104,2
49	2015	4,981	5,704	10,198	22,383	44,040	39,401	42,004	23,582	32,001	19,821	11,324	6,857	262,3
50	2016	7,315	5,981	6,844	20,087	37,110	24,845	17,564	19,522	13,038	11,712	8,131	5,196	177,3
51	2017	7,473	9,605	15,950	19,825	25,558	39,677	42,083	29,636	22,073	16,676	10,777	6,823	246,2
Ortalama		7,473	9,605	15,950	19,825	25,558	39,677	42,083	29,636	22,073	16,676	10,777	6,823	246,156

NOT: 2012-2016 Yılları $Q_{E13A014} = 0,824303 + 0,632777 \times Q_{D13A065} + 0,006501 \times (Q_{D13A065})^2$: R= 0,936 S= 4,75 Korelasyonu ile, 2017 Yılı 1967-2016 yıllarının ortalaması alınarak tamamlanmıştır.

Tez çalışmasında tasarlanan barajların su temin değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak olan AGİ'lerin eksik verilerinin tamamlanmasında kullanılan regresyon denklemleri ve belirtme katsayıları (R^2) Çizelge 6.22'de verilmiştir. Bu AGİ'lerin eksik verileri tamamlandıktan sonra, elde edilen yeni veri setleriyle akım süreklilik eğrileri oluşturulmuştur.

Çizelge 6.22. AGİ'lerde kullanılan regresyon denklemleri ve R² katsayıları

İSTASYON İKİLİLERİ		DENKLEM	R	TAMAMLANAN YILLAR
x. bağımsız değişken Tamamlayan	y. bağımlı değişken Tamamlanan			
E13A034	D13A004	$Q_{D13A004} = -2,183150 + 0,443373 \times (Q_{E13A034}) - 0,001692 \times (Q_{E13A034})^2$	0,956	1970, 1973-1986, 1987 (Ekim hariç), 1988-1993, 1994 (Eylül hariç), 1995 (Ekim hariç), 1996-2006, 2007 (Eylül hariç), 2008-2009 (Ekim, Kasım hariç), 2010 (Eylül hariç), 2011 (Ekim-Şubat, Eylül hariç)
E13A019		$Q_{D13A004} = -0,130461 + 0,416259 \times (Q_{E13A019}) - 0,000732 \times (Q_{E13A019})^2$	0,927	1987 Ekim, 1994 Eylül, 1995 Ekim, 2008-2009 (Ekim-Kasım), 2010 Eylül, 2011 (Ekim-Şubat, Eylül)
E13A027		$Q_{D13A004} = 1,160645 + 0,361221 \times (Q_{E13A027}) - 0,001490 \times (Q_{E13A027})^2$	0,926	2007 Eylül, 2014
E13A034		$Q_{D13A008} = -0,044183 + 0,111589 \times (Q_{E13A034}) + 0,000973 \times (Q_{E13A034})^2$	0,976	1970-2011
E13A019	D13A008	$D_{13A008} = 1,109218 + 0,052945 \times Q_{E13A019} + 0,003919 \times (Q_{E13A019})^2$	0,919	1965, 2013, 2015-2016
E13A027		$LOG(Q_{D13A008}) = -0,480206 + 0,629575 \times LOG(Q_{E13A027}) + 0,070418 \times LOG(Q_{E13A027})^2$	0,916	2014, 2017
E13A035		$Q_{D13A008} = 1,216806 - 0,000346 \times (Q_{E13A035}) + 0,000016 \times (Q_{E13A035})^2$	0,905	1964
E13A027		$Q_{D13A002} = 0,084880 + 0,033554 \times (Q_{E13A027}) + 0,000068 \times (Q_{E13A027})^2$	0,907	1973, 1994-1995, 2013-2017
D13A040	D13A022	$Q_{D13A002} = 0,068577 + 0,027349 \times (Q_{D13A040}) + 0,000098 \times (Q_{D13A040})^2$	0,894	2012
D13A064 (E13A001)		$Q_{D13A008} = 0,055771 + 0,022628 \times Q_{D13A064(E13A001)} + 0,000057 \times (Q_{D13A064(E13A001)})^2$	0,96	2017
E13A027	D13A036	$Q_{D13A006} = 0,207980 + 0,051654 \times (Q_{E13A027}) + 0,000226 \times (Q_{E13A027})^2$	0,879	1972 (Ekim), 1973-1974, 1984
E13A051	D13A044	$Q_{D13A004} = -2,041974 + 0,988454 \times Q_{E13A051}$	0,967	1999-2000, 2008-2011, 2013 (Mart-Eylül), 2015 (Ocak-Eylül), 2016-2017
D13A065		$Q_{D13A004} = -8,423981 + 3,122205 \times Q_{D13A065}$	0,967	2012, 2013 (Ekim-Şubat), 2014, 2015 (Ekim-Aralık)
E13A034		$Q_{D13A004} = -0,061668 + 3,079736 \times Q_{E13A034}$	0,902	1982 (Ekim-Aralık), 1998
D13A063 (E13A014)		$Q_{D13A004(E13A014)} = 0,576998 + 0,720798 \times Q_{E13A014(D13A063)}$	0,972	1963, 1972-2003, 2008 Şubat-Eylül, 2009 Ekim-Nisan, 2010 Ekim-Ocak
D13A064 (E13A001)	D13A063 (E13A014)	$Q_{D13A002(E13A014)} = 4,913416 + 1,166208 \times Q_{E13A001(D13A064)} + 0,000448 \times (Q_{E13A001(D13A064)})^2$	0,953	2016
D13A053	D13A061	$LOG(Q_{D13A061}) = 0,171608 + 0,367667 \times LOG(Q_{D13A053}) + 0,233467 \times LOG(Q_{D13A053})^2$	0,922	1985-1993, 1994 (Ekim-Temmuz), 1999-2000, 2003
D13A062		$LOG(Q_{D13A061}) = -0,127659 + 0,554013 \times LOG(Q_{D13A062}) + 0,139672 \times LOG(Q_{D13A062})^2$	0,939	2011 (Mayıs-Eylül), 2012
E13A033 (E13A049)		$LOG(Q_{D13A061}) = -0,522215 + 1,262724 \times LOG(Q_{E13A033(E13A049)}) - 0,146252 \times LOG(Q_{E13A033(E13A049)})^2$	0,919	1994 (Ağustos-Eylül), 1995-1998, 2002, 2011 (Ekim)
E13A034	D13A070	$Q_{D13A007} = 0,309019 + 0,005026 \times Q_{E13A034} + 0,000597 \times (Q_{E13A034})^2$	0,885	1967-2005
D13A040	D13A045	$Q_{D13A005} = 0,451948 + 0,238956 \times Q_{D13A040} - 0,000349 \times (Q_{D13A040})^2$	0,948	1976-1978, 1980-1982
E13A027		$Q_{D13A005} = 0,258013 + 0,320929 \times Q_{E13A027} - 0,001087 \times (Q_{E13A027})^2$	0,945	1979, 1999
D13A065	E13A034	$Q_{E13A001} = 0,824303 + 0,632777 \times Q_{D13A065} + 0,006501 \times (Q_{D13A065})^2$	0,936	2012-2016

6.2. Akım Süreklilik Eğrileri (ASE)

Akım süreklilik eğrileri, bir akarsu üzerindeki ölçülmüş bütün akımları dikkate alarak, zaman parametresi ve akarsuyun akış miktarı arasında bir bağlantı oluşturur. ASE ile zamanın yüzde kaçında bir debinin veya akımın meydana geldiği tespit edilebilir. Örneğin, V_{90} zamanının %90'ında aşılması beklenen hm^3 cinsinden toplam akım demektir.

Akım süreklilik eğrilerini çizerken ne kadar uzun süreli veri kullanılırsa, o kadar sağlıklı bir grafik çizmek mümkün olmaktadır.

6.2.1. Akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi

Akım süreklilik eğrisi, mevcut akım verilerinin büyükten küçüğe doğru sıralanarak, çalışılan zaman boyunca, zamanın belli aşılma olasılıklarındaki akımların bulunması işlemidir. Her bir akımın aşılma yüzdesini göstermek için akım sıra numarasının ya da tekrar etme sayısının toplam sıra numarasının bir fazlasına bölünmesiyle aşılma yüzdeleri elde edilir.

$$İHTİMAL (\%) = \frac{m}{N+1} * 100 \quad (6.72)$$

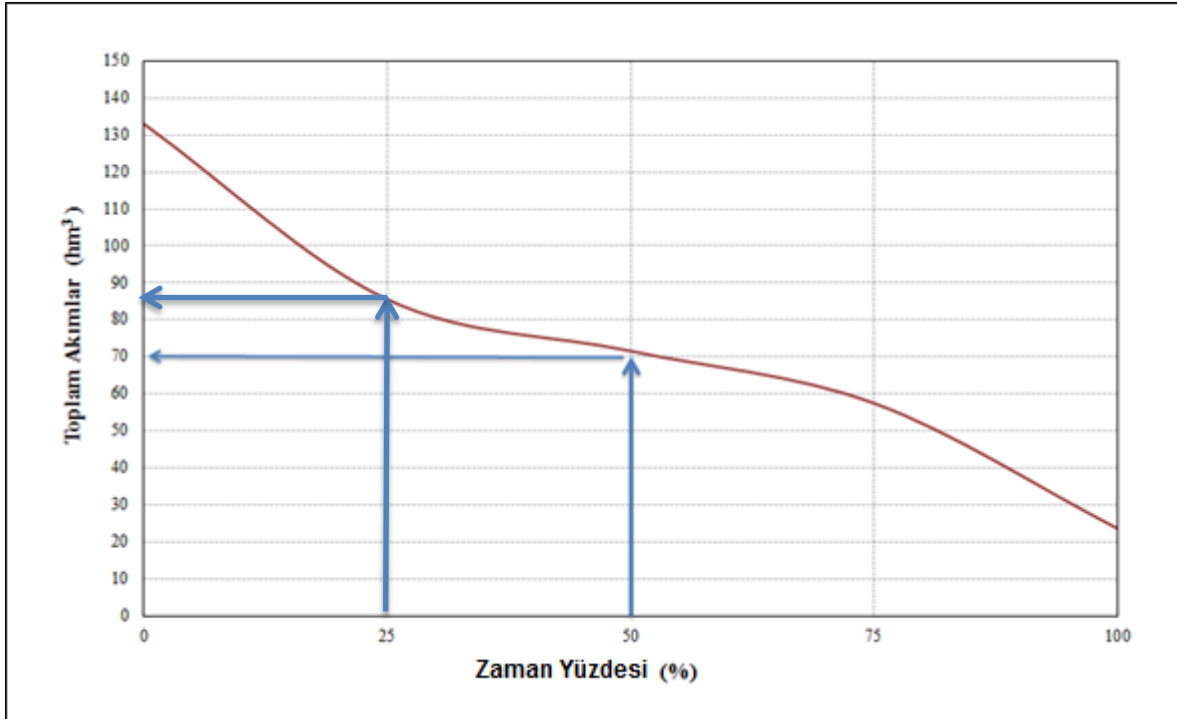
Burada;

m = tekrar etme sayısı (akım sıra numarası)

N = toplam akım gözlem sayısı

Sıralamada bu yüzdeler karşılık gelen akımlar belli yüzde aşılma olasılığına karşılık gelen akım olarak tanımlanmaktadır. Bir akım süreklilik eğrisi Şekil 6.26'da verilmiştir.

Akım süreklilik eğrileri, günlük (m^3/s) veya aylık ortalama akım (hm^3) gibi veriler kullanılarak farklı zaman aralıkları için üretilebilmektedir. Örneğin, 30 yıllık kayıtlara sahip bir AGİ'nin nisan ayı akımlarının akım süreklilik eğrisini çizmek mümkün olduğu gibi yıllık akım süreklilik eğrisini de çizmek mümkündür.



Şekil 6.26. Akım süreklilik eğrisi

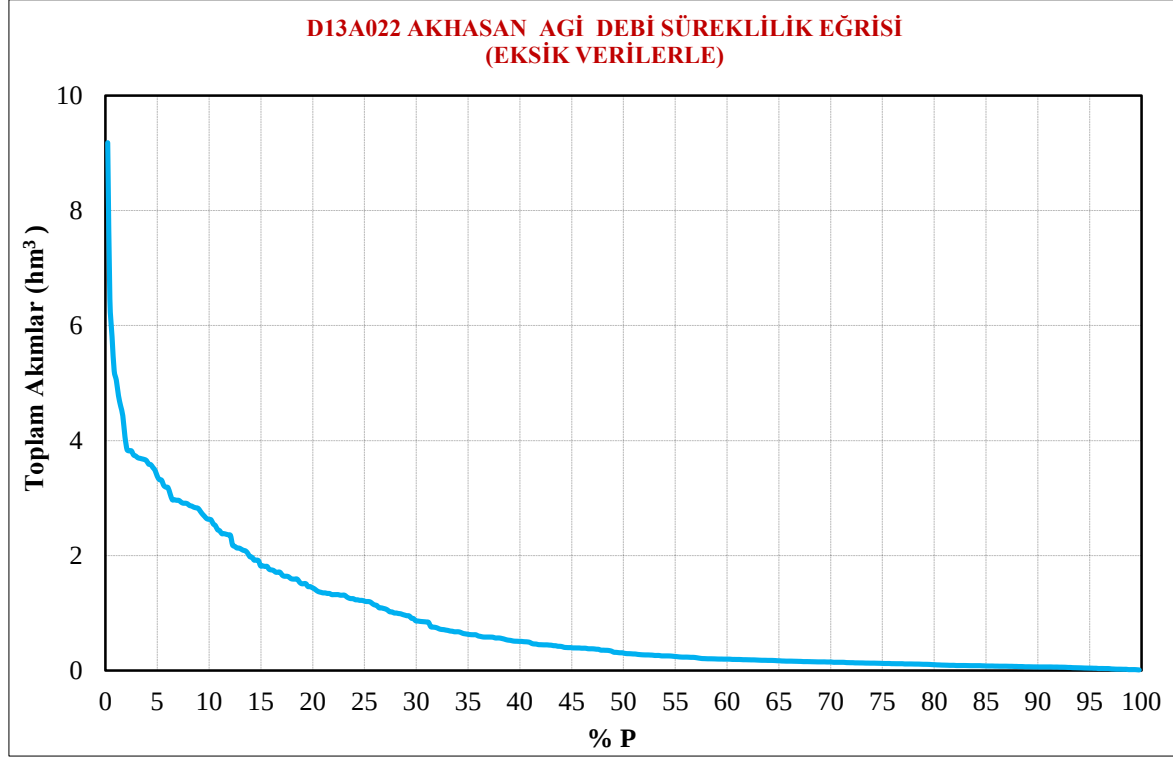
Şekil 6.26'daki akım süreklilik eğrisi incelendiğinde yatay eksenindeki zaman yüzdesi aşılma olasılığını ifade etmektedir. Eldeki tüm akım verilerinin %50 aşılma olasılığı, zamanın yarısında aşılması muhtemel akımı vermektedir ve bu akım, yaklaşık 70 hm^3 tür. Grafiğe bakıldığında, zamanın %25'inde aşılması muhtemel akımın daha fazla, yaklaşık 85 hm^3 olduğu görülmektedir. Yani, %50 ihtimalle gelmesi beklenen akım, %25 ihtimalle gelmesi beklenen akımdan daha olasıdır. Başka bir deyişle, zamanın %50 sinde görülen akım, zamanın %25 inde görülen akımdan daha az bir akımdır ($70 \text{ hm}^3 < 85 \text{ hm}^3$).

Tez çalışmasında, %50, %60, %70, %80 ve %90 aşılma olasılıkları hesaplanmıştır. Akım süreklilik eğrilerinin çizilmesinde Excel + Makro kodu kullanılmıştır.

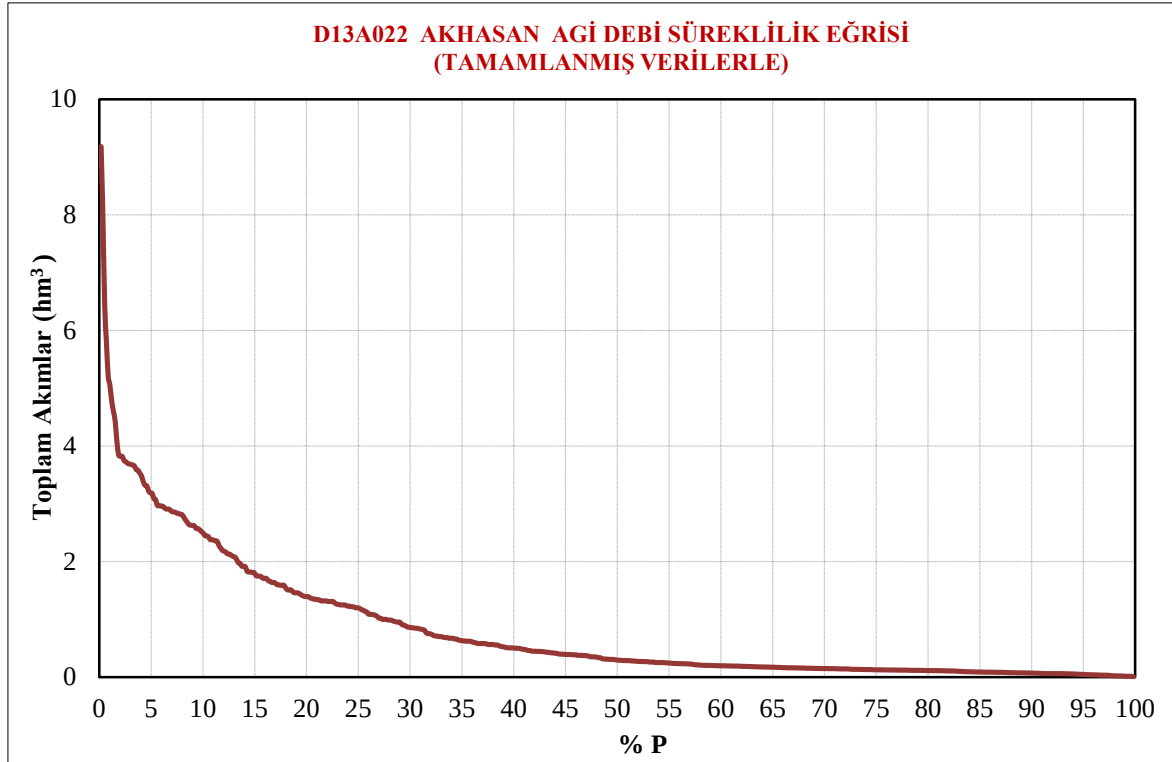
6.2.2. Akım süreklilik eğrilerinin kullanılması

Tez çalışmasında, akım süreklilik eğrilerinden iki şekilde yararlanılmıştır. Birinci olarak, Eksik verileri olan AGİ'lerin uygun regresyon denklemleriyle akım verileri tamamlanmıştır. Eksik akım verileri tamamlanan istasyonların, verilerinin uygun şekilde tamamlanıp tamamlanmadığını kontrol etmek amacıyla; o istasyonun eksik ve tamamlanmış akım verileri ile akım süreklilik eğrileri elde edilerek, üst üste oturtulmuş ve eğrilerin uyumu incelenmiştir. Örneğin, D13A022 Akhasan Deresi üzerinde bulunan

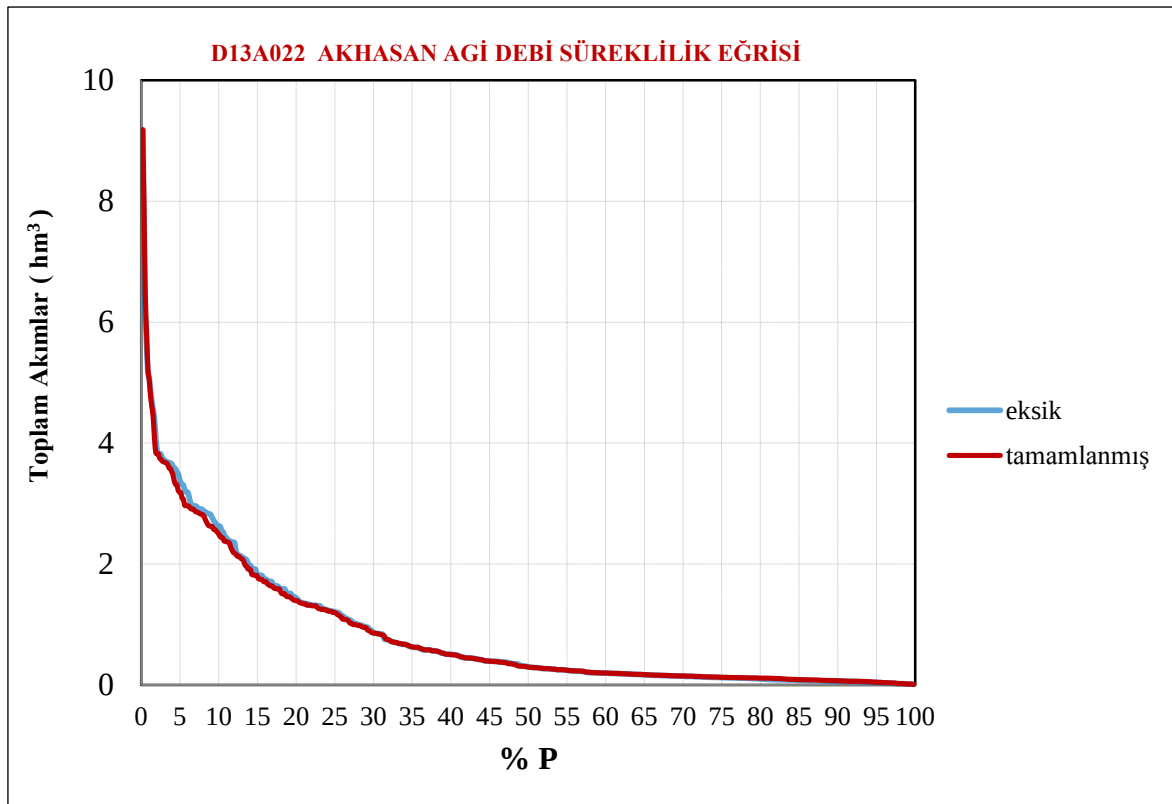
Akhasan AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'si Şekil 6.27 ve Şekil 6.28'de verilmiştir. Şekil 6.27 ve Şekil 6.28'deki ASE'ler tek bir grafikte birleştirilmiş ve Şekil 6.29'da verilmiştir. Akhasan AGİ'nin eksik verilerinin tamamlandıktan sonra çizilen ASE nin eksik verilerle çizilen ASE ile örtüştüğü görülmüştür.



Şekil 6.27. D13A022 Akhasan AGİ'nin eksik verilerle çizilen ASE



Şekil 6.28. D13A022 Akhasan AĞI'nin tamamlanmış verilerle çizilen ASE



Şekil 6.29. D13A022 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

İkinci olarak, akım süreklilik eğrilerinden alternatif baraj tasarımları yapılırken yararlanılmıştır. Baraj aks yerinde, baraj aks yeri gözlenmiş su temin değerleri hesaplandıktan sonra, akım süreklilik eğrileri kullanılarak, %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Böylece, gözlenmiş akım değerleri ile %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için ayrı ayrı baraj tasarımı yapılmıştır.

6.2.3. Akım süreklilik eğrilerinin baraj tasarımındaki önemi

Bu tez çalışmasında, su kaynaklarının planlanması ve yönetimine yönelik, havza bazında planlanan su yapılarından en önemlisi olan barajların tasarımında değişik ihtimalli akarsu akımlarının seçiminin, baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinde elde edilecek sulama faydasına etkisi incelenmiştir. İhtimalli akım verilerinin elde edilmesi, AGİ'lerin gözlenmiş akım verileriyle çizilen akım süreklilik eğrileri ile sağlanmıştır. Böylece, gözlenmiş ve ihtimalli akımların seçiminin baraj tasarımındaki önemi gösterilmiş olacaktır.

Bu amaçla, Filyos Havzası'nda mevcut ve planlama aşamasında bulunan barajlardan on tanesi için tasarım çalışması yapılmıştır. Baraj aks yerinde baraj aks yeri gözlenmiş su temin değerleri hesaplandıktan sonra, akım süreklilik eğrileri kullanılarak, baraj aks yerindeki %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için uzun yıllara dayalı akım verileri elde edilmiştir. Gözlenmiş akım değerleri ile %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için ayrı ayrı baraj işletme çalışması yapılarak baraj kret kotu, kret uzunluğu, gövde yüksekliği, depolama hacmi, barajın dolgu hacmi, sulama alanı ve baraj ve şebeke maliyeti ile sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydası hesaplanmıştır.

Böylece, bu tez çalışması ile değişik ihtimalli akımların baraj tasarımına, maliyete ve tarım arazilerinde elde edilecek sulama faydasına etkisi değerlendirilmiştir. Çünkü, baraj tasarımında seçilecek akım değeri, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ve sulamadan elde edilecek fayda (gelir) açısından çok önemlidir.

6.2.4. Filyos havzasındaki AGİ'lerin akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi

Eksik akım verileri uygun korelasyonlu AGİ'lerin akım verilerinden tamamlanan istasyonların uygun şekilde tamamlanıp tamamlanmadıklarını kontrol etmek amacıyla; o istasyonun eksik ve tamamlanmış aylık toplam akım verileri ile akım süreklilik eğrileri elde edilerek, üst üste çizilmiş ve eğrilerin uyumu incelenmiştir. Bir istasyonda akım verileri ne kadar fazla ise, akım süreklilik eğrileri o kadar sağlıklı çizilmiş olur. Grafikler incelendiğinde, AGİ'lerin eksik verilerinin tamamlandıktan sonra çizilen akım süreklilik eğrilerinin, eksik verilerle çizilen ASE ile örtüştüğü görülmüştür. Bu örtüşme, özellikle zamanın %50 ve daha büyük ihtimal durumlarında çok net görülmektedir. Bu nedenle, tez çalışmasında yapılacak baraj tasarımlarında, %50 (gözlenmiş akım verileri), %60, %70, %80 ve %90 ihtimalli zamana denk gelen akımlar kullanılmıştır. Ancak, bu örtüşmenin zamanın %0 - %50 aralığında daha az olduğu tespit edilmiştir. Zamanın %0 - %50 arasında gözlenen akımlar, gelme ihtimali az olan, büyük debili hatta bazen taşkın akımlar olabilir ve eksik akım verileri olan istasyonda bu akımların ölçülmemiş olma ihtimali de yüksektir. Bu nedenle, eksik akım verileri tamamlandıktan sonra çizilen akım süreklilik eğrisi, eksik akımlarla çizilen ASE'den %0 - %50 aralığında farklılık gösterebilecektir. Bu durum, D13A004, D13A008 ve D13A070 nolu AGİ'lerde Şekil 6.32, Şekil 6.33 ve Şekil 6.40'da daha belirgin şekilde görülmektedir.

D13A004 Büyüksu Deresi, Yumrukaya AGİ akım süreklilik eğrisi

D13A004 Yumrukaya AGİ'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam verilerle akım süreklilik eğrisinin nasıl çizildiği aşağıda açıklanmıştır. Bu istasyonun değerlerinin nasıl tamamlandığı Bölüm 6.1.4.2'de anlatılmış ve AGİ'nin eksik akım verileri tamamlanmıştır (Bkz. Çizelge 6.12).

D13A004 Yumrukaya AGİ'nin mevcut durumda toplam 120 ay ölçülmüş akım değerleri bulunmaktadır. 120 aylık ölçülmüş akımlar excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunarak Çizelge 6.23'de özetlenmiş ve ilgili hesaplar CD olarak excel formatında verilmiştir. D13A004 Yumrukaya AGİ'nin eksik verileri tamamlandıktan sonra, 1961-2017 yılları arasında toplam 684 ay tamamlanmış akım verisi elde edilmiştir. 684 aylık tamamlanmış akımlar excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile

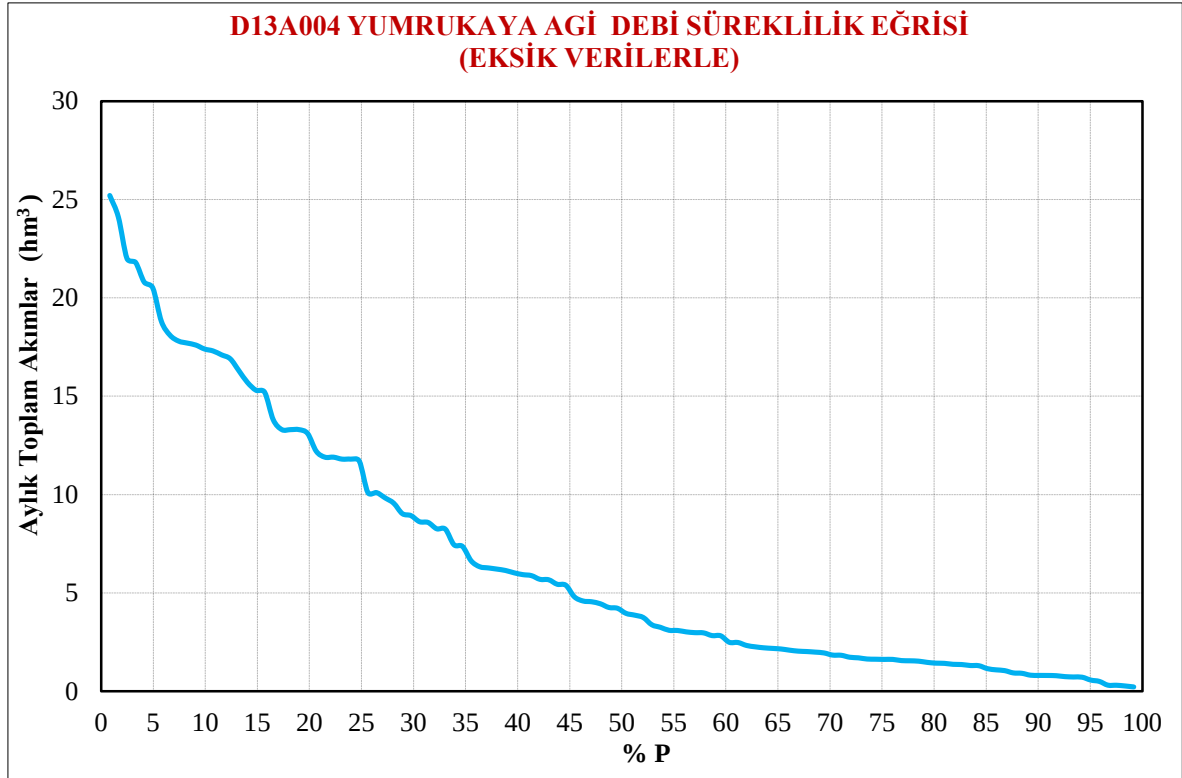
(yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuş ve Çizelge 6.24'de özetlenmiş ve ilgili hesaplar CD olarak excel formatında verilmiştir. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek Yumrukaya AGİ'nin akım süreklilik eğrisi çizilmiştir. D13A004 Yumrukaya AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle ayrı ayrı çizilen akım süreklilik eğrileri Şekil 6.30 ve Şekil 6.31'de, bu eğrilerin üst üste çizildiği grafik ise Şekil 6.32'de verilmiştir.

Çizelge 6.23. D13A004 AGİ eksik verilerin toplam zaman içinde dağılımı

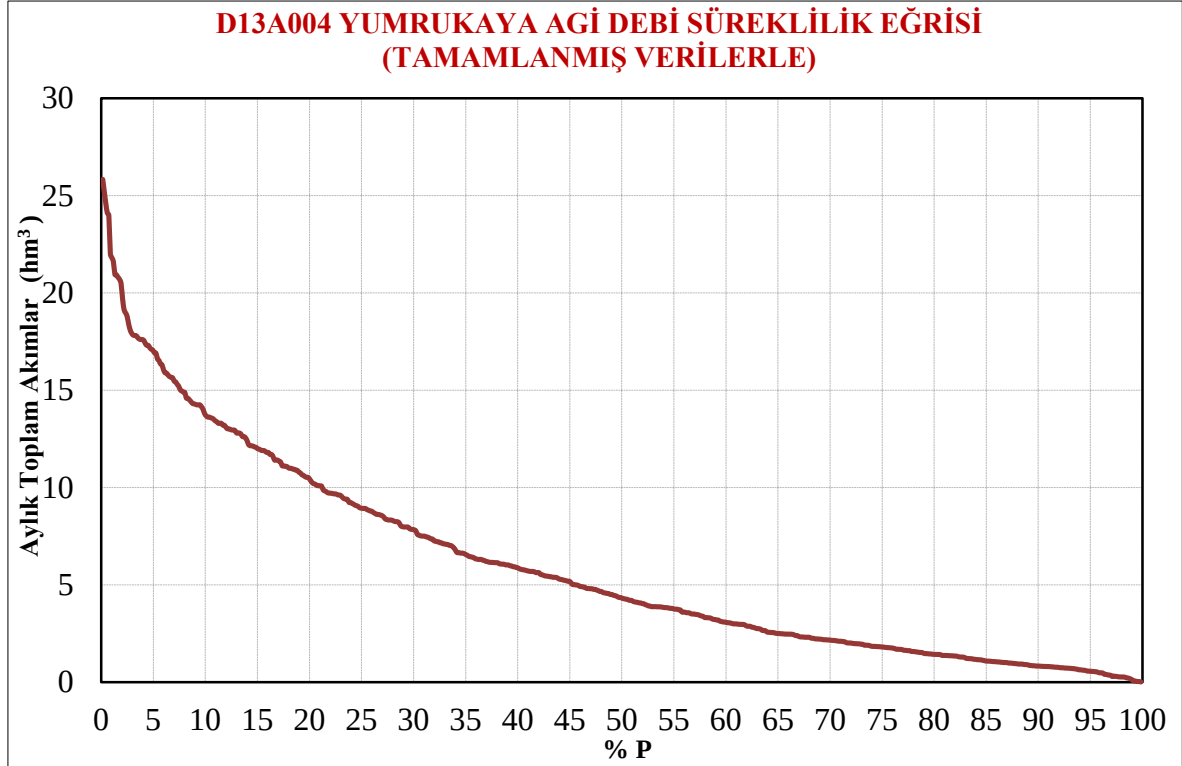
%	Akım (hm ³)
0	25,200
5,00	18,885
10,00	17,310
15,00	15,215
20,00	12,380
25,00	10,500
30,00	8,713
35,00	6,886
40,00	5,966
45,00	5,066
50,00	4,090
55,00	3,096
60,00	2,688
65,00	2,170
70,00	1,917
75,00	1,628
80,00	1,462
85,00	1,278
90,00	0,817
95,00	0,709
100,00	0,221

Çizelge 6.24. D13A004 AGİ tamamlanmış verilerin zaman içinde dağılımı

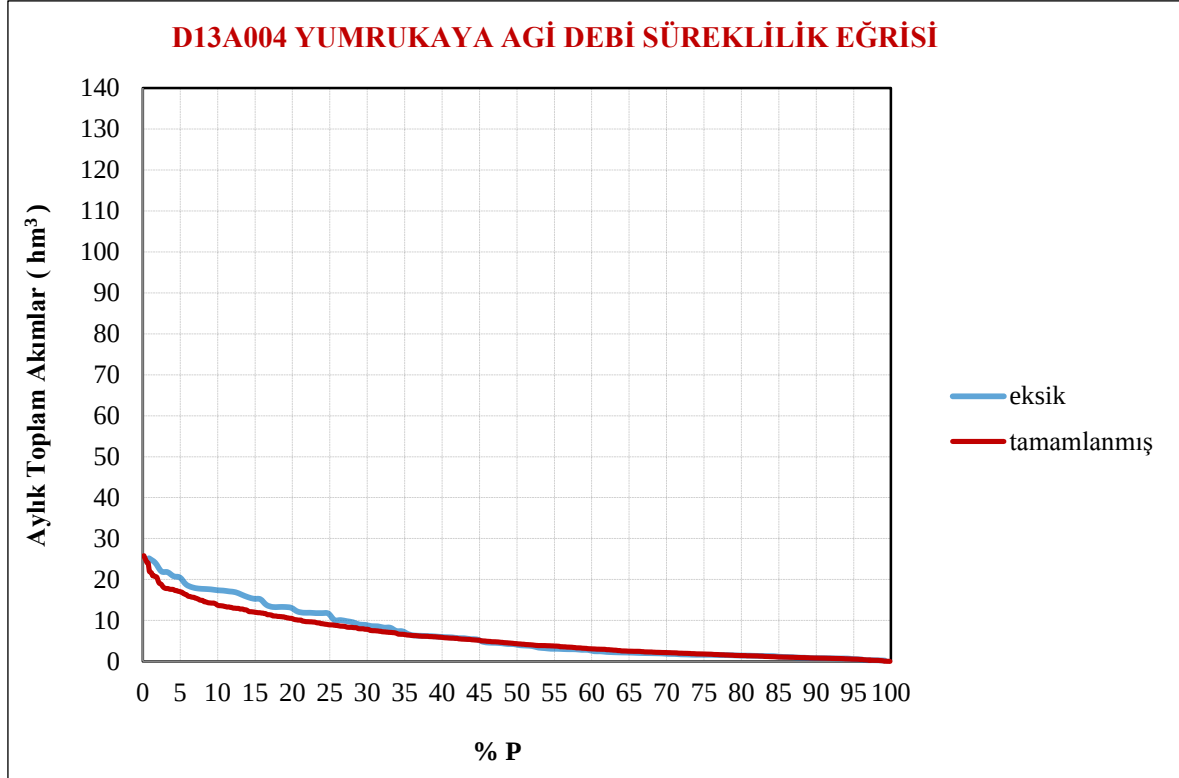
%	Akım (hm ³)
0	25,824
5,00	16,916
10,00	13,667
15,00	11,980
20,00	10,375
25,00	8,933
30,00	7,827
35,00	6,551
40,00	5,870
45,00	5,162
50,00	4,326
55,00	3,766
60,00	3,081
65,00	2,509
70,00	2,168
75,00	1,815
80,00	1,436
85,00	1,100
90,00	0,832
95,00	0,570
100,00	0,016



Şekil 6.30. D13A004 Yumrukaya AĞI'nin eksik verilerle çizilen ASE



Şekil 6.31. D13A004 AĞI'nin tamamlanmış verilerle çizilen ASE



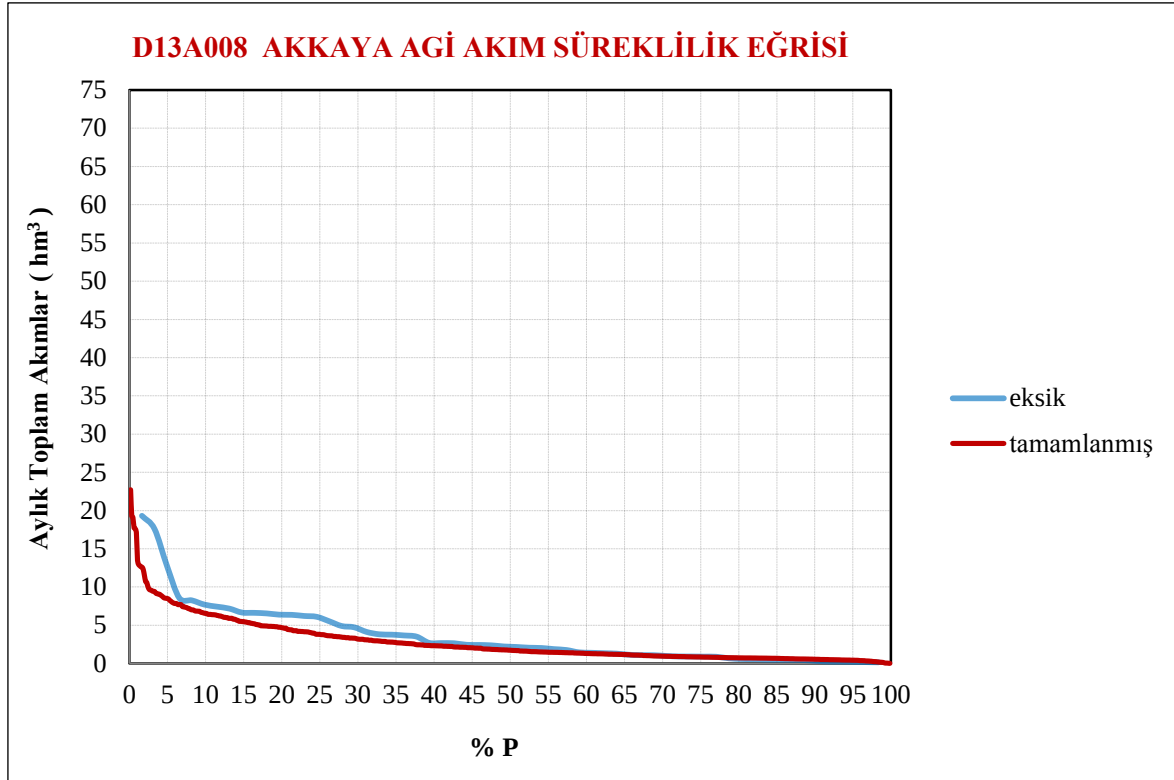
Şekil 6.32. D13A004 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A008 Mudurnu Deresi, Akkaya AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A008 Akkaya AĞI'nin mevcut durumda toplam 60 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 660 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A008 Akkaya AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Akkaya AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A008 Akkaya AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.33'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



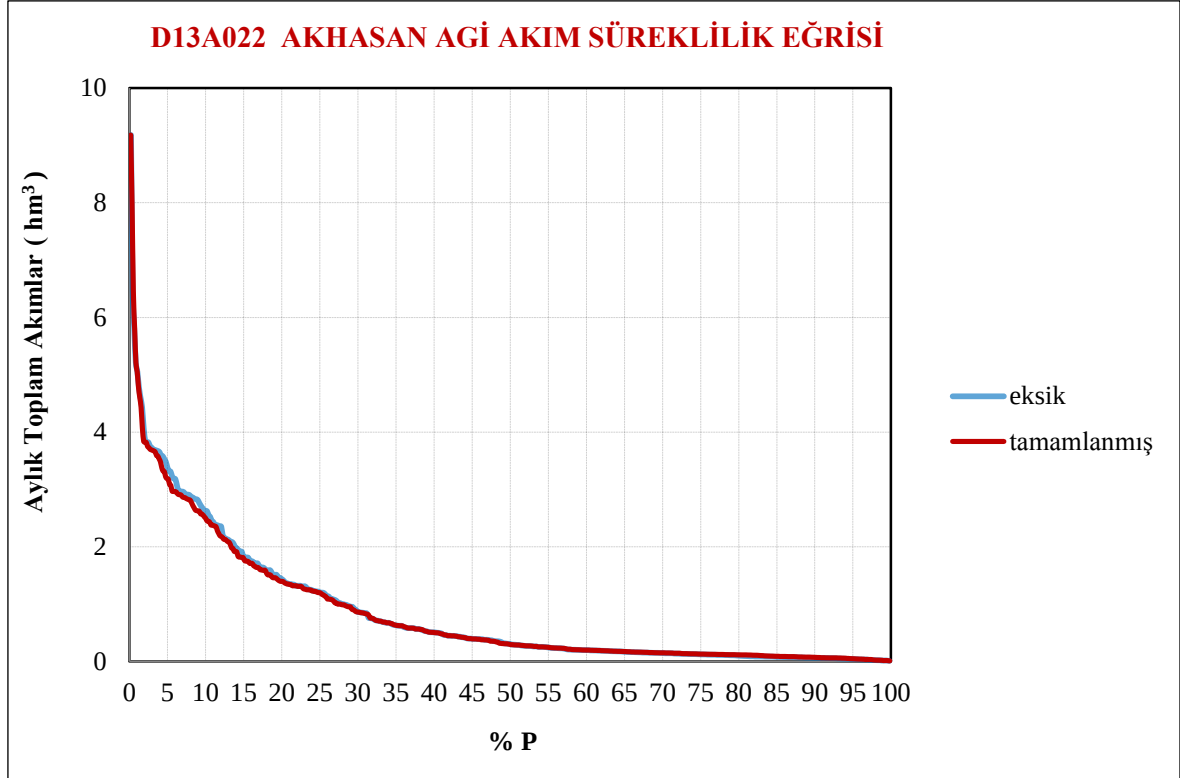
Şekil 6.33. D13A008 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A022 Akhasan Deresi, Akhasan AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A022 Akhasan AĞI'nin mevcut durumda toplam 480 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 588 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A022 Akhasan AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Akhasan AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A022 Akhasan AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.34'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



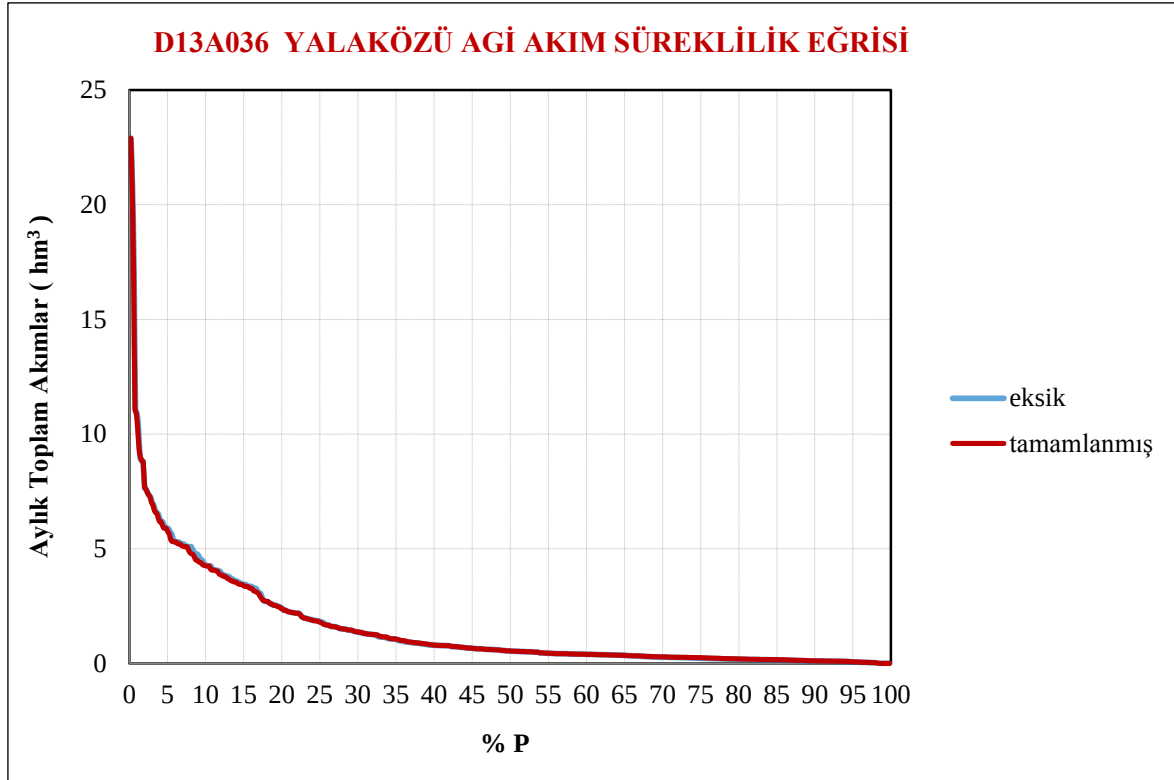
Şekil 6.34. D13A022 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A036 Hacılar Deresi, Yalaközü AGİ akım süreklilik eğrisi

D13A036 Yalaközü AGİ'nin mevcut durumda toplam 503 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 552 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A036 Yalaközü AGİ'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Yalaközü AGİ'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A036 Yalaközü AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.35'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



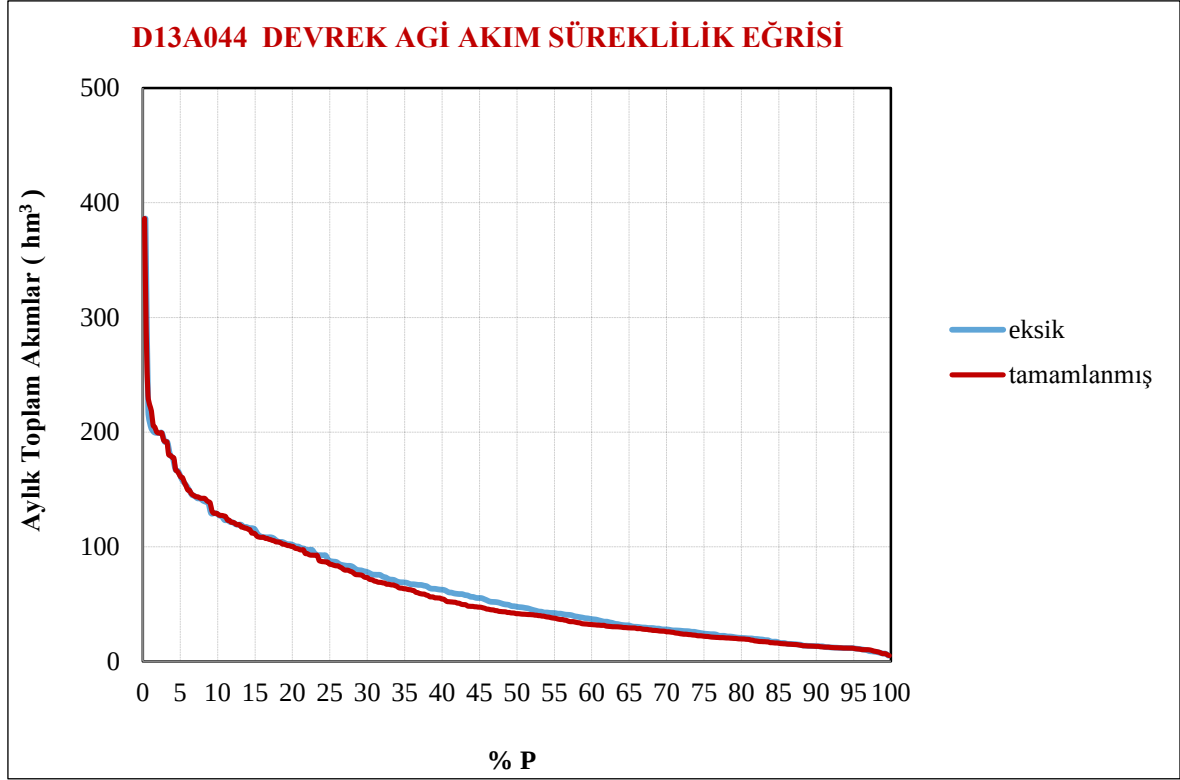
Şekil 6.35. D13A036 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A044 Bolu Çayı, Devrek AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A044 Devrek AĞI'nin mevcut durumda toplam 273 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 432 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A044 Devrek AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Devrek AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A044 Devrek AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.36'da, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



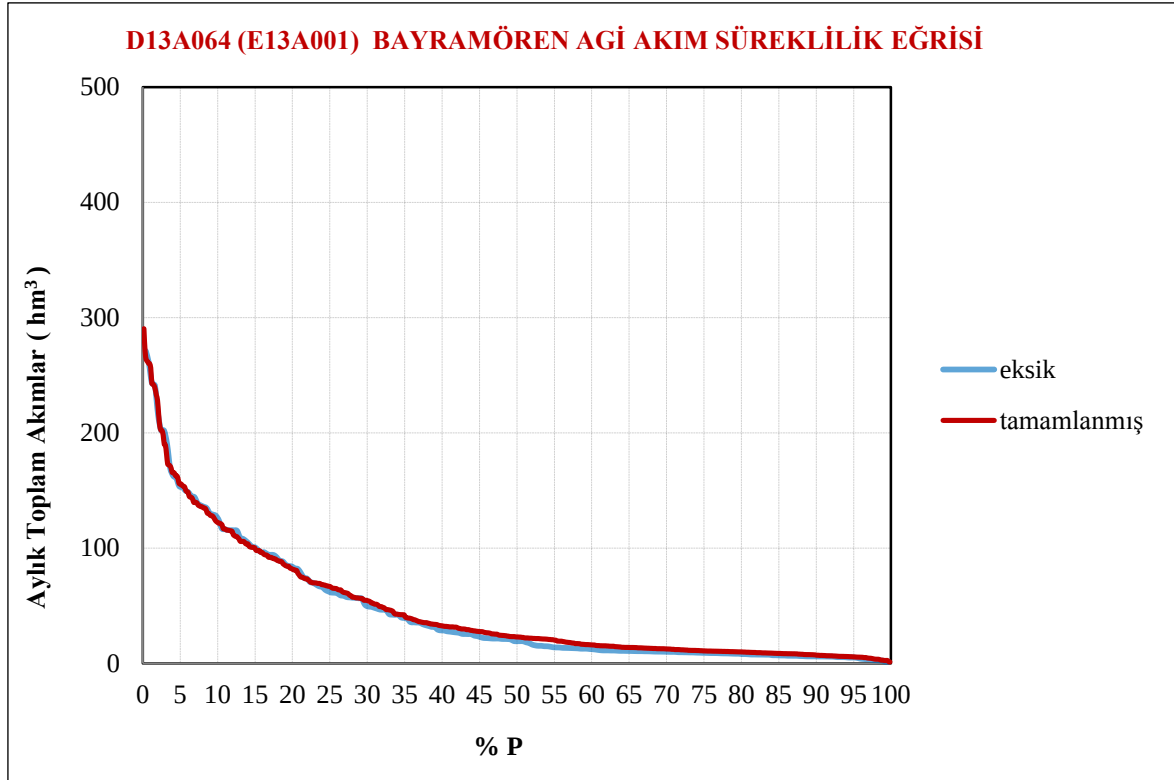
Şekil 6.36. D13A044 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A064 (E13A001) Bayramören AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A064 (E13A001) Bayramören AĞI'nin mevcut durumda toplam 245 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 660 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A064 (E13A001) Bayramören AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Bayramören AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A064 (E13A001) Bayramören AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.37'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



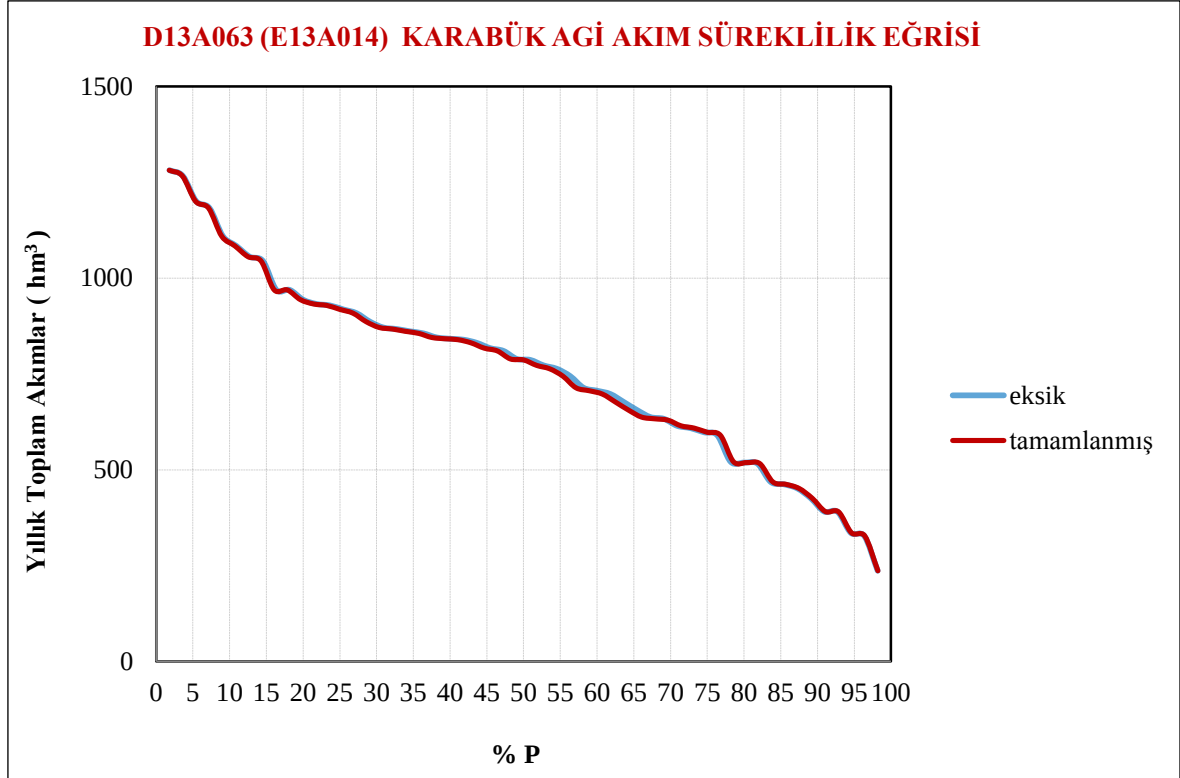
Şekil 6.37. D13A064 AĞI eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A063(E13A014) Soğanlı Çayı, Karabük AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A063 (E13A014) Karabük AĞI'nin mevcut durumda toplam 648 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 660 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A063 (E13A014) Karabük AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Karabük AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A063 (E13A014) Karabük AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.38'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



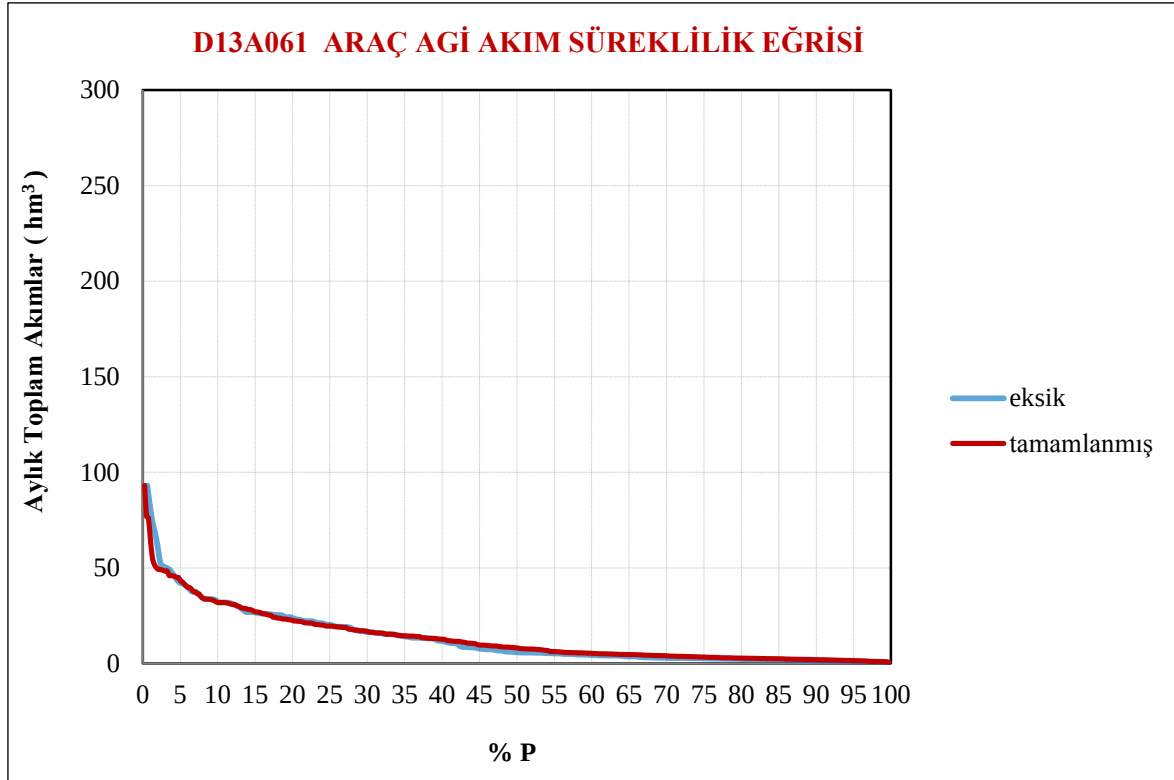
Şekil 6.38. D13A063 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A061 Araç Çayı, Araç AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A061 Araç AĞI'nin mevcut durumda toplam 166 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 396 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A061 Araç AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Araç AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A061 Araç AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.39'da, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



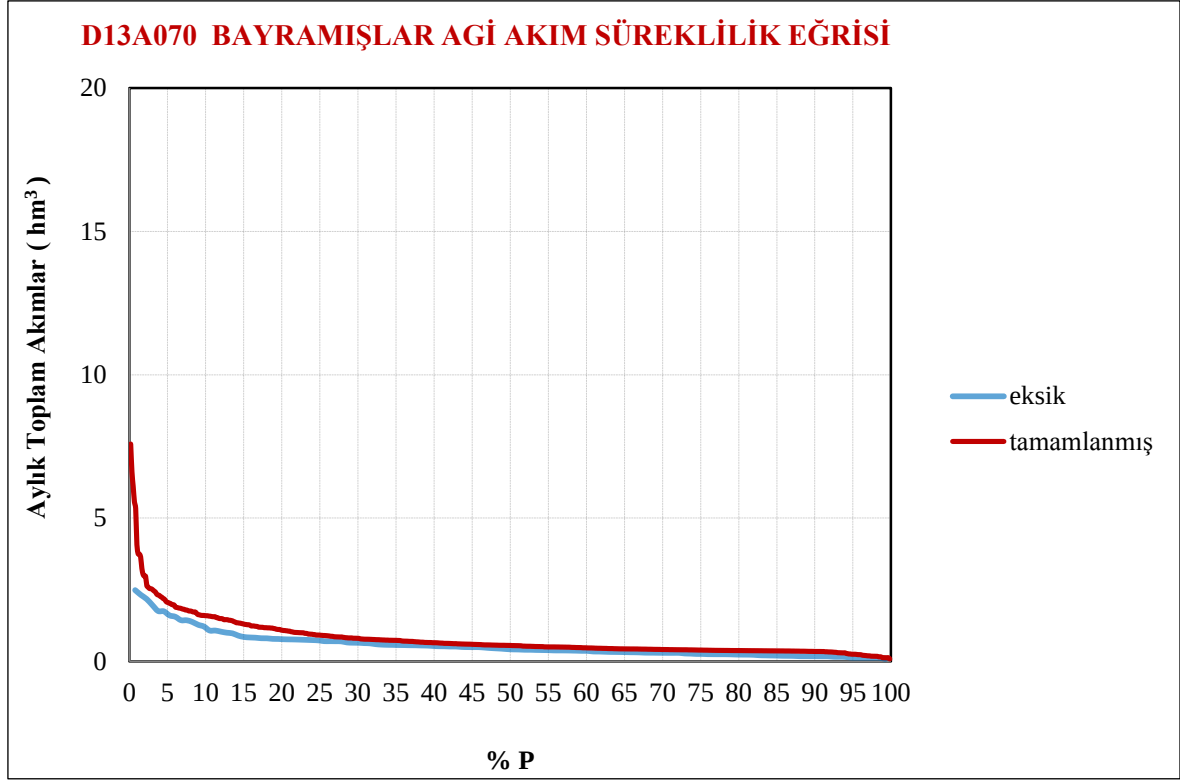
Şekil 6.39. D13A061 AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A070 Hızar Deresi, Bayramışlar AĞI akım süreklilik eğrisi

D13A070 Bayramışlar AĞI'nin mevcut durumda toplam 132 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 612 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A070 Bayramışlar AĞI'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Bayramışlar AĞI'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A070 Bayramışlar AĞI'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.40'da, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



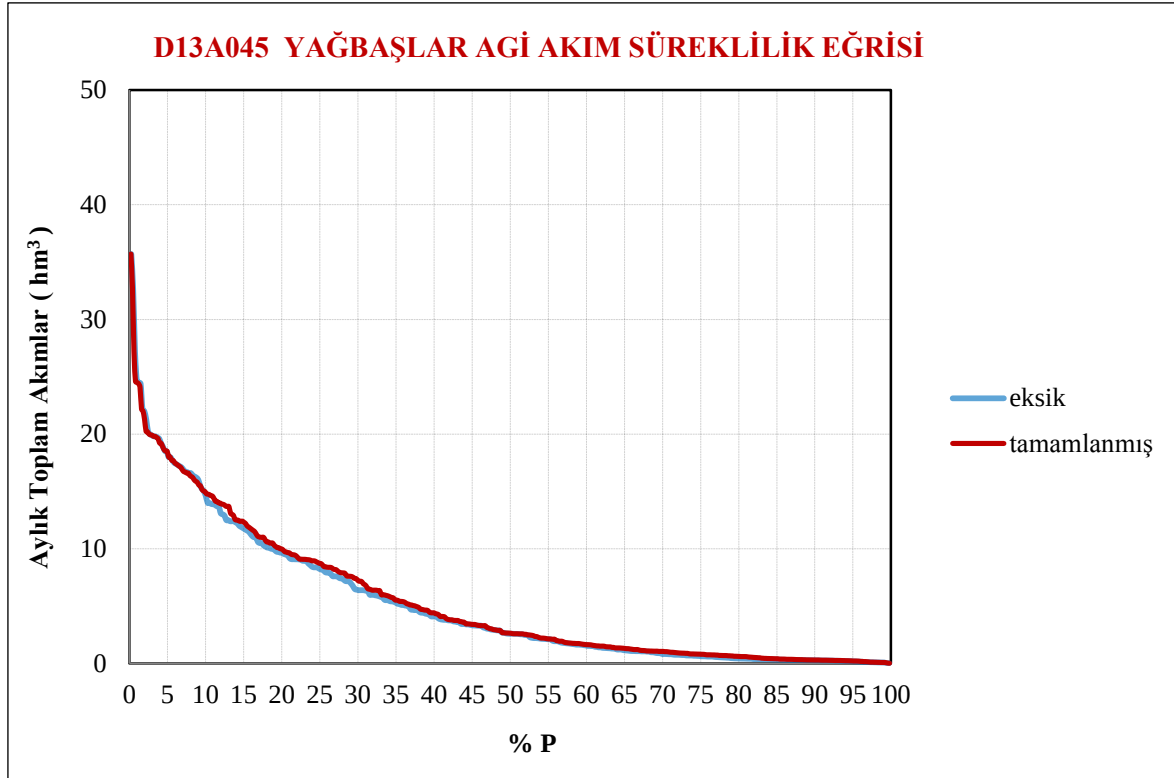
Şekil 6.40. D13A070 AGİ eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

D13A045 Uluşu Deresi, Yağbaşlar AGİ akım süreklilik eğrisi

D13A045 Yağbaşlar AGİ'nin mevcut durumda toplam 408 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 504 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

D13A045 Yağbaşlar AGİ'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alt alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Yağbaşlar AGİ'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

D13A045 Yağbaşlar AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.41'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



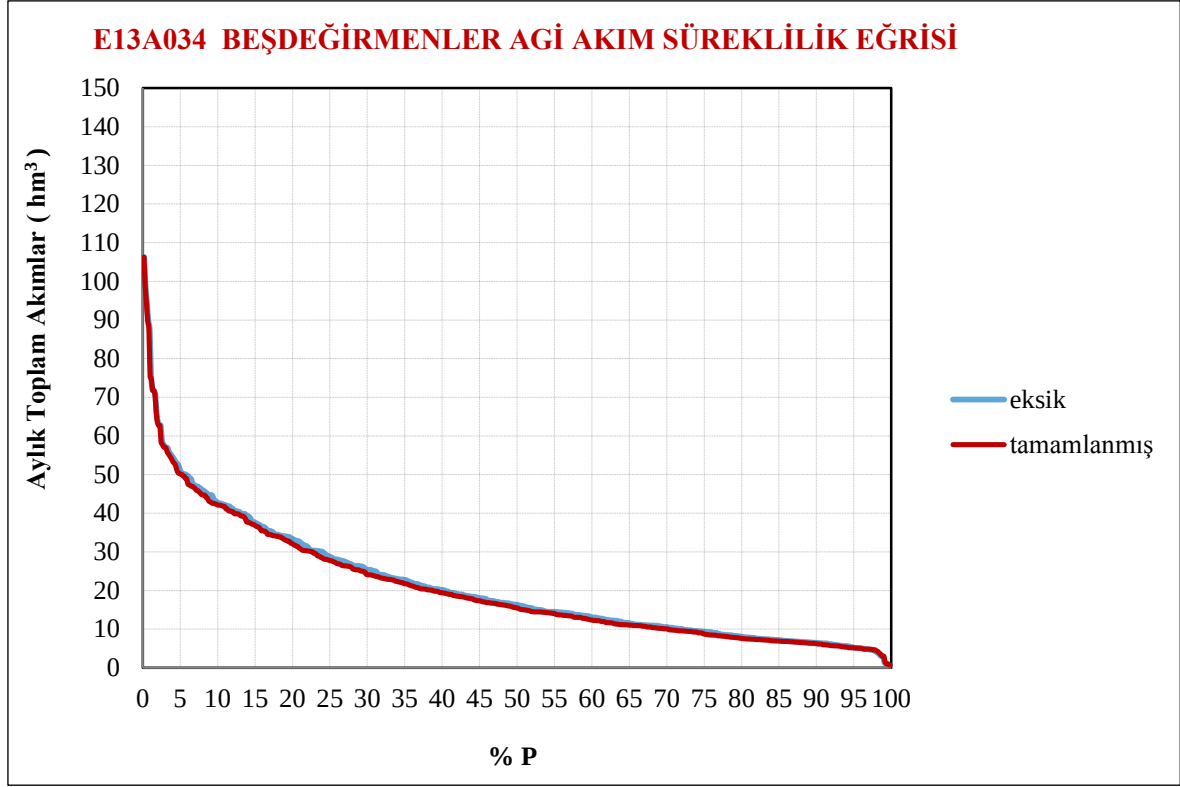
Şekil 6.41. D13A045 AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

E13A034 Bolu Çayı, Beşdeğirmenler AGİ Akım Süreklilik Eğrisi

E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin mevcut durumda toplam 540 ay ölçülmüş akım değerleri ve eksik veriler tamamlandıktan sonra 612 ay tamamlanmış akım verisi bulunmaktadır.

E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin eksik ve tamamlanmış akımları ayrı ayrı excelde alta sıralanarak, excelin 'percentile (yüzdebirlik)' komutu aracılığı ile bu akım değerlerinin toplam zamanın yüzde kaçında görüldüğü bulunmuştur. Zaman yüzdesi yatay ekseninde, aylık toplam akımlar düşey ekseninde yerleştirilerek, Beşdeğirmenler AGİ'nin eksik ve tamamlanmış aylık toplam akımlarıyla akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.

E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE'leri Şekil 6.42'de, akım süreklilik eğrilerinin çizilmesi ile ilgili ayrıntılı hesaplar, CD olarak excel formatında verilmiştir.



Şekil 6.42. E13A034 AĞI eksik ve tamamlanmış verilerle çizilen ASE

6.3. Baraj Yeri Gözlenmiş Su Temin Değerleri

Su temin değeri, bir akarsuyun herhangi bir kesitinde yapılacak olan bir baraja gelebilecek suyun miktarını, aylık toplam olarak hm^3 cinsinden gösteren değerlerdir. Baraj aks yerine gelen akım değerleri tasarım yapılacak barajın büyüklüğünü belirlemektedir.

Tez çalışmasına konu olan Filyos havzasında, tasarım yapılan barajlardan altı tanesi için su temin değerleri, drenaj alanı oranı yöntemi ile gözlenmiş akım verilerine göre oluşturulmuştur. Drenaj alan yönteminde, havza özellikleri benzer olan bir akarsu üzerinde bulunan bir AĞI'ye ait akım verilerinin, bu AĞI'nin membasında veya mansabında planlanan baraj aks yerine, AĞI'nin ve barajın drenaj alanları oranında taşınarak baraj aks yerindeki akım değerlerinin Eş. 6.73'de gösterildiği şekilde bulunması sağlanır.

$$V_{BARAJ} = \frac{A_{BARAJ}}{A_{AGI}} \times V_{AGI} \quad (6.73)$$

Burada;

V_{BARAJ} =Baraj aks yerinde su temin değeri (hm^3)

V_{AGI} =AGİ'nin akım değerleri (hm^3)

A_{BARAJ} =Baraj aks yerinde yağış alanı (km^2)

A_{AGI} =AGİ'nin yağış alanı (km^2)

Barajlardan dört tanesinin su temin hesabında, iki AGİ arasında kalmalarından dolayı, her iki AGİ'nin etkisini dikkate almak üzere Eş. 6.74'den yararlanılmıştır.

$$V_{BARAJ} = V_{AGI1} + \left[\frac{A_{BARAJ} - A_{AGI1}}{A_{AGI2} - A_{AGI1}} \right] \times (V_{AGI2} - V_{AGI1}) \quad (6.74)$$

Burada;

V_{BARAJ} =Baraj aks yerinde su temin değeri (hm^3)

V_{AGI1} =Barajın membasındaki AGİ'nin akım değerleri (hm^3)

V_{AGI2} =Barajın mansabındaki AGİ'nin akım değerleri (hm^3)

A_{BARAJ} =Baraj aks yerinde yağış alanı (km^2)

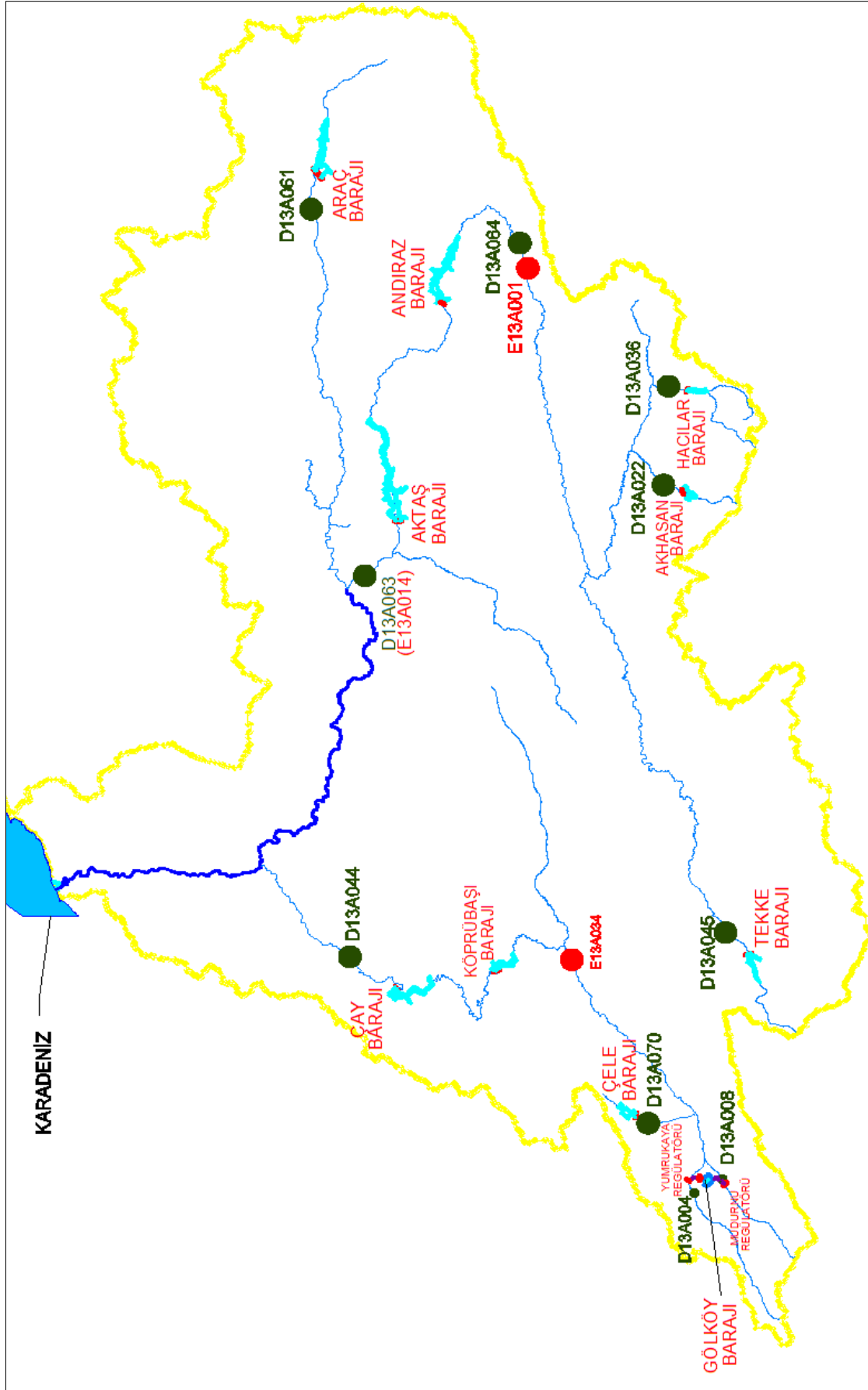
A_{AGI1} = Barajın membasındaki AGİ'nin yağış alanı (km^2)

A_{AGI2} = Barajın mansabındaki AGİ'nin yağış alanı (km^2)

Sözkonusu barajlar ve ilgili AGİ'lerin havzadaki konumları Resim 6.4'de gösterilmiştir. Baraj aks yerlerindeki su temin değerlerinin hesaplanmasında kullanılan AGİ'ler, bu AGİ'lerin baraj aks yerine göre konumları, yağış alanları ve AGİ akım değerlerinin baraj yerine taşınmasında kullanılan eşitlikler Çizelge 6.25'de verilmiştir.

Baraj aks yerindeki %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerlerinin hesaplanabilmesi için akım süreklilik eğrileri kullanılarak, uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Böylece, değişik ihtimalli akımların baraj tasarımına, baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinden elde edilecek sulama faydasına etkisi görülmüştür.

Su temin değerlerinin hesaplanmasında Microsoft Excel uygulaması kullanılmıştır. Barajların su temin hesapları aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.



Resim 6.4. Tez kapsamında çalışılan baraj yerleri

Çizelge 6.25. Barajların su temin hesapları

No	Baraj Adı	BARAJ SU TEMİN HESABINDA KULLANILAN AGİ	BARAJ YAĞIŞ ALANI (km ²)	AGİ YAĞIŞ ALANI (km ²)	BARAJ SU TEMİN HESABINDA KULLANILAN EŞİTLİK	BARAJIN AGİ'YE GÖRE KONUMU
1	AKHASAN BARAJI	D13A022	59,61	76,5	$V_{BARAJ} = \frac{59,61}{76,5} \times V_{D13A022}$	5 km membasında
2	AKTAŞ BARAJI	D13A064 D13A063	4264,16	3002	$V_{BARAJ} = V_{D13A064} + \left[\frac{(4264,16-3002)}{(5086,8-3002)} \right] \times (V_{D13A063} - V_{D13A064})$	83 km mansabında 12 km membasında
3	ANDIRAZ BARAJI	D13A064 D13A063	3527,23	3002	$V_{BARAJ} = V_{D13A064} + \left[\frac{(3527,23-3002)}{(5086,8-3002)} \right] \times (V_{D13A063} - V_{D13A064})$	22 km mansabında 62 km membasında
4	ARAÇ BARAJI	D13A061	696	885,5	$V_{BARAJ} = \frac{696}{885,5} \times V_{D13A061}$	5 km membasında
5	ÇAY BARAJI	E13A034 D13A044	2563,31	1095,3 2917,4	$V_{BARAJ} = V_{E13A034} + \left[\frac{(2563,31-1095,3)}{(2917,4-1095,3)} \right] \times (V_{D13A044} - V_{E13A034})$	70 km mansabında 15 km membasında
6	ÇELE BARAJI	D13A070	22,09	24,45	$V_{BARAJ} = \frac{22,09}{24,45} \times V_{D13A070}$	1,5 km membasında
7	GÖLKÖY BARAJINA DERİVASYON (YUMRUKAYA REGÜLATÖRÜ + MUDURNU REGÜLATÖRÜ)	D13A004 D13A008	190,7 114,69	183,5 118,3	$[V_{MUDURNU REG} = V_{D13A008}] + [V_{YUMRUKAYA REG} = \frac{190,7}{183,50} \times V_{D13A004}]$	2,5 km mansabında 600 m membasında
8	HACILAR BARAJI	D13A036	80,07	88,3	$V_{BARAJ} = \frac{80,07}{88,30} \times V_{D13A036}$	3,5 km membasında
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	E13A034 D13A044	1988,95	1095,3 2917,4	$V_{BARAJ} = V_{E13A034} + \left[\frac{(1988,95-1095,3)}{(2917,4-1095,3)} \right] \times (V_{D13A044} - V_{E13A034})$	26 km mansabında 59 km membasında
10	TEKKE BARAJI	D13A045	187,7	196	$V_{BARAJ} = \frac{187,7}{196} \times V_{D13A045}$	5,5 km membasında

6.3.1. Akhasan barajı su temini

Akhasan Barajı mevcut bir barajdır. Barajın yağış alanı 59,61 km² dir. Akhasan Barajı, D13A022 Akhasan AGİ'nin 5 km membasında kalmaktadır (Bkz. Resim 6.4). Akhasan Barajı aylık toplam doğal akım değerleri, D13A022 Akhasan AGİ (76,5 km²) aylık toplam doğal akım değerlerinden;

$$V_{AKHASAN\ BARAJI} = \frac{59,61}{76,5} \times V_{D13A022} \quad \text{eşitliği ile hesaplanmıştır.}$$

6.3.2. Aktaş barajı su temini

Aktaş Barajı'nın yağış alanı 4264,16 km² dir. Aktaş Barajı D13A064 (E13A001) Gerede Çayı Bayramören AGİ ile E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ arasında kalmaktadır (Resim 6.5). Aktaş Barajı, D13A064 Bayramören AGİ'nin 83 km mansabında, D13A063 Karabük AGİ'nin 12 km membasındadır. Aktaş Barajı aylık toplam doğal akım değerleri aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmıştır.

$$V_{AKTAŞ\ DOĞAL} = V_{D13A064} + [(A_{AKTAŞ} - A_{D13A064}) / (A_{E13A014} - A_{D13A064})] \times (V_{E13A014} - V_{D13A064})$$

Aktaş Barajı'nın membasında mevcut durumda sadece Akhasan Barajı işletmeye açılmıştır. Aktaş Barajı'nın mevcut durumdaki aylık toplam su temini değerleri hesaplanırken, Akhasan Barajı'nın etkisi de dikkate alınmıştır. Buna göre, Aktaş Barajı su temin değerlerinden Akhasan Barajı doğal akım değerleri çıkarılarak ve Akhasan Barajı dipsavağından canlı hayat suyu olarak bırakılan sular ile Akhasan Barajı dolusavağından bırakılan sular eklenerek, Aktaş Barajı'nın mevcut durumdaki su temin değerleri hesaplanmıştır.

$$V_{AKTAŞ} = V_{AKTAŞ\ DOĞAL} - V_{AKHASAN\ DOĞAL} + V_{AKHASAN\ CHS} + V_{AKHASAN\ DOLUSAVAK}$$

6.3.3. Andıraz barajı su temini

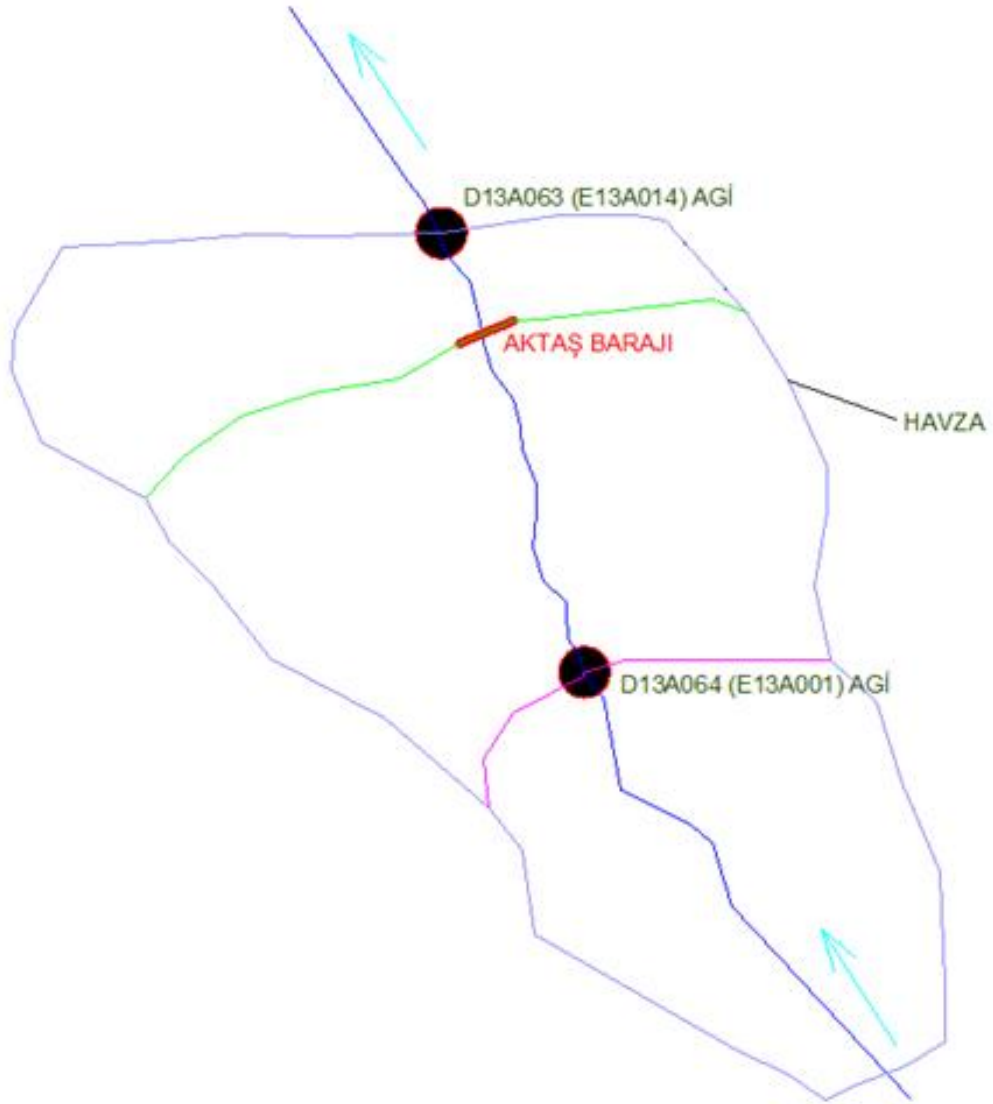
Andıraz Barajı'nın yağış alanı 3527,23 km²'dir. Andıraz Barajı D13A064 Gerede Çayı Bayramören AGİ ile E13A014 (D13A063) Soğanlı Çayı Karabük AGİ arasında kalmaktadır (Resim 6.6). Andıraz Barajı, D13A064 Bayramören AGİ'nin 22 km

mansabında, D13A063 Karabük AGİ'nin 62 km membasındadır. Andıraz Barajı aylık toplam doğal akım değerleri aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmıştır.

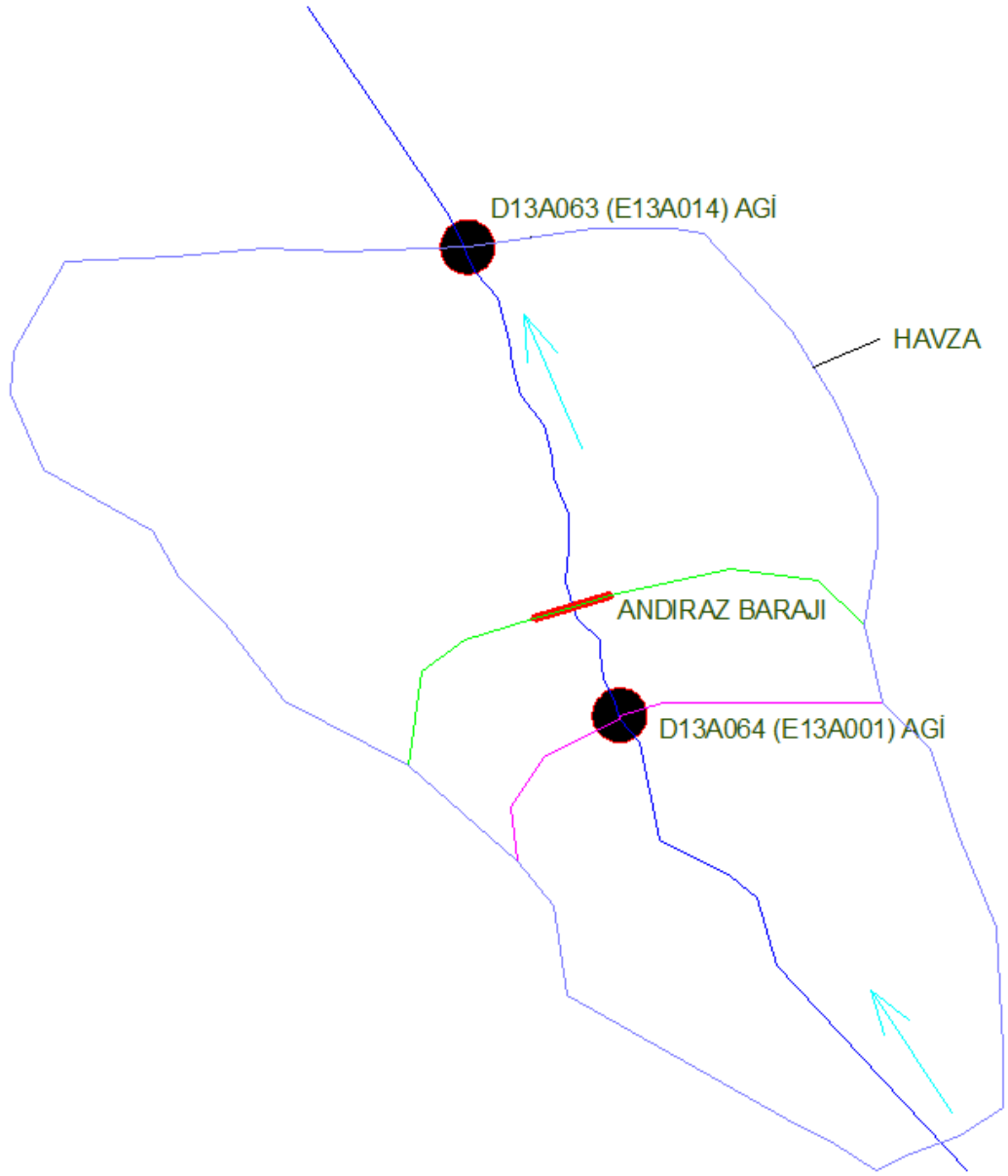
$$V_{\text{ANDIRAZ}} = V_{\text{D13A064}} + [(A_{\text{ANDIRAZ}} - A_{\text{D13A064}}) / (A_{\text{E13A014}} - A_{\text{D13A064}})] \times (V_{\text{E13A014}} - V_{\text{D13A064}})$$

Andıraz Barajı'nın membasında mevcut durumda sadece sadece Akhasan Barajı işletmeye açılmıştır. Andıraz Barajı'nın mevcut durumdaki aylık toplam su temini değerleri hesaplanırken, Akhasan Barajı'nın etkisi de dikkate alınmıştır. Buna göre, Andıraz Barajı su temin değerlerinden Akhasan Barajı doğal akım değerleri çıkarılarak ve Akhasan Barajı dipsavağından canlı hayat suyu olarak bırakılan sular ile Akhasan Barajı dolusavağından bırakılan sular eklenerek, Andıraz Barajı'nın mevcut durumdaki su temin değerleri hesaplanmıştır.

$$V_{\text{ANDIRAZ}} = V_{\text{ANDIRAZ DOĞAL}} - V_{\text{AKHASAN DOĞAL}} + V_{\text{AKHASAN CHS}} + V_{\text{AKHASAN DOLUSAVAK}}$$



Resim 6.5. Aktaş Barajı su temini şematik gösterimi



Resim 6.6. Andıraz Barajı su temini şematik gösterimi

6.3.4. Araç barajı su temini

Araç Barajı aylık toplam doğal akım değerleri, D13A061 Araç Çayı Araç AGİ'den hesaplanmıştır. Araç Barajı'nın yağış alanı 696 km², D13A061 Araç AGİ yağış alanı 885,5 km² dir. Araç Barajı, D13A061 Araç AGİ'nin 5 km membasında kalmaktadır (Bkz. Resim 6.4). Araç Barajı aylık toplam doğal akım değerleri aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmıştır.

$$V_{ARAÇ\ BARAJI} = \frac{696}{885,5} \times V_{D13A061}$$

6.3.5. Çele barajı su temini

Çele Barajı Büyüksu Çayı'nın yan kolu olan Hızar Deresi üzerinde planlamıştır. Çele Barajı yağış alanı 22,09 km² dir. Hızar Deresi üzerinde 2006-2016 gözlem periyodunda 11 yıllık akım gözlemleri ve yağış alanı 24,45 km² olan D13A070 Bayramışlar AGİ bulunmaktadır. Çele Barajı, D13A070 Bayramışlar AGİ'nin 1,5 km membasında kalmaktadır (Bkz. Resim 6.4).

Çele Barajı aylık toplam doğal akım değerleri, D13A070 Bayramışlar AGİ (24,45 km²) aylık toplam doğal akım değerlerinden aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır.

$$V_{ÇELE\ BARAJI} = \frac{22,09}{24,45} \times V_{D13A070}$$

DSİ, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı'ndan alınan bilgiler doğrultusunda, Çele Barajı'nın membasındaki köylerde su tüketimleri bulunduğu tespit edilmiştir. Memba su tüketimleri Çele Barajı aylık toplam doğal akım değerlerinden çıkarılarak Çele Barajı net aylık toplam su temini değerleri hesaplanmıştır (Bkz. Bölüm 6.1.1).

6.3.6. Gölköy barajı su temini

Gölköy Barajı mevcut bir barajdır. Barajın yağış alanı 7,54 km² olup, kendi havzasından gelen bir akım bulunmamaktadır. Bu nedenle, sağ sahilde bulunan Mudurnu Çayı üzerindeki Mudurnu Regülatörü (114,69 km²) 2,5 m³/s kapasiteli derivasyon kanalı ve sol sahilde bulunan Yumrukaya Regülatörü'nden (190,7 km²) 3,0 m³/s kapasiteli derivasyon

kanalı ile Gölköy Barajı'na çevrilen derivasyon akımları Gölköy Barajı su temini potansiyelini oluşturmaktadır (Bkz. Resim 6.1).

Mudurnu Çayı Mudurnu Regülatörü su temini

Mudurnu Regülatörü, D13A008 Akkaya AGİ'nin 600 m membasında kalmaktadır. D13A008 Akkaya AGİ yağış alanı, Mudurnu Regülatörü yağış alanına çok yakın olduğundan alan oranıyla taşınmayıp, D13A008 Akkaya AGİ aylık toplam akımları aynı zamanda Mudurnu Regülatörü akımları olarak kabul edilmiştir. Mudurnu Çayı üzerinde bulunan ve yağış alanı 118,3 km² olan D13A008 Akkaya (Akmina) AGİ'nin akımlarından canlı hayat suları düşülerek hesaplanan aylık akımlardan 2,5 m³/s derivasyon kapasitesine göre seçim yapılarak Gölköy Barajı'na yapılacak derivasyon akımları elde edilmiştir.

Büyüksu Yumrukaya Regülatörü su temini

Yumrukaya Regülatörü, D13A004 Yumrukaya AGİ'nin 2,5 km mansabında kalmaktadır. Büyüksu Deresi üzerinde bulunan ve yağış alanı 183,5 km² olan D13A004 Yumrukaya AGİ'nin aylık toplam akımları, Yumrukaya Regülatörü'ne alan oranı ile taşınarak,

$$V_{YUMRUKAYA\ REGÜLATÖRÜ} = \frac{190,7}{183,5} \times V_{D13A004}$$

eşitliği ile yağış alanı 190,7 km² olan Yumrukaya Regülatörü aylık toplam akımları hesaplanmıştır.

Yumrukaya Regülatörü aylık toplam akımlarda canlı hayat suları hesaplanmış ve Yumrukaya Regülatörü aylık akımlarından düşülerek hesaplanan net akımlardan 3,0 m³/s derivasyon kapasitesine göre seçim yapılarak Gölköy Barajı'na yapılacak derivasyon akımları elde edilmiştir.

Gölköy Barajı aylık toplam su temini değerleri, Mudurnu Regülatörü'nden Gölköy Barajı'na çevrilen akımlarla, Yumrukaya Regülatörü'nden Gölköy Barajı'na çevrilen akımların toplanmasıyla hesaplanmıştır.

$$V_{GÖLKÖY\ BARAJI} = V_{MUDURNU\ ÇAYINDAN\ ÇEVİRİLEN\ AKIM} + V_{BÜYÜKSU\ DERESİNDEN\ ÇEVİRİLEN\ AKIM}$$

Gölköy Barajı derivasyonla dolan bir baraj olduğu için canlı hayat suyu düşünülmemiştir. Barajın kendi havzasından gelen akımların canlı hayat suyu olarak bırakıldığı kabul edilmiş olup, barajın su temin hesabında kendi havzasından gelen akımlar dikkate alınmamıştır. Derivasyon çevirmelerinde canlı hayat suları dikkate alınmıştır.

Ayrıca, DSİ, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı'ndan alınan bilgiler doğrultusunda, Gölköy Barajı'ndan hem içme suyuna hem de su ürünleri için su verilmekte olup, barajın işletme çalışmasında dikkate alınarak, sulamaya verilebilecek su tespit edilmiştir (Bkz. Bölüm 6.1.1).

6.3.7. Hacılar barajı su temini

Hacılar Barajı yağış alanı 80,07 km² dir. Hacılar Barajı aylık toplam doğal akım değerleri, D13A036 Hacılar AGİ (88,3 km²) aylık toplam doğal akım değerlerinden hesaplanmıştır. Hacılar Barajı, D13A036 Yalaközü AGİ'nin 3,5 km membasında kalmaktadır (Bkz. Resim 6.4). Hacılar Barajı aylık toplam doğal akım değerleri;

$$V_{HACILAR\ BARAJI} = \frac{80,07}{88,30} \times V_{D13A036} \quad \text{eşitliği ile hesaplanmıştır.}$$

6.3.8. Tekke barajı su temini

Tekke Barajı aylık toplam doğal akım değerleri D13A045 Ulusu Deresi Yağbaşlar AGİ den hesaplanmıştır. Barajın yağış alanı 187,7 km², D13A045 Yağbaşlar AGİ yağış alanı 196 km² dir. Tekke Barajı, D13A045 Yağbaşlar AGİ'nin 5,5 km membasında kalmaktadır (Bkz. Resim 6.4). Tekke Barajı aylık toplam doğal akım değerleri;

$$V_{TEKKE\ BARAJI} = \frac{187,7}{196} \times V_{D13A045} \quad \text{eşitliği ile hesaplanmıştır.}$$

6.3.9. Köprübaşı barajı su temini

Köprübaşı Barajı, Bolu Çayı üzerinde mevcut bir baraj olup, toplam yağış alanı 1988,95 km² dir. Köprübaşı Barajı, E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ (1095,3 km²) ile D13A044 Bolu Çayı Devrek AGİ (2917,4 km²) arasında yer almaktadır (Resim 6.7). Köprübaşı Barajı, E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin 26 km mansabında, D13A044

Devrek AGİ'nin 59 km membasındadır. Köprübaşı Barajı'nın aylık toplam akım değerleri aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmıştır.

$$V_{KÖPRÜBAŞI} = V_{E13A034} + [(A_{KÖPRÜBAŞI} - A_{E13A034}) / (A_{D13A044} - A_{E13A034})] \times (V_{D13A044} - V_{E13A034})$$

Köprübaşı Barajı'nın membasında mevcut durumda sadece Gölköy Barajı işletmede olup, Köprübaşı Barajı'nın mevcut durumdaki aylık toplam su temini değerleri hesaplanırken, Gölköy Barajı'nın etkisi de dikkate alınmıştır. Buna göre, Köprübaşı Barajı su temin değerlerinden Gölköy Barajı doğal akım değerleri çıkarılarak ve Gölköy Barajı dipsavağından canlı hayat suyu olarak bırakılan sular, Gölköy Barajı dolusavağından bırakılan sular ile Gölköy Barajı'ndan içme suyuna verilen suların %80 si eklenerek, Köprübaşı Barajı'nın mevcut durumdaki su temin değerleri hesaplanmıştır. Mevcut durum için Köprübaşı Barajı su temini aşağıdaki formülasyon ile hesaplanmıştır.

$$V_{KÖPRÜBAŞI} = [V_{KÖPRÜBAŞIDOĞAL} - V_{GÖLKÖY}] + V_{GÖLKÖY(DOLUSAVAK + İÇMESUYUDÖNEN (\%80)) + CANLI HS}$$

Gölköy Barajı'ndan derivasyonla dolan bir baraj olduğu için Gölköy Barajı işletme çalışmasında canlı hayat suyu düşünülmemiştir. Gölköy Barajı'na derivasyon yapan Mudurnu ve Büyüksu Dereleri üzerindeki regülatör yerlerinde zaten canlı hayat suları dikkate alınmıştır.

Gölköy Barajı sulama alanı borulu-basınçlı sulama sistem olduğu için sulamadan dönen sular dikkate alınmamış ve ihmal edilmiştir. İçmesuyundan dönen suların ise %80 inin dereye tekrar döndüğü kabul edilmiştir.

6.3.10. Çay barajı su temini

Çay Barajı Devrek (Bolu) Çayı üzerinde olup, toplam yağış alanı 2563,31 km² dir. Çay Barajı, E13A034 Bolu Çayı Beşdeğirmenler AGİ (1095,3 km²) ile D13A044 Bolu Çayı Devrek AGİ (2917,4 km²) arasında yer almaktadır (Bkz. Resim 6.7). Çay Barajı, E13A034 Beşdeğirmenler AGİ'nin 70 km mansabında, D13A044 Devrek AGİ'nin 15 km membasındadır. Çay Barajı'nın aylık toplam akım değerleri;

$$V_{ÇAY} = V_{E13A034} + [(A_{ÇAY} - A_{E13A034}) / (A_{D13A044} - A_{E13A034})] \times (V_{D13A044} - V_{E13A034})$$

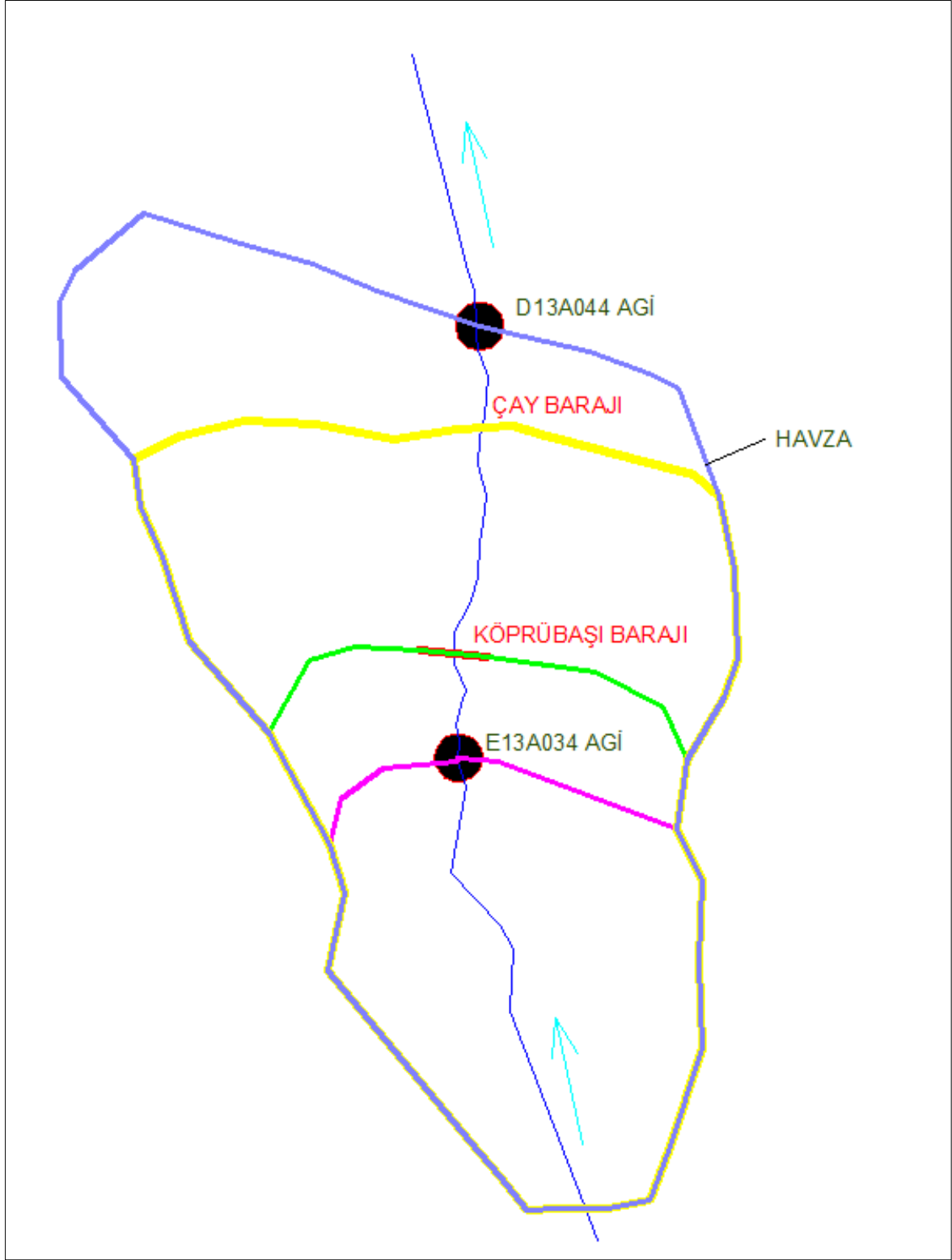
formülasyonu ile hesaplanmıştır.

Çay Barajı'nın mevcut durumda Köprübaşı Barajı işletmede olup, Çay Barajı su temini değerleri hesaplanırken, Köprübaşı Barajı'nın etkisi de dikkate alınmıştır. Buna göre, Çay Barajı su temin değerlerinden Köprübaşı Barajı doğal akım değerleri çıkarılarak ve Köprübaşı Barajı dipsavağından canlı hayat suyu olarak bırakılan sular ile Köprübaşı Barajı dolusavağından bırakılan sular eklenerek, Çay Barajı'nın mevcut durumdaki su temin değerleri hesaplanmıştır. Mevcut durum için Çay Barajı su temini;

$$V_{\text{ÇAY}} = V_{\text{ÇAY DOĞAL}} - V_{\text{KÖPRÜBAŞI DOĞAL}} + V_{\text{KÖPRÜBAŞI ÇIKIŞ(DOLUSAVAK)}} + V_{\text{KÖPRÜBAŞI CHS}}$$

formülasyonu ile hesaplanmıştır.

Tez çalışması kapsamında çalışılan barajlar, bu barajların su temin hesaplarında kullanılan AGİ'ler ve barajların yukarıda anlatıldığı şekilde tespit edilen gözlenmiş su temin değerleri özet olarak Çizelge 6.26'da verilmiştir. Çizelge 6.26'da, baraj su temin hesabında kullanılan AGİ'lerin ortalama yıllık toplam akım değerleri, Bölüm 6.1.4'de anlatılan eksik yıllardaki akım verilerinin tamamlandıktan sonraki değerleridir (Bkz. Çizelge 6.11-Çizelge 6.20).



Resim 6.7. Köprübaşı ve Çay Barajları su temini şematik gösterimi

Çizelge 6.26. Baraj su temin değerleri

No	BARAJ ADI	BARAJ SU TEMİN HESABINDA KULLANILAN AĞI'LER	AĞI'LERİN TAMAMLANMIŞ ORTALAMA YILLIK TOPLAM AKIM DEĞERLERİ (hm ³ /yıl)	BARAJ YERİ GÖZLENMİŞ SU TEMİN DEĞERLERİ (hm ³ /yıl)
1	AKHASAN BARAJI	D13A022	9,957	7,76
2	AKTAŞ BARAJI	D13A064 (E13A001)	560,949	652,06
		D13A063 (E13A014)	759,754	
3	ANDIRAZ BARAJI	D13A064 (E13A001)	560,949	585,933
		D13A063 (E13A014)	759,754	
4	ARAÇ BARAJI	D13A061	161,842	127,21
5	ÇAY BARAJI	E13A034	246,156	331,5
		D13A044	718,081	
6	ÇELE BARAJI	D13A070	9,695	8,19
7	GÖLKÖY BARAJI	D13A004	72,01	77,7
		D13A008	33,779	
8	HACILAR BARAJI	D13A036	18,075	16,39
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	E13A034	246,156	455,31
		D13A044	718,081	
10	TEKKE BARAJI	D13A045	64,929	62,18

6.4. Baraj Yeri İhtimalli Akım Değerleri

Baraj aks yerlerinde gözlenmiş aylık toplam akım verileri oluşturulduktan sonra, aynı aks yerlerinde değişik ihtimalli (%90, %80, %70 ve %60) akım değerleri için uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Böylece, değişik ihtimalli akımların baraj tasarımına, baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinden elde edilecek sulama faydasına etkisi değerlendirilebilecektir.

İhtimalli akım serilerinin nasıl elde edildiğini daha iyi anlayabilmek için, örnek olarak %90 ihtimalli akım üzerinden yapılan işlemler aşağıda sıralanmıştır.

- Önce AGİ'nin gözlenmiş akım verileri ile akım süreklilik eğrisi çizilmiştir.
- Daha sonra bu eğri kullanılarak aylık (ekim, kasım, aralık, vs..) 0,90'lık akımlar ile yıllık toplam akımların 0,90'lık akımı hesaplanmıştır.
- Yıllık 0,90'lık akımı her yıl için, yıllık toplam akıma bölerek $V_{0,90}/V_{\text{yıllık toplam}}$ oranları bulunmuştur.
- Bu oranlarla yıllık toplam 0,90'lık akım çarpılarak her yılın 0,90'lık akımı hesaplanmıştır.
- Daha sonra, aylık 0,90'lık akımların her yıldaki toplam 0,90 lık akıma oranları hesaplanmıştır ($V_{\text{ay}(0,90)}/V_{\text{yıl}(0,90)}$).
- Son olarak, bu oranlarla yıllık toplam 0,90'lık akım çarpılarak, 0,90 ihtimalli akım serisi elde edilmiştir.

Yukarıda hesap yöntemleri anlatılan ihtimalli akım hesabı, Akhasan Barajı'nın %90 ihtimalli akımı için ayrıntılı olarak aşağıda izah edilmiştir.

Akhasan Barajı'nın su temin değerleri D13A022 Akhasan AGİ'nin gözlenmiş akım verileri kullanılarak drenaj alan yöntemi ile baraj aks yerine taşınmıştır (Bkz. Çizelge 6.25, Çizelge 6.26). Akhasan Barajı'nın 49 yıllık su temin değerleri Çizelge 6.27'de verilmiştir.

Akhasan Barajı'nın aylık ve yıllık akım verileri ile çizilen akım süreklilik eğrisi kullanılarak, aylık ve yıllık toplam akımların 0,90'lık akımı hesaplanmıştır. Yıllık akımlarla çizilen ASE Şekil 6.43'de, ekim ayı için çizilen ASE Şekil 6.44'de verilmiştir. Şekil 6.43'den yıllık toplam akımların 0,90 lık akımı 3,391, Şekil 6.44'den ekim ayının 0,90 lık akımı 0,036 olarak okunmuştur. Her ay için çizilen akım süreklilik eğrilerinden okunan 0,90'lık akım değerleri Çizelge 6.28'de verilmiştir.

Daha sonra, yıllık 0,90'lık akımı (3,391) her yıl için, yıllık toplam akıma bölerek $V_{0,90}/V_{\text{yıllık toplam}}$ oranları bulunmuştur. Bu oranlarla yıllık 0,90'lık akım (3,391)

çarpılarak her yılın 0,90'lık akımı bulunmuş ve aylık 0,90 lık akımların her yıldaki 0,90'lık akıma oranları hesaplanmıştır (Çizelge 6.29). $V_{\text{yıllık } 0,90}/V_{\text{yıllık toplam}}$ boyutsuz olarak çizilen ASE Şekil 6.45'de verilmiştir. En son olarak, bu oranlarla yıllık 0,90'lık akım çarpılarak (3,391), aylık toplam 0,90'lık akım değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 6.30).

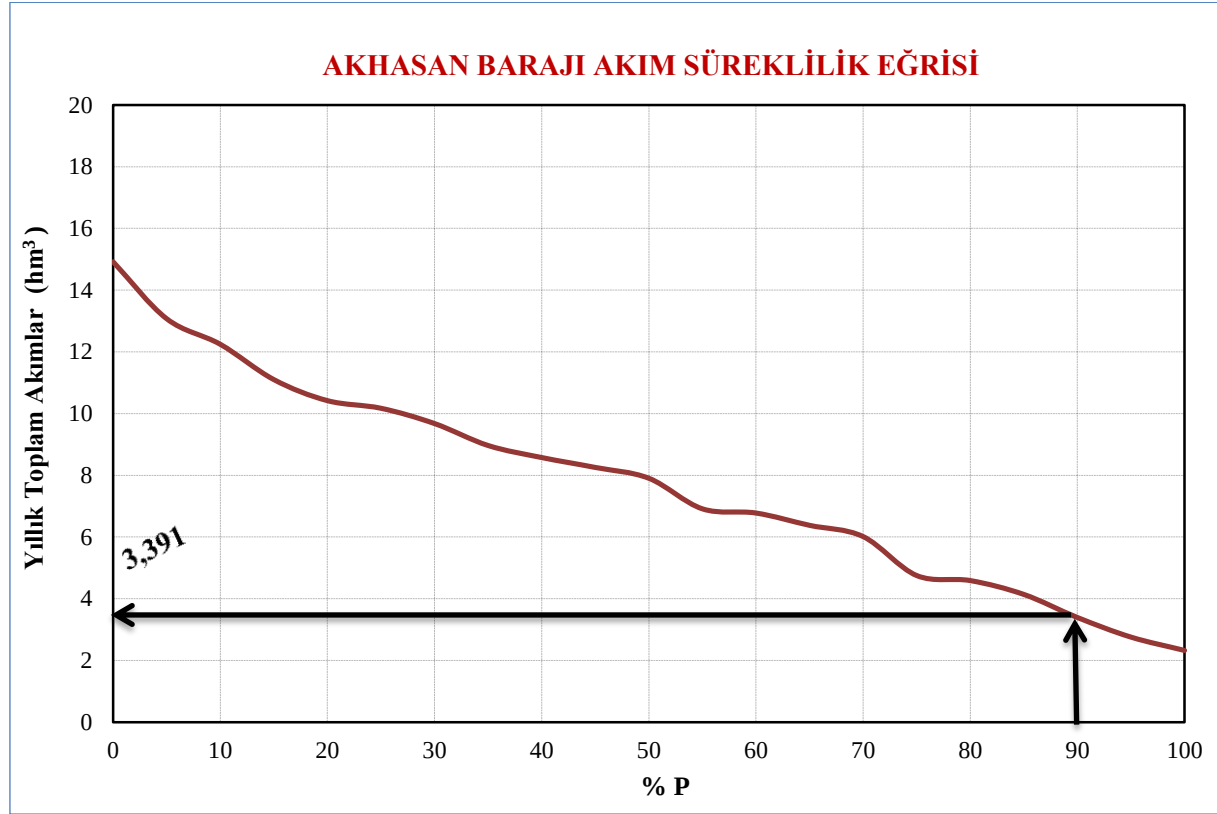
Tez kapsamında çalışılan barajların tasarımında kullanılan gözlenmiş ve değişik ihtimalli akımlar Çizelge 6.31'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 6.27. Akhasan Barajı gözlenmiş su temin değerleri

Yağış Alanı: 59,61 km ² Birim: hm ³														
Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1969	0,068	0,058	0,084	0,485	0,671	2,205	2,587	3,171	0,453	0,171	0,107	0,111	10,171
2	1970	0,115	0,092	0,310	0,849	2,579	3,452	2,844	1,021	0,401	0,381	0,079	0,087	12,211
3	1971	0,012	0,051	0,089	0,454	0,295	1,543	1,909	2,751	1,660	0,535	0,276	0,390	9,963
4	1972	0,292	0,199	0,450	0,344	0,323	0,974	1,247	1,021	0,849	0,456	0,306	0,348	6,810
5	1973	1,246	0,548	0,236	0,196	1,088	1,428	1,943	0,678	0,218	0,135	0,097	0,089	7,903
6	1974	0,059	0,026	0,065	0,050	0,100	0,741	0,484	0,974	0,395	0,048	0,063	0,044	3,050
7	1975	0,041	0,032	0,032	0,137	0,312	2,057	1,987	3,725	1,029	0,240	0,086	0,044	9,722
8	1976	0,030	0,036	0,149	0,161	0,146	1,410	2,634	1,239	0,651	0,175	0,039	0,030	6,702
9	1977	0,045	0,048	0,360	0,150	1,106	1,044	0,997	0,585	0,198	0,027	0,017	0,016	4,595
10	1978	0,019	0,018	0,018	0,058	1,831	1,699	2,712	1,496	0,397	0,068	0,027	0,026	8,369
11	1979	0,033	0,034	0,348	2,119	2,790	1,332	1,200	1,052	1,029	0,262	0,070	0,034	10,302
12	1980	0,049	0,065	0,141	0,454	0,548	2,509	3,584	2,992	0,673	0,027	0,095	0,049	11,187
13	1981	0,126	0,118	0,543	1,270	1,683	7,153	2,306	0,958	0,295	0,274	0,096	0,095	14,917
14	1982	0,108	0,104	1,535	1,052	0,595	0,935	2,260	1,371	1,029	0,288	0,211	0,118	9,605
15	1983	0,146	0,117	0,117	0,117	0,139	0,834	2,868	1,418	2,236	0,563	0,180	0,150	8,885
16	1984	0,154	0,469	1,068	0,742	0,958	2,392	4,527	2,314	0,577	0,204	0,146	0,111	13,664
17	1985	0,101	0,092	0,064	0,178	0,302	0,750	1,332	0,328	0,155	0,065	0,057	0,051	3,476
18	1986	0,065	0,066	0,089	0,661	0,951	1,239	0,463	0,440	0,497	0,084	0,057	0,079	4,692
19	1987	0,076	0,068	0,058	0,427	1,239	1,177	2,977	2,042	0,554	0,145	0,089	0,067	8,917
20	1988	0,098	0,103	0,219	0,155	0,216	1,044	2,486	0,795	0,709	0,305	0,117	0,106	6,353
21	1989	0,124	0,233	0,391	0,228	0,274	1,660	0,524	0,229	0,302	0,087	0,059	0,061	4,173
22	1990	0,125	0,515	1,083	0,779	0,588	1,964	2,229	1,177	0,270	0,224	0,106	0,093	9,152
23	1991	0,115	0,135	0,211	0,111	0,204	0,935	0,704	0,434	0,663	0,411	0,102	0,103	4,129
24	1992	0,097	0,101	0,204	0,305	0,243	2,306	3,935	0,881	1,138	0,779	0,195	0,095	10,279
25	1993	0,156	0,129	0,144	0,150	0,302	1,644	2,088	1,855	0,904	0,159	0,104	0,093	7,727
26	1994	0,090	0,115	0,241	0,183	0,185	0,647	0,630	0,292	0,090	0,070	0,072	0,075	2,690
27	1995	0,085	0,124	0,263	0,975	0,641	1,741	2,407	1,088	0,332	0,167	0,096	0,092	8,013
28	1996	0,182	0,358	0,525	0,927	1,418	2,283	2,977	1,122	0,658	0,182	0,062	0,061	10,754
29	1997	0,121	0,162	0,160	0,287	0,350	0,365	2,797	1,629	0,418	0,154	0,197	0,129	6,767
30	1998	0,192	0,295	1,021	0,441	0,982	1,029	2,875	2,883	1,621	0,492	0,137	0,136	12,104
31	1999	0,183	0,246	0,351	0,224	0,943	2,158	2,213	0,769	0,525	0,212	0,139	0,214	8,177
32	2000	0,208	0,210	0,343	0,488	0,441	2,197	5,034	2,049	1,496	0,337	0,143	0,154	13,099
33	2001	0,144	0,127	0,121	0,121	0,076	0,182	0,276	1,332	0,227	0,072	0,061	0,058	2,797
34	2002	0,074	0,088	2,860	1,177	0,795	1,590	4,060	1,278	0,503	0,310	0,166	0,132	13,032
35	2003	0,154	0,150	0,111	0,158	0,397	0,348	2,268	0,666	0,248	0,111	0,068	0,070	4,750
36	2004	0,070	0,058	0,100	0,306	0,758	2,268	1,356	0,888	0,329	0,125	0,072	0,054	6,383
37	2005	0,082	0,083	0,055	0,048	0,157	1,488	2,906	1,847	1,293	0,454	0,119	0,089	8,623
38	2006	0,099	0,127	0,132	0,138	0,240	1,278	0,951	0,408	0,178	0,085	0,020	0,026	3,682
39	2007	0,055	0,111	0,092	0,115	0,120	0,556	0,485	0,532	0,198	0,037	0,008	0,012	2,323
40	2008	0,022	0,068	0,048	0,048	0,045	1,060	0,772	0,387	0,198	0,054	0,012	0,012	2,727
41	2009	0,037	0,047	0,048	0,100	1,410	1,839	2,922	1,364	0,336	0,159	0,073	0,047	8,381
42	2010	0,048	0,047	0,127	0,314	2,314	1,893	0,818	0,123	0,395	0,139	0,065	0,038	6,323
43	2011	0,051	0,016	0,189	0,041	0,010	0,185	2,478	1,138	1,855	0,842	0,053	0,092	6,950
44	2012	0,166	0,126	0,243	0,440	0,350	1,708	6,218	0,845	0,224	0,097	0,095	0,080	10,592
45	2013	0,118	0,152	0,212	0,390	0,534	1,362	2,046	0,515	0,187	0,106	0,091	0,094	5,807
46	2014	0,160	0,136	0,134	0,151	0,194	0,476	0,434	1,136	2,003	0,141	0,114	0,374	5,453
47	2015	0,694	0,376	0,985	1,095	1,905	2,006	2,192	0,911	1,776	0,225	0,105	0,114	12,381
48	2016	0,132	0,126	0,152	0,770	2,225	1,152	0,779	1,018	0,221	0,098	0,092	0,089	6,855
49	2017	0,096	0,098	0,105	0,129	0,322	0,971	0,745	0,489	1,302	0,117	0,103	0,097	4,574
Ortalama		0,138	0,141	0,339	0,422	0,741	1,535	2,112	1,217	0,692	0,222	0,101	0,099	7,759

Çizelge 6.28. Akhasan Barajı gözlenmiş su temin değerleri

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
AYLIK $V_{0,90}$	0,036	0,035	0,058	0,091	0,136	0,540	0,516	0,404	0,198	0,063	0,037	0,030



Şekil 6.43. Yıllık akımlarla ASE



Şekil 6.44. Ekim ayı akımlarıyla ASE

Cizelge 6.29. Akhasan Barajı 0,90'lık akım hesabı

V_{2y(0,90)}/V_{yıl(0,90)}

Yağış Alanı: 56,28 km² Birim: hm³

Sıra No	Yıllar	A Y L A R											Yıllık	
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Toplam (0,90)
1	1969	0,032	0,031	0,051	0,081	0,120	0,478	0,457	0,357	0,175	0,056	0,032	0,026	1,130
2	1970	0,038	0,038	0,061	0,097	0,144	0,574	0,549	0,429	0,210	0,067	0,039	0,031	0,942
3	1971	0,031	0,031	0,050	0,079	0,117	0,468	0,448	0,350	0,172	0,055	0,032	0,026	1,154
4	1972	0,021	0,021	0,034	0,054	0,080	0,320	0,306	0,239	0,117	0,037	0,022	0,018	1,688
5	1973	0,025	0,024	0,040	0,063	0,093	0,371	0,355	0,278	0,136	0,043	0,025	0,020	1,455
6	1974	0,010	0,009	0,015	0,024	0,036	0,143	0,137	0,107	0,052	0,017	0,010	0,008	3,770
7	1975	0,030	0,030	0,049	0,077	0,115	0,457	0,437	0,342	0,167	0,053	0,031	0,025	1,183
8	1976	0,021	0,021	0,034	0,053	0,079	0,315	0,301	0,236	0,115	0,037	0,021	0,017	1,716
9	1977	0,014	0,014	0,023	0,036	0,054	0,216	0,206	0,161	0,079	0,025	0,015	0,012	2,502
10	1978	0,026	0,026	0,042	0,066	0,099	0,393	0,376	0,294	0,144	0,046	0,027	0,022	1,374
11	1979	0,032	0,032	0,052	0,082	0,121	0,484	0,463	0,362	0,177	0,057	0,033	0,027	1,116
12	1980	0,035	0,034	0,056	0,089	0,132	0,526	0,503	0,393	0,193	0,061	0,036	0,029	1,028
13	1981	0,047	0,046	0,075	0,118	0,176	0,701	0,670	0,524	0,257	0,082	0,048	0,038	0,771
14	1982	0,030	0,030	0,048	0,076	0,113	0,451	0,431	0,338	0,165	0,053	0,031	0,025	1,197
15	1983	0,028	0,027	0,045	0,071	0,105	0,417	0,399	0,312	0,153	0,049	0,028	0,023	1,294
16	1984	0,043	0,042	0,069	0,109	0,161	0,642	0,614	0,480	0,235	0,075	0,044	0,035	0,841
17	1985	0,011	0,011	0,017	0,028	0,041	0,163	0,156	0,122	0,060	0,019	0,011	0,009	3,308
18	1986	0,015	0,014	0,024	0,037	0,055	0,220	0,211	0,165	0,081	0,026	0,015	0,012	2,451
19	1987	0,028	0,027	0,045	0,071	0,105	0,419	0,401	0,313	0,154	0,049	0,028	0,023	1,289
20	1988	0,020	0,020	0,032	0,050	0,075	0,299	0,285	0,223	0,109	0,035	0,020	0,016	1,810
21	1989	0,013	0,013	0,021	0,033	0,049	0,196	0,187	0,147	0,072	0,023	0,013	0,011	2,755
22	1990	0,029	0,028	0,046	0,073	0,108	0,430	0,411	0,322	0,158	0,050	0,029	0,024	1,256
23	1991	0,013	0,013	0,021	0,033	0,049	0,194	0,185	0,145	0,071	0,023	0,013	0,011	2,785
24	1992	0,032	0,032	0,052	0,082	0,121	0,483	0,462	0,361	0,177	0,056	0,033	0,026	1,119
25	1993	0,024	0,024	0,039	0,061	0,091	0,363	0,347	0,272	0,133	0,042	0,025	0,020	1,488
26	1994	0,008	0,008	0,014	0,021	0,032	0,126	0,121	0,095	0,046	0,015	0,009	0,007	4,274
27	1995	0,025	0,025	0,040	0,064	0,094	0,376	0,360	0,282	0,138	0,044	0,026	0,021	1,435
28	1996	0,034	0,033	0,054	0,085	0,127	0,505	0,483	0,378	0,185	0,059	0,034	0,028	1,069
29	1997	0,021	0,021	0,034	0,054	0,080	0,318	0,304	0,238	0,116	0,037	0,022	0,017	1,699
30	1998	0,038	0,037	0,061	0,096	0,143	0,569	0,544	0,425	0,208	0,066	0,039	0,031	0,950
31	1999	0,025	0,025	0,041	0,065	0,096	0,384	0,367	0,287	0,141	0,045	0,026	0,021	1,406
32	2000	0,041	0,040	0,066	0,104	0,154	0,616	0,588	0,460	0,225	0,072	0,042	0,034	0,878
33	2001	0,009	0,009	0,014	0,022	0,033	0,131	0,126	0,098	0,048	0,015	0,009	0,007	4,110
34	2002	0,041	0,040	0,066	0,104	0,154	0,612	0,585	0,458	0,224	0,072	0,042	0,034	0,882
35	2003	0,015	0,015	0,024	0,038	0,056	0,223	0,213	0,167	0,082	0,026	0,015	0,012	2,421
36	2004	0,020	0,020	0,032	0,051	0,075	0,300	0,287	0,224	0,110	0,035	0,020	0,016	1,801
37	2005	0,027	0,027	0,043	0,068	0,102	0,405	0,387	0,303	0,148	0,047	0,027	0,022	1,333
38	2006	0,011	0,011	0,019	0,029	0,043	0,173	0,165	0,129	0,063	0,020	0,012	0,009	3,123
39	2007	0,007	0,007	0,012	0,018	0,027	0,109	0,104	0,082	0,040	0,013	0,007	0,006	4,950
40	2008	0,009	0,008	0,014	0,022	0,032	0,128	0,123	0,096	0,047	0,015	0,009	0,007	4,216
41	2009	0,026	0,026	0,042	0,067	0,099	0,394	0,376	0,295	0,144	0,046	0,027	0,022	1,372
42	2010	0,020	0,019	0,032	0,050	0,075	0,297	0,284	0,222	0,109	0,035	0,020	0,016	1,819
43	2011	0,022	0,021	0,035	0,055	0,082	0,327	0,312	0,244	0,120	0,038	0,022	0,018	1,654
44	2012	0,033	0,033	0,053	0,084	0,125	0,498	0,476	0,372	0,182	0,058	0,034	0,027	1,085
45	2013	0,018	0,018	0,029	0,046	0,068	0,273	0,261	0,204	0,100	0,032	0,018	0,015	1,980
46	2014	0,017	0,017	0,027	0,043	0,064	0,256	0,245	0,192	0,094	0,030	0,017	0,014	2,109
47	2015	0,039	0,038	0,062	0,098	0,146	0,582	0,556	0,435	0,213	0,068	0,039	0,032	0,929
48	2016	0,021	0,021	0,034	0,054	0,081	0,322	0,308	0,241	0,118	0,038	0,022	0,018	1,677
49	2017	0,014	0,014	0,023	0,036	0,054	0,215	0,205	0,161	0,079	0,025	0,015	0,012	2,514

AYLIK

V_{0,90}

0,0358

0,0354

0,0578

0,0913

0,1356

0,5402

0,5165

0,4041

0,1979

0,0631

0,0366

0,0296

YILLIK 0,90 İHTİMALİ AKIM

3,391

V_{0,90}/V_{yıl}

0,333

0,278

0,340

0,498

0,429

1,112

0,349

0,506

0,738

0,405

0,329

0,303

0,227

0,353

0,382

0,248

0,975

0,723

0,380

0,534

0,813

0,371

0,821

0,330

0,439

1,260

0,423

0,315

0,501

0,280

0,415

0,259

1,212

0,260

0,714

0,531

0,393

0,921

1,460

1,243

0,405

0,536

0,488

0,320

0,584

0,622

0,274

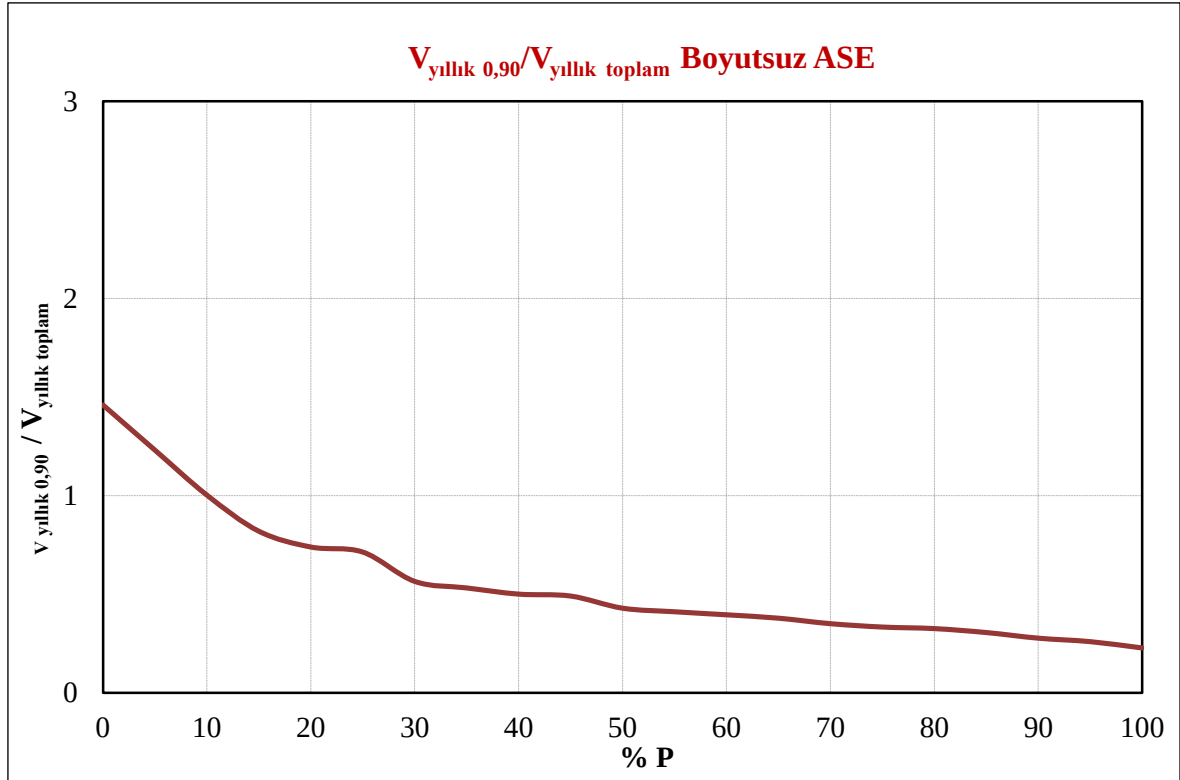
0,495

0,741

3,391/10,171= 0,333 ★

3,391x0,333= 1,130 ★

$$0,0296/1,130 = 0,026$$
 ★



Şekil 6.45. $V_{\text{y\u0131ll\u0131k } 0,90} / V_{\text{y\u0131ll\u0131k toplam}}$ Boyutsuz ASE

Çizelge 6.30. Akhasan Barajı toplam 0,90'lık akım değerleri

		Yağış Alanı: 59,61 km ² Birim: hm ³												
Sıra No	Yıllar	A Y L A R												Yıllık Toplam (0,90)
		Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mays	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	
1	1969	0,108	0,106	0,173	0,274	0,407	1,621	1,549	1,212	0,594	0,189	0,110	0,089	6,431
2	1970	0,129	0,127	0,208	0,329	0,488	1,946	1,860	1,455	0,713	0,227	0,132	0,107	7,721
3	1971	0,105	0,104	0,170	0,268	0,398	1,587	1,517	1,187	0,582	0,185	0,108	0,087	6,300
4	1972	0,072	0,071	0,116	0,183	0,272	1,085	1,037	0,812	0,397	0,127	0,074	0,059	4,306
5	1973	0,084	0,082	0,135	0,213	0,316	1,259	1,204	0,942	0,461	0,147	0,085	0,069	4,997
6	1974	0,032	0,032	0,052	0,082	0,122	0,486	0,465	0,363	0,178	0,057	0,033	0,027	1,928
7	1975	0,103	0,101	0,166	0,262	0,389	1,549	1,481	1,159	0,567	0,181	0,105	0,085	6,147
8	1976	0,071	0,070	0,114	0,181	0,268	1,068	1,021	0,799	0,391	0,125	0,072	0,059	4,238
9	1977	0,049	0,048	0,078	0,124	0,184	0,732	0,700	0,548	0,268	0,086	0,050	0,040	2,905
10	1978	0,088	0,087	0,143	0,225	0,335	1,333	1,275	0,997	0,488	0,156	0,090	0,073	5,292
11	1979	0,109	0,107	0,176	0,277	0,412	1,641	1,569	1,228	0,601	0,192	0,111	0,090	6,514
12	1980	0,118	0,117	0,191	0,301	0,447	1,782	1,704	1,333	0,653	0,208	0,121	0,098	7,074
13	1981	0,158	0,156	0,254	0,402	0,596	2,377	2,272	1,778	0,871	0,278	0,161	0,130	9,432
14	1982	0,102	0,100	0,164	0,259	0,384	1,530	1,463	1,145	0,561	0,179	0,104	0,084	6,074
15	1983	0,094	0,093	0,152	0,239	0,355	1,416	1,353	1,059	0,519	0,165	0,096	0,078	5,618
16	1984	0,144	0,143	0,233	0,368	0,546	2,177	2,081	1,628	0,798	0,254	0,148	0,119	8,639
17	1985	0,037	0,036	0,059	0,094	0,139	0,554	0,529	0,414	0,203	0,065	0,038	0,030	2,198
18	1986	0,050	0,049	0,080	0,126	0,188	0,748	0,715	0,559	0,274	0,087	0,051	0,041	2,967
19	1987	0,094	0,093	0,152	0,240	0,357	1,421	1,358	1,063	0,520	0,166	0,096	0,078	5,638
20	1988	0,067	0,066	0,108	0,171	0,254	1,012	0,968	0,757	0,371	0,118	0,069	0,055	4,017
21	1989	0,044	0,044	0,071	0,112	0,167	0,665	0,636	0,497	0,244	0,078	0,045	0,036	2,638
22	1990	0,097	0,095	0,156	0,246	0,366	1,458	1,394	1,091	0,534	0,170	0,099	0,080	5,787
23	1991	0,044	0,043	0,070	0,111	0,165	0,658	0,629	0,492	0,241	0,077	0,045	0,036	2,611
24	1992	0,109	0,107	0,175	0,277	0,411	1,638	1,566	1,225	0,600	0,191	0,111	0,090	6,500
25	1993	0,082	0,081	0,132	0,208	0,309	1,231	1,177	0,921	0,451	0,144	0,083	0,067	4,886
26	1994	0,028	0,028	0,046	0,072	0,108	0,429	0,410	0,321	0,157	0,050	0,029	0,023	1,701
27	1995	0,085	0,084	0,137	0,216	0,320	1,277	1,220	0,955	0,468	0,149	0,087	0,070	5,066
28	1996	0,114	0,112	0,183	0,290	0,430	1,713	1,638	1,282	0,628	0,200	0,116	0,094	6,800
29	1997	0,072	0,071	0,115	0,182	0,271	1,078	1,031	0,807	0,395	0,126	0,073	0,059	4,279
30	1998	0,128	0,126	0,206	0,326	0,484	1,929	1,844	1,443	0,707	0,225	0,131	0,106	7,654
31	1999	0,086	0,085	0,139	0,220	0,327	1,303	1,245	0,975	0,477	0,152	0,088	0,071	5,170
32	2000	0,138	0,137	0,223	0,353	0,524	2,087	1,995	1,561	0,765	0,244	0,141	0,114	8,283
33	2001	0,030	0,029	0,048	0,075	0,112	0,446	0,426	0,333	0,163	0,052	0,030	0,024	1,769
34	2002	0,138	0,136	0,222	0,351	0,521	2,076	1,985	1,553	0,761	0,243	0,141	0,114	8,240
35	2003	0,050	0,050	0,081	0,128	0,190	0,757	0,723	0,566	0,277	0,088	0,051	0,041	3,003
36	2004	0,067	0,067	0,109	0,172	0,255	1,017	0,972	0,761	0,373	0,119	0,069	0,056	4,036
37	2005	0,091	0,090	0,147	0,232	0,345	1,374	1,313	1,028	0,503	0,161	0,093	0,075	5,452
38	2006	0,039	0,038	0,063	0,099	0,147	0,587	0,561	0,439	0,215	0,069	0,040	0,032	2,328
39	2007	0,025	0,024	0,040	0,063	0,093	0,370	0,354	0,277	0,136	0,043	0,025	0,020	1,469
40	2008	0,029	0,028	0,047	0,073	0,109	0,435	0,415	0,325	0,159	0,051	0,029	0,024	1,724
41	2009	0,089	0,087	0,143	0,226	0,335	1,335	1,277	0,999	0,489	0,156	0,091	0,073	5,299
42	2010	0,067	0,066	0,108	0,170	0,253	1,007	0,963	0,753	0,369	0,118	0,068	0,055	3,998
43	2011	0,073	0,073	0,119	0,187	0,278	1,107	1,059	0,828	0,406	0,129	0,075	0,061	4,394
44	2012	0,112	0,111	0,181	0,285	0,424	1,688	1,613	1,262	0,618	0,197	0,114	0,092	6,698
45	2013	0,061	0,061	0,099	0,156	0,232	0,925	0,884	0,692	0,339	0,108	0,063	0,051	3,672
46	2014	0,058	0,057	0,093	0,147	0,218	0,869	0,831	0,650	0,318	0,102	0,059	0,048	3,448
47	2015	0,131	0,129	0,211	0,333	0,495	1,973	1,886	1,475	0,723	0,230	0,134	0,108	7,828
48	2016	0,072	0,072	0,117	0,185	0,274	1,092	1,044	0,817	0,400	0,128	0,074	0,060	4,334
49	2017	0,048	0,048	0,078	0,123	0,183	0,729	0,697	0,545	0,267	0,085	0,049	0,040	2,892
Ortalama		0,082	0,081	0,132	0,209	0,310	1,236	1,182	0,925	0,453	0,144	0,084	0,068	4,906

$$3,391 \times 0,026 = 0,089 \quad \star$$

Çizelge 6.31. Baraj tasarımında kullanılan gözlenmiş ve ihtimalli akımlar

YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)						
No	Baraj Adı	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
1	AKHASAN BARAJI	7,76	6,38	5,5	5,3	4,91
2	AKTAŞ BARAJI	652,06	550,62	518,51	500,89	486,2
3	ANDIRAZ BARAJI	585,933	494,633	474,706	438,766	436,655
4	ARAÇ BARAJI	127,21	96,73	91,14	88,2	85,83
5	ÇAY BARAJI	331,5	311,848	277,72	270,41	253,91
6	ÇELE BARAJI	8,19	7,16	6,79	6,62	6,18
7	GÖLKÖY BARAJI	77,7	71,49	69,08	65,86	60,67
8	HACILAR BARAJI	16,39	12,16	11,41	10,88	9,26
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	455,31	419,93	384,12	381,32	356,3
10	TEKKE BARAJI	62,18	53,67	47,08	45,06	37,71

7. BARAJLARIN PLANLANMASI VE İŞLETİLMESİ

Tez çalışması kapsamında, Filyos alt havzasındaki on baraj için gözlenmiş ve ihtimalli akımlara göre baraj tasarımı yapılmıştır.

Baraj aks yerlerinde, eksik yılları tamamlanmış ilgili AGİ akım değerleri kullanılarak, gözlenmiş su temin değerleri hesaplandıktan sonra, akım süreklilik eğrileri çizilerek, baraj aks yerindeki gözlenmiş, %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için uzun yıllara dayalı akım serileri elde edilmiştir. Gözlenmiş akım değerleri ile ihtimalli akım değerleri için ayrı ayrı baraj işletme çalışması yapılarak baraj kret kotu, kret uzunluğu, gövde yüksekliği, depolama hacmi, barajın dolgu hacmi, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ve barajda depolanacak akımlarla sulanabilecek sulama alanı büyüklüğü ile sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydası (geliri) hesaplanmıştır.

7.1. Barajlar Hakkında Genel Bilgi

Tarih boyunca insanın suya olan gereksinmesi, onu suyun biriktirilmesine zorlamış, özellikle su kaynaklarının kıt olduğu yörelerde su biriktirme yapıları yapmak zorunda kalmıştır. Bu yapılardan en önemlisi barajlardır. Baraj, su biriktirmek amacı ile hazne oluşturmak üzere bir akarsu vadisini kapatarak akışı engelleyen yapıdır.

Barajlar tarım alanlarının sulanması, içme-kullanma ve sanayi suyu sağlanması, enerji üretimi ve taşkın zararlarından korunma amaçlarıyla yapılmakta olan, günümüz dünyasının vazgeçilmez mühendislik yapılarıdır.

Baraj gövdesi; akarsuyun dar, arkasında yeteri kadar su toplanabilecek hacim olan ve istenilen yükseklikte yapılabilecek bir yerde olmalıdır. Ayrıca, baraj aks yeri zemin, taşıma gücü ve geçirimsizlik yönünden iyi durumda olmalıdır.

Baraj projelerinin ekonomik olması için gövde inşaatında kullanılacak malzemenin baraj yeri ve yakınında bulunması gerekmektedir. Baraj gövde tipleri, hem civardaki malzemenin varlığı hem de baraj aks yerindeki jeolojik duruma bağlı olarak tespit edilmektedir. Baraj gövde tipleri olarak; Kil Çekirdekli Kaya Dolgu, Kil Çekirdekli Homojen Dolgu, Kil Çekirdekli Kum-Çakıl Dolgu, Silindirle Sıkıştırılmış Beton Dolgu

(SSB), Ön Yüzü Beton Kaplı Kaya Dolgu, Ön Yüzü Geomemran Kaplı Kaya Dolgu, Beton Kemer Barajlar sıralanabilir [17].

7.2. Baraj Tasarımında İzlenecek Yöntem

Baraj tasarımı için öncelikle, baraj aks yerinde havzanın büyüklüğünü belirlemek gereklidir. Baraj havzası, baraja gelecek akımların büyüklüğünü belirlemek, barajda toplanacak rüsubatı tespit etmek ve baraja gelecek taşkın hesaplarının yapılması açısından önemlidir.

İkinci olarak, barajın membasında birikecek hacmi hesaplayabilmek için kot-hacim-alan grafiği çizilmelidir. Daha sonra, barajın yapılış amacına bağlı olarak (sulama, içme suyu, enerji, taşkın, vb.) baraj işletme çalışması yapılmaktadır. İşletme çalışması yapabilmek için, ölü hacim, barajda regüle edilecek canlı hayat suyu miktarı, baraj göl alanından aylık buharlaşma miktarı, sulama amaçlı barajlar için aylık sulama suyu ihtiyacı miktarı ve baraj yeri su temin değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

İşletme çalışması sonucunda, barajın normal su seviyesi yani büyüklüğü ve sulama amaçlı barajlar için barajın aktif hacmi ile ne kadar tarım alanının sulanabileceği tespit edilmiş olur. Baraj tasarımının yapılması ile ilgili akış şeması Şekil 7.1’de verilmiştir.

7.2.1. Yağış alanının belirlenmesi

Bir barajın yağış alanı, en yüksek noktalardan geçen ve üzerine düşen yağış sularını baraj aks yerine akıtan topoğrafik yapıdır. Yağış alanının büyüklüğü, baraja gelecek akımı ve barajda birikecek sediment miktarını yani barajın ölü hacmini belirlemektedir.

7.2.2. Ölü hacim hesabı

Baraj ve göletlerin planlama ve projelendirme çalışmalarında, DSİ tarafından rezervuarın, 50 yıl olarak kabul edilen ekonomik ömrü boyunca, sediment ile tamamen dolması öngörülen kısmı, ölü hacim olarak ayrılmaktadır.

Baraj işletme ve tasarım çalışmalarında barajda birikecek sediment miktarının bilinmesi gerekmektedir. Sediment miktarı, EİE tarafından kurulmuş ve günümüzde DSİ tarafından

işletilen sediment gözlem istasyonları (SGİ) aracılığı ile ölçülmektedir. Bu istasyonların ölçümlerinden yararlanılarak havza bazında sediment verimi tespit edilmektedir. Ölü hacim miktarı, barajın ekonomik ömrü olan 50 yıl için;

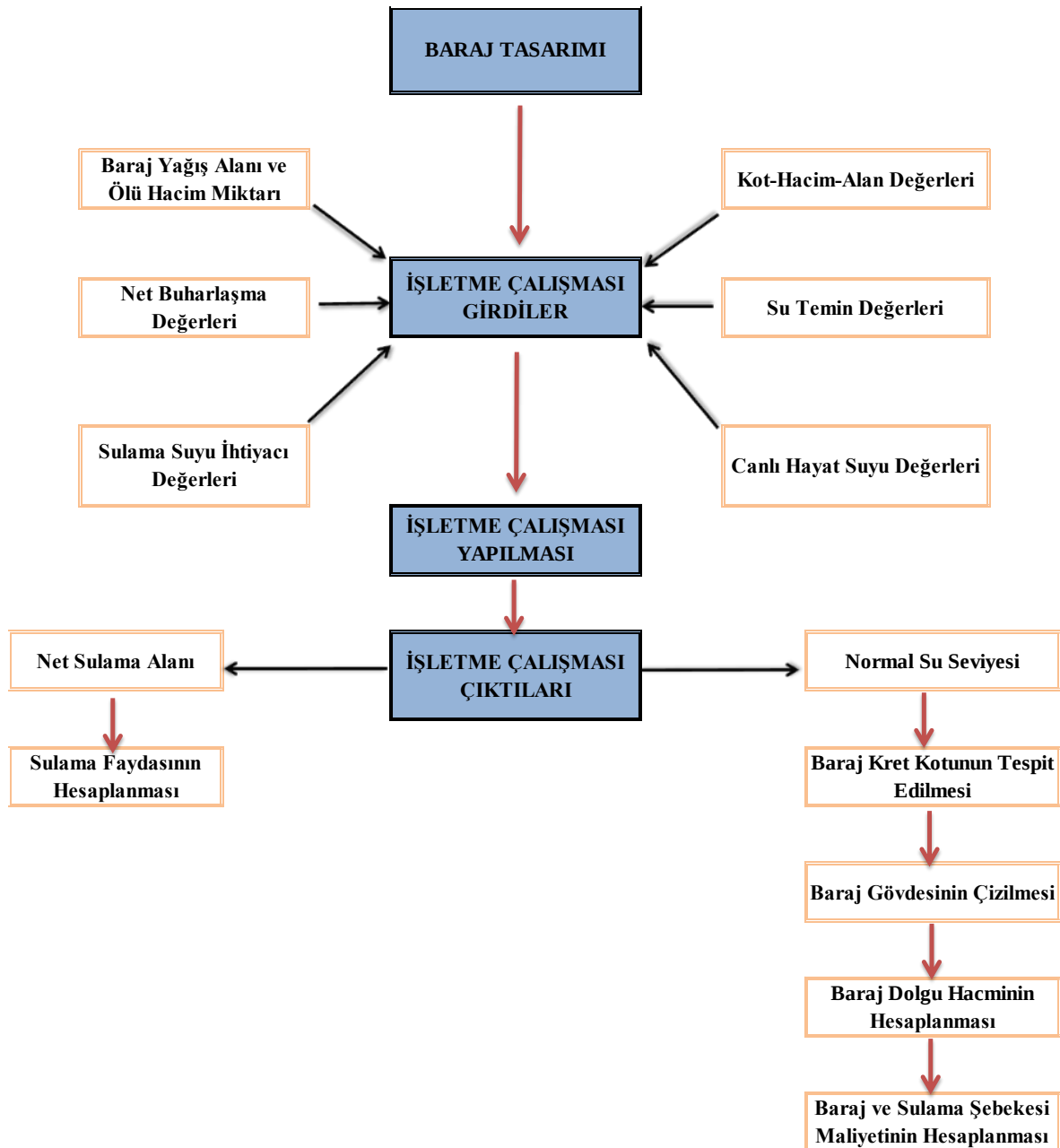
$$V_{ölü\ hacim} = A \times S \times Y \quad (7.1)$$

$A = \text{havza alanı (km}^2\text{)}$

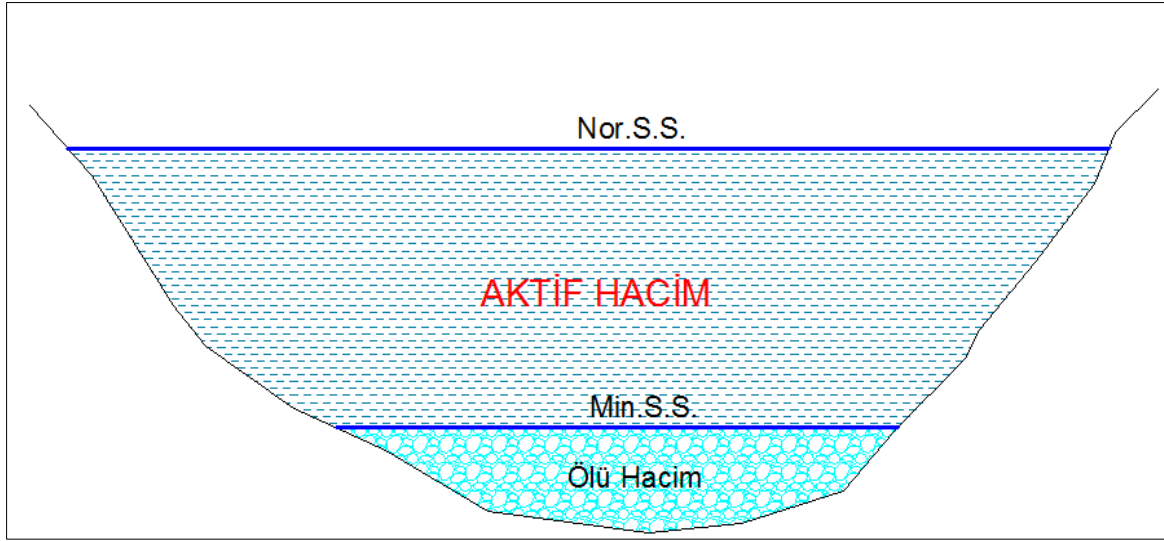
$S = \text{sediment verimi (m}^3\text{/km}^2\text{/ yıl)}$

$Y = \text{barajın ekonomik ömrü (yıl)}$

Eşitlik 7.1'den hesaplan ölü hacme karşılık gelen kot, kot-hacim-alan grafiğinden okunarak, barajın minimum işletme su kotu bulunmuş olur (Resim 7.1).



Şekil 7.1. Baraj tasarımı akış şeması



Resim 7.1. Barajın depolama hacmi

7.2.3. Baraj aks yerinde kot-hacim-alan grafiğinin oluşturulması

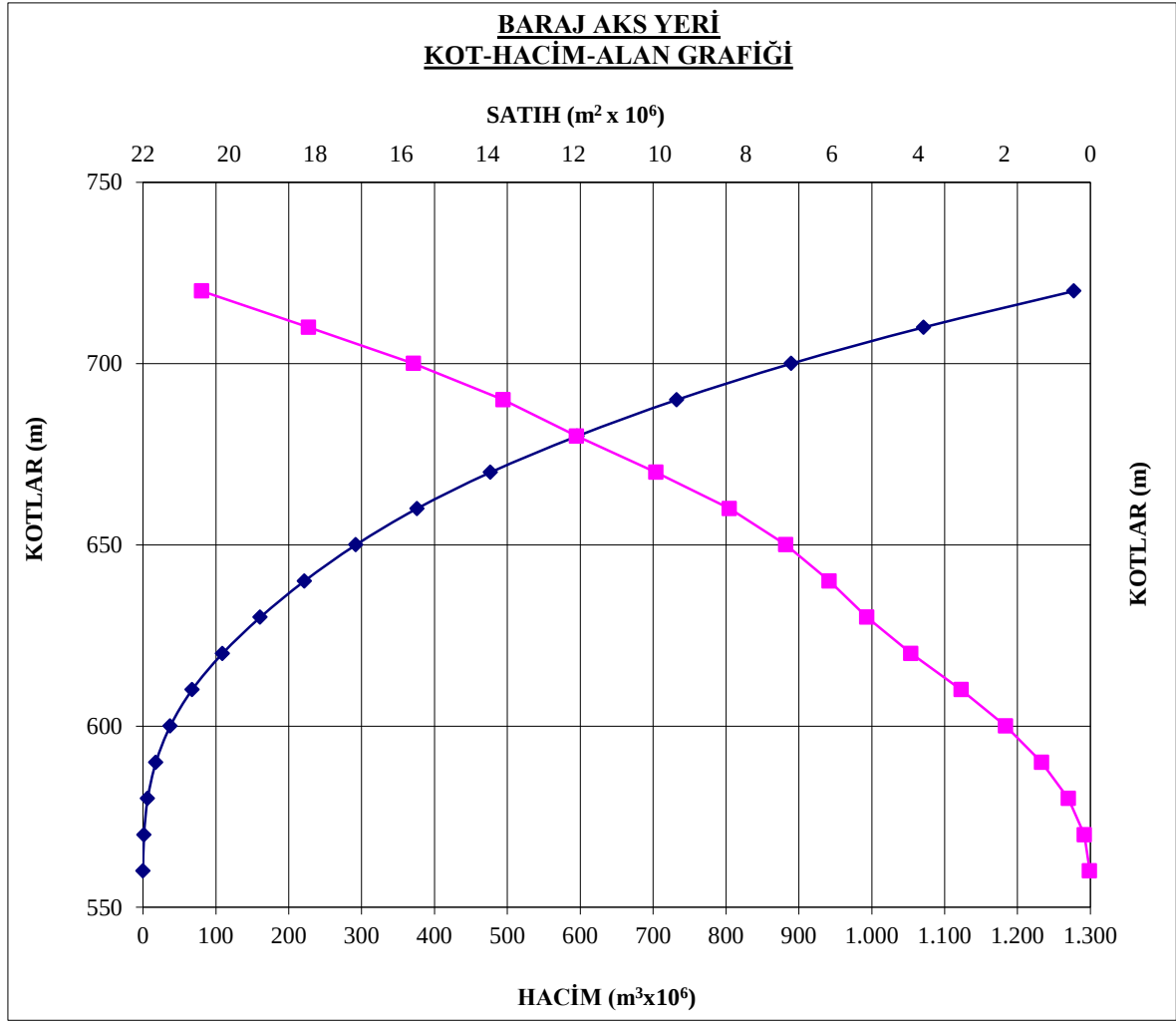
Kot-hacim-alan eğrileri, barajın talveg kotundan kret kotuna kadar olan mesafedeki baraj yüksekliğinin değişimi ile göl yüzey alanı ve hacminin değişimini gösteren grafiklerdir.

Kot-hacim-alan grafiği aşağıda tarif edildiği şekilde çizilmektedir (Çizelge 7.1).

- Baraj gövdesi harita üzerinde yerleştirildikten sonra, göl alanında dere yatağından itibaren her eş yükselti eğrisinin (münhani) kapladığı alan ölçülür ve her kot için ölçülen alan (3) nolu kolona yazılır. (2) nolu kolonda ardışık kotlar arasındaki fark alınır. (4) nolu kolonda ölçülen alanlar km^2 ye çevrilir.
- (5) nolu kolonda, ardışık alanların ortalaması alınır.
- Ortalama alanlar ara yüksekliklerle çarpılarak, ara hacimler bulunur ve (6) nolu kolona yazılır.
- Ara hacimler üst üste toplanarak, (7) nolu kolona yazılır ve hangi kotta ne kadar hacim olduğu bulunmuş olur.
- Bu değerler kullanılarak kot-hacim-alan grafiği çizilir (Şekil 7.2).

Çizelge 7.1. Kot-hacim-alan değerleri

Kot	Kot Farkı (m)	Alan (m^2)	Alan ($\text{m}^2 \times 10^6$)	Ortalama Alan ($\text{m}^2 \times 10^6$)	Hacim ($\text{m}^3 \times 10^6$)	Toplam Hacim ($\text{m}^3 \times 10^6$)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(2)x(5)	(7)



Şekil 7.2. Kot-hacim-alan grafiği

7.2.4. Buharlaşma

Baraj göllerinde su tutulmaya başladıktan sonra su yüzeyinden buharlaşma yoluyla su kaybı oluşmaktadır. Bu durum, barajla sulanacak alanın veya üretilecek enerjinin miktarını olumsuz etkiler. Bu nedenle baraj gölünde serbest su yüzeyinden oluşan buharlaşmanın bilinmesi gerekmektedir.

Baraj yakınında bulunan bir DMİ veya DSİ istasyonunda yapılan Class A Pan buharlaşma, sıcaklık ve yağış ölçümleri kullanılarak, baraj gölü normal su seviyesindeki aylık buharlaşma değerleri bulunabilmektedir. Daha sonra, barajın rezervuarından net buharlaşma hesabı yapılabilmesi için, meteoroloji istasyonunun ortalama aylık toplam buharlaşma değerleri ile aylık ortalama sıcaklık değerleri arasında korelasyon hesaplanması ve regresyon denklemi kurulması gerekmektedir.

$$B_{DMI} = a + b \times T_{DMI} + c \times (T_{DMI})^2 \quad (7.2)$$

Burada;

B_{DMI} = Buharlaşma ölçümleri bulunan DMI

T_{DMI} = Sıcaklık ölçümleri bulunan DMI

a, b, c= Lineer regresyon denklemindeki katsayılar

Son olarak, baraj aks yerine en yakın olan meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık değeri, barajın Normal Su Seviyesi kotuna ve enlemine taşınarak baraj yeri sıcaklıkları hesaplanır ve bu sıcaklık değeri gere regresyon denkleminde buharlaşmalar bulunarak, tava katsayısı ile çarpılıp, baraj aks yerini temsil eden meteoroloji istasyonunun ortalama aylık toplam yağış değeri gere çıkarılmasıyla baraj rezervuardan net buharlaşma değeri hesaplanır. Yıllık toplam net buharlaşma değeri gere birimi mm'dir.

7.2.5. Su temin değeri

Su temini; bir akarsuyun herhangi bir kesitinde yapılması planlanan barajın ne kadar su depolayacağını yani aktif hacmini, yapının boyutlarını (yüksekliği, genişliği), yapının gövde tipini (dolgu baraj, beton baraj, vs), kaç hektar tarım alanında sulama yapılabileceğini ve böylece ne kadar fayda elde edilebileceğini, özet olarak yapının tasarımı gere etkileyen en önemli unsurdur. Resim 7.2'de bir baraj aks yerinde su temin değeri gere biriken hacim görülmektedir.



Resim 7.2. Samsun, İstavloz Çayı üzerindeki Vezirköprü Dolgu Barajı

Su temin değerlerinin yanlış hesaplanması veya seçilmesi barajın gereğinden büyük veya küçük yapılmasına neden olmaktadır. Su temin değerlerinin olduğundan daha az alınması durumunda, baraj olması gerekenden daha küçük olacak, daha az su depolayacak, dolayısıyla amacına bağlı olarak içme suyuna ve tarım alanların sulanmasına daha az su ayrılacak veya enerji üretimi azalacaktır.

Barajın olması gerekenden daha küçük yapılması durumunda, gelen akımlar depolanmadan baraj dolusavağından atılacaktır. Böyle barajlarda dolusavak sürekli olarak çalışarak, zaten kısıtlı olan tatlı su kaynaklarımız denizlere karışacaktır. Su temin değerlerinin olduğundan daha fazla alınması durumunda, baraj olması gerekenden daha büyük olacak ve dolmayacaktır. Ayrıca, gereğinden daha büyük bir sahaya borulu sulama şebekesi döşenecek ve sahanın mansap kısmındaki borulara su gelmeyecektir. Dolayısıyla, baraj ve sulama şebekesi maliyeti gereksiz şekilde artmış olacak ve milli gelir zayi olacaktır.

Baraj aks yeri su temin değerleri

Su temini, bir akarsuyun herhangi bir kesitinden geçen suyun miktarını, aylık toplam olarak hm^3 cinsinden gösteren değerlerdir. Bu kesit yeri; bir baraj, gölet veya regülatör aks yeri olabilmektedir.

Akarsular üzerinde akım ölçüleri için DSI ve EİE (Mülga) tarafından kurulmuş AGİ'ler bulunmaktadır. Klasik bir AGİ'nin görünümü Resim 7.3 ve Resim 7.4'deki gibidir.

AGİ'nin bulunduğu yer baraj veya gölet aks yerinden uzaktaysa, hem AGİ'nin hem de baraj aks yerinin yağış havzaları ölçülür. Barajın yağış havzası, AGİ'nin yağış havzasına bölünür, çıkan sonuç AGİ'nin akım değerleri çarpılarak, baraj aks yerinin akım değerleri bulunmuş olur. Kullanılacak AGİ'de düzenli olarak akım ölçümleri yapılmamışsa, barajın üzerinde bulunduğu akarsuya komşu bir akarsu üzerinde düzenli olarak akım ölçümleri bulunan bir AGİ'nin akım ölçümleri kullanılarak ve korelasyon hesabı yapılarak, ölçümleri eksik olan AGİ'nin eksik olan yıllarına ait akım değerleri tamamlanabilir.

Ayrıca, AGİ istasyonlarının olmadığı akarsularda münferit ölçümlerle su temin değerleri oluşturulabilir. Mütefferik denilen bu ölçümler, düzenli olmayan ve ayda bir-iki kere akarsu yatağında muline denilen bir aletle yapılmakta olup, baraj tasarımının bu ölçümlere

dayalı olarak tasarlanması sağlıklı değildir. Çünkü, mühendislik yapılarının boyutlandırılmasına esas teşkil eden gözlem değerleri ne kadar uzun süreli olursa projenin o derece sağlıklı planlanması mümkün olacaktır. Bu bakımdan, çoğu zaman eski yıllarda yapılan planlama çalışmaları yetersiz hidrolojik verilerle yapıldığı için yeni hidrolojik verilere göre gözden geçirilerek revize edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Filyos Havzasında tez çalışması kapsamında çalışılan barajların su temin değerleri Bölüm 6.3’de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.



Resim 7.3. Akarsu kesitinde akım ölçümü yapılması (Karagöz Deresi, Kayseri)



Resim 7.4. Hançer Çayı üzerinde bulunan bir AGİ

7.2.6. Sulama suyu ihtiyacı

Bir sulama projesi alanında, proje gerçekleştiği zaman tarım alanlarında neler yetiştirilir konusu tarımsal ekonomistlerce araştırılır ve projeli koşullarda proje alanında olabilecek bitki deseni belirlenir. Bu bitki desenine göre proje alanında 1 hektara ne kadar su verilmesi gerektiği hesaplanır. 1 hektara verilmesi gereken su miktarı ‘bitki su ihtiyacı’ olarak tarif edilir. Birimi $m^3/ha/ay$ dır. Bitki su ihtiyacına iletim hatlarında ve tarlada oluşan kayıplar da ilave edilerek sulama suyu ihtiyacı değerleri bulunur.

7.2.7. Canlı hayat suyu

Ekolojik sistemde, doğal floranın devamı için canlı hayat suyu da hesaplanması gerekmektedir. Doğal hayatın devamı için bırakılması gereken canlı hayat suyu miktarı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilmekte olup DSİ, Etüt, Plan ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı tarafından aşağıda belirtildiği şekilde bir hesap yapılmaktadır. Canlı hayat suyu hesabı, düşük ve yüksek akım tespitine göre hesaplanmaktadır. Öncelikle, baraj havzasından gelen ortalama aylık toplam akımların aylık ortalama debileri hesaplanır. Daha sonra, aylık ortalama debiler içinden yıllık ortalama debiden düşük ve yüksek olan aylar tespit edilir. Düşük ayların ve yüksek olan ayların ortalaması ayrı ayrı bulunur ve bu değerlerin % 10’u minimum canlı hayat suyu hesabında kullanılır.

Düşük akış dönemindeki aylar için, eğer aylık ortalama debinin %10’u, düşük ayların ortalama debisinin %10’undan küçük ise düşük ayların ortalama debisinin %10’u, büyükse aylık ortalama debinin %10’u canlı hayat suyu olarak alınır.

Yüksek akış dönemindeki aylar için, eğer aylık ortalama debinin %10’u, yüksek ayların ortalama debisinin %10’undan küçük ise yüksek ayların ortalama debisinin %10’u, büyükse aylık ortalama debinin %10’u canlı hayat suyu olarak alınır.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğüne yazdığı 18.06.2018 tarih ve 140287 sayılı yazısında, canlı hayat suyu miktarının yıllık toplam su potansiyelinin % 10 nundan az olmaması gerektiği belirtilmektedir. Canlı hayat suyu ile ilgili hesaplar Bölüm 7.3.4’de detaylıca verilmiştir.

7.2.8. Baraj işletme çalışması

İşletme çalışması; bir baraj gölündeki işletme seviyesinde (normal su seviyesi) depolanacak su ile sulanabilecek tarım arazilerinin büyüklüğünü veya temin edilecek içme suyu miktarını ya da üretilebilecek enerji miktarını bulmak için yapılan bir çalışmadır. Uzun zaman gerektirdiği için işletme programları aracılığıyla yapılmaktadır. İşletme çalışmasının prensibi aşağıdaki eşitlikte özetlenmiştir.

$$V_{\text{aybaşı göl hacmi}} + V_{\text{giren su hacmi}} = V_{\text{buharlaşma}} + V_{\text{can suyu}} + V_{\text{gölden kullanılan su}} + V_{\text{savaklanan su}} + V_{\text{aysonu göl hacmi}}$$

İşletme çalışması için gerekli veriler

- Gelen akım (su temin tablosu)
- Sulama suyu ihtiyacı değerleri
- Net sulama alanı
- Kot-hacim-alan değerleri ve grafiği
- Net buharlaşma değerleri
- Ölü hacim miktarı

Sulama barajları için bir işletme çalışmasının nasıl yapıldığı özet olarak aşağıda tarif edilmiştir [18].

Baraj gölü için bir normal su seviyesi (NSS) seçilir ve buna karşılık gelen hacim bulunur ve işletme çalışmasına, baraj gölünün NSS’de olduğu kabul edilerek yani başlangıçta barajın tam dolu olduğu düşünülerek başlanır. Ölü hacim işletme çalışmasına girdi olarak verilmektedir.

İşletme çalışması başlangıcında, gelen akım (+), sulamaya, canlı hayat suyuna verilen ve buharlaşan su (-) alınarak, göl hacmi, gelen akım, kullanılan su ve buharlaşan su cebrik olarak toplanır ve ay sonu göl hacmi bulunur.

Bulunan bu hacim NSS hacminden büyükse fazla su dolusavaktan atılır.

Buharlaşan su, aylık göl hacmine bağlı olarak değişir. Aylık göl hacmine karşılık gelen göl alanı ile o aya ait buharlaşma değeri çarpılarak buharlaşan su miktarı bulunur.

Göl hacminin hiçbir durumda minimum hacmin altına düşmesine izin verilmez. Bu barajın kuruyacağı anlamına gelmektedir.

Göl hacminin sürekli olarak NSS’ye karşılık gelen hacimden büyük olmasına izin verilmez. Çünkü, bu dolusavağın sürekli su atması anlamına gelmektedir ve barajın gerektiğinden küçük yapıldığı anlamına gelmektedir.

Aybaşı göl hacmi (+), gelen akım (+), sulamaya kullanılan su (-), canlı hayat suyu için ayrılan miktar (-), buharlaşan su (-) alınır.

7.2.9. Net sulama alanı

Sulama amaçlı barajların işletme çalışmalarında veri olarak alınan sulama alanı, net sulama alanıdır. Haritadan ölçülen brüt sulama alanını net alana çevirmek gerekmektedir. Bu

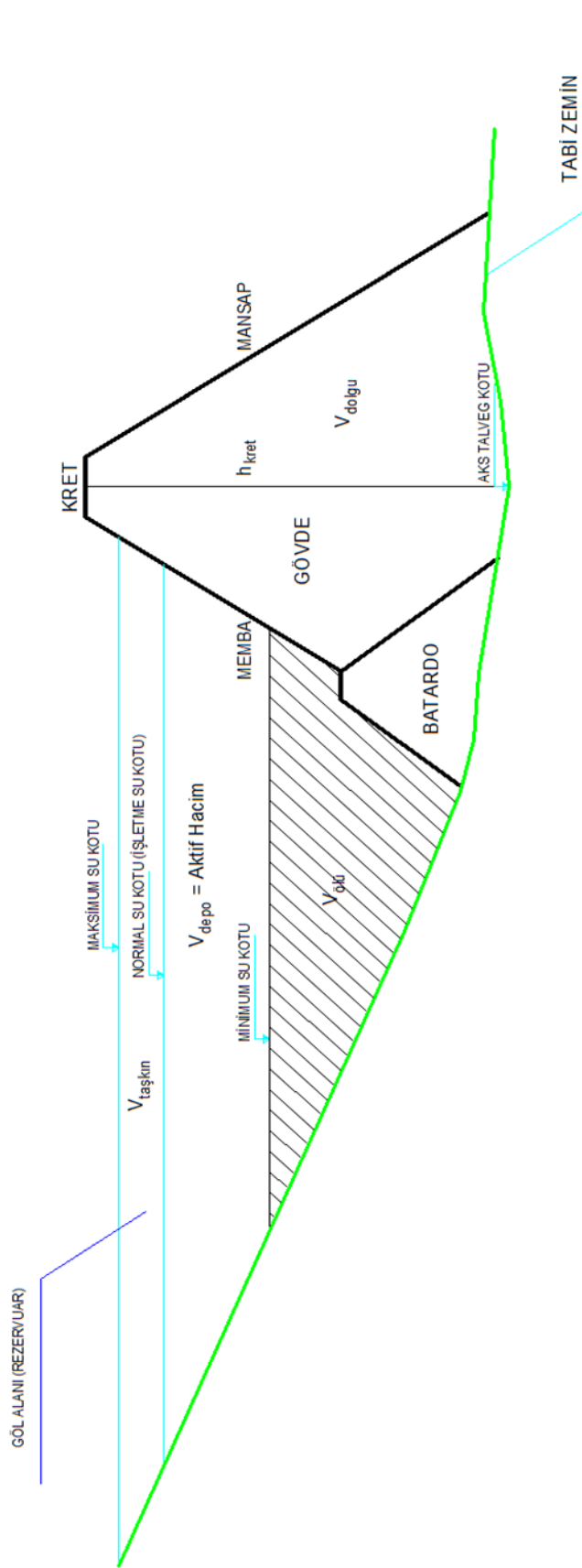
maksatla, net saha faktörü kullanılarak brüt sulama sahası net sulama alanına çevrilir. Sulama sahasındaki mezarlık, yol ve benzeri sahalar için net saha faktörü ile brüt sulama alanı azaltılır. Bu faktör, DSİ Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı'nın 18.12.2015 tarih ve 846421 sayılı yazısı doğrultusunda, borulu sulama şebekelerinde 0,90 olarak alınmaktadır.

7.2.10. Normal Su Seviyesi

Barajın işletme çalışması sonucunda, normal su seviyesi (NSS) tespit edilir. Normal su seviyesi ölü hacim ile aktif hacmin toplanması sonucunda belirlenmektedir. Normal su seviyesi, aynı zamanda barajın dolusavağının da eşik kotudur. Yani, barajdaki su seviyesi NSS'nin üzerine çıktığı zaman, dolusavak çalışmaya başlar ve su atar.

7.2.11. Baraj kret kotunun belirlenmesi

Baraja gelebilecek taşkın debisine bağlı olarak, normal su seviyesinin (NSS) üzerinde biriktirilebilecek taşkın su yüksekliği, taşkın öteleme hesabı ile tespit edilerek NSS'ye eklenmektedir. Normal su seviyesine taşkın su yüksekliğinin ilave edilmesi ile maksimum su seviyesi bulunmaktadır. Maksimum su seviyesine dalga + hava payının ilave edilmesi ile de baraj yüksekliği ve baraj kret kotu bulunmaktadır (Resim 7.5).



Resim 7.5. Baraj göl alanındaki su kotları ile baraj kret kotu

7.2.12. Baraj gövdesinin çizilmesi

Tez çalışması kapsamında çalışılan barajların tümü Kil Çekirdekli Kaya Dolgu gövde tipinde tasarlanmıştır. Barajın memba ve mansap şevleri 1D:2Y olarak alınmıştır.

Baraj gövdesinin çizimi için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM_Digital Elevation Model), ARCGIS programı ve Autocad Civil 3D yazılımından yararlanılmıştır.

Baraj gövdesinin çizilmesi ve baraj gövdesinin dolgu miktarının hesaplanması ile ilgili çalışmalar Bölüm 7.3.3’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

7.2.13. Baraj dolgu hacminin bulunması

Baraj gövdesinin dolgu hacmi miktarı için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM_Digital Elevation Model), ARCGIS programı ve Autocad Civil 3D yazılımından yararlanılmıştır.

7.3. Filyos Havzası’ndaki Mevcut ve Planlanan Barajlar

Batı Karadeniz Havzası’nda (13 nolu havza) bulunan Filyos alt havzası, Araç, Soğanlı, Yenice ve Devrek Çaylarının birleşerek oluşturduğu Filyos Çayı havzasıdır. Toplam yağış alanı 13 439,66 km² dir.

Batı Karadeniz Havzası Master Plan Raporu kapsamında, havzada DSİ tarafından planlanan ve mevcut baraj yerleri tespit edilmiştir.

Tez çalışması kapsamında barajlardan on tanesi için tasarım yapılmıştır. Bu barajlardan üç tanesi mevcut, diğerleri planlama aşamasındadır. Tez çalışmasına konu olan barajların isimleri aşağıda verilmiştir (Bkz. Resim 6.4).

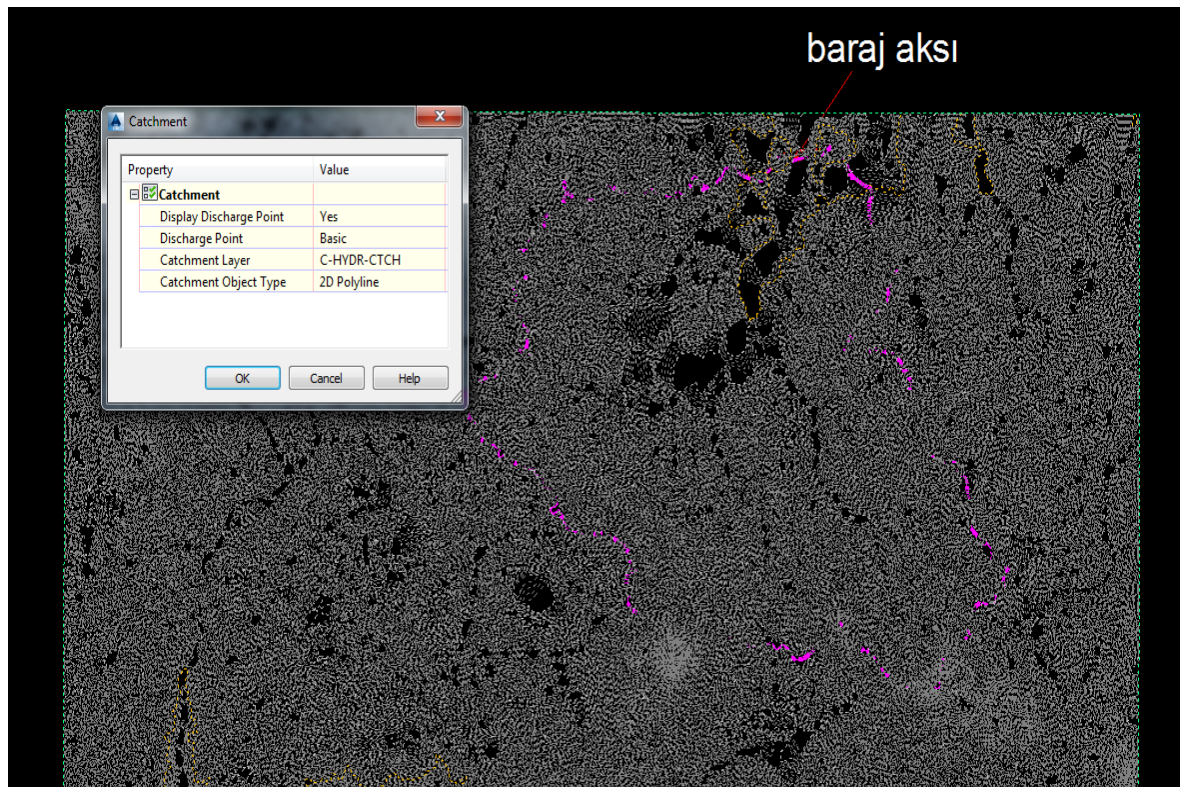
- Akhasan Barajı (mevcut)
- Aktaş Barajı
- Andıraz Barajı
- Araç Barajı
- Çay Barajı
- Çele Barajı
- Gököy Barajı (mevcut)
- Hacılar Barajı
- Köprübaşı Barajı (mevcut)
- Tekke Barajı

Yapılan baraj tasarımları ile değişik ihtimalli akımlarının baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinde elde edilecek sulama faydasına etkisi ortaya konulacaktır.

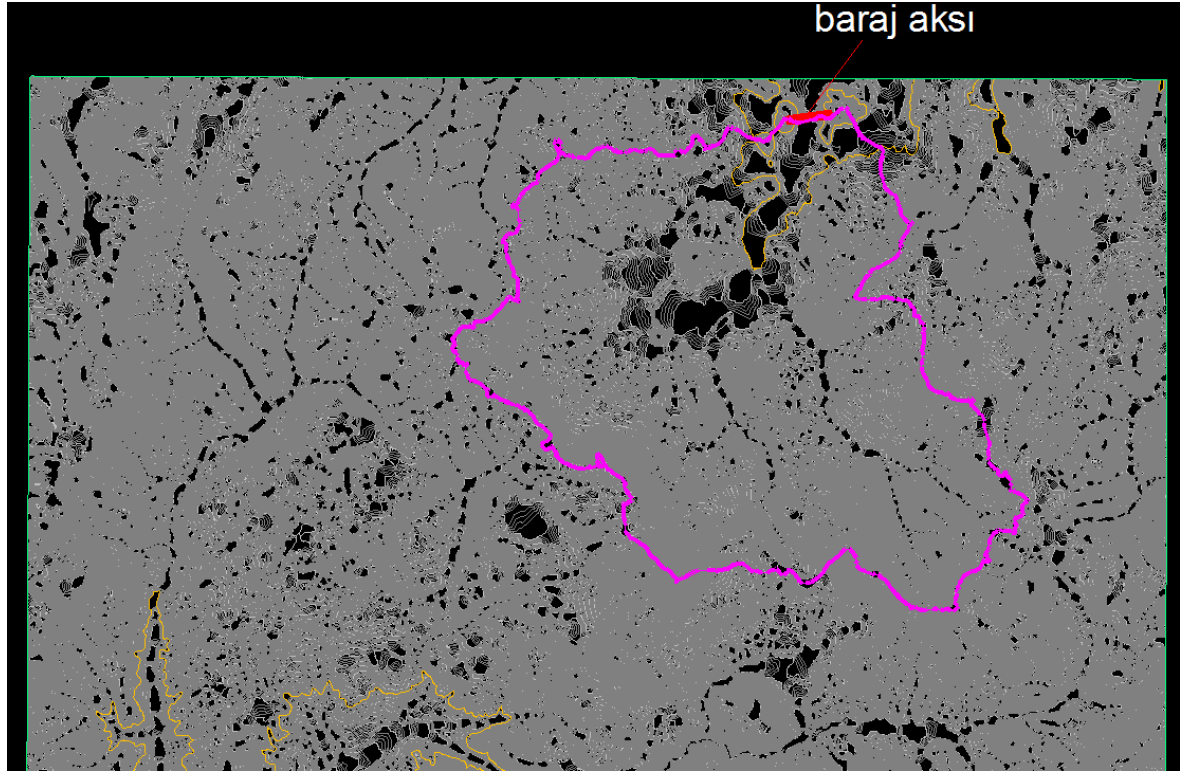
Baraj tasarımları sadece sulama amaçlı olarak düşünülmüş ve sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydasının hesaplanması amaçlanmıştır. Tez çalışması kapsamında barajların tasarımı için yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

7.3.1. Baraj yağış alanının çizilmesi

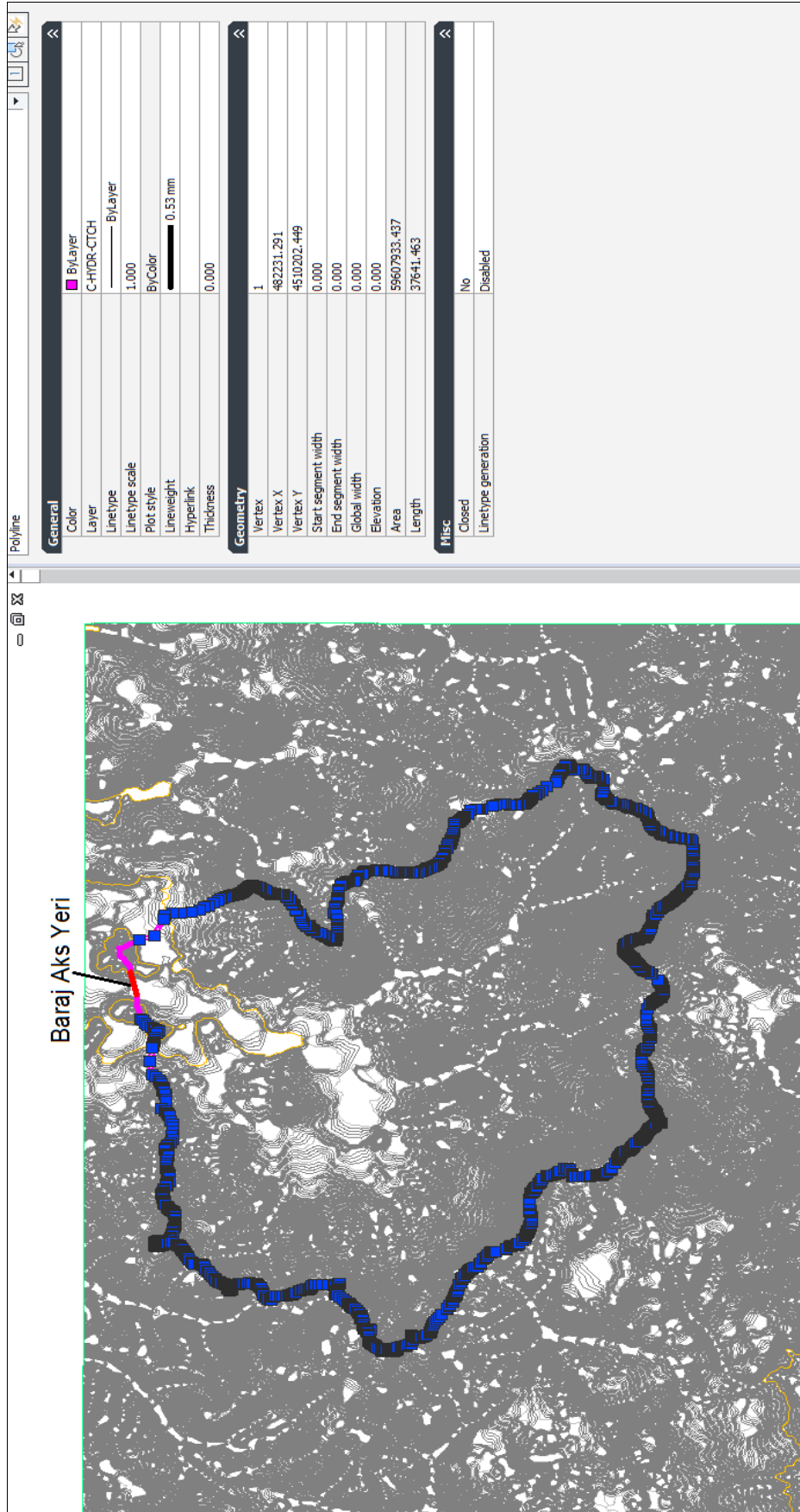
Barajların yağış alanları, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (SAM) (DEM_Digital Elevation Model), ARCGIS programı ve Autocad Civil 3D yazılımından yararlanılarak oluşturulmuş ve ölçülmüştür. Tez kapsamında çalışılan barajların yağış alanları Autocad Civil 3D programında ölçülerek Çizelge 7.2’de verilmiştir. Akhasan Barajı’nın Civil 3D ile çizilen yağış alanının ekran görüntüsü Resim 7.6, Resim 7.7 ve Resim 7.8’de verilmiştir.



Resim 7.6. Autocad Civil3D arayüz ile yağış alanı çizilmesi



Resim 7.7. Autocad Civil3D ile yağış alanı çizilmesi



Resim 7.8. Autocad Civil3D ile Akhasan Barajı yağış alanının ölçülmesi

Çizelge 7.2. Barajların ve regülatörlerin yağış alanları

No	Baraj Adı	Barajların Yağış Alanları (km ²)
1	AKHASAN BARAJI	59,61
2	AKTAŞ BARAJI	4264,16
3	ANDIRAZ BARAJI	3527,23
4	ARAÇ BARAJI	696
5	ÇAY BARAJI	2563,31
6	ÇELE BARAJI	22,09
7	GÖLKÖY BARAJI	7,54
8	HACILAR BARAJI	80,07
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	1988,95
10	TEKKE BARAJI	187,7
11	MUDURNU REGÜLATÖRÜ	114,69
12	YUMRUKAYA REGÜLATÖRÜ	190,70

7.3.2. Kot-hacim-alan grafiğinin oluşturulması

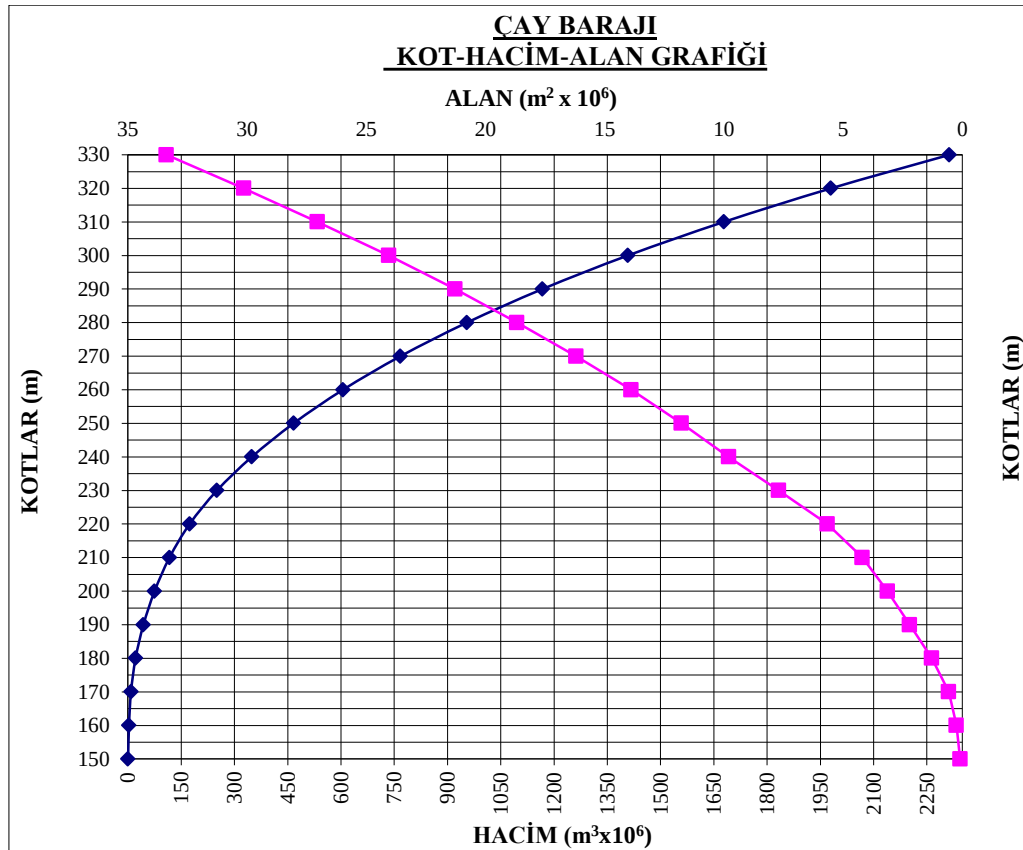
Kot-hacim-alan grafiği, barajın yüksekliğine göre göl alanı ve hacminin değişimini göstermektedir.

Barajların kot-hacim-alan değerleri ve grafiğinin hazırlanması için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM_Digital Elevation Model), ARCGIS programı, Autocad Civil 3D yazılımı ve Microsoft Excel ile hazırlanan bir program kullanılmıştır.

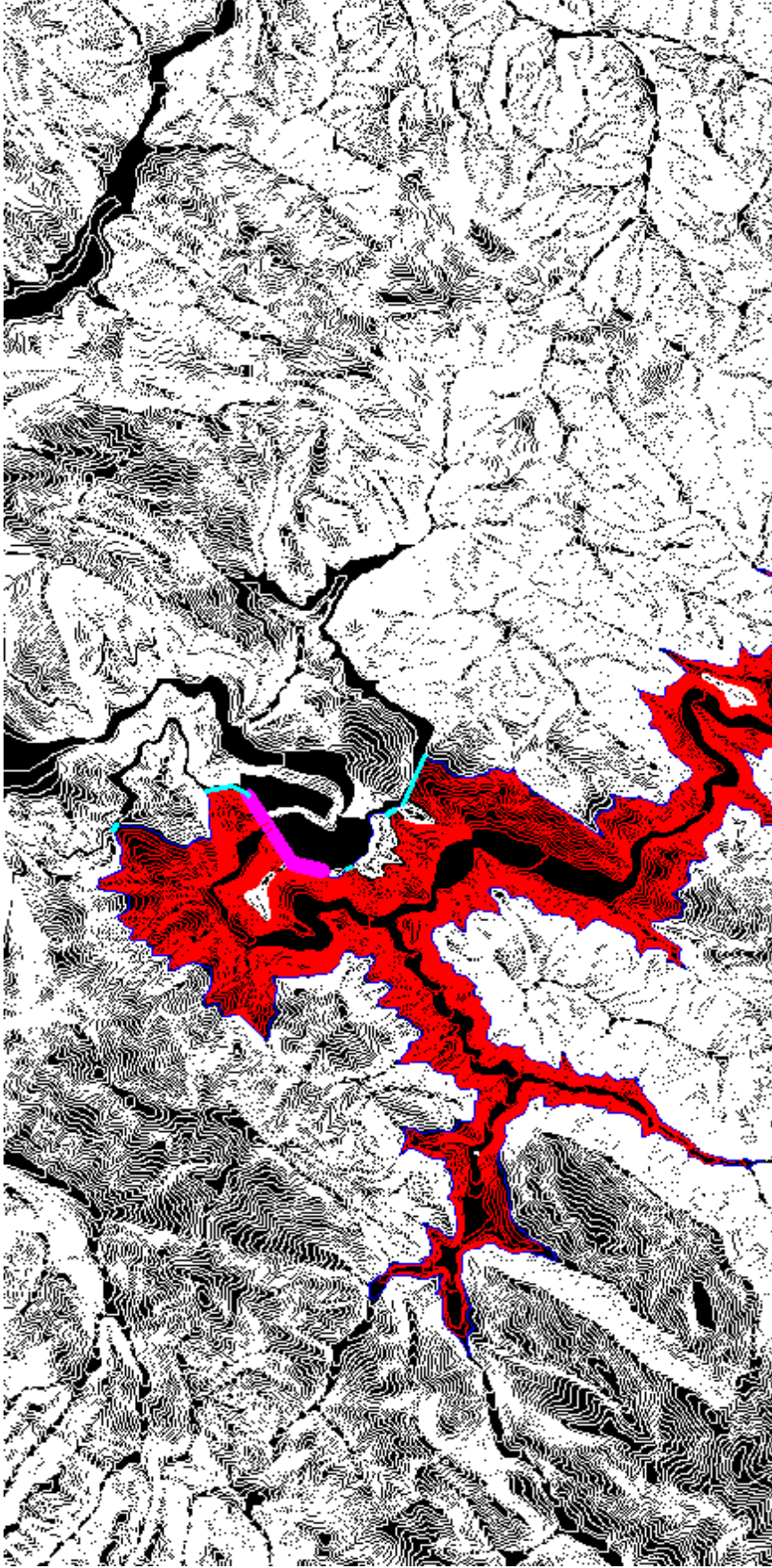
Çay Barajı'nın Sayısal Arazi Modeli ve Autocad Civil 3-D inşaat mühendisliği yazılımında hazırlanan hacim-alan-kot değerleri ve grafiği örnek olarak Çizelge 7.3, Şekil 7.3 ve Resim 7.9 ve Resim 7.10'da verilmiştir. Diğer barajların kot-hacim-alan verileri ve grafikleri CD olarak, excel formatında verilmiştir.

Çizelge 7.3. Çay Barajı kot-hacim-alan değerleri

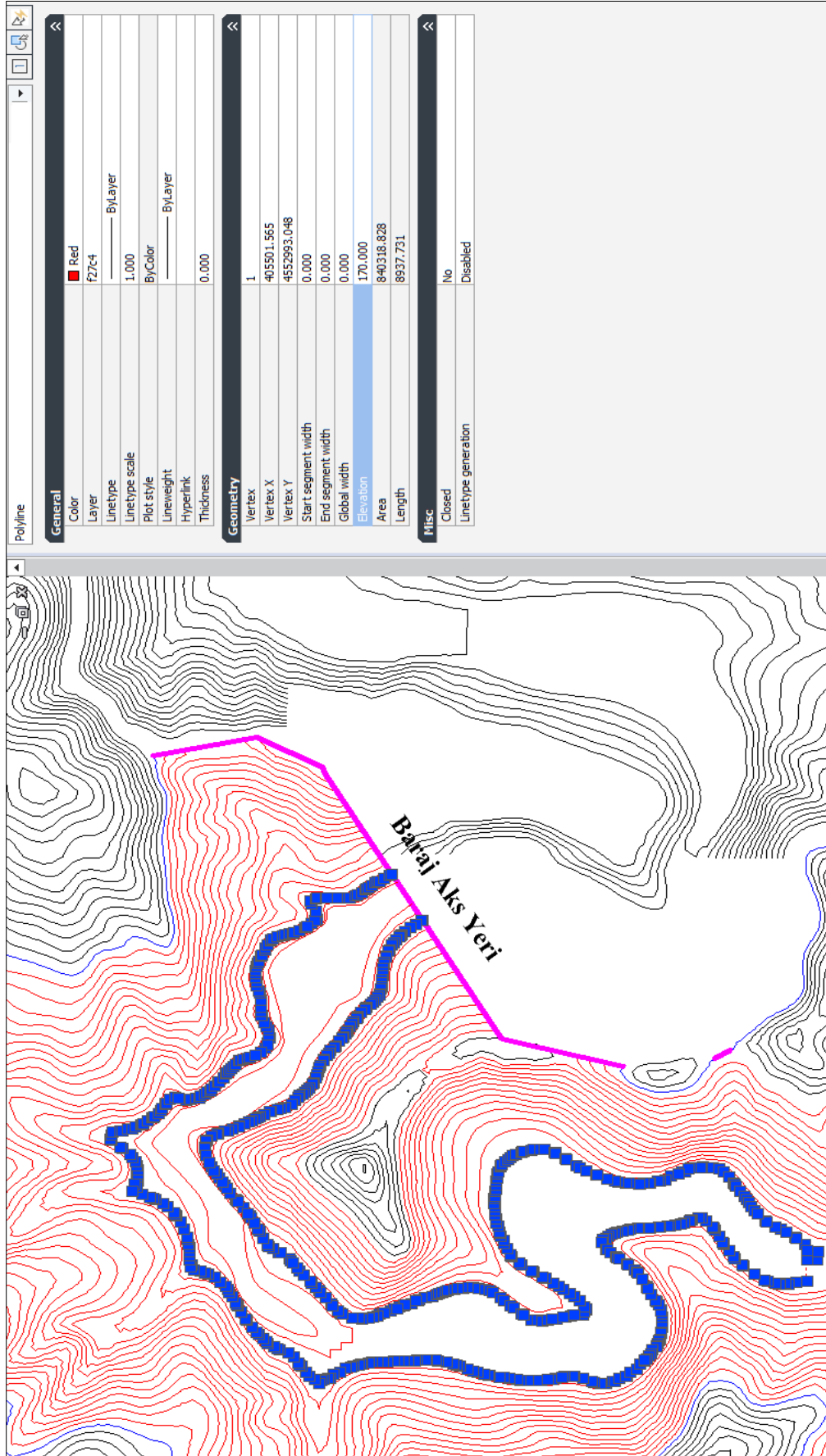
Kot	Kot Farkı (m)	Alan (m ²)	Alan (m ² x10 ⁶)	Ortalama Alan (m ² x10 ⁶)	Hacim (m ³ x10 ⁶)	Toplam Hacim (m ³ x10 ⁶)
145,00			0,000			
150,00	5,00	194793	0,195	0,097	0,487	0,487
160,00	10,00	301.697	0,302	0,248	2,482	2,969
170,00	10,00	840.319	0,840	0,571	5,710	8,680
180,00	10,00	1.728.464	1,728	1,284	12,844	21,523
190,00	10,00	2.696.513	2,697	2,212	22,125	43,648
200,00	10,00	3.586.837	3,587	3,142	31,417	75,065
210,00	10,00	4.805.911	4,806	4,196	41,964	117,029
220,00	10,00	6.531.906	6,532	5,669	56,689	173,718
230,00	10,00	8.874.508	8,875	7,703	77,032	250,750
240,00	10,00	10.730.840	10,731	9,803	98,027	348,777
250,00	10,00	12.838.913	12,839	11,785	117,849	466,625
260,00	10,00	14.942.797	14,943	13,891	138,909	605,534
270,00	10,00	17.474.533	17,475	16,209	162,087	767,621
280,00	10,00	19.886.551	19,887	18,681	186,805	954,426
290,00	10,00	22.673.174	22,673	21,280	212,799	1.167,225
300,00	10,00	25.438.017	25,438	24,056	240,556	1.407,781
310,00	10,00	28.652.494	28,652	27,045	270,453	1.678,233
320,00	10,00	31.637.358	31,637	30,145	301,449	1.979,682
330,00	10,00	35.135.834	35,136	33,387	333,866	2.313,548



Şekil 7.3. Çay Barajı kot-hacim-alan grafiği



Resim 7.9. DEM üzerinde Autocad Civil 3D ile ölçümü yapılan münhaniler



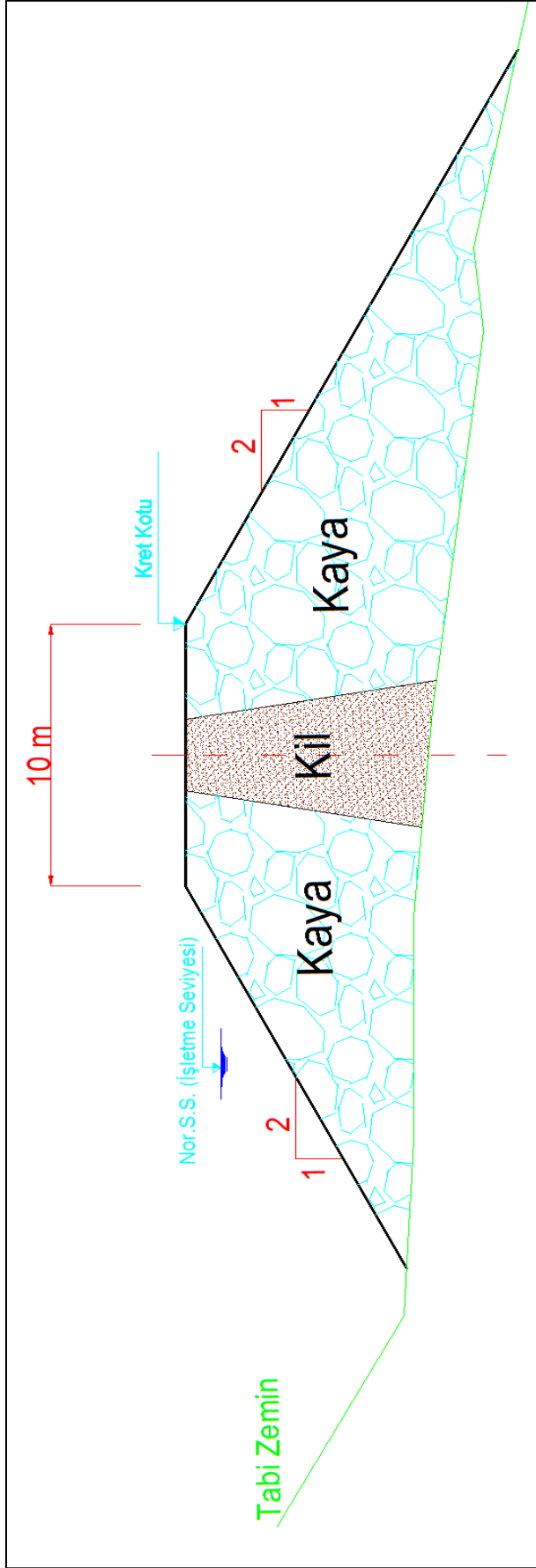
Resim 7.10. DEM üzerinde Civil 3D ile 170 m kotunun alanının ölçülmesi

7.3.3. Baraj gövdesinin çizilmesi

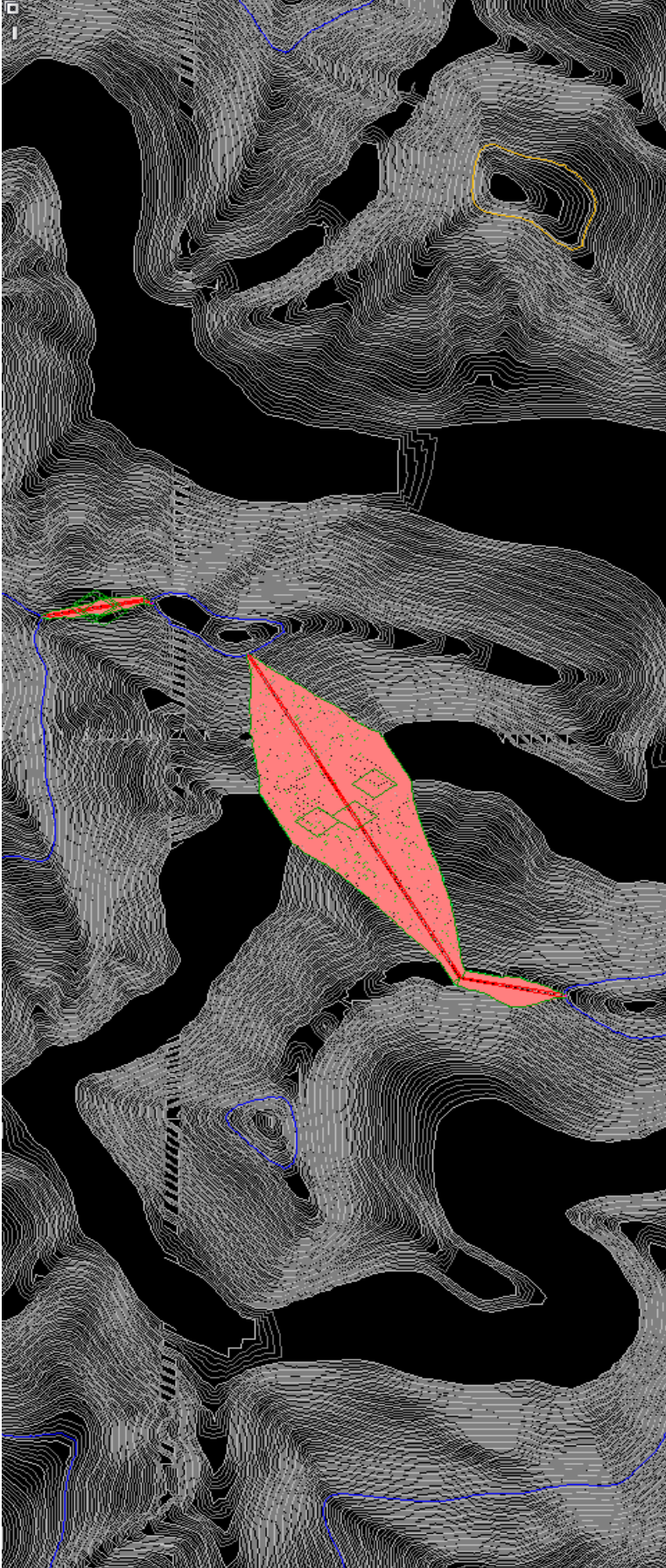
Barajların tümü yeknesaklık olması açısından sadece sulama amaçlı olarak işletilmiş ve gövde tipleri Kil Çekirdekli Kaya Dolgu olarak tasarlanmıştır. Barajın memba ve mansap şevleri 1D:2Y olarak alınmıştır (Resim 7.11).

Baraj gövdesinin çizimi ve dolgu hacmi miktarı için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM_Digital Elevation Model) kullanılmıştır. Sayısal arazi modelleri, ARCGIS programında .shp uzantılı dosyaya dönüştürülerek, Autocad Civil 3-D de .shp dosyası açılır ve arazi modeli oluşturulduktan sonra, programın ara yüzleri aracılığı ile baraj gövdesi çizilir ve kübajı hesaplanır. Gövde kübaj miktarı m^3 olarak programın ara yüzleri aracılığı ile (grading volume tools) elde edilir.

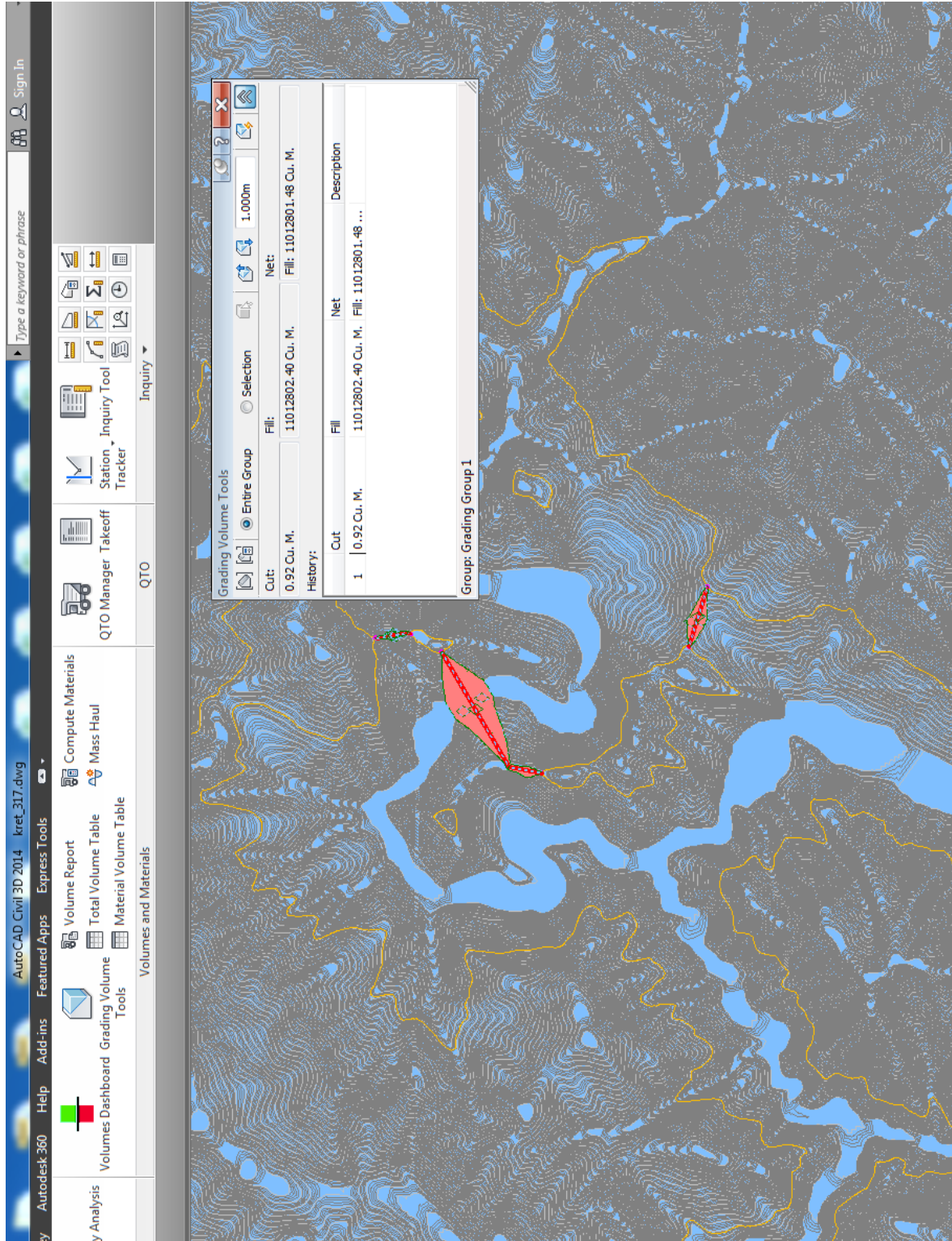
Çay Barajı'nın Sayısal Arazi Modeli ve Autocad Civil 3-D inşaat mühendisliği yazılımında hazırlanan gövde çizimi ve kübaj miktarının elde edilmesi Resim 7.12 ve Resim 7.13'de gösterilmiştir. Diğer barajlarla ilgili veriler CD olarak verilmiştir.



Resim 7.11. Baraj gövdesi tip kesiti



Resim 7.12. Çay Barajı'nın Autocad Civil 3D ile gövdesinin çizilmesi



Resim 7.13. Autocad Civil 3D ile Çay Barajı 317 m kret için kübaj bulunması

7.3.4. Canlı hayat suyu hesabı (CHS)

Tez kapsamında çalışılan tüm barajlar için canlı hayat suyu hesabı hem gözlenmiş akımlar hem de ihtimalli akımlar için ayrı ayrı yapılmış olup, Akhasan Barajı'nın gözlenmiş akım değerlerine göre yapılan canlı hayat suyu hesabı örnek olarak Çizelge 7.4'de verilmiştir. Akhasan Barajı'nın su temin değerlerine bağlı olarak (Bkz. Çizelge 6.25), aylık ortalama debi yıllık ortalama debiden az ise düşük akım, fazla ise yüksek akım olarak kabul edilir. Düşük akış dönemlerinde, eğer aylık ortalama debinin %10'u, düşük akış dönemindeki akımların ortalamasının %10'undan daha az ise, düşük akımların ortalamasının %10'u, o ay için akarsuda bırakılması gereken can suyu olarak alınır. Değilse, aylık ortalama debinin %10'u can suyu olarak alınır.

Yüksek akış dönemlerinde, eğer aylık ortalama debinin %10'u, yüksek akış dönemindeki akımların ortalamasının %10'undan daha az ise, yüksek akımların ortalamasının %10'u, o ay için akarsuda bırakılması gereken can suyu olarak alınır. Değilse, aylık ortalama debinin %10'u can suyu olarak alınır. Buna göre yapılan hesaplarda, barajın yıllık su potansiyelinin %12'si canlı hayat suyu olarak barajın işletme çalışmasında dikkate alınmış ve böylece Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen yıllık toplam su potansiyelinin %10'u şartı da sağlanmıştır.

Çizelge 7.4. Akhasan Barajı gözlenmiş akım değerlerine göre CHS hesabı

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık
Aylık Ortalama Akım(hm ³)	0,138	0,141	0,339	0,422	0,741	1,535	2,112	1,217	0,692	0,222	0,101	0,099	7,759
Aylık Ortalama Debi(m ³ /s)	0,052	0,054	0,127	0,158	0,306	0,573	0,815	0,455	0,267	0,083	0,038	0,038	0,247
Akış Dönemi	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	
Düşük Akış Dönemlerinin Ortalaması	0,008												
Yüksek Akış Dönemlerinin Ortalaması	0,483												
% 10 x Düşük Akım Ortalaması(m ³ /s)	0,0008												
% 10xYüksek Akım Ortalaması(m ³ /s)	0,0483												
Q_Can Önerilen(m ³ /s)	0,008	0,008	0,013	0,016	0,048	0,057	0,081	0,048	0,048	0,008	0,008	0,008	0,029
V_Can Önerilen(hm ³)	0,021	0,020	0,034	0,042	0,117	0,153	0,211	0,129	0,125	0,022	0,021	0,020	0,917

Diğer barajlar için yapılan canlı hayat suyu hesapları, CD olarak excel formatında verilmiştir.

Tez kapsamında çalışılan tüm barajlar için hesaplan canlı hayat suyu miktarlarıyla ilgili hesaplar CD olarak excel formatında, elde edilen sonuçlar ise Çizelge 7.5’de verilmiştir.

Çizelge 7.5. Barajların canlı hayat suyu miktarları (hm³)

No	Baraj Adı	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
1	AKHASAN BARAJI	0,917	0,568	0,609	0,628	0,759
2	AKTAŞ BARAJI	76,035	55,419	57,132	59,539	63,612
3	ANDIRAZ BARAJI	68,408	49,922	50,059	54,771	57,27
4	ARAÇ BARAJI	14,392	9,836	9,939	10,451	11,031
5	ÇAY BARAJI	38,225	29,104	31,572	32,722	35,825
6	ÇELE BARAJI	0,928	0,698	0,722	0,744	0,797
7	GÖLKÖY BARAJINA DERİVASYON YAPILAN MUDURNU DERESİ ÜZERİNDEKİ MUDURNU REGÜLATÖRÜ	3,926	2,609	2,968	3,115	3,158
8	GÖLKÖY BARAJINA DERİVASYON YAPILAN BÜYÜKSU DERESİ ÜZERİNDEKİ YUMRUKAYA REGÜLATÖRÜ	8,678	6,066	6,715	7,215	7,607
9	HACILAR BARAJI	1,964	1,119	1,313	1,401	1,472
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	51,583	39,335	43,867	44,431	47,797
10	TEKKE BARAJI	7,348	4,429	5,245	5,562	6,417

7.3.5. Ölü hacim hesabı

Batı Karadeniz Havzası dolayısıyla, Batı Karadeniz Havzası'nın alt havzası olan Filyos Havzası Türkiye'deki havzalar içerisinde sediment verimi ve taşınımı fazla olan havzalardandır. Batı Karadeniz Havzası'ndaki belli başlı rüsubat kaynakları;

- Kum ocağı ve maden işletmeleri, yol ve tesis yapımları
- Yan derelerdeki yamaç göçmeleri, kıyı ve mecra oyulmaları ile heyelanlar
- Dere yataklarına atılan hafriyat, pasa, moloz ve çöpler
- Dere yataklarında bulunan tarihi rüsubat konileri
- Kayalık alanlardaki fiziki ayrışma ve yamaç arazide bulunan taşlık alanlardaki
- akmalara
- Yamaç tarım, mera ve çıplak arazilerindeki yüzey erozyonu

olarak sıralanmaktadır [12].

“Toplam sediment miktarı süspanse sediment ve yatak yükünün toplamından oluşmaktadır. Yatak yükü miktarı süspanse sedimentin %5-%25'i arasında değişebilmektedir. Eğimin çok fazla olduğu dağlık arazilerde bu oran %50'ye kadar ulaşabilmektedir” [12].

Batı Karadeniz Havzası'nın alt havzası olan Filyos Havzası'nda eğim ve topoğrafik koşullar nedeniyle süspanse sedimente %50 yatak yükü eklenerek toplam sediment miktarı bulunmuştur. Dolayısıyla, SGI ölçüm sonuçlarına %50 yatak yükü ilave edilerek bulunan toplam sediment verimi $200,10 \text{ m}^3/\text{yıl}/\text{km}^2$ bulunmuştur. Ayrıca, Batı Karadeniz Havzası'nda verilen sediment verimleri yan derelerden kaynaklanan ve mansaba taşınan sedimenti tam olarak yansıtmamaktadır [12]. Çünkü, yan derelerde sediment ölçümü yapılmamakta olup, yan derelerde sedimentin büyük kısmı sel olduğu zamanlarda taşınmaktadır. Bu husus da dikkate alınarak, Filyos Havzası için DSİ Genel Müdürlüğü'nün de görüşü alınarak sediment verimi $400 \text{ m}^3/\text{yıl}/\text{km}^2$ olarak alınmıştır.

Tespit edilen sediment verimi kullanılarak tez kapsamında çalışılan tüm barajların ölü hacimleri “Eş. 7.1” ile hesaplanmış ve Çizelge 7.6'da verilmiştir. “Eş.7.1” deki alan değerleri Çizelge 7.2'den alınmıştır.

Akhasan Barajı'nın ölü hacim hesabı aşağıda açıklanmıştır. Ayrıca, Gököy ve Çay Barajları için yapılan ölü hacim hesapları diğerlerinden farklı olduğu için aşağıda açıklanmıştır.

Akhasan Barajı için ölü hacim hesabı

Akhasan Barajı'nın yağış alanı 59,61 km²'dir. Sediment verimi 200 m³/km²/yıl kabul edilmiştir. Ölü hacim miktarı barajın ekonomik ömrü olan 50 yıl için;

$$V_{\text{Ölü Hacim}} = 59,61 \times 50 \times 400 = 1\,192\,200 \text{ m}^3 = 1,2 \text{ hm}^3 \text{ olarak öngörülmüştür.}$$

Gölköy Barajı için ölü hacim hesabı

Gölköy Barajı'na Büyüksu Deresi ve Mudurnu Deresi'nden derivasyon yapılacak olup, derelerde sediment gözlemleri bulunmamaktadır. Derivasyon barajlarında, derivasyon yapılacak derelerden askıda olan sediment baraja taşınmaktadır. Yukarıdaki bilgilerin ışığında;

x= yatak yükü

2x= askıda sediment

3x= 400 olursa; askıda sediment miktarı toplam sediment veriminin yaklaşık %70'ine eşit olmaktadır. Bu durumda, derivasyon kanalları ile Gölköy Barajı'na toplam sedimentin %70'i taşınarak barajın ölü hacmini oluşturacaktır. Gölköy Barajı işletme çalışmasında, emniyetli tarafta kalmak amacıyla, derivasyon kanallarından Büyüksu ve Mudurnu Derelerinin toplam rusubat miktarının tamamının derivasyonla Gölköy Barajı'na geleceği kabul edilmiş ve hesaplar buna göre yapılmıştır.

Mudurnu Regülatörü yağış alanı 114,69 km², Yumrukaya Regülatörü yağış alanı 190,7 km² olup, Gölköy Barajı'na gelecek sediment miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Barajın ölü hacim miktarı barajın ekonomik ömrü olan 50 yıl için "Eş. 7.1" kullanılarak;

$$V_{\text{Baraj Ölü}} = 7,54 \times 50 \times 400 = 150\,800 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Derivasyon-1}} = 114,69 \times 50 \times 400 = 2\,293\,800 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Derivasyon-2}} = 190,7 \times 50 \times 400 = 3\,814\,000 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{Derivasyon (1+2)}} = 6\,107\,800 \text{ m}^3$$

Gölköy Barajı ölü hacim miktarı;

$$V_{\text{Baraj Ölü}} = 150\,800 + 6\,107\,800 = 6\,258\,600 \text{ m}^3 = 6,259 \text{ hm}^3 \text{ olarak kabul edilmiştir.}$$

Çay Barajı için ölü hacim hesabı

Çay Barajı işletme çalışmalarında kullanılmak üzere barajın ölü hacmi hesaplanırken, membada mevcut olan Köprübaşı Barajı'nın ölü hacmi de dikkate alınmıştır. Yani, Köprübaşı Barajı'nda tutulan sediment miktarı dikkate alınarak, Çay Barajı'na ara havzadan gelen sediment miktarı + Köprübaşı Barajı'nın hesaplanan sediment hacminin %20 sinin mansaba intikal edeceği düşünülerek Çay Barajı'nın ölü hacmi tespit edilmiştir.

Çay Barajı Ölü Hacmi= Ara Havzadan Gelen + Köprübaşı Barajı Ölü Hacminin %20'si

Köprübaşı Barajı Ölü Hacmi= $50 \times 400 \times 1988,95 / 1000000 = 39,78 \text{ hm}^3$

Çay Barajı Ara Havzadan Gelen Hacim= $(50 \times 400 \times 574,36) / 1000000 = 11,49 \text{ hm}^3$

Çay Barajı Ölü Hacmi= $11,49 + (39,78 \times 0,20) = 19,44 \text{ hm}^3$

Çizelge 7.6. Barajların ölü hacim miktarları

No	Baraj Adı	Barajların Ölü Hacimleri (hm ³)
1	AKHASAN BARAJI	1,192
2	AKTAŞ BARAJI	85,283
3	ANDIRAZ BARAJI	70,545
4	ARAÇ BARAJI	13,920
5	ÇAY BARAJI	19,440
6	ÇELE BARAJI	0,442
7	GÖLKÖY BARAJI	6,259
8	HACILAR BARAJI	1,601
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	39,779
10	TEKKE BARAJI	3,754

7.3.6. Sulama suyu ihtiyacı

Tarım alanlarında projeli koşullarda yetiştirilecek ürün deseni için hesaplanan ve aylara göre farklılık gösteren sulama suyu ihtiyacı diversiyon ihtiyacı olarak da bilinmektedir. Birimi m³/ha/yıl dır. Yani, proje sahasının 1 hektarı için bitkilerin bir yılda ihtiyaç duyduğu sulama suyudur. Bu sulama suyuna tarla içinde ve iletim sırasında (kanal, boru, vs) oluşan kayıplar da dahildir.

Barajın işletme çalışmasında, barajın aktif hacmi ile ne kadar tarım alanının sulanabileceğini tespit edebilmek için diversiyon ihtiyacının bilinmesi ve işletme çalışmasına veri olarak girilmesi gerekmektedir.

Tez çalışması kapsamında yapılan baraj işletme çalışmalarında, Batı Karadeniz Master Plan Raporu'nda mevcut Akhasan Barajı için tespit edilmiş diversiyon ihtiyacı olan 2921,62 m³/ha/yıl kullanılmıştır (Çizelge 7.7). Bu tez kapsamında master plan raporunda belirlenen değerler dikkate alınmıştır.

Çizelge 7.7. Akhasan Barajı sulaması aylara göre diversiyon ihtiyaçları

Aylar	Diversiyon (m ³ /ha)
Ekim	34,84
Kasım	0,00
Aralık	0,00
Ocak	0,00
Şubat	0,00
Mart	0,00
Nisan	0,00
Mayıs	42,10
Haziran	225,03
Temmuz	1182,57
Ağustos	1046,14
Eylül	390,94
Toplam	2921,62

7.3.7. Baraj göl alanından buharlaşma

Tez çalışması kapsamında yapılan baraj işletme çalışmalarında baraj göl alanından ay bazında ne kadar buharlaşma olacağının bilinmesi ve işletme çalışmasına veri olarak girilmesi gerekmektedir. Yapılan baraj işletme çalışmalarında, Batı Karadeniz Master Plan Raporu'nda mevcut Akhasan Barajı için tespit edilmiş buharlaşma miktarı 253,5 mm kullanılmıştır (Çizelge 7.8). Çizelgeden görüldüğü üzere kış aylarında göl alanındaki buharlaşma miktarı, çok küçük olması sebebiyle sıfır kabul edilmiştir.

Çizelge 7.8. Akhasan Barajı göl alanında aylara göre buharlaşma (mm)

Aylar	Buharlaşma (mm)
Ekim	0,0
Kasım	0,0
Aralık	0,0
Ocak	0,0
Şubat	0,0
Mart	0,0
Nisan	0,0
Mayıs	0,0
Haziran	30,3
Temmuz	83,5
Ağustos	86,7
Eylül	53,0
Toplam	253,5

7.3.8. Baraj işletme hesapları

İşletme çalışması; bir baraj gölündeki işletme seviyesinde (normal su seviyesi) depolanacak su ile sulanabilecek tarım arazilerinin büyüklüğünü veya temin edilecek içme suyu miktarını ya da üretilebilecek enerji miktarını bulmak için yapılan bir çalışmadır. İşletme çalışmasının prensibi Bölüm 7.2.3’de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Tez çalışması kapsamında yapılan baraj işletme çalışmaları sadece sulama amaçlı olarak işletilmiş ve sulu tarıma geçildiğinde elde edilecek sulama faydasının hesaplanması amaçlanmıştır.

Barajların işletme çalışması için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM, Digital Elevation Model), ARCGIS programı ve DSI tarafından Microsoft Excel+Makro olarak hazırlanmış ve DSI’de baraj işletmelerinde kullanılan işletme programından yararlanılmıştır [15].

İşletme programına girdi olarak; barajın minimum hacmi (hm^3), hacim satıh değerleri, aylık sulama suyu ihtiyaçları (m^3/ha), aylık buharlaşma miktarları (mm), aylık canlı hayat suyu miktarları (hm^3), baraj aks yerindeki aylık su temin değerleri öncelikle girilir ve işletme programından çıktı olarak; baraj normal su seviyesi, depolama hacmi, sulama alanı, barajda her ay oluşacak su yüksekliğine göre buharlama miktarları (hm^3) gibi çıktılar elde edilir. Programın girdi sayfasında ‘Normal Hacim Bulunacak mı’ sorusuna evet cevabı verildiği durumda, sulama alanı programa girdi olarak girilir ve sulama alanına göre normal hacim program tarafından bulunur.

Programın girdi sayfasında ‘Normal Hacim Bulunacak mı’ sorusuna evet cevabı verildiği zaman, program sadece sulama alanı olarak girilen değeri dikkate alır ve kendi bir normal hacim hesaplar, normal hacim girilmiş olsa bile dikkate alınmaz. Örneğin, Çizelge 7.9’da, $16,49 \text{ hm}^3$ normal hacim dikkate alınmaz ve program net 34 292 ha sahayı sulayabilmek için gerekli hacmi kendi hesaplar.

Programın girdi sayfasında ‘Normal Hacim Bulunacak mı’ sorusuna hayır cevabı verildiği durumda, normal hacim programa girilir ve program bu hacimle sulanabilecek alanı bulur, sulama alanı girilmiş olsa bile dikkate alınmaz.

Gözlenmiş akım değerleri ile %90, %80, %70 ve %60 ihtimalli akım değerleri için ayrı ayrı baraj işletme çalışması yapılarak baraj normal su seviyesi, depolama hacmi, sulama alanı tespit edilir.

Araç Barajı için yapılan işletme çalışması daha ayrıntılı olarak aşağıda anlatılmıştır. İşletme çalışması için veri giriş sayfası Çizelge 7.9 ve Çizelge 7.10'da gösterilmiştir. Veri giriş sayfasında, su temin hesabından bulunan aylık ortalama akımlar, minimum hacim (ölü hacim), hacim-alan değerleri, net sulama alanı, aylık buharlaşma değerleri, aylık sulama suyu ihtiyaçları (diversiyon ihtiyacı), canlı hayat suyu miktarları girilerek sulama amaçlı baraj işletmesi yapılmıştır.

İşletme çalışması sonucunda, barajın aktif hacmi, normal hacmi, baraj göl alanından buharlaşma miktarı, barajın normal su seviyesi, depolanan hacimle kaç hektar saha sulanabileceği, baraj dolusavağından ne kadar suyun savaklandığı, sulamaya ne kadar su verildiği bulunmuş olur. Araç Barajı için yapılan işletme çalışmasının detay tablosu Çizelge 7.11'de, özet işletme çalışması çıktısı Çizelge 7.12'de verilmiştir.

Baraj işletme çalışmasının prensibi olarak; baraj göl alanının, minimum hacme düştükten sonra, tekrar normal su seviyesine yani işletme seviyesine kadar dolması gerekmektedir. Aksi takdirde program “kuruma ayından sonra baraj dolmuyor” mesajı verecektir. Bu durumda, programın veri giriş sayfasında net sulama alanını azaltmak gerekecektir. Program “kuruma ayından sonra baraj doluyor” mesajı alındığı zaman, program işletme kriterlerini sağlayacak şekilde çalışmış demektir.

Diğer barajlar için yapılan işletme çalışması hesapları, CD olarak excel formatında verilmiştir.

Çizelge 7.9. İşletme çalışması veri girişi sayfası_1

ARAÇ BARAJI

Başlangıç Yılı	1985	
Son Yıl	2017	
Hacim Alan Sayısı	13	Adet
Baraj Yağış Alanı	696	km ²
Normal Hacim Bulunacak mı?	E	(E / H)
Sulama Alanı Sabit	34292	ha
Normal Hacim Sabit	16,49	hm ³
Minimum Hacim	13,9	hm ³
Yıl Sayısı	33	yıl

A k i m l a r i Yazdıktan
Sonra Ortalama Akımı
Hesaplamak İçin Tıkla

SU TEMİNİ

Yıl Sayısı	33 yıl												Yağ. Alan	696	km ²	Birim :	hm ³	127,21	Ortalama akım
Yıllar	A Y L A R												Yıllık						
	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül		Toplam					
1985	2,66	3,68	3,12	6,89	15,34	24,13	28,66	16,12	7,17	2,02	1,27	1,29	112,35	1					
1986	2,76	7,50	9,06	22,99	17,45	18,10	10,01	17,80	15,39	2,93	1,22	3,99	129,22	2					
1987	2,82	3,01	3,64	17,25	16,66	15,78	36,16	22,13	15,34	4,81	3,35	1,66	142,63	3					
1988	2,75	3,55	7,22	7,17	8,21	24,84	35,79	26,39	25,06	7,30	3,70	3,42	155,40	4					
1989	7,55	13,77	22,51	12,48	18,55	43,88	11,88	11,03	11,39	3,88	1,72	2,27	160,91	5					
1990	3,95	13,92	14,96	6,72	6,40	14,82	30,39	38,16	7,46	2,60	2,53	2,81	144,72	6					
1991	3,37	4,09	5,64	4,89	6,60	12,48	18,61	18,20	25,22	2,66	1,53	1,96	105,26	7					
1992	2,33	2,34	3,68	3,94	5,92	31,93	37,97	10,28	11,57	11,21	2,09	1,48	124,72	8					
1993	2,75	6,04	10,32	9,97	15,25	38,72	28,49	33,96	10,19	1,96	3,29	1,81	162,75	9					
1994	1,80	2,11	3,26	3,96	4,51	7,63	6,04	9,58	1,45	2,28	0,79	0,74	44,14	10					
1995	0,79	1,23	6,73	16,51	11,37	15,37	21,41	11,98	5,97	11,11	3,01	2,50	107,98	11					
1996	3,71	5,45	11,45	9,34	10,34	12,50	16,02	11,25	8,42	1,97	1,81	2,49	94,75	12					
1997	4,36	3,79	6,35	12,00	9,12	13,42	36,16	23,50	9,07	3,97	7,96	3,68	133,38	13					
1998	7,15	6,00	15,69	16,95	24,37	18,74	25,79	38,68	22,74	8,74	4,36	4,31	193,50	14					
1999	3,54	4,89	5,88	2,99	13,68	21,92	24,18	7,55	14,15	3,69	4,43	8,30	115,20	15					
2000	4,62	7,42	13,26	11,30	18,25	35,30	37,97	12,75	35,42	1,28	2,06	1,74	181,37	16					
2001	1,95	2,17	2,33	2,23	1,68	8,33	17,92	73,18	26,49	39,61	17,29	2,20	195,39	17					
2002	1,68	4,22	14,73	16,72	13,46	13,68	25,09	12,39	9,92	6,70	4,91	3,79	127,30	18					
2003	2,59	2,88	2,14	5,92	5,56	8,89	26,06	9,11	2,48	0,84	1,11	1,55	69,11	19					
2004	1,53	2,88	4,21	15,01	29,55	59,74	51,40	19,89	15,17	3,90	1,95	3,83	209,06	20					
2005	1,90	1,76	3,07	3,62	5,30	33,56	40,95	29,32	13,36	4,80	1,49	1,38	140,52	21					
2006	2,04	4,09	4,48	5,32	9,35	20,44	13,44	12,89	4,68	3,28	0,90	1,97	82,87	22					
2007	19,81	11,24	0,48	3,65	21,22	10,30	12,03	10,38	4,07	1,08	0,79	0,70	95,75	23					
2008	0,77	1,87	2,18	1,93	2,33	25,07	20,67	16,58	4,40	1,15	0,79	1,38	79,11	24					
2009	2,41	6,78	14,07	24,99	15,09	26,49	32,70	25,07	6,62	11,95	2,48	1,65	170,29	25					
2010	1,43	2,20	3,21	4,43	19,02	26,25	15,96	10,06	10,61	8,65	3,20	1,72	106,75	26					
2011	2,97	4,47	8,17	3,29	3,22	19,02	38,51	31,18	22,18	4,29	1,62	1,23	140,17	27					
2012	2,16	2,03	2,33	2,79	3,23	26,71	60,55	11,26	6,52	3,40	2,52	0,96	124,45	28					
2013	1,21	1,49	2,09	3,46	3,90	14,86	20,99	12,50	6,15	1,53	0,67	0,72	69,57	29					
2014	1,09	1,03	1,15	1,31	1,90	4,50	5,74	12,03	17,37	2,11	1,04	5,77	55,04	30					
2015	10,55	10,52	18,29	21,15	23,69	31,31	24,58	16,61	27,42	11,02	2,91	2,19	200,23	31					
2016	3,61	4,87	5,92	15,85	22,62	17,50	12,84	36,00	20,05	6,92	2,64	1,67	150,50	32					
2017	1,64	1,43	1,66	2,89	4,21	11,54	12,64	9,24	20,36	4,36	2,12	1,35	73,45	33					

Çizelge 7.10. İşletme çalışması veri giriş sayfası_2

Kot (m)	Alan (km ²)	Hacim (hm ³)		Aylar	Buharlaşıma (mm)	Diversiyon (m ³ /ha)	CHS hm ³
683,50			1	Ekim	0,0	34,84	0,507
690,00	0,05	0,34	2	Kasım	0,0	0,00	0,491
700,00	0,20	2,35	3	Aralık	0,0	0,00	0,707
710,00	0,50	7,32	4	Ocak	0,0	0,00	0,909
720,00	0,96	16,95	5	Şubat	0,0	0,00	1,707
730,00	1,50	31,91	6	Mart	0,0	0,00	2,145
740,00	2,12	53,08	7	Nisan	0,0	0,00	2,538
750,00	2,92	82,26	8	Mayıs	0,0	42,10	1,991
760,00	3,76	119,87	9	Haziran	30,3	225,03	1,829
770,00	4,67	166,55	10	Temmuz	83,5	1182,57	0,570
780,00	5,70	223,53	11	Ağustos	86,7	1046,14	0,507
790,00	6,89	292,44	12	Eylül	53,0	390,94	0,491
800,00	8,17	374,17	13	Toplam	253,5	2921,62	14,392

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı

ARAÇ BARAJI
TAM SULAMALI İŞLETME ÇELİŞMASI
(DETAYLI)

Yıllık sulama diversiyonu	2921,62 m ³ /ha/yıl
Yıllık ortalama akım	127,21 hm ³ /yıl
CHS	14,39 hm ³
Yüzde regülasyon	90,07 %
Sulamaya verilen su	100,19 hm ³
Talvegten NSS ne olan yükseklik	94,90 m
Normal Hacim	214,43 hm ³
Normal Hacim Kotu	778,40 m
Minimum Hacim	13,92 hm ³
Minimum Hacim Kotu	716,85 m
Net Sulama Alanı	34292,00 ha
Bürüt Sulama Alanı	38102 ha
İşletme Periyodu	1985 -2017
Yıl Sayısı	33 Yıl

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazne hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazne hm ³	Sulama Suyu Kar.Yüzdesi %
1985	Ekim	214,43	2,66	1,19	0,51	0,00	0,96	0,00	214,43	100
	Kasım	214,43	3,68	0,00	0,49	0,00	3,19	0,00	214,43	--
	Aralık	214,43	3,12	0,00	0,71	0,00	2,41	0,00	214,43	--
	Ocak	214,43	6,89	0,00	0,91	0,00	5,98	0,00	214,43	--
	Şubat	214,43	15,34	0,00	1,71	0,00	13,64	0,00	214,43	--
	Mart	214,43	24,13	0,00	2,14	0,00	21,98	0,00	214,43	--
	Nisan	214,43	28,66	0,00	2,54	0,00	26,12	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	16,12	1,44	1,99	0,00	12,68	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	7,17	7,72	1,83	0,17	0,00	0,00	211,89	100
	Temmuz	211,89	2,02	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	172,36	100
	Ağustos	172,36	1,27	35,87	0,51	0,38	0,00	0,00	136,87	100
	Eylül	136,87	1,29	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	124,05	100
Toplam			112,35	100,19	14,39	1,19	86,96	0,00	124,05	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazne hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazne hm ³	Sulama Suyu Kar.Yüzdesi %
1986	Ekim	124,05	2,76	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	125,11	100
	Kasım	125,11	7,50	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	132,12	--
	Aralık	132,12	9,06	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	140,48	--
	Ocak	140,48	22,99	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	162,56	--
	Şubat	162,56	17,45	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	178,30	--
	Mart	178,30	18,10	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	194,26	--
	Nisan	194,26	10,01	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	201,73	--
	Mayıs	201,73	17,80	1,44	1,99	0,00	1,67	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	15,39	7,72	1,83	0,17	5,68	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	2,93	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	175,81	100
	Ağustos	175,81	1,22	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	140,26	100
	Eylül	140,26	3,99	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	130,13	100
Toplam			129,22	100,19	14,39	1,21	7,35	0,00	125,11	100
1987	Ekim	130,13	2,82	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	131,25	100
	Kasım	131,25	3,01	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	133,77	--
	Aralık	133,77	3,64	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	136,70	--
	Ocak	136,70	17,25	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	153,04	--
	Şubat	153,04	16,66	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	167,99	--
	Mart	167,99	15,78	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	181,62	--
	Nisan	181,62	36,16	0,00	2,54	0,00	0,82	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	22,13	1,44	1,99	0,00	18,70	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	15,34	7,72	1,83	0,17	5,63	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	4,81	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	177,69	100
	Ağustos	177,69	3,35	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	144,26	100
	Eylül	144,26	1,66	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	131,81	100
Toplam			142,63	100,19	14,39	1,21	25,15	0,00	131,25	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

1988	Ekim	131,81	2,75	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	132,86	100
	Kasım	132,86	3,55	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	135,92	--
	Aralık	135,92	7,22	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	142,43	--
	Ocak	142,43	7,17	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	148,69	--
	Şubat	148,69	8,21	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	155,20	--
	Mart	155,20	24,84	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	177,89	--
	Nisan	177,89	35,79	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	211,15	--
	Mayıs	211,15	26,39	1,44	1,99	0,00	19,68	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	25,06	7,72	1,83	0,17	15,34	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	7,30	40,55	0,57	0,44	0,00	0,00	180,17	100
	Ağustos	180,17	3,70	35,87	0,51	0,40	0,00	0,00	147,09	100
	Eylül	147,09	3,42	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	136,39	100
Toplam			155,40	100,19	14,39	1,22	35,02	0,00	132,86	100
1989	Ekim	136,39	7,55	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	142,23	100
	Kasım	142,23	13,77	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	155,51	--
	Aralık	155,51	22,51	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	177,31	--
	Ocak	177,31	12,48	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	188,88	--
	Şubat	188,88	18,55	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	205,73	--
	Mart	205,73	43,88	0,00	2,14	0,00	33,04	0,00	214,43	--
	Nisan	214,43	11,88	0,00	2,54	0,00	9,35	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	11,03	1,44	1,99	0,00	7,59	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	11,39	7,72	1,83	0,17	1,67	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	3,88	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	176,75	100
	Ağustos	176,75	1,72	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	141,70	100
	Eylül	141,70	2,27	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	129,86	100
Toplam			160,91	100,19	14,39	1,21	51,65	0,00	129,86	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazine hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazine hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %
1990	Ekim	129,86	3,95	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	132,11	100
	Kasım	132,11	13,92	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	145,53	--
	Aralık	145,53	14,96	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	159,78	--
	Ocak	159,78	6,72	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	165,60	--
	Şubat	165,60	6,40	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	170,29	--
	Mart	170,29	14,82	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	182,96	--
	Nisan	182,96	30,39	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	210,82	--
	Mayıs	210,82	38,16	1,44	1,99	0,00	31,11	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	7,46	7,72	1,83	0,17	0,00	0,00	212,18	100
	Temmuz	212,18	2,60	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	173,23	100
	Ağustos	173,23	2,53	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	138,99	100
	Eylül	138,99	2,81	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	127,69	100
Toplam			144,72	100,19	14,39	1,20	31,11	0,00	127,69	100
1991	Ekim	127,69	3,37	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	129,35	100
	Kasım	129,35	4,09	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	132,96	--
	Aralık	132,96	5,64	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	137,89	--
	Ocak	137,89	4,89	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	141,87	--
	Şubat	141,87	6,60	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	146,77	--
	Mart	146,77	12,48	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	157,10	--
	Nisan	157,10	18,61	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	173,16	--
	Mayıs	173,16	18,20	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	187,93	100
	Haziran	187,93	25,22	7,72	1,83	0,16	0,00	0,00	203,45	100
	Temmuz	203,45	2,66	40,55	0,57	0,42	0,00	0,00	164,58	100
	Ağustos	164,58	1,53	35,87	0,51	0,37	0,00	0,00	129,35	100
	Eylül	129,35	1,96	13,41	0,49	0,20	0,00	0,00	117,21	100
Toplam			105,26	100,19	14,39	1,15	0,00	0,00	117,21	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

1992	Ekim	117,21	2,33	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	117,85	100
	Kasım	117,85	2,34	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	119,69	--
	Aralık	119,69	3,68	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	122,67	--
	Ocak	122,67	3,94	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	125,70	--
	Şubat	125,70	5,92	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	129,91	--
	Mart	129,91	31,93	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	159,70	--
	Nisan	159,70	37,97	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	195,12	--
	Mayıs	195,12	10,28	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	201,97	100
	Haziran	201,97	11,57	7,72	1,83	0,16	0,00	0,00	203,83	100
	Temmuz	203,83	11,21	40,55	0,57	0,42	0,00	0,00	173,49	100
	Ağustos	173,49	2,09	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	138,81	100
	Eylül	138,81	1,48	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	126,18	100
Toplam			124,72	100,19	14,39	1,18	0,00	0,00	117,85	100
1993	Ekim	126,18	2,75	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	127,22	100
	Kasım	127,22	6,04	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	132,77	--
	Aralık	132,77	10,32	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	142,38	--
	Ocak	142,38	9,97	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	151,44	--
	Şubat	151,44	15,25	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	164,98	--
	Mart	164,98	38,72	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	201,56	--
	Nisan	201,56	28,49	0,00	2,54	0,00	13,08	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	33,96	1,44	1,99	0,00	30,53	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	10,19	7,72	1,83	0,17	0,48	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	1,96	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	174,84	100
	Ağustos	174,84	3,29	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	141,36	100
	Eylül	141,36	1,81	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	129,06	100
Toplam			162,75	100,19	14,39	1,20	44,08	0,00	127,22	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazne hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazne hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %
1994	Ekim	129,06	1,80	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	129,15	100
	Kasım	129,15	2,11	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	130,76	--
	Aralık	130,76	3,26	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	133,31	--
	Ocak	133,31	3,96	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	136,36	--
	Şubat	136,36	4,51	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	139,17	--
	Mart	139,17	7,63	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	144,65	--
	Nisan	144,65	6,04	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	148,15	--
	Mayıs	148,15	9,58	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	154,30	100
	Haziran	154,30	1,45	7,72	1,83	0,13	0,00	0,00	146,07	100
	Temmuz	146,07	2,28	40,55	0,57	0,32	0,00	0,00	106,91	100
	Ağustos	106,91	0,79	35,87	0,51	0,26	0,00	0,00	71,06	100
	Eylül	71,06	0,74	13,41	0,49	0,13	0,00	0,00	57,77	100
Toplam			44,14	100,19	14,39	0,85	0,00	0,00	57,77	100
1995	Ekim	57,77	0,79	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	56,86	100
	Kasım	56,86	1,23	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	57,60	--
	Aralık	57,60	6,73	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	63,62	--
	Ocak	63,62	16,51	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	79,22	--
	Şubat	79,22	11,37	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	88,89	--
	Mart	88,89	15,37	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	102,11	--
	Nisan	102,11	21,41	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	120,98	--
	Mayıs	120,98	11,98	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	129,53	100
	Haziran	129,53	5,97	7,72	1,83	0,12	0,00	0,00	125,84	100
	Temmuz	125,84	11,11	40,55	0,57	0,30	0,00	0,00	95,53	100
	Ağustos	95,53	3,01	35,87	0,51	0,24	0,00	0,00	61,91	100
	Eylül	61,91	2,50	13,41	0,49	0,12	0,00	0,00	50,39	100
Toplam			107,98	100,19	14,39	0,77	0,00	0,00	50,39	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

1996	Ekim	50,39	3,71	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	52,40	100
	Kasım	52,40	5,45	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	57,36	--
	Aralık	57,36	11,45	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	68,10	--
	Ocak	68,10	9,34	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	76,53	--
	Şubat	76,53	10,34	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	85,17	--
	Mart	85,17	12,50	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	95,52	--
	Nisan	95,52	16,02	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	109,01	--
	Mayıs	109,01	11,25	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	116,82	100
	Haziran	116,82	8,42	7,72	1,83	0,11	0,00	0,00	115,58	100
	Temmuz	115,58	1,97	40,55	0,57	0,27	0,00	0,00	76,16	100
	Ağustos	76,16	1,81	35,87	0,51	0,20	0,00	0,00	41,39	100
	Eylül	41,39	2,49	13,41	0,49	0,08	0,00	0,00	29,91	100
Toplam			94,75	100,19	14,39	0,66	0,00	0,00	29,91	100
1997	Ekim	29,91	4,36	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	32,56	100
	Kasım	32,56	3,79	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	35,87	--
	Aralık	35,87	6,35	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	41,51	--
	Ocak	41,51	12,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	52,61	--
	Şubat	52,61	9,12	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	60,02	--
	Mart	60,02	13,42	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	71,29	--
	Nisan	71,29	36,16	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	104,92	--
	Mayıs	104,92	23,50	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	124,98	100
	Haziran	124,98	9,07	7,72	1,83	0,12	0,00	0,00	124,39	100
	Temmuz	124,39	3,97	40,55	0,57	0,29	0,00	0,00	86,95	100
	Ağustos	86,95	7,96	35,87	0,51	0,23	0,00	0,00	58,29	100
	Eylül	58,29	3,68	13,41	0,49	0,11	0,00	0,00	47,96	100
Toplam			133,38	100,19	14,39	0,74	0,00	0,00	32,56	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazine hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazine hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %
1998	Ekim	47,96	7,15	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	53,41	100
	Kasım	53,41	6,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	58,91	--
	Aralık	58,91	15,69	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	73,89	--
	Ocak	73,89	16,95	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	89,93	--
	Şubat	89,93	24,37	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	112,59	--
	Mart	112,59	18,74	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	129,19	--
	Nisan	129,19	25,79	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	152,45	--
	Mayıs	152,45	38,68	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	187,69	100
	Haziran	187,69	22,74	7,72	1,83	0,16	0,00	0,00	200,72	100
	Temmuz	200,72	8,74	40,55	0,57	0,42	0,00	0,00	167,92	100
	Ağustos	167,92	4,36	35,87	0,51	0,38	0,00	0,00	135,52	100
	Eylül	135,52	4,31	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	125,72	100
Toplam			193,50	100,19	14,39	1,16	0,00	0,00	53,41	100
1999	Ekim	125,72	3,54	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	127,56	100
	Kasım	127,56	4,89	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	131,96	--
	Aralık	131,96	5,88	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	137,13	--
	Ocak	137,13	2,99	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	139,21	--
	Şubat	139,21	13,68	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	151,19	--
	Mart	151,19	21,92	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	170,96	--
	Nisan	170,96	24,18	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	192,61	--
	Mayıs	192,61	7,55	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	196,72	100
	Haziran	196,72	14,15	7,72	1,83	0,16	0,00	0,00	201,16	100
	Temmuz	201,16	3,69	40,55	0,57	0,41	0,00	0,00	163,31	100
	Ağustos	163,31	4,43	35,87	0,51	0,37	0,00	0,00	130,99	100
	Eylül	130,99	8,30	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	125,19	100
Toplam			115,20	100,19	14,39	1,15	0,00	0,00	125,19	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

2000	Ekim	125,19	4,62	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	128,10	100
	Kasım	128,10	7,42	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	135,03	--
	Aralık	135,03	13,26	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	147,59	--
	Ocak	147,59	11,30	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	157,98	--
	Şubat	157,98	18,25	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	174,52	--
	Mart	174,52	35,30	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	207,68	--
	Nisan	207,68	37,97	0,00	2,54	0,00	28,68	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	12,75	1,44	1,99	0,00	9,32	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	35,42	7,72	1,83	0,17	25,71	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	1,28	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	174,16	100
	Ağustos	174,16	2,06	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	139,44	100
	Eylül	139,44	1,74	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	127,07	100
Toplam			181,37	100,19	14,39	1,20	63,71	0,00	127,07	100
2001	Ekim	127,07	1,95	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	127,32	100
	Kasım	127,32	2,17	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	129,00	--
	Aralık	129,00	2,33	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	130,62	--
	Ocak	130,62	2,23	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	131,95	--
	Şubat	131,95	1,68	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	131,92	--
	Mart	131,92	8,33	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	138,11	--
	Nisan	138,11	17,92	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	153,49	--
	Mayıs	153,49	73,18	1,44	1,99	0,00	8,80	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	26,49	7,72	1,83	0,17	16,77	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	39,61	40,55	0,57	0,46	0,00	0,00	212,46	100
	Ağustos	212,46	17,29	35,87	0,51	0,46	0,00	0,00	192,91	100
	Eylül	192,91	2,20	13,41	0,49	0,27	0,00	0,00	180,95	100
Toplam			195,39	100,19	14,39	1,36	25,58	0,00	127,32	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazine hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazine hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %
2002	Ekim	180,95	1,68	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	180,92	100
	Kasım	180,92	4,22	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	184,65	--
	Aralık	184,65	14,73	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	198,68	--
	Ocak	198,68	16,72	0,00	0,91	0,00	0,06	0,00	214,43	--
	Şubat	214,43	13,46	0,00	1,71	0,00	11,75	0,00	214,43	--
	Mart	214,43	13,68	0,00	2,14	0,00	11,53	0,00	214,43	--
	Nisan	214,43	25,09	0,00	2,54	0,00	22,55	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	12,39	1,44	1,99	0,00	8,95	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	9,92	7,72	1,83	0,17	0,21	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	6,70	40,55	0,57	0,44	0,00	0,00	179,58	100
	Ağustos	179,58	4,91	35,87	0,51	0,40	0,00	0,00	147,71	100
	Eylül	147,71	3,79	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	137,38	100
Toplam			127,30	100,19	14,39	1,23	55,06	0,00	137,38	100
2003	Ekim	137,38	2,59	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	138,27	100
	Kasım	138,27	2,88	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	140,66	--
	Aralık	140,66	2,14	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	142,09	--
	Ocak	142,09	5,92	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	147,10	--
	Şubat	147,10	5,56	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	150,95	--
	Mart	150,95	8,89	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	157,70	--
	Nisan	157,70	26,06	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	181,22	--
	Mayıs	181,22	9,11	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	186,89	100
	Haziran	186,89	2,48	7,72	1,83	0,15	0,00	0,00	179,66	100
	Temmuz	179,66	0,84	40,55	0,57	0,38	0,00	0,00	139,00	100
	Ağustos	139,00	1,11	35,87	0,51	0,33	0,00	0,00	103,40	100
	Eylül	103,40	1,55	13,41	0,49	0,17	0,00	0,00	90,88	100
Toplam			69,11	100,19	14,39	1,03	0,00	0,00	90,88	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

2004	Ekim	90,88	1,53	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	90,72	100
	Kasım	90,72	2,88	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	93,10	--
	Aralık	93,10	4,21	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	96,61	--
	Ocak	96,61	15,01	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	110,71	--
	Şubat	110,71	29,55	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	138,56	--
	Mart	138,56	59,74	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	196,15	--
	Nisan	196,15	51,40	0,00	2,54	0,00	30,59	0,00	214,43	--
	Mayıs	214,43	19,89	1,44	1,99	0,00	16,45	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	15,17	7,72	1,83	0,17	5,46	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	3,90	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	176,77	100
	Ağustos	176,77	1,95	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	141,95	100
	Eylül	141,95	3,83	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	131,66	100
Toplam			209,06	100,19	14,39	1,21	52,49	0,00	90,72	100
2005	Ekim	131,66	1,90	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	131,86	100
	Kasım	131,86	1,76	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	133,13	--
	Aralık	133,13	3,07	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	135,50	--
	Ocak	135,50	3,62	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	138,21	--
	Şubat	138,21	5,30	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	141,80	--
	Mart	141,80	33,56	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	173,22	--
	Nisan	173,22	40,95	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	211,63	--
	Mayıs	211,63	29,32	1,44	1,99	0,00	23,09	0,00	214,43	100
	Haziran	214,43	13,36	7,72	1,83	0,17	3,65	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	4,80	40,55	0,57	0,43	0,00	0,00	177,67	100
	Ağustos	177,67	1,49	35,87	0,51	0,39	0,00	0,00	142,39	100
	Eylül	142,39	1,38	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	129,66	100
Toplam			140,52	100,19	14,39	1,21	26,73	0,00	129,66	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazne hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazne hm ³	Sulama Suyu Kar.Yüzdesi %
2006	Ekim	129,66	2,04	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	129,99	100
	Kasım	129,99	4,09	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	133,59	--
	Aralık	133,59	4,48	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	137,36	--
	Ocak	137,36	5,32	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	141,77	--
	Şubat	141,77	9,35	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	149,42	--
	Mart	149,42	20,44	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	167,71	--
	Nisan	167,71	13,44	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	178,61	--
	Mayıs	178,61	12,89	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	188,07	100
	Haziran	188,07	4,68	7,72	1,83	0,15	0,00	0,00	183,05	100
	Temmuz	183,05	3,28	40,55	0,57	0,38	0,00	0,00	144,82	100
	Ağustos	144,82	0,90	35,87	0,51	0,34	0,00	0,00	109,00	100
	Eylül	109,00	1,97	13,41	0,49	0,18	0,00	0,00	96,89	100
Toplam			82,87	100,19	14,39	1,05	0,00	0,00	96,89	100
2007	Ekim	96,89	19,81	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	115,00	100
	Kasım	115,00	11,24	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	125,75	--
	Aralık	125,75	0,48	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	125,52	--
	Ocak	125,52	3,65	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	128,27	--
	Şubat	128,27	21,22	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	147,78	--
	Mart	147,78	10,30	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	155,93	--
	Nisan	155,93	12,03	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	165,42	--
	Mayıs	165,42	10,38	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	172,36	100
	Haziran	172,36	4,07	7,72	1,83	0,14	0,00	0,00	166,74	100
	Temmuz	166,74	1,08	40,55	0,57	0,36	0,00	0,00	126,35	100
	Ağustos	126,35	0,79	35,87	0,51	0,30	0,00	0,00	90,46	100
	Eylül	90,46	0,70	13,41	0,49	0,16	0,00	0,00	77,11	100
Toplam			95,75	100,19	14,39	0,96	0,00	0,00	77,11	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

2008	Ekim	77,11	0,77	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	76,17	100
	Kasım	76,17	1,87	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	77,55	--
	Aralık	77,55	2,18	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	79,02	--
	Ocak	79,02	1,93	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	80,04	--
	Şubat	80,04	2,33	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	80,66	--
	Mart	80,66	25,07	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	103,59	--
	Nisan	103,59	20,67	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	121,72	--
	Mayıs	121,72	16,58	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	134,87	100
	Haziran	134,87	4,40	7,72	1,83	0,12	0,00	0,00	129,61	100
	Temmuz	129,61	1,15	40,55	0,57	0,29	0,00	0,00	89,34	100
	Ağustos	89,34	0,79	35,87	0,51	0,23	0,00	0,00	53,52	100
	Eylül	53,52	1,38	13,41	0,49	0,10	0,00	0,00	40,90	100
Toplam			79,11	100,19	14,39	0,74	0,00	0,00	40,90	100
2009	Ekim	40,90	2,41	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	41,60	100
	Kasım	41,60	6,78	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	47,89	--
	Aralık	47,89	14,07	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	61,25	--
	Ocak	61,25	24,99	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	85,33	--
	Şubat	85,33	15,09	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	98,72	--
	Mart	98,72	26,49	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	123,06	--
	Nisan	123,06	32,70	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	153,22	--
	Mayıs	153,22	25,07	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	174,86	100
	Haziran	174,86	6,62	7,72	1,83	0,15	0,00	0,00	171,79	100
	Temmuz	171,79	11,95	40,55	0,57	0,37	0,00	0,00	142,24	100
	Ağustos	142,24	2,48	35,87	0,51	0,33	0,00	0,00	108,00	100
	Eylül	108,00	1,65	13,41	0,49	0,18	0,00	0,00	95,58	100
Toplam			170,29	100,19	14,39	1,03	0,00	0,00	41,60	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazine hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazine hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %
2010	Ekim	95,58	1,43	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	95,30	100
	Kasım	95,30	2,20	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	97,01	--
	Aralık	97,01	3,21	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	99,52	--
	Ocak	99,52	4,43	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	103,05	--
	Şubat	103,05	19,02	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	120,36	--
	Mart	120,36	26,25	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	144,47	--
	Nisan	144,47	15,96	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	157,89	--
	Mayıs	157,89	10,06	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	164,51	100
	Haziran	164,51	10,61	7,72	1,83	0,14	0,00	0,00	165,44	100
	Temmuz	165,44	8,65	40,55	0,57	0,36	0,00	0,00	132,60	100
	Ağustos	132,60	3,20	35,87	0,51	0,32	0,00	0,00	99,10	100
	Eylül	99,10	1,72	13,41	0,49	0,17	0,00	0,00	86,76	100
Toplam			106,75	100,19	14,39	0,99	0,00	0,00	86,76	100
2011	Ekim	86,76	2,97	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	88,02	100
	Kasım	88,02	4,47	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	92,01	--
	Aralık	92,01	8,17	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	99,47	--
	Ocak	99,47	3,29	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	101,86	--
	Şubat	101,86	3,22	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	103,37	--
	Mart	103,37	19,02	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	120,25	--
	Nisan	120,25	38,51	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	156,23	--
	Mayıs	156,23	31,18	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	183,98	100
	Haziran	183,98	22,18	7,72	1,83	0,15	0,00	0,00	196,45	100
	Temmuz	196,45	4,29	40,55	0,57	0,41	0,00	0,00	159,21	100
	Ağustos	159,21	1,62	35,87	0,51	0,36	0,00	0,00	124,09	100
	Eylül	124,09	1,23	13,41	0,49	0,20	0,00	0,00	111,23	100
Toplam			140,17	100,19	14,39	1,12	0,00	0,00	88,02	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

2012	Ekim	111,23	2,16	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	111,69	100
	Kasım	111,69	2,03	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	113,22	--
	Aralık	113,22	2,33	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	114,85	--
	Ocak	114,85	2,79	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	116,73	--
	Şubat	116,73	3,23	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	118,26	--
	Mart	118,26	26,71	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	142,83	--
	Nisan	142,83	60,55	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	200,83	--
	Mayıs	200,83	11,26	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	208,66	100
	Haziran	208,66	6,52	7,72	1,83	0,16	0,00	0,00	205,46	100
	Temmuz	205,46	3,40	40,55	0,57	0,42	0,00	0,00	167,33	100
	Ağustos	167,33	2,52	35,87	0,51	0,38	0,00	0,00	133,08	100
	Eylül	133,08	0,96	13,41	0,49	0,21	0,00	0,00	119,94	100
Toplam			124,45	100,19	14,39	1,17	0,00	0,00	111,69	100
2013	Ekim	119,94	1,21	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	119,45	100
	Kasım	119,45	1,49	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	120,45	--
	Aralık	120,45	2,09	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	121,83	--
	Ocak	121,83	3,46	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	124,38	--
	Şubat	124,38	3,90	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	126,57	--
	Mart	126,57	14,86	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	139,28	--
	Nisan	139,28	20,99	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	157,73	--
	Mayıs	157,73	12,50	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	166,79	100
	Haziran	166,79	6,15	7,72	1,83	0,14	0,00	0,00	163,26	100
	Temmuz	163,26	1,53	40,55	0,57	0,35	0,00	0,00	123,32	100
	Ağustos	123,32	0,67	35,87	0,51	0,30	0,00	0,00	87,31	100
	Eylül	87,31	0,72	13,41	0,49	0,15	0,00	0,00	73,99	100
Toplam			69,57	100,19	14,39	0,94	0,00	0,00	73,99	100

Yıl	Aylar	Aybaşı Hazine hm ³	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazine hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %
2014	Ekim	73,99	1,09	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	73,38	100
	Kasım	73,38	1,03	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	73,92	--
	Aralık	73,92	1,15	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	74,36	--
	Ocak	74,36	1,31	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	74,76	--
	Şubat	74,76	1,90	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	74,96	--
	Mart	74,96	4,50	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	77,31	--
	Nisan	77,31	5,74	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	80,51	--
	Mayıs	80,51	12,03	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	89,10	100
	Haziran	89,10	17,37	7,72	1,83	0,10	0,00	0,00	96,83	100
	Temmuz	96,83	2,11	40,55	0,57	0,23	0,00	0,00	57,59	100
	Ağustos	57,59	1,04	35,87	0,51	0,15	0,00	0,00	22,10	100
	Eylül	22,10	5,77	13,41	0,49	0,05	0,00	0,00	13,92	100
Toplam			55,04	100,19	14,39	0,52	0,00	0,00	13,92	100
2015	Ekim	13,92	10,55	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	22,77	100
	Kasım	22,77	10,52	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	32,79	--
	Aralık	32,79	18,29	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	50,37	--
	Ocak	50,37	21,15	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	70,62	--
	Şubat	70,62	23,69	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	92,60	--
	Mart	92,60	31,31	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	121,77	--
	Nisan	121,77	24,58	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	143,81	--
	Mayıs	143,81	16,61	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	156,98	100
	Haziran	156,98	27,42	7,72	1,83	0,14	0,00	0,00	174,71	100
	Temmuz	174,71	11,02	40,55	0,57	0,38	0,00	0,00	144,23	100
	Ağustos	144,23	2,91	35,87	0,51	0,34	0,00	0,00	110,42	100
	Eylül	110,42	2,19	13,41	0,49	0,18	0,00	0,00	98,54	100
Toplam			200,23	100,19	14,39	1,04	0,00	0,00	22,77	100

Çizelge 7.11. İşletme çalışması detaylı çıktısı (devam)

2016	Ekim	98,54	3,61	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	100,44	100
	Kasım	100,44	4,87	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	104,82	--
	Aralık	104,82	5,92	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	110,03	--
	Ocak	110,03	15,85	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	124,98	--
	Şubat	124,98	22,62	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	145,89	--
	Mart	145,89	17,50	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	161,25	--
	Nisan	161,25	12,84	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	171,55	--
	Mayıs	171,55	36,00	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	204,11	100
	Haziran	204,11	20,05	7,72	1,83	0,16	0,03	0,00	214,43	100
	Temmuz	214,43	6,92	40,55	0,57	0,44	0,00	0,00	179,80	100
	Ağustos	179,80	2,64	35,87	0,51	0,40	0,00	0,00	145,66	100
	Eylül	145,66	1,67	13,41	0,49	0,22	0,00	0,00	133,22	100
Toplam			150,50	100,19	14,39	1,22	0,03	0,00	100,44	100
2017	Ekim	133,22	1,64	1,19	0,51	0,00	0,00	0,00	133,16	100
	Kasım	133,16	1,43	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	134,10	--
	Aralık	134,10	1,66	0,00	0,71	0,00	0,00	0,00	135,05	--
	Ocak	135,05	2,89	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	137,03	--
	Şubat	137,03	4,21	0,00	1,71	0,00	0,00	0,00	139,54	--
	Mart	139,54	11,54	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	148,93	--
	Nisan	148,93	12,64	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	159,03	--
	Mayıs	159,03	9,24	1,44	1,99	0,00	0,00	0,00	164,84	100
	Haziran	164,84	20,36	7,72	1,83	0,14	0,00	0,00	175,51	100
	Temmuz	175,51	4,36	40,55	0,57	0,37	0,00	0,00	138,37	100
	Ağustos	138,37	2,12	35,87	0,51	0,33	0,00	0,00	103,79	100
	Eylül	103,79	1,35	13,41	0,49	0,17	0,00	0,00	91,07	100
Toplam			73,45	100,19	14,39	1,02	0,00	0,00	91,07	100

Çizelge 7.12. İşletme çalışması özet çıktısı

ARAÇ BARAJI
TAM SULAMALI İŞLETME ÇELİŞMASI
(ÖZET)

Yıllık sulama diversiyonu	2921,62 m ³ /ha/yıl
Yıllık ortalama akım	127,21 hm ³ /yıl
CHS	14,39 hm ³
Yüzde regülasyon	90,07 %
Sulamaya verilen su	100,19 hm ³
Talvegten NSS ne olan yükseklik	94,90 m
Normal Hacim	214,43 hm ³
Normal Hacim Kotu	778,40 m
Minimum Hacim	13,92 hm ³
Minimum Hacim Kotu	716,85 m
Net Sulama Alanı	34292,00 ha
Bürüt Sulama Alanı	38102 ha
İşletme Periyodu	1985 -2017
Yıl Sayısı	33 Yıl

Yıl	Gelen Akım hm ³	Sulama Suyu hm ³	CHS Suyu hm ³	Buhar. hm ³	Savak hm ³	Sızma hm ³	Aysonu Hazne hm ³	Sulama Suyu Kar. Yüzdesi %	
1985	112,35	100,19	14,39	1,19	86,96	0,00	124,05	100	1
1986	129,22	100,19	14,39	1,21	7,35	0,00	125,11	100	2
1987	142,63	100,19	14,39	1,21	25,15	0,00	131,25	100	3
1988	155,40	100,19	14,39	1,22	35,02	0,00	132,86	100	4
1989	160,91	100,19	14,39	1,21	51,65	0,00	129,86	100	5
1990	144,72	100,19	14,39	1,20	31,11	0,00	127,69	100	6
1991	105,26	100,19	14,39	1,15	0,00	0,00	117,21	100	7
1992	124,72	100,19	14,39	1,18	0,00	0,00	117,85	100	8
1993	162,75	100,19	14,39	1,20	44,08	0,00	127,22	100	9
1994	44,14	100,19	14,39	0,85	0,00	0,00	57,77	100	10
1995	107,98	100,19	14,39	0,77	0,00	0,00	50,39	100	11
1996	94,75	100,19	14,39	0,66	0,00	0,00	29,91	100	12
1997	133,38	100,19	14,39	0,74	0,00	0,00	32,56	100	13
1998	193,50	100,19	14,39	1,16	0,00	0,00	53,41	100	14
1999	115,20	100,19	14,39	1,15	0,00	0,00	125,19	100	15
2000	181,37	100,19	14,39	1,20	63,71	0,00	127,07	100	16
2001	195,39	100,19	14,39	1,36	25,58	0,00	127,32	100	17
2002	127,30	100,19	14,39	1,23	55,06	0,00	137,38	100	18
2003	69,11	100,19	14,39	1,03	0,00	0,00	90,88	100	19
2004	209,06	100,19	14,39	1,21	52,49	0,00	90,72	100	20
2005	140,52	100,19	14,39	1,21	26,73	0,00	129,66	100	21
2006	82,87	100,19	14,39	1,05	0,00	0,00	96,89	100	22
2007	95,75	100,19	14,39	0,96	0,00	0,00	77,11	100	23
2008	79,11	100,19	14,39	0,74	0,00	0,00	40,90	100	24
2009	170,29	100,19	14,39	1,03	0,00	0,00	41,60	100	25
2010	106,75	100,19	14,39	0,99	0,00	0,00	86,76	100	26
2011	140,17	100,19	14,39	1,12	0,00	0,00	88,02	100	27
2012	124,45	100,19	14,39	1,17	0,00	0,00	111,69	100	28
2013	69,57	100,19	14,39	0,94	0,00	0,00	73,99	100	29
2014	55,04	100,19	14,39	0,52	0,00	0,00	13,92	100	30
2015	200,23	100,19	14,39	1,04	0,00	0,00	22,77	100	31
2016	150,50	100,19	14,39	1,22	0,03	0,00	100,44	100	32
2017	73,45	100,19	14,39	1,02	0,00	0,00	91,07	100	33

Ort.	127,21	100,19	14,39	1,06	15,30	0,00	13,92	100,00
------	--------	--------	-------	------	-------	------	-------	--------

(min.)

7.4. Baraj ve Sulama Şebekesi Maliyet Hesapları ve Elde Edilecek Fayda

Gözlenmiş ve ihtimalli akımlara göre yapılan işletme çalışmaları sonucunda, aynı aks yerinde değişik yüksekliklerde alternatif barajlar ve her alternatif baraj için farklı depolama hacmi, baraj dolgu miktarı, baraj ve sulama şebekesi maliyeti, sulama alanı ve sulama alanından elde edilecek tarımsal fayda bulunmuştur. Böylece, aynı aks yerinde gözlenmiş ve ihtimalli akımlara göre tasarlanan barajların karşılaştırılması sağlanmıştır.

7.4.1. Baraj dolgu hacminin hesaplanması ve maliyeti

Barajların tümü yeknesaklık olması açısından sadece sulama amaçlı olarak işletilmiş ve gövde tipleri Kil Çekirdekli Kaya Dolgu olarak tasarlanmıştır. Barajın memba ve mansap şevleri 1D:2Y olarak alınmıştır (Bkz. Resim 7.10).

İşletme çalışması sonucunda bulunan barajın normal su seviyesi kotu, taşkın hacmi ve dalga payı için barajın havza alanı büyüklüğüne bağlı olarak, 2,5 m ila 4 m arttırılarak barajın kret kotu bulunmuştur.

Barajın kret kotu tespit edildikten sonra, baraj gövdesinin çizimi ve dolgu hacmi miktarı için, 1/25000 ölçekli topografik haritalardan elde edilmiş Sayısal Arazi Modeli (DEM_Digital Elevation Model), ARCGIS programı ve Autocad Civil 3D yazılımından yararlanılmıştır. Örnek olarak, Akhasan Barajı'nın 1261 m kret kotunda Civil 3D yazılımından yararlanılarak hesaplanan kübaj miktarı Resim 7.14'de gösterilmiştir.

Proje firmalarından yapılan araştırmalar neticesinde, Kil Çekirdekli Kaya Dolgu gövde tipi için, 1 m³ dolgu miktarının 2019 yılı birim fiyatları ile ortalama 35 TL olduğu öğrenilmiştir. Böylece, baraj gövdesi için maliyet, m³ başına 35 TL alınarak hesaplanmıştır. Baraj maliyeti için, proje firmaları tarafından çalışılan “Kil Çekirdekli Kaya Dolgu” gövde tipindeki barajların toplam keşif bedelleri (kazı işleri, dolgu işleri, ölçüm aletleri, enjeksiyon, nakliye, vb.) dikkate alınarak, ortalama 1 m³ dolgu maliyeti elde edilmiştir. Böylece, tez kapsamında çalışılan barajların toplam dolgu hacmi ile 1 m³ dolgu maliyeti çarpılarak baraj maliyetleri hesaplanmıştır.

Yüksek basınçlı borulu sulama şebekesi maliyeti, 2019 yılı fiyatlarıyla hektar başına 3000 \$ alınarak hesaplanmıştır. Doların TL olarak bedeli 5,65 kabul edilmiştir. Bu şekilde

sulama şebekesi maliyeti sulama alanı ile hektar maliyetinin çarpılması sonucunda bulunmuştur [15]. Sulama şebekesi maliyeti için, proje firmaları tarafından çalışılan yüksek basınçlı borulu şebekelerin toplam keşif bedelleri (kazı işleri, imalat işleri, değişik çaplarda boru döşenmesi, boru özel parçalarının döşenmesi ve alın kaynağı yapılması, boru ve kum-çakıl nakliyesi, vb.) dikkate alınarak, ortalama 1 ha sulama sahası maliyeti elde edilmiştir.

7.4.2. Sulama faydası

Proje sahasından projeli koşullarda elde edilecek fayda (gelir), mevcut (kuru tarım) ve projeli (sulu tarıma geçildiği durum) koşullarda ekilen ürün desenine, ekiliş oranlarına, verimlerine ve başka birçok etmene bağlı olarak tarımsal ekonomistler tarafından tespit edilmektedir.

Filyos Havzasında planlama çalışmaları tamamlanmış barajlardan biri olan Araç Barajı'nın sulama sahasında hesaplanan net gelir artışı, tez çalışmasındaki faydaların hesaplanmasında kullanılmıştır. 2011 yılı birim fiyatları ile hazırlanan net gelir artışı kamu sabit sermaye yatırım ve dış para deflatörleri tarım sektörü katsayısı ile çarpılarak 2019 yılına getirilmiştir (2011-2019 deflatör katsayısı=2,255; $1/0,443540168459=2,255$) (Çizelge 7.13).

Dış para deflatör katsayıları, T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından her yıl yayınlanan ve değişik sektörlerdeki kamu yatırım harcamalarında ve faydalarının istenilen yıla çevrilmesinde kullanılan katsayılardır.

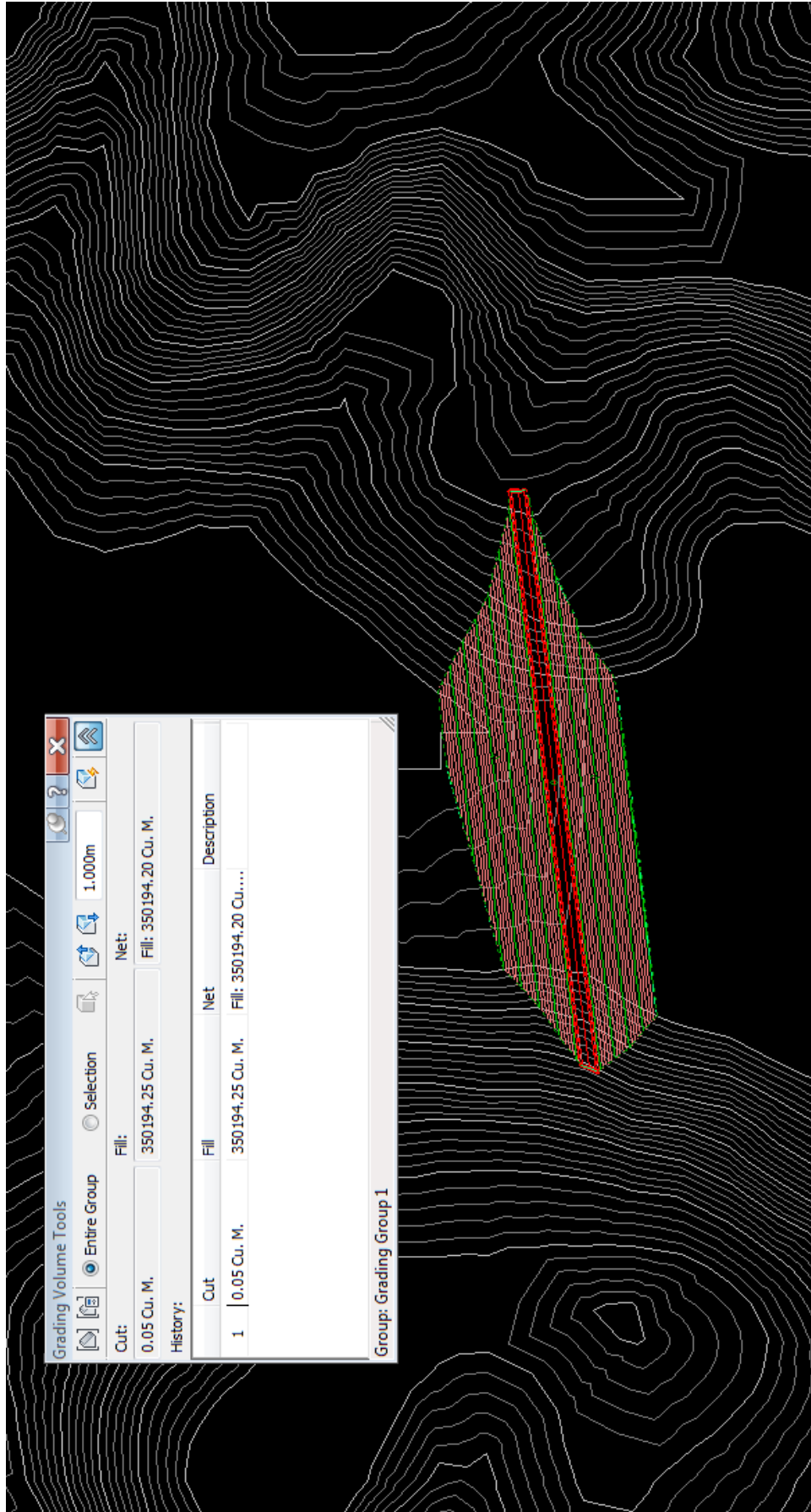
Araç Barajı Planlama Raporu'nda, net gelir artışı 2011 yılı birim fiyatları ile 417,82 TL/da'dır [19]. 2019 yılı için net gelir artışı, $417,82 \times 2,255 \times 10 = 9422$ TL/ha olarak bulunmuştur. Tez çalışmasında Filyos Havzası'nda çalışılan barajların sulama alanlarında, hektara fayda 9500 TL kabul edilmiştir.

7.4.3. Proje karakteristikleri

Tez çalışması kapsamında çalışılan barajların gözlenmiş ve ihtimalli akımlara göre yapılan işletme çalışmaları sonucunda tespit edilen karakteristikler (depolama hacmi, NSS, sulama alanı, vb), baraj dolgu hacmi, baraj ve sulama şebekesi maliyeti, sulamadan sağlanan

fayda, ihtimalli akımların gözlenmiş akımlara göre kıyaslanması ile ilgili elde edilen oranlar çizelge olarak; sulama faydası, toplam maliyet ve akım değerlerinin gözlenmiş ve ihtimalli durumlara göre karşılaştırılması ise grafik olarak aşağıda verilmiştir (Çizelge 7.14-Çizelge 7.23, Şekil 7.4-Şekil 7.13).

Grafiklerden görüleceği üzere, gelen akımlardaki azalma yüzdesi sulamadan elde edilen faydaya da aynı oranda etki etmektedir. Sadece, Gölköy ve Çele Barajlarında akım miktarlarındaki azalma yüzdesi, sulama faydasındaki azalma yüzdesinden daha fazladır. Bu durum, akımlardaki azalmanın sulama suyu ihtiyacı olan aylarda fazla olmadığı ile açıklanabilir.



Resim 7.14. Akhasan Barajı'nın Autocad Civil 3D ile kübaj hesaplanması

Çizelge 7.14. Akhasan Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	7,76	6,38	5,5	5,3	4,91
TALVEĞ (m)	1226,2	1226,2	1226,2	1226,2	1226,2
KRET KOTU (m)	1261	1258,5	1257	1256,5	1255,5
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	34,8	32,3	30,8	30,3	29,3
KRET UZUNLUĞU (m)	383	353,5	341	333	324
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	16,9	13,87	12,15	11,71	10,92
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	2053	1671	1450	1393	1287
NET SULAMA ALANI (ha)	1848	1504	1305	1254	1158
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	350.194	277.958	239.553	227.542	204.674
BARAJ MALİYETİ (TL)	12.256.790	9.728.530	8.384.355	7.963.970	7.163.590
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	31.323.600	25.492.800	22.119.750	21.255.300	19.628.100
TOPLAM MALİYET (TL)	43.580.390	35.221.330	30.504.105	29.219.270	26.791.690
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	17.556.000	14.288.000	12.397.500	11.913.000	11.001.000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		19%	29%	32%	37%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		19%	30%	33%	39%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		18%	29%	32%	37%

Çizelge 7.15. Aktaş Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	652,06	550,62	518,51	500,89	486,2
TALVEĞ (m)	321	321	321	321	321
KRET KOTU (m)	505	495,6	492	490,8	489
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	184	174,6	171	169,8	168
KRET UZUNLUĞU (m)	1683	1463	1402	1386	1356
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	2736,68 hm ³	2336,49 hm ³	2201,52 hm ³	2145,45 hm ³	2080,70 hm ³
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	216.586	183.119	172.577	166.857	161.978
NET SULAMA ALANI (ha)	194.927	164.807	155.319	150.171	145.780
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	20.481.375	17.748.565	16.748.380	16.423.907	15.945.312
BARAJ MALİYETİ (TL)	716.848.125	621.199.775	586.193.300	574.836.745	558.085.920
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	3.304.012.650	2.793.478.650	2.632.657.050	2.545.398.450	2.470.971.000
TOPLAM MALİYET (TL)	4.020.860.775	3.414.678.425	3.218.850.350	3.120.235.195	3.029.056.920
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	1.851.806.500	1.565.666.500	1.475.530.500	1.426.624.500	1.384.910.000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		15%	20%	23%	25%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		15%	20%	22%	25%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		16%	20%	23%	25%

Çizelge 7.16. Andıraz Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM ($\text{m}^3/\text{yıl}$)	585.933	494.633	474.706	438.766	436.655
TALVEĞ (m)	558	558	558	558	558
KRET KOTU (m)	710	699,5	697,6	694	693,7
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	152	141,5	139,6	136	135,7
KRET UZUNLUĞU (m)	549	516	512	505	504
DEPOLAMA HACMİ (m^3)	992.03	821.25	790.22	736,1	736,09
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	161.548	136.452	131.006	121.338	120.829
NET SULAMA ALANI (ha)	145.393	122.807	117.905	109.204	108.746
BARAJ DOLGU HACMİ (m^3)	13.147.402	10.771.087	10.384.569	9.665.268	9.610.867
BARAJ MALİYETİ (TL)	460.159.070	376.988.045	363.459.915	338.284.380	336.380.345
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	2.464.411.350	2.081.578.650	1.998.489.750	1.851.007.800	1.843.244.700
TOPLAM MALİYET (TL)	2.924.570.420	2.458.566.695	2.361.949.665	2.189.292.180	2.179.625.045
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	1.381.233.500	1.166.666.500	1.120.097.500	1.037.438.000	1.033.087.000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		16%	19%	25%	25%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		16%	19%	25%	25%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		16%	19%	25%	25%

Çizelge 7.17. Araç Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALLI AKIMLARLA	%70 İHTİMALLI AKIMLARLA	%80 İHTİMALLI AKIMLARLA	%90 İHTİMALLI AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	127,21	96,73	91,14	88,2	85,83
TALVEĞ (m)	683,5	683,5	683,5	683,5	683,5
KRET KOTU (m)	782,5	774	772	771	770
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	99	90,5	88,5	87,5	86,5
KRET UZUNLUĞU (m)	1510	1406	1384	1373	1360
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	214,43	165,7	156,95	152,76	149,86
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	38,102	28,979	27,276	26,459	25,683
NET SULAMA ALANI (ha)	34,292	26,081	24,548	23,813	23,115
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	10,099,001	7,385,648	6,832,591	6,567,591	6,310,137
BARAJ MALİYETİ (TL)	353.465.035	258.497.680	239.140.685	229.865.685	220.854.795
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	581.249.400	442.072.950	416.088.600	403.630.350	391.799.250
TOPLAM MALİYET (TL)	934.714.435	700.570.630	655.229.285	633.496.035	612.654.045
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	325.774.000	247.769.500	233.206.000	226.223.500	219.592.500
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		24%	28%	31%	33%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		25%	30%	32%	34%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		24%	28%	31%	33%

Çizelge 7.18. Çay Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	331,5	311,85	277,72	270,41	253,91
TALVEĞ (m)	145	145	145	145	145
KRET KOTU (m)	333,65	328,75	322	321	317
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	188,65	183,75	177	176	172
KRET UZUNLUĞU (m)	2836	2588	2205	2184	1932
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	2303,93	2141,00	1927,25	1888,92	1768,49
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	110,274	103,787	92,119	89,803	84,529
NET SULAMA ALANI (ha)	99,247	93,408	82,907	80,823	76,076
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	16.057.829	14.302.703	12.025.667	12.011.251	11.012.802
BARAJ MALİYETİ (TL)	562.024.015	500.594.605	420.898.345	420.393.785	385.448.070
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	1.682.236.650	1.583.265.600	1.405.273.650	1.369.949.850	1.289.488.200
TOPLAM MALİYET (TL)	2.244.260.665	2.083.860.205	1.826.171.995	1.790.343.635	1.674.936.270
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	942.846.500	887.376.000	787.616.500	767.818.500	722.722.000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		6%	16%	19%	23%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		7%	19%	20%	25%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		6%	16%	18%	23%

Çizelge 7.19. Çele Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALLI AKIMLARLA	%70 İHTİMALLI AKIMLARLA	%80 İHTİMALLI AKIMLARLA	%90 İHTİMALLI AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	8,19	7,16	6,79	6,62	6,18
TALVEĞ (m)	941	941	941	941	941
KRET KOTU (m)	992,5	988,5	987,6	987,5	987
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	51,5	47,5	46,6	46,5	46
KRET UZUNLUĞU (m)	299	272	265	264,5	261
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	7,95	6,62	6,26	6,19	6,06
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	1.611	1.449	1.377	1.344	1.249
NET SULAMA ALANI (ha)	1.450	1.304	1.239	1.210	1.124
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	637.222	508.530	482.467	479.632	465.642
BARAJ MALİYETİ (TL)	22.302.770	17.798.550	16.886.345	16.787.120	16.297.470
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	24.577.500	22.102.800	21.001.050	20.509.500	19.051.800
TOPLAM MALİYET (TL)	46.880.270	39.901.350	37.887.395	37.296.620	35.349.270
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	13.775.000	12.388.000	11.770.500	11.495.000	10.678.000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		10%	15%	17%	22%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		15%	19%	20%	25%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		13%	17%	19%	25%

Çizelge 7.20. Gölköy Barajı proje karakteristikleri

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	77.703	71.487	69.079	65.863	60.672
TALVEĞ (m)	758	758	758	758	758
KRET KOTU (m)	780	780	780	780	780
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	22	22	22	22	22
KRET UZUNLUĞU (m)	224	224	224	224	224
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	24,07	24,07	24,07	24,07	24,07
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	4.674	4.487	4.292	4.049	3.736
NET SULAMA ALANI (ha)	4.207	4.038	3.863	3.644	3.363
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	268.815	268.815	268.815	268.815	268.815
BARAJ MALİYETİ (TL)	9.408.525	9.408.525	9.408.525	9.408.525	9.408.525
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	71.308.650	68.444.100	65.477.850	61.765.800	57.002.850
TOPLAM MALİYET (TL)	80.717.175	77.852.625	74.886.375	71.174.325	66.411.375
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	39.966.500	38.361.000	36.698.500	34.618.000	31.948.500
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		4%	8%	13%	20%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		4%	7%	12%	18%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		8%	11%	15%	22%

Çizelge 7.21. Hacılar Barajı proje karakteristikleri

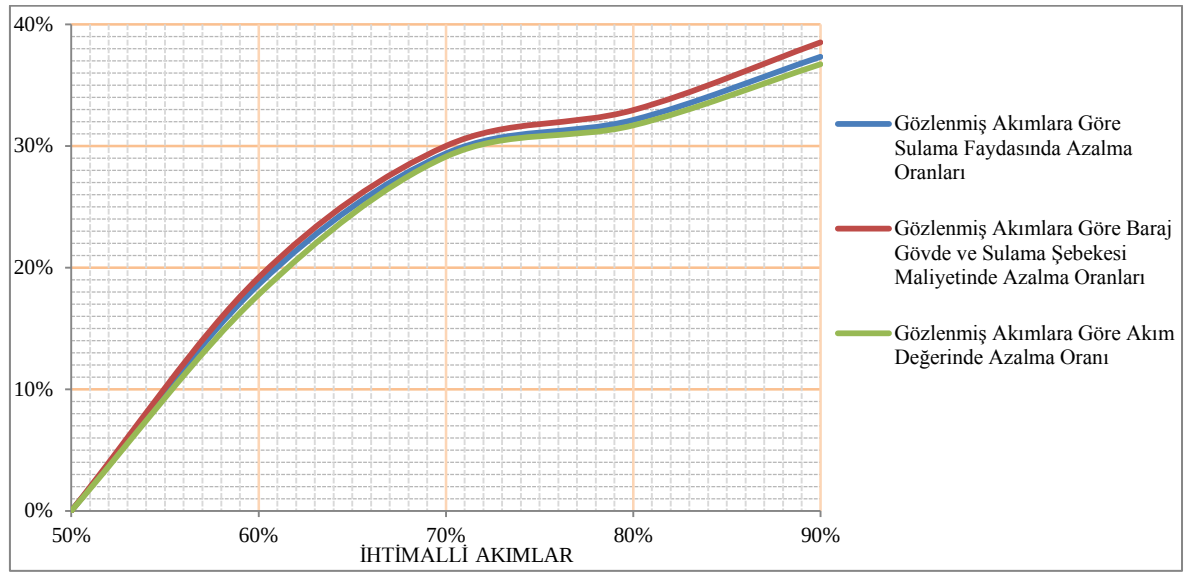
	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM ($\text{hm}^3/\text{yıl}$)	16,39	12,16	11,41	10,88	9,26
TALVEĞ (m)	1212	1212	1212	1212	1212
KRET KOTU (m)	1272,4	1267,2	1266,15	1265,6	1263,55
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	60,4	55,2	54,15	53,6	51,55
KRET UZUNLUĞU (m)	350	325	320	317	307
DEPOLAMA HACMİ (hm^3)	27,14	20,59	19,26	18,59	16,01
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	4,213	3,128	2,927	2,799	2,379
NET SULAMA ALANI (ha)	3,792	2,815	2,634	2,519	2,141
BARAJ DOLGU HACMİ (m^3)	1.063.295	826.801	783.591	761.546	682.880
BARAJ MALİYETİ (TL)	37.215.325	28.938.035	27.425.685	26.654.124	23.900.800
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	64.274.400	47.714.250	44.646.300	42.697.050	36.288.933
TOPLAM MALİYET (TL)	101.489.725	76.652.285	72.071.985	69.351.174	60.189.733
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	36.024.000	26.742.500	25.023.000	23.930.500	20.338.930
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		26%	31%	34%	44%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		24%	29%	32%	41%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		26%	30%	34%	44%

Çizelge 7.22. Köprübaşı Barajı proje karakteristikleri

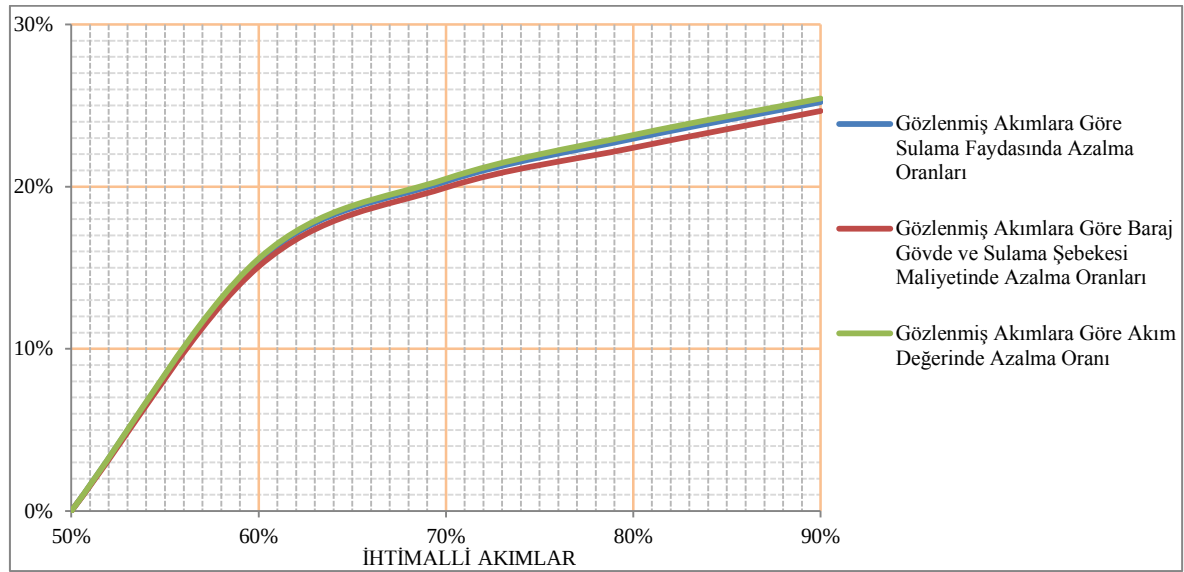
	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	455,31	419,93	384,12	381,32	356,3
TALVEĞ (m)	343	343	343	343	343
KRET KOTU (m)	501,7	496,5	491	490	486,2
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	158,7	153,5	148	147	143,2
KRET UZUNLUĞU (m)	1234	1206	1173	1142	1118
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	629,01	574,75	522,14	512,54	478,13
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	113,209	104,907	95,407	94,748	89,160
NET SULAMA ALANI (ha)	101,888	94,416	85,866	85,273	80,244
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	8,663,548	7,648,568	6,676,057	6,510,029	5,907,722
BARAJ MALİYETİ (TL)	303,224,180	267,699,880	233,661,995	227,851,015	206,770,270
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	1,727,001,600	1,600,351,200	1,455,428,700	1,445,377,350	1,360,135,800
TOPLAM MALİYET (TL)	2,030,225,780	1,868,051,080	1,689,090,695	1,673,228,365	1,566,906,070
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	967,936,000	896,952,000	815,727,000	810,093,500	762,318,000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		7%	16%	16%	21%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		8%	17%	18%	23%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		8%	16%	16%	22%

Çizelge 7.23. Tekke Barajı proje karakteristikleri

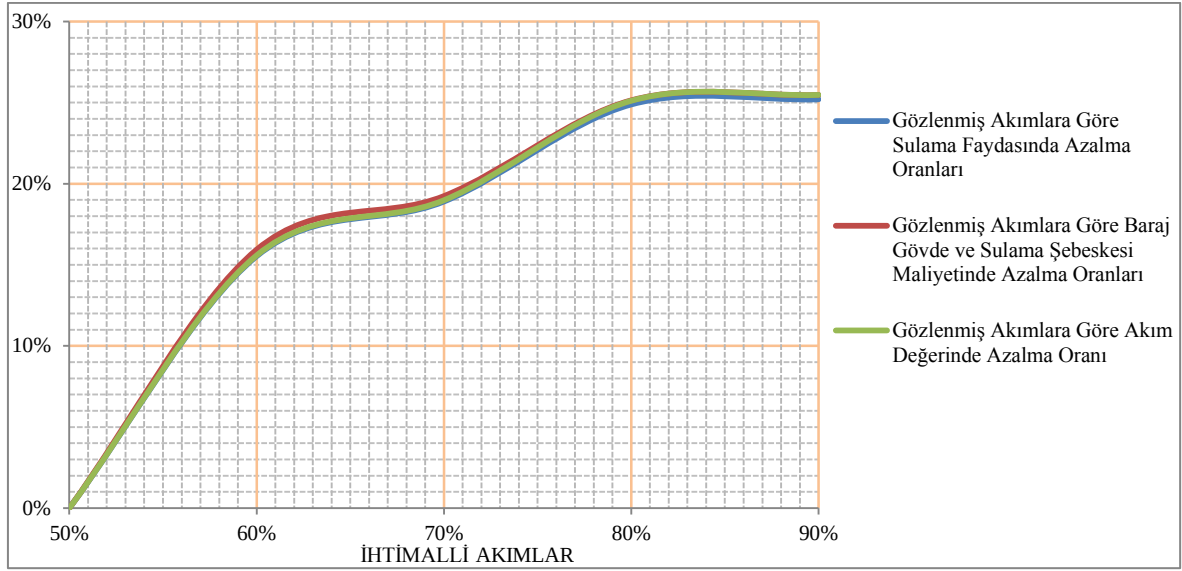
	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
YILLIK ORTALAMA AKIM (hm ³ /yıl)	62,18	53,67	47,08	45,06	37,71
TAL VEG (m)	1240	1240	1240	1240	1240
KRET KOTU (m)	1336	1331	1326,9	1325,7	1320,7
BARAJ YÜKSEKLİĞİ (m)	96	91	86,9	85,7	80,7
KRET UZUNLUĞU (m)	543	523	504	497,5	472
DEPOLAMA HACMİ (hm ³)	114,44	98,68	87,04	83,66	70,84
BRÜT SULAMA ALANI (ha)	19,232	16,547	14,534	13,928	11,631
NET SULAMA ALANI (ha)	17,309	14,892	13,081	12,535	10,468
BARAJ DOLGU HACMİ (m ³)	5.118.677	4.490.270	4.012.237	3.878.475	3.350.427
BARAJ MALİYETİ (TL)	179.153.695	157.159.450	140.428.295	135.746.625	117.264.945
SULAMA ŞEBEKESİ MALİYETİ (TL)	293.387.550	252.419.400	221.722.950	212.468.250	177.432.600
TOPLAM MALİYET (TL)	472.541.245	409.578.850	362.151.245	348.214.875	294.697.545
SULAMADAN SAĞLANAN FAYDA (TL)	164.435.500	141.474.000	124.269.500	119.082.500	99.446.000
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		14%	24%	28%	40%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		13%	23%	26%	38%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		14%	24%	28%	39%



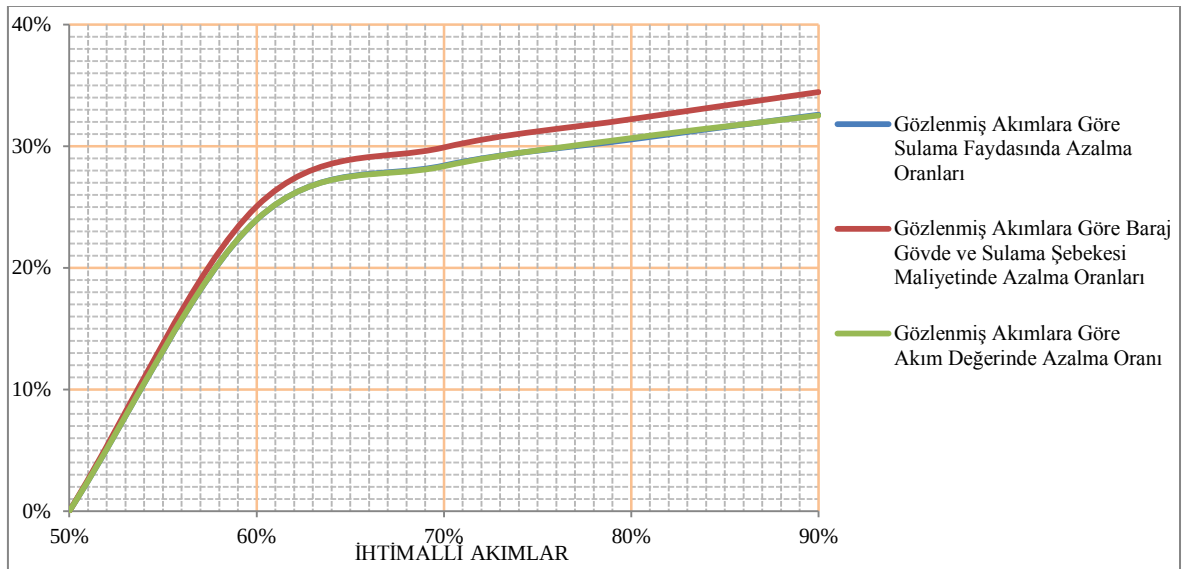
Şekil 7.4. Akhasan Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



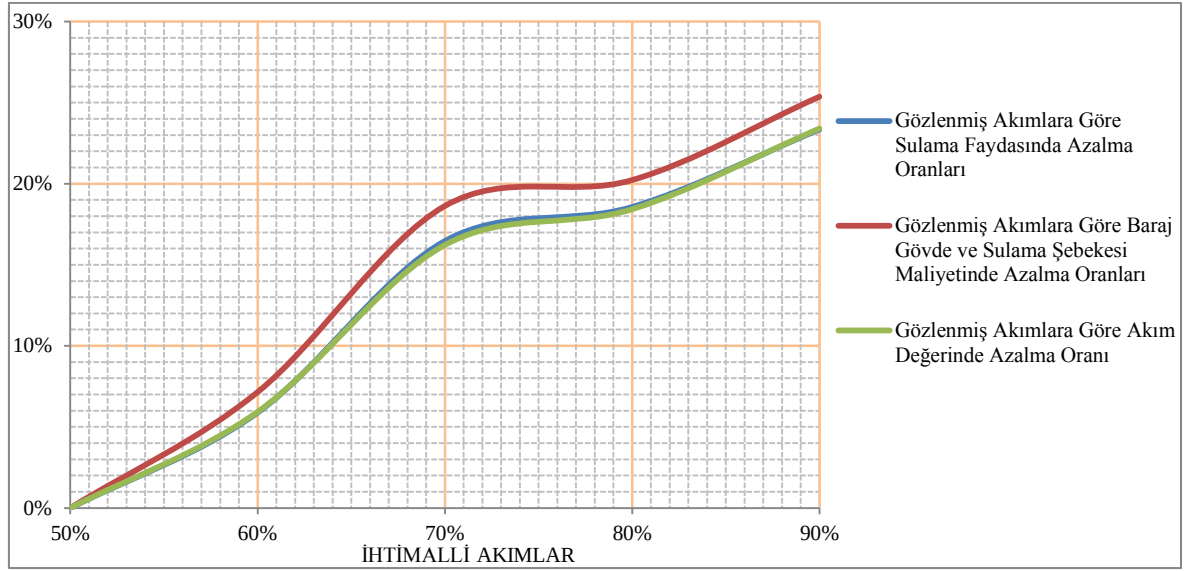
Şekil 7.5. Aktaş Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



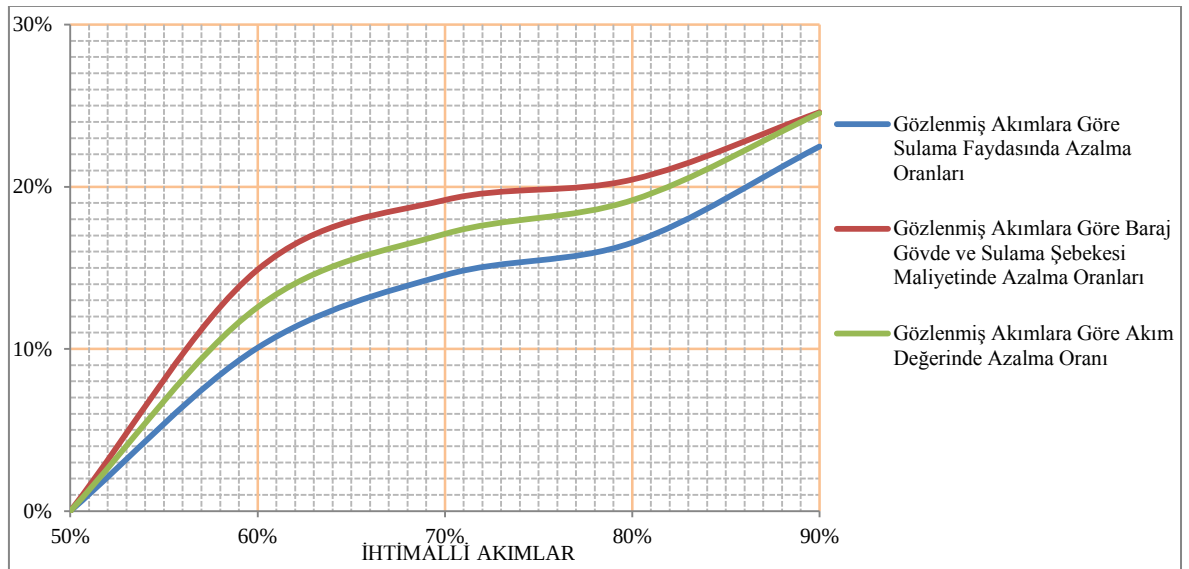
Şekil 7.6. Andıraz Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



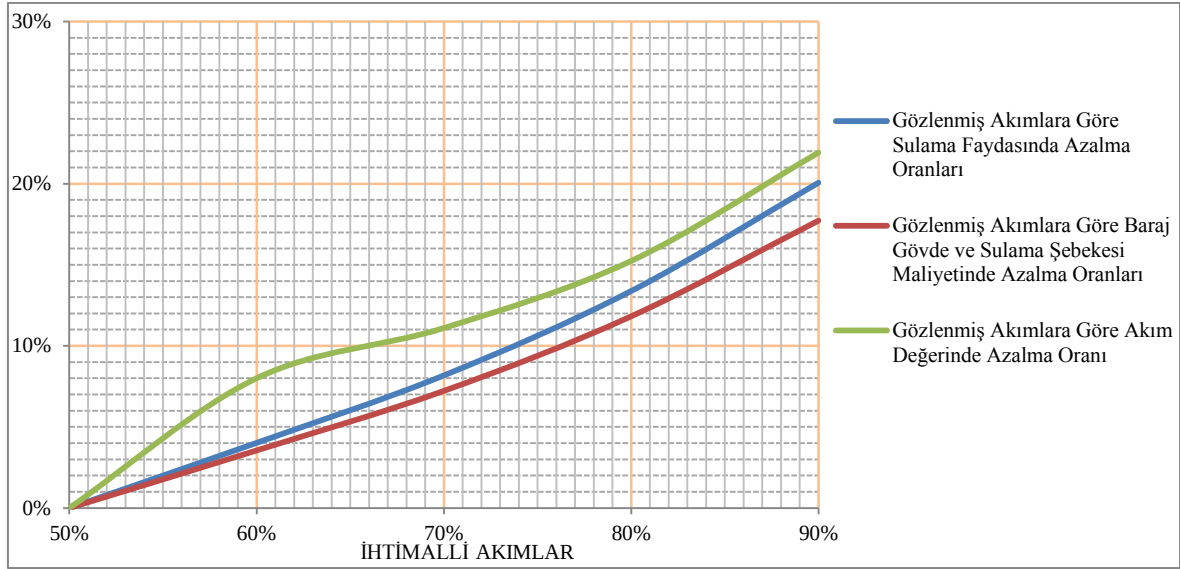
Şekil 7.7. Araç Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



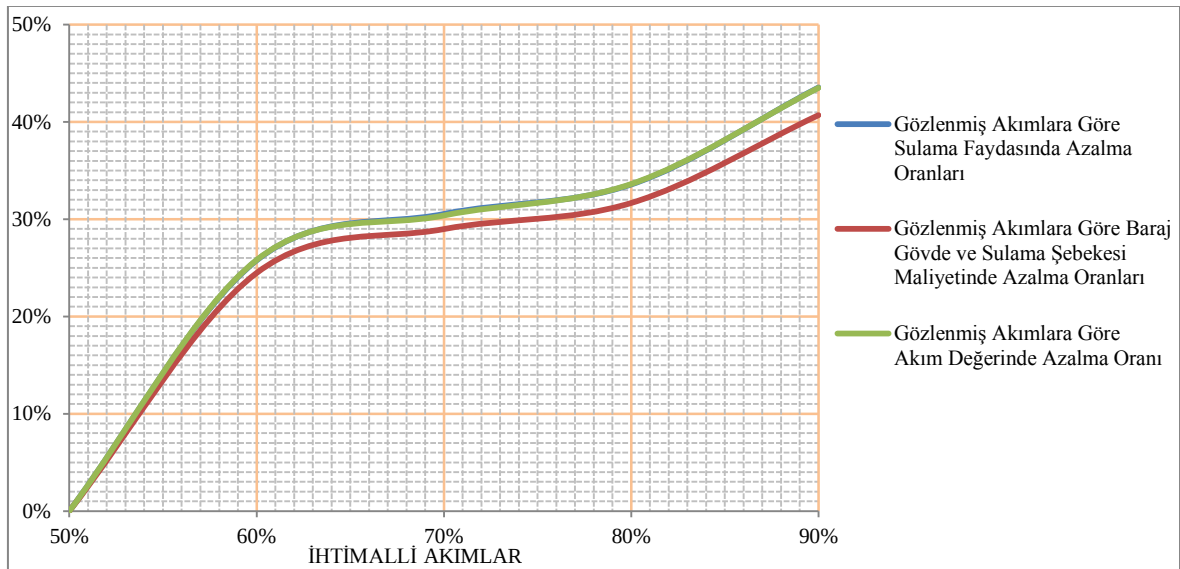
Şekil 7.8. Çay Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



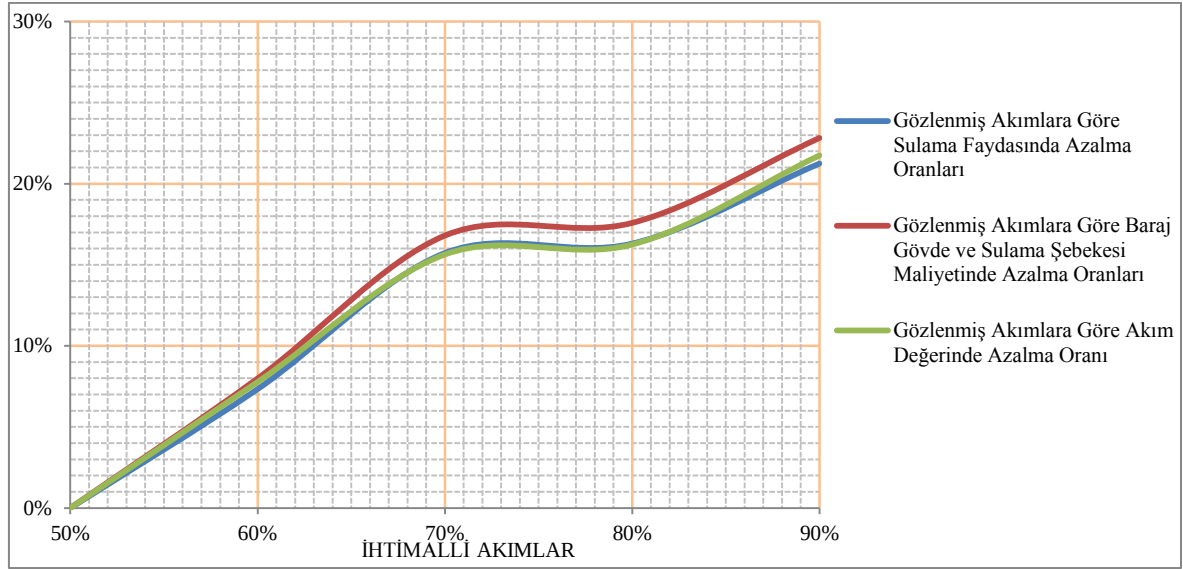
Şekil 7.9. Çele Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



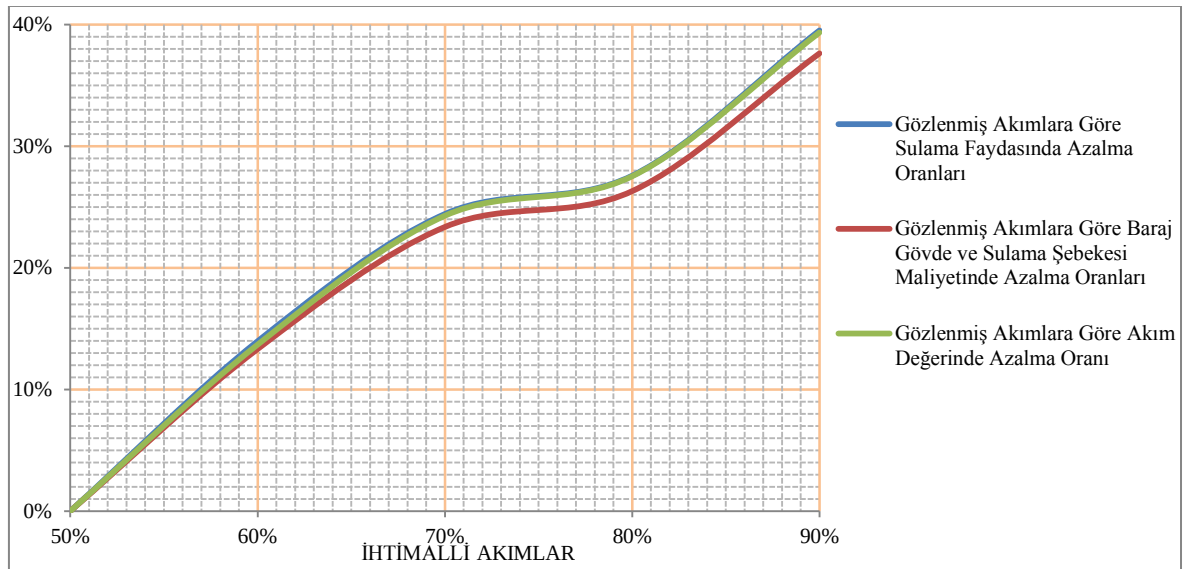
Şekil 7.10. Gölköy Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



Şekil 7.11. Hacılar Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



Şekil 7.12. Köprübaşı Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması



Şekil 7.13. Tekke Barajı akımlara göre fayda-maliyet-akım kıyaslanması

8. DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Tez çalışmasına konu olan Batı Karadeniz Havzası'nda, en yoğun tarım alanı Filyos Alt Havzası'dır. Bu çalışma ile Filyos Havzası'nda gözlenmiş ve değişik ihtimalli akımların baraj tasarımına, baraj ve sulama şebekesi maliyetine ve tarım arazilerinden elde edilecek sulama faydasına etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, baraj tasarımında seçilecek su temin değerlerinin hem elde edilecek gelir hem de baraj ve sulama şebekesi maliyetindeki değişim yüzdeleri görülmüştür.

Su temin değerlerinin yanlış hesaplanması, seçilmesi veya küresel ısınmanın gelecekte yaratacağı etkilerin dikkate alınmaması, barajın gereğinden büyük veya küçük yapılmasına neden olmaktadır. Su temin değerlerinin olduğundan daha az alınması durumunda, baraj olması gerekenden daha küçük olacak, daha az su depolayacak, dolayısıyla amacına bağlı olarak içme suyuna ve tarım alanların sulanmasına daha az su ayrılacak veya enerji üretimi azalacaktır.

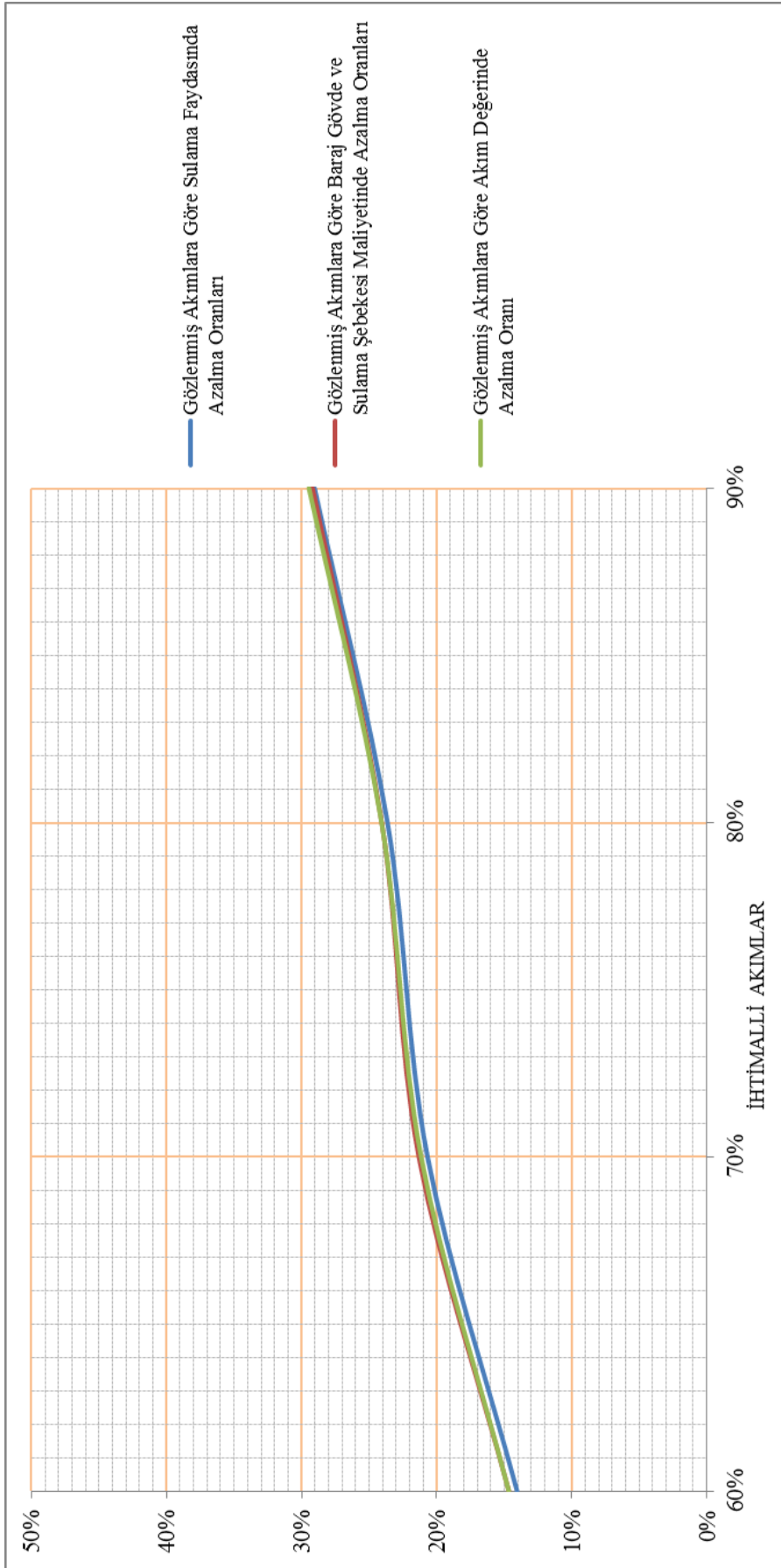
Barajın olması gerekenden daha küçük yapılması durumunda, gelen akımlar depolanmadan baraj dolusavağından atılacaktır. Böyle barajlarda dolusavak sürekli olarak çalışarak, zaten kısıtlı olan tatlı su kaynaklarımız denizlere karışacaktır.

Su temin değerlerinin olduğundan daha fazla alınması durumunda, baraj olması gerekenden daha büyük olacak ve dolmayacaktır. Dolayısıyla, baraj ve sulama şebekesi maliyeti gereksiz şekilde artmış olacak ve milli gelir zayi olacaktır.

Filyos alt havzasında çalışılan on barajın gözlenmiş ve ihtimalli akımlara göre tasarlanması durumlarında; gelen akımlar, sulamadan elde edilen faydalar ve toplam maliyetler arasındaki değişim yüzdeleri grafik olarak ayrı ayrı çizimiştir (Bkz. Grafik 7.4 - Grafik 7.13). Çalışılan barajların gözlenmiş ve ihtimalli akımları arasındaki değişimlerin havza bazında ortalaması alınarak Çizelge 8.1 ve Şekil 8.1'de verilmiştir.

Çizelge 8.1. Havzada ihtimalli akımların gözlenmiş akımlara göre kıyaslanması

	GÖZLENMİŞ AKIMLARLA	%60 İHTİMALİ AKIMLARLA	%70 İHTİMALİ AKIMLARLA	%80 İHTİMALİ AKIMLARLA	%90 İHTİMALİ AKIMLARLA
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE SULAMA FAYDASINDAKİ AZALMA ORANI		14%	21%	24%	29%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE MALİYET AZALIŞ ORANI		15%	21%	24%	29%
GÖZLENMİŞ AKIMLARA GÖRE AKIMDAKİ AZALMA ORANI		15%	21%	24%	29%



Şekil 8.1. Havzada gözlenmiş akımlara göre ihtimalli akımların kıyaslanması

Çizelge 8.1 ve Şekil 8.1’den görüldüğü üzere, ihtimalli akımların gözlenmiş akım değerlerine göre yaklaşık %15 ila %30 oranları arasında azaldığı görülmüştür. Bu oranlar, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile sulama faydasına da yaklaşık aynı oranda tesir etmektedir.

Tez çalışması kapsamında çalışılan barajlar için, üzerlerinde bulundukları akarsuların baraj aks yerinde, yaklaşık 15-16 yıllık 2 veya 3 periyot halinde yıllık ortalama akımlarının ortalaması dikkate alınarak, küresel ısınmanın etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır (Çizelge 8.2). Tablodan görüleceği üzere, Akhasan Deresi’nin baraj aks yerinde 1969-2017 arasında 49 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $7,76 \text{ hm}^3$ iken, 1969-1984 yılları arasındaki ilk periyotta $9,254 \text{ hm}^3$, 1985-2000 yılları arasındaki ikinci periyotta $7,531 \text{ hm}^3$ ve 2001-2017 yılları arasındaki üçüncü ve son periyotta $6,567 \text{ hm}^3$ olmaktadır. Akhasan Deresi’nin sularının ilk periyottaki akımlarının ortalaması ikinci periyoda göre %19, ikinci periyottaki akımlarının ortalaması üçüncü periyoda göre %13 azalmıştır. Küresel ısınmanın bir sonucu olan bu durum havzadaki diğer barajların üzerlerinde bulunduğu akarsularda da gözlenmiştir.

Çizelge 8.2. Gözlenmiş akım verilerinin periyotlar halinde incelenmesi

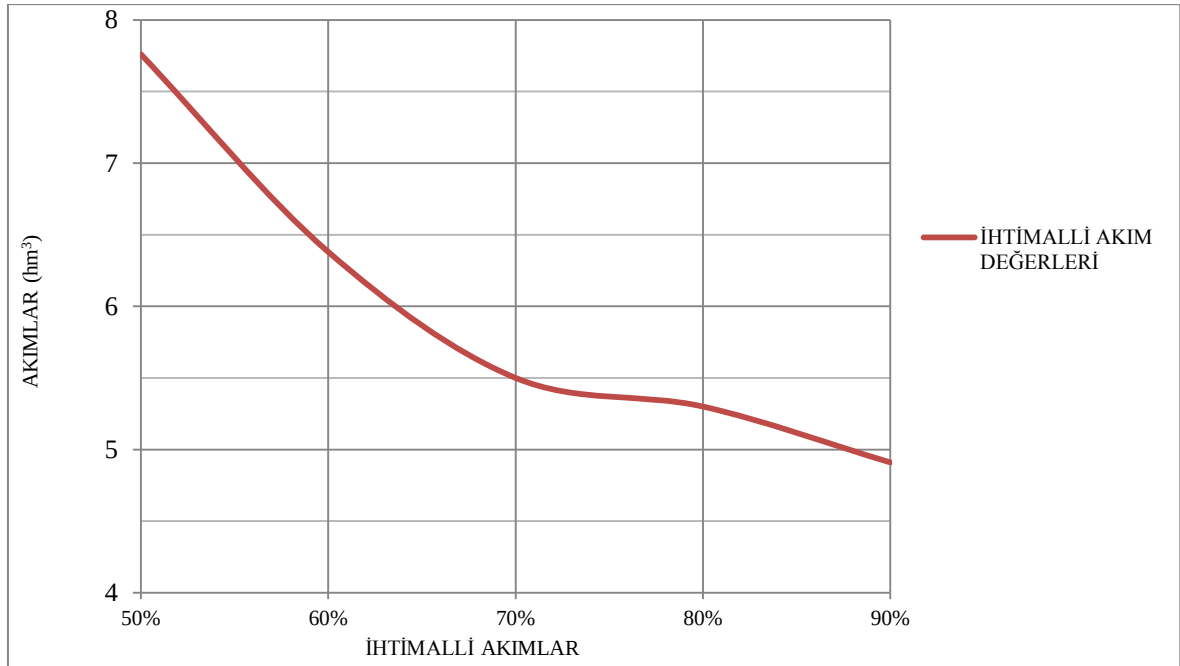
No	Baraj Adı	Akarsu Adı	Gözlenmiş Akım Yıl Sayısı	Yıllık Ortalama (hm^3)	Gözlenmiş Akım Periyotları (yıl)	Yıllık Ortalama (hm^3)	Akımlarda Azalma Oranı (%)
1	AKHASAN BARAJI	Akhasan Deresi	(1969-2017) 49 yıl	7,759	(1969-1984) 16 yıl	9,254	
					(1985-2000) 16 yıl	7,531	19%
					(2001-2017) 17 yıl	6,567	13%
2	AKTAŞ BARAJI	Soğanlı Çayı	(1969-2017) 49 yıl	652,06	(1969-1984) 16 yıl	759,996	
					(1985-2000) 16 yıl	674,872	11%
					(2001-2017) 17 yıl	529,005	22%
3	ANDIRAZ BARAJI	Akçay	(1969-2017) 49 yıl	585,93	(1969-1984) 16 yıl	674,424	
					(1985-2000) 16 yıl	602,139	11%
					(2001-2017) 17 yıl	487,395	19%
4	ARAÇ BARAJI	İlgaz Çayı	(1985-2017) 33 yıl	127,21	(1985-2000) 16 yıl	131,767	
					(2001-2017) 17 yıl	122,916	7%
5	ÇAY BARAJI	Bolu Çayı	(1982-2017) 36 yıl	331,50	(1982-1999) 18 yıl	428,716	
					(2000-2017) 18 yıl	234,292	45%
6	ÇELE BARAJI	Hızır Deresi	(1967-2017) 51 yıl	8,19	(1967-1983) 17 yıl	9,214	
					(1984-1999) 16 yıl	8,792	5%
					(2000-2017) 18 yıl	6,692	24%
7	GÖLKÖY BARAJI	Büyüksu + Mudurnu Deresi	(1963-2017) 55 yıl	77,70	(1963-1981) 19 yıl	84,870	
					(1982-1999) 18 yıl	82,135	3%
					(2000-2017) 18 yıl	65,704	20%
8	HACILAR BARAJI	Hacılar Deresi	(1972-2017) 46 yıl	16,39	(1972-1986) 15 yıl	20,903	
					(1987-2001) 15 yıl	15,223	27%
					(2002-2017) 16 yıl	13,253	13%
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	Bolu Çayı	(1982-2017) 36 yıl	455,31	(1982-1999) 18 yıl	523,567	
					(2000-2017) 18 yıl	387,055	26%
10	TEKKE BARAJI	Ulus Deresi	(1976-2017) 42 yıl	62,18	(1976-1996) 21 yıl	65,677	
					(1997-2017) 21 yıl	58,681	11%

Filyos Havzası bazında, iklim değışikliklerinin gözlenmiş akımlar ve gözlenmiş akımlara göre tasarlanan barajların maliyet oranı ile tarım sektöründen elde edilecek fayda oranının hayata geçmesi durumunu değerlendirmek amacıyla, sanayileşme ve nüfus artışının hız kazandığı 2000 yılı ve sonrasındaki akımların ortalaması alınarak, bu akımın karşılık geldiği ihtimalli akımlar tespit edilmiştir (Çizelge 8.3).

Tablodan görüleceği üzere, Akhasan Deresi'nin baraj aks yerinde 1969-2017 arasında 49 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması 7,76 hm³ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması 6,93 hm³ olmaktadır. Akhasan Deresi üzerindeki Akhasan Barajı'nın, 49 yıllık gözlenmiş akımlara veya 2000 yılı sonrası akımlara göre tasarlanması durumunda akımlar arasında %11 fark oluşmaktadır. Akım miktarındaki %11'lik azalma, baraj aks yerindeki %56 ihtimalli akım mertebesindedir (Şekil 8.2). Akım miktarındaki %11'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyetinde yaklaşık %12, tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %11 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.4). Barajın gözlenmiş akımlara göre tasarlanması ve beklenen akımın olası iklim değışiklikleri sonucunda gelmemesi durumunda, tarım sahalarından elde edilmesi beklenen yıllık faydanın yaklaşık %11 daha az olması muhtemel olup, toplam maliyetin de yaklaşık %12 daha düşüğe mal edilebilme durumu gözden kaçırılmış olacaktır.

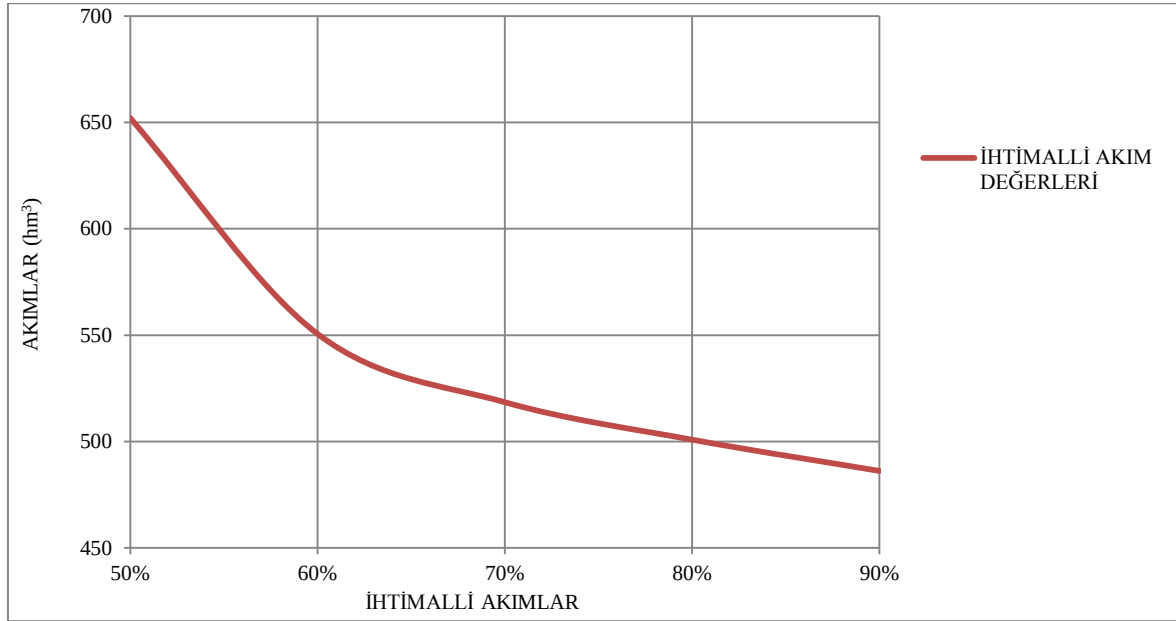
Çizelge 8.3. 2000 yılı sonrası gözlenmiş akım verilerinin incelenmesi

No	Baraj Adı	Akarsu Adı	Gözlenmiş Akım Yıl Sayısı	Yıllık Ortalama (hm ³)	2000 Yılı ve Sonrası Gözlenmiş Akım Yıl Sayısı	2000 Yılı ve Sonrası Yıllık Ortalama Akım (hm ³)	2000 Yılı ve Sonrası Akımlarda Azalma Oranı (%)
1	AKHASAN BARAJI	Akhasan Deresi	(1969-2017) 49 yıl	7,759	(2000-2017) 18 yıl	6,930	11%
2	AKTAŞ BARAJI	Soğanlı Çayı	(1969-2017) 49 yıl	652,06	(2000-2017) 18 yıl	554,284	15%
3	ANDIRAZ BARAJI	Akçay	(1969-2017) 49 yıl	585,93	(2000-2017) 18 yıl	509,039	13%
4	ARAÇ BARAJI	İlgaz Çayı	(1985-2017) 33 yıl	127,21	(2000-2017) 18 yıl	126,164	1%
5	ÇAY BARAJI	Bolu Çayı	(1982-2017) 36 yıl	331,50	(2000-2017) 18 yıl	234,292	29%
6	ÇELE BARAJI	Hızır Deresi	(1967-2017) 51 yıl	8,19	(2000-2017) 18 yıl	6,692	18%
7	GÖLKÖY BARAJI	Büyüksu + Mudurnu Deresi	(1963-2017) 55 yıl	77,70	(2000-2017) 18 yıl	65,704	15%
8	HACILAR BARAJI	Hacılar Deresi	(1972-2017) 46 yıl	16,39	(2000-2017) 18 yıl	13,481	18%
9	KÖPRÜBAŞI BARAJI	Bolu Çayı	(1982-2017) 36 yıl	455,31	(2000-2017) 18 yıl	387,055	15%
10	TEKKE BARAJI	Ulus Deresi	(1976-2017) 42 yıl	62,18	(2000-2017) 18 yıl	57,636	7%
						Ortalama	14%



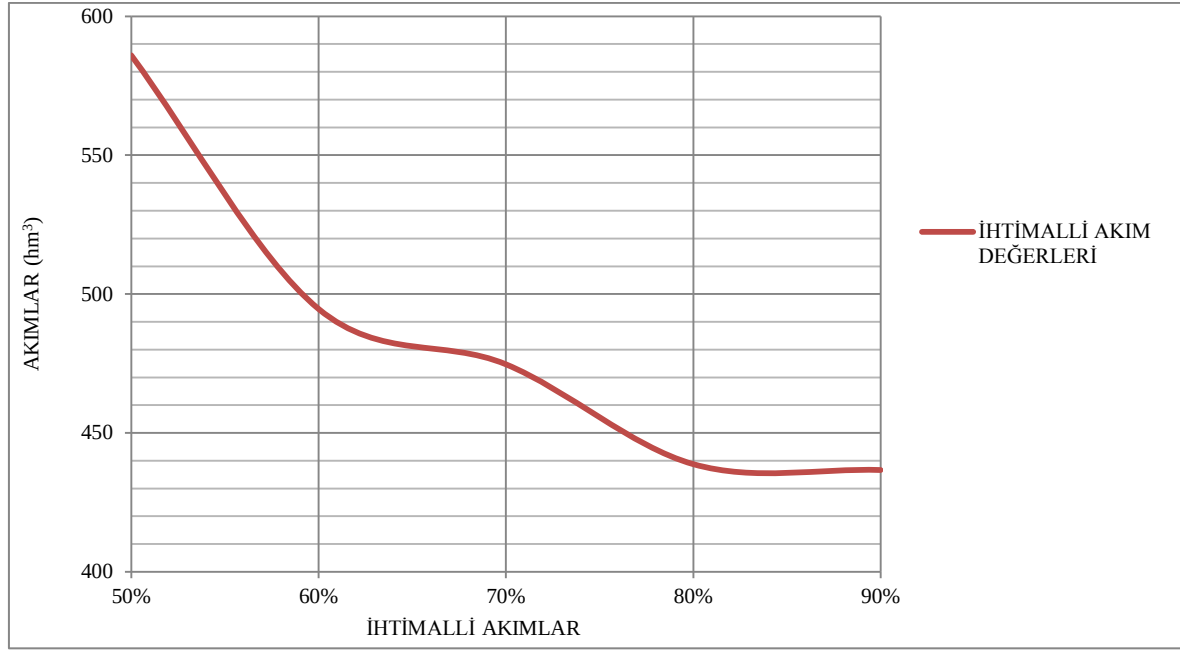
Şekil 8.2. Akhasan Barajı ihtimalli akım değerleri

Soğanlı Çayı üzerindeki Aktaş Baraj aks yerinde 1969-2017 arasında 49 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $652,06 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $554,284 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %15 fark oluşmaktadır. Bu akım %60 ihtimalli akım mertebesindedir (Şekil 8.3). Akım miktarındaki %15'lik azalma, aynı zamanda baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %15 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.5).



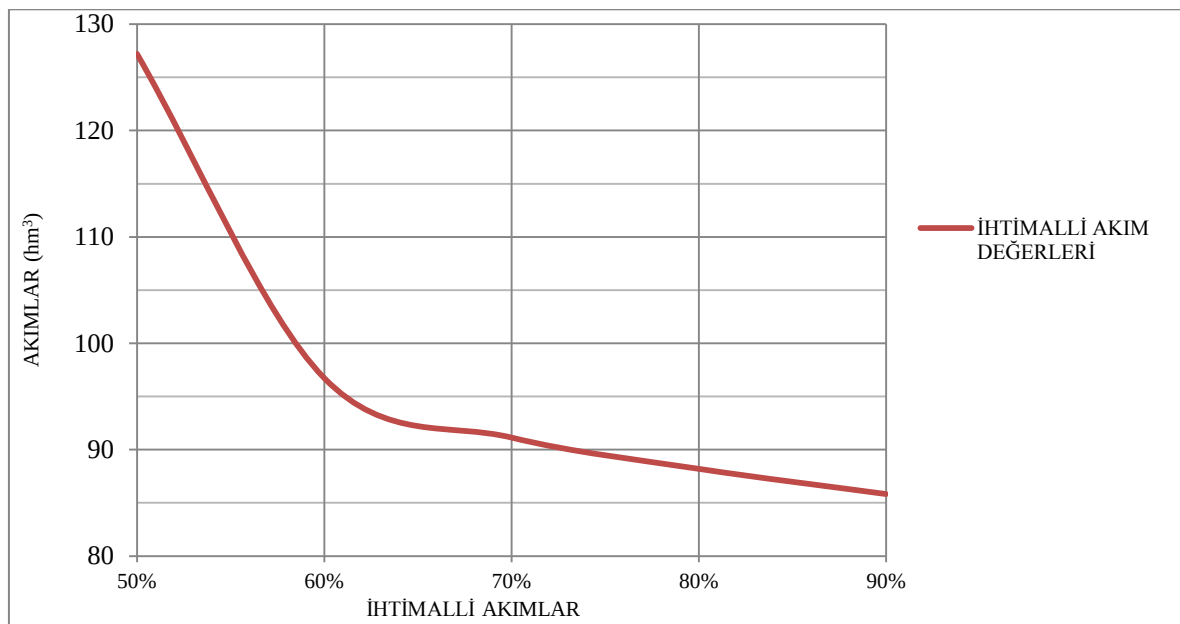
Şekil 8.3. Aktaş Barajı ihtimalli akım değerleri

Akçay üzerindeki Andıraz Baraj aks yerinde 1969-2017 arasında 49 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $585,93 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $509,039 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %13 fark oluşmaktadır. Bu akım %58 ihtimalli akım mertebesindedir (Şekil 8.4). Akım miktarındaki %13'lik azalma, aynı zamanda baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %13 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.6).



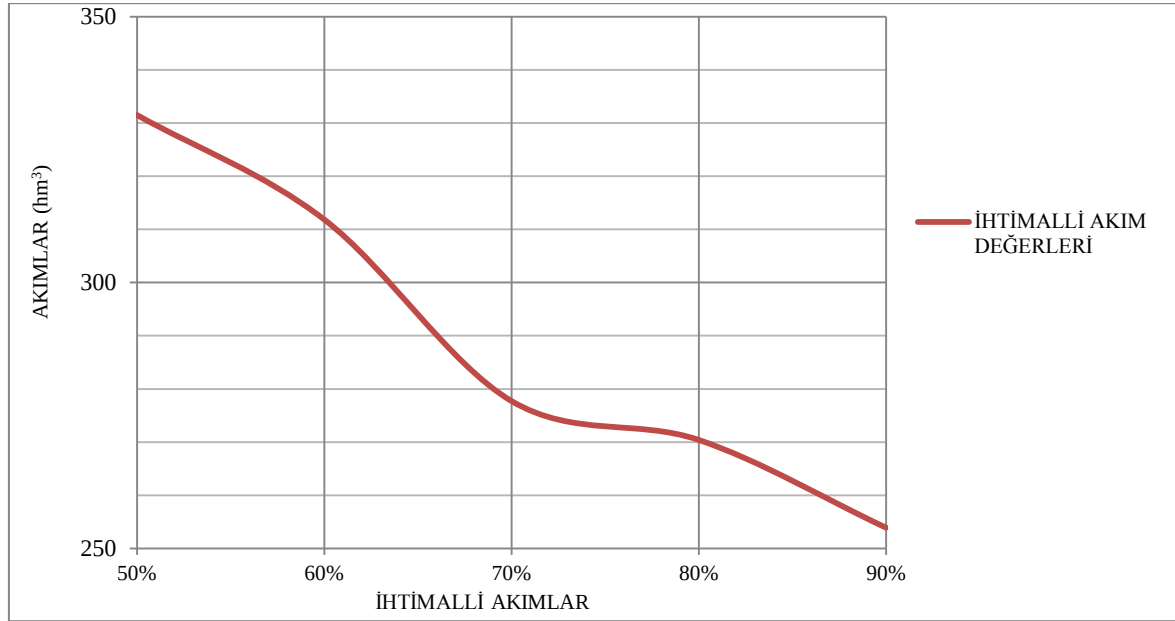
Şekil 8.4. Andıraz Barajı ihtimalli akım değerleri

İlgaz Çayı üzerindeki Araç Barajı aks yerinde 1985-2017 arasında 33 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması 127,21 hm³ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması 126,164 hm³ olup, akımlar arasında %1 fark oluşmaktadır. Bu akım %50,5 ihtimalli akım mertebesinde (Şekil 8.5). Akım miktarındaki %1'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %1 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.7).



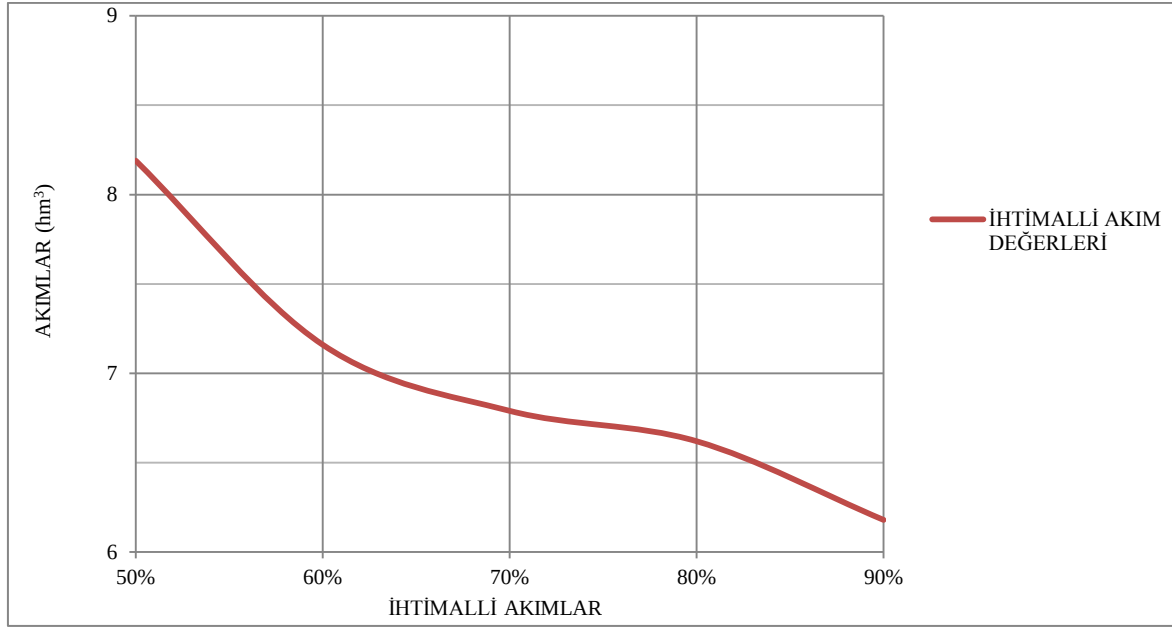
Şekil 8.5. Araç Barajı ihtimalli akım değerleri

Bolu Çayı üzerindeki Çay Barajı aks yerinde 1982-2017 arasında 36 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $331,50 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $234,292 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %29 fark oluşmaktadır. Bu akımın ihtimal değeri %90 ihtimalin üzerindedir (Şekil 8.6). Akım miktarındaki %29'luk azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyetinde yaklaşık %31, tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %29 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.8).



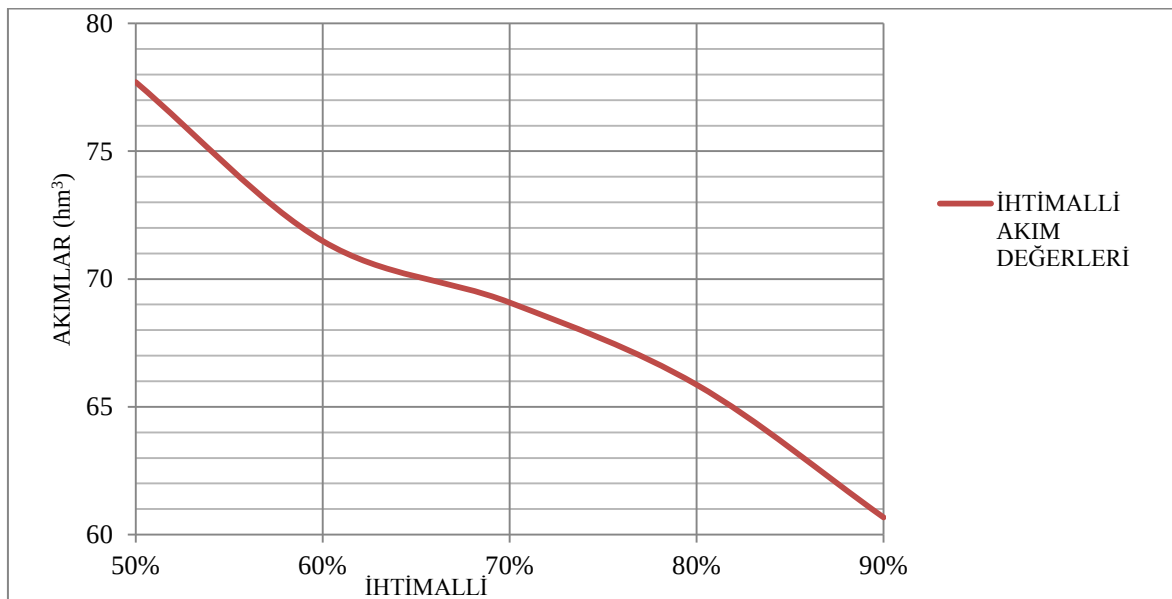
Şekil 8.6. Çay Barajı ihtimalli akım değerleri

Hızır Deresi üzerindeki Çele Barajı aks yerinde 1967-2017 arasında 51 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $8,19 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $6,692 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %18 fark oluşmaktadır. Bu akım yaklaşık %75 ihtimalli akım mertebesinde (Şekil 8.7). Akım miktarındaki %18'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyetinde yaklaşık %20, tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %16 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.9).



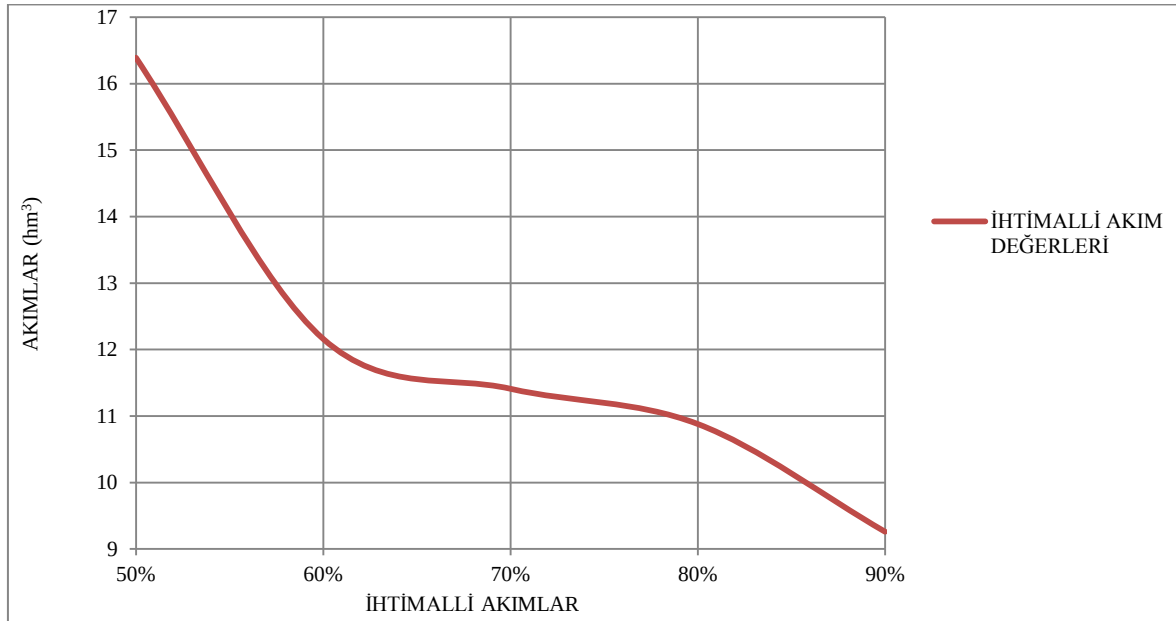
Şekil 8.7. Çele Barajı ihtimalli akım değerleri

Büyüksu ve Mudurnu Derelerinden yapılan derivasyonla dolan Gököy Baraj aks yerinde 1963-2017 arasında 55 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $77,70 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $65,704 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %15 fark oluşmaktadır. Bu akım yaklaşık %80 ihtimalli akım mertebesindedir (Şekil 8.8). Akım miktarındaki %15'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyetinde yaklaşık %12, tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %13 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.10).



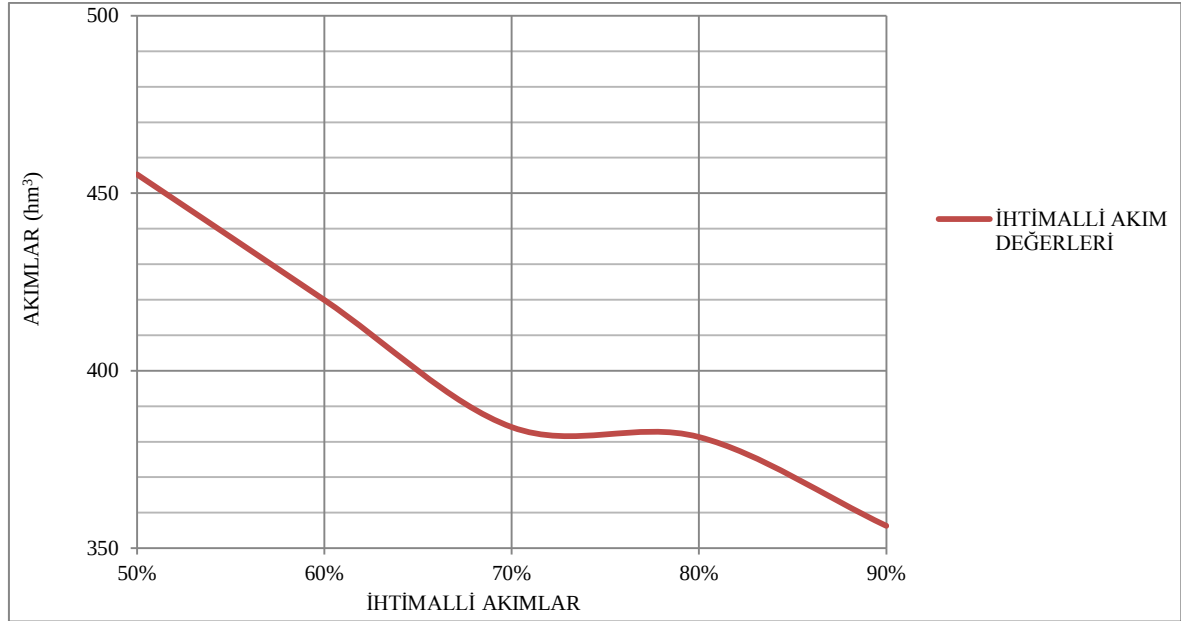
Şekil 8.8. Gököy Barajı ihtimalli akım değerleri

Hacılar Deresi üzerindeki Hacılar Baraj aks yerinde 1972-2017 arasında 46 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $16,39 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $13,481 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında yaklaşık %18 fark oluşmaktadır. Bu akım yaklaşık %57 ihtimalli akım mertebesindedir (Şekil 8.9). Akım miktarındaki %18'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyetinde yaklaşık %17, tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %18 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.11).



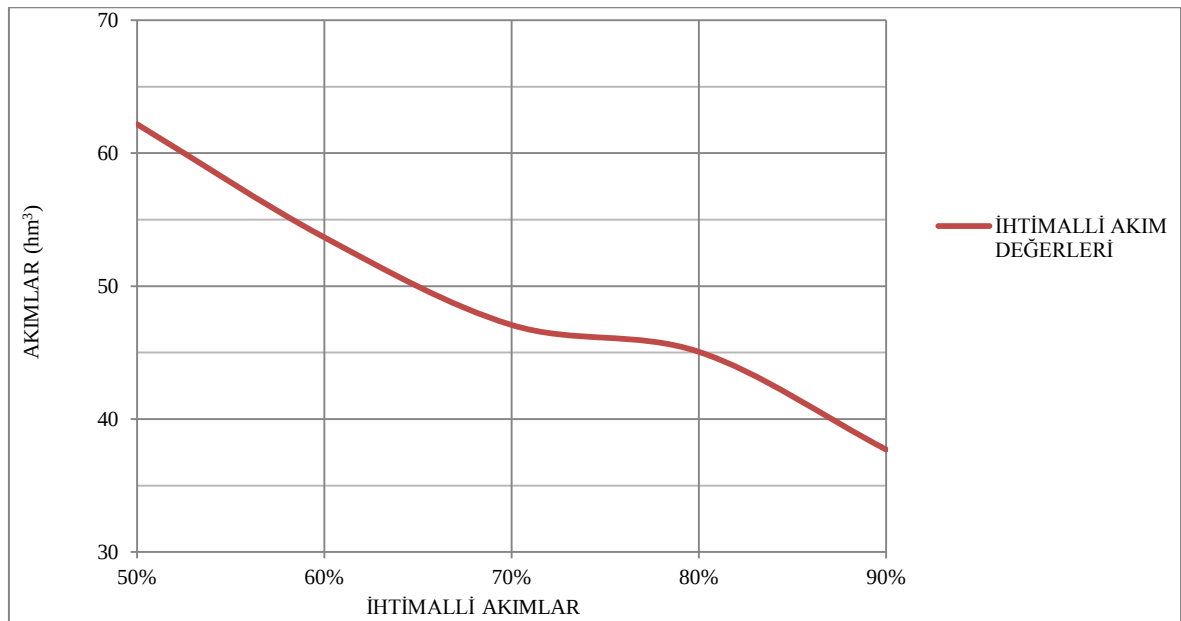
Şekil 8.9. Hacılar Barajı ihtimalli akım değerleri

Bolu Çayı üzerindeki Köprübaşı Baraj aks yerinde 1982-2017 arasında 36 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $455,31 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $387,055 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %15 fark oluşmaktadır. Bu akım yaklaşık %69 ihtimalli akım mertebesindedir (Şekil 8.10). Akım miktarındaki %15'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyetinde yaklaşık %16, tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %15 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.12).



Şekil 8.10. Köprübaşı Barajı ihtimalli akım değerleri

Ulus Deresi üzerindeki Tekke Baraj aks yerinde 1976-2017 arasında 42 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $62,18 \text{ hm}^3$ iken, 2000-2017 yılları arasındaki 18 yıllık gözlenmiş akımlarının ortalaması $57,636 \text{ hm}^3$ olup, akımlar arasında %7 fark oluşmaktadır. Bu akım yaklaşık %55 ihtimalli akım mertebesinde (Şekil 8.11). Akım miktarındaki %7'lik azalma, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %7 oranında azalma demektir (Bkz. Şekil 7.13).



Şekil 8.11. Tekke Barajı ihtimalli akım değerleri

Fiyos Alt Havzasında yukarıda incelenen 10 baraj için 4 farklı durum aşağıda sıralanmıştır.

Birinci durumda, Akhasan, Çele, Araç, Çay ve Köprübaşı Barajlarında toplam maliyetteki azalma oranlarının sulama faydasındaki azalma oranlarından fazla olduğu görülmüştür. Yani, barajların dolgu hacmindeki azalma oranları net sulama alanındaki azalma oranlarına göre daha fazladır (Bkz. Çizelge 7.14, Çizelge 7.17, Çizelge 7.18, Çizelge 7.19, Çizelge 7.22). Bunun nedeni, baraj yüksekliği ile arkasında depoladığı hacmin aynı oranda azalmamasıdır. Baraj yüksekliği azaldıkça, arkasında depoladığı hacim fazla azalmamaktadır. Baraj aks yerinde, düşük kotlarda vadinin daha geniş, yüksek kotlara çıkıldıkça vadinin daraldığı söylenebilir.

İkinci durumda, Aktaş ve Andıraz Barajı için toplam maliyetteki azalma oranları sulama faydasındaki azalma oranlarına yaklaşık eşittir. Yani, dolgu hacmindeki azalma oranı ile net sulama alanındaki azalma oranı yaklaşık eşit olmaktadır (Bkz. Çizelge 7.15, Bkz. Çizelge 7.16). Andıraz ve Aktaş Barajlarında yükseklik azaldıkça toplam maliyet ve sulama faydası yaklaşık aynı oranda azalmaktadır. Bunun nedeni, baraj yüksekliği ile arkasında depoladığı hacmin aynı oranda azalmasıdır.

Üçüncü durumda, Gölköy, Hacılar ve Tekke Barajlarında sulama faydasındaki azalma oranları toplam maliyetteki azalma oranlarından daha fazladır (Bkz. Çizelge 7.20, Çizelge 7.21, Çizelge 7.23). Yani, barajların dolgu hacmindeki azalma oranları net sulama alanındaki azalma oranlarına göre daha azdır. Bunun nedeni, baraj yüksekliği ile arkasında depoladığı hacmin aynı oranda azalmamasıdır. Baraj yüksekliği azaldıkça, arkasında depoladığı hacim daha fazla azalmaktadır. Baraj aks yerinde, düşük kotlarda vadinin daha dar, yüksek kotlara çıkıldıkça vadinin genişlediği söylenebilir.

Ayrıca, dördüncü durum olarak Çele ve Gölköy Barajlarında akımdaki azalma oranlarının sulama faydasındaki azalma oranlarından fazla olduğu görülmüştür. Çele ve Gölköy Barajları dışındaki diğer barajda akımdaki azalma oranlarıyla sulama faydasındaki azalma oranlarının yaklaşık eşit olduğu görülmektedir. Fakat Çele ve Gölköy Barajlarında akımdaki azalma oranlarının sulama faydasındaki azalma oranlarına göre daha fazla olduğu gözlenmiştir (Bkz. Çizelge 7.19, Çizelge 7.20). Bunun sebebi şu şekilde açıklanabilir; akımda meydana gelen azalmanın sulama suyu ihtiyacının az olduğu dönemde gerçekleşmesi sulama faydasındaki düşüşün daha az olmasına yol açmıştır.

Yapılan alışmalar Filyos Havzası bazında özetlenecek olursa; 2000 yılı ve sonrası akımlarda yaklaşık ortalama % 15 azalma olduğu izelge 8.3’de görülmektedir. Akım miktarında %15 düşüş, %60 ihtimalli akıma denk gelmekte olup, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %15 oranında azalma demektir (Bkz. Çizelge 8.1, şekil 8.1). Benzer şekilde, %70 ihtimalli akımda bu azalma yaklaşık %20, %80 ihtimalli akımda bu azalma yaklaşık %25, %90 ihtimalli akımda bu azalma yaklaşık %30 mertebesindedir.

9. SONUÇ VE ÖNERİLER

19. yüzyılın ortalarından itibaren, dünyada hızlı nüfus artışı, sanayinin ivme kazanması ve iklimdeki doğal değişiklikler sonucu meydana gelen küresel ısınmanın etkileri gelecekte kendini daha fazla hissettirmeye başlayacaktır. Bu nedenle, su kaynaklarının ve bu kaynaklar üzerindeki su yapılarının titizlikle değerlendirilerek iyi bir mühendislik kararı ile tasarlanması çok büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, baraj tasarımında seçilecek doğru akım miktarı, hem baraj ve sulama şebekesine doğru yatırım yapılmış olması, hem de sulama sahasından beklenen faydanın gerçekleşebilmesi demektir. Bu noktada, iklim değişiklikleri ve küresel ısınma faktörlerinin mühendis tarafından dikkate alınması zorunludur.

Tez kapsamında Filyos Havzası'nda çalışılan barajlardan Akhasan, Çele, Araç, Çay ve Köprübaşı Barajlarında ihtimalli akımlardaki azalmaya bağlı olarak baraj maliyetindeki azalma sulama faydasındaki azalmadan daha fazladır. Aktaş ve Andıraz Barajlarında ise maliyet azalma oranı ile sulama faydası azalma oranı yaklaşık aynı bulunmuştur. Gölköy, Hacılar ve Tekke Barajlarında sulama faydasındaki azalma toplam maliyetteki azalma oranından daha fazladır. Ayrıca, Çele ve Gölköy Barajlarına gelen akımlardaki azalma oranı sulama faydasındaki azalma oranından fazladır.

Tez çalışmasında Filyos Havzası'nda çalışılan 10 barajdan elde edilen sonuçlar neticesinde, baraj gövdesinin tasarlandığı aks yerinde vadi geometrisinin baraj maliyeti üzerinde oldukça etkili olduğu, baraj göl alanının olduğu havzanın kotlara bağlı hacim değişiminin, depolanan su miktarı ve sulama suyu ihtiyacının karşılanmasında etkili bir parametre olduğu, sulama sahası ve bu sahadan sağlanacak faydada, sulama mevsiminde gelen akımların oldukça önemli olduğu görülmüştür. Sulama suyu ihtiyacının olduğu aylardaki akım değerlerinin fazla olması, barajın depolama hacminin daha az olmasını, baraj yüksekliğinin daha alçak ve barajın daha ekonomik olması demektir. Ayrıca baraj işletme çalışmalarında, mevcut (gözlenmiş) veya kayıtlı akım değerleri kullanılmaktadır. Ancak, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri neticesinde akımların artış veya azalış trendinde olup olmaması durumunun planlama çalışmalarında mutlaka dikkate alınması gerektiği yine bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Filyos Havzası bazında yapılan çalışmalar sonucunda, 2000 yılı ve sonrası akımlarda yaklaşık ortalama % 15 azalma olduğu tespit edilmiştir. Akım miktarında %15 düşüş, bu havza için %60 ihtimalli akıma denk gelmekte olup, baraj ve sulama şebekesi maliyeti ile tarım sektöründen elde edilecek faydada yaklaşık %15 oranında azalmanın dikkate alınarak tasarım yapılması anlamına gelmektedir. Benzer şekilde, Filyos Havzası için %70 ihtimalli akımda bu azalma yaklaşık %20, %80 ihtimalli akımda bu azalma yaklaşık %25, %90 ihtimalli akımda bu azalma yaklaşık %30 mertebesinde dir. Küresel ısınmanın sonucu olan bu durumun su kaynakları üzerinde tasarlanacak su yapılarında dikkate alınması önemlidir. Ayrıca, tüm havzalar için benzer durumun araştırılarak yapıların tasarlanması uygun olacaktır.

Gölköy, Köprübaşı ve Akhasan Barajları mevcut barajlar olduğundan ve gözlenmiş %50 ihtimalli akımlara göre dizayn edildiğinden dolayı, 2000 yılı ve sonrası akımlardaki azalma nedeniyle beklenen sulama faydasının elde edilememesi muhtemeldir.

Nüfusu hızla artan ülkemizde tarım sektörünün en temel ihtiyacı olan sulama projelerine öncelik verilmesi gerekmektedir. Ülkemizin su kaynaklarının planlanması, değerlendirilmesi ve yönetilmesinde barajların önemi çok büyüktür. Bunun için, ülkemizde yeterli sayıda ve teknolojik gelişmelere uygun bir gözlem istasyonu ağının kurulması, bu istasyonlarda düzenli ve sürekli ölçüm yapılması ve elde edilen bu verilerle su yapılarının tasarlanması gerekmektedir. Doğru bir baraj tasarımı için, su temin değerlerin çok sağlıklı bir şekilde seçilmesi gerekmektedir. Baraj yapılması planlanan dereler üzerinde uzun yıllar (en az 25-30 yıl) düzenli ölçümler yapan AGİ'ler kurulması şarttır.

Yeterli veya düzenli ölçüm yapılmamış istasyonların akım değerlerini daha güvenli tarafta kalabilmek amacıyla belli ihtimallerle azaltarak kullanılmasının hem yapının tasarımında hem de elde edilecek tarım geliri açısından önemli farklar oluşturacağı bu çalışma ile görülmüştür.

Ayrıca, akarsular üzerinde planlanan ve inşa edilen su yapılarının tasarımında, küresel ısınma ve iklim değişiklikleri sonucunda giderek azalan su kaynaklarının etkisini dikkate almak önemli bir husustur. Bu amaçla, gözlenmiş akım verilerinin belli ihtimallerle azaltılarak kullanılması, gelecekte yaşanacak küresel ısınma etkilerinin su yapılarının tasarımındaki etkisini dikkate almak açısından çok önemlidir. Böylece, gereksiz yere

büyük bir baraj ve sulama şebekesi yapılarak milli gelir zayi edilmemiş olacaktır. İleriki yıllarda iklim değişiklikleri açısından tam tersi bir trend oluşması durumunda ise barajı parapet duvarlar ile yükselterek daha fazla depolama yapabilmesi de mümkün olabilecektir.

Dünya nüfusundaki hızlı artışın sonucu olarak, içme suyu, tarım ve enerji için su kaynaklarının önemi çok büyüktür. İklim koşullarındaki belirsizliklerin artması ile, suyun yönetimi ve geçmiş verilere bakarak doğru tahminlere ulaşmanın zorlaştığı söylenebilir. Bu nedenle, suyun yönetici olan tüm kişi ve kurumların (su kaynakları yöneticileri, hidrologlar, bilim adamları ve paydaşlar) yüksek kalitede, uzun süreli, gerçek zamanlı ve doğru bilgi temin etmek konusunda gerekli hassasiyeti göstermek zorundadırlar.

Tez çalışması kapsamında çalışılan barajlarda, baraj gövde maliyeti ile basınçlı borulu sulama şebekesi maliyeti dikkate alınmış olup; memba ve mansap batardoları, dolusavak, derivasyon, dipsavak, ayar vana odası, enerji kırıcı havuz tesisleri, ulaşım ve relokasyon yolları, göl alanı iyileştirme (gerekli olduğu durumlarda), şantiye tesisleri, vb. maliyetlerin dahil edilmesi halinde, gözlenmiş ve ihtimalli akımlar için tasarlanan barajların ekonomik analizi yapılarak rantabilite değerleri elde edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2018). DSİ 2018 yılı faaliyet raporu Ankara: *Devlet Su İşleri*, 17-18.
2. Usul, N. (2013). *Mühendislik Hidrolojisi* (İkinci Baskı). Türkiye: Ayrıntı Basım Yayım, 56.
3. Aquatic Informatics Incorporated. (2012). Global Hydrological Monitoring Industry Trends; AQUA. Canada, 4-30.
Web:<https://aquaticinformatics.com/resources/whitepapers/global-hydrological-monitoring-industry-trends-report/>
4. Karagöl D. (2014). *Ölçüm Olmayan Yerlerde Debi-Süreklilik Eğrilerinin Elde Edilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, İstanbul, 1-89.
5. Bakış, R., Göncü, S. (2015). Akarsu debi ölçümlerinde eksik verilerin tamamlanması zap suyu havzası örneği. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 63-79.
6. Tosunoğlu, F., İspirli, M., Gürbüz F., Şengül S. (2017). Fırat Havzası'ndaki eksik akım verilerinin debi süreklilik çizgileri ve regresyon modelleri ile tahmin edilmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4), 85-94.
7. Tencaliec, P., Favre, A. C., Prieur, C., and Mathevet, T., (2016, June). Reconstruction of missing daily stream flow data using dynamic regression models. *AGUPUBLICATIONS*, 9447-9463.
8. Farinosi, F., Arias, M. E., Lee, E., Longo, M., Pereira, F. F., Livino, A., Moorcroft, P. R., Briscoe, J. (2019). Future climate and land use change impacts on river flows in the Tapajós Basin in the Brazilian Amazon. *AGU, Advancing Earth and Space Science*, 7, 993-1017.
9. Ehsani, N., Vörösmarty, C. J., Fekete, B. M., Stakhiv, E. Z. (2017, June). Reservoir operations under climate change, storage capacity options to mitigate risk. *Journal of Hydrology*, 435-446.
10. Döll, P., Schmied, H. M. (2012, March). How is the impact of climate change on river flow regimes related to the impact on mean annual runoff. *IOP Publishing*, 1-11.
11. Devlet Su İşleri. (2018). DSİ 2018 yılı faaliyet raporu Ankara: *Devlet Su İşleri*, 46, 50.
12. Akarsu ve Hidromark İş Ortaklığı. (2015). Havza taşkın ve rüsubat kontrolü; Akarsu ve Hidromark İş Ortaklığı. *DSİ*. 2-1, 2-32, 2-33, 2-34, 2-35, 2-37, 3-1.
13. Akarsu ve İo Çevre. (2016). İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisi projesi; SYGM 15. SYGM. 1, 2, 3.
14. İnternet: DSİ. (1959-2015). DSİ akım gözlem yıllıkları. Web: <http://www.dsi.gov.tr/faaliyetler/akim-gozlem-yilliklari> adresinden 3 Aralık 2018'de alınmıştır.

15. Ekatek Mühendislik. (2018). Akhisar Gürdük barajı ve sulaması ön inceleme raporu; *DSİ Genel Müdürlüğü, 02.Bölge Müdürlüğü İzmir*, 23-25, 208.
16. İnternet: Taşdelen, B. Korelasyon ve regresyon analizi. Web: <https://docplayer.biz.tr/47627312-Korelasyon-ve-regresyon-analizi-doc-dr-bahar-tasdelen.html> adresinden 18 Eylül 2018’de alınmıştır.
17. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. (2011). *Gölet projeleri rehberi*. Ankara: Özcan Dalkır, 2-7.
18. Değirmenci, İ. (1990). *Örneklerle Su ve Toprak Kaynakları Planlaması* (Birinci Baskı). Türkiye: YENİÇAĞ Yayınevi, 21-26, 36-40.
19. Hidro Dizayn. (2013). Filyos-Araç Barajı planlama raporu; Hidro Dizayn. DSİ, 7-71.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ÇIKRIKÇI, Emre
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 07.11.1993, Ankara
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (538) 201 62 88
 Faks : -
 e-posta : emreecikrikci@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/İnşaat	Devam ediyor
Lisans	Çankaya Üniversitesi/İnşaat	2016
Lise	Arı Fen Lisesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-halen	Tümaş Mühendislik	Kontrol Mühendisi

Yabancı Dili

İngilizce

Yayınlar

Çıkrıkçı, E., Eroğlu, N. (2019, Nisan). Filyos alt havzasında gözlenmiş ve değişik ihtimalli akım verilerinin baraj tasarımındaki etkilerinin değerlendirilmesi. *DSİ Teknik Bülten Dergisi*, 132, 26-40.

Çıkrıkçı, E. (2019, 7-10 Kasım). *Filyos alt havzasında eksik akım verilerinin korelasyon analizi ile tamamlanması ve akım süreklilik eğrilerinin elde edilmesi*. IV. Uluslararası Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresinde sunuldu, Ankara.

Hobiler

Basketbol, Sinema



GAZİ GELECEKTİR..