

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AŞAĞI AKSU ÇAYI HAVZASINDAKİ JEOLJİK BİRİMLERİN
GEÇİRİMLİLİK ÖZELLİKLERİ VE SCS YÖNTEMİ İLE YAĞIŞ-
AKIŞ İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ**

Serdar ADANIR

**Danışman
Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



©2018 [Serdar ADANIR]

TEZ ONAYI

Serdar ADANIR tarafından hazırlanan " Aşağı Aksu Çayı Havzasındaki Jeolojik Birimlerin Geçirimsilik Özellikleri ve SCS Yöntemi ile Yağış-Akış İlişkisinin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

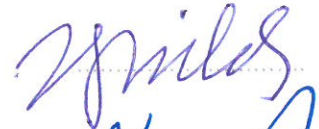
Danışman

Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Veysel GÜLDAL
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Yasin TUNCER

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Serdar ADANIR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve kapsam	1
1.2. Çalışma Alanının Tanıtılması	2
1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü	3
1.2.4. Ulaşım	8
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
2.1. Genel Jeoloji Çalışmalar	9
2.2. Hidrojeoloji ve Hidroloji Çalışmaları	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Büro çalışmaları	14
3.2.2. Arazi çalışmaları	15
3.2.3. Değerlendirme çalışmaları	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	21
4.1. Bölgesel Jeoloji	21
4.2. Hidrojeoloji	34
4.2.1. Su noktaları	34
4.2.1.1. Akarsular	35
4.2.2. Litolojik Birimlerin Hidrojeolojik Özellikleri	37
4.2.2.1. Geçirimli birim (Gç1)	39
4.2.2.2. Geçirimli birim (Gç2)	39
4.2.2.3. Geçirimli birim (Gç3)	40
4.2.2.4. Yarı Geçirimli birim (Gçy)	40
4.2.2.5. Geçirimsiz birim (Gçz)	40
4.3. Hidroloji	41
4.3.1. Yağış	42
4.3.2. Sıcaklık	47
4.2.4. Buharlaşma	48
4.2.4. Akış	66
5. SELLENME	67
5.1. Genel	67
5.2. Aksu Havzası ve Çevresinde Görülen Önemli Sellenme Olayları	72
5.3. Sellenme Hesaplama Yöntemleri	75
5.4. Çalışma Alanında SCS-CN Yönteminin Uygulanması	81
5.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	84
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR	90
EKLER	94
EK A. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası	94
EK B. Çalışma Alanı İçerisindeki Jeolojik Birimlerin Arazi Sızma Deneyi Sonuçları	95
ÖZGEÇMİŞ	120

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AŞAĞI AKSU ÇAYI HAVZASINDAKİ JEOLojİK BİRİMLERİN GEÇİRİMLİLİK ÖZELLİKLERİ VE SCS YÖNTEMİ İLE YAĞIŞ-AKIŞ İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Serdar ADANIR

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Antalya bölgesinde yer alan Aksu Çayı Havzasında değişik dönemlerde sel olayları meydana gelmiştir. Yaklaşık aynı miktarlarda yağış gözlenmesine rağmen belirli alanlarda sel meydana gelmesi, olayın jeolojik birimlerle de ilişkili olduğu düşündürmektedir. Bu nedenle, yapılan bu tez çalışması kapsamında Aşağı Aksu Çayı Havzasında yer alan jeolojik birimlerin geçirimsizlik özellikleri ve SCS yöntemi ile yağış-akış ilişkisinin incelenmesi ele alınmıştır.

Aksu Çayı Havzası Batı Torosların güney kenarında bulunmaktadır. Havza, kısmen birbirinden bağımsız olarak gelişen Beydağları Miyosen havzası ile Antalya Miyosen havzası ve tümüyle diğerlerinden bağımsız olarak gelişen Antalya Üst Miyosen-Pliyosen havzası ile temsil edilmiştir. Bu üç havzanın en üst birimlerini ise Traverten ve Alüvyon oluşturmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Aşağı Aksu Çayı Havzasının Karacaören Barajı ile Akdeniz arasında kalan bölümünde yer alan jeolojik birimlerin geçirimsizlik özellikleri ve SCS yöntemi ile yağış-akış ilişkisi incelenmiştir. Sellenme ile ilgili hesaplamalarda öncelikle havza içindeki jeolojik birimler formasyon bazında ayrılmış ve yüzey alanları hesaplanmıştır. Daha sonra, 13.Ocak.2013 tarihinde meydana gelen aşırı yağış esas alınarak her bir birim üzerine düşen yağış ile her bir birime ait yerinde sızma deneyleri ile sızma katsayıları belirlenmiştir. Bu veriler yardımı ile eğri sayıları kullanılarak yapılan Zemin Sınıflama Sistemi (SCS-CN) ile Aşağı Aksu Çayı Havzasında yer alan jeolojik birimlerin yağış ile süzülme, akış ve depolanma miktarları hesaplanmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aşağı Aksu Çayı Havzası, sel, SCS-CN yöntemi

2018, 120 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

THE EXAMINATION OF THE PERMEATE FEATURES OF THE GEOLOGICAL UNITS ON AŞAĞI AKSU RIVER BASIN AND THE PRECIPITATION AND FLOW RELATION USING SCS METHOD

Serdar ADANIR

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

The Aksu River basin in the Antalya region has occurred in various periods of flood events. Although precipitation is observed in the same quantities, the occurrence of floods in certain areas suggests that the event is also associated with geological units. Whithin this thesis study, therefore, geological units on Aşağı Aksu River basin and the examination of precipitation and flow relation using SCS method have been dealed.

Aksu River basin is located on the southern edge of the western Taurus. The basin was represented by the Antalya Miocene Basin and the Upper Miocene-Pliocene basin, which was developed independently of the other, in part with the Beydagları Miocene Basin, which has been developed independently from each other. The top units of these three basins constitute travertine and alluvial.

Whithin this study, the permeate features of the geological units located on the area between Karacaören Dam of Aşağı Aksu River basin and the Mediterrenean Sea and precipitation and flow relation using SCS method have been examined. Then the water balance of the basin was made by using rainfall, temperature and flow data that fell into the basin. In addition, detailed infiltration experiments were conducted in each geological unit in the basin and the relationship of the floods and geological units in the basin were examined using SCS-CN method, together with rainfall values falling into each geological unit.

Keywords: Aşağı Aksu River basin, flood, SCS-CN method.

2018, 120 pages

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez kapsamında, Aşağı Aksu Çayı havzası içerisindeki meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarına ait verilerin temin edilmesi konusunda destek sağlayan Meteoroloji Genel Müdürlüğü-Meteorolojik Veri İşlem Dairesi Başkanlığı-Veri Kontrol ve İstatistik Şube Müdürlüğü ile D.S.İ 13. Bölge Müdürlüğü-Etüt Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı-Hidroloji Şube Müdürlüğü'ne teşekkür ederim

Ayrıca tez çalışması kapsamında her türlü imkanı sağlayan Süleyman Demirel Üniversitesi-Mühendislik Fakültesi-Jeoloji mühendisliği Bölümüne de teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Serdar ADANIR
ISPARTA, 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.....	1
Şekil 1.2. Antalya ve çevresinin topoğrafya haritası	4
Şekil 1.3. Aksu iklim grafiği	7
Şekil 1.4. Aksu sıcaklık grafiği.....	7
Şekil 3.1. Genelleştirilmiş zemin profili	17
Şekil 3.2. Çift silindir infiltrometre ve ekipmanları	18
Şekil 3.3. Çalışma alanından bir görünüm	19
Şekil 3.4. Su alma hızı ve eklemeli su alma eğrileri.....	20
Şekil 4.1. Antalya bölgesinde yer alan akarsular	36
Şekil 4.2. Aşağı Aksu Çayı Havzası akarsular ve drenaj ağı	37
Şekil 4.3. Aşağı Aksu Çayı havzası geçirimli-geçirimsiz birimler	38
Şekil 4.4. Hidrolojik döngü	41
Şekil 4.5. Aşağı Aksu Çayı Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlar.....	43
Şekil 4.6. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 2012-2016 yılları ortalama yağış grafikleri	45
Şekil 4.7. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 2012-2016 yılları ortalama aylık grafikleri	45
Şekil 4.8. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 2012-2016 yılları ortalama eş yağış haritası	46
Şekil 4.9. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 13.01.2013 gününe ait ortalama eş yağış haritası	47
Şekil 4.10. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Antalya D.M.İ)	51
Şekil 4.11. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Belek D.M.İ)	54
Şekil 4.12. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Boztepe D.M.İ)	56
Şekil 4.13. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Gebiz D.M.İ)	59
Şekil 4.14. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Karacaören D.M.İ)	62
Şekil 4.15. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Beşkonak D.M.İ)	65
Şekil 4.16. Aşağı Aksu havzası ve çevresindeki akım gözlem istasyonları.....	66
Şekil 5.1. Türkiye sel zararı ve tehlike haritası	68
Şekil 5.2. Antalya Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki bütünleşik sel ve deprem risk temel harita çalışması	71
Şekil 5.3. Aksu Çayı çıkış ağı.....	73
Şekil 5.4. Haskızılören köyü sel sonrası görünüm.....	74
Şekil 5.5. Süzülme-tutulma ve yağış fazlası	78
Şekil 5.6. Havza içerisindeki formasyonlara ait ölçülen süzülme hızları	84
Şekil 5.7. Havza içerisindeki formasyonlara ait hesaplanan akış miktarları	85
Şekil 5.8. Havza içerisindeki formasyonlara ait hesaplanan yeraltına süzülme miktarları	86
Şekil 5.9. Havza içerisindeki tarım ve orman alanından bir görünüm	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Aksu iklim tablosu	8
Çizelge 3.1. Toprak türlerine göre su alma hızları	17
Çizelge 4.1. Aşağı Aksu havzası formasyonları	32
Çizelge 4.2. Aşağı Aksu Çayı Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının teknik özellikleri	42
Çizelge 4.3. Aşağı Aksu Çayı Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yıllara ait yağış verileri	44
Çizelge 4.4. Antalya DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(Aylık)	49
Çizelge 4.5. Antalya DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(2013 Ocak ayı)	50
Çizelge 4.6. Belek DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(Aylık)	52
Çizelge 4.7. Belek DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(2013 Ocak ayı)	53
Çizelge 4.8. Boztepe(Tigem) DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(Aylık)	55
Çizelge 4.9. Gebiz(Orman) DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(Aylık))	57
Çizelge 4.10. Gebiz(Orman) DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(2013 Ocak ayı)	58
Çizelge 4.11. Karacaören DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(Aylık)	60
Çizelge 4.12. Karacaören DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(2013 Ocak ayı)	61
Çizelge 4.13. Beşkonak DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(Aylık)	63
Çizelge 4.14. Beşkonak DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı(2013 Ocak ayı)	64
Çizelge 5.1. Yağış öncesi nem durumu tahmin için yağış limitleri	77
Çizelge 5.2. Hidrolojik toprak gruplarına göre eğri numarası	79
Çizelge 5.3. Aşağı Aksu havzası içerisindeki formasyonların akış yüksekliği ve yeraltısuyu beslenimi.....	83

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$	Sıcaklık
BM	Birleşmiş Milletler
cm	Santimetre
CN	Arazi kullanım durumu eğri numarası
cT	Kuru tropikal hava
dak	Dakika
DMİ	Devlet meteoroloji istasyonu
E	Doğu yönü
Etp	Potansiyel buharlaşma
Etr	Gerçek buharlaşma
Fa	Toprakta tutulan su miktarı
Fc	Arazi kapasitesi
Gç	Geçirimli birim
Gçy	Yarı geçirimli birim
Gçz	Geçirimsiz birim
h	Saat
hPa	Hektopascal
la	Başlangıçta tutulan su miktarı
i	Endeks
km ²	Kilometrekare
m	Metre
mb	Milibar
mm	Milimetre
mT	Nemli tropikal hava
MTA	Maden Tetkik ve Arama
P	Yağış miktarı
Pe	Yağış fazlası
Rtop	Süzülme
Rnet	Beslenim
S	Maksimum toprak su tutma miktarı
SCS	Amerika Birleşik Devleti toprak koruma kurumu
sn	Saniye
YÖK	Yükseköğretim Kurumu
Q	Yüzeysel akış

1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde, uzun yıllar boyunca, belirli aralıklarla, ölçülen veya gözlenen hava olaylarının ortalama durumu olarak tanımlanır (Özmen, 2015). İklimde meydana gelen değişiklikler, doğrudan güneş, atmosfer, ya da yerkürenin diğer bileşenlerindeki doğal değişikliklerle ilgilidir. Diğer taraftan dünya genelinde yaşanan iklim değişikliklerine bağlı olarak sel olayları giderek artmaktadır. Özellikle sıcaklık artışıyla beraber ani yağışlar ve bunlara bağlı sel miktarında artış olmaktadır. Seller; yağış şekli ve yoğunluğu, drenaj ağı ve geometrisi, toprak özellikleri, bitki örtüsü, jeoloji gibi doğal, tarım alanlarının açılması, şehirleşme, sanayileşme ve ulaşım gibi beşeri kaynaklı faktörlerin etkisiyle oluşmakta ve yeterince önlem alınamadığında da afete dönüşmektedir. Bu nedenle gelecekte sellenme olayına maruz kalacak potansiyel alanlar ve bu alanlarda alınması gereken önlemlerin belirlenmesi gerekmektedir.

Akdeniz bölgesi, Akdeniz'e paralel uzanan Toros dağlarının deniz seviyesi ile buluştuğu, birçok akarsuyun denize döküldüğü bir alandır. Bu alanda, değişik zamanlarda meydana gelen ani yağışlarla sel olayları sıkça görülmektedir. Akdeniz havzasında yıllık toplam yağış değerlerinde bir azalma olmasına rağmen ani yağış zamanlarında sellenmenin artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışma kapsamında, jeolojik birimlerin geçirimsizlik özellikleri dikkate alınarak, Akdeniz Bölgesi, Aşağı Aksu Çayı Havzasında, hangi miktarlarda suyun sellenmeye geçebileceği incelenmiştir.

Yapılan çalışmada, öncelikle havza jeolojisi eski incelemelerden derlenerek, havzadaki jeolojik formasyonların tanımları, kapladıkları yüzey alanları belirlenmiştir. Daha sonra havza içine düşen yağış, sıcaklık ve akış verileri kullanılarak, havzanın su bilançosu yapılmıştır. Ayrıca havza içindeki her bir jeolojik birimde ayrıntılı sızma deneyleri yapılmış ve her bir jeolojik birime düşen yağış değerleri ile birlikte bu birimlerin geçirimsizlik özellikleri ve SCS-CN yöntemi ile yağış-akış ilişkileri incelenerek sellenme olayı üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Antalya İli Türkiye'nin güneybatısında 29° 20'-32° 35' doğu boylamları ile 36° 07'-37° 29' kuzey enlemleri arasındadır. Güneyinde Akdeniz ve kuzeyinde denize paralel uzanan Toroslar ile çevrili olup, doğusunda İçel, Konya ve Karaman, kuzeyinde Isparta ve Burdur, batısında Muğla illeri ile komşudur. İlin yüzölçümü 20.815 km² kadardır. Bu Türkiye yüzölçümünün % 2,6'sı kadarına karşılık gelir. Akdeniz Bölgesi'nin batısında bulunan Antalya ili, bölge yüzölçümünün ise % 17,6'sını oluşturur (Şekil 1.1).



İnceleme alanı güneyinde Akdeniz, batısında Antalya il merkezi, kuzeyinde Karacaören Barajı ve doğusunda Serik ile sınırlandırılmıştır. 1/100 000 ölçekli Antalya O25-26 ve N25-26 topoğrafik paftalarının bir bölümünü kapsayan çalışma alanı 30° 42'-31° 06' doğu boylamları ile 36° 48'-37° 24' kuzey enlemleri arasında, yaklaşık 820,189 km² büyüklüğündedir.

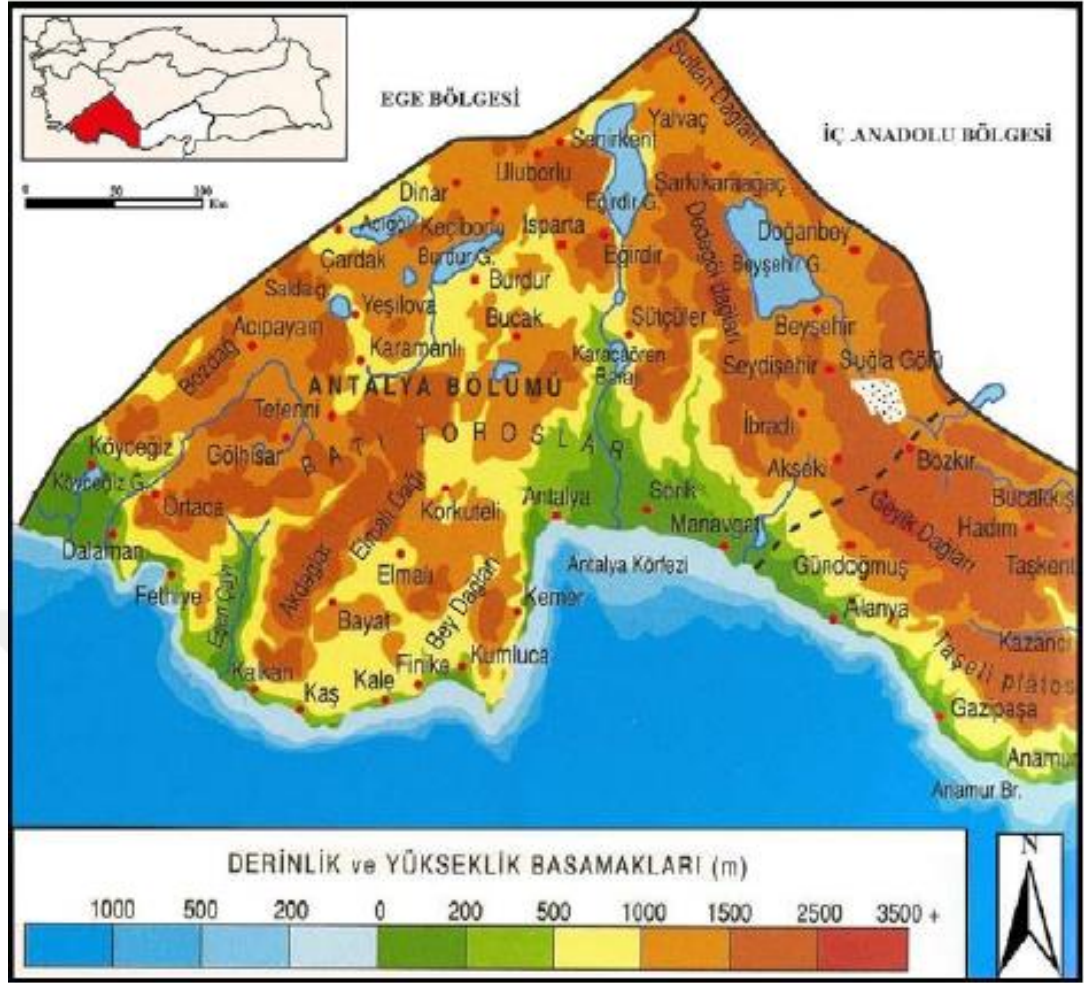
Aksu Çayı Havzası; dağlık sahalar, ovalar ile kıyı kesimindeki düzlüklerden oluşan bir morfolojiye sahiptir ve en yüksek kesimleri kuzeyde yer alırken, en alçak kesimini ise güneydeki dar kıyı şeridi oluşturmaktadır.

Aksu Çayı Havzası içinde bulunan Karacaören Barajı, havzayı iki bölüme ayırmaktadır ve Havza kuzeyindeki akış tamamen Karacaören Barajı ile kontrol altındadır. Bu nedenle inceleme alanı içerisindeki jeolojik birimlerin sellenme ile olan ilişkisinin araştırılmasında, Aksu Çayı Havzası Karacaören Barajı ile sınırlandırılmıştır. Karacaören Barajı ile Akdeniz arasında kalan inceleme alanı Aşağı Aksu Çayı havzası olarak adlandırılmıştır.

1.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

Akdeniz Bölgesi'nin Antalya Bölümü'nde Toroslar'ın güney eteğinde yer alan Antalya'nın iklimini, bölgede etkili olan hava kütleleri kadar, topoğrafya şartları da belirler. Bölge, Ekim ayı sonlarından itibaren Orta Akdeniz'den gelen ılık ve nemli hava kütesinin etkisinde kalır. Kuzey kökenli soğuk hava ile güney kökenli sıcak hava kütesinin karşılaşması sonucu oluşan faaliyetler, kış aylarında şiddetli yağışlara yol açar. Güneybatıdan sokulan cepheler kuzeydoğuya doğru ilerleyerek Toros dağlarına çarparak yükselmesiyle oluşan yağışlar, yağışın şiddet ve süresinin artmasına neden olur. Bilhassa Geyik dağlarının güneybatıya bakan yamaçlarında bu durum belirginleşir (Şekil 1.2).

Yazın bölge hem Atlas Okyanus'u üzerinden gelen nemli Tropikal (mT) hem de Afrika-Arabistan'dan kaynaklanan sıcak ve kuru tropikal hava (cT) nın etkisinde kalır.



Şekil 1.2. Antalya ve çevresinin topoğrafya haritası (Yılmaz, 2008)

Antalya'nın basınç değerlerinin yıl içindeki değişiminde, bölgede etkili olan hava kütleleri ve topoğrafik durum etkilidir. Yaz mevsiminde kısmen Muson dolaşımının kuzey kesiminde oluşan, sıcaklık artışına bağlı olarak basınç düşerek, Temmuz ayında 999,1 mb basınç ile en düşük seviyeye iner. Haziran ve Ağustos ayı basınç değerleri de 1002 mb olup, ortalama basınç değerinin çok altındadır. Ekim ayından itibaren sıcaklığın düşmeye başlaması ile basınç değerleri yükselmeye başlar ve Ocak ayında en yüksek değere (1010 mb) ulaşır. Ancak deniz etkisiyle, Ocak ayı basınç değeri bile standart deniz seviyesi basınç değerinin (1013,2 hPa) altında kalır. Başka bir ifade ile Antalya'da, yıl boyunca basınç değişimi, normal basınç değerinin altında seyredip, alçak basınç şartları egemendir (Yılmaz, 2008).

Antalya'da etkili olan rüzgârın yönünü hava dolaşımı ve topoğrafya koşulları etkiler. Eğirdir Gölü ile Antalya Körfezi arasında kuzey-güney doğrultusunda uzanan tektonik oluk, rüzgârı yönlendirerek kuzey yönlü rüzgârların etkili olmasını sağlar. Rubinstein yöntemine göre yapılan hesaplamalarda Antalya'da, Ocak ayında hakim

rüzgâr istikameti, % 67'lik frekansla kuzey yönlüdür. Geçiş mevsimlerinde de kuzey sektörlü hava akımları egemendir. Kuzey sektörlü bu rüzgârlar, Nisan ayında % 44,1, Ekim ayında ise % 54,5'lik frekansla etkili olurken, bu aylardaki II. egemen yön güneydir. Temmuz ayında ise Akdeniz üzerinde, bölgenin basınç değerinden daha yüksek basıncın etkili olması ve güneyden sokulan tropikal hava kütlelerinin etkisiyle, I. egemen yön % 42,2 frekansla S9°E, II. egemen yön ise N4,5°E dur (Yılmaz, 2008).

Antalya'nın sıcaklık ortalamasında da, ilin kıyıda yer alması ve bölgede etkili olan hava kütleleri önemlidir. Yıllık sıcaklık ortalaması 18,4°C olan Antalya'da, en soğuk ayın (Ocak) sıcaklık ortalaması 9,5°C, en sıcak ayın (Temmuz) ortalaması ise 28,6°C'dir. En soğuk ve en sıcak ayın sıcaklık farkı sadece 18°C'dir. Buna göre Antalya yazları sıcak, kışları ise serin-ılık olan "denizel Akdeniz termik rejimi" içinde yer alır (Yılmaz, 2008).

Antalya'nın, yıllık ortalama bağıl nemi % 62'dir. Nemli hava kütlelerinin etkisine açık olması ve denizel etkilerden dolayı, bağıl nem değeri yıl boyunca yüksektir. En yüksek bağıl nem % 67 ile Aralık ayındadır. Sıcaklık ortalamasının yüksek olduğu Temmuz ve Ağustos aylarında denizden gelen nemli hava kütlelerinin etkisiyle bağıl nem değeri % 50'nin altına düşmez (Yılmaz, 2008).

Antalya'da, yılın yarıya yakın bir zamanında (165,6 gün) hava açık olup, en az açık gün Aralık ayındadır (8,1 gün) Temmuz ve Ağustos aylarında ise açık gün sayısı 22,5 gündür (Yılmaz, 2008).

Antalya'nın yağış rejimini, Ekim ayından itibaren Orta Akdeniz üzerinden gelen cephe faaliyetleri belirler. 1200 mm dolayında olan yıllık ortalama yağışın % 54,2'si kış mevsiminde meydana gelir. Yıllık yağışın % 24,4'ü ikinci en yağışlı mevsim sonbahar aylarında, % 20'si ise ilkbahar aylarında görülür (Yılmaz, 2008).

Antalya'nın yanı sıra Alanya, Finike, Gazipaşa, Manavgat ve Kale-Demre'de de ikinci en yağışlı mevsim sonbahar iken, Akdeniz Bölgesi'ni etkileyen cephe faaliyetlerinin pek sokulamadığı ve karasal etkinin hissedildiği tektono-karstik depresyonda kalan Elmalı ve Korkuteli istasyonlarında, ikinci yağışlı mevsimin ilkbahardır. Cephesel etkilerin ortadan kalktığı yaz ayları ise kurak geçer. Buna göre yağışın yıl içindeki bu dağılışına göre Antalya ve yakın çevresi "Akdeniz yağış rejimi" içinde yer alır (Yılmaz, 2008).

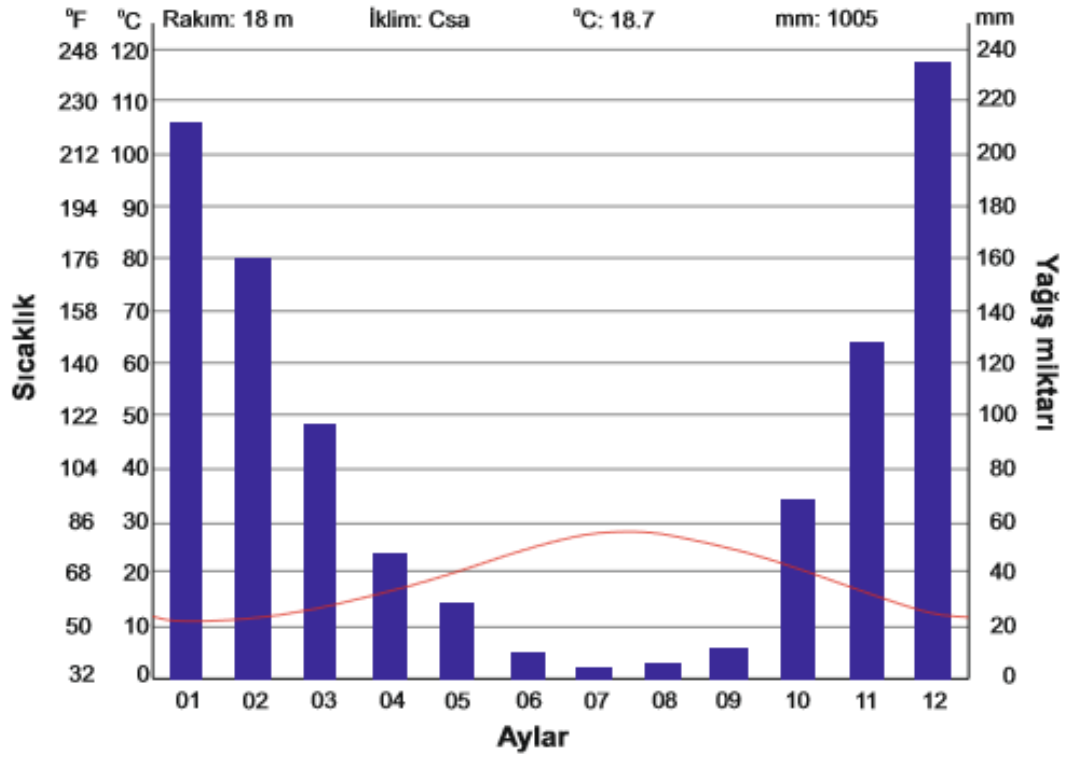
Antalya'nın, yıllara göre yağış değerlerinin değişiminde önemli sayılacak değişimler olduğu dikkati çeker. 1990-1993 yılları arasındaki değişiklikler ortalamanın altında iken, 1994-1998 döneminde ortalamanın üzerine çıkmıştır. Antalya 2001 yılında ise 1892 mm yağış ile rasat döneminin en fazla yağışını almıştır. 2003 yılında da 1773 mm yağış ile yine ortalama değerin çok üzerinde yağış düşmüştür (Yılmaz, 2008).

Havzanın doğal bitki örtüsünü ise genellikle kızılçam ağaçlarının oluşturduğu ormanlar ile yabani zeytin ağaçları oluşturmaktadır. Orman sınırı üzerindeki (yaklaşık 1700 m) yükseltilerde genellikle bitki örtüsü görülmez. Yan dere içlerinde çalılık ve fundalıklara rastlanmaktadır.

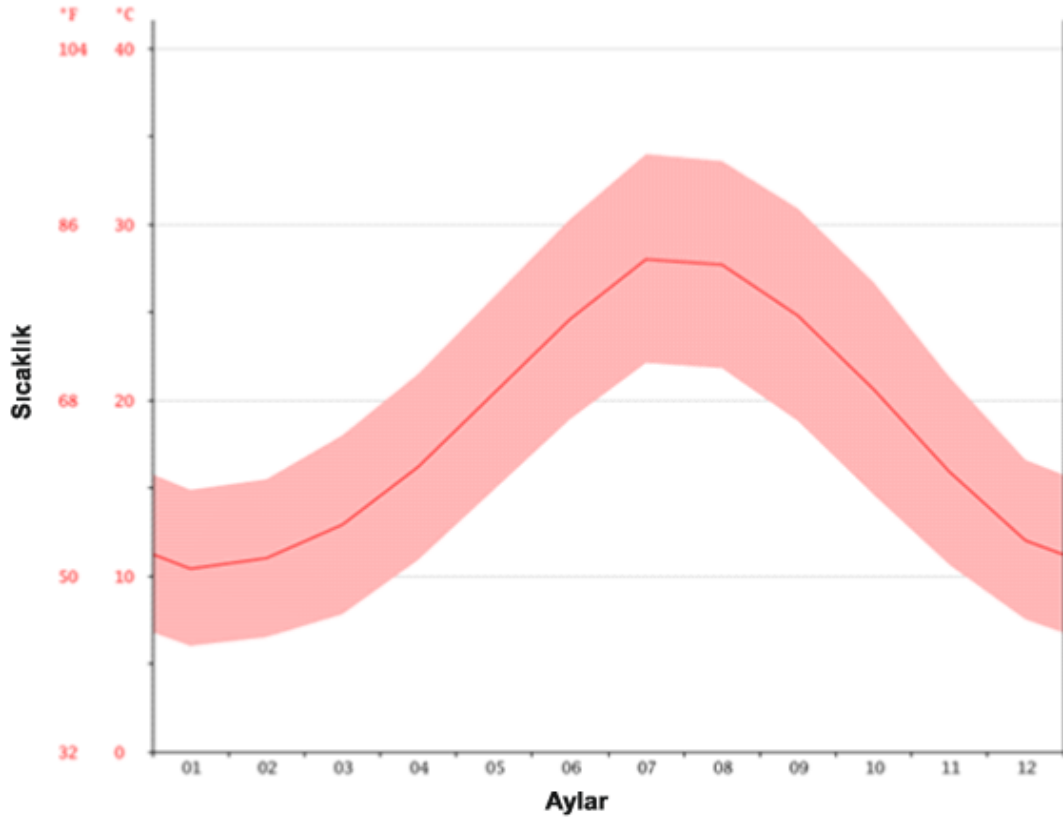
820,189 km²'lik havza alanı içerisinde ortalama yıllık yağış miktarı; 901,58 mm ortalama yıllık yağış ile $739,46 \times 10^6$ m³/yıl olarak belirlenmiştir. Ayrıca sadece 2013 yılına ait ortalama yıllık yağış miktarı ise, 785,51 mm yağış ile $644,26 \times 10^6$ m³/yıl olarak hesaplanmıştır.

Aşağı Aksu havzası Antalya il merkezi doğusunda yer alır ve genelde Antalya'ya ait iklimsel verileri yansıtmakta ise bazı küçük farklılıklar göstermektedir. Havzada DMI tarafından ölçülmüş uzun yıllara ait sıcaklık verilerine göre; sıcaklık yaz aylarında (Temmuz-Ağustos) ortalama 28°C'ye yükselirken, kış aylarında (Ocak) 10°C'ye kadar düşmektedir (Şekil 1.3, Şekil 1.4, Çizelge 1.1). Ayrıca inceleme alanında ortalama 402,91 mm/yıl gerçek buharlaşma (Etr) değeri ile $330,46 \times 10^6$ m³/yıl'lık su buharlaşma-terleme yolu ile boşalmaktadır.

Aksu Havzası'nın ortalama eğimi % 16,14 olarak tespit edilmiştir. Bu ortalama değer, eğim sınıflamasında "çok eğimli" arazi sınıfına girmektedir (Çepel, 1995). Buna göre Aksu Havzası genel olarak % 39,64'ü "çok eğimli", % 27,69'u ise "dik meyilli" araziden oluşmaktadır. Aksu Havzası'nın ortalama yükseltisi 1664 m'dir. Havzanın % 46,14'ü gölgeli bakı (kuzey-doğu) ve % 52,46'sı ise güneşli bakılardan (güney-batı) oluşmaktadır. Havzada % 1,40 ile en az alanı düz alanlar oluşturmakta ve egemen bakıları ise doğu (%28,30) ve güney (%26,35) bakılar oluşturmaktadır (SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 2011)



Şekil1.3. Aksu iklim grafiği(Climate, 2018)



Şekil 1.4. Aksu sıcaklık grafiği(Climate, 2018)

Çizelge1.1.Aksu iklim tablosu(Climate, 2018)

	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Ortalama Sıcaklık(°C)	10,4	11	12,9	16,2	20,4	24,6	28	27,7	24,8	20,6	15,9	12
Minumum Sıcaklık(°C)	6	6,5	7,8	10,9	14,9	18,9	22,1	21,8	18,8	14,6	10,6	7,5
Maksimum Sıcaklık(°C)	14,9	15,5	18	21,5	25,9	30,3	34	33,6	30,9	26,7	21,3	16,6
Ortalama Sıcaklık(°F)	50,7	51,8	55,2	61,2	68,7	76,3	82,4	81,9	76,6	69,1	60,6	53,6
Minumum Sıcaklık(°F)	42,8	43,7	46	51,6	58,8	66	71,8	71,2	65,8	58,3	51,1	45,5
Maksimum Sıcaklık(°F)	58,8	59,9	64,4	70,7	78,6	86,5	93,2	92,5	87,6	80,1	70,3	61,9

1.2.4. Ulaşım

Antalya'nın karayolu ulaşımında ana arteri, Antalya-Burdur (veya Isparta)-Afyon hattıdır. Bu güzergâh Türkiye'nin en büyük üç ilinden gelen yolları kendinde toplar. Afyon-Bilecik-Adapazarı yoluyla İstanbul'a, Afyon-Uşak yoluyla İzmir'e ve Afyon-Polatlı hattıyla Ankara'ya bağlantı sağlanır. Antalya'yı İç Anadolu'ya bağlayan ikinci bir yol Antalya-Manavgat-Akseki-Seydişehir-Konya güzergahıdır ki; Kapadokya'ya ulaşılır. İnceleme alanına ulaşımında bu karayolu ile bağlantılı birçok alternatif yol mevcut olup, bunlardan mevsimsel koşullar göz önüne alındığında; Batıdaki Antalya-Manavgat D400 karayolu ile Antalya-Isparta D685 karayolu ayrımından, Doğudaki Antalya-Manavgat-Akseki-Seydişehir-Konya D695 karayolundan kolaylıkla ulaşım sağlanabilmektedir.

Aşağı Aksu havzasına ulaşım ise; Antalya-Manavgat D400 karayolu üzerinde, Antalya il merkezine 15 ve 45 km uzaklıklardaki Aksu ile Gebiz ilçelerinin kuzey ve güneyinden rahatlıkla ulaşım sağlanabilmektedir. İnceleme alanı içerisinde ayrıca birçok stabilize yol mevcut olup, yaz aylarında ulaşımın kolay olduğu bu yollarda kış koşullarında ulaşım oldukça zor sağlanmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Genel Jeoloji Çalışmalar

Penck, (1918); Phillipson, (1918); Altınlı, (1944); Darkot ve Erinç, (1951); Aydar ve Dumont, (1979); İnan, (1980); Burger, (1990); Lale (2005), Antalya Travertenleri'nin karasal kökenli ve tektonik kökenli kırıklara bağlı kaynak suları ile oluştuğunu, buna bağlı basamaklı bir yapıya sahip olduklarını söylemişlerdir.

Özgül (1976), Toroslarda Kambriyen–Tersiyer aralığında çökelmiş kaya birimlerini incelediği çalışmada bölgeyi değişik havza koşulları içeren “birliklere” ayırmıştır. Bu çalışma ile Toroslar Bolkar Dağı Birliği, Aladağ Birliği, Geyik Dağı Birliği, Alanya Birliği, Bozkır Birliği ve Antalya Birliği olmak üzere altı bölümde incelemiştir. Yazar Antalya ili ve yakın çevresini kapsayan Antalya Birliği'nin pelajik kireçtaşları, radyolaritler, kumtaşları, ofiyolitler ve allokon birimlerden oluştuğunu, metamorfizma göstermediğini ve Geyikdağı Birliği Olistostromu üzerinde yer aldığını belirtmektedir.

Aydar ve Dumont (1979), Landsat uydu görüntüleri yardımıyla Antalya Travertenlerinde yaptıkları çalışmada üç farklı doğrultuda çizgisellik belirlemişlerdir. Bu çalışmada yazarlar, havza kuzeyinde süreklilik göstermeyen KD-GB ve KB-GD doğrultulu çizgiselliklerin bulunduğunu ayrıca seyrek olarak K-G çizgiselliklerin gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Hayward (1984), Güneybatı Türkiye'deki Beydağları ve Susuzdağ Masifleri'ni örten Miyosen yaşlı kırıntılı tortulların stratigrafisini incelerken bu çökellerin kuzeybatıdan gelen Likya Napları ve doğudan gelen Antalya Birliği olmak üzere iki ofiyolitik masifin yerleşimini belgelediğini savunmuştur. Miyosen istifinin bölgede faylanma ve çökmeler gösterdiğini öne süren araştırmacı bu çökme ve faylanmanın, karasal alüvyal oluşukların çökmesiyle sonuçlanan, regresif denizel istifin izlediğini belirtmiştir. Ayrıca Akdeniz çevresinde Messiniyen kuraklık dönemi için hiçbir veri olmadığını da belirtmiştir.

Akay ve Uysal (1984), Antalya Neojen Havzası'nı stratigrafik, sedimantolojik ve yapısal olarak ayrıntılı olarak incelendiği raporda Oligosen-Miyosen döneminde bölgede dört ayrı sıkışma fazı belirlenmiştir (Erken Oligosen Fazı, Langiyen Fazı, Tortoniyen-Aksu Fazı ve Geç Pliyosen-Gebiz Fazı). Antalya Havzası'nın Miyosen ve sonrası evriminin belirlenmeye çalışıldığı araştırmada, Akdeniz'de Mesiniyen

sonrası bir transgresyon ve Geç Pliyosen'de regresyonun etkili olduğu belirlenmiştir. Yazarlar, Pleyistosen'de bölgede açılma tektoniğinin etkili olduğunu, bu dönemde Antalya Travertenlerinin çökeldiğini, Holosen başlarında deniz seviyesindeki yükselme ile bu travertenlerin bir kısmının deniz altında kaldığını belirtmişlerdir.

Akay vd. (1985), Antalya Neojen Havzası'nı birbirinden bağımsız olarak gelişen Bey Dağları Miyosen havzası, Antalya Miyosen havzası ve Antalya Geç Miyosen-Pliyosen havzası olarak üç bölümde incelemişlerdir. Yazarlar, Akitaniyen-Geç Pliyosen aralığında bölgede çökelen tüm kayaçların stratigrafik ve sedimantolojik özelliklerini belirlemiş, bu zaman aralığındaki paleocoğrafik evrimi ortaya koymuşlardır.

Yalçinkaya vd. (1986), Araştırmacıların bölgede yaptıkları çalışmalarda Batı Toroslar'da yüzeylenen kaya birimlerinin düzgün bir stratigrafik dizilime sahip olduğunu, Alt Eosen sonrası ofiyolitlerin bölgeye yerleşmesi ve günümüze değin süregelen Miyosen sonrası genç tektoniğin etkisiyle bu düzgün stratigrafinin karmaşık bir durum kazandığını belirleyen araştırmacılar bölgede Miyosen sonrası oluşan yükselim sonucu, çekme gerilmelerinin etkisinde gelişen horst ve grabenlere bağlı olarak göllerde, akarsuların getirdiği malzemelerin depolanması ile gölsel çökellerin oluştuğunu söylemişlerdir.

Flecker vd. (1998), Isparta Açısı içerisinde yeralan Darıören, Aksu, Köprüçay ve Manavgat havzalarının oluşum şekillerini araştırdıkları çalışmada bu havzalarda yüzeyleyen kırıntılı kayaçlardaki paleoakıntı yönlerini belirlemişlerdir. Aksu Havzası orta kesiminde elde edilen K ve KD paleoakıntı verilerini Orta Miyosen'de havza kuzeyinde bir çöküntü alanının varlığı şeklinde yorumlayan yazarlar, bu çöküntü alanının Likya Napları'nın sıkıştırma hareketi ve litosferik yüküne bağlı olarak oluştuğunu düşünmektedirler. Buradan yola çıkarak, Aksu Havzası ve komşu havzaların, sıkışmaya bağlı olarak oluşmuş önülke (foreland) havzalar olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Glover ve Robertson (1998a), Aksu Havzası'nın Pliyosen ve Pleistosen'deki sedimanter ve tektonik evrimini araştırdıkları çalışmada Erken Pliyosen'de bölgede düşük enerjili koşulların etkili olduğunu (şelf derinliğinde(< 150 m) açık deniz ortamının hakim olduğu bir ortam), bunu Geç Pliyosen'de hızlı bir regresyonun(muhtemelen küresel ölçekli) takip ettiğini ve bu dönemde bölgenin sığ denizel bir çökme ortamı ile temsil edildiğini belirlemişlerdir.

Karabıyıköğlu vd. (2000), Aksu Havzası'nın doğusunda yer alan Miyosen Manavgat Havzası'nın tektonosedimanter evriminin incelendiği çalışmada; havzada gözlenen sedimanter kayaçların fasiyes özellikleri ve çökelme ortamları belirlenmiştir. Yazarlar, Manavgat Havzası'nın Likya Napları'ndan oldukça uzakta bulunması sebebiyle, napların litosferik yükünün etkisinde oluşmuş olamayacağını, komşu Aksu Havzası'nın ise konumu itibarıyla bu düşünceye uygun olduğunu belirtmektedir.

Robertson (2000), Güney Türkiye ve Doğu Akdeniz'in Mesozoyik-Tersiyer tektonik ve sedimanter evrimini batı, orta ve doğu olmak üzere üç bölümde incelemiştir. Batı segmentinde yer alan Miyosen havzalardan birisi olan Aksu Havzası'nın stratigrafisinden bahsedilen çalışmada havza çökel dolgusunun, transgresif Alt Miyosen kireçtaşları ve türbiditlerle başladığını, bu birimler üzerine Orta-Üst Miyosen çamurtaşları, türbiditler ve çakıltaşlarının geldiğini belirtmiştir. Yazar, Miyosen Aksu Havzası'nın tabanının önemli şekilde deformasyona uğramasının sebebini, üzerinde yer aldığı Mesozoyik Antalya Kompleksi'ndeki mevcut zayıf hatlarla açıklamaktadır.

Hançer ve Karaman (2001), Aksu Havzası batısında, Isparta ili güneyinde yeralan Bucak ilçesi ve civarında yaptıkları çalışmada bölgenin Miyosen'den günümüze tektonik özellikleri incelenmiştir. Yazarlar, bölgedeki tektonik yapıları Miyosen öncesinde KB-GD doğrultulu normal faylar, Erken Miyosen sonrasında K-G doğrultulu bindirme fayları ve KD-GB doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, Geç Miyosen sonrasında KD-GB eksenli kıvrımlar, Pliyosen sonrasında K-G ve KD-GB doğrultulu normal faylar ve Pleyistosen sonrasında D-B doğrultulu normal faylar şeklinde ayırmışlardır.

İslamoğlu (2002), Antalya Miyosen Havzası'nın stratigrafisini ve molusk faunasını incelediği çalışmada Aksu Formasyonu'na ait çakıltaşlarının karasal ve sığ denizel ortam çökelleri olduğunu belirtmektedir. Yazar, formasyonda gözlenen molusk faunasına göre, birimin sıcak ve normal tuzluluk koşullarına ait sığ shelf–derin shelf ortamında çökeldiğini belirlemiştir.

Sarı ve Özer (2002), Aksu Havzası'nın batısında yer alan Bey Dağları Karbonat Platformu'nda yaptıkları çalışmada birimin iki bölümden oluştuğunu belirlemişlerdir. Alttaki Senomaniyen-Erken Santoniyen yaşlı, yaklaşık 600 metre kalınlıktaki neritik bölüm üzerinde, 15 metre kalınlıktaki yarı pelajik-masif kireçtaşlarının dereceli olarak geldiğini belirlemişlerdir.

Collins ve Robertson (2003), Aksu Havzası batısında ve kuzeyinde yeralan ve havzaların oluşumunda etkili olan Likya Napları'nın hareketi ve yerleşimi ile ilgili çalışmada napların bölgedeki son yerleşimini Orta-Geç Miyosen'den önce tamamladığını belirtmişlerdir.

Glover ve Robertson (2003), Aksu Havzası'nda gözlenen Antalya Travertenleri'nin (tufa) sığ göl, bataklık ve yavaş akan akarsu ortamlarında çökeldiğini, tufa oluşumunun 600.000 yıldan yaşlı olduğunu, ayrıca bölgede tufa oluşumu için en uygun iklimsel koşulların ise 2-1,5 milyon yıl aralığında bulunduğunu belirlemişlerdir.

Poisson vd. (2003a), Aksu Havzası'nın Pliyosen ve sonrasındaki stratigrafisi ve paleocoğrafik özelliklerinin ortaya konulduğu çalışmada Aksu Vadisi'nin Miyosen sonlarında karasal ortam koşullarını yansıttığı, sonrasındaki bir deniz ilerlemesi ile (Post Mesiniyen Transgresyonu) bölgede kaba kırıntıların (delta ortamı) ve marnların çökeldiği belirlenmiştir. Bu araştırma ile ayrıca, bölgede Eskiköy Formasyonu'nda gözlenen fayların değerlendirilmesi sonucunda, Aksu Fazı olarak bilinen sıkışma rejiminin Geç Pliyosen sonrasına kadar etkili olduğu da belirlenmiştir.

Vrielynck vd. (2003), Antalya Kompleksi olarak adlandırılan, ofiyolitler, platform karbonatları ve derin denizel çökellerin Geç Miyosen-Orta Pliyosen'de birbiri üzerine doğru yeniden hareketlendiğini, Aksu Bindirmesi olarak bilinen bu tektonik olayın Antalya Kompleksi ile Bey Dağları Bloğu arasındaki çarpışmanın son evresi olduğunu belirlemişlerdir.

Pirazzoli (2005), Geç Holosen'de Akdeniz havzasında 8 farklı bölgede deniz seviyesi oynamalarını incelemiş, günümüzden 6000 yıl önce deniz seviyesi yükseliminin sona erdiğini belirtmiştir.

Çiner vd. (2008), Isparta Açısı içinde yer alan Antalya Havzası'nı, Manavgat, Köprüçay ve Aksu havzaları olmak üzere üç alt havzaya ayırıp, bu havzaların Miyosen çökel dolgusunun stratigrafisini, fasiyes düzenini ve çökelme ortamlarını araştırmışlardır. Yazarlar Aksu Havzası'nda, Aksu Formasyonu olarak isimlendirilen birimi, Kapıkaya çakıldaşları, Karadağ çakıldaşları ve Kargı çakıldaşları olmak üzere üç üyeye ayırarak incelemişlerdir.

2.2. Hidrojeoloji ve Hidroloji Çalışmaları

Karanjac ve Günay (1980), Göller bölgesi ile Akdeniz arasındaki karst alanlarının hidroloji ve hidrojeolojisini BM projesi kapsamında yürütmüşlerdir.

Sipahi M. H. (1984), Aksu Çay'ı Havzası'nın karst hidrojeolojisini araştırdığı doktora çalışmasında, bu sahaya ait hidrojeoloji haritalarını hazırlamıştır. Bölgedeki karst sisteminin oluşmasında karbonat birimlerinin istif durumları ortaya konmuştur. Sipahi, bu çalışmasında Göller Bölgesi ile Akdeniz arasında kalan sahada su ihtiyacının çok fazla olduğunu belirtmekte bu yüzden bu sahalarda hidrojeolojik çalışmaların daha fazla yapılmasının gerektiği tezini savunmaktadır.

Değirmenci M. (1989), Köprüçay Havzası ve çevresinin hidrojeolojisini incelediği çalışmasında bu havzanın kendisine komşu diğer havzalarla arasındaki hidrojeolojik ilişkiyi araştırmıştır.

Özüş (1992), Kırkgöz kaynakları ile Antalya yerleşim alanını da içine alan bölgenin jeolojisi ve hidrojeolojisi, su kimyası, yeraltısuyu beslenme ve boşalım ilişkileri ile yeraltısuyu akım yönleri üzerinde ayrıntılı olarak çalışmıştır.

Özüş vd. (1996), Yaptıkları çalışmada, Antalya yöresinin temel su kaynağı olan kentin Kırkgözler pınar gubunu incelemişlerdir. Yapılan kimyasal analizler sonucunda Antalya'nın denize yakın seviyelerinde kaynayan küçük pınarların Kırkgözler pınarlarına kıyasla çok daha az erimiş karbonat, ancak çok daha fazla sülfat içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, Kırkgözler pınarlarını besleyen suyun yeraltında ortalama kalış süresinin 100 yıl mertebesinde olduğu, bunun da yeraltında 22 milyar m³ lük bir hazine hacmine karşı geldiği belirlenmiştir.

Erlat E. (1997), "Türkiye'de günlük yağışların şiddeti üzerine bir inceleme" çalışmasında, Akdeniz yağış rejimi bölgesinde, günlük maksimum yağışın, Marmaris ve Antalya'da 400 mm'nin üzerine çıktığı vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Antalya ili, Aşağı Aksu Çayı havzasının sel potansiyeli ile bölgenin iklimsel özelliklerinin incelenmesi ve bu özelliklerin bölgedeki jeolojik birimlerle olan ilişkisinin ortaya konmasını amaçlayan bu tez çalışması, büro ve arazi çalışmaları şeklinde 2 şekilde gerçekleşmiştir.

Öncelikle inceleme alanı ve çevresinde yapılmış çalışmalar derlenip, Antalya bölgesine ait yağış ve akarsuların akım verileri toplanmış, elde edilen yağış, akım ve sellenme verilerinin istatistiksel analizleri yapılarak sellenme-jeoloji ilişkisi incelenmiştir.

İnceleme alanı ve çevresinde yer alan litolojik birimlerin konum ve ilişkilerini, yapısal unsurları belirlemek amacıyla; 1/100 000 ölçekli Antalya N25, N26, O25, O26 numaralı topoğrafik paftalar ve Isparta K11 ve K12 ile Antalya L11 ve L12 jeoloji haritaları kullanılarak çalışma alanı ve çevresinin 1/25 000 ölçekli genel jeoloji haritası ve jeolojik enine kesiti hazırlanmıştır.

Arazi çalışmaları kapsamında akarsu yatakları ve çevresinin jeolojik/hidrojeolojik özellikleri ile ilgili ayrı ayrı her formasyon üzerinde gözlemsel tanımlamalar ve sızma deneyi çalışmaları yapılmış ve bölge halkı ile geçmişte yaşanan sel olaylarının oluşum ve gelişimi hakkında bilgi toplanarak, sellenme ile bölgenin jeolojik özelliklerinin arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Büro çalışmaları

Bu tez çalışması kapsamında büro çalışmaları iki ayrı başlık altında değerlendirilmiştir. İlk aşama veri toplama ve hazırlık çalışmalarından oluşmaktadır. İkinci aşama ise arazi çalışmaları ile birlikte elde edilen bütün verilerin değerlendirilmesinden oluşmaktadır.

Büro çalışmalarının veri toplama ve hazırlık aşamasını oluşturan bölümü tez çalışması kapsamında belirlenen plan ve program çerçevesinde 3 aşamalı olarak yürütülmüştür.

Veri toplama aşaması olan büro çalışmaların ilk bölümünde bölge genelinde yapılmış tüm çalışmalar (rapor, makale, yüksek lisans ve doktora tezleri vb.) kütüphane (Süleyman Demirel Üniversitesi) ve elektronik veri tabanlarında (YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Akademi) ayrıntılı olarak taranmış ve derlenmiştir. Tüm bu çalışmalar dikkatlice incelerak tez kapsamında kullanılacak bölgenin genel jeolojisi derlenmiştir.

İkinci aşamada ise havza bazında değerlendirmeler yapılmıştır. Havza içinde yer alan litolojik birimlerin tanımlanması, dağılımı ve diğer birimlerle ilişkilerini gösteren harita ve kesitler hazırlanmıştır. Belirlenen bu alana ait 1/100 000 ölçekli topoğrafik ve MTA tarafından hazırlanmış olan jeoloji haritaları bilgisayar ortamında eşleştirilmiştir. Aşağı Aksu Çayı havzasının genel özellikleri, taşkın durumu ile ilgili Devlet Su İşleri Antalya Şube Müdürlüğü'nden, yağış istasyon verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş, havzanın drenaj ağları çizilerek, sınırları belirlenmiştir.

Üçüncü aşamada CorelDRAW X3 ve Global Mapper 15 ve Surfer programları yardımıyla öncelikle 1/100 000 ölçekli Antalya N25, N26, O25 ve O26 numaralı topoğrafik haritalara ait veriler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aynı programlar yardımıyla 1/100 000 ölçekli Isparta K11 ve K12 ile Antalya L11 ve L12 jeoloji haritaları topoğrafik haritalar ile birleştirilerek havza içinde yer alan her bir jeolojik birimin alansal yayılımı belirlenmiştir (Ek A).

Havza ile ilgili hazırlanmış olan topoğrafik haritalar ile Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan yağış verileri kullanılarak Surfer ve Global Mapper programı ile havzanın eş yağış (izohiyet) haritası ortaya çıkartılmış ve havzada meydana gelen yağış, buharlaşma miktarı hesaplanmaya çalışılmıştır.

3.2.2. Arazi çalışmaları

Arazi çalışmaları kapsamında öncelikle Aşağı Aksu Havzası içinde yer alan bütün jeolojik birimlerin yerinde ve daha ayrıntılı incelemesi yapılmıştır. Daha sonra her bir jeolojik birim üzerinde formasyon bazında ayrı ayrı sızma deneyleri yapılmış ve jeolojik birimlerin geçirimsizliği incelenmiştir (Ek B).

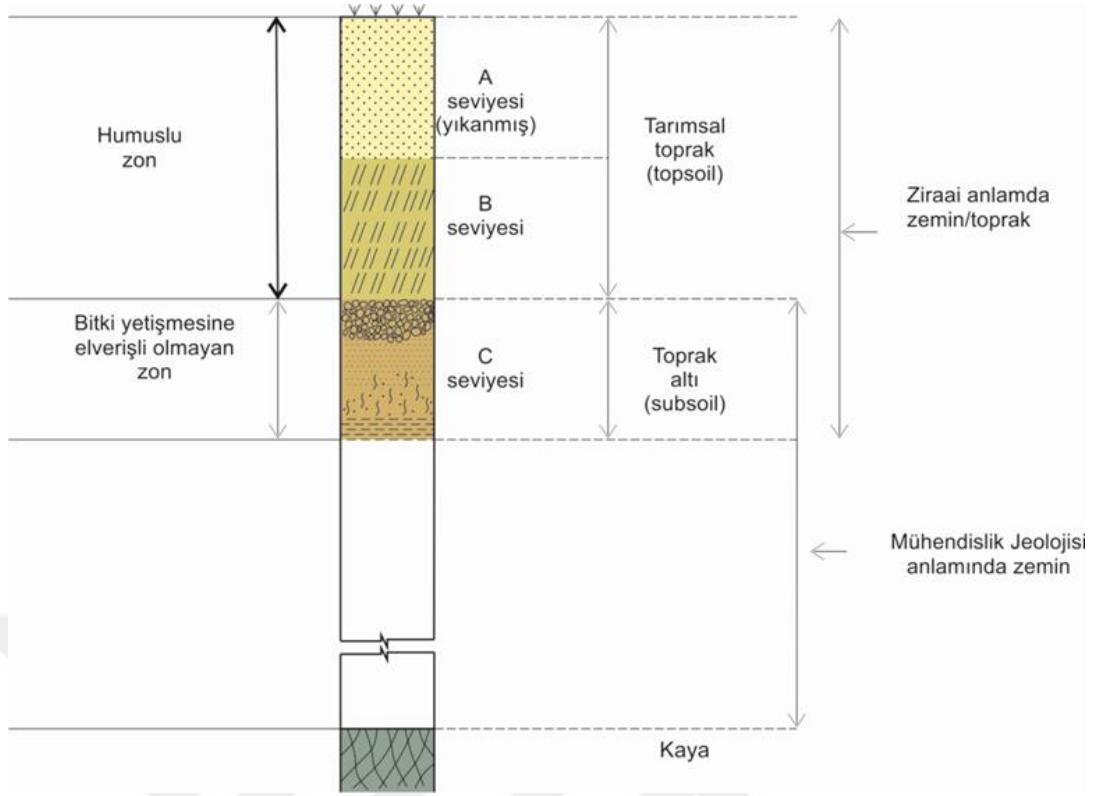
Sızma Deneyi;

Suyun yüzeyden toprak içerisine düşey doğrultuda girmesine toprağın su alması sızma (infiltrasyon), birim zamanda toprağa giren su miktarına ise su alma hızı (infiltrasyon hızı) denir. Su alma hızı birim zamanda birim alandan toprak içerisine giren suyun hacmidir cm/h ya da mm/h ile ifade edilir ve hız boyutuna sahiptir (Çakmak, 2017).

Toprağın su alma hızına etkili başlıca faktörler: toprak bünyesi, toprağın yapısı, toprakta mevcut nem miktarı, toprağın işlenme ve sıkışma durumu, toprak yüzeyindeki su yüksekliği, topraktaki tuzların cinsi ve miktarıdır (Çakmak, 2017).

Literatürde değişik toprakların su alma hızları verilmiş olsa da (Tablo 3.1), su alma hızının deneysel olarak sızma deneyleri ile belirlenmesi esastır. Sızma deneyi, herhangi bir yüzey üzerine kesit alanı belli olan içi boş, alt kesimi açık düzgün geometrik bir kap koyup, içini de su ile doldurarak suyun zaman içindeki eksilme miktarının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Kap içinden geçen su başlangıçta yavaş ya da hızlı hareket edebilir, deney su geçişinin kararlı hale gelmesi ile doğru sonuca ulaşmaktadır (Çakmak, 2017).

Deneydeki bir diğer önemli nokta içinden su geçecek kabın üzerine konduğu yerdir. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi toprak zirai bir tanımdır ve jeolojik birimler üzerinde yerinde ya da çok az taşınarak oluşur. Yağış da toprak üzerine düştükten sonra, süzülerek jeolojik birim içinden hareket etmeye başlar, işte bu kararlı akım jeolojik birim içinden süzülen sudur. O nedenle deney ilgili jeolojik birimin bulunduğu alanda ve üzerindeki toprak örtüsü de kaldırılmadan yapılmıştır. Suyun kararlı akışa geçmesi ile elde edilen değer, hesaplamalarda o jeolojik birime ait süzülme değeri olarak alınmıştır (Çakmak, 2017).



Şekil 3.1.Genelleştirilmiş zemin profili (Demir, 2016)

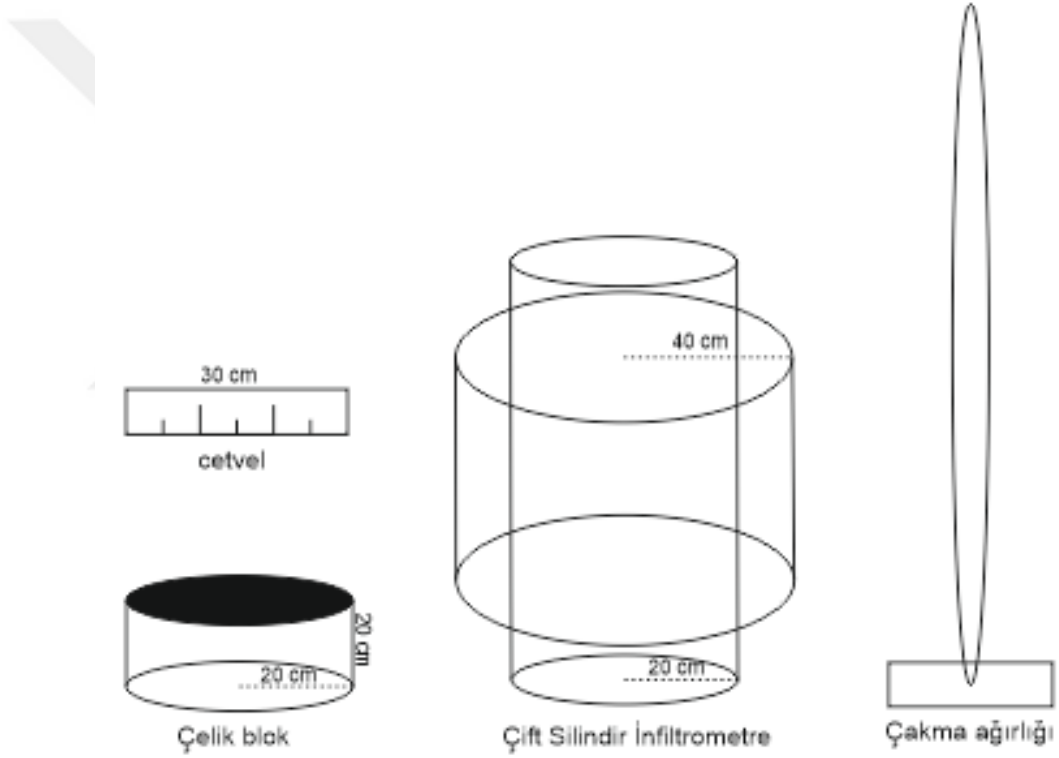
Çizelge 3.1.Toprak türlerine göre su alma hızları (Çakmak, 2017)

Toprak Cinsi	Su Alma Hızı
Hafif bünyeli topraklarda	YÜKSEK
Ağır bünyeli topraklarda	DÜŞÜK
Kümelı yapıya sahip topraklarda	YÜKSEK
Tanelı yapıya sahip topraklarda	DÜŞÜK
Kuru topraklarda	YÜKSEK
Nemli topraklarda	DÜŞÜK
İşlenmiş topraklarda	YÜKSEK
İşlenmemiş ve sıkışmış topraklarda	DÜŞÜK
Toprak yüzeyindeki su yüksekliği fazla olduğunda	YÜKSEK
Toprak yüzeyindeki su yüksekliği az olduğunda	DÜŞÜK
Kireçli topraklarda	YÜKSEK
Sodyumlu topraklarda	DÜŞÜK

Bu çalışma kapsamında su alma hızının belirlendiği sızma deneyleri çift silindir infiltrometre kullanılarak yapılmıştır (Apaydın, 2007).

Çift Silindir İnfiltrometre Ölçmeleri;

Çift silindir infiltrometre, iç içe geçmiş iki metal silindirden oluşmaktadır. Silindirler genellikle çapı 2 mm kalınlığında sacdan yapılır. Dış silindirin çapı 40 cm, iç silindirin çapı 20-25 cm ve her iki silindirin yüksekliği 40 cm'dir (Şekil 3.2). Toprağa kolayca girebilmeleri için silindirlerin alt uçları keskinleştirilir. İnfiltrasyon ölçmelerinin, birbirine yakın olacak ve en çok 2 alan içerisinde kalacak şekilde 3-5 yerde yapılması ve elde edilen değerlerin ortalamalarının kullanılması gerekmektedir. Ölçme işleminin mutlaka işlenmemiş arazide ve sulama başlangıcı için öngörülen toprak nemi koşullarında yapılması önemlidir.



Şekil 3.2. Çift silindir infiltrometre ve ekipmanları

Ölçme işleminden önce, araziye temsil eden karınca ve köstebek yuvaları ile bitki köklerinin oluşturabileceği kanalcıkların, silindire zarar verebilecek çakıl ve kayaların bulunmadığı düz bir yer seçilir. Silindirler yatay olacak şekilde seçilen yere konulur ve üzerine çakma plakası yerleştirilir. Çakma plakası, üzerinde çakma sırasında kaymayı engelleyecek şekilde silindir çaplarına uygun tamponlar bulunan ve genellikle 3 mm sacdan yapılan düz bir plakadır. Çakma plakasının üzerinden geniş

tabanlı elik bloktan oluşan yaklaşık 15 kg ağırlığındaki bir çakma ağırlığı ile yavaş yavaş vurularak ve yataylık sürekli denetlenerek silindirler 15-20 cm kadar çakılır.

Her iki silindire, i ve dış silindirdeki su seviyeleri eşit olacak şekilde sulamada uygulanacak su derinliği kadar (10-15 cm) su doldurulur.

Su düzeyi lmeleri i silindirden bir lme aracı ile yapılır. lme aracı, mm değerine kadar bölümlendirilmiş bir cetvel üzerinde bulunan ucu sivri, engelli ve ölçü göstergeli metal çubuktan ibarettir. Dış silindire doldurulan suyun işlevi, ıslatma alanını genişletmektir.

İ silindire su doldurulduğunda lme aracı ile ilk su düzeyi okuması yapılır. Bundan sonra, 10 dakika ara ile üç, 15 ve 30 dakika ara ile ikişer, 60 dakika ara ile bir ve 120 dakika ara ile yeteri kadar su düzeyi ölçmeleri yapılır ve lme zamanları ile su düzeyi değerleri bir çizelgeye kaydedilir. lmelere birim zamanda toprak içerisine giren su miktarı yaklaşık eşit oluncaya kadar devam edilir. Ölçmeler sırasında toprak yüzeyindeki su ykseklėi 5 cm civarına düştüğünde silindirlere tekrar su ilave edilir (şekil 3.3).

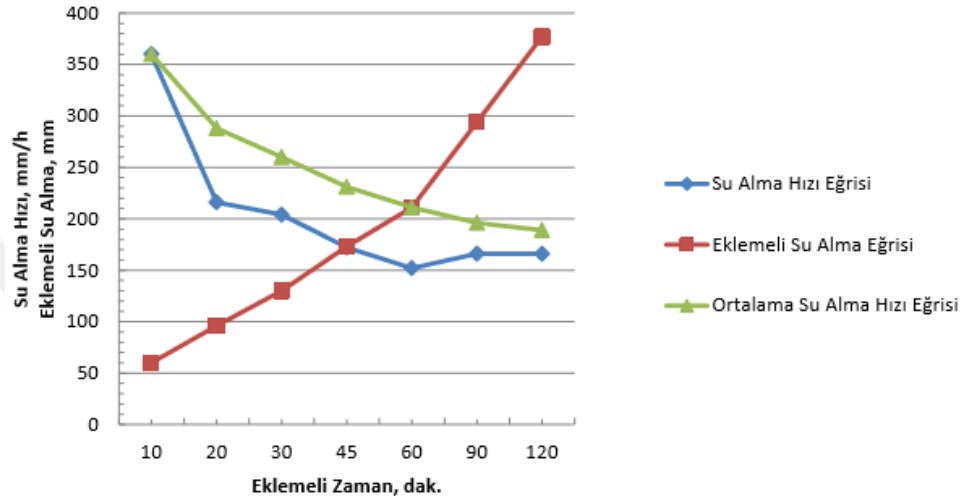


şekil 3.3. İnceleme alanında İnfiltrometre ile ölçüm anından bir görünüm

Elde edilen lme sonuçlarından yararlanarak eklemeli zaman, su alma hızı, ortalama su alma hızı ve eklemeli su alma değerleri bulunur. Eklemeli zaman

değerlerine karşılık gelen su alma hızı, ortalama su alma hızı ve eklemeli su alma değerleri bir milimetrik kâğıda işaretlenirse eğri biçiminde ilişkiler elde edilir (Şekil 3.4).

Toprağın su alma hızı başlangıçta oldukça yüksektir. Su alma hızı zamanla azalmakta ve sonuçta sabit bir değere ulaşmaktadır. Sabit olan bu değere toprağın gerçek su alma hızı denir.



Şekil 3.4. Çalışma alanı içerisindeki Alüvyon biriminin Su Alma Hızı ve Eklemeli Su Alma Eğrisi

3.2.3. Değerlendirme çalışmaları

Büro çalışmalarının ikinci ana bölümünü oluşturan değerlendirme çalışmaları eldeki bütün verilerin ortaya konması, bu veriler yardımı ile hesaplama yapılması ve hesaplama sonuçlarının yorumlanmasını kapsamaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan yağış verileri kullanılarak Surfer ve Global Mapper programı ile havzanın eş yağış (izohiyet) haritası ortaya çıkartılmıştır. Havzaya ait jeoloji haritası üzerinde her bir formasyonun yüzey alanının da belirlenmesi ile her bir formasyon üzerine düşen yağış ve buharlaşma miktarı Thornthwaite yöntemi ile hesaplanmıştır.

Elde edilen bütün yağış, buharlaşma ve sızma verileri kullanılarak SCS-CN yöntemi yardımı ile her bir jeolojik birime ait akışa geçebilecek su miktarları hesaplanmaya çalışılmış ve toplamda jeolojik birimlere bağlı olarak yağış sellenme ilişkisi incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bölgesel Jeoloji

Aksu havzasının da içinde bulunduğu Antalya Bölgesi Batı Toroslar'ın güney kenarında bulunmaktadır. Bölgesel jeoloji, MTA tarafından hazırlanmış olan 1/100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları ve açıklamaları esas alınarak verilmiştir.

Bölgenin hakim kaya birimleri, platform tipi karbonat çökellerden oluşan Kambriyen-Eosen yaş aralığındaki Anamas-Akseki, Jura-Miyosen yaş aralığındaki Beydağları otoktonu ile Antalya Miyosen Havzası çökelleri ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı tufadan oluşan genç otokton birimlerdir. Antalya Napları ise otokton birimler üzerindeki bölgenin allohton birimlerini oluşturur.

Aksu havzası, kısmen birbirinden bağımsız olarak gelişen Beydağları Miyosen havzası ile Antalya Miyosen havzası ve tümüyle diğerlerinden bağımsız olarak gelişen Antalya Üst Miyosen-Pliyosen havzası ile temsil edilmiştir. Bu üç havzanın en üst birimlerini ise Traverten ve Alüvyon oluşturmaktadır.

Çalışma alanı tektonostratigrafik konumlarına göre alttan üste doğru; neritik kireçtaşıdan oluşan Triyas-Senomaniyen yaşlı Beydağları formasyonu, Aniziyen-Ladiniyen yaşlı Ayrılmamış Yeniceboğazıdere formasyonu ve Alakırçay Grubu, kalsitürbidit, çört, radyolarit, şeyl vb. kaya türlerinden oluşan Resiyen-Senoniyen yaşlı Yeniceboğazıdere formasyonu ve yer yer kalsitürbidit, mikrit ve çörtlü mikritten oluşan Kireçtaşı Üyesi, Alakırçay Grubu tarafından uyumsuz olarak örtülen alacalı marn, killi kireçtaşı vb. oluşan Skitiyen-Aniziyen yaşlı Kesmeköprü formasyonu, radyolarit, çört ve şeylden oluşan Gökdere, Çandır ve Karadere formasyonları ile düşey ve yanal yönde giriklik gösteren Ladiniyen yaşlı Tesbihli formasyonu, Halobialı mikrit ve çörtlü mikritten oluşan Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı Gökdere formasyonu, Spilit, spilitik bazalt ve bazalttan oluşan Ladiniyen-Noriyen yaşlı Karadere formasyonu, Bitkili kumtaşı ve şeyllerden oluşan Aniziyen-noriyen yaşlı Çandır formasyonu, Bitkili kumtaşı, şeyl, radyolarit, çört, spilit, bazalt, halobialı kireçtaşı vb. oluşan Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı Alakırçay Grubu, dolomit ve dolomitik kireçtaşıdan oluşan Üst Permian yaşlı Kızılbaş formasyonu, neritik kireçtaşlarından oluşan Resiyen-Senomaniyen yaşlı Tekedağı formasyonu, kireçtaşı, kalsitürbidit ve çörtlü kireçtaşıdan oluşan Resiyen-Senomaniyen yaşlı Erenler formasyonu, bu formasyon üzerine uyumsuz olarak gelen bloklu filişlerden

(ofiyolitli) oluşan Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Keçili formasyonu, ofiyolitli melanjdan oluşan Üst Senoniyen yaşlı Kırkdirek formasyonu, Kretase yaşlı Harzburjitler, kumtaşı, kıltaşı, silttaşı ve konglomeradan oluşan Üst Burdigaliyen-Serravaliyen yaşlı Karpuzçay formasyonu, konglomera ve kumtaşlarından oluşan Üst Messiniyen-Alt Pliyosen yaşlı Eskiköy formasyonu, resifal kireçtaşlarından oluşan Üst Messiniyen-Alt Pliyosen yaşlı Gebiz kireçtaşı, marn, kıltaşı, silttaşı ve kumtaşlarından oluşan Alt Pliyosen yaşlı Yenimahalle formasyonu, kumtaşı ve konglomeralardan oluşan Üst Pliyosen yaşlı Kurşunlu formasyonu, Kuvaterner yaşlı Belkıs konglomeraları ve Antalya Travertenleri, en üst sırayı ise Yamaç molozu, Plaj oluşukları, Kumullar ve Alüvyon çökelleri oluşturmaktadır.

Jeolojik tanımlaması yapılan formasyonların adı, formasyonu oluşturan litolojik birimler, bu birimlerin yüzde dağılımları ve kapladıkları yüzey alanları formasyon anlatımlarının sonunda verilmiştir (Çizelge 4.1).

Beydağları Formasyonu (Kb)

Neritik kireçtaşlarından oluşan formasyon, Günay ve diğ.(1982) tarafından adlandırılmıştır.

Orta-kalın tabakalı, açık kahve, bej, gri, krem, açık gri, bazen koyu gri renklerde neritik kireçtaşlarından oluşur. Birimin tabanında bazen dolomitleşme yaygındır. Bazen Alt Kretase yaşlı kesiminde ince-orta tabakalı, gri, koyu gri renkli, bitümlü düzey görülür. Beydağları formasyonunun üst düzeylerinde rudist yama resifleri yaygın olarak izlenir. Kalınlığı 3000 metreyi aşar. Triyas-Senomaniyen yaşlı olan birim, sık karbonat şelf ortamında çökelmiştir.

Ayrılmamış Yeniceboğazıdere formasyonu ve Alakırçay Grubu (Jky+Tro)

İnce-orta kalın tabakalı, gri, yeşil, yeşilimsi gri, açık kahve, yersel olarak kırmızı renkli kumtaşı, kıltaşı, silttaşı, ince-orta tabakalı, bej, krem gri, yer yer pembe renkli, bol radyolaryalı mikrit ve çörtlü mikrit ile bunlarla yanar ve düşey yönde girik yeşil, koyu yeşil, kahve, kızıl kahve ve renkli yastık yapılı spilit, spilitleşmiş bazalt ve bazaltlardan oluşur. Aniziyen-Ladiniyen yaşlıdır.

Kireçtaşı Üyesi (Jkyk)

İnce-orta-kalın tabakalı, bej, gri, koyu gri, krem, yeşil, pembe vb. renklerde mikrit, çörtlü mikrit ve kalsitürbiditlerden oluşur. Egemen kayatürü kalsitürbidit olup, bunlar çoğun silisleşmiştir. Kalınlığı 0-300 metre arasında değişir. Bazen 300 metreden daha kalın düzeyler oluşturur.

Yeniceboğazıdere Formasyonu (Jky)

Kalsitürbidit, çört, radyolarit, şeyl ve kireçtaşlarından oluşan formasyon, Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır.

İnce-orta-kalın tabakalı, bej, gri, krem, yeşilimsi gri, pembe vb. renklerde mikrit, çörtlü mikrit, kalsitürbidit, silisifiye kireçtaşları ile ince-orta-kalın tabakalı, kırmızı, pembe, gri, yeşil, sarımsı gri vb. renklerde çört, radyolarit ve şeyllerden oluşur. Bazen egemen kayatürü kireçtaşı-kalsitürbidit ara seviyeli radyolarit, çört ve şeyl iken, bazen de mikrit, çörtlü mikrit, kalsitürbidit ve silisifiye kireçtaşları egemen kayatürünü oluşturur. Resiyen-Senoniyen yaşlı olan birim, türbidit akıntıların etkin olduğu yamaç-havza kenarı ortamında çökelmiştir.

Kesmeköprü Formasyonu (Trke)

Alakırçay ve Tahtalıdağ naplarında bulunan, genelde alacalı marnlardan oluşan birim, Marcoux (1977) tarafından adlandırılmıştır.

İnce-orta, yersel kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, kirli sarı, kırmızı, pembe renklerde marn, kirli kireçtaşı, kiltası, kireçtaşı, silttaşı ve kumtaşlarından oluşur. Egemen kayatürü, kiltası, killi kireçtaşı ve marnıdır. İnce ara seviyeler halindeki kireçtaşları yer yer hidrokarbon içeriklidir. Formasyonda kalınlığı 20 cm ile 12 metre arasında değişen, ince-orta kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, koyu gri renkli vermiküler kireçtaşı (Vermes izli) seviyeleri belirgindir. Bunlar bazen siyah benekli karbonatlar halindedir. Bazı alanlarda breşik dokulu, bazı alanlarda yumrulu görünümlüdür. Üst düzeylerinde Orta-Üst Triyas yaşlı şeyl ve bitkili kumtaşlarına benzer kırıntılılar bulunur. Bu kırıntılılar içinde mikrokonglomera, konglomeratik kireçtaşı, kuvarsitik kumtaşı seviyeleri görülebilir.

Birim üstte Alakırçay grubu formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yaklaşık 350 metre kalınlık gösterir. Skitiyen-Aniziyen yaşı olan birim, sığ şelf (gel-git) ortamında çökelmiştir.

Tesbihli Formasyonu (Trat)

Alakırçay grubunun tabanını oluşturan, tabakalı çörtlerden oluşan formasyon, Kalafatçioğlu (1973) tarafından adlandırılmıştır.

İnce-orta tabakalı, çoğun kızıl, kızıl kahve, yer yer yeşil, gri, kirli sarı, mavi, siyah renkli radyolarit, çört ve şeyllerden oluşur. Tabanında çörtlü kireçtaşı veya kalsitübiditler görülebilir. Bazı alanlarda sinsedimanter kıvrımlıdır. Birim içinde seyrek de olsa bitümlü seyl seviyeleri olağandır. Ender olarak diyabaz daykları ile kesilir.

Ladiniyen yaşı olan birim, volkanizmanın zaman zaman etkin olduğu havza ortamında çökelmiştir. Kalınlığı 20-70 metre arasında değişir.

Gökdere Formasyonu (Trag)

Plaket görünümlü, mikrit ve çörtlü mikritlerden oluşan formasyon, Kalafatçioğlu (1973) tarafından adlandırılmıştır.

İnce-orta tabakalı, bej, krem, gri, açık gri renkli plaket görünümlü, çoğun çört yumrulu, bol radyolaryalı, mikritik dokulu, yersel halobialı kireçtaşlarından oluşur. Kalkarenit, seyl, tuf, tüfit vb. seviyeler görülebilir. Formasyon seyrek olarak diyabaz daykları ile kesilir. Bazı alanlarda da yoğun volkanit ara düzeylidir.

Birim yanal ve düşey yönde Tesbihli, Çandır ve Karadere formasyonları ile giriktir. Kalınlığı 10-350 metre arasında değişir. Üst Aniziyen-Noriyen yaşı olan birim, volkanizmanın etkin olduğu duraysız havza ortamında çökelmiştir.

Karadere Formasyonu (Trak)

Bazik volkanitlerle temsil edilen formasyon, Juteau ve Marcoux (1973) tarafından adlandırılmıştır.

Koyu kahve, koyu yeşil, yeşilimsi siyah, kızıl renkli, yastık yapılı alkali özellikte bazalt, spilit ve spilitleşmiş bazaltlardan oluşur. Yer yer tabakalı çört, mikrit, şeyller ile seyrek aglomera ve tüfler kapsar. Yerel olarak diyabaz dayıklıdır. Karadere formasyonunu oluşturan volkanitler üzerinde (seamount), yer yer Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşları çökelmiştir. Platform tipi bu karbonatları, Tahtalıdağ napının ana kütlelerini oluşturan Jura-Kretase yaşlı neritik karbonatlardan ayırmak güçtür.

Stratigrafik konumuna göre birim, Ladinien-Norien yaşlıdır. Karadere formasyonu, Anizien sonlarında platformun parçalanması sonucu açılmaya (rifleşmeye) bağlı olarak gelişmiş ve volkanizma Norien sonlarına kadar sürmüştür.

Çandır Formasyonu (Traç)

Bitkili kumtaşı ve şeyllerden oluşan formasyon, Kalafatçioğlu (1973) tarafından adlandırılmıştır.

İnce-orta-kalın tabakalı, gri, açık gri, yeşil, sarımsı, kahve renklerde kumtaşı, silttaşı ve kilaşlarından oluşur. Yer yer bazik volkanit, konglomera, kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı bant ve mercekleri kapsar. Kumtaşları bazen bitki yığışımı olup, kuvars, kuvarsit, karbonat ve volkanit elemanıdır. Kilaşı ve silttaşları bazen yapraklanmış ve şey görünümü almıştır. Türbidit karakterde kırıntılı kayalardan oluşan Çandır formasyonu, Alakırçay grubunun diğer formasyonlarından daha yaygın olarak bulunur. Üst Anizien-Norien yaşlı olan birim, volkanizmanın ve türbidit akıntıların etkin olduğu havza ortamında çökelmiştir.

Alakırçay Grubu (Tra)

Formasyon, Şenel ve diğ. (1981) tarafından adlandırılmıştır. İnce-orta kalın tabakalı, gri, yeşil, yeşilimsi gri, açık kahve, yersel olarak kırmızı renkli kumtaşı, kiltası, silttaşı, ince-orta tabakalı, bej, krem gri, yer yer pembe renkli, bol radyolaryalı mikrit ve çörtlü mikrit ile bunlarla yanal ve düşey yönde girik yeşil, koyu yeşil, kahve, kızıl kahve ve renkli yastık yapılı spilit, spilitleşmiş bazalt ve bazaltlardan oluşur.

Daha önce Çandır formasyonu olarak da adlandırılmıştır. (Akbulut, 1979;1980; Şenel ve diğerleri, 1992;1996).

Alakırçay grubunun inceleme alanında alt ve üst ilişkisi tektoniktir ve yaklaşık 350 metre kalınlık gösterir. Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı olan birim, volkanizmanın ve türbidit akıntıların etkin olduğu havza ortamında çökelmiştir.

Kızılbaş Formasyonu (Pk)

Genelde dolomitlerden oluşan formasyon, Akseki güneyinde Demirtaşlı (1987) tarafından adlandırılmıştır. Birimi Kalafatçıoğlu (1973) Fesleğen dolomiti olarak tanımlamıştır.

Orta-kalın tabakalı, gri, koyu gri, siyahımsı gri renkli dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Birim içinde ince düzeyler halinde mizziali kireçtaşları bulunur. Tabanında yer yer kuvarsitik kumtaşı, kiltası ve silttaşları görülebilir.

Üst Permien yaşlı olan birim, sık şelf karbonat ortamında çökelmiştir.

Tekedağı formasyonu (Jkt)

Neritik kireçtaşlarından oluşan formasyon, Şenel ve diğ. (1981) tarafından adlandırılmıştır.

Orta-kalın tabakalı, bej, krem, kirli sarı, açık gri, açık kahve, yersel pembe, kirli beyaz renkli neritik kireçtaşlarından oluşur. Bazı alanlarda altta dolomitler veya megalodonlu ve mercanlı kireçtaşları kapsar. Üstte dolomit ve dolomitik kireçtaşı seviyeleri görülebilir. Birimin Malm seviyesinde oolitik kireçtaşları belirgindir. Alt

Kretase kayalarında yer yer ince bitümlü laminalı seviyelere veya kıymıksı ayrılmalı kireçtaşlarına rastlanır. Üstte rudistli kireçtaşları ve rekristalize kireçtaşları yaygındır.

Resiyen-Senomaniyen yaşlı olan birim, kıyı ötesi platform ortamında çökelmiştir.

Erenler Formasyonu (Jke)

Altta bej, krem, kirli beyaz renkli, algli ve seyrek megalodon izli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşları kapsar. Üstte kalsitürbidit ara düzeyli mikrit ve çörtlü mikritler içerir. Mikrit ve çörtlü mikritler, ince seviyeler halinde olup, ince-orta tabakalı, bej, krem, açık kahve, kirli sarı, açık gri renklidir. Kalsitürbiditler, ince-orta, yersel kalın katmanlı, kalkarenit ve kalsirudit karakterindedir. Bunların bir kısmı pellet yığışımıdır.

Birim üstte Keçili formasyonu tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yaklaşık 400-650 metre kalınlık gösterir. Resiyen-Senomaniyen yaşlı olan birim, kıyı ötesi karbonat platformunun resif önü ortamında çökelmiş olmalıdır.

Keçili Formasyonu (Kk)

Bloklu fliş ile temsil edilen formasyon, Juteau (1975) tarafından Keçili dentritikleri, Şenel ve diğ. (1981) tarafından ise Keçili formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Keçili formasyonu Antalya naplarını oluşturan tüm yapısal birimlerde bulunur. Birim bol ofiyolit kırıntısı ve olistolitler içermesi ile tanınır.

Genelde ofiyolitlerin ve diğer allokton kütlelerin bloklarını içeren birimin tabanında, ince-orta kalın tabakalı marn, kıltaşı, silttaşı, kumlu-killi kireçtaşı mikrit, konglomera ve kumtaşları yer alır. Üst seviyesinde konglomera, kumtaşı, silttaşı ve kıltaşları yaygındır ve çok çeşitli olistolitler içerir.

Alt ilişkisi uyumsuzluk gösteren formasyonun üst ilişkisi tektoniktir. Kalınlığı 0-670 metre arasında değişir. Üst kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı olan birim, yatay hareketlerin etkin olduğu duraysız havza ortamında çökelmiştir.

Kırkdirek Formasyonu (Kkm)

Ofiyolitli melanj karakterinde olan birim, Şenel ve diğ. (1981) tarafından adlandırılmıştır.

Serpantinit hamuru içinde, değişik boyutta halobial kireçtaşı, bitkili kumtaşı, şeyl, tabakalı çört, radyolarit, bazik volkanik, Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşı, gabro, diyabaz, amfibolit vb. bloklar kapsar. Bazen Keçili formasyonuna alt dilimlerde içerir. Ancak Keçili formasyonu, bazen birim üzerinde uyumsuz olarak da görülebilir. Kalınlığı 0-600 metre arasında değişir.

Harzburgitler (Ktoh)

Genelde lerzolitik harzburgit, masif harzburgit ve bantlı harzburgitlerden oluşur. Yer yer serpantinleşmiş harzburgit ve dunit, serpantinit, dunit vb. kayaları kapsar.

Karpuzçay Formasyonu (Tmkp)

Kumtaşı, kıltaşı, silttaşı vb. kayatürlerinden oluşan formasyon Akay ve diğ. (1985) tarafından adlandırılmıştır. Poisson (1977), birimi Kargı molası olarak tanımlamıştır.

İnce-orta-kalın tabakalı, gri, yeşilimsi gri, kirli sarı, yeşil, bej, krem renklerde kumtaşı, kıltaşı ve silttaşlarından oluşur. Yer yer özellikle alt düzeylerde kalsitürbidit, killi, kumlu kireçtaşı vb. düzeyler içerir. Alt seviyelerinde mercan, gastropod, lamelli vb. organizma kalıntıları bulunur. Bu düzeylerde irili ufaklı biyohermler gelişmiştir. Yer yer konglomera düzeylidir.

Karpuzçay formasyonu, Beydağları otoktonu ile Antalya napları üzerinde açısız uyumsuzdur. Yaklaşık 2050 metre kalınlıktadır (Akay ve diğ., 1985).Üst Burdigaliyen-Serravaliyen yaşlı olan birim, önce şelf daha sonra yamaç ve havza ortamında çökelmiştir.

Aksu Formasyonu (Tma)

Kalın konglomeralardan oluşan birim, Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır. Dumont ve Kerey (1975) ile Dumont (1976) birimi Kesme konglomerası olarak tanımlamışlar ve Tortoniyen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Akay ve Uysal (1985) ile

Akay ve diğ. (1985)'ne göre ise Antalya Körfezi kuzeyindeki tüm konglomeraları Aksu formasyonuna dahil etmişler ve yaşının Üst Oligosen-Tortoniyen olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Masif, kalın, yer yer orta tabakalı, orta-iyi boyplanmalı, yuvarlak, yarı yuvarlak, bazen köşeli çakıllı ve yer yer bloklu konglomeralardan oluşur. İçinde bazen kumtaşı, silttaşı, marn gibi düzeyler görülebilir.

Aksu formasyonunun alt ilişkisi genelde açısal uyumsuzluk gösterir. Ancak güneyde sahile yaklaştıkça Aksu formasyonunun alttaki Karpuzçay formasyonu ile uyumlu, hatta Karpuzçay formasyonunun üst düzeyleri ile yanal yönde giriklik gösterdiği izlenir. En fazla 400 metre kalınlık gösterir. Tortoniyen yaşlı olan birim, şelf-yamaç ortamında çökelmiştir.

Eskiköy Formasyonu (Ple)

Konglomeralardan oluşan formasyon, Akay ve diğ. (1985) tarafından adlandırılmıştır.

Birim altta masif veya çok kalın tabakalı karasal konglomera, üstte ise denizel, kalın tabakalı konglomera, kumtaşı ve miltaşı ardalanmasından oluşur.

Alt ilişkisi açısal uyumsuz olan Eskiköy formasyonu, üstte Yenimahalle formasyonu ile geçişlidir. Yanal yönde batıda Gebiz kireçtaşına geçer. Kalınlığı 0-400 metre arasında değişir. Üst Messiniyen-Alt Pliyosen yaşlı kabul edilen formasyon, önce karasal, daha sonra ise kıyı ortamında çökelmiştir.

Gebiz Kireçtaşı (Plg)

Genelde resifal kireçtaşlarından oluşan formasyon, Poisson (1977) tarafından adlandırılmıştır.

Masif ve orta-kalın tabakalı, gri, sarımsı gri, açık yeşil, pembe kirli sarı, bej renklerde kireçtaşlarından oluşur. Bol miktarda alg, mercan, lamelli, gastropod yığılımları ile oncoïdli kireçtaşları kapsar.

Üstte Yenimahalle formasyonu ile tedrici geçişlidir ve yanal yönde Eskiköy formasyonuna geçer. Yaklaşık 50 metre kalınlığı izlenir. Üst Messiniyen-Alt Pliyosen yaşlı olan birim, sık şelf ortamında çökelmiştir.

Yenimahalle Formasyonu (Ply)

Kiltaşı, silttaşı ve kumtaşlarından oluşan formasyon, Akay ve diğ. (1985) tarafından adlandırılmıştır. İnce-orta-kalın tabakalı ve yer yer laminalı gri, yeşilimsi gri, kirli sarı, bej, krem renklerde marn, kiltaşı, silttaşı ve kumtaşlarından oluşur. Yer yer killi-kumlu kireçtaşı seviyeleri kapsar.

Birim üstte Kurşunlu formasyonu ile geçişlidir. Yaklaşık 150 metre kalınlık gösterir. Alt Pliyosen yaşlı olan birim, derin şelf ortamında çökelmiştir.

Kurşunlu Formasyonu (Plk)

Konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarından oluşan formasyonu, Akay ve diğ. (1985) Alakilise formasyonu olarak adlandırmışlardır. Ancak kuzeyde Karacahisar kubbesinde Alakilise kireçtaşı (Dumont ve Kerey, 1975; Şenel ve diğ., 1992; 1996) adı Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları için yaygın olarak kullanıldığından birimin adı harita hazırlama aşamasında Kurşunlu formasyonu olarak değiştirilmiştir.

İnce-orta-kalın tabakalı ve çapraz tabakalanmalı, kızıl, kızıl kahve, gri, yeşil, renklerde kumtaşı ve konglomeralardan oluşur. Lamelli ve gastropod kavkıları kapsar. Yer yer volkanik tuf tabakalıdır.

Altta Yenimahalle formasyonu ile uyumlu, üstten Antalya Traverteni tarafından uyumsuz olarak örtülür. Yaklaşık 150 metre kalınlık gösterir. Üst Pliyosen yaşlı kabul edilen formasyon, kıyı üstte yelpaze ortamında çökelmiştir.

Belkıs Konglomerası (Qb)

Blumenthal (1951) tarafından adlandırılan birim, polijenik konglomeralardan oluşur. Genelde küresel, iyi yuvarlak-yuvarlak çakıllı, tane destekli, belirsiz ve çapraz tabakalanmalı, kum ve çamur desteklidir. Yer yer çamur ve eski toprak seviyeleri kapsar. Kalınlığı 0-20 metre arasında değişir. Kuvaterner yaşlı kabul edilen formasyon, akarsu kökenli oluşuk olup taraçalar halinde bulunur.

Antalya Traverteni (Qa)

Poisson (1977) tarafından tanımlanan birim tamamen travertenlerden oluşur. Kahverenkli, yer yer ince-orta tabakalı, yersel masif veya kalın tabakalı, sık erime boşluklu, bazen sıkı dokulu ya da süngerimsi dokuludur.

Azami 300 metre kalınlığa ulaşır. Birim Condora sp. Bulgusuna (Akay ve diğ., 1985) dayanılarak Kuvaterner yaşlı kabul edilmiştir. Büyük su boşalımları sırasında oluşmuştur.

Yamaç Molozu (Qym)

Dağ yamaç ve eteklerinde bulunur. Yer yer tutturulmuş, çoğun gevşektir. Yamaç eğiminin yüksek olduğu alanlar ile fay şevlerinin eteklerinde biriktirilmiş genellikle çok kaba taneli ve bloklu malzemelerden oluşur ve tabakalanma göstermez.

Plaj Oluşukları (Qp)

Kıyı boyunca (güneyden kuzeye doğru) dalga işlevi ile oluşan kum ve çakıllı çökellerdir.

Kumullar (Qk)

Deniz kenarı boyunca bentler halinde ve değişik genişlikte olan kum birikintilerinden oluşur.

Alüvyon (Qal)

Birim havza içinde biriktirilen pekişmemiş sedimanlardan oluşmaktadır. Nehir yataklarında ve düzlüklerdeki akarsu yataklarıdır. Nehirlerin denize ulaştığı alanlarda delta ve kıyı çökelleri kapsar.

Birim genellikle kendinden önceki birimlerden ayrışıp taşınarak Aksu havzasında geniş yayımlı olarak depolanan kırıntılı tortullardan oluşmaktadır.

Çizelge 4.1. Aşağı Aksu havzası içerisinde bulunan jeolojik formasyonlar, litolojiler ve kapladıkları yüzey alanları

Formasyon Adı	İçerisinde Bulunan Birimler	Litoloji	Toplam Alan
Alüvyon (Qal)	Kırıntılı tortullar	%60 kum, %40 çakıl, %20 kil	214,331 km ²
Kumullar (Qk)	Kum birikintileri	%100 kum	18,18 km ²
Plaj oluşukları (Qp)	Kum ve çakıl	%60 kum, %40 çakıl	1,876 km ²
Yamaç molozu (Qym)	Kaba taneli ve bloklu malzeme	%70 kireçtaşı ve dolomitten kopan köşeli çakıllar, %30 kum ve kil	4,203 km ²
Antalya Traverteni (Qa)	Traverten	%100 traverten	86,706 km ²
Belkıs konglomerası (Qb)	Kum ve çamur destekli konglomera	%90 kum, %10 çamur	51,521 km ²
Kurşunlu formasyonu (Pik)	Kum ve konglomeralar ile yer yer tuf	%45 konglomera, %45 kum, %10 volkanik tuf	85,44 km ²
Gebiz kireçtaşı (Plg)	Orta-kalın tabakalı kireçtaşı	%100 kireçtaşı	3,386 km ²
Eskiköy formasyonu (Pie)	Çok kalın tabakalı karasal ve denizel konglomera ile kumtaşı ve miltası ardalanması	%50 konglomera, %30 kumtaşı, %20 miltası	33,662 km ²
Aksu formasyonu (Tma)	Masif ve yer yer orta tabakalı konglomera ile yer yer kumtaşı, silttaşı ve marn	%80 konglomera, %20 kumtaşı, silttaşı ve marn	32,064 km ²
Karpuzçay formasyonu (Tmkp)	Gri, yeşilimsi gri renklerde kumtaşı, kiltası ve silttaşı ile yer yer killi, kumlu kireçtaşı	%80 kumtaşı, silttaşı ve kiltası, %15 killi-kumlu kireçtaşı, %5 konglomera	73,802 km ²
Harzburgitler (Ktoh)	Genelde lerzolitik harzburgit ve yer yer serpantinleşmiş harzburgit ve dunit, serpantinit, dunit vb. kayalar	%90 harzburgit, %10 serpantinit ve dunit	4,275 km ²
Kırkdirek formasyonu (Kkm)	Değişik boyutta halobial kireçtaşı, bitkili kumtaşı, şeyl, tabakalı çört, radyolarit, bazik volkanik ve neritik kireçtaşı, gabro, diyabaz, amfibolit vb. bloklar	%100 ofiyolitli melanaj	22,86 km ²

Çizelge 4.1. Aşağı Aksu havzası formasyonları (devamı)

Keçili formasyonu (Kk)	İnce-orta kalın tabakalı marn, kıltaşı, silttaşı, kumlu-killi kireçtaşı mikrit, konglomera ve kumtaşları	%80 bloklu filiş, %20 kıltaşı, kumtaşı, konglomera	5,734 km ²
Erenler formasyonu (Jke)	Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, rekristalize kireçtaşları ile üstte kalsitürbidit ara düzeyli mikrit ve çörtlü mikritler	%80 kireçtaşı, %20 kalsitürbidit ve çörtlü mikritler	6,11 km ²
Tekedağı formasyonu (Jkt)	Orta-kalın tabakalı neritik kireçtaşları ile dolomitler veya megalodonlu ve mercanlı kireçtaşları ve üstte dolomit ve dolomitik kireçtaşı seviyeleri	%90 kireçtaşı, %10 dolomit	12,215 km ²
Kızılbağ formasyonu (Pk)	Orta-kalın tabakalı dolomit ve dolomitik kireçtaşları ile tabanında yer yer kuvarsitik kumtaşı, kıltaşı ve silttaşları	%90 dolomit, %10 kuvarsitik kumtaşı, kıltaşı, silttaşı	2,602 km ²
Alakırçay grubu (Tra)	Bol radyolaryalı mikrit ve çörtlü mikrit ile bunlarla yanal ve düşey yönde yastık yapılı spilit, spilitleşmiş bazalt	%70 mikrit ve çörtlü mikrit, %30 spilit ve bazalt	1,216 km ²
Çandır formasyonu (Traç)	Gri, açık gri, yeşil, sarımsı, kahve renklerde kumtaşı, silttaşı ve kıltaşları ile yer yer bazik volkanit, konglomera, kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı	%90 bitkili kumtaşı ve şeyl, %10 kireçtaşı, konglomera ve bazik volkanit	17,272 km ²
Karadere formasyonu (Trak)	Koyu kahve, koyu yeşil, yeşilimsi siyah bazalt, spilit ve spilitleşmiş bazaltlar ile yer yer tabakalı çört, mikrit, şeyller ile seyrek aglomera ve tüfler	%90 bazalt, %10 tabakalı çört, şeyl ve aglomera	1,421 km ²
Gökdere formasyonu (Trag)	Bol radyolaryalı kireçtaşları ile kalkarenit, şeyl, tuf, tufit vb. seviyeler	%95 halobialı ve çörtlü mikrit, %5 kalkarenit, şeyl ve tuf	3,181 km ²

Çizelge 4.1. Aşağı Aksu havzası formasyonları (devamı)

Tesbihli formasyonu (Trat)	İnce-orta tabakalı radyolarit, çört ve şeyl	%80 tabakalı çört, %20 şeyl ve radyolarit	5,651 km ²
Kesmeköprü formasyonu (Trke)	Kiltaşı, killi kireçtaşı ve marn ile üst düzeylerinde Orta-Üst Triyas yaşlı şeyl ve bitkili kumtaşlarına benzer kırıntılılar	%70 marn, %25 killi kireçtaşı ve kiltaşı, %5 şeyl ve kumtaşı	2,149 km ²
Yeniceboğazıdere formasyonu (Jky)	İnce-orta-kalın tabakalı mikrit, çörtlü mikrit, kalsitüridit, silisifiye kireçtaşları ile ince-orta-kalın tabakalı çört, radyolarit ve şeyl	%70 kireçtaşı-kalsitüridit ara seviyeli radyolarit ve çört, %30 mikrit ve çörtlü mikrit	23,22 km ²
Kireçtaşı Üyesi (Jkyk)	Bej, gri, koyu gri. renklerde mikrit, çörtlü mikrit ve kalsitüriditler	%95 kalsitüridit, %5 mikrit ve çörtlü mikrit	5,537 km ²
Ayrılmamış Yeniceboğazıdere formasyonu ve Alakırçay grubu (Jky+Tro)	Bol radyolaryalı mikrit ve çörtlü mikrit ile yastık yapılı split, spilitleşmiş bazalt	%80 kumtaşı, silttaşı, kiltaşı ve mikrit, %20 bazalt, split, spilitleşmiş bazalt	32,642 km ²
Beydağları formasyonu (Kb)	Neritik kireçtaşı ve dolomit	%90 neritik kireçtaşı, %10 dolomit	5,38 km ²

4.2. Hidrojeoloji

4.2.1. Su noktaları

Araştırma sahasının başlıca akarsuyu Aksu Çay'ıdır. Bu ana akarsu çok sayıda tali kolların birleşmesinden meydana gelmiştir. Bu tali kolların birleşmesiyle geniş sayılabilecek bir hidrografik şebeke oluşmakta ve sürekli akış özelliği göstermektedir.

Çalışma alanının güneyinde bulunan yeraltısuyu bünyesinde toplayan, yayılımı ve verimi en fazla olan birim alüvyondur. Ayrıca havzanın kuzeybatısı ve kuzeydoğusunda geniş bir yayılıma sahip olan kireçtaşları ile traverten biriminin

çatlak ve erime boşluklarında yeraltısuyu bulundurması açısından önemlidir. Bir diğer akifer özelliği taşıyan birimleri alüvyonun hemen batı ve doğu sınırında bulunan kumtaşı, kalın konglomeralar ve gevşek tutturulmuş tane destekli olan formasyonlar oluşturmaktadır.

Aksu Çayı Havzası su kaynakları bakımından oldukça zengin sayılabilecek bir havzadır. Aksu Çayı kaynaklarının büyük kısmını havzanın kuzeyi ile patika yollar olarak kabul edebileceğimiz kesimlerinden almaktadır. Bilinen başlıca su kaynakları; Değirmen kaynağı, Kocapınar kaynağı, Gökpınar kaynağı, Küçük Göksu (Çandır) kaynağı ve Büyük Göksu (Çandır) kaynağıdır. Ancak belirtilen bu su kaynakları çalışma alanı içerisinde yer almamaktadır.

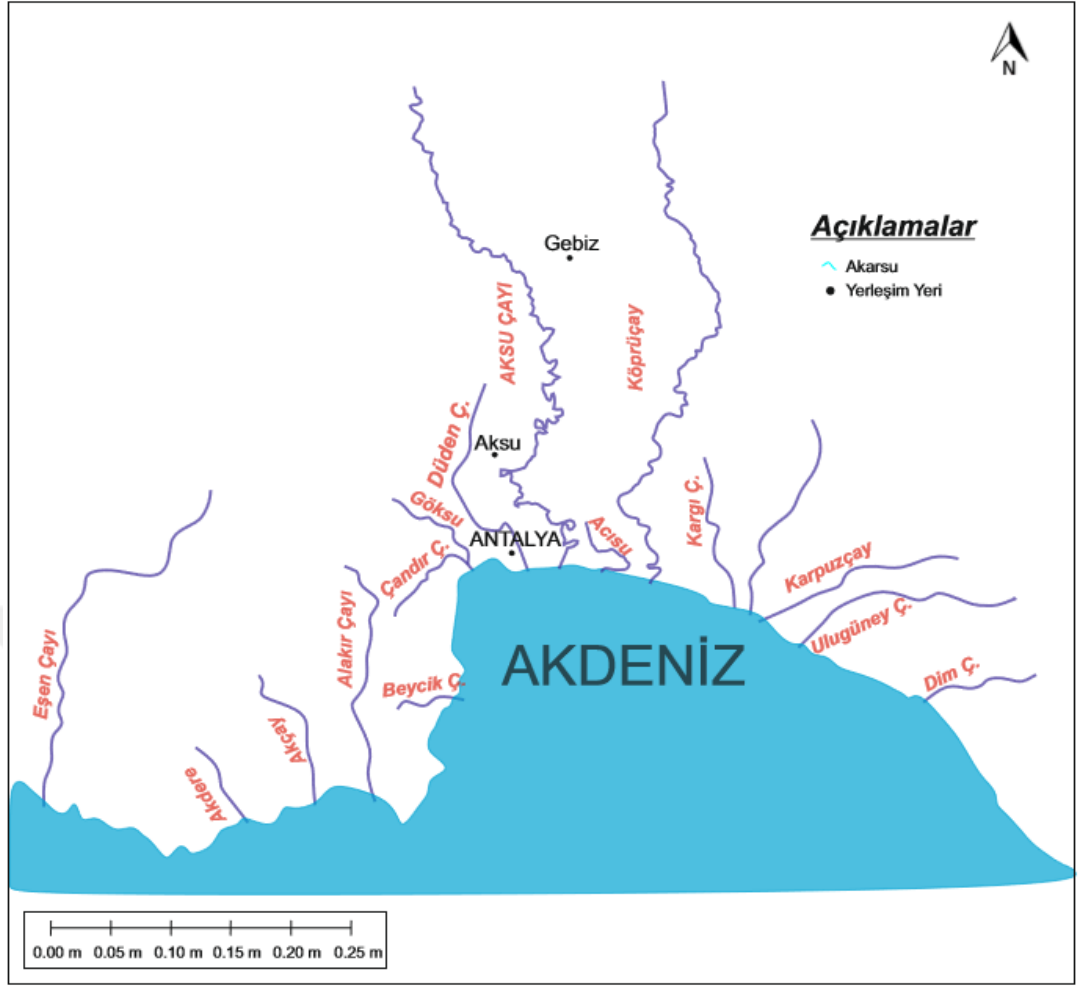
4.2.1.1. Akarsular

Antalya'da sayıları 29'u bulan irili ufaklı, bazıları yazın kuruyan akarsu vardır. Bunlardan 25'i denize, 4'ü içindeki göllere dökülür veya göllerden çıkıp ovalarda kaybolur. Toroslardan çıkıp dağlarda açılan büyük vadiler boyunca akan, şelaleler oluşturan Eşen, Aksu, Köprüçay ve Manavgat gibi büyük akarsular da bulunmaktadır.

Antalya'nın en büyük özelliklerinde bir tanesi de düdenler ve şelalelerin oldukça fazla olmasıdır. 1965 yıllarına değin Antalya kentinin içinden geçen suların kıyıda 40-50 metre yükseklikteki falezlerde 30 kadar şelale oluşturduğu bilinmektedir. Günümüzde bunların akış yönlerinin değiştirilmesi sayıları birkaç taneye inmiştir.

Antalya bölgesinin bulunan akarsuların rejimleri de oldukça düzensizdir ve debileri mevsimlere göre büyük değişiklik gösterir. Yazların sıcak ve kurak geçmesi yüzünden akarsuların yaz sonlarına doğru suları çok azalır, hatta birçoğu tümden kurur. Sonbahar sonlarında yağmurların başlamasıyla su düzeyi gittikçe yükselir ve ilkbaharda Toros Dağları'ndaki karların erimesiyle son aşamasına ulaşır.

Antalya ilindeki, Akdeniz'e dökülen akarsuların en önemlileri şunlardır: Eşen Çayı, Akdere, Akçay, Alakır Çayı, Beycik Çayı, Çandır Çayı, Göksu, Düden Çayı, Aksu Çayı, Acısu, Köprüçay, Kargı Çayı, Karpuzçay, Ulugüney Çay ve Dim Çayı'dır (Şekil 4.1).

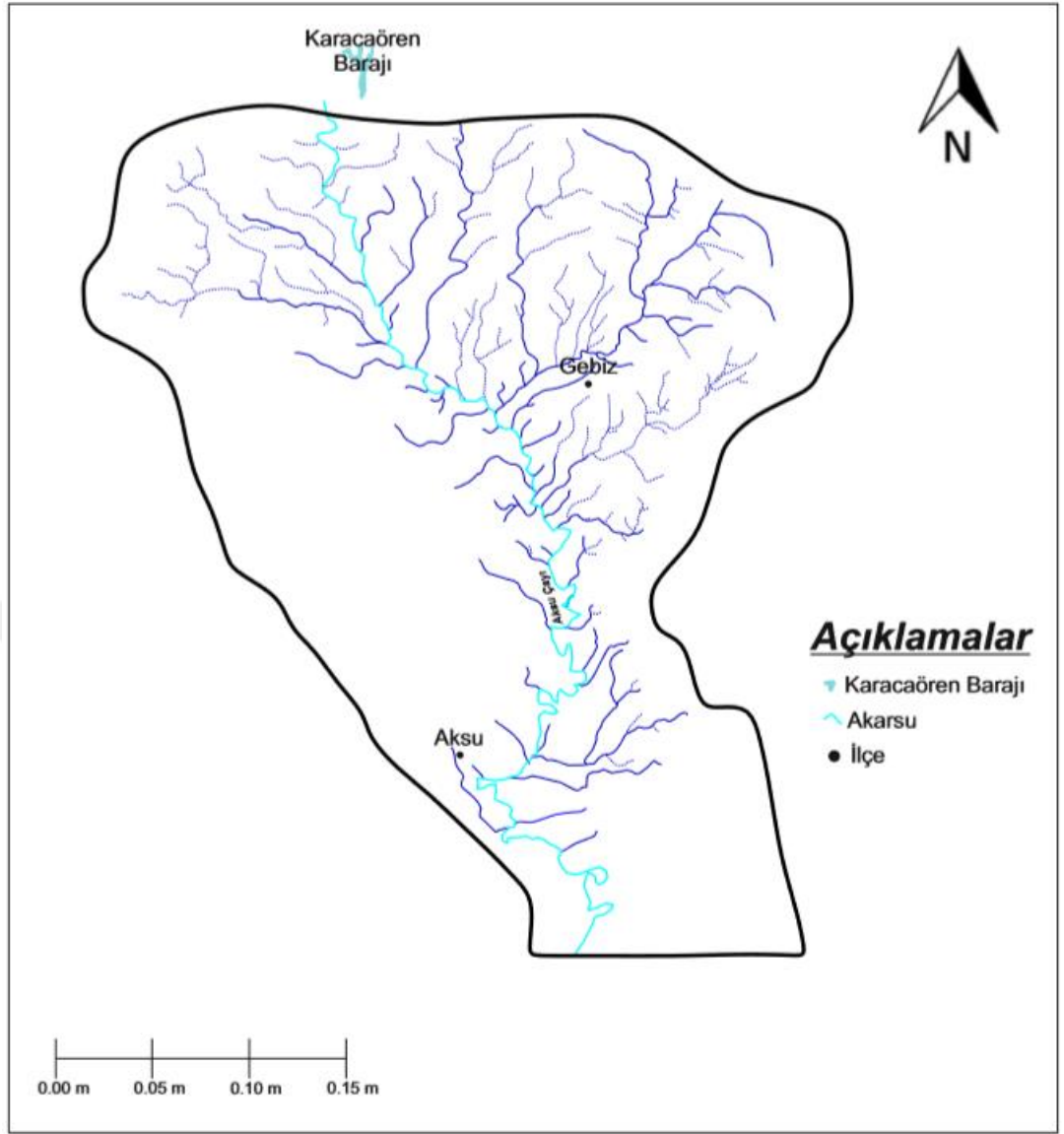


Şekil 4.1. Antalya bölgesinde yer alan akarsular

İnceleme alanı Aksu Çayı ve havzasını kapsamaktadır.

Aksu Çayı

Antik devirde adı Kestros olan ve o zamanlar gemilerin gidiş-gelişlerine uygun olan Aksu Çayı'nın debisi 140 metreküp/saniyedir. Isparta yakınlarındaki Akdağ (2276 m) ile Davras Dağı'ndan (2635 m) suyunu alan Aksu Çayı önce, güneydoğu doğrultusunda akar ve yeraltı sularına karışarak ilerler. Aşağı Gökdere Köyü'nün güneyinde Eğridir Gölü'nün sularıyla birleşir. Daha sonra güneye doğru akıp kendinden daha büyük olan Göksu Deresi ile birleşerek oldukça hızlı akışlı bir ırmak olarak güneye iner ve ovada daha çok genişleyerek, Aksu Ovası'nı sulayarak denize dökülür ve uzunluğu 163 km'dir. 121 adet sulu ve kuru dere bulunan Aksu Havzası'ndaki derelerin toplam uzunlukları 93951 km'dir (Şekil 4.2).

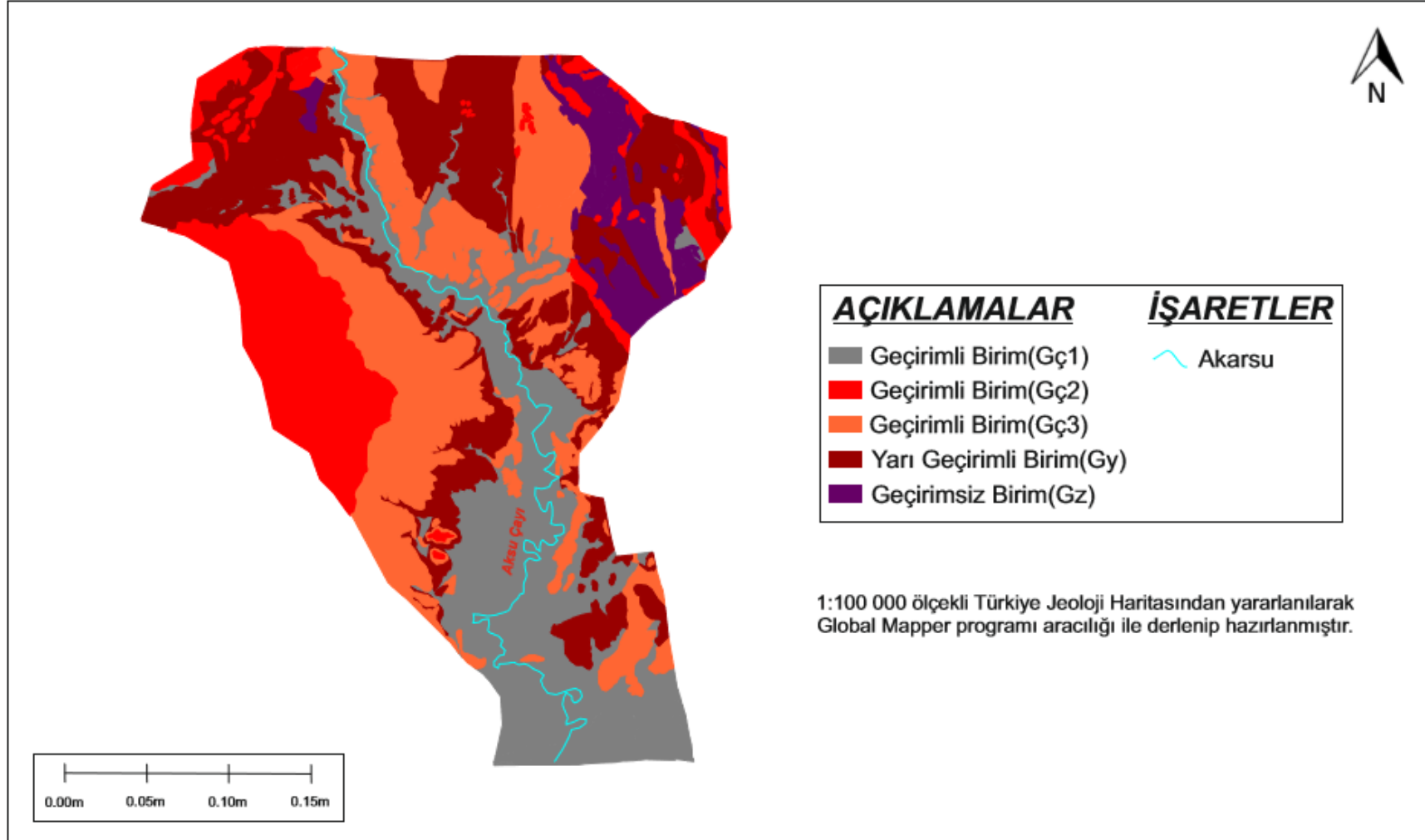


Şekil 4.2. Aşağı Aksu Çayı Havzası akarsular ve drenaj ağı

Aksu Havzası elde edilen tüm parametre değerlerine göre şekil olarak dar ve uzun bir havzadır. Havzanın drenaj durumu A.N. Strahler yöntemine göre (Özhan, 2004) drenaj dağılım tipi dendritiktir. Bu drenaj tipi homojen, yatay tabakaların olduğu alanlarda ve masif kayaların bulunduğu alanlarda görülür ve yurdumuzda da yaygın olarak rastlanır (Özhan, 2004).

4.2.2. Litolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri

Aşağı Aksu Çayı Havzası içerisindeki jeolojik birimlerin fiziksel ve hidrojeolojik özellikleri formasyon olarak dikkate alınarak; geçirimli (Gç1, Gç2, Gç3), yarı geçirimli (Gy) ve geçirimsiz birimler (Gz) olarak ayırtlanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Aşağı Aksu Çayı havzası geçirimli-geçirimsiz birimler

Alüvyon, Plaj oluşukları, Kumullar ve Yamaç molozu gözenekli yapıları ile (Gç1), Gebiz kireçtaşı, Beydağları formasyonu, Tekedağı formasyonu, Antalya traverten, Gökdere formasyonu, Kireçtaşı Üyesi, Kızılbağ formasyonu ve Erenler formasyonu (Gç2), Belkıs konglomerası, Aksu formasyonu, Eskiköy formasyonu, Kurşunlu formasyonu (Gç3) geçirimli birimler olarak tanımlanırken, Karpuzçay formasyonu, Ayrılmamış Yeniceboğazıdere ve Alakırçay grubu, Yenimahalle formasyonu, Keçili formasyonu, Alakırçay grubu ve Yeniceboğazıdere formasyonu yarı geçirimli birim (Gy) olarak, Harzburjitler, Kırkdirek formasyonu, Çandır, Tesbihli, Kesmeköprü ve Karadere formasyonları (Gz) geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır.

4.2.2.1. Geçirimli birim (Gç1)

Havza içerisinde geniş bir yayılıma sahip olan alüvyon ve alüvyon birimin güney-güneydoğu kenarı boyunca yüzeyleyen plaj oluşukları, kumullar ve kuzeybatısı ile kuzeydoğusunda bulunan yamaç molozu birimleri ile benzer litolojik ve hidrojeolojik özelliklere sahip olduğu için geçirimli birim (Gç1) olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanı içerisinde litolojisini çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki tutturulmamış malzemelerin oluşturduğu alüvyon 214,331 km² olarak hesaplanmış alanı ile oldukça geniş bir yayılıma sahiptir. Çalışma alanında yeraltısuyu bünyesinde toplayan, yayılımı ve verimi en fazla olan birim alüvyondur.

4.2.2.2. Geçirimli birim (Gç2)

Karstik ve karbonatlı kayalar çatlaklı, kırıklı ve erime boşluklu yapılarından dolayı ayrı bir geçirimli birim olarak sınıflandırılmıştır. Havza içindeki yükseltileri oluşturan ve çalışma alanının kuzeybatısında oldukça geniş alanlarda, kuzeydoğusunda dar bir alanda yüzeyleyen birim karbonatlı kayalardan oluşur.

Çalışma alanındaki jeolojik birimlerden Gebiz kireçtaşı, Beydağları formasyonu, Tekedağı formasyonu, Antalya traverten, Gökdere formasyonu, Kireçtaşı Üyesi, Kızılbağ formasyonu ve Erenler formasyonu geçirimli birim (Gç-2) olarak ayrılmıştır. Bu birimler sahip oldukları kırık, çatlak ve erime boşluklarından dolayı karstik akifer özelliği de göstermektedirler. Birimin kumtaşı-kiltaşı ile olan dokanak zonlarından kaynak boşalımları gözlenmektedir. Geniş bir yayılıma sahip olan kireçtaşları çatlak ve erime boşluklarında yeraltısuyu bulundurması açısından önemlidir.

4.2.2.3. Geçirimli birim (Gç3)

Hakim litolojisi kalın tabakalı, yer yer masif çakıltaşları ile kumtaşlarından oluşan birimler bu grupta toplanmışlardır. Kil ve çamurtaşı arabantlı Belkıs konglomerası, konglomera-kumtaşı-miltaşı aradalanmalı Eskiköy formasyonu, kumtaşı-konglomera ve çamurtaşından oluşan Kurşunlu formasyonu, kumtaşı, kiltası ve silttaşı vb. kayatürlerinden oluşan Karpuzçay formasyonu ile kalın tabakalı konglomeralardan oluşan Aksu formasyonu geçirimli birim (Gç3) olarak ayrılmıştır. Formasyonlar içerisindeki kumtaşı ve konglomera seviyeleri yeraltısuyu bulundurma özelliği taşımaktadır. Ancak, bu seviyelerden alınabilecek yeraltısuyu miktarı yayılımları ve kalınlıkları ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Özellikle yer yer bloklu kalın konglomeralardan oluşan Aksu formasyonu ile gevşek tutturulmuş, tane destekli olan Belkıs konglomerası akifer özelliği taşımaktadır.

4.2.2.4. Yarı geçirimli birim (Gçy)

Karpuzçay formasyonu, Ayrılmamış Yeniceboğazıdere ve Alakırçay grubu, Yenimahalle formasyonu, Alakırçay grubu, Keçili formasyonu ve Yeniceboğazıdere formasyonu benzer litolojik ve hidrojeolojik özellikler gösterdikleri için yarı geçirimli (Gçy) olarak ayırtlanmıştır. Alakırçay grubu genelinde geçirimliliği düşük birimlerden oluşmasına rağmen maruz kaldıkları tektonik hareketlere bağlı olarak yapılarında gelişen kırık-çatlak sistemlerinden dolayı yarı geçirimli bir özellik göstermektedir. Kumtaşı, kiltası ve silttaşı vb. kaya birimlerinden oluşan Karpuzçay ve Yenimahalle formasyonları ile mikrit, killi-kumlu mikrit ara seviyeli kumtaşı, kiltası, silttaşı ve konglomeralardan oluşan Keçili formasyonu içerisindeki kiltası seviyeleri bu birimlerin akifer olma özelliğini kısıtlamıştır. Mikrit, çörtlü mikrit, yastık yapılı bazalt, kireçtaşı-kalsitürbidit ara seviyeli radyolarit, çört ve şeyden oluşan Ayrılmamış Yeniceboğazıdere ve Alakırçay grubu değişik fasiyes özelliklerine sahip olup kırıklı çatlaklı yapıları ve litolojik özellikleri bakımından bünyelerinde kısmen yeraltısuyu bulundurabilirler.

4.2.2.5. Geçirimsiz birim (Gcz)

Harzburjitler, Kırkdirek formasyonu, Çandır, Tesbihli, Kesmeköprü ve Karadere formasyonları (Gz) geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır. Kil ve marn seviyeleri ile Kesmeköprü formasyonu ve bitkili kumtaşı, kiltası ve şeylerden oluşan Çandır formasyonu içerisindeki bu birimlerin geçirimlilikleri çok düşük olduğundan su

bulundurmazlar ve hidrojeolojik olarak geçirimsiz bir özellik göstermektedirler. Bazalt, yer yer tabakalı çört, mikrit ve şeyl ara düzeyli Karadere formasyonu masif bir yapıya sahip olduğu için geçirimsiz bir özellik göstermektedir. Radyolarit, çört ve şeylden oluşan Tesbihli formasyonu içerisindeki litolojik birimlerin akifer olabilme kapasitelerinin olmaması nedeniyle geçirimsiz birim olarak değerlendirilmiştir.

4.3. Hidroloji

Hidroloji suyun yeryüzündeki hareketini inceleyen bir bilim dalıdır. Hidrolojik döngü olarak da bilinen suyun yeryüzündeki hareketi, yağışla başlayıp tekrar yağışa dönüşüncüye kadar kendi içinde bir dengesi olan bir harekettir (Şekil 4.4). Bu nedenle, yağışın miktarının ölçülmesi ile başlayan hidrolojik hesaplamalar akışın da ölçülmesi ile devam eder. Temel amaç, suyun bu döngüsünün insan yararına dönüştürülmesi için enerji, sulama gibi faydalarından yararlanma, taşkın gibi zararlarından korunma hesaplarının yapılabilmesidir.



Şekil 4.4. Hidrolojik döngü (Yolcubal, 2016)

Aşağı Aksu Çayı Havzası sellenme özelliklerinin incelendiği bu çalışmanın en önemli unsurlarından bir tanesini hidrolojik veriler oluşturmaktadır. Havza içindeki meteoroloji istasyonları ve akım gözlem istasyon verileri kullanılarak yağış,

buharlaşma, sıcaklık ve akış bileşenlerinin yapısı incelenerek sellenme gibi yağışın olası etkileri hakkında hesaplamalar yapılabilmektedir. Sağlıklı bir değerlendirme yapılması açısından hidrolojik ölçüm yapılan meteorolojik istasyon noktalarının sıklığı, bu noktalardaki ölçümlerin sürekliliği oldukça büyük bir önem taşımaktadır. Havza içinde yer alan meteoroloji noktalarının yetersizliği, havza dışındaki noktalardan da yararlanılması gereğini doğurmakta, hesaplamalarda da zorunlu olarak bazı yaklaşım ve kabullerin yapılmasına neden olmaktadır.

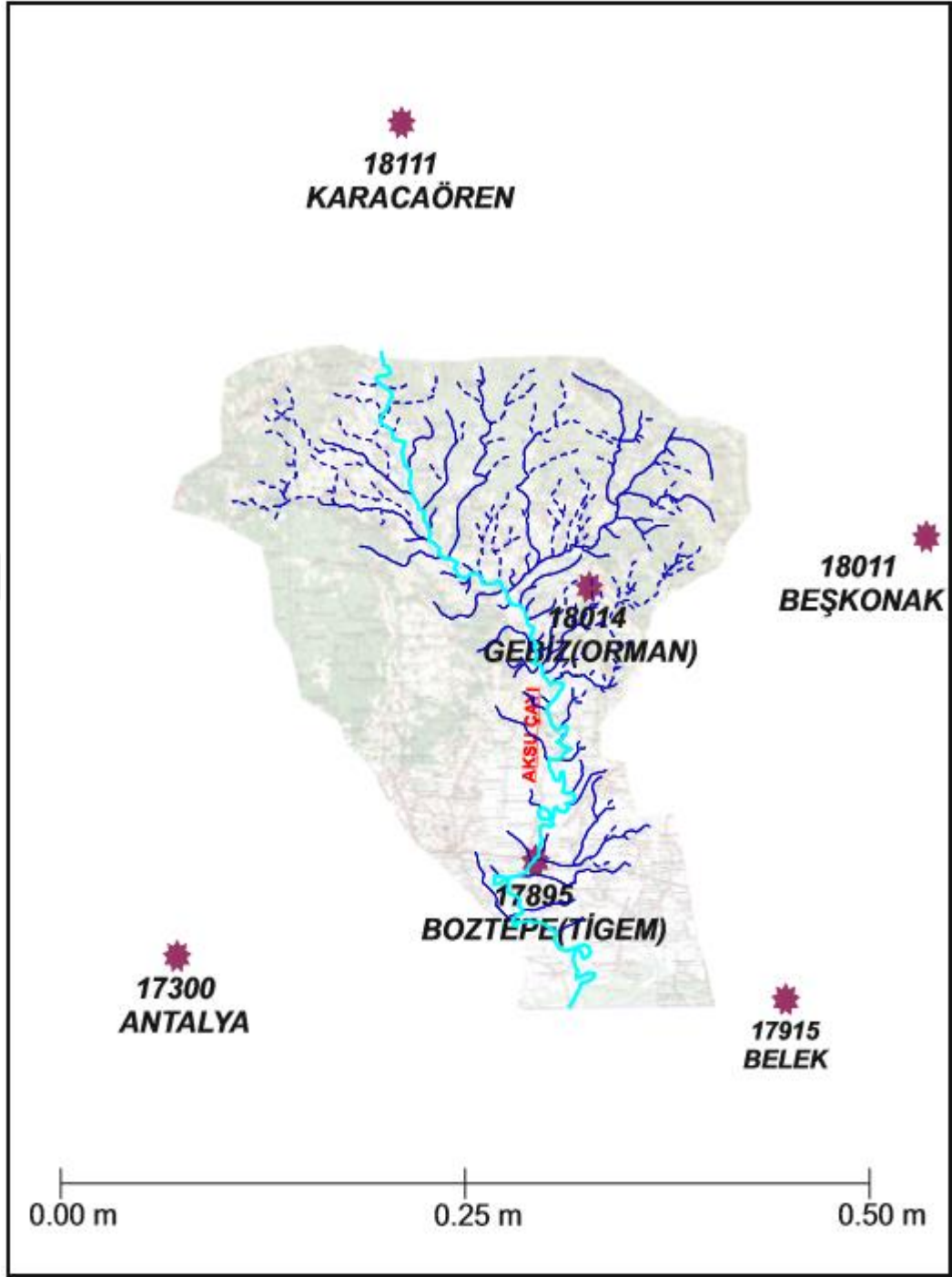
Meteorolojik ölçümlerin yanı sıra, akım gözlem istasyonlarına ait ölçümler de hidrolojik hesaplamalarda kullanılmaktadır. Bu ölçümlerde de ölçüm noktalarının sıklığı, ölçüm sürekliliği gibi parametreler önem kazanmaktadır. Daha önemlisi, meteorolojik ölçümlerle akım ölçümlerinin aynı dönemlerde yapılmış olmasıdır. Maalesef Aksu havzasında bu önemli bir problemdir. Önemli sellenme olaylarının yaşandığı dönemlerde, öncesinde ya da sonrasında ölçüm problemleri ile karşılaşılmıştır. Bu nedenle hidrolojik değerlendirme yapılan dönemler mümkün olduğu kadar ölçümlerin aynı dönemleri kapsadığı tarihler seçilmiştir.

4.3.1. Yağış

Aksu Havzası'nın bir bölümünü oluşturan bu tez çalışmasında, bölgeye düşen ortalama yağış miktarının belirlenmesi için Aşağı Aksu havza sınırları içerisinde ve civarında yer alan Antalya, Karacaören, Gebiz (Orman), Boztepe (Tigem), Beşkonak ve Belek yerleşim merkezlerinde yer alan Devlet Meteoroloji İstasyonlarında (DMİ) ölçülen günlük-aylık ve yıllık ortalama yağış verileri kullanılmıştır (Çizelge 4.2), (şekil 4.5).

Çizelge 4.2. Aşağı Aksu Çayı havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının teknik özellikleri

NO	İSTASYON NO	BOYLAM (D)	ENLEM (K)	YÜKSEKLİK (m)	İSTASYON ADI
1	18014	30,9345	37,1046	78	GEBİZ(ORMAN)
2	17895	30,898	36,9393	10	BOZTEP(TİGEM)
3	17915	31,0627	36,8604	6	BELEK
4	17300	30,6828	36,8851	64	ANTALYA
5	18111	30,8228	37,3792	377	KARACAÖREN
6	18011	31,1909	37,1441	142	BEşKONAK



Şekil 4.5. Aşağı Aksu Çayı Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonları

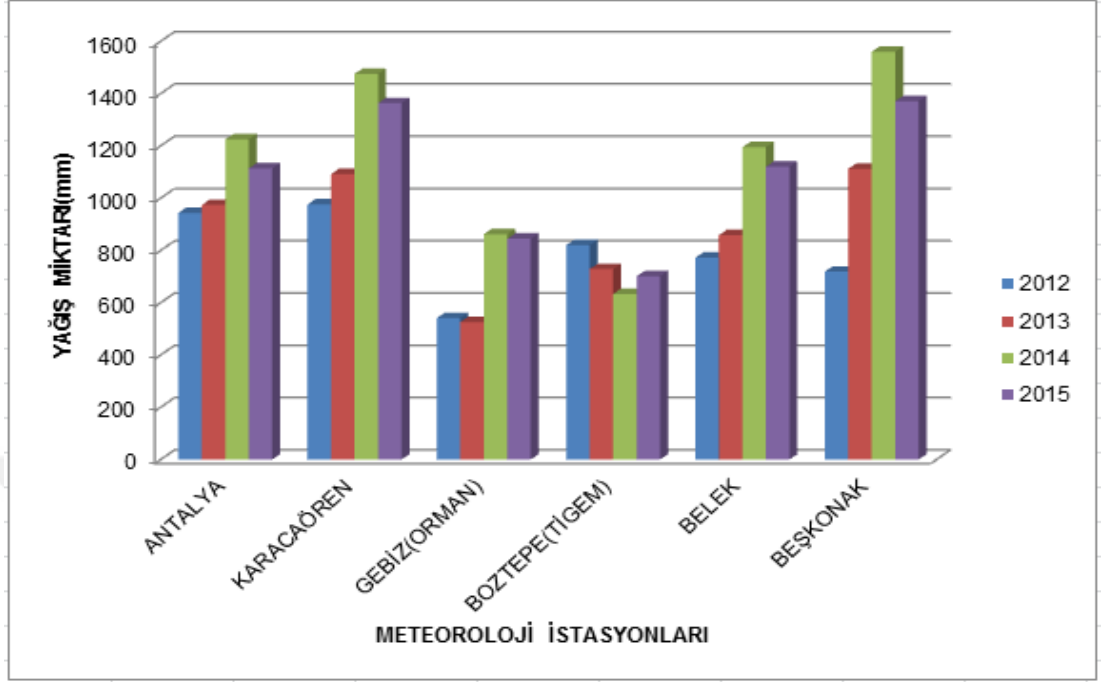
Bölgede havzanın yakın civarında bulunan sadece Antalya meteoroloji istasyonunda yaklaşık olarak 1960-2015 yılları arasında sürekli yağış ölçümleri yapılmıştır. Aşağı Aksu havzası yakınında uzun yıllar ölçüm yapılan başka istasyon bulunmamaktadır. Bu nedenle, Antalya istasyonunun verileri kullanılarak havzada gerçeğe en yakın ortalama yağış miktarının tespit edilmesi mümkün olacağı için, farklı yıllarda daha az yıllık yağış verileri bulunan Gebiz (Orman), Boztepe (Tigem), Karacaören,

Beşkonak ve Belek meteoroloji istasyonlarında ölçülen yağış verileri de kullanılmak zorunda kalmıştır. Bu istasyonların yıllara ait yağış verileri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

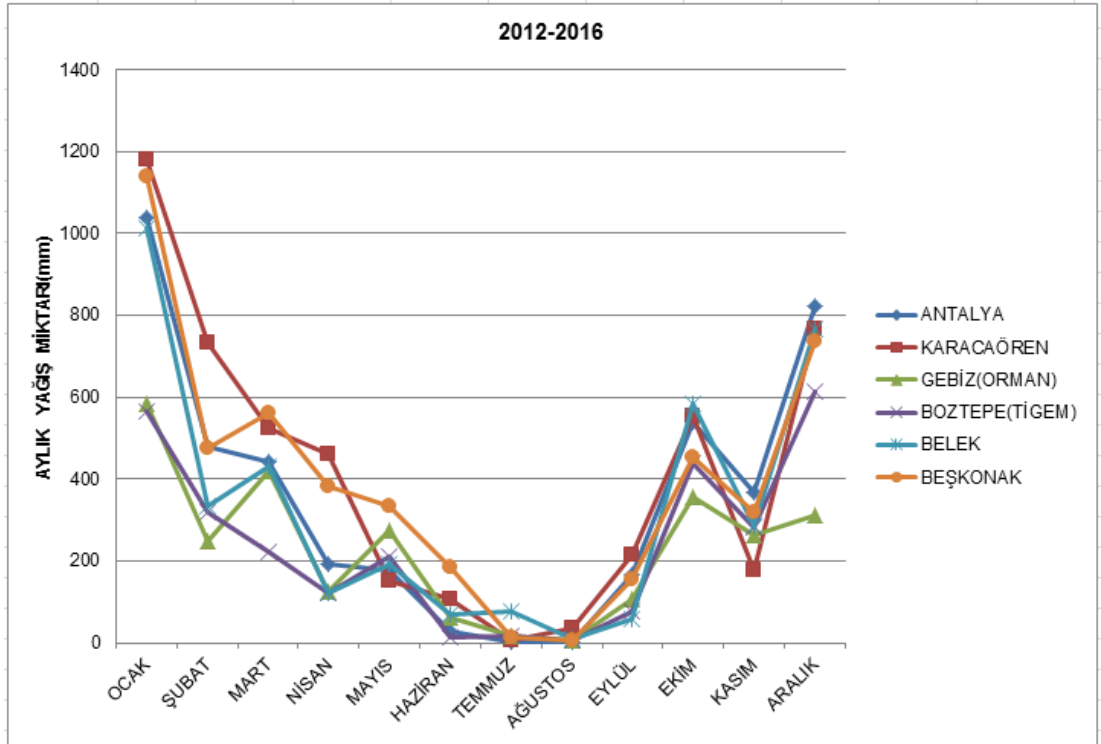
Çizelge 4.3. Aşağı Aksu Çayı Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarının yıllara ait yağış verileri

YILLAR	ANTALYA			GEBİZ(ORMAN)	BOZTEPE(TİGEM)	BEŞKONAK	BELEK	KARACAÖREN
1960	1320,8	1988	1210,1					
1961	848,8	1989	648,8					
1962	1040,1	1990	602,2					
1963	937,6	1991	1142,6					
1964	583,3	1992	844,9					
1965	1375,5	1993	942,4					
1966	1263,1	1994	1246,4					
1967	1204,1	1995	1211,6					
1968	1322,4	1996	1431,3					
1969	1914,3	1997	1470,3					
1970	992,5	1998	1340,6					
1971	1068	1999	855,5					
1972	630,5	2000	839,4					
1973	552,9	2001	1891,8					
1974	1302,4	2002	971,6					
1975	1280,4	2003	1773,6					
1976	1135,7	2004	1268,2					
1977	995,3	2005	1021,8					
1978	1436,3	2006	1324,3					
1979	1283,9	2007	522,2					
1980	826,5	2008	306,8					
1981	1598,1	2009	1124					
1982	830,3	2010	690,8					
1983	1166,6	2011	883,2					
1984	1152,3	2012	943,6	541,2	819,8	718,5	771,9	975,8
1985	1102,6	2013	973,6	526	728,6	1112,1	858	1091,9
1986	853,2	2014	1224,3	862,2	633,8	1560,1	1194,9	1475,6
1987	720,9	2015	1113,4	844,7	701,2	1370,7	1120,5	1363,2
TOPLAM(mm)	15053,9			2774,1	2883,4	4761,4	3945,3	4906,5
YILLAR	56			4	4	4	4	4
ORTALAMA YAĞIŞ MİKTARI(mm)	1081,4			693,5	720,8	1190,3	986,3	1226,6

Aşağı Aksu havzası ve yakın çevresinde bulunan 6 istasyona ait 2012-2016 yılları arasında yıllık ve aylık yağış grafikleri Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'deki gibidir.



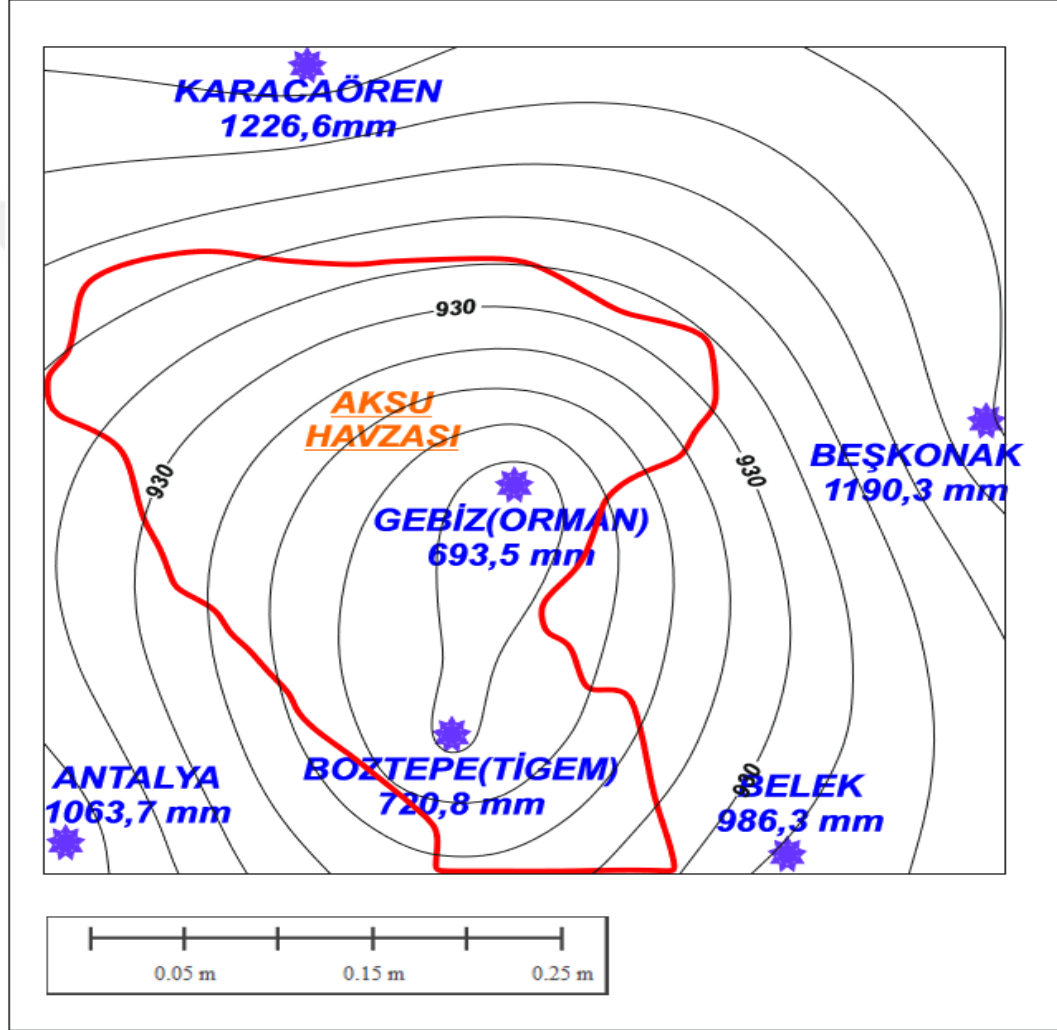
Şekil 4.6. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 2012-2016 yılları ortalama yağış grafikleri



Şekil 4.7. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 2012-2016 yılları ortalama aylık grafikleri

Çalışma alanı için ortalama yağış miktarı, yukarıda verilen meteoroloji istasyonları verilerinden yararlanılarak Eş Yağış (izohiyet) Eğrileri yöntemi ile hesaplanmıştır (Şekil 4.8).

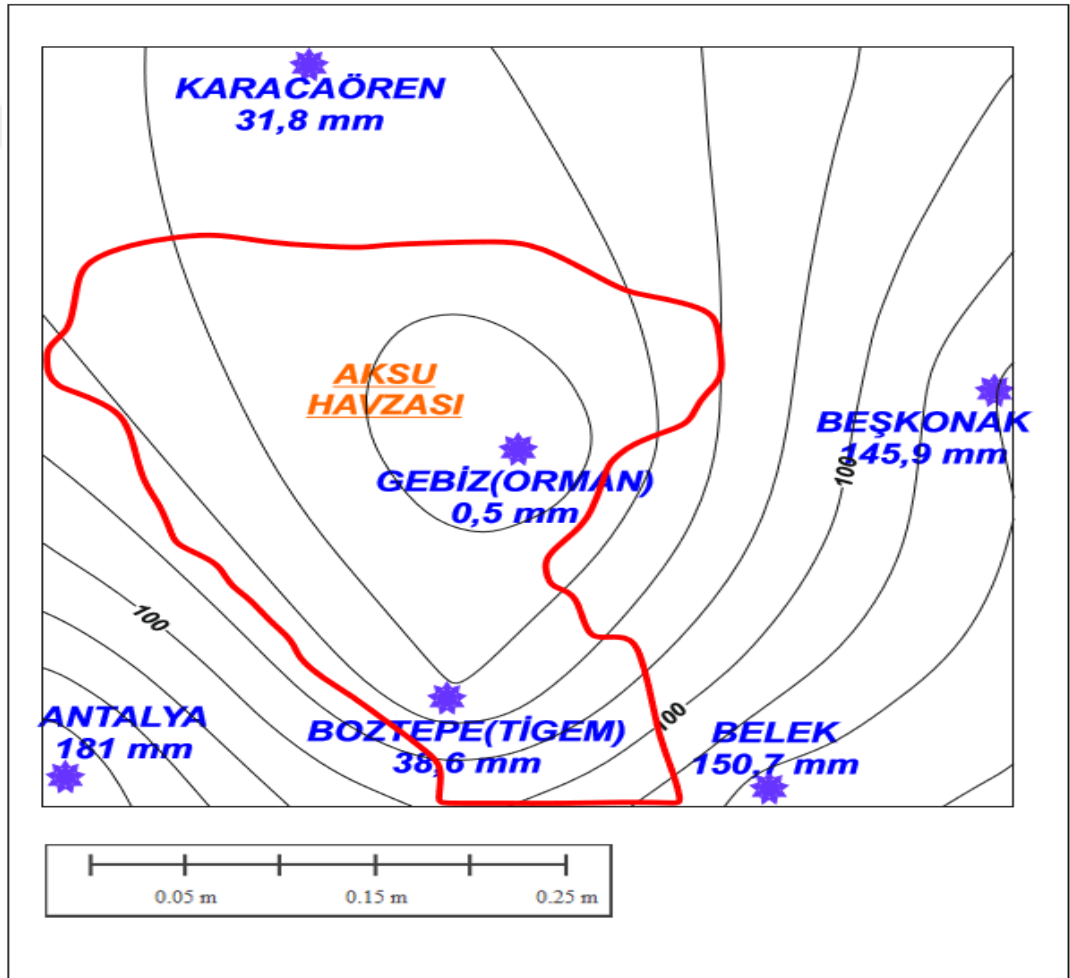
Elde edilen sonuçlara göre, 820,189 km²'lik havza alanı içerisinde ortalama yıllık yağış miktarı; 901,58 mm'lik ortalama yıllık yağış ile $739,46 \times 10^6$ m³/yıl olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.8. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 2012-2016 yılı ortalama eş yağış haritası

Sellenme hesabının yapılmasında günlük yağışın dikkate alınması ve o günkü yağışın ne kadarının akışa geçebileceğinin hesaplanması gerekmektedir. Bu nedenle yıllık verilerde olduğu gibi günlük verilerde de ölçümlerin en sağlıklı olduğu gün dikkate alınmıştır.

Yapılan çalışma kapsamında Aşağı Aksu havzası ve çevresinde bulunan meteoroloji istasyonlarının 2013 yılına ait aylık ve günlük yağış verileri kullanılarak, havzanın o yıla ait ortalama yıllık yağış miktarı ile bölgede meydana gelen yağışın ve akışın sağlıklı ve güvenilir olduğu 13.01.2013 günün ortalama yağışı dikkate alınmış ve hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda sadece 2013 yılına ait ortalama yıllık yağış miktarı 785,51 mm' lik yağış ile $644,26 \times 10^6$ m³/yıl iken 13.01.2013 gününde ortalama havzaya 59,76 mm yağış düşmüştür (Şekil 4.9). Ayrıca havzada 2013 yılında en fazla ortalama yağış Ocak ayında (232,5 mm) görülürken, en az yağış ise Ağustos ayında (6,23 mm) gözlenmiştir.



Şekil 4.9. Aşağı Aksu Havzası ve yakın çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait 13.01.2013 gününe ait ortalama eş yağış haritası

4.3.2. Sıcaklık

Havzada Antalya, Karacaören, Gebiz (Orman), Boztepe (Tigem), Beşkonak ve Belek DİM tarafından ölçülmüş uzun yıllara ait sıcaklık verileri elde edilmiştir. Bu

verilere göre genel olarak bölgede sıcaklık değeri yaz aylarında (Temmuz-Ağustos) ortalama 28°C'ye yükselirken, kış aylarında (Ocak) 10°C' ye kadar düşmektedir. Bölgede uzun yıllara ait en düzenli sıcaklık verisi 19,5°C ile Antalya DMI'nda ölçülmüştür.

4.2.4. Buharlaşma

Yeraltısu potansiyelinin hesaplamalarında genel olarak en önemli boşalım elemanı buharlaşma-terleme miktarıdır. Doğrudan ölçümü kolay olmayan bu parametrenin belirlenmesi amacıyla farklı ampirik formüller üretilmiştir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan Thornthwaite yöntemi kullanılmıştır. Bu eşitlikler yardımıyla, çalışma alanına ait yağış ve sıcaklık verileri ile potansiyel buharlaşma-terleme miktarları hesaplanabilmektedir. Bu yöntemler için havzayı temsil edebilecek Antalya, Karacaören, Gebiz (Orman), Boztepe (Tigem), Beşkonak ve Belek Devlet Meteoroloji istasyonlarında 2013 yılında ölçülen aylık sıcaklık ve yağış verileri kullanılarak potansiyel (Etp) ve gerçek (Etr) buharlaşma değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda ayrıca günlük sıcaklık verileri bulunmayan Boztepe (Tigem) istasyonu hariç havza sınırları ve çevresindeki diğer meteoroloji istasyonlarının 2013 yılının Ocak ayına yağış ve sıcaklık verileri kullanılarak her bir günün ayrı ayrı buharlaşma hesaplamaları yapılmıştır.

Thorntwaite yöntemi

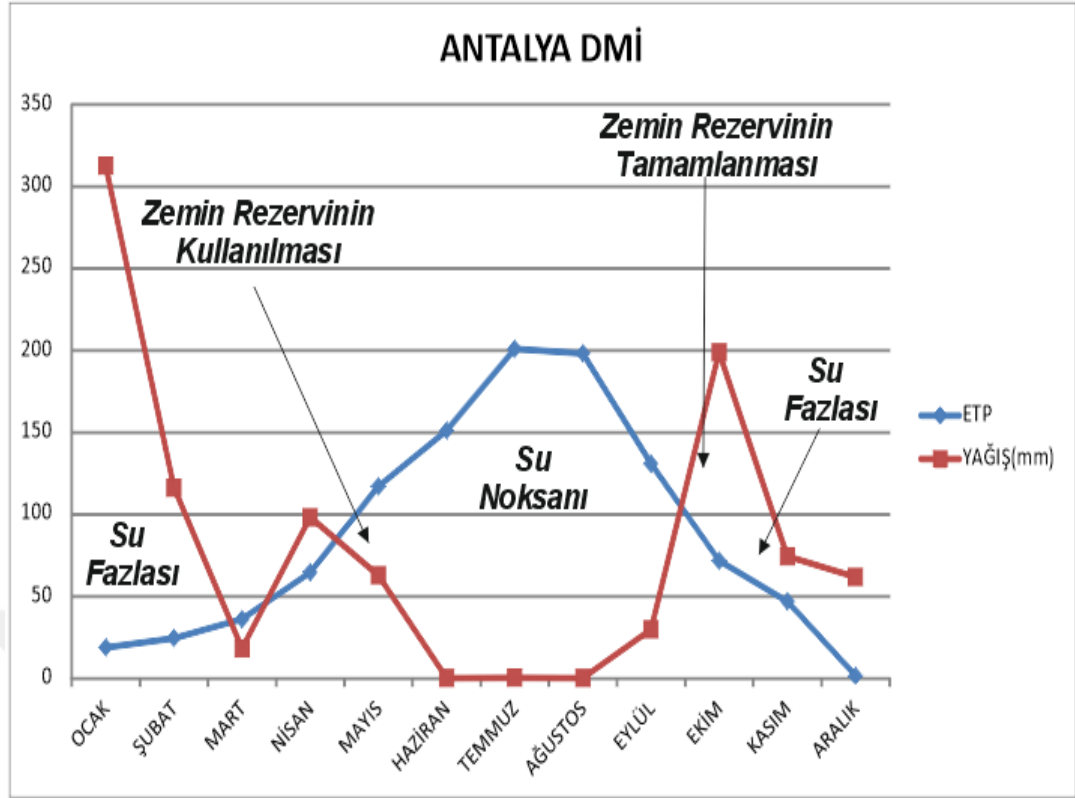
Antalya DMI'na ait deneştirmeli su bilançosunda yıllık toplam yağış miktarı 1122 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1062,57 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 457,82 mm olarak bulunmuştur (Çizelge 4.4). Ayrıca, bu verilerden yararlanılarak yağış ve potansiyel buharlaşma grafiği hazırlanmıştır (Şekil 4.10). Grafikte, Ocak ayından Mart ayının sonuna kadar ve Ekim ile Aralık aylarında yağışın (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazla olduğu görülmektedir. Bu dönemlerde Etp, Etr'ye eşittir ve bu dönem için su fazlası 664,18 mm olarak hesaplanmıştır. Haziran ayı başından Eylül ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 605,65 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 1122 mm olan yıllık yağışın 457,82 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ayrıca sadece Ocak ayına ait yağış miktarı 461 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 499,5 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 422,4 mm olarak bulunmuştur. Su fazlası 144,83 mm iken, su noksanı ise 83,33 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. Antalya DMI verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (Aylık)

ANTALYA DMI	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	11,6	13,2	14,4	18,2	22,8	25,5	28,8	29,5	25,8	20,2	17,6	11,4	
AYLIK ENDEKS (i)	3,575	4,348	4,96	7,071	9,946	11,783	14,167	14,691	11,993	8,28	6,721	3,482	101,017
ETP (mm)	18,89	24,56	36,07	64,64	117,01	151,08	200,94	198,23	130,89	71,78	46,93	1,55	1062,57
YAĞIŞ (mm)	461	116,2	18,2	98,2	62,8	0,2	0,4	0,2	29,8	198,8	74,4	61,8	1122
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	100	82,13	100	45,79	0	0	0	0	100	100	100	
ETR (mm)	18,89	24,56	36,07	64,64	117,01	45,99	0,4	0,2	29,8	71,78	46,93	1,55	457,82
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	-17,87	17,87	-54,21	-45,79	x	x	x	x	x	x	
SU FAZLASI	442,11	91,64	x	15,69	x	x	x	x	x	27,02	27,47	60,25	664,18
SU NOKSANI	x	x	x	x	x	105,99	200,54	198,03	101,09	x	x	x	605,65
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84	

Çizelge 4.5. Antalya DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (2013 Ocak ayı)

ANTALYA DMİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	11	13	14	12	13	11	8	4,8	4,7	7,6	8,2	10	12	12	12	14	13	14	13	13	13	15	14	15	13	14	12	11	12	10	12	359,6
AYLIK ENDEKS (i)	3,3	4,1	4,6	3,8	4,2	3,3	2	0,9	0,9	1,9	2,1	2,9	3,8	3,6	3,9	4,9	4,1	5	4,3	4	4,4	5	4,7	5,2	4,2	4,5	3,5	3,4	3,6	3	3,7	113,016
ETP (mm)	13	19	23	16	19	13	5,9	1,6	1,6	5,2	6,2	11	16	15	17	25	18	26	21	18	21	26	23	27	20	22	15	14	15	11	16	499,5
YAĞIŞ (mm)	31	12	0	0,4	0,2	0	0	0	0	0	0	71	181	0,8	0	0	11	0,6	40	11	0	3,2	25	0	41	5,2	28	0	0,2	0	0,2	461
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	93	71	55	36	22	17	15	13	8,2	2	62	100	86	69	44	37	12	31	24	2,8	0	1,7	0	21	4,1	17	3,8	0	0	0	
ETR (mm)	13	19	23	16	19	13	5,9	1,6	1,6	5,2	6,2	11	16	15	17	25	18	26	21	18	21	6	23	1,7	20	22	21	14	4	0	0,2	422,4
Z.REZ. DEĞİŞİMİ (mm)	x	-7	-23	-16	-19	-13	-6	-2	-2	-5	-6	60	38	-14	-17	-25	-7	-25	19	-7	-21	-3	1,7	-2	21	-17	13	-14	-4	x	x	
SU FAZLASI	18	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	127	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	144,83
SU NOKSANI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	x	26	x	x	x	x	11	11	15	83,33
ENLEM DÜZ. KATSAYISI	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	



Şekil 4.10. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Antalya D.M.I)

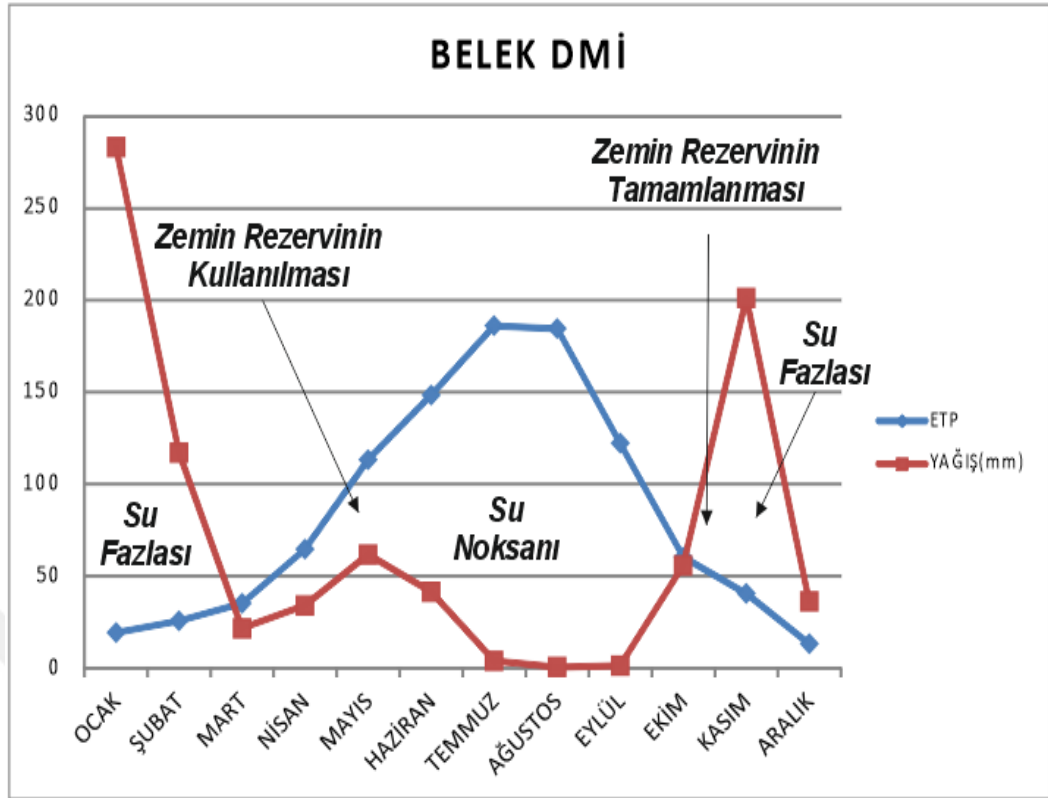
Belek DMI'na ait deneştirmeli su bilançosunda ise yıllık toplam yağış miktarı 860,8 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1013,19 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 418,83 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). Yağış ve potansiyel buharlaşma grafiğinde ise Ocak ayından Mart ayının sonuna kadar ve Ekim ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır (Şekil 4.11). Bu dönemlerde Etp, Etr'ye eşittir ve su fazlası 441,97 mm olarak hesaplanmıştır. Haziran ayı başından Ekim ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 594,36 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 860,8 mm olan yıllık yağışın 418,83 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ayrıca sadece Ocak ayına ait yağış miktarı 286,1 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 544,32 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 251,37 mm olarak bulunmuştur. Su fazlası 34,73 mm iken, su noksanı ise 292,95 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6. Belek DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (Aylık)

BELEK DMİ	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	11,1	12,9	13,7	17,8	22,3	25,3	28	28,8	25	18,3	16	9,4	
AYLIK ENDEKS (i)	3,344	4,199	4,599	6,837	9,618	11,643	13,57	14,167	11,435	7,13	5,818	2,6	94,96
ETP (mm)	19,22	25,64	35,19	64,62	113,34	148,39	186,05	184,5	122,23	60,34	40,51	13,16	1013,19
YAĞIŞ (mm)	286,1	117	21,6	34	61,7	41,5	3,9	0,5	1,3	55,8	201,2	36,2	860,8
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	100	86,41	55,79	4,15	0	0	0	0	0	100	100	
ETR (mm)	19,22	25,64	35,19	64,62	113,34	45,65	3,9	0,5	1,3	55,8	40,51	13,16	418,83
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	-13,59	-30,62	-51,64	-4,15	x	x	x	x	x	x	
SU FAZLASI	266,88	91,36	x	x	x	x	x	x	x	x	60,69	23,04	441,97
SU NOKSANI	x	x	x	x	x	102,74	182,15	184	120,93	4,54	x	x	594,36
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84	

Çizelge 4.7. Belek DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (2013 Ocak ayı)

BELEK DMİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	10	11	11	11	13	7,8	3,7	1,1	2,3	5,4	10	11	11	10	12	11	11	12	12	13	14	13	14	14	12	12	12	12	9,6	10	14	
AYLIK ENDEKS (i)	2,9	3,3	3,4	3,2	4,1	2	0,6	0,1	0,3	1,1	3	3,1	3,1	2,9	3,5	3,3	3,5	3,6	4	4,2	4,5	4,3	4,7	4,8	4	3,9	3,6	3,5	2,7	2,9	4,5	98,491
ETP (mm)	14	18	18	17	24	8,4	1,7	0,1	0,6	3,8	16	16	16	15	19	17	19	20	23	25	28	26	29	30	23	22	20	19	13	15	28	544,32
YAĞIŞ (mm)	2,8	3,3	0,3	0	16	0	0	0	0	0	0	11	151	5,6	0,1	0	5,8	1,8	49	7,4	0	0,4	2,9	0	13	1,5	11	3,4	0,2	0	0	286,1
ZEMİN REZERVİ (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	91	71	54	41	23	49	32	3,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ETR (mm)	2,8	3,3	0,3	0	16	0	0	0	0	0	0	11	16	15	19	17	19	20	23	25	28	4,2	2,9	0	13	1,5	11	3,4	0,2	0	0	251,37
Z.REZ. DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	100	-9	-19	-17	-13	-18	26	-17	-28	-4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
SU FAZLASI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	35	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	34,73
SU NOKSANI	12	15	18	17	7,2	8,4	1,7	0,1	0,6	3,8	16	5,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	26	30	9,9	21	9,2	16	13	15	28	292,95
ENLEM DÜZ. KATSAYISI	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	

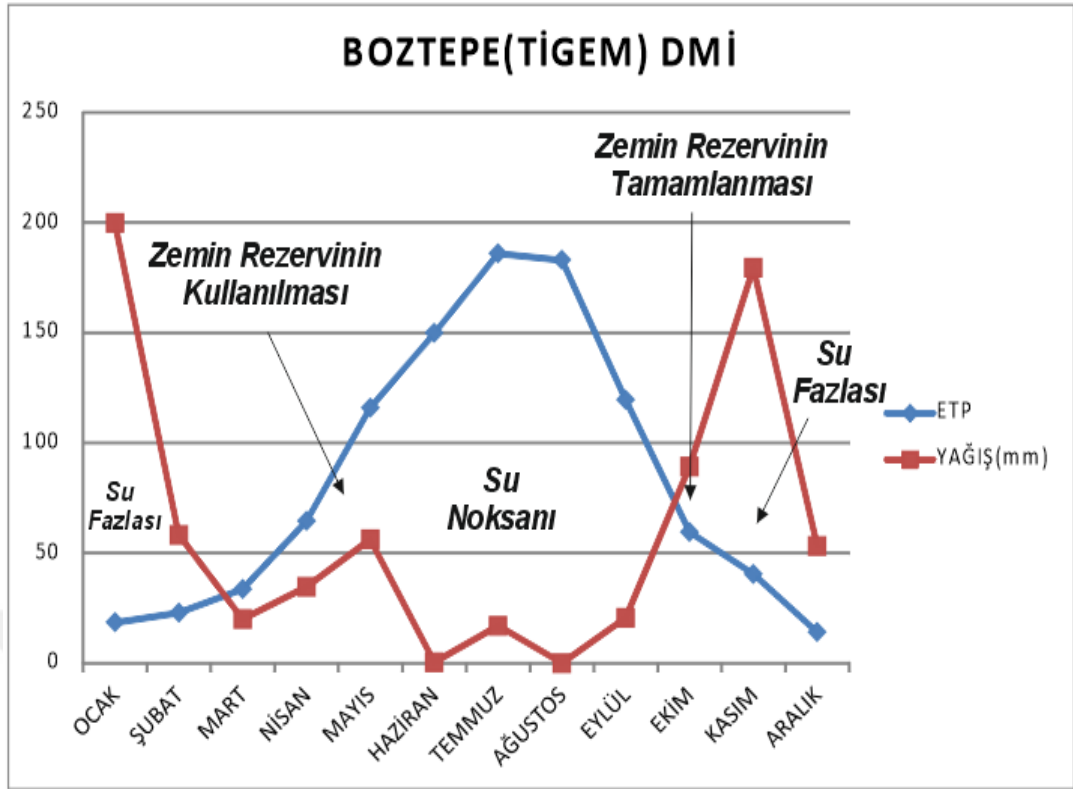


Şekil 4.11. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Belek D.M.İ)

Boztepe (Tigem) DMİ'na ait bilançoda ise, yıllık toplam yağış miktarı 728,6 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1006,81 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 403,96 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Ocak ayından Mart ayının sonuna kadar ve Ekim ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır (Şekil 4.12). Bu dönem için su fazlası 324,64 mm olarak hesaplanmıştır. Mayıs ayı başından Eylül ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 602,85 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 728,6 mm olan yıllık yağışın 403,96mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Meteoroloji istasyonunda 2013 yılının Ocak ayına ait günlük sıcaklık verileri bulunamadığı için ayrıntılı buharlaşma hesabı yapılamamıştır.

Çizelge 4.8. Boztepe (Tigem) DMI verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (Aylık)

BOZTEPE (TİGEM) DMI	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	10,8	12,1	13,3	17,7	22,5	25,4	28	28,7	24,7	18,1	15,9	9,6	
AYLIK ENDEKS (i)	3,208	3,811	4,398	6,779	9,749	11,713	13,575	14,092	11,228	7,012	5,763	2,684	94,012
ETP (mm)	18,49	22,81	33,56	64,39	115,83	149,74	185,86	182,89	119,38	59,44	40,4	14,02	1006,81
YAĞIŞ (mm)	199,8	58,2	20	34,6	56,2	0,4	17	0	20,6	89,2	179,4	53,2	728,6
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	100	86,44	56,65	0	0	0	0	0	29,76	100	100	
ETR (mm)	18,49	22,81	33,56	64,39	112,85	0,4	17	0	20,6	59,44	40,4	14,02	403,96
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	-13,56	-29,79	-56,65	x	x	x	x	29,76	70,24	x	
SU FAZLASI	181,31	35,39	x	x	x	x	x	x	x	x	68,76	39,18	324,64
SU NOKSANI	x	x	x	x	2,98	149,34	168,86	182,89	98,78	x	x	x	602,85
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,87	0,85	1,03	1,1	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84	



Şekil 4.12. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Boztepe D.M.İ)

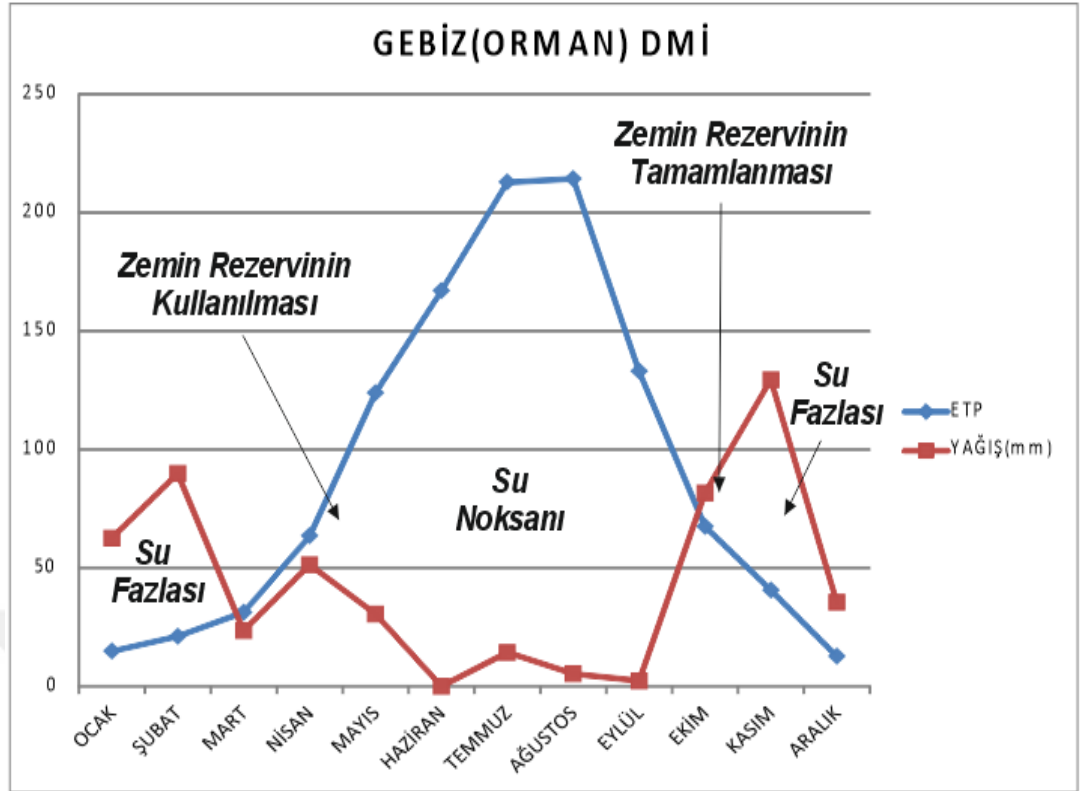
Gebiz (Orman) DMİ'na ait bilançoda ise, yıllık toplam yağış miktarı 526 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1101,51 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 383,56 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Ocak ayından Mart ayının sonuna kadar ve Ekim ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır (Şekil 4.13). Bu dönem için su fazlası 142,44 mm olarak hesaplanmıştır. Mayıs ayı başından Eylül ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 717,95 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 526 mm olan yıllık yağışın 383,56 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ayrıca sadece Ocak ayına ait yağış miktarı 62,5 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 531,85 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 62,5 mm olarak bulunmuştur. Su fazlası görülmez iken, su noksanı ise 648,72 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.9. Gebiz (Orman) DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (Aylık)

GEBİZ (ORMAN) DMİ	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	10,4	12,3	13,4	18	23,3	26,6	29,5	30,5	26	19,6	16,5	9,8	
AYLIK ENDEKS (i)	3,03	3,907	4,448	6,954	10,27	12,561	14,691	15,452	12,134	7,911	6,095	2,769	100,222
ETP (mm)	14,74	21,04	31,13	63,45	123,84	166,88	212,73	214,19	132,93	67,42	40,52	12,64	1101,51
YAĞIŞ (mm)	62,5	89,8	23,5	51,3	30,5	0	14,3	5,3	2,3	81,6	129,4	35,5	526
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	100	92,37	80,22	0	0	0	0	0	14,18	100	100	
ETR (mm)	14,74	21,04	31,13	63,45	110,72	0	14,3	5,3	2,3	67,42	40,52	12,64	383,56
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	-7,63	-12,15	-80,22	0	0	0	0	14,18	85,82	x	
SU FAZLASI	47,76	68,76	x	x	x	x	x	x	x	x	3,06	22,86	142,44
SU NOKSANI	x	x	x	x	13,12	166,88	198,43	208,89	130,63	x	x	x	717,95
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,85	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	

Çizelge 4.10. Gebiz (Orman) DMI verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (2013 Ocak ayı)

GEBİZ (ORMAN) DMI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (0C)	12	12	12	11	11	10	7,3	3,7	4,2	4,8	6,7	11	11	11	11	13	13	12	12	6,6	13	13	13	13	13	13	11	9,9	10	8,9	11	322,4
AYLIK ENDEKS (i)	3,5	3,6	3,7	3,3	3,4	2,9	1,8	0,6	0,8	0,9	1,6	3,1	3,5	3,3	3,3	4,1	4,2	3,8	3,6	1,5	4,4	4,2	4,2	4,3	4,3	4	3,4	2,8	2,9	2,2	3,2	96,339
ETP (mm)	20	20	21	18	19	15	7,6	1,8	2,4	3,1	6,3	16	19	18	18	24	25	22	20	6,1	27	25	25	26	26	23	19	14	15	12	17	531,85
YAĞIŞ (mm)	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,4	0,2	0	0	0,1	0	0,3	0	0,2	0,1	5,2	28	2,8	23	0,2	0	0	0,9	62,5
ZEMİN REZERVİ (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	4,1	0	0	0	0	0
ETR (mm)	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,4	0,2	0	0	0,1	0	0,3	0	0,2	0,1	5,2	26	4,9	19	4,3	0	0	0,9	62,5
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2,1	-2	4,1	-4	x	x	x	
SU FAZLASI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
SU NOKSANI	20	20	21	18	19	15	7,6	1,8	2,4	3,1	6,3	16	19	17	18	24	25	21	20	5,8	27	24	25	20	x	19	x	10	15	12	16	468,72
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	



Şekil 4.13.Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Gebiz D.M.I)

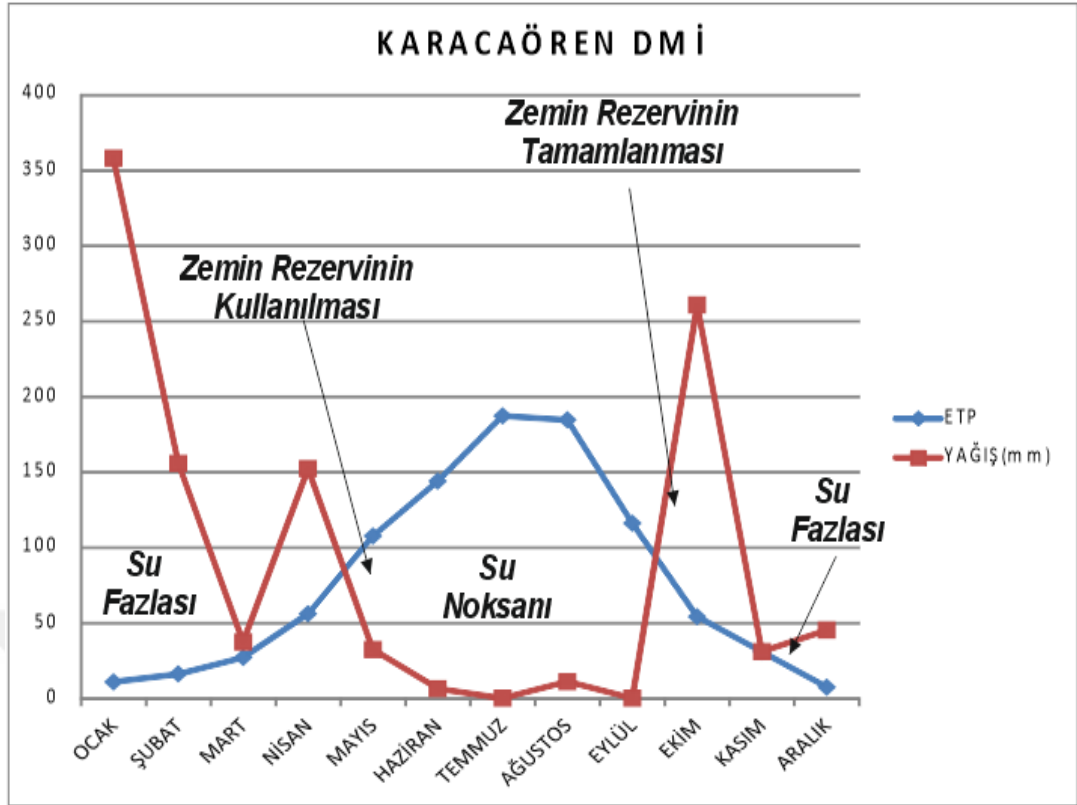
Karacaören DMİ'na ait bilançoda ise, yıllık toplam yağış miktarı 1093,3 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 943,77 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 354,3 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Ocak ayından Mart ayının sonuna kadar ve Ekim ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır (Şekil 4.14). Bu dönem için su fazlası 739,03 mm olarak hesaplanmıştır. Mayıs ayı başından Eylül ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 652,25 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 1093,3 mm olan yıllık yağışın 354,3 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ayrıca sadece Ocak ayına ait yağış miktarı 359,6 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 605,36 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 313,91 mm olarak bulunmuştur. Su fazlası 45,69 mm iken, su noksanı ise 291,45 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.11. Karacaören DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (Aylık)

KARACAÖREN DMİ	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	7,5	9,3	11	15,7	21,1	24,6	28,1	28,9	24,1	16,5	13,1	6,2	
AYLIK ENDEKS (i)	1,847	2,558	3,299	5,653	8,845	11,159	13,648	14,241	10,817	6,095	4,298	1,384	83,844
ETP (mm)	11,06	16,28	27,23	56,16	107,64	144,15	187,37	184,73	116,21	54,3	31,05	7,59	943,77
YAĞIŞ (mm)	358,2	155,9	37,5	152,3	32,5	6,5	0,2	11,2	0,2	260,9	31,1	45,4	1091,9
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	100	100	100	24,86	0	0	0	0	100	100	100	
ETR (mm)	11,06	16,28	27,23	56,16	107,64	31,39	0,2	11,2	0,2	54,3	31,05	7,59	354,3
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	x	x	-75,14	-24,86	x	x	x	x	x	x	
SU FAZLASI	347,14	139,62	10,27	96,14	x	x	x	x	x	106,6	0,05	37,81	737,63
SU NOKSANI	x	x	x	x	x	175,54	187,17	173,53	116,01	x	x	x	652,25
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,85	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	

Çizelge 4.12. Karacaören DMİ verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (2013 Ocak ayı)

KARACAÖREN DMİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOPLAM	
AYLIK SICAKLIK (°C)	9,3	8,9	8,7	8,1	8,1	7,3	4,2	0,8	0,9	2,2	3,5	8,1	9,4	8,9	8	10	10	9,9	8,6	3,3	9,2	10	10	10	11	8,1	8,6	7,6	6,9	5,1	7,6	232,3	
AYLIK ENDEKS (i)	2,6	2,4	2,3	2,1	2,1	1,8	0,8	0,1	0,1	0,3	0,6	2,1	2,6	2,4	2	2,9	2,9	2,5	2,3	0,5	2,5	2,9	2,9	2,9	3,3	2,1	2,3	1,9	1,6	1	1,9	60,243	
ETP (mm)	25	24	23	21	21	18	8,1	0,7	0,9	3,2	6,2	21	26	24	20	28	28	28	23	5,7	25	28	28	29	32	21	23	19	17	11	19	605,36	
YAĞIŞ (mm)	1,4	0,6	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	15	32	0	0	0	27	4	145	29	0	0,1	5	0	30	9,5	54	6,9	0,2	0	0,8	359,6
ZEMİN REZERVİ (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	100	100	75	47	24	0	0	0	31	19	2,4	0	0		
ETR (mm)	1,4	0,6	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	15	26	6	0	0	27	4	23	5,7	25	28	28	24	30	9,5	23	19	17	2,4	0,8	313,91	
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	6	-6	x	x	x	x	x	x	-25	-28	-23	-24	x	x	31	-12	-16	-2	x		
SU FAZLASI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	22	24	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	45,69	
SU NOKSANI	24	23	23	21	21	18	8,1	0,7	0,9	3,2	6,2	6	x	18	20	28	1,4	24	x	x	x	x	x	5	2	11	x	x	x	8,3	18	291,45	
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9		



Şekil 4.14. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Karacaören D.M.İ)

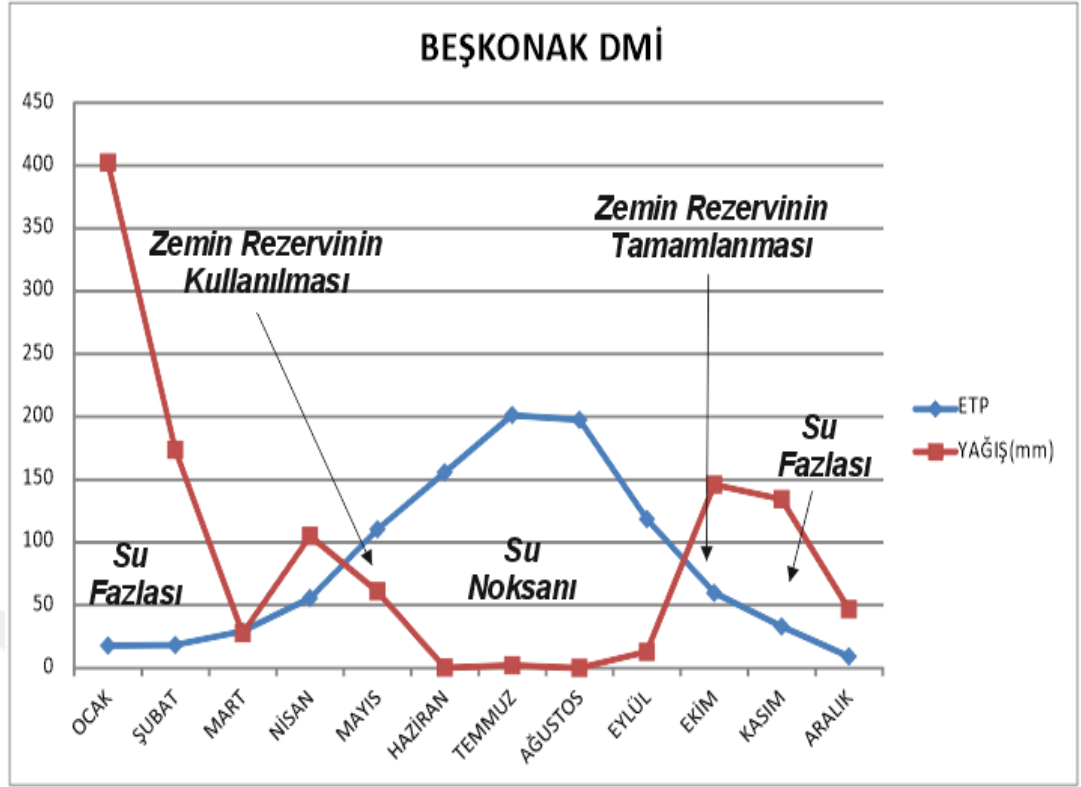
Beşkonak DMİ'na ait bilançoda ise, yıllık toplam yağış miktarı 1108,6 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1006,07 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 398,94 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Ocak ayından Mart ayının sonuna kadar ve Ekim ile Aralık aylarında yağış (P) potansiyel buharlaşmadan (Etp) fazladır (Şekil 4.15). Bu dönem için su fazlası 709,66 mm olarak hesaplanmıştır. Haziran ayı başından Eylül ayı sonlarına kadar gerçekleşen su noksanı ise 607,13 mm'dir. Tüm bu verilere göre; 1108,6 mm olan yıllık yağışın 398,94 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ayrıca sadece Ocak ayına ait yağış miktarı 398,9 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 571,33 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 332,74 mm olarak bulunmuştur. Su fazlası 66,16 mm iken, su noksanı ise 256,76 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13. Beşkonak DMI verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (Aylık)

BEŞKONAK DMI	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	10,4	10,6	12,1	16,2	21,7	25,7	29	29,7	24,5	17,9	14,2	7,5	
AYLIK ENDEKS (i)	3,03	3,119	3,811	5,928	9,229	11,923	14,316	14,842	11,09	6,895	4,856	1,847	90,886
ETP (mm)	17,78	18,25	29,12	55,59	110,31	155,73	201,27	197,55	118,57	59,79	33,05	9,06	1006,07
YAĞIŞ (mm)	398,9	173,6	27,7	105,1	61,1	0,2	2,2	0	12,8	145,9	134,3	46,8	1108,6
ZEMİN REZERVİ (mm)	100	100	98,58	100	50,79	0	0	0	0	86,11	100	100	
ETR (mm)	17,78	18,25	29,12	55,59	110,31	50,99	2,2	0	12,8	59,79	33,05	9,06	398,94
Z.REZ.DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	-1,42	1,42	-49,21	-50,79	x	x	x	86,11	13,89	x	
SU FAZLASI	381,12	155,35	x	48,09	x	x	x	x	x	x	87,36	37,74	709,66
SU NOKSANI	x	x	x	x	x	104,74	199,07	197,55	105,77	x	x	x	607,13
ENLEM DÜZ.KATSAYISI	0,85	0,84	1,03	1,1	1,22	1,23	1,25	1,17	1,03	0,97	0,85	0,83	

Çizelge 4.14. Beşkonak DMI verilerinden Thornthwaite yöntemi ile buharlaşma-terleme hesabı (2013 Ocak ayı)

BEŞKONAK DMI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	TOPLAM
AYLIK SICAKLIK (°C)	11	10	9	9	9,2	8,3	7,5	3,2	4,1	3	5	9,4	9,8	9,4	9,1	8,8	12	11	9,3	3,8	12	11	12	12	12	12	9,8	8,4	8,1	8,5	8,9	
AYLIK ENDEKS (i)	3,5	2,9	2,4	2,4	2,5	2,2	1,8	0,5	0,7	0,5	1	2,6	2,8	2,6	2,5	2,4	3,7	3,4	2,6	0,7	3,5	3,3	3,8	3,6	3,9	3,7	2,8	2,2	2,1	2,2	2,4	77,09
ETP (mm)	27	22	18	18	18	15	13	3	4,6	2,7	6,5	19	21	19	18	17	28	26	19	4	27	25	30	27	30	29	21	16	15	16	17	571,33
YAĞIŞ (mm)	1,8	0,5	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	11	146	0	0	0	25	9,5	93	46	0,2	0,1	0	0	0	2,8	42	19	0,3	0	0,3	398,9
ZEMİN REZERVİ (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	81	63	46	42	25	99	100	73	49	19	0	0	0	22	25	10	0	0	
ETR (mm)	1,8	0,5	0	0	2,5	0	0	0	0	0	0	11	21	19	18	17	28	26	19	4	27	25	30	19	0	2,8	21	16	15	10	0,3	332,74
Z.REZ. DEĞİŞİMİ (mm)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-19	-18	-17	-4	-17	74	0,9	-27	25	-30	-19	x	x	22	3	-15	-10	x	
SU FAZLASI	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	25	x	x	x	x	x	x	41	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	66,16
SU NOKSANI	25	22	18	18	16	15	13	3	4,6	2,7	6,5	8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	8,4	30	26	x	x	18	5,9	17	256,76
ENLEM DÜZ. KATSAYISI	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	



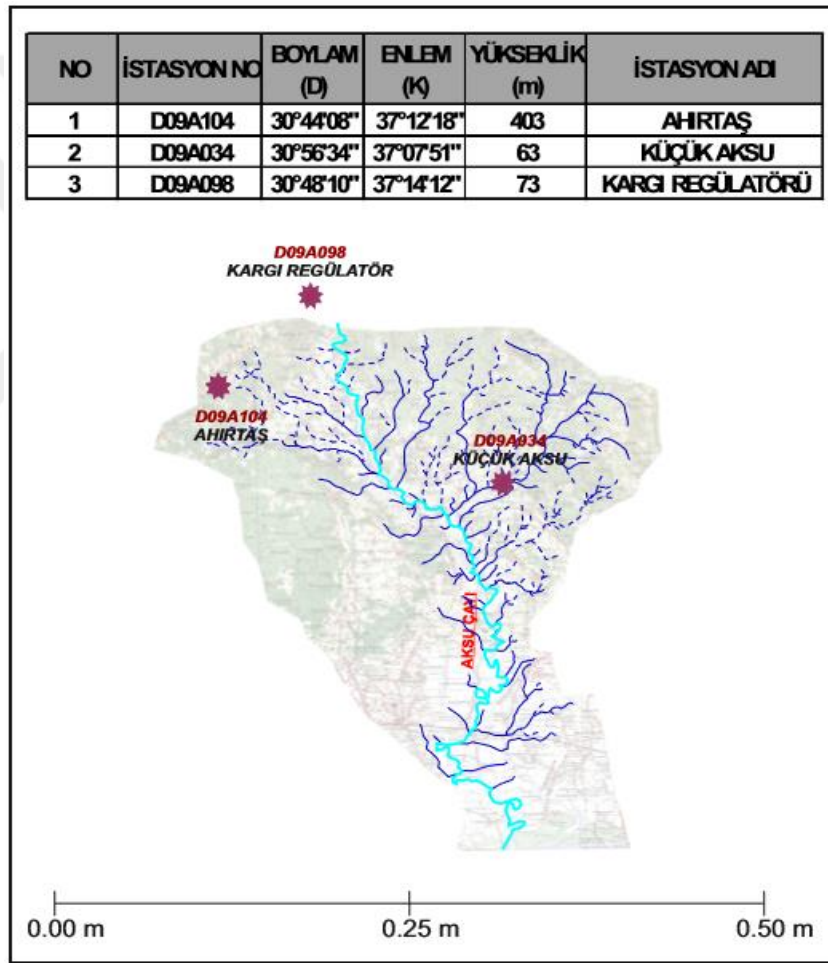
Şekil 4.15. Thornthwaite yöntemi ile yağış ve Etp'nin aylık değişim grafiği (Beşkonak D.M.İ)

Antalya, Karacaören, Gebiz (Orman), Boztepe (Tigem), Beşkonak ve Belek DMI'larında ölçülen ortalama yıllık yağış miktarı 906,55 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 1022,32 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 402,91 mm olarak hesaplanmıştır. Söz konusu istasyonlardaki ortalama su fazlası 503,65 mm olarak hesaplanmıştır. Mayıs ve Haziran ayı başlarından Eylül-Ekim ayı sonlarına kadar gerçekleşen ortalama su noksanı ise 630,03 mm'dir. Tüm bu verilere göre; ortalama 906,55 mm olan yıllık yağışın 402,91 mm'lik kısmı buharlaşarak atmosfere dönmektedir. Ayrıca sadece Ocak ayına ait ortalama yağış miktarı 313,62 mm, potansiyel buharlaşma (Etp) değeri 550,47 mm ve gerçek buharlaşma (Etr) değeri ise 276,58 mm olarak bulunmuştur. Su fazlası 72,85 mm iken, su noksanı ise 314,64 mm olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak 820,189 km² büyüklüğündeki inceleme alanından ortalama 402,91 mm/yıl gerçek buharlaşma (Etr) değeri ile 330,46x10⁶ m³/yıl'lık su buharlaşma-terleme yolu ile boşalmaktadır. Sadece Ocak ayında ise ortalama 276,58 mm buharlaşma (Etr) değeri ile 226,84x10⁶ m³/ay'lık su buharlaşmaktadır. Ayrıca ortalama 13.01.2013 tarihinde 8,96 mm buharlaşma (Etr) değeri ile 7,34 m³/gün'lük buharlaşma hesaplanmıştır.

4.2.4. Akış

Bitkiler ve insan yapıları tarafından tutulan sularla, çukurlarda toplanan suların bir kısmı buharlaşarak atmosfere döner. Bir kısmı da zemin içine sızar. Geriye kalan kısmı ise yüzeysel akışa geçer. Akan sular yarlardan gelenlerle birleşir ve değişik büyüklükte akarsuları oluştururlar. Ayrıca yeraltına sızan suların bir kısmı da geçirimsiz birimlerle karşılaşması halinde zemin içinde akışa geçerek akarsuya boşalabilir. Akışı etkileyen çok sayıda faktör vardır. Bunlar yağışın şiddeti, cinsi, zaman dağılımı, bölgenin jeolojik yapısı, coğrafik durum(eğim), bitki örtüsü, yeraltısuyu seviyesi, akarsu yatağının şekli ve büyüklüğü gibi faktörlerdir.



Şekil 4.16. Aşağı Aksu Havzası ve çevresindeki akım gözlem istasyonları

Aşağı Aksu havzasının en önemli ve sürekli akış gösteren yüzey suyu Aksu çayıdır. Ancak Şekil 4.16'da görüldüğü üzere Aksu Çayı çıkışında ölçüm yapan akım gözlem istasyonu bulunmadığı için tez çalışması kapsamında detaylı akış hesaplamaları yapılamamıştır.

5. SELLENME

Akdeniz bölgesinin iklim şartlarında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise bol yağışlı geçmektedir. Bu yüzden Akdeniz bölgesinde, özellikle kıyıya paralel olarak uzanan dağların rüzgar alan yamaçları boyunca yükselmesiyle şiddetli yağışlar, bölgede sıklıkla görülen sel olayını meydana getirmektedir.

Antalya ve çevresinde genellikle dağlık sahalar, ovalar, plato sahaları ile kıyı kesimindeki düzlükler gibi ana jeomorfolojik birimlerden meydana geldiği için özellikle kış mevsiminde yağışların yoğunluğu yüksek dağlık ve plato sahalarında kar, diğer kesimlerde ise yağmur şeklinde gerçekleşmektedir.

Çalışma alanı ve çevresinde belli zaman aralıklarında ani sel olayları meydana geldiği için bu tez çalışması kapsamında jeolojik birimlerin sellenme olayı üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

5.1. Genel

Dünyanın oluşumu ve insan yaşamının başlamasından itibaren süre gelen doğa olayları (yağışlar, su seviyelerinin yükselmesi, heyelan, çığ gibi) yaşamı olumsuz yönde etkilemekte olduğundan afet olarak nitelendirilir. Seller bir afete sebep olduklarında birçok hayatı tehlikeye atıp, insanların ekonomik ve sosyal durumlarına zarar vermenin yanında çevrede de ciddi sorunlara sebep olurlar.

Sellerin meydana gelmesinde en büyük etkenlerden biride, doğanın tahrip edilmesidir. İnsanlar yıllar süren yaşamları boyunca, doğaya karşı bilinçsizce davranmaları kaçınılmaz sonun bir başlangıcı olmuştur. Sellerin de içinde bulunduğu bu doğal kaynaklı afetler, son dönemlerde sıklıkla meydana gelmeye başlamıştır.

Küresel ısınma, gelişen sanayileşme, doğanın saygısızca tahrip edilmesi, yanlış seçilen yerleşim bölgeleri doğa olaylarının afetlere dönüşmesini arttırıcı diğer etkenler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünya genelinde afetlere müdahale planları yerine, meydana gelebilecek afetlerin zararlarının azaltılması, hazırlıkların yapılması, önceden tahmin sistemlerinin yaygınlaştırılması yöntemlerine geçiş yapılmalıdır. Ülkemizde de modern afet yönetim sistemine geçiş yapılması gerekmektedir. Doğal kaynaklı afetlerden sadece

depremi değil, diğer doğa olaylarına karşıda önlem almamız gerekmektedir. Risk yönetimi adı verilen bu zarar azaltma ve hazırlıklı olma bölümleri toplumda yaşanan maddi ve manevi kayıpların önüne geçilmesinde kullanılması gereken en önemli afet yönetim bölümüdür.

Bulunduğu bölgede su seviyesinin yükselmesiyle veya daha yükseklerden gelip suya doymamış olan yüzeylerin kaplanması olayına sel denir. Seller, genellikle fırtınalar ile birlikte görülürler. Meteorolojik şartların hızlı değişimleri bu afetin meydana gelmesinde önemli bir rol oynar.

Ülkemizde ard arda gelen kuvvetli yağışlar sonucunda sel olayları meydana gelmektedir. Meydana gelen bu acil durum ve afetler can kayıpları ile ekonomik ve sosyal kayıplara neden olmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Türkiye sel zararı ve tehlike haritası (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı 2008)

Seller doğanın hidrolojik döngüsü olarak; buharlaşma, yağış, sızma, yüzey akışı ve yeraltı akışı aşamalarından meydana gelir. Sel bir yüzey akışıdır ve hidrolojik döngünün bir aşamasıdır. Bir akarsu havzasında meydana gelen sellerin oluşum nedenleri: İklim, havzanın şekli, jeolojisi, topografı yapısı ve eğimi, toprak yapısı, yeşil alan ve bitki örtüsüne bağlı temel nedenlerdir.

Sellerin doğal afet haline gelmesinde en büyük etken, insan kaynaklı oluşumlardır. Bunlar plansız ve yanlış arazi kullanımı, çarpık yapılaşma, tarım alanları ile orman ve yeşil alanların yok edilmesi, hızlı şehirleşme, havza ve dere yatakları ile taşkın alanlarında yapılaşma ve benzeri diğer oluşumlardır.

Bütün bu olumsuzluklar: Hidrolojik açıdan infiltrasyon (süzme, süzülme, sızma) ve evapotransprasyon (buharlaşıma) oluşumlarının azalması ve yüzey akışının artması anlamına gelmektedir.

ABD’de yapılan bir araştırmada: Doğal zeminde yüzey akışı %10, infiltrasyon %50 ve evapotransprasyon %40 olurken; yeşil alanları yok edilmiş kentlerde ise yüzey akışı %55, infiltrasyon %15 ve evapotransprasyon %30 olarak tespit edilmiştir. Burada dikkat edilecek nokta kentlerde bitkiler yok edildiği için evapotransprasyon azalmıştır (Özmen, 2015).

Selleri Oluşturan Faktörler;

- Özellikle Atlantik okyanusu kıyılarında kuvvetli kıyı sellerini oluşturan, şiddetli rüzgarla birlikte tropikal fırtınalar ve hurricane (kasırga, bora),
- Kıyıların iç kısımlarında etkili olan, deprem ve volkanik patlamalarla oluşan büyük dalgalar,
- Deniz sahillerinde ve kıyılarında etkili olan, deniz dalga hareketleri,
- Göl taşkınları, göldeki seviye değişikliğinden kaynaklanan dalga hareketleri,
- Buzul ve karların aniden erimesi,
- Aşırı yağışlar,
- Bölgenin; iklim koşulları, jeoteknik ve topografı yapısı,
- Baraj ve göletlerde meydana gelen hasarlar (çökme ve taşma),

- İnsan ve doğal (heyelan ve benzeri) kaynaklı, akarsu yataklarının doğal dengesinin bozulması ve akış kesitlerinin daralması,
- Sel riski bölgelerde, kontrolsüz yapılaşma ve kentleşme (insan kaynaklı).

Akdeniz bölgesinin iklim şartlarında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise bol yağışlı olmasından dolayı, yaz ve kış mevsimlerinin kuraklık seviyeleri arasındaki fark oldukça fazladır. Bu yüzden Akdeniz bölgesinde, özellikle kıyı kesimlerinde ki şiddetli yağışlar, bölgede sıklıkla görülen temel doğal kaynaklı afetleri oluşturmaktadır. Kıyı şeritlerinde Ani Sellere konvektif yağışlar olarak adlandırılan olaylar neden olmaktadır.

Antalya ve çevresi Akdeniz İklim Kuşağında yer almaktadır. Bu iklimin özelliği, yazları sıcak ve kurak kışları ılık ve yağışlıdır.

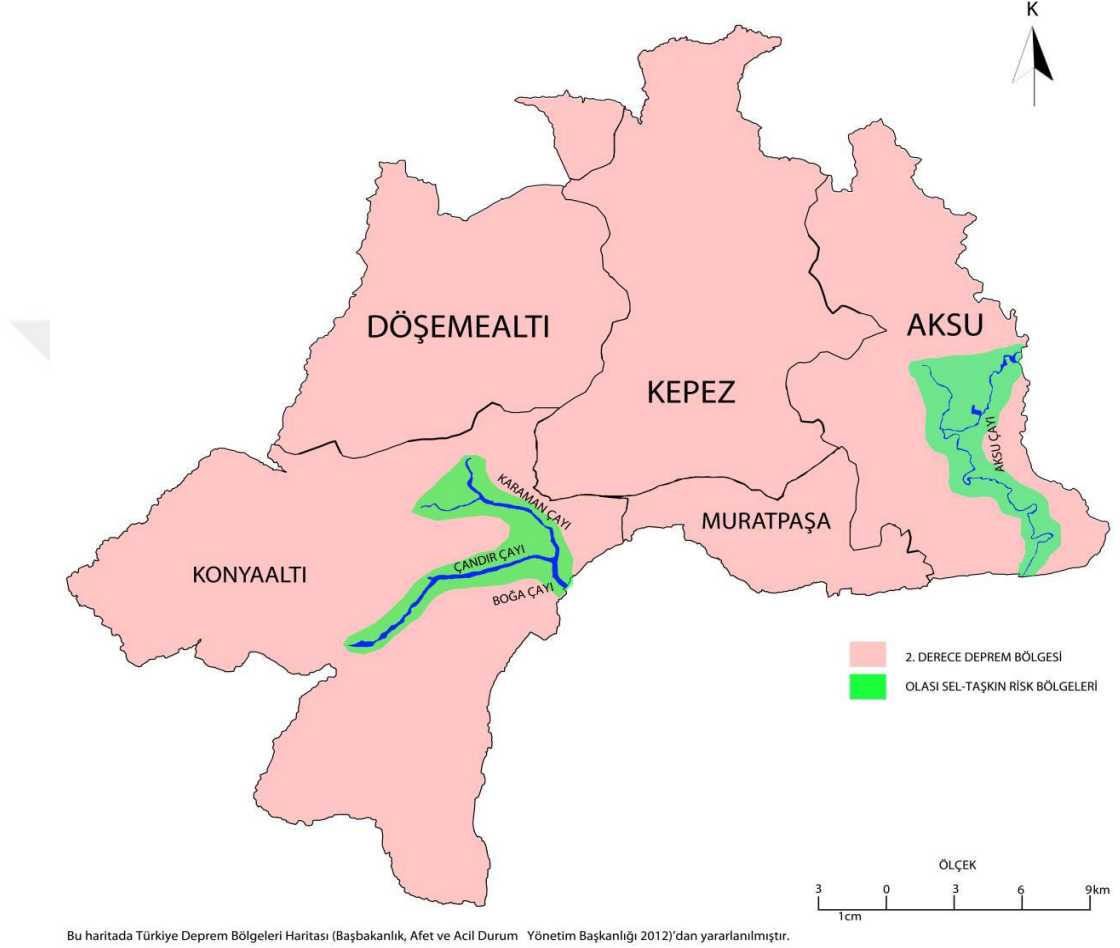
Dünyanın en büyük iç denizi durumunda olan Akdeniz'e gelen hava kütleleri termik ve dinamik değişimlerle (ısınma, nem kazanma, yükselme, alçalma gibi) Akdeniz Bölgesini etkilemektedir.

Sibiryada üzerinde oluşan Kontinental polar (karasal polar) hava kütlesi, Akdeniz üzerine iner ve alttan ısınarak kararsız hale geçer. Bu hava kütlesi Kuzey Afrika üzerinde oluşan Kontinental Tropikal veya Maritim Tropikal (denizel tropikal) hava kütleleriyle Akdeniz'de karşılaşarak, Akdeniz üzerinden yurdumuzu etkileyen cephe sistemlerini oluşturur.

Akdeniz'in sıcak ve nemli havası, bu hava kütleleri arasındaki farkı daha da artırarak Antalya ve çevresinin ve Türkiye'nin, hava ve iklimine büyük etkisi olan Akdeniz depresyonlarını oluşturur.

Akdeniz'de oluşan buharlaşma nedeniyle atmosfere katılan nem, özellikle yaz aylarında Antalya ve çevresinde yöresel kararsızlık yağışlarının meydana gelmesine neden olur. Akdeniz üzerinden gelen nemli havanın, kıyıya paralel olarak uzanan dağların rüzgar alan yamaçları boyunca yükselmesiyle buralarda kuvvetli orografik yağışlar görülmektedir. Böylece Antalya ve çevresindeki dağların, denize bakan yamaçlarında çok yoğun yağış, iç kesimlerinde ise daha az yağış görülür (Şekil 5.2).

Antalya İlinin en az yağış alan kesimleri, Batıda Bey Dağları arasında kalan Korkuteli (43.4 mm) ile Elmalı düzlükleridir. En fazla yağış alan kesimleri ise Toros Dağları ile bu dağların güneyindeki etek ve kıyı kesimleridir. Gündoğmuş (1264.9 mm), Akseki (1241.3 mm.).



Şekil 5.2. Antalya Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki bütünleşik sel ve deprem risk temel harita çalışması

Çalışma alanı; dağlık sahalar, ovalar, plato sahaları ile kıyı kesimindeki düzlükler gibi ana jeomorfolojik birimlerden meydana gelmektedir. Havza içerisinde özellikle kış mevsiminde yağışların çoğunluğu yüksek dağlık ve plato sahalarında kar, diğer kesimlerde ise yağmur şeklinde gerçekleşmektedir.

Sahanın gayet engebeli oluşu bu yağış değerlerinin arasında farklılık oluşmasına sebep olmaktadır. Denize yakın bulunan sahaların iklim değerleri ile denizden içeride bulunan sahaların iklim değerleri arasında bir takım farklılıklar olduğu gözlenmektedir. Bu bilgiler ve tez içerisinde sunulan veriler ışığında havzadaki

sıcaklık ve yağış değerlerinde genel olarak kuzeyden güneye doğru artışlar görülür. Ancak burada sadece yağış ve sıcaklığın dışında sellenmede etkili olacak olan diğer bir parametrede akış ve süzülmedir. Mevsimler yağışlara ve havza içerisindeki formasyonların geçirimsizliğine bağlı olarak çalışma alanındaki sellenmenin şiddeti değişecektir. Özellikle akarsu yataklarına yakın kesimlerdeki tarım alanları fazlasıyla nasibini almaktadır. Özellikle kış mevsiminde ve bahar ayları başlarında bu havzada taşkınlara rastlanılabilmektedir.

Aksu Çayı Havzası'ndaki rölyefin taşkınlarda rolü olduğu gibi bu sahanın iklim özelliklerinin de sellerin meydana gelmesinde etkili olduğu kesindir. Havza içerisinde kış mevsimi en yağışlı mevsim olarak görülürken diğer aylara nazaran sağanak yağış miktarı da daha fazladır.

Kış mevsiminde zeminin suya doymun hale gelmesi, sızma miktarının oldukça azalması, yağışlarla yere düşen suyun büyük bir bölümünün akım değerlerine katılması sel olaylarını artıran bir unsurdur. Bölgede bu yüzden farklı yıllarda sel olayları yaşanmıştır.

5.2. Aksu Havzası ve Çevresinde Görülen Önemli Sellenme Olayları

3-4 Kasım 1995 tarihinde meydana gelen sel;

3-4 Kasım 1995 günleri yağın yağışlar, Aksu Çayı ve kollarında pik debilerinin geçmesine neden olmuştur. Sel, Aksu Çayına karışın kolların getirdiği sularla meydana gelmiştir.

Aksu Çayının denize döküldüğü yerdeki sel debisi 3724 m³/sn. olarak hesaplanmıştır.

Zararları: Aksu Ovasının 20.000 hektar kısmı su altında kalmış ve Aksu İlçesi karayolu üzerinde ulaşım bir süre kesilmiştir. Kundu, Kumköy, Yukarı Kocayatak, Boztepe, Tahtabelen, Eski Yörük, Kayaburun, Solak, Dumanlar, Kavağaçlılar isimli yerleşim alanları sular altında kalmış ve çeşitli tipte kanalet tahrip olmuştur.

02-06 Aralık 2002 tarihinde meydana gelen sel;

02-06 Aralık 2002 tarihleri arasında meydana gelen yağışlarda: Aksu Çayı ve kollarında, Kemer ilçesi civarında, Ağva Deresinde ve Düden Çayında pik debilerinin geçmesine neden olmuştur.

Esas sel Aksu Çayı'nın ovaya açıldığı alanlarda meydana gelmiştir. Aksu Çayı'nın denize döküldüğü yerdeki sel debisi $1052 \text{ m}^3 / \text{sn}$. olarak hesaplanmış olup, 10 yıl yinelenmeli debiye karşılık geldiği görülmüştür.

Zararları: Aksu Ovasının 12882 ha. su altında kalmış, Antalya- Alanya karayolunun güneyinde kalan 500 hektar tarım arazisi zarar görmüştür. Kundu, Kumköy, Boztepe, Tahtabelen, Karaburun, Solak, Dumanlar, Kavağaçlar yerleşim alanlarının tarım arazileri sular altında kalarak zarar görmüş, Antalya şehir merkezinde bazı ev ve iş yerlerinin zemin ve bodrum katları su altında kalmıştır.

08 Şubat 2010 tarihinde meydana gelen sel;

08 Şubat 2010 tarihinde Aksu Çayında, sel debisi $920 \text{ m}^3 / \text{sn}$ olarak hesaplanmış, Aksu Çayı ve kollarında sellere neden olmuştur. Yaşanan sel felaketinde; 13 köy ve mahalle etkilenmiş, 7500 hektar arazi sular altında kalmıştır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. Aksu Çayı çıkış ağzı (Özmen, 2015)

09 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen sel;

Sel afetinin meydana geldiği Haskızılören Köyü, Antalya ilinin Serik ilçesinin kuzeyinde yer alır.

Haskızılören Köyünün içinden geçen Küçük Aksu çayı, eni yaklaşık 6 metre, su yüksekliği ise yaklaşık 50 cm'dir. 9 Ekim 2011 akşamı başlayıp 10 Ekim 2011 gününde devam eden aşırı yağış sonucunda, köyün üst tarafında bulunan vadiden yaklaşık 60 metre genişliğinde ve 3 metre yüksekliğinde gelen su, köyün içindeki dere ile birleşip sel afetini meydana getirmiştir (Şekil 5.4).

Bu afette, 6 kişi hayatını kaybetmiştir. Hayatını kaybeden 5 kişinin cesetlerine ulaşılmış, fakat 1 ceset hala bulunamamıştır. Köyde; 3 köy kahvesi, 1 okul, 1 sağlık ocağı, 1 camii, 10 ev, 9 ahır, kiler, samanlık gibi 25 yapı zarar görmüştür.

Sel afetini yaşayan afetzedelere, tüm kurum, kuruluş ve gönüllüler ile her türlü sosyal, fiziki, ekonomik yardımlar yapılmaya çalışılmıştır. Kaybolan kişileri arama çalışmaları derhal başlatılmış olup, bölgeye her türlü gıda, giyecek gibi yardımlar yapılmıştır.



Şekil 5.4. Haskızılören köyü sel sonrası görünüm (Deniz, 2012)

5.3. Sellenme Hesaplama Yöntemleri

Doğal afetlerden olan seller, sık periyotlarda tekrarlanmakta, dünya ve ülkemizde önemli zararlara ve can kayıplarına neden olmaktadır. Seller, akış büyüklüğüne bağlı olarak çevresindeki; yerleşim ve tarım alanlarına, alt ve üst yapılara, tesislere ve canlılara zarar vermek suretiyle insan yaşamını ve sosyo-ekonomik faaliyetlerini kesintiye uğratırlar.

Seller doğanın hidrolojik döngüsü olarak; buharlaşma, yağış, sızma, yüzey akışı ve yeraltı akışı aşamalarından meydana gelir. Sel bir yüzey akışıdır ve hidrolojik döngünün bir aşamasıdır. Bir akarsu havzasında meydana gelen sellerin oluşum nedenleri: İklim, havzanın şekli, jeolojisi, topografı yapısı ve eğimi, toprak yapısı, yeşil alan ve bitki örtüsüne bağlı temel nedenlerdir.

Sellerin doğal afet haline gelmesinde birçok olumsuz etken bulunmaktadır. Bütün bu olumsuzluklar: Hidrolojik açıdan infiltrasyon (süzme, süzülme, sızma) ve evapotranspirasyon (buharlaşma) oluşumlarının azalması ve yüzey akışının artması anlamına gelmektedir.

Sellenme tamamen yağışa bağımlı olan bir doğa olayı olmasına rağmen, birçok faktör tarafından da kontrol edilmektedir. Yağışın miktarı, süresi gibi etkenlerin yanında; topoğrafya, jeolojik birim, toprak yapısı, arazi kullanımı ile baraj, yol, drenaj gibi yapılar sellenmenin meydana gelmesinde ve sonuçlarının afete dönüşmesinde oldukça etkilidir. Bu nedenlerle sellenmenin hesaplanması, daha önce sellenmenin görüldüğü alanlarda gerekli önlemlerin önceden alınması açısından önemlidir.

Sellenme hesaplanmasında elimizdeki en önemli verileri yağış ve akış verileri oluşturmaktadır. Bu iki önemli veri ne kadar sağlıklı ölçülürse geleceğe yönelik hesaplamalar da o kadar sağlıklı oluşturulabilir. Ölçüm yapılmayan ya da sağlıklı ve sürekli ölçü bulunmayan alanlarda ise eksik kalan veriler belirli yaklaşımlar yolu ile yapılmaktadır.

Sel hesapları genel olarak yedi şekilde yapılmaktadır.

1. Gözlemsel hesaplama;

Aynı havza veya komşu havzalar için yapılan akım gözlem değerleri kullanılarak debi hesabı.

2. Analitik hesaplama;

a) Havza alanına bağılı formüller ile hesaplama

b) Katsayılara bağılı formüller ile hesaplama (Hafbauer Formülü, Kresnik Formülü, Hofman Formülü, Myers Formülü, İskowski Formülü)

3. Akım verileri ile hesaplama; Foster Metodu, Fuller Metodu (1914), Hazen Metodu (1930), Slade Metodu (1936), Gumbel Metodu (1941), Neiss Nomografi Metodu

4. Rasyonel Yöntem,

5. Cook Metodu

6. Birim hidrografla hesaplama

7. SCS-CN Yöntemi

Bu çalışma kapsamında havza sınırları içerisinde yeterli verilere sahip akım ve meteoroloji istasyonları bulunmaması nedeni ile jeolojik birimlerin sel anındaki akış yüksekliği ve yeraltısuyu beslenimi S.C.S-CN (eğri numarası) yöntemi ile hesaplanmaya çalışılmıştır. Bu nedenle kullanılan yöntem aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

SCS-CN yöntemi;

ABD Toprak Koruma Kurumu (U.S. Soil Conservation Service, SCS) tarafından yağış-akış-kayıp ilişkisini analiz etmek üzere 1972 yılında Eğri Numarası (Curve Number-CN) adıyla bir yöntem geliştirilmiştir. SCS-CN olarak adlandırılan bu yöntem, özellikle küçük ölçekli havzalarda akım ölçümleriyle test edilmiş ve yöntemin geçerliliği çok sayıda çalışma ile ortaya konmuştur.

Bu yöntemle göre, yağış anında ve sonrasında toprak tarafından tutulan su, yağışın ve toprak CN'nin fonksiyonudur. CN değeri toprak türü (hidrolojik toprak grubu), arazi örtüsü ve arazinin kullanımı (teraslama vb.), hidrolojik koşullar ve toprağın önceki nem koşullarına bağılı olarak 0-100 arasında değişir. Ancak çoğunlukla 55-95 arasında değişmektedir (Hawkins, 1998). Bilindiği gibi yağış başladığında hemen yüzeysel akış oluşmaz. Akış oluşana kadar bir miktar su toprak ve bitkiler tarafından tutulur. Toprak ne kadar kuru ise, akış oluşmadan önceki tutulma o kadar fazla olur. Dolayısıyla toprağın yağış başladığındaki nem içeriği, süzülme ve yüzeysel akış mekanizmasında son derece önemlidir. Yağışla birlikte toprağın nem içeriği arttıkça süzülme hızı azalır ve en sonunda sabit bir değere ulaşır. Bu değer, toprağın en düşük süzülme kapasitesidir.

İncelenen havzadaki toprak yapısı, kalınlığı, süzülme kapasitesi, bitki örtüsü ve arazi kullanımının belirlenmesi ve haritalanması arazi çalışmalarıyla ve uydu görüntülerinin yardımıyla mümkündür. Benzer şekilde, toprağın gözenekliliği ve geçirimsizliği ile tane boyu dağılımı arazi ve laboratuvar deneyleriyle, toprağın nem içeriği ise arazide ölçümlerle belirlenmekte veya Özdemir (1978) önceki 5 günlük yağış miktarını dikkate alarak belirlemiştir (Aslan, 1997), (Çizelge 5.1).

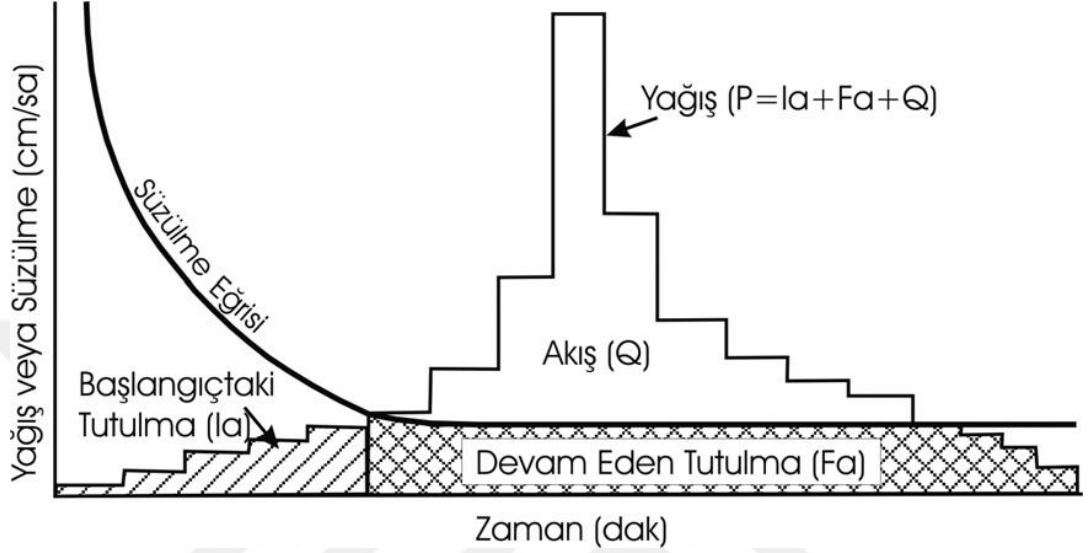
Bu çalışmalardan elde edilen verilerin Eğri Numarası (SCS-CN) yöntemi ve arazi kapasitesi verileri ile birlikte değerlendirilmesi sonucunda, hidrolojik bütçenin en önemli girdisi olan yağıştan yüzeysel akışa geçen, toprak zonuna süzülen, toprak tarafından tutulan, toprak zonundan doygun zona süzülen su miktarı hesaplanabilmektedir. Yöntemin uygulanması; arazide infiltrasyon testleri yapılarak hidrolojik toprak gruplarının belirlenmesi, arazi örtüsü, arazi kullanımı ve toprağın işlenme durumunun belirlenmesi, bu özelliklere göre toprak grupları ve arazi örtüsü haritasının hazırlanması, farklı nem koşulları için eğri numaraları CNI, CNII ve CNIII değerlerinin belirlenmesi, CN değerlerine göre yüzeysel akış ve süzülme (potansiyel beslenme) miktarlarının hesaplanması, toprak özelliklerine göre laboratuvar arazi kapasitesinin (F_c) belirlenmesi, her hidrolojik bölge (tez kapsamında her bir jeolojik birim) için ayrı ayrı yüzeysel akış (Q), süzülme (R_{top}) ve beslenme (R_{net}) değerlerinin hesaplanması aşamalarını içermektedir.

Çizelge 5.1. Yağış öncesi nem durumu tahmin için yağış limitleri (Aslan, 1997)

Yağış öncesi nem durumu sınıfı	5 Günlük toplam yağış (mm)	
	Kasım-Mart Ayları	Nisan-Ekim Ayları
I (kuru)	12.0'den az	36.0'dan az
II (normal)	12.0 - 28.0	36.0 - 53.0
III (nemli)	28.0'den fazla	53.0'dan fazla

SCS-CN yöntemine göre, yağış sonrası doğrudan yüzeysel akışa geçen su miktarı (Q), yağış miktarından (P) düşüktür veya hiç kayıp (tutulma+süzülme) yoksa yağışla

eşittir. Benzer şekilde, akış başladıktan sonra toprakta tutulan su miktarı (F_a), potansiyel en fazla tutulmadan (S) küçüktür veya ona eşittir (Şekil 5.5). Yağış başladığında akış başlamadan önce zeminde bir miktar su tutulduğuna (I_a) göre, potansiyel akım ($P - I_a$) olmaktadır. P (toplam) yağış ve P_e yağış fazlası olmak üzere, SCS kuramı aşağıdaki eşitliğe dayanmaktadır.



Şekil 5.5. Süzülme-tutulma ve yağış fazlası (Apaydın, 2007)

$$F_a/S = P_e/(P-I_a) \quad (1)$$

Süreklilik ilkesine göre 1 no.lu eşitlik

Burada, F_a toprakta tutulan su miktarı, P_e yağış fazlası, P yağış miktarı, I_a başlangıçta tutulan su miktarı, S potansiyel, maksimum toprak su tutma miktarını temsil etmektedir.

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (2)$$

şeklini almaktadır. P_e aynı zamanda akış (Q) olduğuna göre, SCS akım eşitliği,

$$Q = (P-I_a)^2 / ((P-I_a) + S) \quad P > I_a \text{ ise} \quad (3)$$

$$Q = 0 \quad P \leq I_a \text{ ise} \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir. Burada Q yüzeysel akış miktarını temsil etmektedir. I_a ; akışın başlamasından önceki kayıpların tümü olup, bitki dalları ve yapraklarında tutulan, gölcüklerde depolanan, toprak yüzeyinden doğrudan buharlaşan ve toprağa süzülen suyun toplamını ifade etmektedir. I_a birçok parametreye bağlı olduğundan oldukça değişken olup, değeri 0.095-0.38 arasındadır (SCS, 1972). Ancak küçük havzalarda yapılan çalışmalardan elde edilen verilere göre,

$$I_a = 0.2S \quad (5)$$

eşitliği önerilmiştir. Bu durumda 3 no.lu eşitlik,

$$Q = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S) \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir. Burada S, toprak ve üzerinde bulunan örtüye bağlı olup,

$$S = 1000 / CN - 10 \text{ (inç) veya}$$

$$S = 25.4 * (1000 / CN - 10) \text{ (mm)} \quad (7)$$

eşitliği ile tanımlanır. Burada CN nem koşullarına bağlı arazi eğri numarasını göstermektedir. Bu yöntemde en önemli husus eğri numarasının (CN) belirlenmesidir (Çizelge 5.2). Halley vd. (2000) çeşitli koşullara bağlı farklı CN değerleri önermişlerdir (Öztürk, 2011).

Çizelge 5.2. Hidrolojik toprak gruplarına göre eğri numarası (Öztürk, 2011)

Arazi Kullanımı /Örtüsü	Hidroloji Toprak Gruplarına Göre Eğri Numarası			
	A	B	C	D
Yerleşim (Yüksek yoğunluklu)	77	85	90	92
Yerleşim (Orta yoğunluklu)	57	72	81	86
Yerleşim (Düşük yoğunluklu)	48	66	78	83
Ticari alanlar	89	92	94	95
Endüstriyel alanlar	81	88	91	93
Çakıl, taş ocağı vb.	76	85	89	91
Tarım alanları	67	77	83	87
Açık alanlar (park, çim saha vb.)	39	61	74	80
Çayır, otlak	30	58	71	78
Sık orman, koru	30	55	70	77
Seyrek orman, koru	43	65	76	82
Su / Sulak alanlar	100	100	100	100

Toprak grubu A (Düşük dolaysız akış potansiyeli); Bu grupta süzülme yüksek ve geçirimsizlik (Permeabilite) hızlıdır. (Sızma kapasitesi yaklaşık 25 mm/h, hidrolik iletkenliği 7,6 mm/ h'ten büyüktür.)

Toprak grubu B (Nispi düşük dolaysız akış potansiyeli); Bu gruptaki topraklar nispi süzülme düzeyi, efektif derinlik ve drenaja göre karakterize olurlar. Geçirgenlik hafif ölçüde kısıtlıdır. (Sızma kapasitesi yaklaşık 13 mm/h, hidrolik iletkenliği 3,8 ila 7,6 mm/h arasındadır.)

Toprak grubu C (Nispi yüksek dolaysız akış potansiyeli); Bu grupta süzülme düzeyi düşüktür veya hızlı bir şekilde zayıflar. Geçirgenlik kısıtlıdır. Toprak derinliği sıkışma eğilimindedir. (Sızma kapasitesi yaklaşık 6 mm/h, hidrolik iletkenliği 1,3 ila 3,8 mm/h arasındadır.)

Toprak grubu D (Yüksek dolaysız akış potansiyeli); Bu gruptaki topraklar yavaş süzülme düzeyleri ve çok kısıtlanmış geçirgenlikle karakterize olurlar. Çok sık topraklar ve yüksek şişme-büzülme potansiyeli bu grubun içindedir. (Sızma kapasitesi yaklaşık 3 mm/h, hidrolik iletkenliği ise 1,3 mm/h'tan küçüktür.)

Süzülme ve yüzeysel akış potansiyelinin belirlenmesinde yukarıda açıklanan özelliklere ek olarak, zeminin yağış başladığındaki nem içeriğinde belirleyici rol oynamaktadır. Kuru, normal ve nemli koşullardan hangisinin geçerli olduğuna, yağışın başlamasından önceki son 5 günlük toplam yağış miktarı dikkate alınarak karar verilmektedir. Dolayısıyla yöntemin uygulanması için günlük yağış değerlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Son 5 günlük toplam yağış (P) mm cinsinden olmak üzere CN durumu (Özdemir,1978)'e göre belirlenmektedir.

Yukarıda değinildiği gibi, toprağın nem içeriğine göre toprak eğri numarasında farklılıklar görülmektedir. Bu durumda, CN'ler aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanabilir (SCS, 1972).

$$CN (KURU) = (4.2 \cdot CN_{normal}) / (10 - 0.058 \cdot CN_{normal}) \quad (8)$$

$$CN (NEMLİ) = (23 \cdot CN_{normal}) / (10 + 0.13 \cdot CN_{normal}) \quad (9)$$

SCS-CN Yöntemi uygulanarak yağış-yüzeysel akış-süzülme analizleri ve yeraltısuyu beslenme hesabı aşağıdaki adımlar izlenerek yapılabilir:

- 1) Arazide süzülme testleri yapılarak toprak gruplarının (A, B, C, D) belirlenmesi (Öztürk, 2011),
- 2) Arazi kullanım haritaları, uydu görüntüleri, arazi çalışmaları ile arazi örtüsü, arazi kullanımı ve toprağın işlenme durumunun belirlenmesi,
- 3) SCS (1972) veya Özdemir (1978) göre her toprak grubu için CNI, CNII ve CNIII değerlerinin belirlenmesi,
- 4) Günlük yağış değerlerinden toprağın nem içeriğine göre (o günkü yağıştan önceki 5 günlük eklenik yağış miktarına göre) hangi dönemlerde hangi CN koşulunun geçerli olacağı belirlenerek, her bölge için CN değerlerine göre yüzeysel akış ve süzülme (potansiyel beslenme) miktarlarının hesaplanması,
- 5) Akiferi örten her toprak grubu için yüzeysel akış (Q), süzülme (R_{top}) ve beslenme (R_{net}) değerlerinin hesaplanması,

5.4. Çalışma Alanında SCS-CN Yönteminin Uygulanması

Bir önceki bölümde ayrıntıları verilmiş olan SCS-CN yöntemi Aşağı Aksu Havzası için uygulanmıştır.

Tez çalışması kapsamında öncelikle çalışma alanı içerisindeki jeolojik birimler, arazi süzülme değerlerinin belirlenmesi amacı ile jeoloji haritasından da yararlanarak 28 ayrı birime ayrılmıştır.

Ayrılan her bir birim üzerinde ayrı ayrı sızma deneyleri yaparak formasyonların geçirimsizlikleri (süzülme hızı) belirlenmeye çalışılmıştır. Deneysel çalışmalarda, formasyon üzerinde oluşan toprak örtüsünün o formasyonun ayrışması ile oluşan yerli bir örtü olduğu dikkate alınmış ve ölçüm jeoloji birim üzerindeki örtü üstünde direkt yapılmıştır. Birimlerde meydana gelen süzülme hızları sabit bir değer elde edilene kadar devam edilmiş ve saatteki süzülme hızı olarak mm cinsinden Çizelge 5.3'te verilmiştir. Her bir jeolojik birim üzerinde sağlıklı bir sonuç alınıncaya kadar formasyonların farklı bölgelerinde en az 2 sızma deneyi olmak üzere bu ölçümler tekrarlanmıştır. Deney sonuçlarını gösteren ölçüm karneleri de Ek B'de gösterilmiştir.

Çalışma alanı içerisindeki 28 ayrı jeolojik birim üzerinde yapılan süzülme deneyleri sonucunda formasyon kullanım durumunun belirlenmesi için çalışma alanındaki arazi örtüsü ve arazi kullanım özellikleri harita ve arazi çalışmaları sırasında gözlemsel olarak belirlenerek 5 formasyonun tarım alanı, 1 formasyonun yerleşim yeri, 21 formasyonun orman ve 1 formasyonunda tarım-orman olduğu belirlenmiştir.

Formasyon kullanım durumu belirlenen jeolojik birimlerin süzülme hızları 39-290 mm/h arasında olduğu gözlenmiş ve 25 mm/h'den büyük olduğu için de çalışma alanındaki formasyonların zemin grubu da A olarak belirlenmiştir.

Süzülme hızları, formasyon kullanım durumu ve zemin grubu belirlenen jeolojik birimlerin toprak eğri numaralarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle akış, beslenme, süzülme gibi hesaplamaların yapılabilmesi için yağış verilerinin sağlıklı olduğu 13.01.2013 tarihinde ölçülen maksimum yağış dikkate alınmış ve SCN-CN hesaplamalarında en uygun nem koşullarına bağlı eğri numarasının (CN) belirlenebilmesi için de maksimum yağışın olduğu günden (13.01.2013) önceki 5 günlük ortalama yağış verileri kullanılmıştır. Yağış ile ilgili hesaplamalarda havza üzerine düşen ortalama yağış yerine ilgili jeolojik birim üzerine düşen yağış verileri kullanılmış ve bu birimler üzerine düşen yağış miktarları Çizelge 5.1 dikkate alınarak 11 formasyonun normal arazi koşullarına göre CN II ve 17 formasyonun ise nemli arazi koşullarına göre CN III eğri numaraları olduğu belirlenmiştir.

Çalışma alanı içerisindeki 28 ayrı jeolojik birimin ayrı ayrı eğri numaraları belirlendikten sonra SCS-CN yöntemine göre zemindeki potansiyel tutulma (S) ve başlangıçtaki tutulma (Ia) miktarları hesaplanmıştır. Burada hesaplanan başlangıçtaki tutulmada formasyonlar üzerindeki buharlaşma ile bitki dalları ve yapraklarında tutulan su miktarları ihmal edilmiştir.

Bütün bu veriler kullanılarak her bir jeolojik birimde meydana gelen sellenmeye etken olan akış yüksekliği ve yeraltısuyuna beslenme hesaplanmaya çalışılmıştır.

Havza içerisindeki 11 formasyon üzerinde akış gözlenirken diğer jeolojik birimler üzerinde SCS-CN hesaplamalarına göre akış belirlenmemiştir.

SCS-CN yöntemi ile elde edilen her bir formasyona ait akış yüksekliği ile yeraltısuyuna beslenme sonuçları Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Aşağı Aksu havzası içerisindeki formasyonların akış yüksekliği ve yeraltısuyu beslenimi

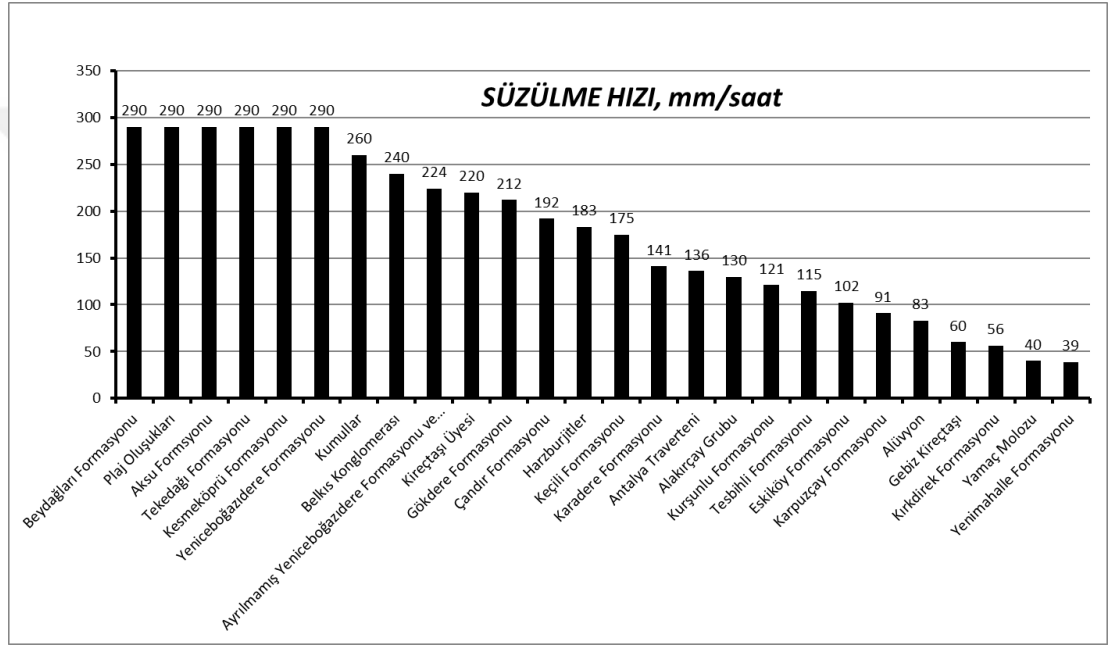
Birim adı	Süzülme hızı(mm/h)	Zemin grubu	Formasyon kullanım durumu	CN1	CN2	CN3	P	S	la	Q(Akış Yüksekliği)/mm	Rnet (Beslenim)/mm	Rnet (m ³ /yıl)
Alüvyon	83	A	Tarım Alanı	46	67	82	27,70	125,1	25,02	0,05	27,65	5926,20
Kumullar	260	A	Sıkı Orman	15	30	50	33,04	254,0	50,80	0,00	33,04	600,70
Plaj Oluşukları	290	A	Seyrek Orman	24	43	63	27,18	336,7	67,30	0,00	27,18	50,90
Yamaç Molozu	40	A	Seyrek Orman	44	65	81	32,59	59,58	11,91	10,15	22,44	94,31
Antalya Traverteni	136	A	Seyrek Orman	24	43	63	47,48	149,1	29,83	1,87	45,61	3954,70
Belkis Konglomerası	240	A	Tarım Alanı	46	67	82	32,89	55,75	11,15	6,09	26,80	1380,80
Kurşunlu Formasyonu	121	A	Tarım Alanı	46	67	82	47,29	55,75	11,15	14,21	33,08	2826,30
Yenimahalle Formasyonu	39	A	Tarım Alanı	58	77	89	37,23	31,39	6,27	15,37	21,86	1380,50
Gebiz Kireçtaşı	60	A	Sıkı Orman	34	55	74	30,00	89,24	17,84	1,45	28,55	96,67
Eskiköy Formasyonu	102	A	Tarım Alanı	46	67	82	39,40	55,75	11,15	9,50	29,90	1006,50
Aksu Formasyonu	290	A	Sıkı Orman	15	30	50	30,14	254,0	50,80	0,00	30,14	966,40
Karpuzçay Formasyonu	91	A	Tarım- Seyrek Orman	27,83	47,87	67,86	42,16	120,3	24,06	2,36	39,80	2937,30
Harzburjitle	183	A	Sıkı Orman	15	30	50	37,01	254,0	50,80	0,00	37,01	158,21
Kırkdirek Formasyonu	56	A	Yerleşim(Düşük)	45	66	82	26,14	130,84	26,17	0,00	26,14	597,60
Keçili Formasyonu	175	A	Seyrek Orman	24	43	63	21,88	336,7	67,30	0,00	21,88	125,45
Erenler Formasyonu	Ölçü Alınamadı(Literatür)	A	Seyrek Orman	24	43	63	22,50	336,7	67,30	0,00	22,50	137,50
Tekedağı Formasyonu	290	A	Sıkı Orman	15	30	50	30,47	254,0	50,80	0,00	30,47	372,20
Kızılbaş Formasyonu	Ölçü Alınamadı(Literatür)	A	Sıkı Orman	15	30	50	34,58	254,0	50,80	0,00	34,58	90,00
Alakırçay Grubu	130	A	Seyrek Orman	24	43	63	34,95	149,1	29,83	0,16	34,79	42,30
Çandır Formasyonu	192	A	Seyrek Orman	24	43	63	26,15	336,7	67,30	0,00	26,15	451,70
Karadere Formasyonu	141	A	Seyrek Orman	24	43	63	23,36	336,7	67,30	0,00	23,36	33,20
Gökdere Formasyonu	212	A	Seyrek Orman	24	43	63	22,87	336,7	67,30	0,00	22,87	72,70
Tesbihli Formasyonu	115	A	Sıkı Orman	15	30	50	23,92	592,6	118,53	0,00	23,92	135,20
Kesmeköprü Formasyonu	Ölçü Alınamadı(Literatür)	A	Seyrek Orman	24	43	63	25,65	336,7	67,30	0,00	25,50	55,10
Yeniceboğazidere Formasyonu	290	A	Sıkı Orman	15	30	50	21,37	592,6	118,53	0,00	21,37	496,20
Kireçtaşı Üyesi	220	A	Sıkı Orman	15	30	50	36,82	254,0	50,80	0,00	36,82	203,90
Ayrılmamış Yeniceboğazidere Formasyonu ve Alakırçay Grubu	224	A	Sıkı Orman	15	30	50	41,75	254,0	50,80	0,00	41,75	1362,80
Beydağları Formasyonu	290	A	Seyrek Orman	24	43	63	38,34	149,1	29,83	0,46	37,88	203,80
TOPLAM										61,67	833,04	25759,10

(CN1, CN2, CN3: Eğri Numaraları; P: Yağış, mm; S: Potansiyel maksimum tutulma, mm; la: Başlangıçta zemindeki tutulma, mm; Q: Akış yüksekliği, mm; Rnet: Yeraltına süzülme, mm)

5.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Jeolojik birimlerin sellenme ile olan ilişkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bu tez çalışması kapsamında arazide sızma deneyleri yapılarak, yağış verileri de kullanılarak SCS-CN yöntemi ile bir değerlendirme yapılmıştır.

Yapılan sızma deneylerine göre formasyonların sızma hızlarının 39-290 mm/h arasında değiştiği gözlenmektedir (Şekil 5.6). Süzülmenin deney silindirisinin yüksekliği olan 290 mm değerini aştığı alanlarda süzülme hızı 290 mm/h alınmıştır.



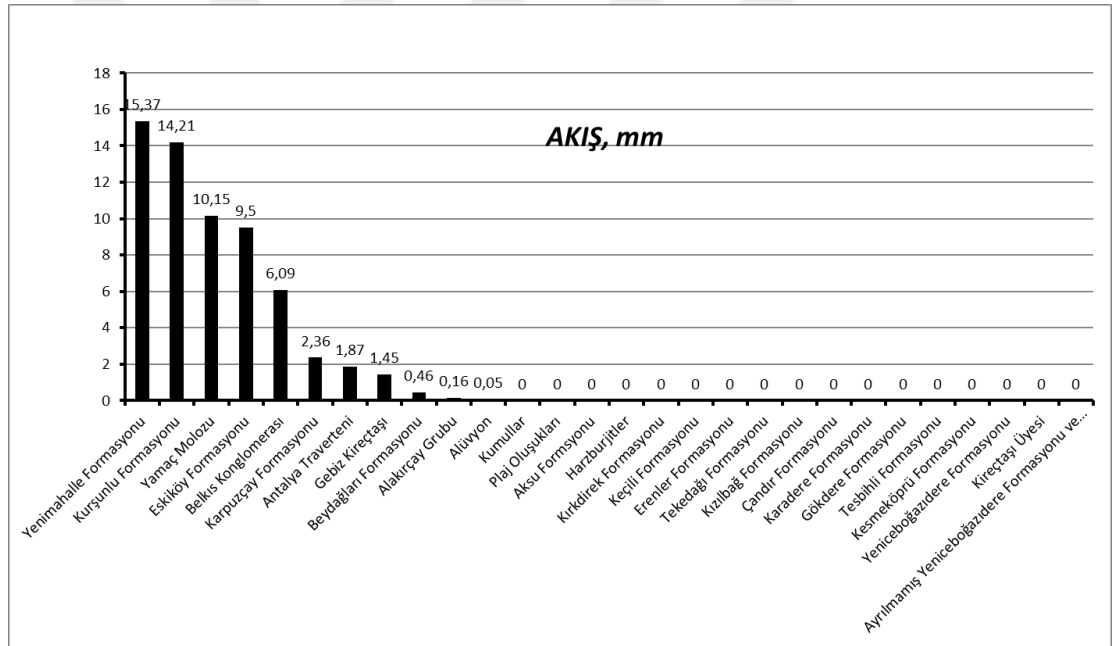
Şekil 5.6. Havza içerisindeki formasyonlara ait ölçülen Süzülme hızları

Beydağları formasyonu, Plaj Oluşukları, Aksu, Tekedağı, Kesmeköprü ve Yeniceboğazıdere formasyonlarında deney sırasında verilen suyun tamamen süzüldüğü, Yamaç molozu, Alüvyon, Gebiz kireçtaşı, Antalya traverteni, Harzburjitler gibi birimlerde ise süzülme hızlarının beklenenden daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle süzülmenin jeolojik açıdan kaya birimlerinde eklem/tabaka durumu, ayrışma özelliğine, ayırık (zemin) birimlerinde ise sıkılık durumuna ve ince tane yüzdesine bağlı olduğu, kaya ve zemin birimlerde üzerindeki toprak oluşumunun süzülmede önemli bir etken olduğu anlaşılmaktadır. Plaj oluşuklarının yapısında kum ve çakıl bulundurduğu ve Aksu formasyonu ise kalın tabakalı konglomeralardan oluştuğu için bu birimlerde yapılan sızma deneyi sonucunda geçirimli olduğu gözlenmiştir. Ancak Şekil 5.6 incelendiğinde de Aksu formasyonu ile aynı jeolojik birime sahip olan Belkıs konglomerasında ise geçirimlilik daha düşüktür. Bunun

nedeni ise bünyesinde bulunan konglomeraların kil ve çamurtaşı destekli olmasından kaynaklanmaktadır.

Sellenmeye neden olabilecek akış miktarlarına baktığımızda, 28 farklı jeolojik birim içinden sadece 11 birimde yağışın yüzeysel akışa geçtiğini görmekteyiz (Şekil 5.7). Çizelge 5.3 incelendiğinde yüzeysel akış gözlenen birimlerin süzülme hızlarının düşük ve çoğunun tarım alanı içinde kaldığını görmekteyiz.

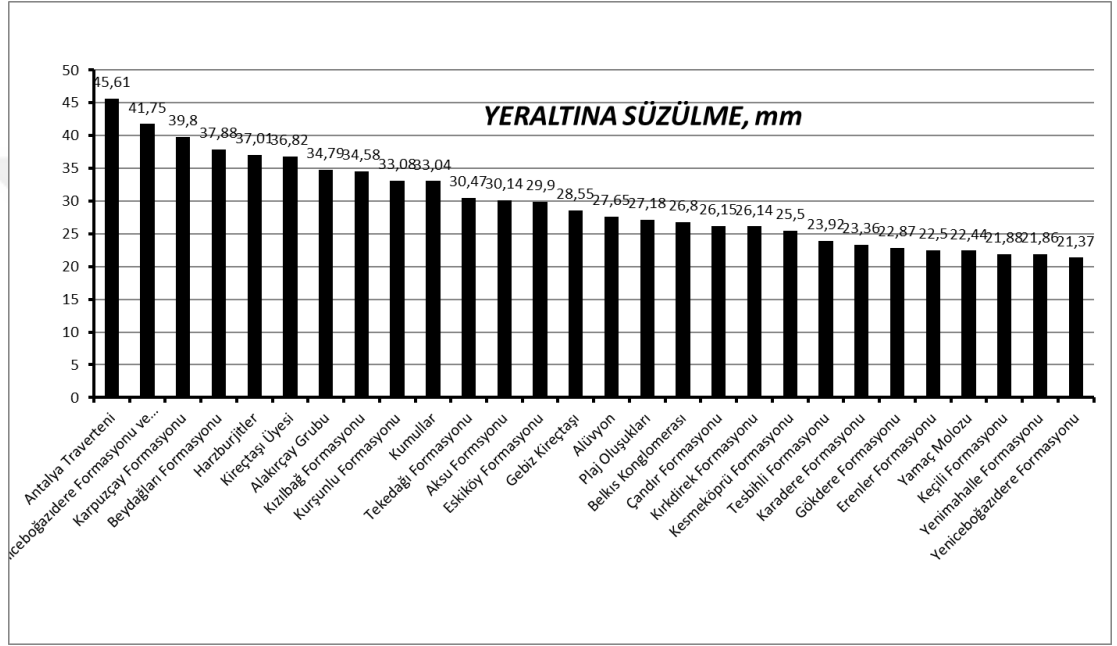
Şekil 5.7 incelendiğinde ise akış değerlerinin 0 olduğu formasyonlar dikkat çekmektedir. Bu değer havza içerisinde bulunan jeolojik birimler üzerine yağın yağışın tamamen yeraltına süzüldüğünü, bu nedenle akışa geçemediğini göstermektedir. Arazide yapılan süzülme deneylerinde bu formasyonların geçirimsizliğinin yüksek ya da yükseğe yakın olduğu belirlenmiştir.



Şekil 5.7. Havza içerisindeki formasyonlara ait hesaplanan Akış miktarları

SCS-CN yöntemi kullanılarak yapılan hesaplama ile 13.01.2013 tarihinden önceki beş günlük ortalama yağış verileri dikkate alınarak; 21.37-47.48 mm arasında olan yağış değerlerinin, 21.37-45.61 mm arasında yeraltına süzülme (yeraltı beslenimi) meydana getirdiği hesaplanmıştır (Şekil 5.8). Buradaki yeraltısuyu beslenimi havza içerisindeki jeolojik birimler üzerine düşen yağış değerlerinin havzadaki kapladıkları alan ve arazi kullanım örtüsü ile arazide yapılan süzülme hızlarına göre farklılık göstermektedir. Yağış alanı fazla ve arazi kullanım örtüsü orman olan formasyonların yeraltısuyu beslenimi daha yüksektir (Şekil 5.9). Yalnız bu durum

SCS-CN yöntemine göre seyrek-sıkı orman olmasına göre değişkenlik göstermektedir. Plaj oluşukları, Yamaç molozu, Antalya traverteni, Alakırçay grubu, Keçili, Erenler, Çandır, Karadere, Gökdere, Kesmeköprü ve Beydağları formasyonları seyrek orman bölgesinde oldukları için genel olarak yeraltısuyu beslenimi daha düşük, Kumullar, Gebiz kireçtaşı, Harzburjitle, Kireçtaşı üyesi, Aksu, Tekedağı, Kızılbağ, Tesbihli, Yeniceboğazıdere formasyonları ile Ayrılmamış Yeniceboğazıdere formasyonu ve Alakırçay grubu sıkı orman grubunda olduğu için daha yüksektir.



Şekil 5.8. Havza içerisindeki formasyonlara ait hesaplanan Yeraltına Süzülme miktarları



Şekil 5.9. Havza içerisindeki tarım ve orman alanından bir görünüm

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada Aşağı Aksu çayı havzası sınırları içerisinde bulunan jeolojik birimlerin geçirimsizlik özellikleri dikkate alınarak sellenme ile olan ilişkileri incelenmiştir. Araştırmada Aşağı Aksu havzası ve çevresindeki meteoroloji ve akım gözlem istasyonlarının uzun ve güncel yıllara ait sağlıklı verileri bulunmadığı için SCS yöntemi yardımı ile her bir jeolojik birime ait akışa geçebilecek su miktarları hesaplanmış ve toplamda jeolojik birimlere bağlı olarak yağış-akış ilişkisi incelenerek bu birimlerin sellenme olayı üzerindeki etkisi belirlenmiştir.

Öncelikle 820,189 km² beslenme alanına sahip çalışma alanı MTA tarafından hazırlanmış olan jeoloji haritaları ile eşleştirilmiş ve bilgisayar programı yardımı ile çalışma alanının genel jeoloji haritası hazırlanmıştır. Çalışma alanında yer alan birimler özelliklerine ve birbirleriyle olan ilişkileri dikkate alınarak tektonostratigrafik konumlarına göre alttan üste doğru; neritik kireçtaşıdan oluşan Triyas-Senomaniyen yaşlı Beydağları formasyonu, Aniziyen- Ladiniyen yaşlı Ayrılmamış Yeniceboğazıdere formasyonu ve Alakırçay grubu, kalsitürbidit, çört, radyolarit, şeyl vb. kaya türlerinden oluşan Resiyen-Senoniyen yaşlı Yeniceboğazıdere formasyonu ve yer yer kalsitürbidit, mikrit ve çörtlü mikritten oluşan Kireçtaşı üyesi, Alakırçay grubu tarafından uyumsuz olarak örtülen alacalı marn, killi kireçtaşı vb. oluşan Skitiyen-Aniziyen yaşlı Kesmeköprü formasyonu, radyolarit, çört ve şeylden oluşan Gökdere, Çandır ve Karadere formasyonları ile düşey ve yanal yönde giriklik gösteren Ladiniyen yaşlı Tesbihli formasyonu, Halobialı mikrit ve çörtlü mikritten oluşan Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı Gökdere formasyonu, Spilit, spilitik bazalt ve bazalttan oluşan Ladiniyen-Noriyen yaşlı Karadere formasyonu, Bitkili kumtaşı ve şeyllerden oluşan Aniziyen-noriyen yaşlı Çandır formasyonu, Bitkili kumtaşı, şeyl, radyolarit, çört, spilit, bazalt, halobialı kireçtaşı vb. oluşan Üst Aniziyen-Noriyen yaşlı Alakırçay Grubu, dolomit ve dolomitik kireçtaşıdan oluşan Üst Permian yaşlı Kızılbağ formasyonu, neritik kireçtaşlarından oluşan Resiyen-Senomaniyen yaşlı Tekedağı formasyonu, kireçtaşı, kalsitürbidit ve çörtlü kireçtaşıdan oluşan Resiyen-Senomaniyen yaşlı Erenler formasyonu, bu formasyon üzerine uyumsuz olarak gelen bloklu filişlerden(ofiyolitli) oluşan Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı Keçili formasyonu, ofiyolitli melanjdan oluşan Üst Senoniyen yaşlı Kırkdirek formasyonu, Kretase yaşlı Harzburjitler, kumtaşı, kiltası, silttaşı ve konglomeradan oluşan Üst Burdigaliyen-Serravaliyen yaşlı Karpuzçay formasyonu, konglomera ve kumtaşlarından oluşan Üst Messiniyen-Alt Pliyosen yaşlı Eskiköy formasyonu, resifal kireçtaşlarından oluşan Üst Messiniyen-Alt Pliyosen yaşlı Gebiz kireçtaşı,

marn, kilitaşı, silttaşı ve kumtaşılarından oluşan Alt Pliyosen yaşı Yenimahalle formasyonu, kumtaşı ve konglomeralardan oluşan Üst Pliyosen yaşı Kurşunlu formasyonu, Kuvaterner yaşı Belkis konglomeraları ve Antalya Travertenini, en üst sırayı ise Yamaç molozu, Plaj oluşukları, Kumullar ve Alüvyon çökellerinden oluşmaktadır.

İnceleme alanında yüzeyleyen litolojik birimler fiziksel özellikleri ve akifer olabirme potansiyellerine göre hidrojeolojik açıdan yeniden değerlendirilmiştir. Alüvyon, plaj oluşukları, kumullar ve yamaç molozu gözenekli yapıları ile (Gç1), Gebiz kireçtaşı, Beydağları formasyonu, Tekedağı formasyonu, Antalya travertenini, Gökdere formasyonu, Kireçtaşı Üyesi, Kızılbağ formasyonu ve Erenler formasyonu (Gç2), Belkis konglomerası, Aksu formasyonu, Eskiköy formasyonu, Kurşunlu formasyonu (Gç3) geçirimli birimler olarak tanımlanırken, Karpuzçay formasyonu, Ayrılmamış Yeniceboğazidere ve Alakırçay grubu, Yenimahalle formasyonu, Keçili formasyonu, Alakırçay grubu ve Yeniceboğazidere formasyonu yarı geçirimli birim (Gy) olarak, Harzburjitler, Kırkdirek formasyonu, Çandır, Tesbihli, Kesmeköprü ve Karadere formasyonları (Gz) geçirimsiz birim olarak sınıflandırılmıştır.

Çalışma alanı ve çevresindeki meteoroloji istasyonlarına ait yağış verileri dikkate alınarak Eş yağış (İzohiyet) Eğrileri yöntemi ile havzaya düşen günlük, aylık ve yıllık ortalama yağış miktarı hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 820,189 km²'lik havza alanı içerisinde ortalama yıllık yağış miktarı; 901,58 mm'lik ortalama yıllık yağış ile $739,46 \times 10^6$ m³/yıl olarak belirlenmiştir. Ayrıca sellenme hesabının yapılmasında günlük yağışın dikkate alınması ve o günkü yağışın ne kadarının akışa geçebileceğinin hesaplanması gerektiği için 2013 yılına ait aylık ve günlük yağış verileri kullanılarak, havzanın o yıla ait ortalama yıllık yağış miktarı ile bölgede meydana gelen yağışın ve akışın sağlıklı ve güvenilir olduğu 13.01.2013 günün ortalama yağışı dikkate alınmış ve hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında, 13.01.2013 gününde havzaya ortalama 59,76 mm ve Ocak ayında 232,5 mm ve 2013 yılında ise 785,51 mm yağış düşmüştür. Havza sınırları içerisinde ayrıca Thornthwaite yöntemi buharlaşma hesabı yapılmıştır. Sonuç olarak inceleme alanından ortalama 402,91 mm/yıl gerçek buharlaşma (Etr) değeri ile $330,46 \times 10^6$ m³/yıl'lık su buharlaşma-terleme yolu ile boşalmaktadır. Sadece Ocak ayında ise ortalama 276,58 mm buharlaşma (Etr) değeri ile $226,84 \times 10^6$ m³/ay'lık su buharlaşmaktadır. Ayrıca ortalama 13.01.2013 tarihinde 8,96 mm buharlaşma (Etr) değeri ile 7,34 m³/gün'lük buharlaşma hesaplanmıştır.

Yağış, akış ve beslenme hesaplamalarında, havza jeolojik birimlere ayrılarak bu birimlere düşen yağış ve akış SCS-CN yöntemi kullanılarak ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Jeolojik birimlerin süzülme hızlarının belirlenmesinde, çift silindirli infiltrometre kullanılarak yerinde deneyler yapılmış ve 28 ayrı jeolojik birim üzerinde yapılan sızma deneyleri sonucunda süzülme hızlarının 39-290 mm/h arasında olduğu gözlenmiştir. Jeolojik birimlerin süzülme hızları 25 mm/h'den büyük olduğu için havza içerisinde yer alan formasyonların zemin grubu A olarak tespit edilmiştir.

Süzülme hızları belirlenmiş olan bu jeolojik birimlerin arazi kullanım özellikleri harita ve arazi gözlemsel çalışmalar dikkate alınarak SCS-CN yöntemine göre Alüvyon, Belkıs kongleomerası, Kurşunlu, Yenimahalle ve Eskiköy formasyonlarının tarım alanı, Kırkdirek formasyonun yerleşim yeri, Karpuzçay formasyonun tarım-seyrek orman ve diğer kalan 21 formasyonun ise orman alanı içinde kaldığı belirlenmiştir.

Bu değerlendirmeler sonucunda her bir formasyonun toprak eğri numaraları belirlenmiştir. Bu eğri numaralarının belirlenmesi için yağış verilerinin en sağlıklı olduğu 13.01.2013 tarihindeki maksimum yağış dikkate alınarak bu tarihten önceki 5 günlük ortalama yağış verileri kullanılmıştır. Her bir jeolojik birim için ayrı ayrı hesaplanan bu yağış miktarları sonucunda Alüvyon, Yamaç molozu, Kırkdirek, Keçili, Çandır, Karadere, Gökdere, Tesbihli, Kesmeköprü ve Yeniceboğazidere formasyonlarının normal arazi koşullarına göre CN II ve diğer kalan 17 formasyonun ise nemli arazi koşullarına göre CN III olduğu belirlenmiştir.

28 farklı jeolojik birim için yapılan tüm bu hesaplamalar sonucunda 0-15,37 mm/h arasında çıkan akış miktarları Alüvyon, Yamaç molozu, Belkıs konglomerası, Antalya traverteni, Gebiz kireçtaşı, Alakırçay grubu ile Yenimahalle, Kurşunlu, Eskiköy, Karpuzçay ve Beydağları formasyonlarında genel olarak yüksek olduğu belirlenmiştir. Diğer 17 farklı jeolojik birimlerde de yeraltısuyu besleniminin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

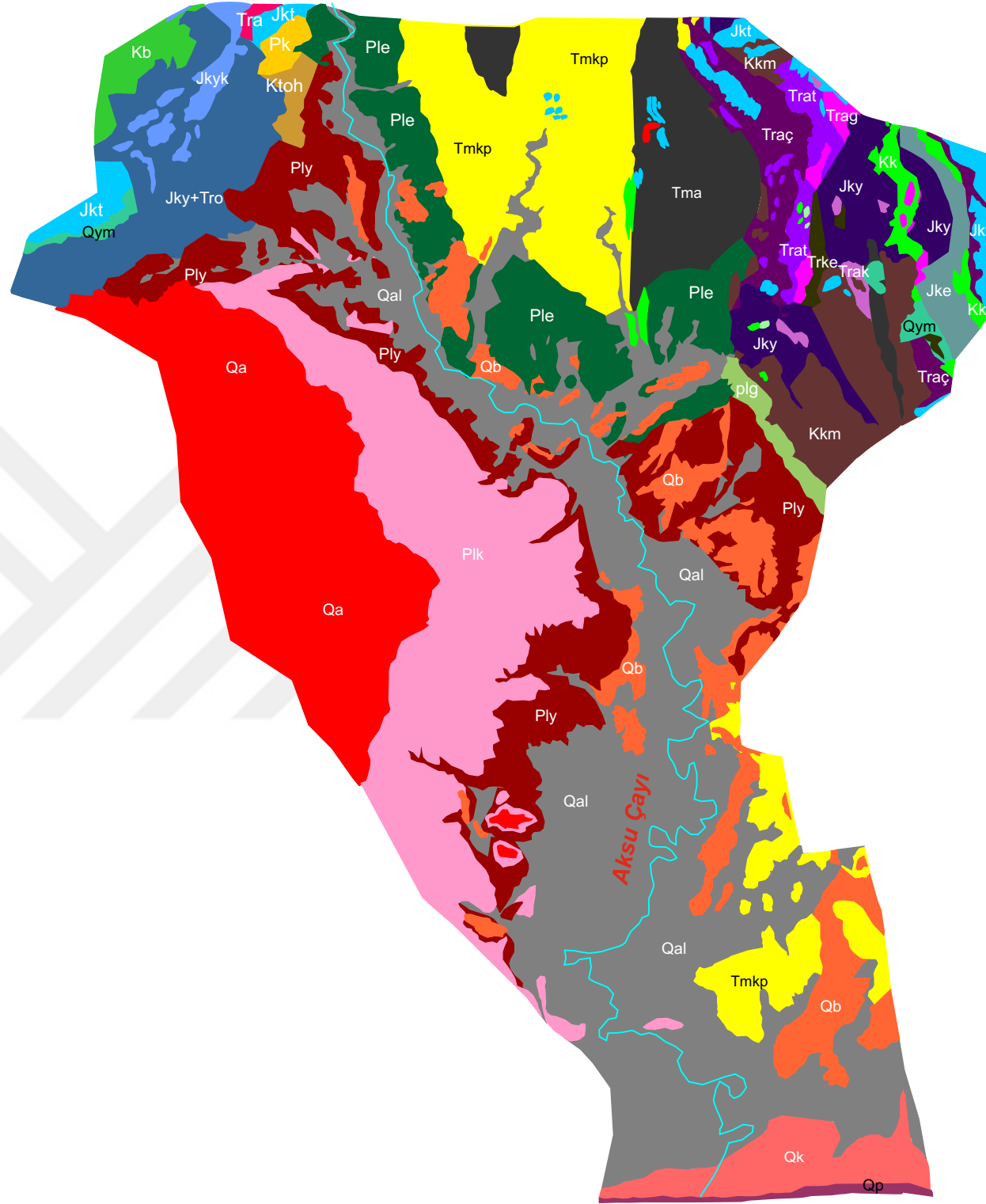
KAYNAKLAR

- Akay, E. ve Uysal, Ş., 1984. Orta Torosların Batısındaki (Antalya) Neojen Çökellerinin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Yapısal Jeolojisi. MTA Raporu No: 2147, Ankara, 277s.
- Akay, E., Uysal, Ş., Poisson, A., Cravette, J., Muller. C., 1985. Antalya Neojen Havzasının Stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 28, 105-119.
- Akay, E., Uysal, Ş., 1985. Orta Toroslar'ın Batısındaki (Antalya) Neojen Havzasının Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Yapısal Jeolojisi. MTA Raporu, No:7799, Ankara (yayımlanmamış).
- Akbulut, A., 1980. Eğirdir Gölü Güneyinde Çandır (Sütçüler-Isparta) Yöresindeki Batı Torosların Jeolojisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 23 (1), 1-9, Ankara.
- Altınlı, E., 1944. Antalya Bölgesinin Stratigrafik Etüdü. İÜ Fen Fakültesi Mecmuası, Seri: B, 9 (3), 227-238.
- Apaydın, A., 2007. Yeraltısuyu Besleniminin Eğri Numarası (SCS-CN) Yöntemi ile Hesaplanması ve Çakıloba-Karadoruk Akifer Sisteminde (Beyazı- Ankara) Örnek Uygulama. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, 28 (3), 159-172
- Aslan, B., 1997. S.C.S. Sentetik Birim Hidrograf Yönteminin Türkiye Şartlarında Uygulanabilirliğinin Araştırılması. Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, İstanbul.
- Aydar, C., Dumont, J. F., 1979. Antalya Travertenlerinde Görülen Dizilimlerden Elde Edilen Landsat Görüntüleri Üzerinde Yapılan Gözlemler ile Neotektonik ve Hidrojeoloji Arasında Olabilecek Bağlılıkların Tartışması. MTA Dergisi, 92, 131-135, Ankara.
- Blumenthal, M., 1951. Batı Toroslarda Alanya Ard Ülkesinde Jeolojik Araştırmalar. MTA Yayını, Seri: D, 5, 194s., Ankara.
- Burger, D. 1990. The Travertine Complex of Antalya, Southwest Turkey. Z. Geomorph., 77, 25-46.
- Climate, 2018. Erişim Tarihi: 12.04.2018. <https://tr.climate-data.org/location/4548/>
- Collins, A.S. ve Robertson, A.H.F., 2003. Kinematic Evidence for Late Mesozoic-Miocene Emplacement of The Lycian Allochthon Over The Western Anatolide Belt, SW Turkey. Geological Journal, 38, 295-310.
- Çakmak, B., 2017. İnfiltrasyon. Erişim Tarihi: 11.08.2017. <https://slideplayer.biz.tr/slide/2756995/>
- Çiner, A., Karabıyıklıoğlu, M., Monod, O., Deynoux, M., Tuzcu, S., 2008. Late Cenozoic sedimentary evolution of the Antalya Basin, Southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 17, 1-41.
- Darkot, B., Erinç, S., 1951. Aksu Batısında Antalya Traverten Taraçaları. İÜ Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 1, 2, 55- 65.

- Değirmenci, M., 1989. Köprüçay Havzası (Antalya) ve Dolayının Karst Hidrojeolojisi İncelemesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayımlanmamış), Ankara.
- Demir, S. 2016. Isparta Ovası Güneyinde Volkanik Kalıntı Zeminlerin Yer Mühendislik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi, 88, Isparta.
- Demirtaşlı, E., 1987, Akseki-Manavgat-Köprülü Bölgesinin Temel Jeoloji İncelemesi. M.T.A. Rapor no, 3292 (yayımlanmamış), Ankara.
- Deniz, Ş.E. 2012. Antalya İli Afet Risk ve Afet Yönetimi Konusu Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 138s, Antalya.
- Dumont J. F., Kerey E., 1975. Eğirdir Gölü Güneydoğusunun Temel Jeolojik Etüdü. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 18 (2), 169-174.
- Dumont, J.F., 1976, Isparta Kıvrımı ve Antalya Naplarının Orijini ile Torosların Üst Kretase Tektone Jenezi ile Oluşmuş Yapısal Düzenin Büyük Bir Dekroşman, Transtorik Arıza ile İkiye Ayrılması Varsayımı. MTA Derg., 86, 56-67.
- Erlat, E., (1997), Türkiye’de Günlük Yağışların Şiddeti Üzerine Bir İnceleme, Ege Coğrafya Dergisi, 159-184. İzmir.
- Erol, A., İlhan Ş., 2011. Aksu Havzası Envanteri. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12, 77-83.
- Flecker, R., Ellam, R.M., Müller, C., Poisson, A., Robertson, A.H.F., Turner, J., 1998. Application of Sr İsoptop Stratigraphy and Sedimentary Analysis to The Origin And Evolution of The Neogene Basins in The Isparta Angle, Southern Turkey, Tectonophysics, 298, 83-101.
- Günay, Y., Bölükbaşı, S., Yoldemir, O., 1982. Beydağlarının Stratigrafisi ve Yapısı. Türkiye Altıncı Petrol Kongresi, 91- 101, Ankara.
- Glover, C.P. ve Robertson, A.H.F., 1998a. Neotectonic İntersection of The Aegean and Cyprus Tectonic Arcs: Extensional and Strike-Slip Faulting in the Isparta Angle, SW Turkey, Tectonophysics, 298, 103-132.
- Glover, C.P., ve Robertson, A.H.F., 2003. Origin of Tufa (cool-water carbonate) and Related Terraces in the Antalya Area, SW Turkey. Geological Journal, 38, 329–358.
- Hançer, M. ve Karaman, M.E., 2001. Tectonic Features of Bucak and its Surrounding (Southern Isparta). In Proceedings of the 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Akıncı, Ö.T., Görmüş, M., Kuşcu, M., Karagözel, R., Bozcu, M., (eds). Süleyman Demirel, University, 33-44. Isparta.
- Hayward, A.B., 1984. Miocene Clastic Sedimentation Related to the Emplacement of the Lycian Nappes and the Antalya Complex. In The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, eds: Dixon J.E., Robertson A.H.F., Special Publication 17. Geological Society, 287–300. London.

- İnan, N., 1980. Antalya Travertenleri. MTA Raporu, No: 7175.
- İslamoğlu, Y., 2002. The Molluscan Fauna and Stratigraphy of Antalya Miocene Basin (west-central Taurids, SW Turkey). Mineral Res. Expl. Bul.. 123124, 27-58.
- Juteau, T., Marcoux, J., 1973. Un Exemple de Volcanisme Sour Marin Au Triyas Superieur le Strato-volcano Du Kara Dere Çalbalı Dağ (Ophiolites des Nappes d' Antalya-Taurides occidentales-Turquie). Int. Sym. Uber. Diestra. Der Alpine-Medit. Wien, 238-239.
- Juteau, T., 1975. Les Ophiolites Des Nappes d' Antalya (Taurides occdentales, Turquie), Petrologie d'un Fragment de l Ancienne Croute Oceangue Tethysience Sci., These, Terre, Nancy, 32, 692p.
- Kalafatçıoğlu, A., 1973. Antalya Körfezi Batı Kısımının Jeolojisi. MTA Dergisi, 81, 82-131.
- Karabıyıkıoğlu, M.F., Çiner, A., Monod, O., Deynoux, M., Tuzcu, S., Örcen, S., 2000. Tectonosedimentary evolution of the Miocene Manavgat Basin, western Taurides, Turkey, in: Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area, eds: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A., Geological Society, Special Publication, No: 173, 271-294.
- Karanjac, J.; Günay, G. (1980): Dumanlı Spring, Turkey-The Largest Karstic Spring in the World. Journal of Hydrology, V.45, p.219-231.
- Lale, T., 2005. Antalya Travertenlerinin Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri. AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48s.
- Marcoux, J., 1977. Geological Sections of the Antalya Region. (Güvenç, T. and the others-eds.) Western Taurus excursion geological guide book; VI. Cologium on the geology of Aegean Regions, İzmir.
- Özmen, M.T., 2015. Sel-Taşkın Türkiye ve Antalya. Erişim Tarihi. 28.11.2017. http://antalya.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/97e314f2b9acbd2_ek.pdf
- Özgül, N., 1976. Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19(1), 65-78, Ankara.
- Öztürk, D., Batuk F., 2018. SCS Yüzey Akış Eğri Numarasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi. Erişim Tarihi: 18.01.2018. <http://www.tufuab.org.tr/images/dergi/makaleler/63fe372a4440179.pdf>
- Özüş, A.S., 1992. Antalya Traverten Platosu'nun Jeolojik, Hidrojeolojik, Hidrolik ve Hidrokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), 179s, Adana.
- Penck, W. 1918. Die Tektonischen Grundzuge west Eiszeitalter, Leipzig.
- Phillipson A. 1918. Kleinasien, Handbuch der Regionalen Geologie, 2/2. Carl Winters Universita tsbuchhandlung: Heidelberg.

- Pirazzoli, P.A. (2005). A Review of Possible Eustatic, Isostatic and Tectonic Contributions in Eight Late-Holocene Relative 20 Sea-Level Histories From the Mediterranean Area. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1989-2001.
- Poisson, A., 1977. *Recherches Géologiques Dans Les Taurides Occidentales (Turquies)*. Doktorat d'etat Thèse, Université de Paris-Sud Orsay, 795p.
- Poisson, A., Wernli, R., Sağular, E.K., Temiz, H., 2003a. New Insights on the Tectonic Setting and Evolution Around the Apex of The Isparta Angle (SW Turkey). *Geological Journal*, 38, (3-4), 257-282.
- Robertson, A.H.F., 2000. Mesozoic-Tertiary Tectonic-Sedimentary Evolution of A South Tethyan Oceanic Basin and Its Margins in Southern Turkey, in: *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area*, eds: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.D.A., Geological Society, Special Publication, No: 173, 97-138.
- Sarı, B. ve Özer, S., 2002. Upper Cretaceous Stratigraphy of the Bey Dağları Carbonate Platform, Korkuteli Area (Western Taurides, Turkey). *Turkish Journal of Earth Sciences*, 11, 39-59.
- SCS, 1972. *National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology*. U.S. Department. of Agriculture, Washington.
- Sipahi, M. H., 1987. Aksu Çayı Havzasının (Antalya) Karst'ı ve Hidrojeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (yayımlanmamış), İstanbul.
- Şenel, M., Serdaroğlu, M., Kengil, R., Ünverdi, M. ve Gözler, M.Z., 1981, Teke Torosları Güneydoğusunun Jeolojisi. *Maden MTA Derg.*, 95-96, 13-43, Ankara.
- Şenel, M., Dalkılıç, H., Gedik, İ., Serdaroğlu, M., Bölükbaşı, S., Metin, S., Esentürk, K., Bilgin, A., Z., Uğuz, M. F., Korucu, M., Özgül, N., 1992. Eğirdir Yenisarbademli-Gebiz ve Geris-KöprülÜ (Isparta-Antalya) arasında kalan alanların jeolojisi. MTA- TPAO Raporu, No: 3132 (yayınlanmamış), Ankara.
- Şenel, M., Gedik, İ., Dalkılıç, H., Serdaroğlu, M., Bilgin, A. Z., Uğuz, M. F., Bölükbaşı, A. S., Korucu, M., Özgül, N., 1996. Isparta Büklümü doğusunda otokton ve allokton birimlerin stratigrafisi (Batı Toroslar). *MTA Dergisi*, 118, 111- 160.
- Yalçinkaya, S., Ergin, A., Afşar, Ö. P., Taner, K. Ve Dalkılıç, H., 1986. Batı Torosların jeolojisi; Isparta projesi raporu. MTA raporları (yayınlanmamış), Ankara.
- Yılmaz, F.K., 2008. Antalya'nın Günlük Yağış Özellikleri ve Şiddetli Yağışların Doğal Afetler Üzerine Etkisi. Erişim Tarihi: 07.01.2017. Erişim Tarihi: 07.01.2017. <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423867214.pdf>
- Yolcubal, İ, 2016. Yüzey Suyu ve Yeraltı Suyu Hidrolojisi ve Hidrolojik Bilanço Elemanlarının Değerlendirilmesi. Erişim Tarihi: 03.03.2016. <http://docplayer.biz.tr/11251779-Yuzey-suyu-ve-yeralti-suyu-hidrolojisi-ve-hidrolojik-bilanco-elemanlarinin-degerlendirilmesi.html>



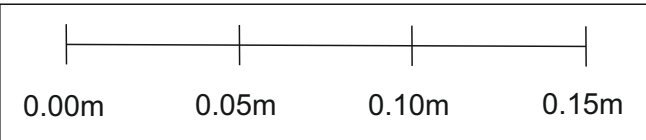
AÇIKLAMALAR

- Alüvyon(Qal)
- Kumullar(Qk)
- Plaj Oluşukları(Qp)
- Yamaç molozu(Qym)
- Antalya traverteni(Qa)
- Belkıs konglomerası(Qb)
- Kurşunlu formasyonu(Plk)
- Yenimahalle formasyonu(Ply)
- Gebiz kireçtaşı(Plg)
- Eskiköy formasyonu(Ple)
- Aksu formasyonu(Tma)
- Karpuzçay formasyonu(Tmkp)
- Harzburjitler(Ktoh)
- Kırkdirek formasyonu(Kkm)
- Keçili formasyonu(Kk)
- Erenler formasyonu(Jke)
- Tekedağı formasyonu(Jkt)
- Kızılbaş formasyonu(Pk)
- Alakırçay Grubu(Tra)
- Çandır formasyonu(Traç)
- Karadere formasyonu(Trak)
- Gökdere formasyonu(Trag)
- Tesbihli formasyonu(Trat)
- Kesmeköprü formasyonu(Trke)
- Yeniceboğazıdere formasyonu(Jky)
- Kireçtaşı Üyesi(Jkyk)
- Ayrılmamış Yenice boğazıdere formasyonu ve Alakırçay grubu(Jky+Tro)
- Beydağları formasyonu(Kb)

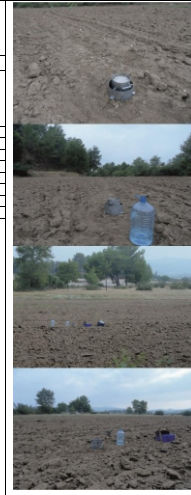
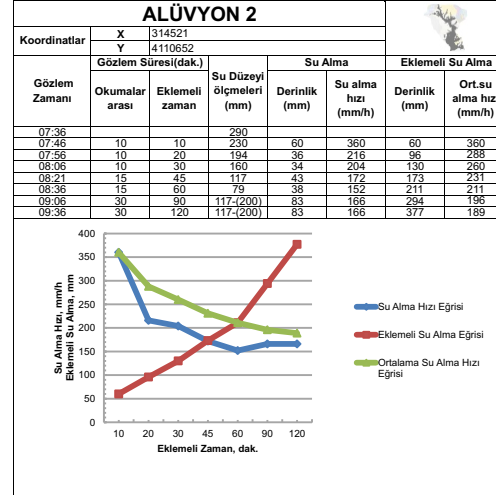
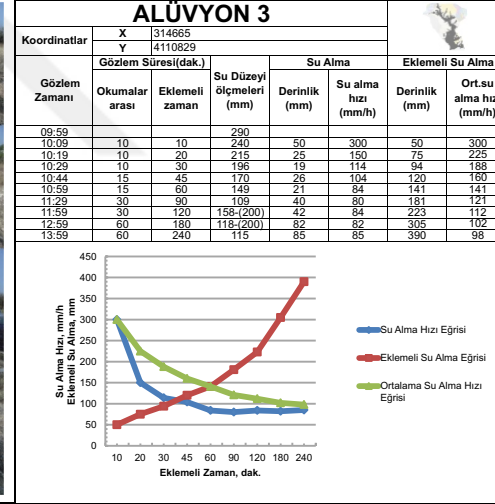
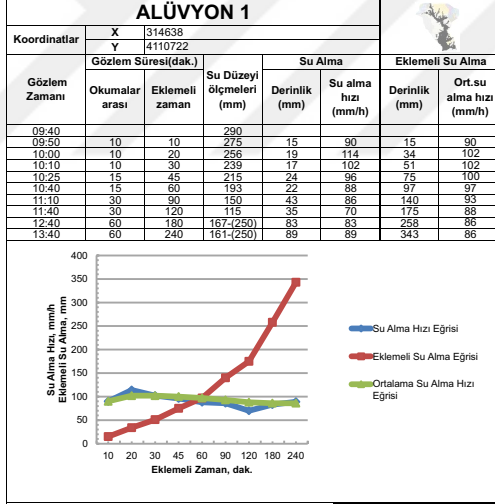
İŞARETLER

— Akarsu

1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasından yararlanılarak Global Mapper programı aracılığı ile derlenip hazırlanmıştır.

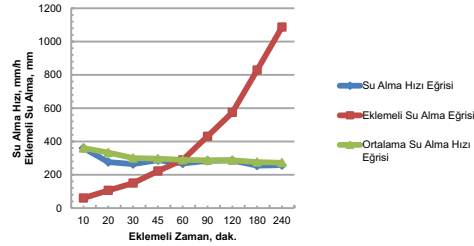


EK A

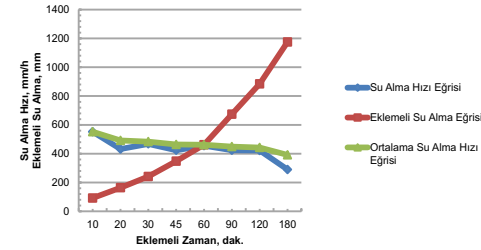


EK B.1

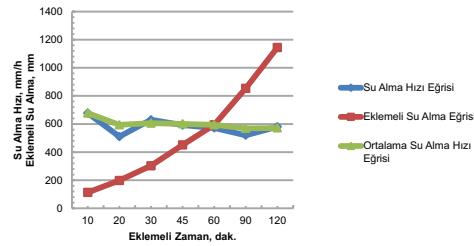
KUMULLAR 1							
Koordinatlar		X	316001				
		Y	4082146				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
13:25			290				
13:35	10	10	230	60	360	60	360
13:45	10	20	184	46	276	106	333
13:55	10	30	140	44	264	150	300
14:10	15	45	218-(290)	72	288	222	296
14:25	15	60	151	67	268	289	289
14:55	30	90	148-(290)	142	284	431	287
15:25	30	120	147-(290)	143	286	574	287
16:25	60	180	35-(290)	255	255	829	276
17:25	60	240	32-(290)	258	258	1087	272



KUMULLAR 3							
Koordinatlar		X	316396				
		Y	4082126				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
09:25			290				
09:35	10	10	198	92	552	92	552
09:45	10	20	126	72	432	164	492
09:55	10	30	212-(290)	78	468	242	484
10:10	15	45	106	106	424	348	484
10:25	15	60	176-(290)	114	456	462	462
10:55	30	90	78-(290)	212	424	674	449
11:25	30	120	79-(290)	211	422	885	443
12:25	60	180	0-(290)	290	290	1175	392



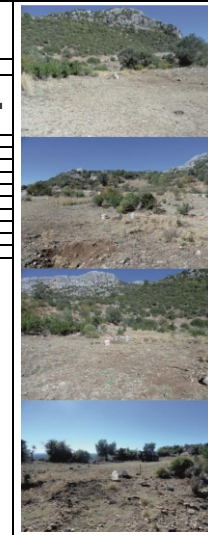
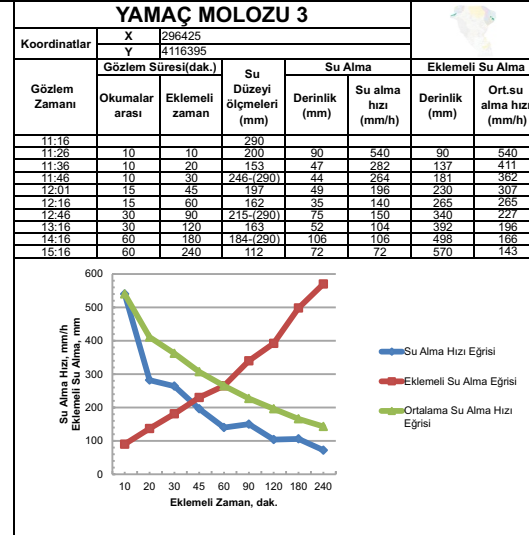
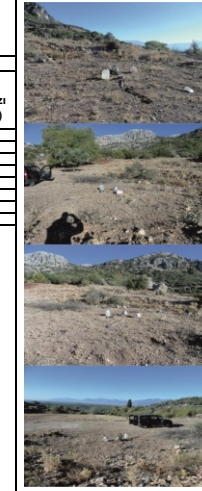
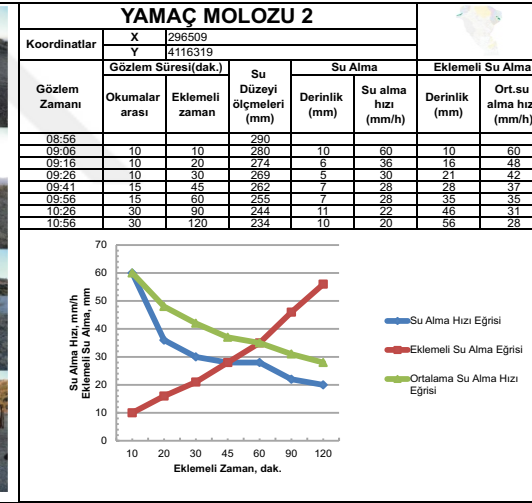
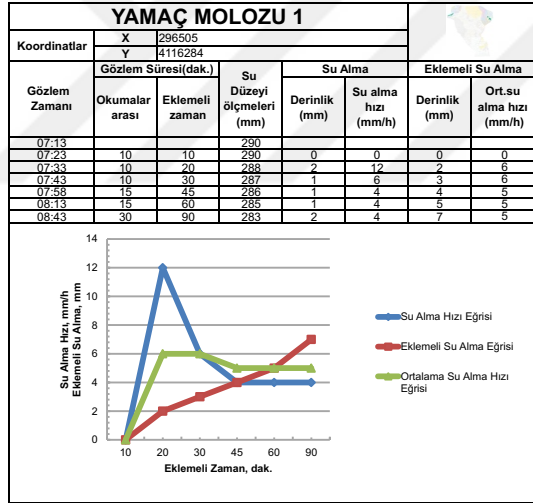
KUMULLAR 2							
Koordinatlar		X	316247				
		Y	4082030				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:16			290				
07:26	10	10	177	113	678	113	678
07:36	10	20	92	85	510	198	594
07:45	10	30	185-(290)	105	630	303	606
08:01	15	45	142-(290)	148	592	451	601
08:16	15	60	147-(290)	143	572	594	594
08:46	30	90	30-(290)	260	520	854	569
09:16	30	120	0-(290)	290	580	1144	572



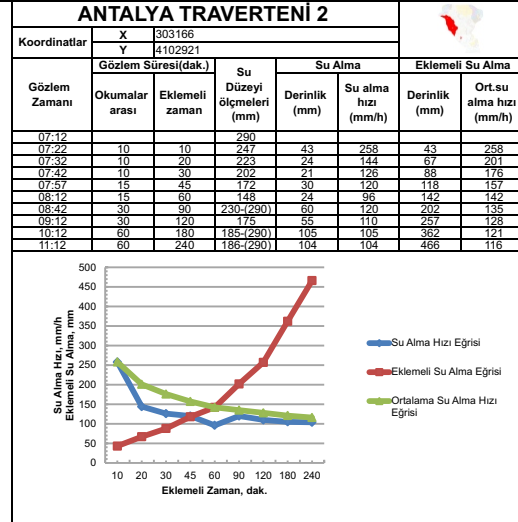
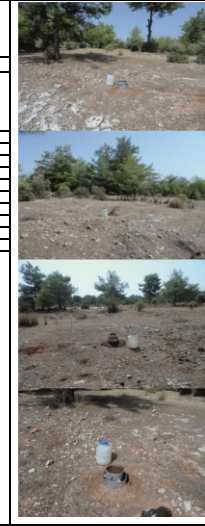
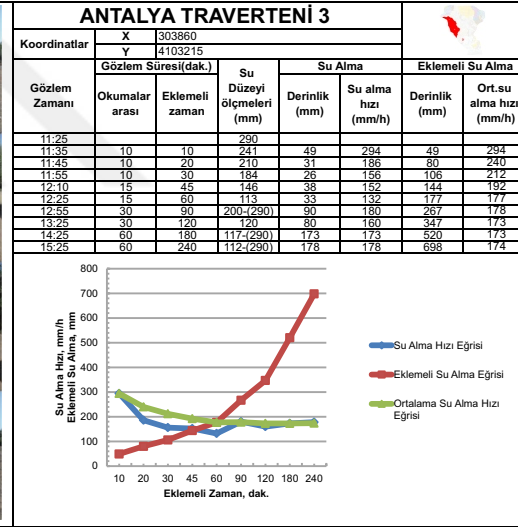
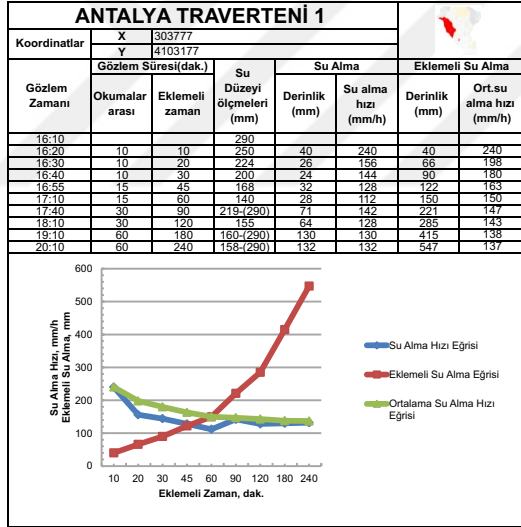
EK B.2

PLAJ OLUŞUKLARI 1							
Koordinatlar	X	314960					
	Y	4080786					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
12:48			290	290	290	290	290
PLAJ OLUŞUKLARI 3							
Koordinatlar	X	315165					
	Y	4080763					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
13:22			290	290	290	290	290
PLAJ OLUŞUKLARI 2							
Koordinatlar	X	315326					
	Y	4080778					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
13:08			290	290	290	290	290

EK B.3

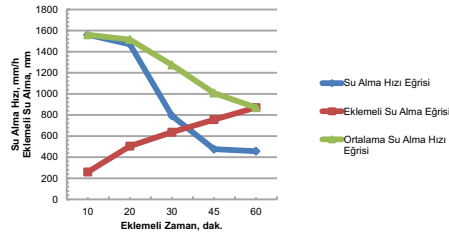


EK B.4

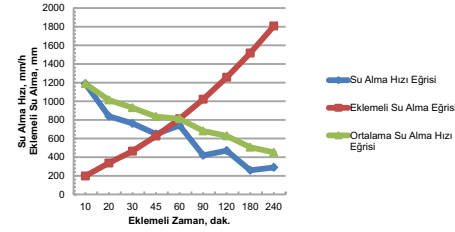


EK B.5

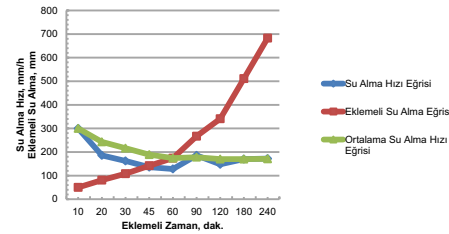
BELKIS KONGLOMERASI 1							
Koordinatlar		X	314742				
		Y	4110702				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
14.43			290				
14.53	10	10	30	260	1560	260	1560
15.03	10	20	45-(290)	245	1470	505	1515
15.13	10	30	68-(200)	132	792	637	1274
15.28	15	45	81-(200)	119	476	756	1006
15.43	15	60	86-(200)	114	456	870	870



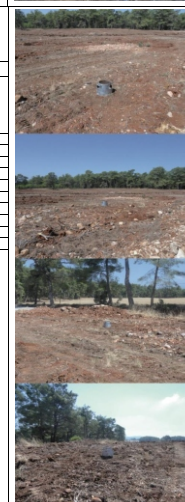
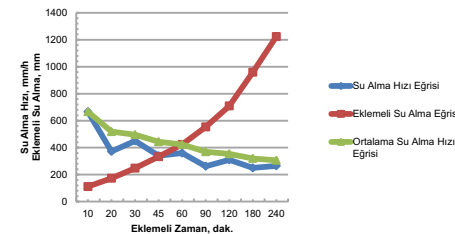
BELKIS KONGLOMERASI 4							
Koordinatlar		X	315219				
		Y	4109474				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07.54			290				
08.04	10	10	92	198	1188	198	1188
08.14	10	20	150-(290)	140	840	338	1014
08.24	10	30	163-(290)	127	762	465	930
08.39	15	45	128-(290)	162	648	627	836
08.54	15	60	105-(290)	185	740	812	812
09.24	30	90	80-(290)	210	420	1022	681
09.54	30	120	55-(290)	235	470	1257	629
10.54	60	180	0-(290)	260	260	1517	506
11.54	60	240	0-(290)	290	290	1807	452



BELKIS KONGLOMERASI 3							
Koordinatlar		X	315285				
		Y	4109322				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
13.20			280				
13.30	10	10	230	50	300	50	300
13.40	10	20	199	31	186	81	243
13.50	10	30	172	27	162	108	216
14.05	15	45	138	34	136	142	189
14.20	15	60	106	32	128	174	174
14.50	30	90	197-(290)	93	186	267	178
15.20	30	120	123	74	148	341	170
16.20	60	180	120-(290)	170	170	511	170
17.20	60	240	118	172	172	683	171



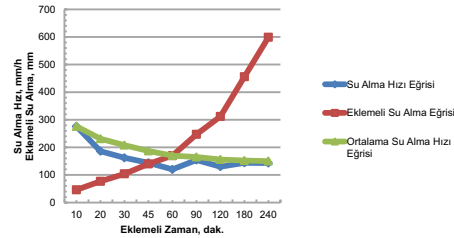
BELKIS KONGLOMERASI 2							
Koordinatlar		X	315419				
		Y	4109320				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07.54			290				
08.04	10	10	179	111	666	111	666
08.14	10	20	117	62	372	173	519
08.24	10	30	215-(290)	75	450	248	496
08.39	15	45	130	85	340	333	444
08.54	15	60	200-(290)	90	360	423	423
09.24	30	90	69	131	262	554	369
09.54	30	120	135-(290)	155	310	709	354
10.54	60	180	40-(290)	250	250	959	320
11.54	60	240	35-(290)	265	265	1224	306



EK B.6

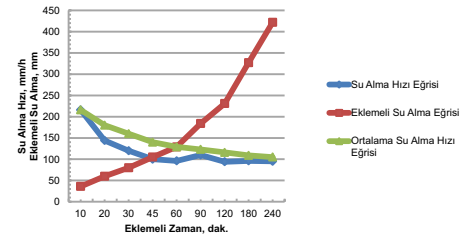
KURŞUNLU FORMASYONU 1

Koordinatlar		X	308525				
		Y	4101465				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)	Ekl emeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
14:43			290				
14:53	10	10	244	46	276	46	276
15:03	10	20	213	31	186	77	241
15:13	10	30	186	27	162	104	208
15:28	15	45	150	36	144	140	187
15:43	15	60	120	30	120	170	170
16:13	30	90	213-(290)	77	154	247	165
16:43	30	120	148	65	130	312	156
17:43	60	180	146-(290)	144	144	456	152
18:43	60	240	147-(290)	143	143	599	150



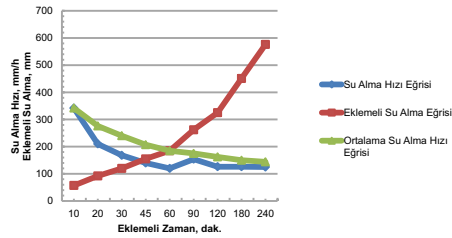
KURŞUNLU FORMASYONU 2

Koordinatlar		X	308383				
		Y	4100865				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Düze y ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:25			290				
07:35	10	10	254	36	216	36	216
07:45	10	20	230	24	144	60	180
07:55	10	30	210	20	120	80	160
08:10	15	45	185	25	100	105	140
08:25	15	60	161	24	96	129	129
08:55	30	90	235-(290)	55	110	184	123
09:25	30	120	188	47	94	231	116
10:25	60	180	194-(290)	96	96	327	109
11:25	60	240	195-(290)	95	95	422	105



KURŞUNLU FORMASYONU 3

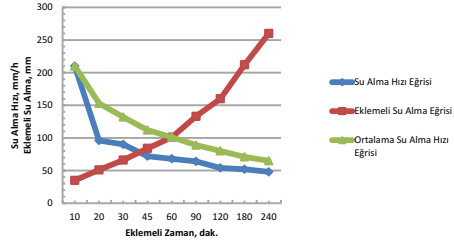
Koordinatlar		X	308710				
		Y	4102871				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)	Ekl emeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
11:37			290				
11:47	10	10	233	57	342	57	342
11:57	10	20	198	35	210	92	276
12:07	10	30	170	28	168	120	240
12:22	15	45	135	35	140	156	207
12:37	15	60	105	30	120	185	185
13:07	30	90	213-(290)	77	154	262	175
13:37	30	120	150	63	126	325	162
14:37	60	180	164-(290)	126	126	451	150
15:37	60	240	165-(290)	125	125	576	144



EK B.7

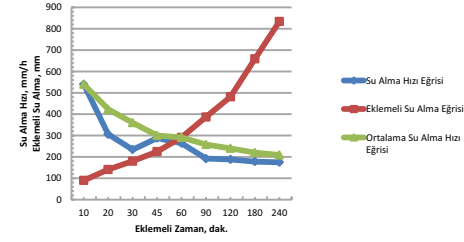
YENİMAHALLE FORMASYONU 1

Koordinatlar	X	315768				
	Y	4109142				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su	Su Alma		Ekleme Su Alma
	Okumalar arası	Ekleme zaman	Düzeği ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Ort.su alma hızı (mm/h)
10:37			290			
10:47	10	10	255	35	210	35
10:57	10	20	239	16	96	51
11:07	10	30	224	15	90	66
11:22	15	45	206	18	72	84
11:37	15	60	189	17	68	101
12:07	30	90	157	32	64	134
12:37	30	120	130	27	64	160
13:37	60	180	78	52	52	212
14:37	60	240	30	48	48	260



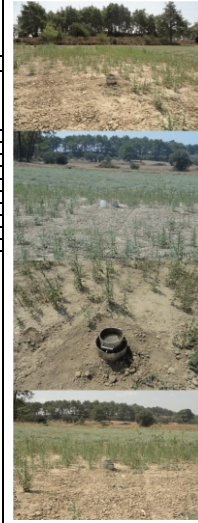
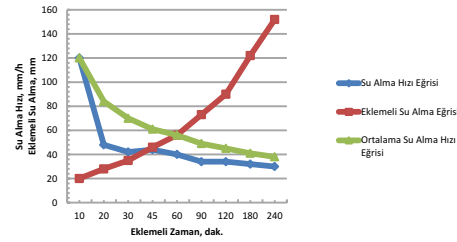
YENİMAHALLE FORMASYONU 2

Koordinatlar	X	315657				
	Y	4108978				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su	Su Alma		Ekleme Su Alma
	Okumalar arası	Ekleme zaman	Düzeği ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Ort.su alma hızı (mm/h)
14:58			290			
15:08	10	10	200	90	540	90
15:18	10	20	149	51	306	141
15:28	10	30	110	39	234	150
15:43	15	45	65	45	288	225
15:58	15	60	184-(250)	66	264	291
16:28	30	90	88	86	182	387
16:58	30	120	106-(200)	94	188	481
17:58	60	180	72-(250)	178	178	659
18:58	60	240	75-(250)	175	175	834

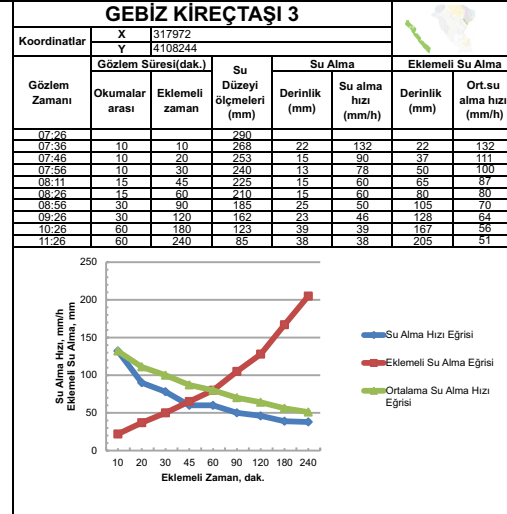
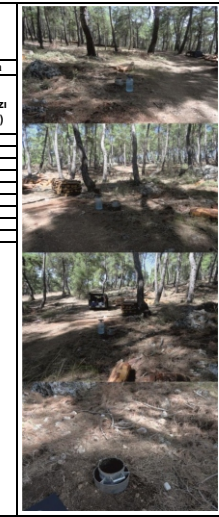
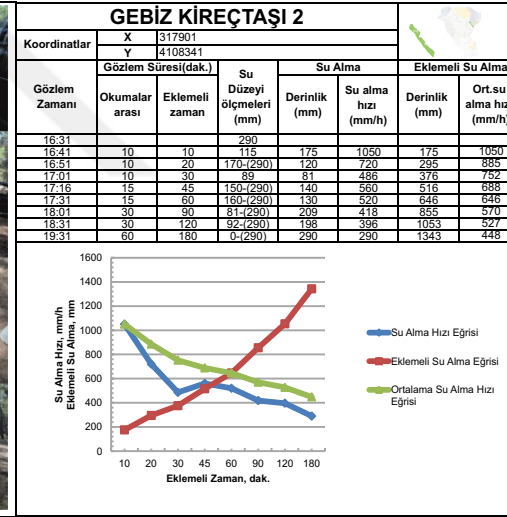
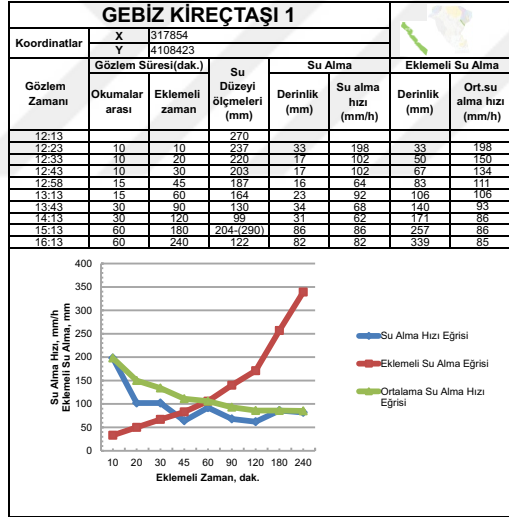


YENİMAHALLE FORMASYONU 3

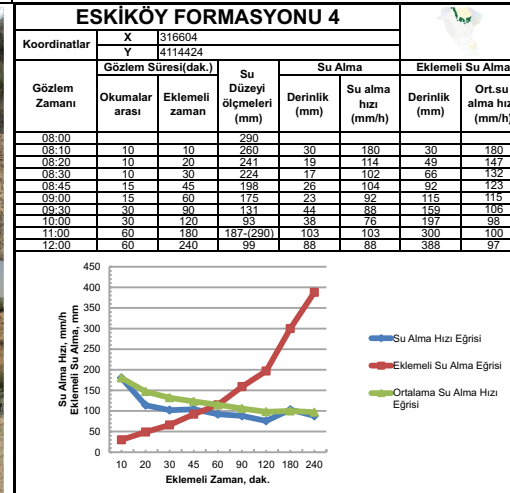
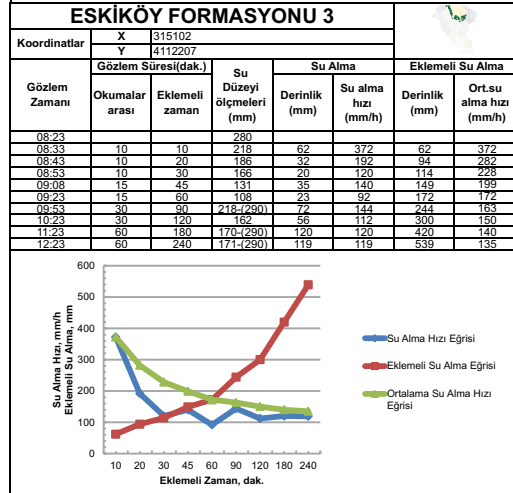
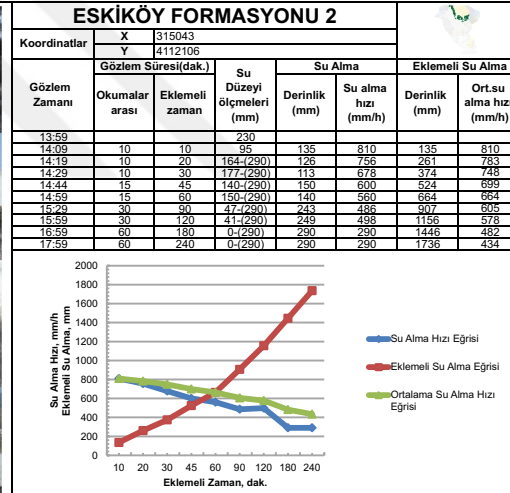
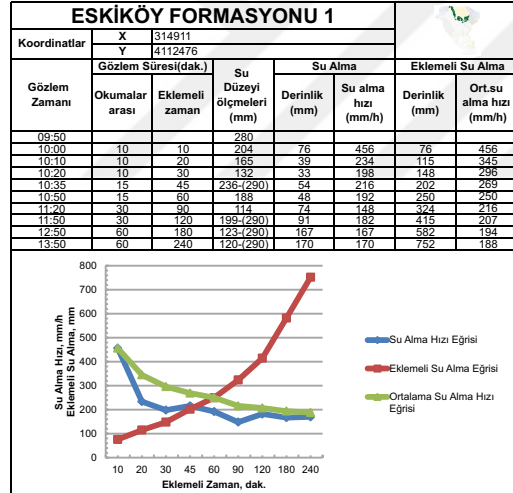
Koordinatlar	X	315857				
	Y	4108974				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su	Su Alma		Ekleme Su Alma
	Okumalar arası	Ekleme zaman	Düzeği ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Ort.su alma hızı (mm/h)
11:26			250			
11:36	10	10	230	20	120	20
11:46	10	20	222	8	48	28
11:56	10	30	215	7	42	35
12:11	15	45	204	11	44	46
12:26	15	60	194	10	40	56
12:56	30	90	177	17	34	73
13:26	30	120	160	17	34	90
14:26	60	180	128	32	32	122
15:26	60	240	99	30	30	152



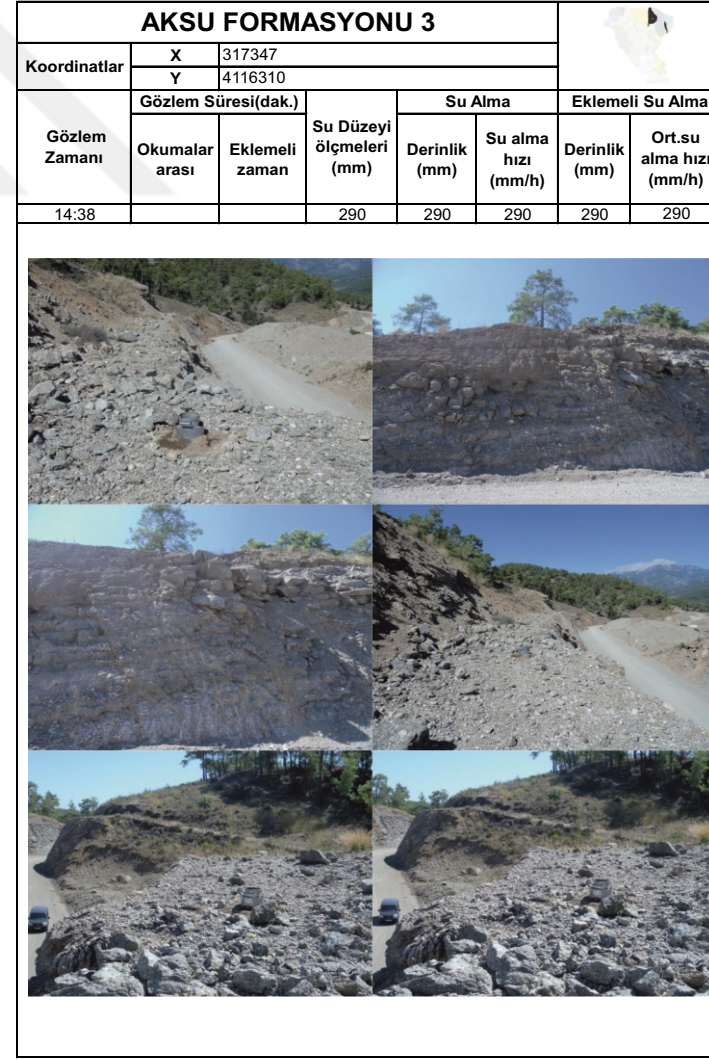
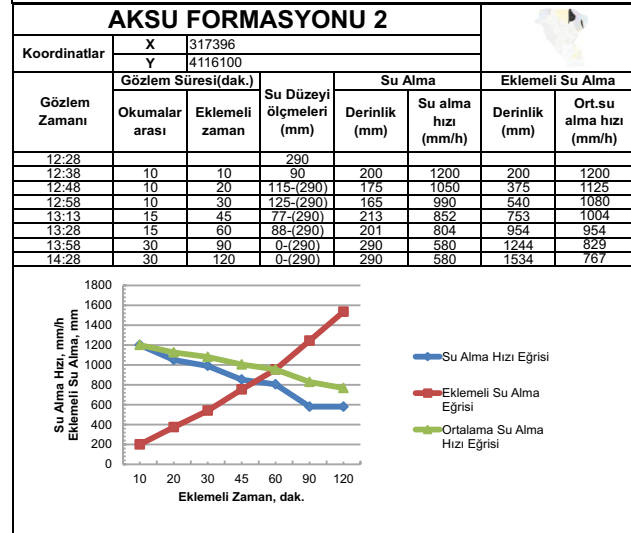
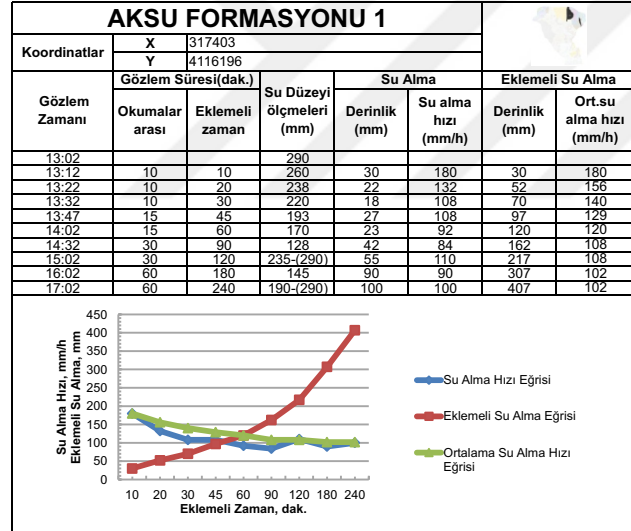
EK B.8



EK B.9



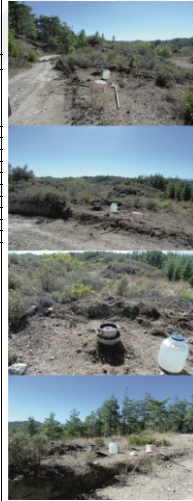
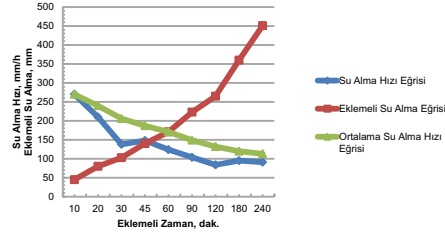
EK B.10



EK B.11

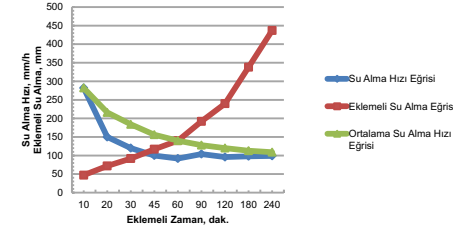
KARPUZÇAY FORMASYONU 1

Koordinatlar		X	Y				
		309087	4120751				
		Gözlem Süresi(dak.)		Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
12:07			290				
12:17	10	10	245	45	270	45	270
12:27	10	20	210	35	210	80	240
12:37	10	30	187	23	138	103	206
12:42	15	45	253-(290)	37	148	140	187
13:07	15	60	222	31	124	171	171
13:37	30	90	170	52	104	223	149
14:07	30	120	128	42	84	265	132
15:07	60	180	195-(290)	95	95	360	120
16:07	60	240	199-(290)	91	91	451	113



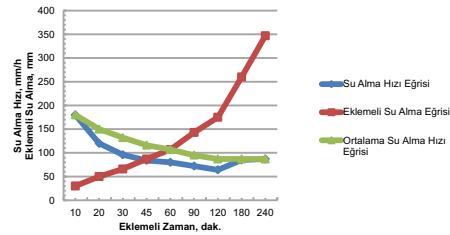
KARPUZÇAY FORMASYONU 2

Koordinatlar		X	Y					
		308586	4115818					
		Gözlem Süresi(dak.)						
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Su	Su Alma		Ekl emeli Su Alma		
			Düze y ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
07:32			290					
07:42	10	10	243	47	282	47	282	
07:52	10	20	218	25	150	72	216	
08:02	10	30	198	20	120	92	182	
08:17	15	45	173	25	100	117	156	
08:32	15	60	150	23	92	140	140	
09:02	30	90	238-(290)	52	104	192	128	
09:32	30	120	190	48	96	240	120	
10:32	60	180	192-(290)	98	98	338	113	
11:32	60	240	191-(290)	99	99	437	109	



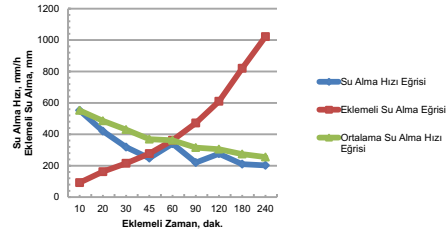
KARPUZÇAY FORMASYONU 3

Koordinatlar		X	Y				
		308532	4115796				
		Gözlem Süresi(dak.)					
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Su Alma		Ekl emeli Su Alma		
			Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
11:42			290				
11:52	10	10	260	30	180	30	180
12:02	10	20	240	20	120	50	150
12:12	10	30	224	16	96	66	132
12:27	15	45	203	21	84	87	116
12:42	15	60	183	20	80	107	107
13:12	30	90	147	36	72	143	95
13:42	30	120	115	32	64	175	87
14:42	60	180	205-(290)	85	85	260	87
15:42	60	240	118	87	87	347	87

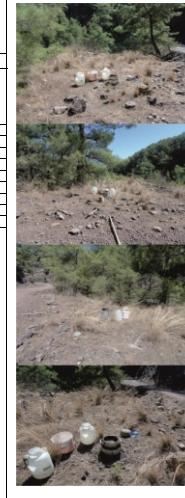
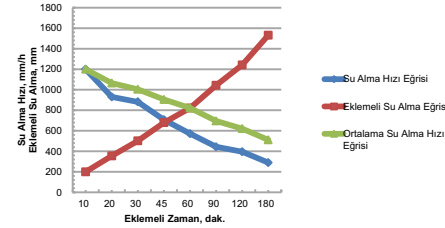


EK B.12

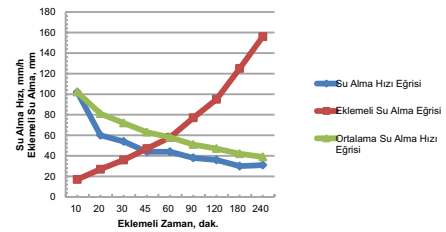
HARZBURJİTLER 1						
Koordinatlar		X	302074			
		Y	4121582			
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
07:56			290			
08:06	10	10	198	92	552	92
08:16	10	20	220-(290)	70	420	162
08:26	10	30	167	53	318	215
08:41	15	45	105	62	248	277
08:56	15	60	205-(290)	85	340	362
09:26	30	90	95	110	220	472
09:56	30	120	152-(290)	138	276	610
10:56	60	180	80-(290)	210	210	820
11:56	60	240	88-(290)	202	202	1022



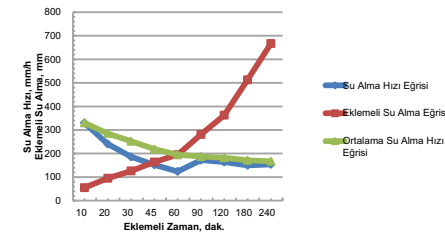
HARZBURJİTLER 2						
Koordinatlar		X	302105			
		Y	4121563			
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
12:08			290			
12:18	10	10	90	200	1200	200
12:28	10	20	135-(290)	155	930	355
12:38	10	30	143-(290)	147	882	502
12:53	15	45	113-(290)	177	708	679
13:08	15	60	147-(290)	143	572	822
13:38	30	90	89-(290)	222	444	1044
14:08	30	120	92-(290)	198	396	1242
15:08	60	180	0-(290)	290	290	1532



HARZBURJİTLER 3						
Koordinatlar		X	302140			
		Y	4121517			
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
15:16			290			
15:26	10	10	273	17	102	17
15:36	10	20	263	10	50	27
15:46	10	30	254	9	54	36
16:01	15	45	243	11	44	47
16:16	15	60	232	11	58	58
16:46	30	90	213	19	38	77
17:16	30	120	195	18	36	95
18:16	60	180	165	30	30	125
19:16	60	240	134	31	31	156



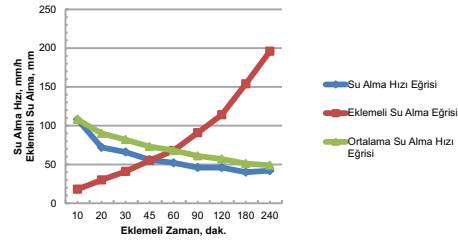
HARZBURJİTLER 4						
Koordinatlar		X	302201			
		Y	4121534			
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
07:22			290			
07:32	10	10	235	55	330	55
07:42	10	20	195	40	240	95
07:52	10	30	164	31	186	126
08:07	15	45	126	38	152	164
08:22	15	60	95	31	124	195
08:52	30	90	204-(290)	86	172	281
09:22	30	120	208-(290)	62	164	363
10:22	60	180	140-(290)	150	150	513
11:22	60	240	136-(290)	154	154	667



EK B.13

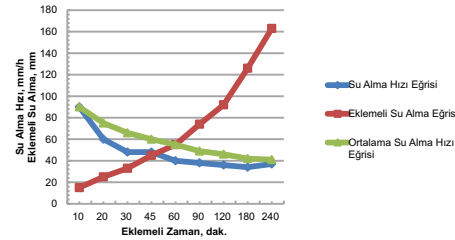
KIRKDİREK FORMASYONU 1

Koordinatlar	X	318261					
	Y	4109600					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
11:36			290				
11:46	10	10	272	18	108	18	108
11:56	10	20	260	12	72	30	90
12:06	10	30	249	11	66	41	82
12:21	15	45	235	14	56	55	73
12:36	15	60	222	13	52	68	68
13:06	30	90	199	23	46	91	61
13:36	30	120	176	23	46	114	57
14:36	60	180	136	40	40	154	51
15:36	60	240	94	42	42	196	49



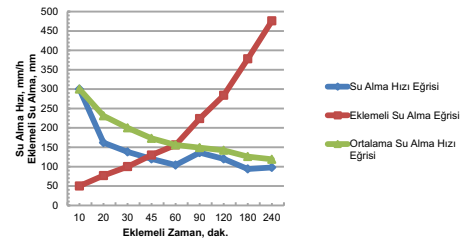
KIRKDİREK FORMASYONU 3

Koordinatlar	X	Y					
	318299	4109564					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Alma		Ekl emeli Su Alma		
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hız (mm/h)	
07:50			290				
08:00	10	10	275	15	90	15	
08:10	10	20	265	10	60	25	
08:20	10	30	257	8	48	33	
08:35	15	45	245	12	48	45	
08:50	15	60	235	10	40	55	
09:20	30	90	216	19	38	74	
09:50	30	120	198	18	36	92	
10:50	60	180	164	34	34	126	
11:50	60	240	127	37	37	163	



KIRKDİREK FORMASYONU 2

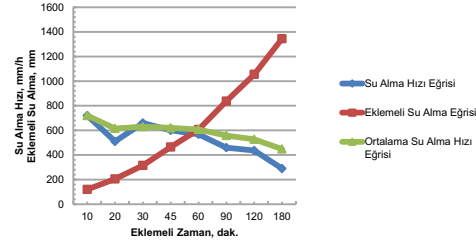
Koordinatlar	X						
	Y						
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
15:47			280				
15:57	10	10	240	50	300	50	300
16:07	10	20	213	27	162	77	231
16:17	10	30	190	23	138	100	200
16:32	15	45	160	30	120	130	173
16:47	15	60	134	25	104	156	156
17:17	30	90	222 (290)	68	136	224	149
17:47	30	120	162	60	120	284	142
18:47	60	180	68	94	94	378	126
19:47	60	240	192 (290)	98	98	476	119



EK B.14

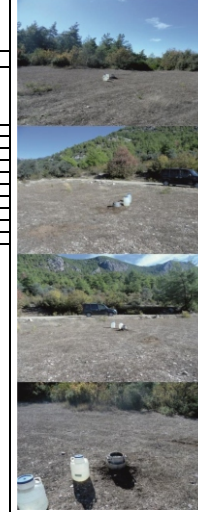
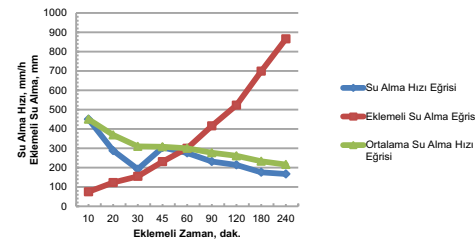
KEÇİLİ FORMASYONU 1

Koordinatlar	X 322208		Y 4118318					
	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)		Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)		
09:45			290					
09:55	10	10	170	120	720	120	720	
10:05	10	20	85	85	510	205	615	
10:15	10	30	180-(290)	110	660	315	630	
10:30	15	45	140-(290)	150	600	465	620	
10:45	15	60	148-(290)	142	568	607	607	
11:15	30	90	60-(290)	230	460	837	558	
11:45	30	120	72-(290)	218	436	1055	527	
12:45	60	180	0-(290)	290	290	1345	448	



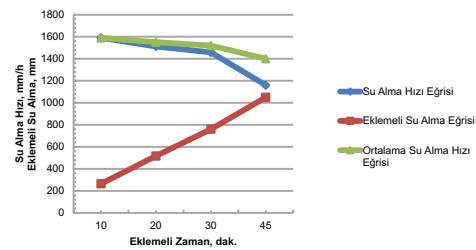
KEÇİLİ FORMASYONU 2

Koordinatlar	X 322446		Y 4117532					
	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)		Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)		
13:06			290					
13:16	10	10	215	75	450	75	450	
13:26	10	20	167	48	288	123	369	
13:36	10	30	135	32	192	155	310	
13:51	15	45	214-(290)	76	304	231	308	
14:06	15	60	145	69	276	300	300	
14:36	30	90	174-(290)	116	232	416	277	
15:06	30	120	67	107	214	523	281	
16:06	60	180	114-(290)	176	176	699	233	
17:06	60	240	123-(290)	167	167	866	216	



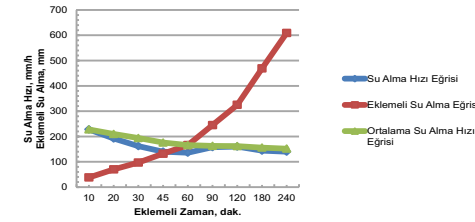
KEÇİLİ FORMASYONU 3

Koordinatlar	X 322493		Y 4115568					
	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)		Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)		
13:27			290					
13:37	10	10	25	265	1590	265	1590	
13:47	10	20	38-(290)	252	1512	517	1551	
13:57	10	30	47-(290)	243	1458	750	1520	
14:12	15	45	0-(290)	290	1160	1050	1400	



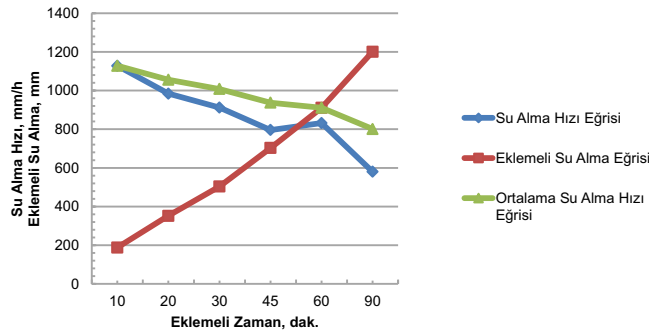
KEÇİLİ FORMASYONU 4

Koordinatlar	X 319319		Y 4116710					
	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)		Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl emeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)		
14:19			290					
14:29	10	10	252	38	228	38	228	
14:39	10	20	220	32	192	70	210	
14:49	10	30	193	27	162	97	194	
15:04	15	45	158	35	140	132	176	
15:19	15	60	124	34	136	166	166	
15:49	30	90	211-(290)	79	158	245	163	
16:19	30	120	131	80	160	325	162	
17:19	60	180	146-(290)	144	144	469	156	
18:19	60	240	150-(290)	140	140	609	152	

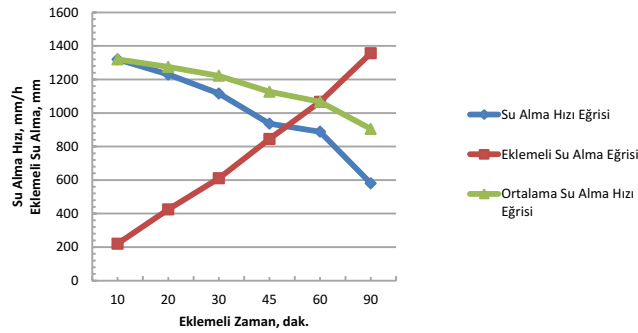


EK B.15

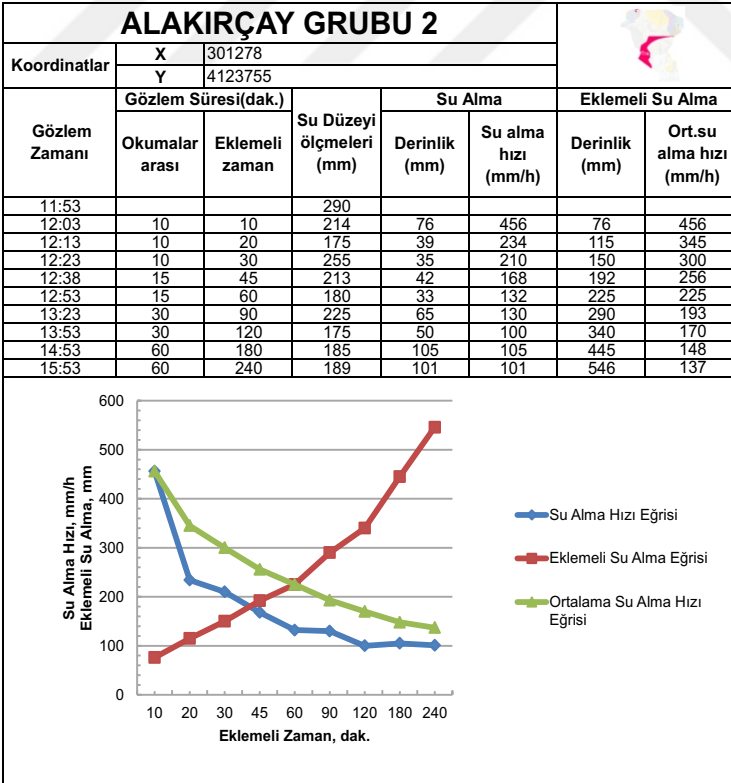
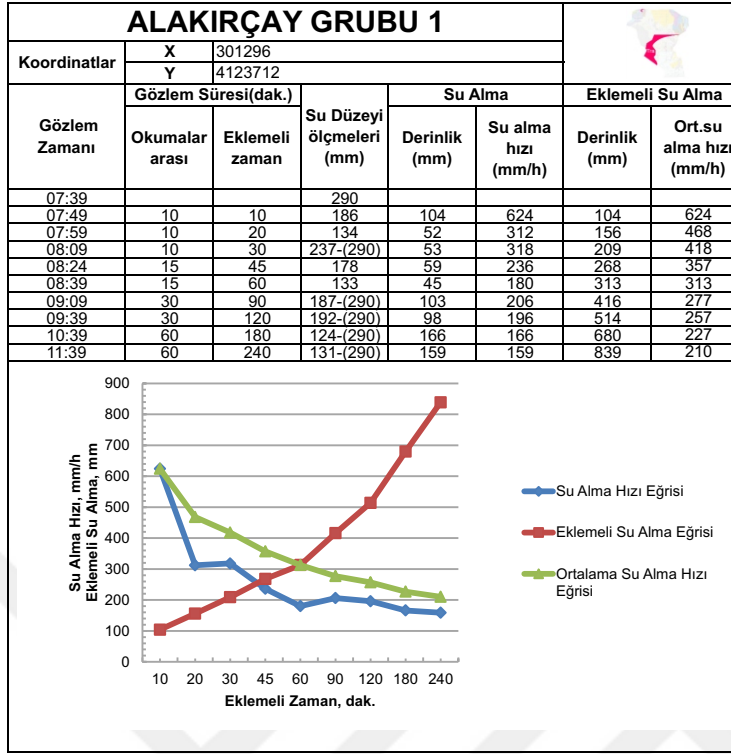
TEKEDAĞI FORMASYONU 1							
Koordinatlar	X	303116					
	Y	4124034					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:55			290				
08:05	10	10	102	188	1128	188	1128
08:15	10	20	126-(290)	164	984	352	1056
08:25	10	30	138-(290)	152	912	504	1008
08:40	15	45	91-(290)	199	796	703	937
08:55	15	60	82-(290)	208	832	911	911
09:25	30	90	0-(290)	290	580	1201	801



TEKEDAĞI FORMASYONU 2							
Koordinatlar	X	303180					
	Y	4124007					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
10:09			290				
10:19	10	10	70	220	1320	220	1320
10:29	10	20	85-(290)	205	1230	425	1275
10:39	10	30	104-(290)	186	1116	611	1222
10:54	15	45	56-(290)	234	936	845	1127
11:09	15	60	68-(290)	222	888	1067	1067
11:39	30	90	0-(290)	290	580	1357	905

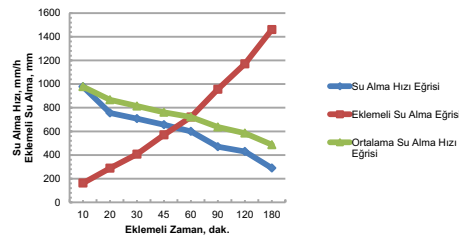


EK B.16

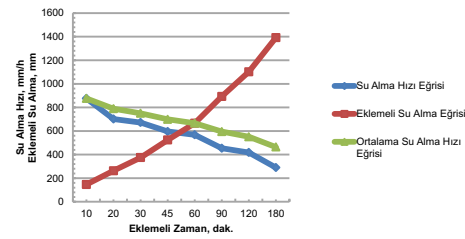


EK B.17

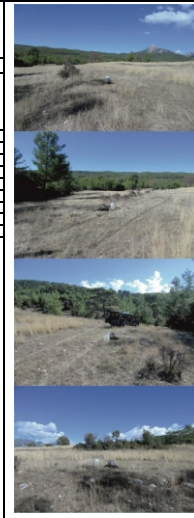
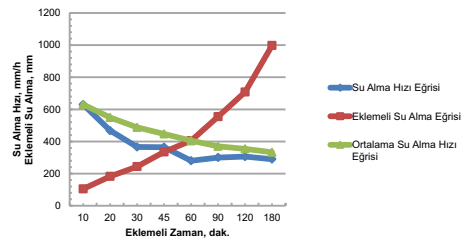
ÇANDIR FORMASYONU 1							
Koordinatlar		X	Y				
		X	Y				
		Gözlem Süresi(dak.)	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Eklemeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
07:35			290				
07:45	10	10	127	163	978	163	978
07:55	10	20	164-(290)	126	756	289	867
08:05	10	30	172-(290)	118	708	407	814
08:20	15	45	129-(290)	164	656	571	761
08:35	15	60	140-(290)	150	600	721	721
09:05	30	90	55-(290)	235	470	956	637
09:35	30	120	75-(290)	215	430	1171	585
10:35	60	180	0-(290)	290	290	1461	487



ÇANDIR FORMASYONU 2							
Koordinatlar		X	Y				
		X	Y				
		Gözlem Süresi(dak.)	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Eklemeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
10:46			290				
10:56	10	10	144	146	876	146	876
11:06	10	20	173-(290)	117	702	263	789
11:16	10	30	178-(290)	112	672	375	750
11:31	15	45	141-(290)	149	596	524	699
11:46	15	60	148-(290)	142	568	666	666
12:16	30	90	63-(290)	227	454	893	595
12:46	30	120	81-(290)	209	418	1102	551
13:46	60	180	0-(290)	290	290	1392	464

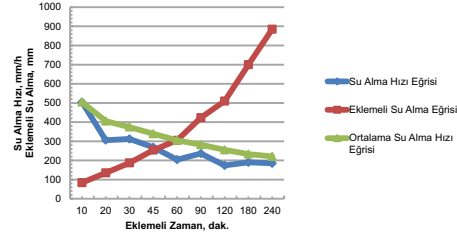


ÇANDIR FORMASYONU 3							
Koordinatlar		X	Y				
		X	Y				
		Gözlem Süresi(dak.)	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Eklemeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
13:57			290				
14:07	10	10	185	105	630	105	630
14:17	10	20	212-(290)	78	468	183	549
14:27	10	30	151-(290)	61	366	244	486
14:42	15	45	199-(290)	91	546	335	447
14:57	15	60	129	70	280	405	405
15:27	30	90	140-(290)	150	300	558	370
15:57	30	120	137-(290)	163	306	708	354
16:57	60	180	0-(290)	290	290	998	333

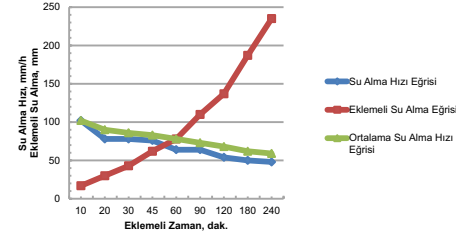


EK B.18

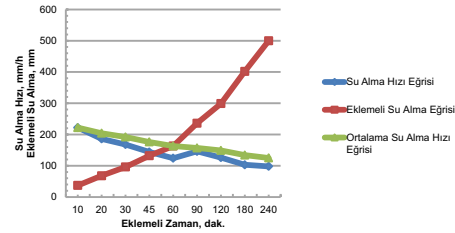
KARADERE FORMASYONU 1							
Koordinatlar		X	320991				
		Y	4113795				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:11			290				
07:21	10	10	206	84	504	84	504
07:31	10	20	155	51	306	135	405
07:41	10	30	238-(290)	52	312	197	374
07:56	15	45	171	67	268	254	339
08:11	15	60	120	51	204	305	305
08:41	30	90	172-(290)	118	236	423	282
09:11	30	120	85	87	174	510	256
10:11	60	180	100-(290)	190	190	700	233
11:11	60	240	105-(290)	185	185	885	221



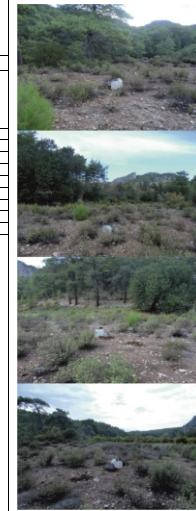
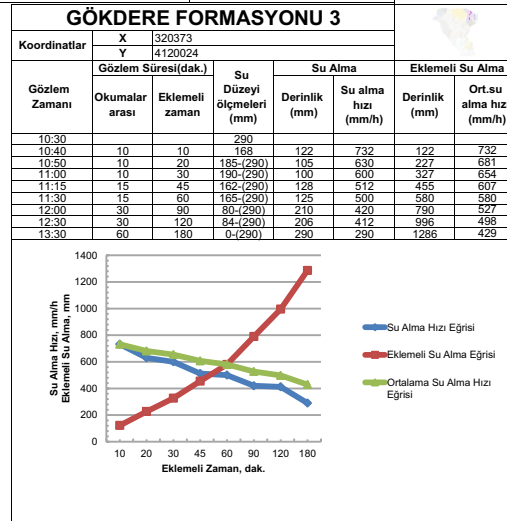
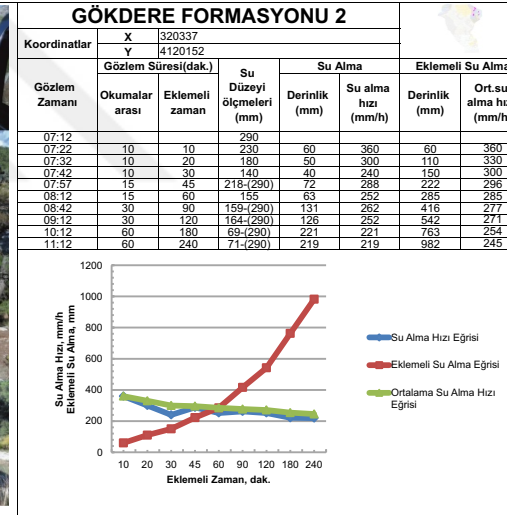
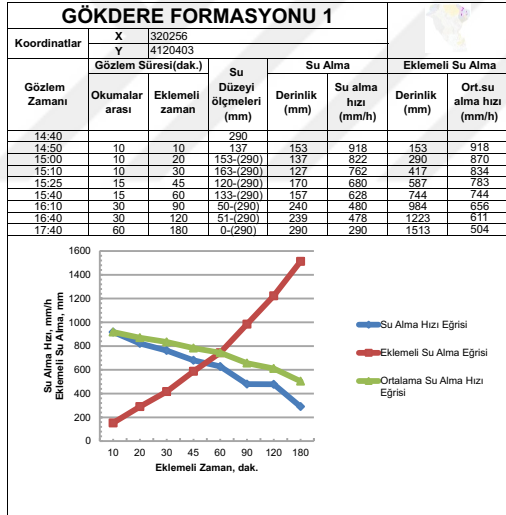
KARADERE FORMASYONU 2							
Koordinatlar		X	320909				
		Y	4113881				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
11:20			290				
11:30	10	10	273	17	102	17	102
11:40	10	20	260	13	78	30	90
11:50	10	30	247	13	78	43	86
12:05	15	45	228	19	76	62	83
12:20	15	60	212	15	64	78	78
12:50	30	90	180	32	64	110	73
13:20	30	120	153	27	54	137	66
14:20	60	180	103	50	50	187	62
15:20	60	240	242-(290)	48	48	235	59



KARADERE FORMASYONU 3							
Koordinatlar		X	320874				
		Y	4113878				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Ekl emeli Su Alma	
	Okumalar arası	Ekl emeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
13:25			290				
13:35	10	10	263	37	222	37	222
13:45	10	20	222	31	186	68	204
13:55	10	30	194	28	168	96	192
14:10	15	45	158	36	144	132	176
14:25	15	60	127	31	124	163	163
14:55	30	90	217-(290)	73	146	236	157
15:25	30	120	154	63	126	299	149
16:25	60	180	187-(290)	103	103	402	134
17:25	60	240	89	98	98	500	125

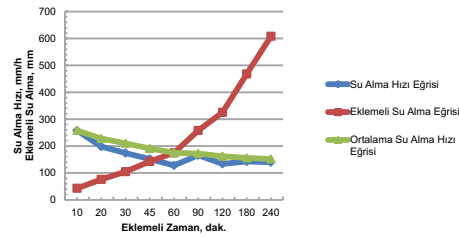


EK B.19

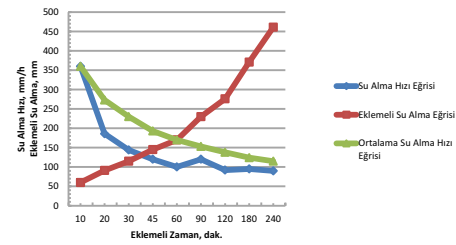


EK B.20

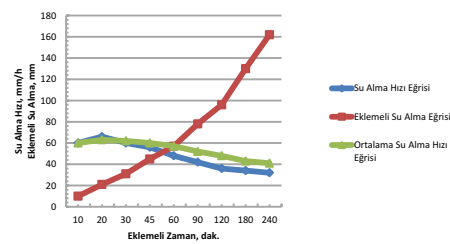
TESBİHLİ FORMASYONU 1							
Koordinatlar		X	320070				
		Y	4119176				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
12:44			290				
12:54	10	10	247	43	258	43	258
13:04	10	20	214	33	198	76	228
13:14	10	30	185	29	174	105	210
13:29	15	45	147	38	152	143	191
13:44	15	60	115	32	128	175	175
14:14	30	90	207-(290)	83	166	258	172
14:44	30	120	140	67	134	325	162
15:44	60	180	147-(290)	143	143	468	156
16:44	60	240	150-(290)	140	140	608	132



TESBİHLİ FORMASYONU 2							
Koordinatlar		X	319091				
		Y	4117904				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:30			290				
07:40	10	10	230	60	360	60	360
07:50	10	20	199	31	186	91	273
08:00	10	30	175	24	144	115	230
08:15	15	45	145	30	120	145	193
08:30	15	60	120	25	100	170	170
09:00	30	90	230-(290)	60	120	230	153
09:30	30	120	184	46	92	276	138
10:30	60	180	195-(290)	95	95	371	124
11:30	60	240	200-(290)	90	90	461	115



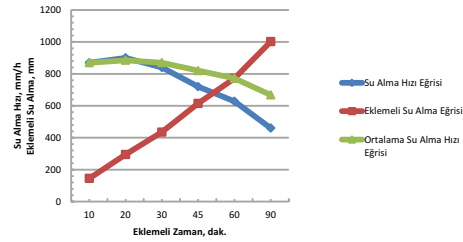
TESBİHLİ FORMASYONU 3							
Koordinatlar		X	319437				
		Y	4117042				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
13:11			290				
13:21	10	10	260	10	60	10	60
13:31	10	20	269	11	66	21	63
13:41	10	30	259	10	60	31	62
13:56	15	45	245	14	56	45	60
14:11	15	60	233	12	48	57	57
14:41	30	90	212	21	42	78	52
15:11	30	120	194	18	36	96	48
16:11	60	180	160	34	34	130	43
17:11	60	240	128	32	32	162	41



EK B.21

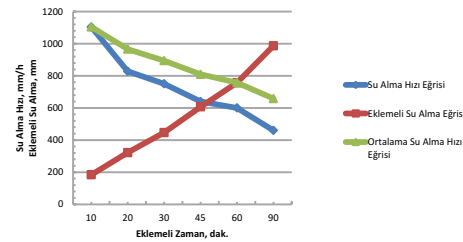
YENİCEBOĞAZIDERE FORMASYONU 2

Koordinatlar	X	317651					
	Y	4113651					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
07:59			230				
08:09	10	10	85	145	870	145	870
08:19	10	20	80-(230)	150	900	295	885
08:29	10	30	90-(230)	140	840	435	870
08:44	15	45	50-(230)	180	720	615	820
08:59	15	60	73-(230)	157	628	772	772
09:29	30	90	0-(230)	230	460	1002	668



YENİCEBOĞAZIDERE FORMASYONU 3

Koordinatlar	X	316750					
	Y	4113663					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
09:37			230				
09:47	10	10	46	184	1104	184	1104
09:57	10	20	92-(230)	138	828	322	966
10:07	10	30	105-(230)	125	750	447	894
10:22	15	45	70-(230)	160	640	607	809
10:37	15	60	80-(230)	150	600	757	757
11:07	30	90	0-(230)	230	460	987	658

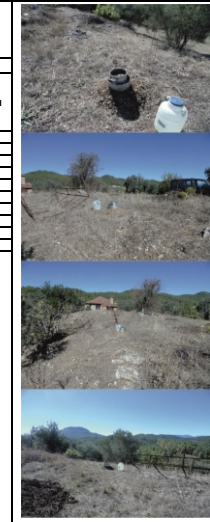
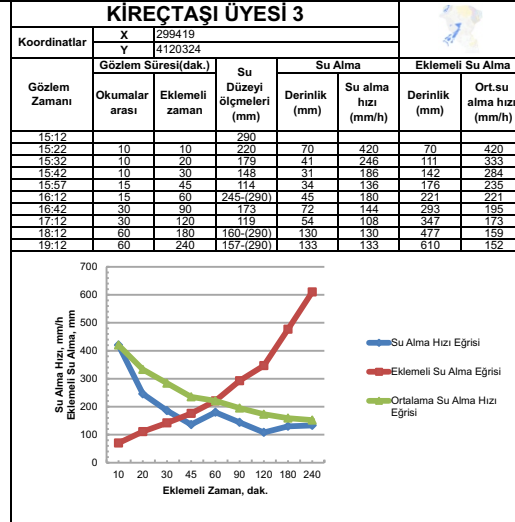
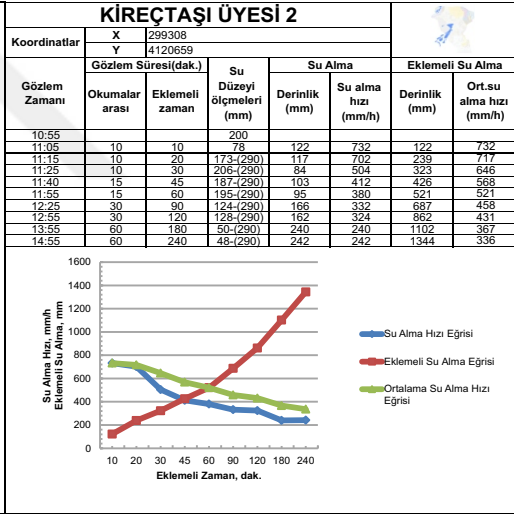
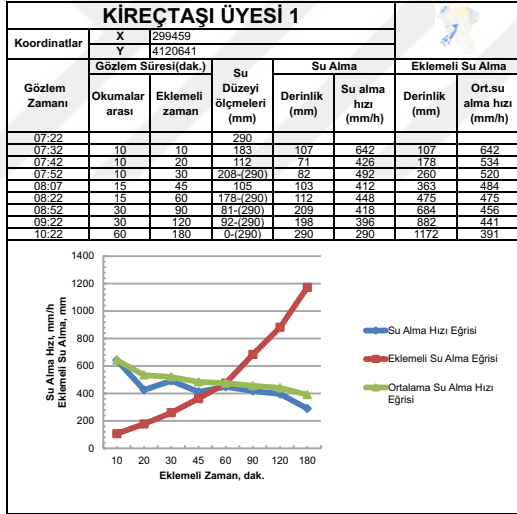


YENİCEBOĞAZIDERE FORMASYONU 1

Koordinatlar	X	317607					
	Y	4113641					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma		Eklemeli Su Alma	
	Okumalar arası	Eklemeli zaman		Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:44			230	230	230	230	230



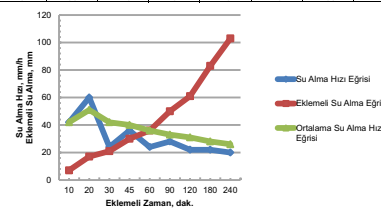
EK B.22



EK B.23

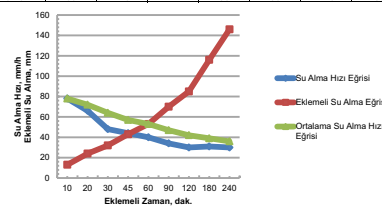
AYRILMAMIŞ YENİCEBOĞAZİDEREFORMAYONU VE ALAKIRÇAY GRUBU 1

Koordinatlar		X	Y				
		300543	4118110				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Alma			Eklemeli Su Alma	
	Ökumular arası	Eklemeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
07:29							
07:39	10	10	283	7	42	7	42
07:49	10	20	273	10	80	17	51
07:59	10	30	269	4	24	21	42
08:14	15	45	260	9	36	30	40
08:29	15	60	254	6	24	36	38
08:49	30	90	240	14	28	30	33
09:29	30	120	229	11	22	61	31
10:29	60	180	207	22	22	83	28
11:29	60	240	187	20	20	103	26



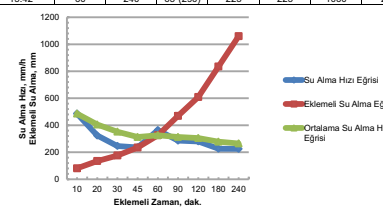
AYRILMAMIŞ YENİCEBOĞAZİDEREFORMAYONU VE ALAKIRÇAY GRUBU 5

Koordinatlar	X	Y	297702 4120325					
	Gözlem Süresi(dak.)		Su Alma		Eklemeli Su Alma			
Gözlem Zamanı	Ökumalar arası	Eklemeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)	
14:46	10	230	277	13	78	13	78	
14:56	10	266	277	11	68	24	72	
15:06	10	258	268	8	48	32	64	
15:31	15	247	247	11	44	43	57	
15:46	15	237	237	10	40	53	53	
16:16	30	220	220	17	34	70	47	
16:46	30	205	205	15	30	85	42	
17:46	60	180	174	31	31	116	39	
18:46	60	144	144	30	30	146	36	



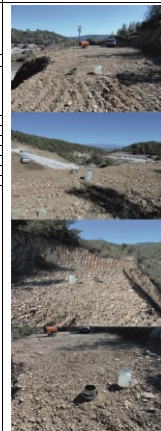
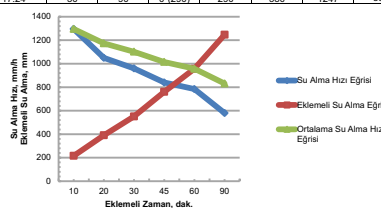
AYRILMAMIŞ YENİCEBOĞAZİDEREFORMAYONU VE ALAKIRÇAY GRUBU 2

Koordinatlar	X		Y				
	300531	4118059					
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Alma		Eklemeli Su Alma		
	Öksümalar arası	Eklemeli zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
11:42	10	290					
11:52	10	290	81	486	81	486	
12:02	10	290	54	324	135	405	
12:12	10	290	41	246	176	352	
12:27	15	231(290)	39	236	235	313	
12:42	15	60 140	91	364	326	326	
13:12	30	147(290)	143	298	469	313	
13:42	30	120 150(290)	140	290	609	305	
14:42	60	180 64(290)	226	226	835	278	
15:42	60	120 65(290)	225	225	1060	265	



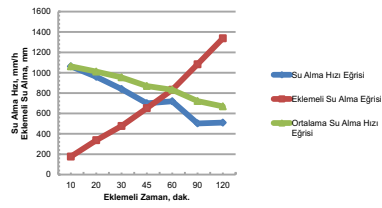
AYRILMAMIŞ YENİCEBOĞAZİDEREFORMAYONU VE ALAKIRÇAY GRUBU 3

Koordinatlar	X	Y				
	300376	4118263				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)		Su Alma		Ekimeli Su Ort.	
	Okunular arası	Ekimeli	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)
15:54			290			
16:04	10	10	290	216	216	1298
16:14	10	20	115-(274)	175	1050	551
16:24	10	30	130-(260)	160	960	551
16:39	15	45	80-(260)	210	840	761
16:54	15	60	94-(260)	196	784	957
17:24	30	120	290	580	1247	831



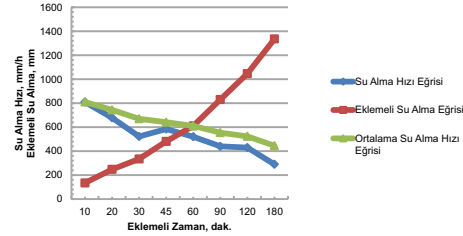
AYRILMAMIŞ YENİCEBOĞAZİDEREFORMAYONU VE ALAKIRÇAY GRUBU 4

Koordinatlar	X	Y				
	300483	4118112				
Gözlem Zamanı	Gözlem Süresi(dak.)	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	Etkemelli Su Alma Derinlik (mm)	Ort.su alma hızı (mm/h)
17:33	10	290				
17:43	10	30	113	177	1062	177
17:53	10	30	130(290)	160	960	337
18:03	10	30	150(290)	140	840	277
18:18	15	30	175(290)	175	1050	652
18:33	15	60	110(290)	180	1080	632
18:48	15	30	110(290)	251	502	1083
19:03	30	120	35(290)	255	510	1338
19:33	30	120	35(290)	255	510	1338



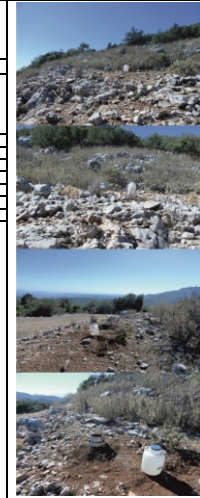
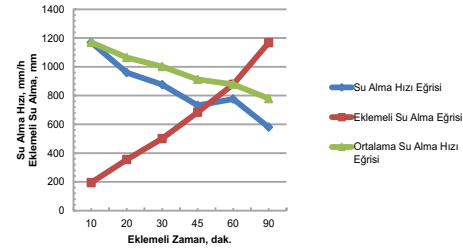
BEYDAĞLARI FORMASYONU 1

Koordinatlar	X 297108		Y 4122263				Ekl. su alma hızı (mm/h)
	Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl. zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
	07:30	10	10	290	135	810	810
	07:40	10	20	177 (290)	113	678	744
	07:50	10	30	90	87	522	670
	08:15	15	45	144 (290)	146	584	841
	08:30	15	60	160 (290)	130	520	611
	09:00	30	90	70 (290)	220	440	554
	09:30	30	120	75 (290)	215	430	1046
	10:30	60	180	0 (290)	290	290	1336



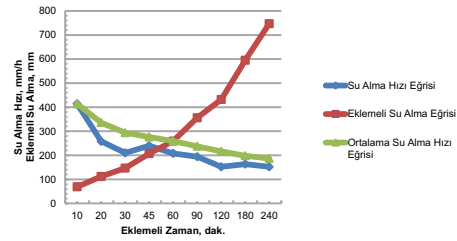
BEYDAĞLARI FORMASYONU 3

Koordinatlar	X 297134		Y 4121932				Ekl. su alma hızı (mm/h)
	Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl. zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
	15:01	10	10	290	195	1170	1170
	15:11	10	20	130 (290)	160	960	1065
	15:21	10	30	144 (290)	146	876	501
	15:46	15	45	107 (290)	183	732	912
	16:01	15	60	96 (290)	194	776	878
	16:31	30	90	0 (290)	290	580	1168



BEYDAĞLARI FORMASYONU 2

Koordinatlar	X 297102		Y 4122249				Ekl. su alma hızı (mm/h)
	Gözlem Zamanı	Okumalar arası	Ekl. zaman	Su Düzeyi ölçmeleri (mm)	Su Alma Derinlik (mm)	Su alma hızı (mm/h)	
	10:47	10	10	290	69	414	414
	10:57	10	20	178	43	258	336
	11:07	10	30	143	35	210	294
	11:32	15	45	230 (290)	60	240	207
	11:47	15	60	178	52	208	259
	12:17	30	90	193 (290)	97	194	237
	12:47	30	120	117	76	152	432
	13:47	60	180	127 (290)	163	163	596
	14:47	60	240	138 (290)	152	152	187



EK B.25

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serdar ADANIR
Doğum Yeri ve Yılı : Antalya, 1989
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : serdaradanir156@hotmail.com

Eğitim Durumu

Lise : 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi(Süper Lise), 2007
Lisans : SDÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği

Mesleki Deneyim

Kepez Belediyesi 2012- halen