

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI
PEYZAJ TEKNİKLERİ BİLİM DALI

**BARTIN-KİRAZLIKÖPRÜ BARAJ HAVZASINDA ARAZİ KULLANIM
DURUMUNUN SU VERİMİ AÇISINDAN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Ahmet ERGÜN

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK

BARTIN-2014

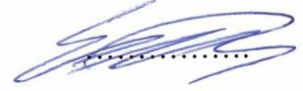
KABUL VE ONAY

Ahmet ERGÜN tarafından hazırlanan “BARTIN-KİRAZLIKÖPRÜ BARAJ HAVZASINDA ARAZİ KULLANIM DURUMUNUN SU VERİMİ AÇISINDAN İRDELENMESİ” başlıklı bu çalışma, 22/10/2014 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Yrd. Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK (Danışman)



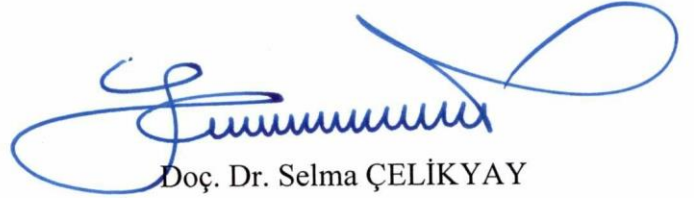
Üye : Yrd. Doç. Dr. Ercan GÖKYER (BÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. İlyas BOLAT (BÜ)



Bu tezin kabulü Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Doç. Dr. Selma ÇELİKAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Yrd.Doç.Dr. Melih ÖZTÜRK danışmanlığında hazırlamış olduğum “BARTIN-KİRAZLIKÖPRÜ BARAJ HAVZASINDA ARAZİ KULLANIM DURUMUNUN SU VERİMİ AÇISINDAN İRDELENMESİ” adlı Yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

22 / 10 / 2014

Ahmet ERGÜN

ÖN SÖZ

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusu seçiminde ve çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteğini gördüğüm değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK teşekkürü bir borç bilirim.

Tez savunmasında jüri üyesi olma nezaketini gösteren sayın hocalarım Yrd. Doç. Dr. Ercan GÖKYER ve Yrd. Doç. Dr. İlyas BOLAT’a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bana her zaman destek veren aileme teşekkür ederim. Bununla birlikte, tez yazım aşamasında yardımlarını esirgemeyen tüm arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Ahmet ERGÜN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasında Arazi Kullanım Durumunun Su Verimi Açısından İrdelenmesi

Ahmet ERGÜN

Bartın Üniversitesi

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Peyzaj Teknikleri Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Melih ÖZTÜRK

BARTIN-2014, Sayfa: xvi+83

Bartın-Kirazlıköprü Barajı, yapımına ilk olarak 1999 yılında başlanmış ve halen inşaatı devam etmektedir. Yaklaşık olarak 865 km²'lik havzanın suyunu toplamayı hedefleyen tüm Bartın Çayı havzasının hemen hemen yarısını oluşturan baraj havzası, Ulus Çayı'nın büyük bir kısmı ile Abdipaşa Beldesi'nde bu çaya dâhil olan Ovacuma ana çayı ve kollarını içermektedir. Yaklaşık yarısı orman, üçte birinden fazlası ziraat alanları ile kaplı havzanın geriye kalan kısımları sırasıyla köy yerleşimleri, ormansız orman toprağı, kumul, tesis ve kayalıklardan oluşmaktadır. Bu çalışmada havzadaki arazi kullanımları, baraj su planlamasına esas teşkil etmesi açısından irdelenmiştir. Arazi kullanımlarındaki uygunluk ve eksiklikler bu çerçevede ele alınmıştır. Bu kapsamda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, yükseltisi 60 ile 1600 m arasında değişmekte olan havza, 100 m'lik yükselti kuşaklarına ayrılmış, her kuşakta ağırlıklı ortalamaları ile arazi kullanımları tespit edilmiş ve Thornthwaite metodu ile her kuşağın su bilançosu ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, ilk 600 m'lik yükselti kuşaklarında ortalama %46 civarında yer kaplayan ziraat alanları, her 100 m'de yaklaşık %10 azalarak 900 m'de %17'ye düşmektedir. Köy yerleşimleri ise ziraat alanlarının çevresinde %5'i geçmeyen oranda yer kaplamaktadır. Bununla birlikte, orman alanlarının oranı, ilk 200 m'de ortalama %28 olup, ağırlıklı olarak yaprak döken ormandır. 200 ile 600 m yükselti arasında ortalama %50 olan orman

alanının oranı her 100 m’de yaklaşık %10 artarak 1000 m’de %90’a varmıştır. Bu yükseltide geri kalan %10’luk dilimi ise ziraat alanları kaplamaktadır. 1200 m’ye kadar, oran olarak ağırlığını koruyan yaprak döken türler, bu ağırlığı daha sonra karışık türlere bırakmıştır. 1000 ile 1100 m arasında ise ziraat alanlarının oranı %3’e düşmekte, sonrasında 1600 m’ye kadar hemen hemen görülmemektedir. 1100 m’den en yüksek seviye olan 1600 m’ye kadar hemen hemen orman alanının hâkim olduğu kuşaklar yer almaktadır. Havzada yükseltinin artmasıyla birlikte, sıcaklığın azalması ve yağışın artması dolayısıyla evapotranspirasyon oranı yaklaşık yarı yarıya azalmıştır. Öte yandan arazi kullanımı dikkate alınarak yapılan hesaplama, ham hesaplama nispeten evapotranspirasyon oranının %5 civarında daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Bunda yüksekliğin artmasıyla birlikte orman örtüsünün ağırlık kazanması rol oynamaktadır. Su döngüsü ve bilançosu açısından oldukça önemli olan arazi kullanımının, orta ölçekli bir baraj havzasında güncel durumunun tespit edildiği bu çalışma, sürdürülebilir bir baraj havzası planlaması için ışık tutabilecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler

Baraj havzası, arazi kullanımı, yükselti kuşakları, su bilançosu.

Bilim Kodu

502.13.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

Evaluation of Land Use From The Point of Water Yield Within The Bartın-Kirazlıköprü Dam Watershed

Ahmet ERGÜN

**Bartın University
Graduate School of Applied Sciences
Department of Landscape Architecture
Division of Landscape Techniques**

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Melih ÖZTÜRK

BARTIN- 2014, Pp: xvi+83

Bartın-Kirazlıköprü Dam construction was initiated in 1999 and is still going on construction. Dam watershed aims to collect approximately 865 km² Bartın Stream watershed's water and this dam watershed, constitutes almost half of the Bartın Stream Watershed. Dam watershed involves Ovacuma Stream and its' tributaries and a large part of the Ulus Stream. About half of the dam watershed is covered by forests and more than one-third of the watershed is covered with agricultural areas. The remaining parts of the watershed respectively constitute; rural settlements, deforested forest soil, sand dunes, service areas and rocks. In this study, land uses in the watershed were investigated in terms of dam water yield. Suitability and misuses of land were evaluated around this concept. In this context, the elevation of the watershed ranges between 60 and 1600 m. This broad elevation was divided into 100 m altitudinal sub-gradients using the Geographic Information Systems (GIS) tools. Water balance of each altitudinal sub-gradient has been calculated using the Thornthwaite method. According to the results of this study, agricultural areas cover in average 46% within the first 600 m altitudinal gradients of the watershed. However the agricultural areas diminish about 10% at each 100 m gradient covering 17%. These areas are close to the upland settlements within the watershed. These rural settlements are located close to the agricultural areas and cover about 5% of the

watershed. On the other hand, forests cover 28% of the first 200 m altitudinal gradients and the deciduous stands constitute the largest portion of these forests. The forest areas dominate almost 50% of the altitudinal gradients between 200 and 600 m. Within 1000m, these forest areas cover 90% ratio. The rest of the zone is covered by the agricultural areas. Up to 1200 m altitudinal gradient, deciduous stands constitute the largest portion of the forests. Within next altitudinal gradients, coniferous stands are located. Within the altitudinal gradients of 1000 and 1100 m, the rate of the agricultural areas diminish about 3%. Besides, up to 1600 meters, agricultural areas almost not exist. Particularly at the altitudinal sub-gradients from 1100 m to 1600m, the forest areas dominate. Dependent upon the increasing altitude in the watershed, reduced precipitation and increased temperature led to the evapotranspiration rate be reduced by about half. On the other hand, based on the calculation which also considers land use, the evapotranspiration rates were about 5% higher than that of the raw calculation. Altitude and forest cover play an important role in the increment of the evapotranspiration rate. In this study, analysis of the current land use status of a mesoscale dam watershed which was quite significant in terms of water cycle and balance may contributed to the sustainable dam watershed planning.

Key Words

Dam watershed, land use, altitudinal gradients, water balance.

Science Code

502.13.01

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖN SÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Bilgiler.....	2
1.1.1 Havzanın Tanımı.....	2
1.1.2 Arazi Kullanımı.....	3
1.1.3 Barajlar	3
1.1.4 Su Verimi	3
1.1.5 Evapotranspirasyon.....	4
1.1.6 Yüzeysel Akış	5
1.1.6 Meşcere Kapalılık Sınıfları	5
1.1.7 Yaprak Alan İndisi (YAI)	6
1.2 Literatür Özeti.....	7
BÖLÜM II MATERYAL VE YÖNTEM	11

	<u>Sayfa</u>
2.1 Materyal	11
2.1.1 Havzanın Özellikleri	11
2.1.1.1 Havzanın Topoğrafik Özellikleri.....	11
2.1.1.2 Havzanın Jeolojik Yapısı.....	20
2.1.1.3 Havzanın Toprak Özellikleri	24
2.1.1.4 Havzanın Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları.....	31
2.1.1.5 Havzanın İklim Özellikleri	33
2.1.1.6 Havzanın Arazi Kullanım Durumu.....	37
2.1.1.7 Havzanın Bitki Örtüsü	40
2.1.1.8 Bartın-Kirazlıköprü Barajı'nın Tanıtımı	41
2.2 Yöntem.....	44
 BÖLÜM III BULGULAR VE İRDELEME	 66
 BÖLÜM IV SONUÇ VE ÖNERİLER.....	 74
 KAYNAKLAR.....	 76
 ÖZGEÇMİŞ.....	 83

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. Çok tabakalı (A), tek tabakalı (B) ve iki tabakalı (C) meşcerelerde yaprak alanı ve ışık entansitesinin değişimi.	7
2. Kirazlıköprü Baraj Havzasının, Bartın Çayı Havzası içerisindeki ve Türkiye’deki konumu	12
3. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasının Yükseklik Haritası.....	14
4. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Sayısal Yükseklik Modeli	15
5. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Eğim Grupları Haritası	17
6. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Bakı Grupları Haritası	19
7. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Jeoloji Grupları Haritası	23
8. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Toprak Grupları Haritası	26
9. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Toprak Derinliği Haritası	28
10. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Erozyon Durumu Haritası	30
11. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Arazi Kabiliyet Sınıfları Haritası	32
12. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası’nın Yükselti Kuşaklarına Bağlı Ort. Yağış Durumu (1982-2011).....	35
13. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası’nın Yükselti Kuşaklarına Bağlı Ort. Sıcaklık Durumu (1982-2011).....	36
14. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası’nın Arazi Kullanım Durumu (Y: Yapraklı, İ: İbrelî, K: Karışık)	39
16. Baraj Gölü Suları Altında Kalacak Yerleşim Birimleri	43
17. 60 ile 100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	51
18. 100 ile 200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	52

Şekil	Sayfa
No	No
19. 200 ile 300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	52
20. 300 ile 400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	53
21. 400 ile 500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	53
22. 500 ile 600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	54
23. 600 ile 700 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	54
24. 700 ile 800 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	55
25. 800 ile 900 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	55
26. 900 ile 1000 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	56
27. 1000 ile 1100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	56
28. 1100 ile 1200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	57
29. 1200 ile 1300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	57
30. 1300 ile 1400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	58
31. 1400 ile 1500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	58
32. 1500 ile 1600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.....	59

Şekil	Sayfa
No	No
33.Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasının Yükseltiğe Bağlı Gerçek Evapotranspirasyon Durumu	72
34.Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasının Yükseltiğe Bağlı Yüzeysel Akış Durumu	73

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Meşcere kapalılık sınıfları	5
2. Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası yükselti kuşakları ve kapladıkları alanlar.....	13
3. Araştırma alanının eğim durumu ve kapladıkları alanlar	16
4. Araştırma alanının bakı durumu ve kapladıkları alanlar	18
5. Araştırma alanının jeoloji grupları ve kapladıkları alanlar.....	22
6. Araştırma alanının toprak grupları ve kapladıkları alanlar.....	25
7. Araştırma alanının mutlak toprak derinliği ve kapladığı alanlar	27
8. Araştırma alanının erozyon grupları ve kapladıkları alanlar	29
9. Araştırma alanının arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve kapladıkları alanlar	31
10. Thornthwaite yöntemine göre Bartın'ın su bilançosu (1982-2011)	34
11. Araştırma alanının arazi kullanım durumu ve kapladıkları alanlar	38
12. 60 ile 100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	46
13. 100 ile 200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	46
14. 200 ile 300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	46
15. 300 ile 400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	47
16. 400 ile 500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	47
17. 500 ile 600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	47
18. 600 ile 700 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	48
19. 700 ile 800 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	48
20. 800 ile 900 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	48
21. 900 ile 1000 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	49
22. 1000 ile 1100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	49
23. 1100 ile 1200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	49
24. 1200 ile 1300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	50
25. 1300 ile 1400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	50

Tablo	Sayfa
No	No
26. 1400 ile 1500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	50
27. 1500 ile 1600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu	51
28. Farklı arazi kullanımlarının evapotraspirasyon oranı	60
29. Orman meşcere tiplerinin Yaprak Alan İndisi (YAI) değerleri.....	60
30. Düzeltilmiş Yaprak Alan İndisi (YAI) değerleri	61
31. 1 ve 2 kapalılık derecesindeki YAI değerleri	62
32.Orman meşcere sınıflarına ve farklı arazi kullanımlarına ait evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları.....	62
33. Araştırma alanının yükseltiye bağlı arazi kullanım durumu	68
34. Sadece yükseltiyi dikkate alan evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları (yükseltinin solunda kalan sütunlar) ile arazi kullanımlarını da dikkate alan evapotranspirayon ve yüzeysel akış oranları (arazi kullanımının sağında kalan sütunlar).....	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Σ : Toplam

KISALTMALAR

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
ET : Evapotranspirasyon
GTHB : T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı
KHGM : Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü
MTA : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MGM : T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OGM : T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü
SYM : Sayısal Yükseklik Modeli
TIN : Triangulated Irregular Network
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
YAI : Yaprak Alan İndisi

BÖLÜM I

GİRİŞ

Yaşam kaynaklarımızdan biri olan su insanoğlu için hayati bir öneme sahiptir. Çok eski devirlerden beri insanoğlu su yapıları inşa ederek ihtiyaç duydukları suyu biriktirmeye ve bir yerden bir yere nakletmeye çalışmışlardır (Kalkan, 2009). İnsanoğlu; enerji, sulama, içme suyu temini, taşkın kontrolü ve su depolama amaçlarına yönelik barajlar inşa etmektedir (Çolak, 2007).

Özhan ve Gökbülak'a (2001) göre, su havzası su üreten bir fabrika olarak tanımlanmıştır. Bu fabrikada girdi; yağmur, kar, dolu vb. şekillerde havza üzerine düşen yağış, çıktı ise havza çıkışından akan sudur. Bu suyun verimini etkileyen faktörler atmosferik etmenler, havza özellikleri (coğrafik konum, yükselti, bakı, toprak, jeoloji vb. gibi) ve arazi kullanım biçimi olmak üzere üç ayrı sınıfta toplanmıştır. Havza özellikleri olarak nitelendirilen coğrafik konum, alan, yükselti, şekil, bakı ve jeolojik yapı değiştirilememekte ve bunların su verimi üzerinde etkileri sabit kalmakta, toprak ise uygulanan işlemlere bağlı olarak su verimi üzerinde olumlu veya olumsuz etkide bulunmaktadır.

Havza üzerine düşen yağışın evapotranspirasyonla kaybedilen kısmı ile yüzeysel akışla yağışın dere akımına geçen kısmı üzerinde havzadaki arazi kullanımının belirleyici rolü vardır. Örneğin; bir havzadaki yerleşim alanlarında kısmen geçirimsiz yüzeyleri nedeniyle hem buharlaşma (evapotranspirasyon) hem de yüzeysel akış ile daha fazla su kaybı olduğu bilinmektedir (Marsh, 2010). Havzadaki tarım ve orman alanlarında ise evapotranspirasyon ile yüzeysel akışın oranı, sahip olduğu bitki örtüsünün türüne ve tarımsal ürünün çeşidine göre farklılık göstermektedir.

Hidrolojik açıdan bakıldığında, arazi kullanımı sahip olduğu bitki örtüsüne göre önem kazanmaktadır (Waring ve Running, 2007). Bir havzadaki bitki örtüsü özellikle yaprak yapısına bağlı olarak birbirinden farklı hidrolojik özellikler göstermektedir (Chang, 2006). Bitki örtüsünün, yaprak döken veya herdem yeşil olması, ibreli, geniş veya küçük yapraklı olması, sık veya seyrek yapraklı olması gibi özelliklerine göre intersepsiyon, buharlaşma (evaporasyon), terleme (transpirasyon) ve topraktan su tüketimi açısından birbirinden

değişik hidrolojik yansımalar sergilemektedir (Çepel, 1993; Bonan, 2008).

Bu çalışmanın amacı, yapımına 1999 yılında başlanan ve inşaat aşaması halen devam eden Bartın-Kirazlıköprü Barajı'nın sahip olduğu yaklaşık 865 km²'lik havzada yer alan arazi kullanımlarını, uygunluk ve eksikler çerçevesinde ele alıp su verimi üzerindeki etkisini belirlemektir. Bu kapsamda, yükseltisi 60 ile 1600 m arasında değişen baraj havzası, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanılarak 100 m'lik yükselti kuşaklarına ayrılmış ve bu yükselti kuşaklarındaki arazi kullanımlarının ağırlıklı ortalamaları hesaplanarak ortaya konulmuştur. Baraj havzasındaki arazi kullanımlarının bilhassa ziraat alanlarının ve farklı kapalılıklara sahip orman meşcere gruplarının su bütçesinin temel iki unsuru olan evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. Böyle bir çalışmanın sonuçları, güncel durumun anlaşılıp geleceğe ışık tutabilecek yaklaşım, plan ve yönetim seçeneklerinin ortaya konulması açısından değerlidir.

1.1 Genel Bilgiler

1.1.1 Havzanın Tanımı

Havza, üzerine düşen yağış sularını belirli bir akarsu kesitine gönderen ve komşu havzalardan, sırtlardan geçen bir su ayırım çizgisiyle ayrılan, hidrolojik, topoğrafik bir arazi birimi olarak tanımlanmaktadır (Özhan, 2004). Usta'ya (2011) göre, havza topoğrafik açıdan değerlendirildiğinde doğadaki arazi parçalarının küçük veya büyük birçok havzadan oluştuğu ifade edilmiştir. Bu kapsamda havza kavramı; insan topluluklarını, kentsel ve kırsal yerleşimleri, tarım, mera ve orman alanlarını, endüstrileri, iletişim ve haberleşme ağlarını ve rekreasyonel alanları içine alan sosyal, ekonomik aynı zamanda dinamik bir sistem olarak da tanımlanabilir.

Havzalar ana drenaj ağlarına göre nehir havzaları, havzalar ve alt havzalar olmak üzere üç farklı şekilde adlandırılabilir. Havzalar ile alt havzalar, nehir havzalarını besleyen drenaj ağlarını oluşturmaktadır. Nehir havzaları ise, çeşitli büyüklükteki birden fazla havza veya alt havza tarafından beslenen ve arazi yüzeyindeki su akıntılarının belli bir noktadan tek bir nehir ağzı, haliç ya da delta aracılığıyla denize aktığı karasal alanlar olarak ifade edilmektedir.

1.1.2 Arazi Kullanımı

Araziden yararlanma ya da arazi kullanımı dar anlamda araziden, özellikle topraktan tarım ve ormancılık için yararlanmayı ifade etmektedir. Kavramı geniş olarak ifade etmek gerekir ise; yerleşim alanı yapma, ulaşım için yararlanma, ticaret, sanat, endüstri ve tatil zamanlarını değerlendirme ve hammadde kazanma da dâhil olmak koşuluyla araziden her türlü yararlanmayı içermektedir (Çepel, 1996).

Arazi kullanımı havza içerisindeki hidrolojik süreçleri etkileyen en önemli fiziksel bileşenlerden biridir. Havzalara arazi kullanımı açısından genel olarak orman, tarım, mera ve yerleşim olarak sınıflandırılabilir. Bu arazi kullanımları havza içerisinde intersepsiyon, evapotranspirasyon, infiltrasyon, yüzeysel akış ve yeraltı akış özelliklerini belirlemektedir (Öztürk, 2009).

1.1.3 Barajlar

Baraj; suyu toplama, sulama ve elektrik üretme amacıyla akarsular üzerine yapılan bent olarak tanımlanmaktadır. Barajlar su gereksinimi karşılamak amacıyla kullanılmakla birlikte sel sularını azaltarak veya önleyerek mevsimlere göre düzensiz dağılan su kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamaktadır (Akkaya vd., 2009). Barajlar bu olumlu etkilerinin yanı sıra çeşitli olumsuz etkilere de neden olmaktadır. Örneğin; su toplama havzalarında inşa edilen bir baraj, doğal yaşam açısından önemli akarsu vadilerini su altında bırakarak çok sayıda bitki ve hayvan neslini tehlikeye sokmakla birlikte akan suyu durgun su haline getirerek de kirlenmesine yol açmaktadır (Bergün vd., 2008). Bu olumsuz etkiler barajın kendisinden ve barajın göl alanından kaynaklanabileceği gibi, erozyona bağlı aşırı toprak birikimi gibi barajın su toplama havzasından da kaynaklanabilmektedir. Su toplama havzalarındaki arazi kullanımlarının, baraj su kalitesinin fiziksel ve kimyasal değişimine etkileri olduğu gibi asıl etkileri su verimi üzerinde olmaktadır (Çepel, 1986).

1.1.4 Su Verimi

Havzaların su verimi, havza genelinde iklim, jeoloji, topografya, arazi kullanma şekilleri ve sosyo-ekonomik durum gibi parametrelere göre değişiklik göstermektedir. İklimin en önemli elemanları olan yağış tipi, rüzgar ve sıcaklık havzaların su verimi üzerinde etkili

olmaktadır. Havzanın topoğrafik yapısının da toprak, arazi kullanım şekilleri ve sel gibi olaylar nedeniyle suyun akış miktarında, kalitesinde ve rejiminde etkili olduğu bilinmektedir. Başka bir parametre olarak jeolojik yapı ise, su üretim havzalarının alt sınırlarını belirlemekte ve akış özelliklerini etkilemektedir (Özyuvacı vd, 2001). Bir havzanın su verimi, havza üzerine düşen yağış, intersepsiyon, gövdeden akış, infiltrasyon, yüzeysel akış, transpirasyon ve evaporasyon gibi hidrolojik çevrim elemanlarının karşılıklı etkileşimleri ile şekillenmektedir (Asan ve Şengönül, 1987; Asan 1999). Orman örtüsü bir taraftan evaporasyonu azaltıp, infiltrasyon koşullarını geliştirmek suretiyle düzenli ve devamlı su verimini olumlu yönde etkilerken diğer taraftan intersepsiyon ve transpirasyon yolu ile su kaybına neden olmaktadır (Asan, 1999). Havzadaki tarım alanlarının su verimine etkisi tarımsal ürünün çeşidine göre farklılık kazanmaktadır. Yerleşim alanları gibi geçirimsiz yüzeylerde ise hem buharlaşma hem de yüzeysel akış ile daha fazla su kaybı olduğu bilinmektedir (Marsh, 2010).

1.1.5 Evapotranspirasyon

Evaporasyon (buharlaşma) sıvı suyun, buharlaşma yüzeyinden su buharına dönüştürüldüğü süreçtir. Transpirasyon (terleme) ise bitki dokularında, sıvı suyun, su buharına dönüştürülmesi ile atmosfere su buharının salınması olayıdır. Bir yandan toprak yüzeyinden buharlaşma, diğer yandan bitki dokularından terleme şeklinde iki ayrı sürecin beraber sonucunda meydana gelen su kayıplarının toplamına evapotranspirasyon (ET) denilmektedir (Allen vd., 1998).

Su kaynaklarının sürdürülebilir bir biçimde kullanılması ancak hidrolojik çevrim elemanlarının bütüncül ve doğru bir şekilde izlenmesi ve bu bilgilerden su kaynakları yönetiminde karar destek amacıyla yararlanılmasıyla mümkündür (Ayanew, 2003). Suyun bir durumdan başka bir duruma geçişi ve bir yerden başka bir yere hareketi hidrolojik çevrimi oluşturmaktadır. Hidrolojik çevrim yağış, evapotranspirasyon, infiltrasyon, yer üstü ve yer altı suyu akımı olmak üzere beş temel aşamayı içermektedir (Apan, 2009). Evapotranspirasyon hidrolojik çevrimin önemli bir parametresi olup, hidrolojik ve tarımsal çalışmalarla birlikte iklimsel çalışmalarda büyük önem taşımaktadır (Sobrinho, 2005). Havzadaki arazi kullanımlarının evapotranspirasyon değeri üzerinde de etkileri söz konusudur. Örneğin; evapotranspirasyon oranı ormanlık alanda meradan %10 daha fazla olmaktadır (Penman, 1963). Douglass'a (1967) göre ise çayır alanları, daha sık kök

sistemine sahip olmaları nedeniyle ormanlık alanlara nazaran daha az su tüketmektedir.

1.1.6 Yüzeysel Akış

Yüzeysel akış, erozyonla taşınan sediment miktarını, havzaların su verimini, toprakta depolanan su miktarını, taşkın ve sellerin oluşmasını doğrudan etkileyen, hidrolojik döngünün önemli bileşenlerinden biridir. Bir alandaki yüzeysel akış, yağış şiddeti, arazi şekli, toprak özellikleri ve bitki örtüsü özellikleri gibi etmenler tarafından kontrol edilmektedir (Tüfekçioğlu vd., 2010). Bitki türlerinin yüzeysel akış miktarına etkileri ağaç türüne göre değişmektedir. Nitekim, Özyuvacı vd.'nin (2001) yapmış oldukları araştırmada, baltalık (yapraklı), sahil çamı ve karaçam ormanlarındaki yüzeysel akış miktarlarının sırasıyla %1,18, %0,49 ve %0,97 olduğunu ifade etmişlerdir. Diğer bir taraftan, farklı arazi kullanımlarında da yüzeysel akış miktarında değişimlerin olduğunu belirtmişlerdir. Genel olarak tarım ve otlak alanlarında toprak sıkışması olduğundan akışlar; yüzeysel, buna karşılık orman alanlarında ise taban suyu akışları şeklinde gerçekleşmektedir.

1.1.6 Meşcere Kapalılık Sınıfları

Kapalılık sınıfları, meşcerede yer alan ağaçların toprağı örtme derecelerine göre belirlenir. Meşcereler, hacmen % 90 ve daha fazla aynı türden oluşması halinde “saf”, farklı herhangi bir ağaç türünün tepe kapalılığına hacmen % 10 veya daha fazla girmesi halinde “karışık” kabul edilir (Meydan, 2008). Meşcereler, kapalılık bakımından; tepe kapalılığı % 10’dan daha az “Boşluklu Kapalı = 0”, % 11-40 arası “Gevşek Kapalı = 1”, % 41-70 arası “Orta Kapalı = 2”, %71-100 “Kapalı ve Tam Kapalı =3” kabul edilir ve sembolleştirilir (Tablo 11) (OGM, 2007).

Tablo 1: Meşcere kapalılık sınıfları.

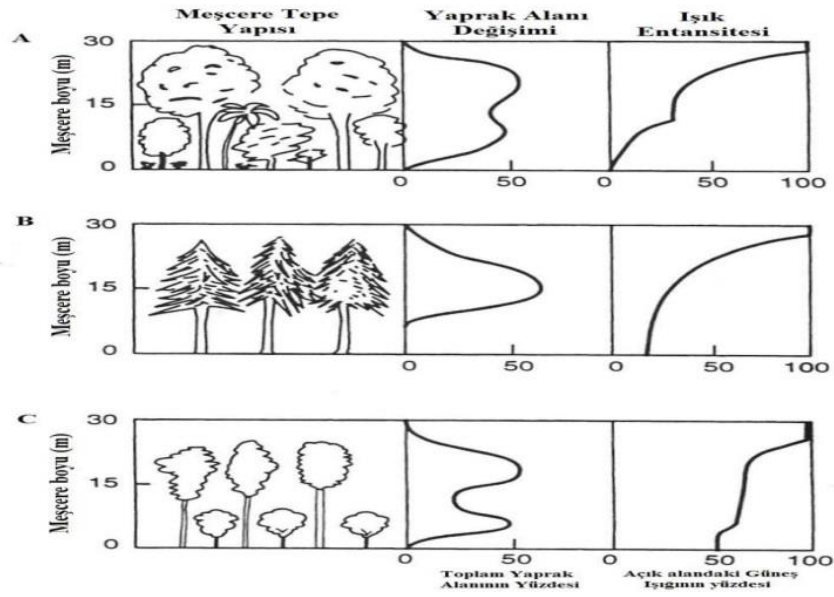
KAPALILIK ORANI	TANIMLAMA
0	<i>Boşluklu kapalı:</i> Tepe kapalılığı %10 ve daha az
1	<i>Gevşek kapalı:</i> Tepe kapalılığı %11-%40’a kadar
2	<i>Orta kapalı:</i> Tepe kapalılığı %41-%70’e kadar
3	<i>Kapalı ve tam kapalı:</i> Tepe kapalılığı %71-%100’e kadar
4	<i>Sıkışık veya girift kapalı:</i> Tepe kapalılığı %100’den fazla

Orman alanlarının su verimi üzerindeki etkisi ağaç türüne, meşcere sıklığına, tepe boyutuna ve yaprak miktarına göre değişmektedir. Yapılan araştırmalarda (Balcı, 1958; Özhan, 1982; Çepel, 1995) orman alanlarında intersepsiyonla tutulan su miktarının meşcere kapalılığı ile ilgisi olduğu belirtilmiştir. Bu yolla tutulan su miktarı, kapalılık arttıkça çoğalmaktadır. Bunun sonucunda ise, orman meşcerelerinde tepe çatısı gelişip sıklaştıkça tutulan yağış miktarının çoğaldığı ve toprağa ulaşan yağış miktarının ise azaldığı ortaya koyulmuştur. Bir havzanın su bilançosu üzerinde etkin olan faktörlerden biri olan transpirasyon (terleme) yoluyla tüketilen su miktarının da, yapılan incelemelerde (Ovington, 1959; Asan ve Şengönül, 1987; Çepel, 1995) meşcere kapalılığı arttıkça çoğaldığı belirlenmiştir. Orman alanlarıyla kaplı havzalarda kapalılık derecesindeki azalmanın su verimi üzerindeki etkileri konusunda yapılan diğer çalışmalarda (Colman, 1953; Brooks vd., 1991; Özhan ve Gökbulak, 2001) ise bitki örtüsünün %10 azalmasıyla, iğne yapraklı ormanda yapraklı ormana nazaran daha fazla su verimi olduğunu belirtmişlerdir.

1.1.7 Yaprak Alan İndisi (YAI)

Yaprak Alan İndisi (YAI); toprağın birim alanı (m^2) üzerindeki yaprakların bir yüzünün toplam alanını (m^2) ifade etmektedir. Yaprak alan indeksi (YAI), meşcere kapalılığının durumunu gösteren önemli parametre olup fotosentez, intersepsiyon ve evapotranspirasyon gibi çok farklı süreçleri kontrol etmektedir (Waring 1983; Bonan 1993; Jose ve Gillespie 1997).

Meşcere tepe yapısındaki farklılıklar ışık enerjisini tutan yaprak yüzey alanını doğrudan etkilemektedir. Çok tabakalı tropikal ormanlarda yaprak yüzeyinin dikey dağılışı meşcere altına ışığın ulaşmasını engeller (Barnes vd. 1998). Meşcere tabakalılığı, tepe çatısından toprak yüzeyine doğru yaprak alanı ve ışık entansitesinin önemli oranda değişimine yol açmaktadır. Tropikal orman (çok tabakalı) (A), ibreli orman (tek tabakalı) (B) ve yaprak döken ormanda (iki tabakalı) (C) yaprak alanının yukarıdan aşağıya doğru değişimi meşcerelerde ışık bakımından önemli farklılıklara yol açmaktadır (Şekil 16) (Barnes vd. 1998). Bunun neticesinde, karışık meşcerede belirlenen YAI değerlerinin diğer meşcere türlerine (ibreli ve geniş yapraklı) nazaran yüksek oluşu bu meşcere tipinde düşey kapalılığın yüksek olmasıyla açıklanabilir.



Şekil 1: Çok tabakalı (A), tek tabakalı (B) ve iki tabakalı (C) meşcerelerde yaprak alanı ve ışık entansitesinin değişimi (Şentürk, 2009).

1.2 Literatür Özeti

Zengin vd. (2005), İzmit Yuvacık Barajı su toplama havzasında yaptıkları bir havza planlama çalışmasında, dört farklı akarsuda su kalitesi özellikleri ile havzanın topraklarının bazı özelliklerini incelenmişlerdir. Havzanın güncel arazi kullanım durumu ile arazi yetenek sınıfları haritasının belirlendiği çalışmada, havzanın jeolojisi, bitki örtüsü, erozyon durumu ve sosyo-ekonomik yapısı da değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, havzanın baraj gölüne yakın kesimindeki toprak, topoğrafik yapı ve yetersiz vejetasyon örtüsü nedeniyle oluşan erozyonun su üretimi açısından önemli sorun oluşturduğu ilgili çalışma ile vurgulanmıştır.

Özyuvacı vd., (2001), su kaynaklarının kirletilmeden en kısa sürede kullanıma sunulması amacıyla yapmış oldukları çalışmada, havza yönetimi ilkelerine göre hareket edildiğinde su veriminin her zaman arzu edilen bir düzeyde olabileceğini vurgulamışlardır. Aynı zamanda su verimindeki artışın havzaların toprak, bitki örtüsü, arazi kullanım şekilleri ve sosyal ve ekonomik yapı gibi dinamik koşullarına yapılan bilinçli müdahalelerle akış tiplerinin değiştirmesiyle sağlanmakta olduğunu belirtmişlerdir.

Costa vd. (2003), 1949 ve 1998 yılları arasında Amazon Nehri'nde üzerinde yapılmış olan

Çalışmanın verileri dikkate alınarak, havzadaki arazi kullanım değişiminin nehir akımı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar yapılan çalışmanın sonuncunda, tarım alanlarının havza genelinde yıllar içerisinde %30'dan %49'a yükseldiği belirlemişlerdir. Tarım alanlarındaki bu artış, yıllık su akışının ortalama %24 oranında artışına ve yıllık evapotranspirasyon oranının ise %3,4 oranında azalmasına neden olmuştur.

Wei vd. (2005) yapmış oldukları çalışmada, in'deki orman hidrolojisi üzerinde, orman uygulamalarının (kesme, ağaçlandırma vb.) etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, in'de son 20 yılda yağış, intersepsiyon, yüzeysel akış ve evapotranspirasyon oranlarıyla ilgili yapılan ölçümleri dikkate alarak, bu bulgular üzerinde orman yönetimi uygulamalarının etkisini gözden geçirmişlerdir. Meşe meşceresinde yapılan traşlama çalışmalarının %90'dan %60'a azalmasıyla intersepsiyon oranı %25'den %15,2 oranında azaldığı, evapotranspirasyon oranının ise %40 ile %90 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Costa-Cabral vd. (2008) in'de bir nehir havzasında hidrolojik süreçlerin üzerinde bitki örtüsünün etkisini VIC hidrolojik modeli kullanarak simüle etmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre YAI nin yüksek olduğu orman alanlarında intersepsiyon ve evapotranspirasyon oranları ziraat ve mera alanlarına nazaran daha yüksek bulunmuştur.

Luijten vd. (2000) Kolombiya da nehir havzası içerisinde suyun verimini analiz etmek için Meknsal Su Bütçesi Modeli (Spatial Water Budget Model-SWBM) geliştirmişlerdir. Havza ağırlıklı olarak orman, alırlar, bitkiler ve meradan oluşmaktadır. Arazi örtüsünün değişiminin nehirdeki su verimine etkisi simülasyonla tespit edilmeye çalışılmıştır. Simülasyonun sonuçlarına göre, havzanın tamamen tarım alanı olarak kabul edilip mevcut arazi ile karşılaştırıldığında evapotranspirasyonun %4,6 oranında daha düşük, su veriminin ise %5 oranında daha fazladır. Havzanın tamamının orman alanı olarak kabul edildiğinde ise, evapotranspirasyon oranının %13 arttığı ve ortalama nehir akımının %15 azaldığı tespit edilmiştir. Son olarak, havzanın tamamen çıplak toprak alanı olarak kabul edildiğinde ise evapotranspirasyonun %45 azaldığı, nehir akışının ise %49 arttığı saptanmıştır.

epel (1986), orman ekosistemleri ile su bilançosu elemanları (yağış, infiltrasyon, transpirasyon, evapotranspirasyon, yüzeysel akış ve yüzeyaltı akış) arasındaki karşılıklı ilişkileri ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, orman ekosistemlerini ve su bilançosu elemanlarını etkileyen orman, toprak ve iklim faktörlerini ayrı ayrı inceleyerek bir

değerlendirmede bulunmuştur. Bunun sonucunda, bir havzanın su verimi; havza üzerine düşen yağış, intersepsiyon, gövdeden akış, infiltrasyon, yüzeysel akış, transpirasyon ve evaporasyon gibi faktörlerin denge ve karşılıklı etkileşimleriyle şekillendiğini vurgulamıştır.

Roberts vd. (1986), İngiltere Hidroloji Enstitüsü tarafından Orta Galler yöresinde sürdürdükleri araştırmada, çayır örtüsü ile kaplı havzada 230 mm'lik yağışın %17'si evaporasyon ve transpirasyonla kaybolurken, ormanlık havzada bu kaybın %38 olarak bulunduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar Thetford'da yaptıkları ölçümlerde ise, ormanlık alanlarda meydana gelen toplam evaporasyonunun çayır örtüsü bulunan alanlardakinden %49 daha yüksek olduğunu ve bu durumun taban suyu beslenmesinde %44 azalmaya neden olduğunu vurgulamışlardır.

Balcı (1958), Elmalı Barajı yağış havzasında yaptığı çalışmada, toplam yıllık yağışın orman, çayır ve çıplak alanda sırasıyla %18, %36 ve %56'lık kısımlarının yüzeysel akışla uzaklaştığını belirlemiştir. İlgili çalışmadaki toplam yıllık yüzeysel akış miktarları, orman, çayır ve çıplak alanlarında sırasıyla 2410, 4810 ve 7440 m³/ha olarak tespit etmiştir.

'Ormanların su kaynakları potansiyeli üzerine etkileri, bu alanların belirlenmesi, korunması ve Dim planlama örneği' adlı çalışmada Mızraklı, Güzenge ve Yalçın (2008), orman alanlarını sadece odun hammaddesi üretilen alanlar olarak görmekten vazgeçip orman alanlarının diğer fonksiyonlarının da incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar, orman ekosistemlerinin su kaynakları potansiyelleri üzerine etkileri, su koruma alanlarının belirlenmesi ve planlanmasının ne şekilde yapıldığı konularında yapılmış çalışmalara değinmişlerdir. Sonuç olarak, orman ekosistemi içerisinde yapılacak her türlü çalışmada, sistem elemanlarının birbirini etkilediğini ve birbirleri arasında hassas bir dengeye sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Babalık ve Yazıcı (2011), ormanlar ve su üretimi adlı çalışmalarında orman ekosistemlerinin su verimi üzerine etkilerini ve bu alanların nasıl planlanmasını gerektiğini ortaya koymuşlardır. Bu kapsamda, ormanlık havzaların su verimleri ormansız havzaların su verimlerinden yaklaşık 2 kat daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Orman örtüsünde her %10'luk artışa karşılık yıllık ortalama akışta 12-17 mm'lik bir artış meydana geldiği ve çeşitli iklim ve yükselti kuşaklarında yıllık yağışın artan orman örtüsü yüzdesine bağlı

olarak arttığı belirlenmiştir.

BÖLÜM II

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Havzanın Özellikleri

Havza, sırtlardan geçen su ayırım çizgisinin sınırladığı ve yağışlarla üzerinde toplanan yüzeysel suların tek bir çıkışa ulaşabildiği, iç bükey topografik yapıya sahip bir arazi parçasıdır (Karaelmas, 2003). Havza yaklaşımı öncelikle havzanın hidrolojik bir sistem olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Üzerindeki ekosistem ne olursa olsun havza, üzerine düşen yağışı çıkış noktasındaki akış haline dönüştüren bir sistemdir (Bağdatlı ve Öztürk, 2014).

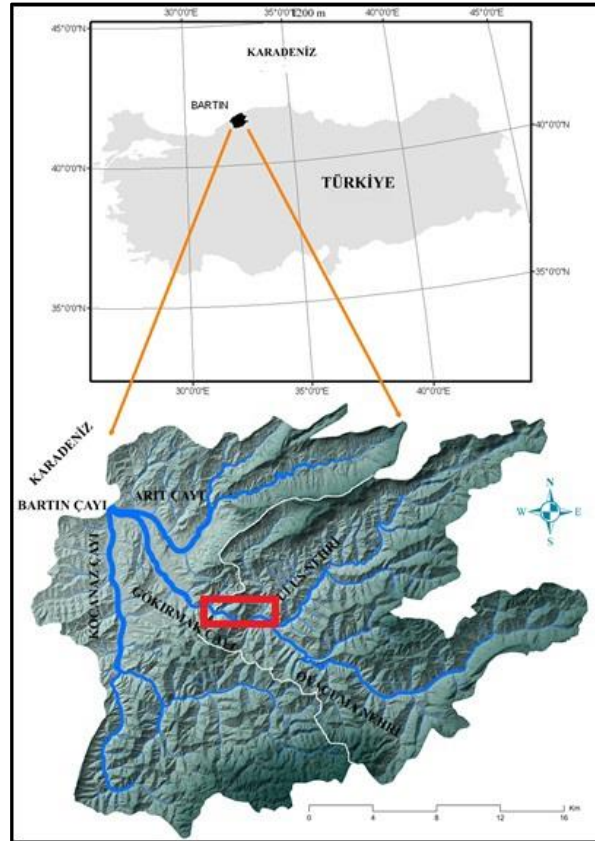
Yapımına 1999 yılında başlanmış olan Bartın-Kirazlıköprü Barajının suyunun toplanmasının hedeflendiği havzanın yaklaşık alanı 865 km²'dir. Toplam havza alanı yaklaşık 1943 km² olan Bartın Çayı'nın en uzun kolu olan Gökırmak Çayı (Ulus ve Ovacuma Çaylarını içerir) havzasının büyük bir kısmını oluşturan Kirazlıköprü Baraj havzasının yükseltisi 60 ile 1600 m arasında geniş bir kuşakta değişiklik göstermektedir (Şekil 1). Bununla birlikte, havzanın yaklaşık yarısı 300 ile 700 m arasındaki kuşakta ve yaklaşık 1/3'ü ise 700 ile 1100 m arasındaki kuşakta yer almaktadır. Havzanın bu jeomorfolojik yapısının, havzanın yaklaşık 15 km aşağısında yer alan Bartın şehir merkezindeki seller üzerinde etkisi olduğu Turoğlu ve Özdemir (2005) tarafından vurgulanmıştır. Havzanın yaklaşık 3/4'ünü kaplayan kireçtaşı-çamurtaşı jeolojik formasyonu (MTA, 2007) üzerinde ağırlıklı olarak gri-kahverengi podzolik topraklar (GTHB, 2005) oluşmuştur bunlar daha çok derinliği yarım metreyi geçmeyen sıg topraklardır.

2.1.1.1 Havzanın Topoğrafik Özellikleri

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası, Türkiye'nin kuzeyinde 13 nolu Batı Karadeniz akarsu havzası içerisinde, Bartın İl hudutları dahilinde, Bartın (Gökırmak) Çayı üzerinde 50 ile 5

kotları arasında yer almaktadır.

Gökırmak (Kocairmak) Çayı Ovacuma yakınlarında yaklaşık olarak 1000 kotlarında doğar, Ova çayı adıyla batıya doğru akarken Abdipaşa civarında Ulus Çayı ile birleşerek Gökırmak adını alır. Bu adla Kuzeybatı istikametine doğru akarken önce Arıt Çayı ile birleşerek Bartın Çayı adını alarak Kuzeybatı istikametine akmaya devam eder ve Bartın İl merkezine Kuzeydoğu istikametine akan Kozcağz Çayı ile birleşir. Bartın Çayı adını alarak Bartın İl Merkezi'nin 10 km Kuzeybatısında Karadeniz'e dökülür. Çalışma alanı, $41^{\circ} 31'$ ile $41^{\circ} 38'$ kuzey enlemleri ve Greenwich başlangıcına göre $32^{\circ} 23'$ ile $32^{\circ} 34'$ doğu boylamları arasında yer alır. Doğu-Batı istikametine kuş uçuşu 15 km, Kuzey-Güney istikametine ise 10 km uzunluktadır. Bartın havzası kuzeyde Karadeniz, doğuda Devrekani, güneyde Filyos ve güneydoğuda ise Gökırmak akarsu havzaları ile sınırlanmıştır. Proje sahasındaki ana su kaynağı Gökırmak Çayı (Kocairmak) ve onun yan kollarıdır (Şekil 2).



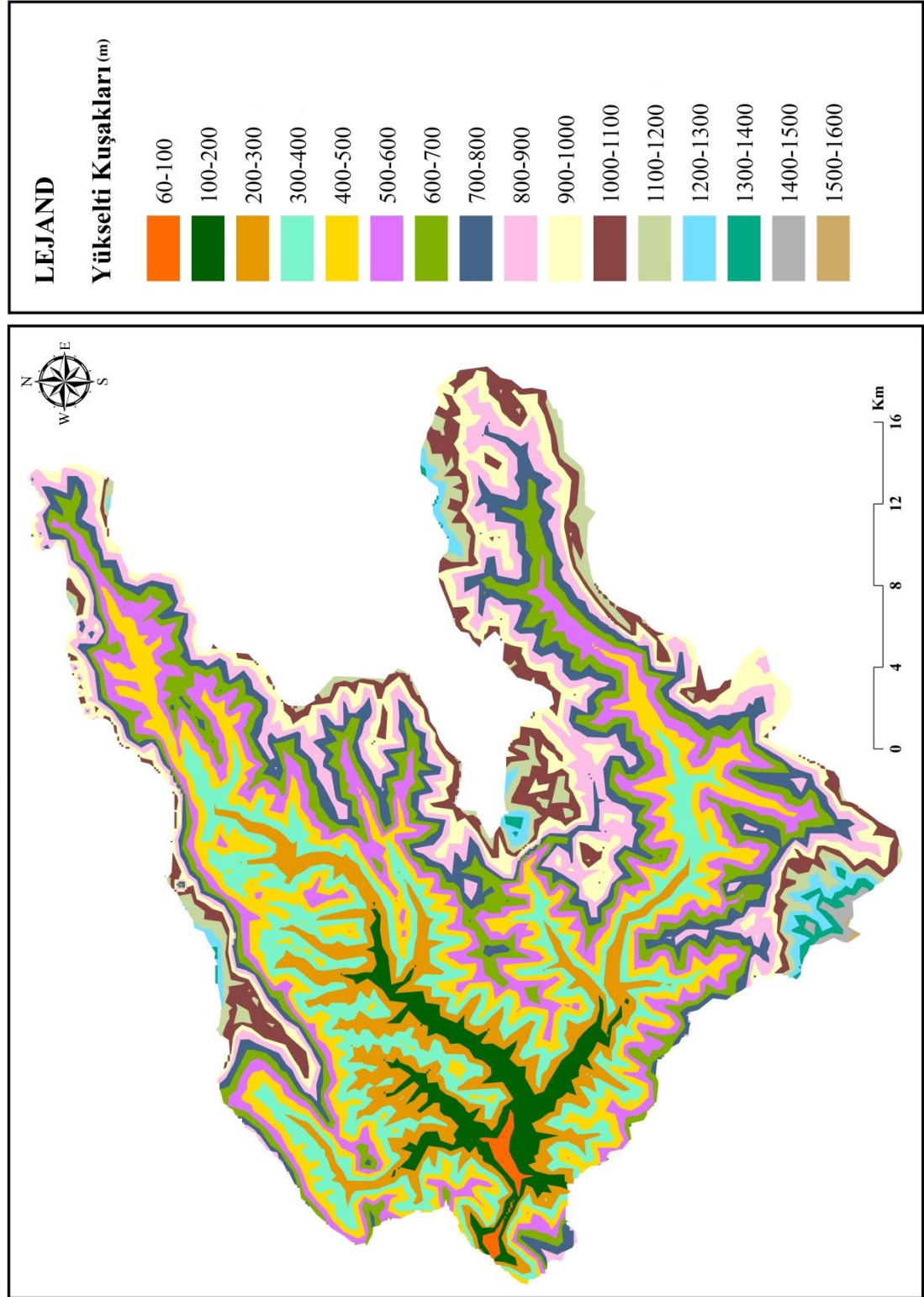
Şekil 2: Kirazlıköprü Baraj Havzasının, Bartın Çayı Havzası içerisindeki ve Türkiye'deki konumu.

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası yaklaşık 865 km² yüzölçümüne sahip olup baraj havzasının yükseltisi 60 ile 1600 m arasında değişmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak, baraj havzası yükseklik kademeleri bakımından incelendiğinde, havzanın yaklaşık olarak yarısının 300 ile 700 m yükseltiler arasındaki kuşakta yer almaktadır. Bununla birlikte, havzanın yaklaşık 1/3'ü 700 ile 1100 m arasındaki kuşakta ve yaklaşık olarak %13'ü ise 100 ile 300 m arasındaki kuşakta bulunmaktadır (Tablo 2, Şekil 3 ve Şekil 4).

Tablo 2: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası yükselti kuşakları ve kapladıkları alanlar.

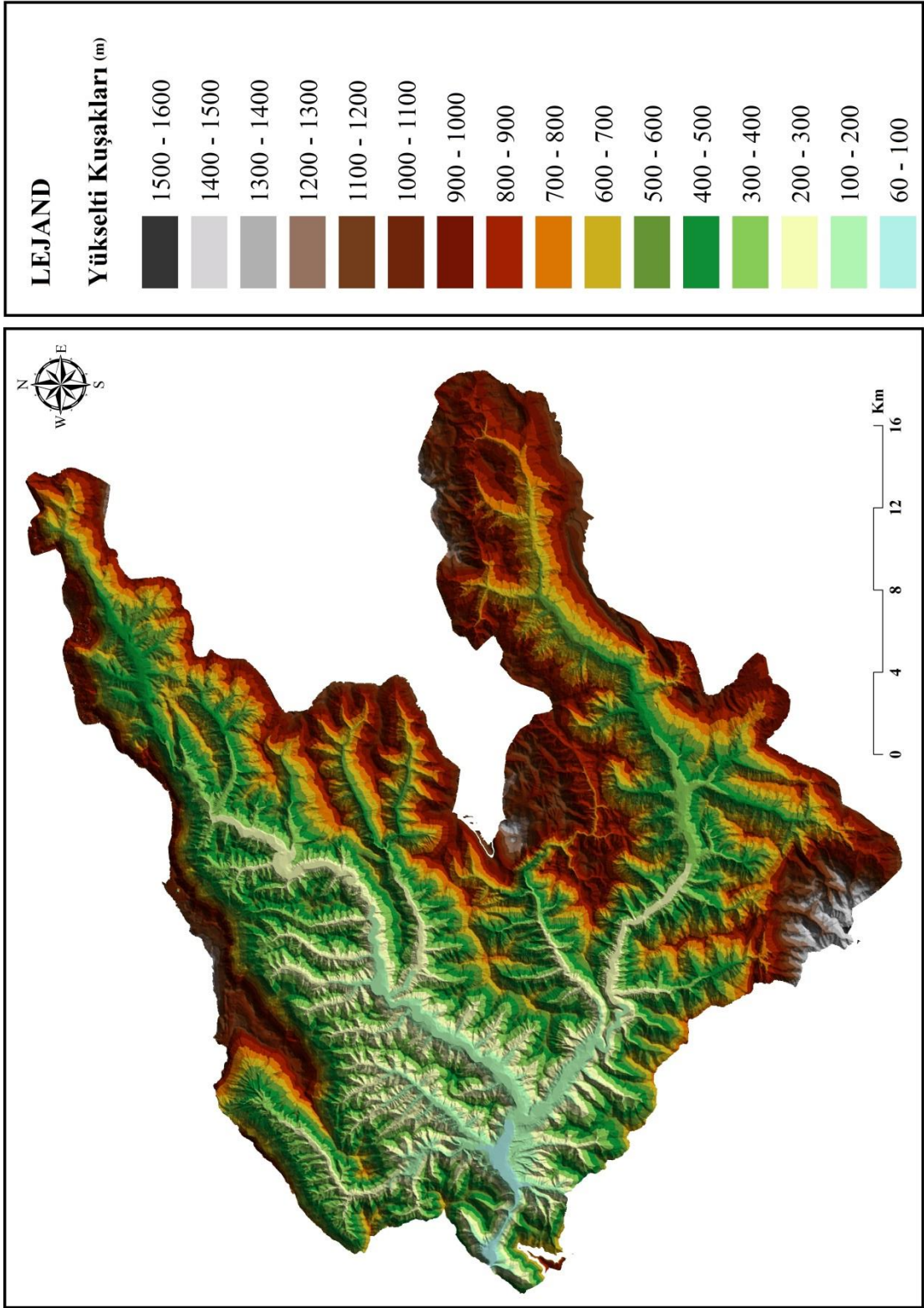
YÜKSEKLİK DURUMU	Alanı (km ²)	Yüzde (%)
60-100 m	3,59	0,42
100-200 m	36,05	4,17
200-300 m	76,54	8,85
300-400 m	106,48	12,31
400-500 m	109,17	12,62
500-600 m	102,32	11,83
600-700 m	94,81	10,96
700-800 m	83,73	9,68
800-900 m	84,22	9,74
900-1000 m	72,54	8,39
1000-1100 m	52,76	6,10
1100-1200 m	25,2	2,91
1200-1300 m	9,98	1,15
1300-1400 m	4,86	0,56
1400-1500 m	2,49	0,29
1500-1600 m	0,26	0,03
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Yükselti Haritası



Şekil 3: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasının yükseklik haritası.

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Sayısal Yükseklik Modeli



Şekil 4: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası sayısal yükseklik modeli.

Havzanın Eğim Durumu

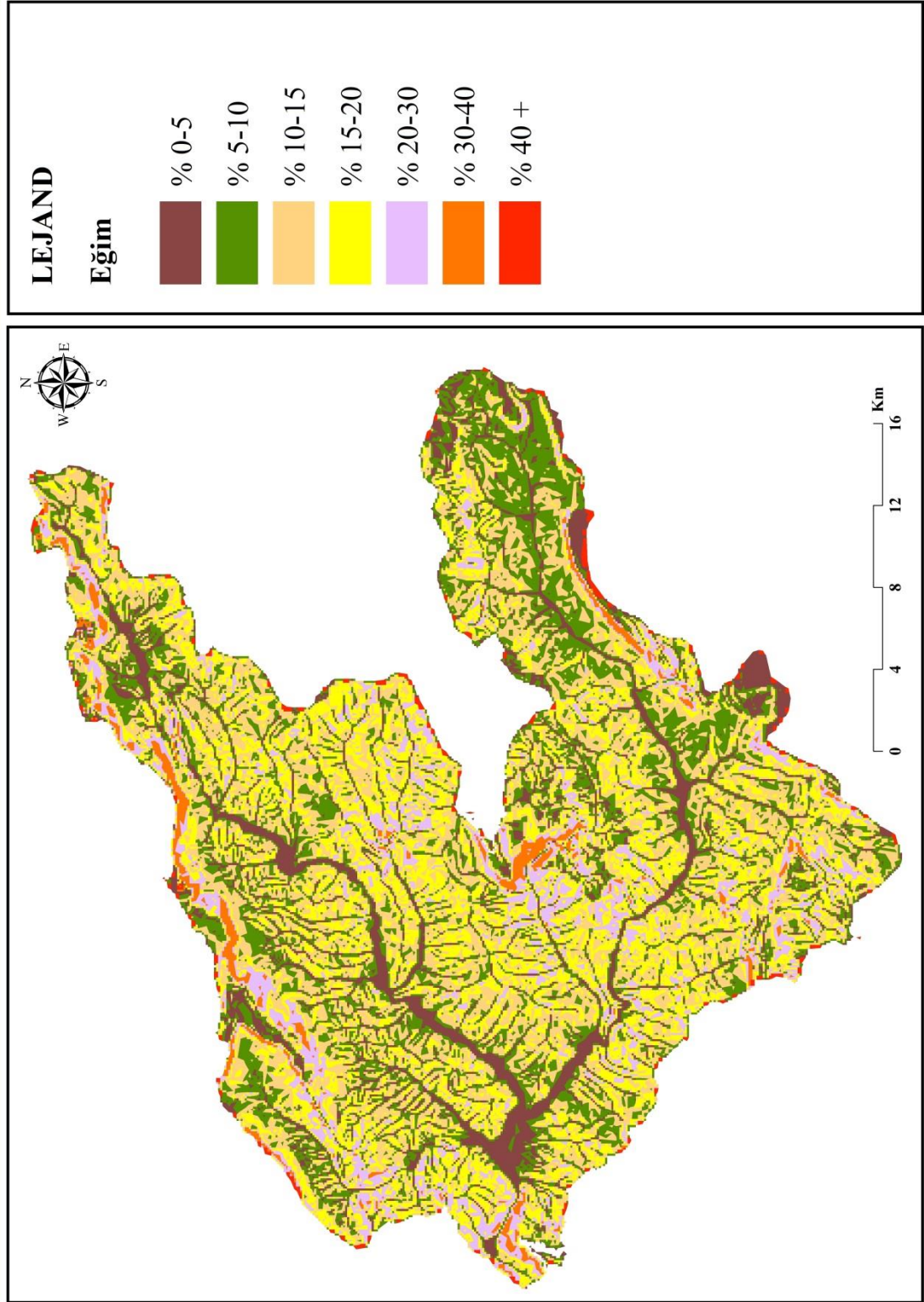
Alan kullanımlarının belirlenmesinde eğim önemli bir faktördür. Topoğrafik yapıyı oluşturan öğelerden biri olan eğim, toprak oluşumunda dolayısıyla da bitki örtüsünün oluşmasında etkili olmaktadır (Çelikyay, 2005).

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası'nın sayısal yükselti modeli üzerinden vektör tabanlı eğim haritası oluşturulmuştur. Eğim haritası oluşturulurken Ürgenç (2000)'e göre eğim grupları esas alınmıştır. Elde edilen veriler CBS kullanılarak değerlendirilmiştir. Havzanın ortalama eğimi %20 olup, %0-5 arasındaki eğime sahip hemen hemen düz araziler daha çok havzanın aşağı kısımlarında yaklaşık %11'lik bir yüzölçümünü kapsamaktadır. Baraj havzası eğim gruplarına ayrılmış ve her eğim grubunun kapladığı alanlar belirlenmiştir. Elde edilen veriler Tablo 2'de verilmiştir. Şekil 4'de havzanın eğim grupları sınıflarına göre düzenlenmiş haritası görülmektedir.

Tablo 3: Araştırma alanının eğim durumu ve kapladıkları alanlar.

EĞİM DURUMU	Alanı (km²)	Yüzde (%)
% 0-5 (Düz araziler)	97,97	11,33
% 5-10 (Hafif eğimli araziler)	200,43	23,17
% 10-20 (Çok eğimli araziler)	256,7	29,68
% 20-30 (Dik araziler)	197,29	22,81
% 30-45 (Sarp araziler)	83,53	9,66
% >45 (Pek sarp araziler)	20,52	2,37
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Eğim Haritası



Şekil 5: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası eğim grupları haritası.

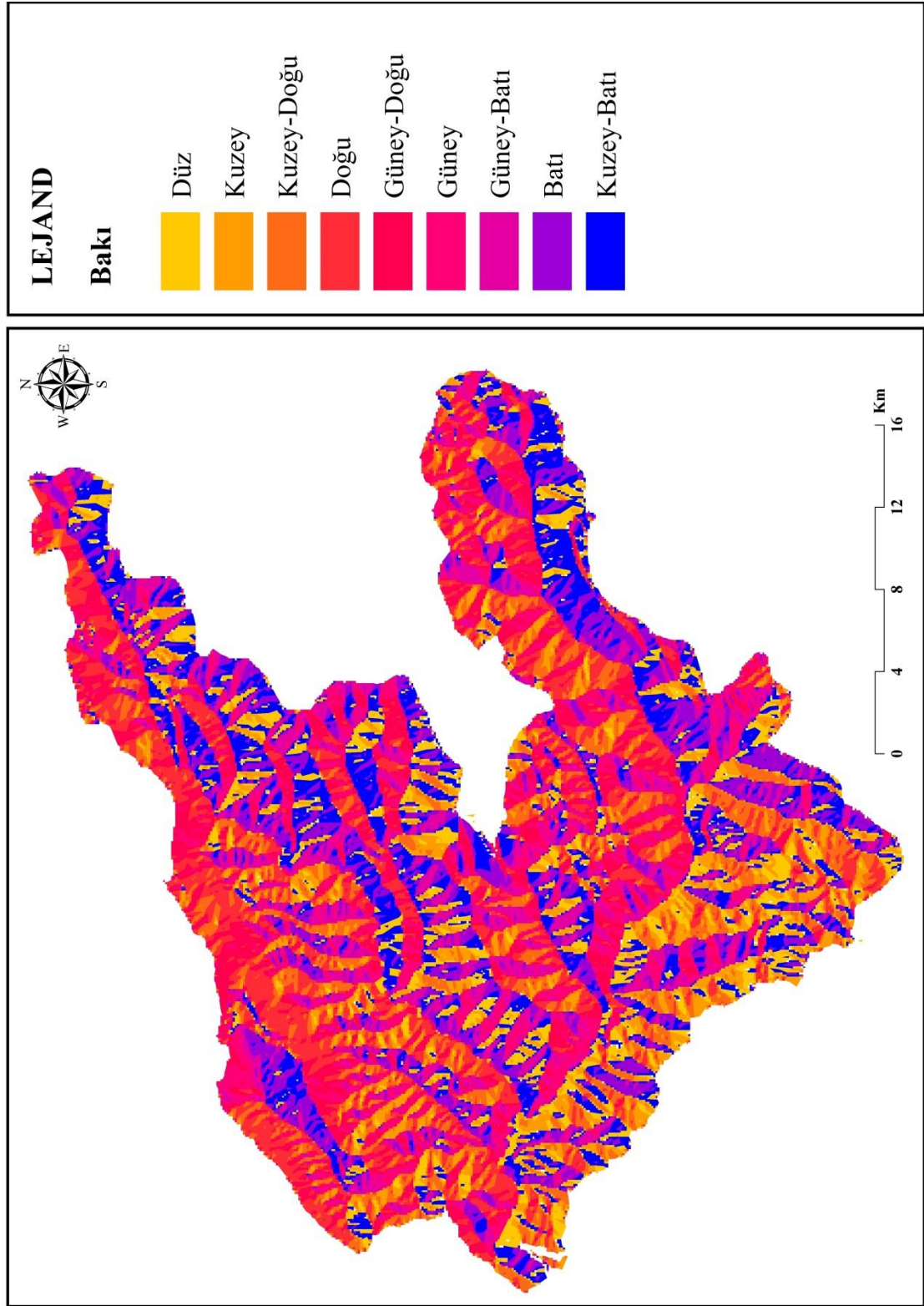
Havzanın Bakı Durumu

Bakı bir arazi parçasının 8 dilimlik rüzgar gülünün gösterdiği yönlerden hangisine baktığını ifade etmektedir. (Çepel, 1995). Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası'nın sayısal yükselti modeli üzerinden şekil de gösterildiği gibi vektör tabanlı bakı haritası oluşturulmuştur. Havzadaki yamaçların bakısı her dört yöne de hemen hemen eşit dağılmışken batıya bakan yamaçlar ağırlıktadır. Her bakı durumuna düşen alan ve bu alanın havza geneline oranı Tablo 4'de görülmektedir. Şekil 6'da ise havzanın bakı grupları haritası yer almaktadır.

Tablo 4: Araştırma alanının bakı durumu ve kapladıkları alanlar.

BAKİ DURUMU	Alanı (km²)	Yüzde (%)
Düz	77,52	8,96
Kuzey	74,05	8,56
Kuzey-doğu	89,75	10,38
Doğu	110,01	12,72
Güney-doğu	106,95	12,36
Güney	86,67	10,02
Güney-batı	87,58	10,12
Batı	114,06	13,19
Kuzey-batı	118,41	13,69
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Bakı Haritası



Şekil 6: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası bakı grupları haritası.

2.1.1.2 Havzanın Jeolojik Yapısı

Bir arazinin üst jeolojik formasyonlarının dağılımı, jeolojik katmanların geçirgenlik, su tutma ve drenaj kapasitesi ve temel biyolojik yapısı ile ilgilidir (Ürgenç, 2000).

Çalışma alanında yer alan jeolojik birimler yaşlıdan gence doğru; Ulus Formasyonu-Fliş (Alt Kretase), Alaplı Formasyonu – Fliş (Üst Kretase), Yamaç Molozu (Kuvarterner) ve Alüvyon (Kuvarterner) şeklinde gelişmiştir (MTA, 2007). Havzanın yaklaşık 3/4'ünde kireçtaşı-çamurtaşı jeolojik formasyonu yer almaktadır. Her bir jeolojik formasyona düşen alan ve bu alanın havza geneline oranı Tablo 5’de görülmektedir. Şekil 6’da ise havzanın jeoloji haritası yer almaktadır.

Çalışma alanında yer alan jeolojik birimler oluşum sırasına göre aşağıda verilmiştir.

- **Sedimanter Kayaçlar**
- **Ulus Formasyonu - Fliş (Alt Kretase)**

Havza alanının temel jeolojisini kumtaşı, kumlu kireçtaşı, konglomera, kil taşı ve marn ardaşmasını içeren fliş serisi oluşturmaktadır. Ardalanmada, kalınlıkları birkaç cm'den 1.5 m' ye kadar varan kumtaşları hakim birimdir. Fliş serisinin içerdği ardalanmada siyah-gri renkli kilaşları, lamina çok ince tabakalanma sunarlar (Mazman, 2005).

Aks yerinin ve göl alanının tamamını kaplayan Ulus Formasyonundaki istif; gri - siyah kilaşlarıyla başlar ve sarı - gri renkli kumtaşlarıyla devam eder. Alt seviyelerde ise kumlu kireçtaşları bulunmaktadır. Aksın 3km güneybatı yönünde yer alan Kumar Dağları yöresinde 5-6 m kalınlıklara sahip konglomera ve kumtaşları arasında 15-20 cm kalınlıklarda kil taşı bantları gözlenmektedir. Bol miktarda kuvars ve kireçtaşı çakılları içeren konglomeralar ile kumtaşları tedrici girişlidir. Göl alanında tabaka kalınlıkları 20-30 cm olan kumtaşı, kireçtaşı, marn ardaşması bulunmaktadır. Tektonizma sonucu değişik doğrultu ve eğimlere sahip olan fliş serisinin aks yerindeki genel konumları N 30° - 60° E/ 65°-80° SE ve NW ' dir (DSİ, 1998).

- **Alaplı Formasyonu - Fliş (Üst Kretase)**

Fliş fasiyesinde oluşan Ulus Formasyonu üzerine baraj ekseninin mensabında, uyumlu olarak Alaplı Formasyonu gelmektedir. Kalınlığı 250 m'ye kadar ulaşabilen ve yaşı Üst Kretase olan Alaplı Formasyonunda açık sarı, beyaz renkli 10-15 cm tabaka kalınlığı gösteren killi kireçtaşı ile başlayan istif ara seviye olarak 5-8 cm kalınlığındaki kiltası tabakalarıyla devam ederek üst kesimlerde 5-10 cm kalınlıklara sahip kırmızı renkli kireçtaşlarına geçer. İnce tabakalanma sunan bu kırmızı renkli kireçtaşları iki formasyon arasındaki sınırı oluşturur. Çalışma alanında Alaplı Formasyonu Siyah renkli kiltasıyla temsil edilmektedir (Mazman, 2005).

Cangaza Bazalt Üyesi: Bu üye Alaplı Formasyonunun en üst kesimlerinde yer almaktadır. Genellikle lav akıntısı, dayk ve tuf şeklindedir. Bazı yerlerde üye yer yer aglomera ve lav akıntısı şeklinde gözlenir. Bazaltlar içinde gözle seçilebilir haldeki gaz boşlukları çoğu kez karbonat ve zeolit mineralleri ile doldurulmuştur. Birçok yerde de limonitleşme gözlenmektedir. Çalışma alanının dışında, mansap kesimlerinde yüzeylenmektedir (DSİ, 1998).

- **Yamaç Molozu (Kuvarterner)**

Vadi tabanının yamaç kesimlerinde alüvyonla yanal geçişli olup, üst kesimlerde 170.00 - 180.00 kotlarında bitkisel toprak konumundadır. Fliş içerisindeki kiltası ve kumtaşlarının alterasyon ürünü olan yamaç molozu, kirli sarı - yeşilimsi gri renkli kil, içerisinde gri - sarı kumtaşı çakıllarını ve bloklarını içermektedir. Kalınlığı sol sahilde 5.75 - 28.70 m arasında ve sağ sahilde ise 2.75 - 3.00 arasında değişmektedir (DSİ, 1998).

- **Alüvyon (Kuvarterner)**

Çeşitli kayaçların kil, mil, silt, kum, çakıl ve blok gibi değişik boyutlarını kapsamaktadır. Çakıl ve bloklar köşeli, yassı, yarı yuvarlak ve yuvarlak şekillerdedir. Temel sondajlarda 13.00-15.00 arasında değişen kalınlıkta alüvyon geçilmiştir. Söğütlük deresi çevresinde olduğu gibi 1 km' den fazla genişlik gösterdiği yerler bulunmaktadır. Dere yataklarına yakın topoğrafyanın düzleştiği yerlerde alüvyon üzerinde 4 m'ye varan kalınlıklarda siltli kil ve mil içeren malzeme vardır (DSİ, 1998).

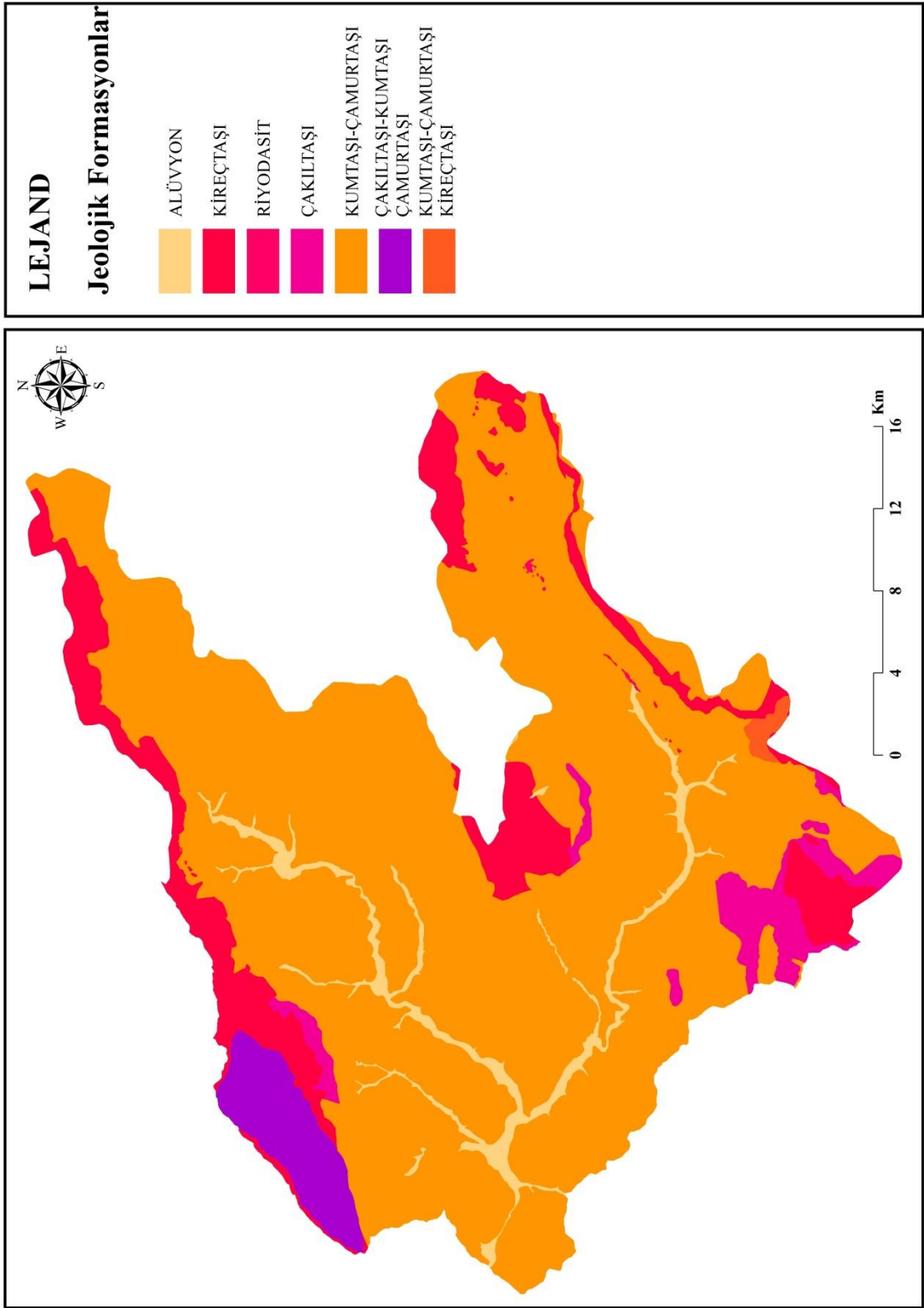
- **Yapısal Jeoloji**

Havza alanını ve çevrede geniş bir bölgeyi kaplayan Ulus Formasyonu fliş serileri, bölgede tektonik hareketler sonucu çok kırıklı ve değişken doğrultu ve eğimlere sahip bulunmaktadır. İncelenen alanda sık orman örtüsünün bulunmasından dolayı fay ve kıvrımlanma gibi tektonik yapıların varlıkları daha önceden açılmış temel sondajlar, galeriler ve yol ile dere yatakları şevlerinden belirlenmiştir (DSİ, 1998).

Tablo 5: Araştırma alanının jeoloji grupları (MTA, 2007) ve kapladıkları alanlar.

Jeolojik Formasyonlar	Alanı (km²)	Yüzde (%)
ALÜVYON	31,74	3,67
ÇAKILTAŞI	30,28	3,50
ÇAKILTAŞI-KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI	30,53	3,53
KİREÇTAŞI	105,02	12,14
KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI	663,5	76,71
KUMTAŞI-ÇAMURTAŞI-KİREÇTAŞI	3,30	0,38
RİYODASİT	0,45	0,05
Göl	0,18	0,02
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Jeoloji Haritası



Şekil 7: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası jeoloji grupları haritası.

2.1.1.3 Havzanın Toprak Özellikleri

Palmann (1948) göre; “Toprak, katı yeryüzünün gevşemiş, humus teşekkülü ve kimyasal ayrışma ile değişmiş olan, humuslaşma ve kimyasal ayrışma ürünlerinin taşınması ile değiştirilmiş olan kısımdır” olarak tarif edilmiştir (Kantarıcı, 2000).

Toprak Yapısı

Havza toprakları büyük toprak gruplarına göre değerlendirildiğinde alanda 6 büyük toprak grubu ve bir arazi tipi yer almaktadır. Bu grupları Alüvyal topraklar, gri-kahverengi podzolik topraklar, kahverengi orman toprakları, kırmızı-sarı podzolik topraklar, kolüvyal topraklar, kireçsiz kahverengi orman toprakları ve geri kalan kısmını ise topraksız çıplak kayalık araziler oluşturmaktadır (GTHB, 2005).

Araştırma alanında altı büyük toprak grubu görülmektedir. Araştırma alanında büyük toprak gruplarını oluşturan toprakların özellikleri aşağıda verilmiştir (KHGM, 1998);

Kırmızı sarı podzolik topraklar:

İyi gelişmiş olan asidik topraklardır. Yapraklı, iğne yapraklı ve karışık orman örtüsü altında oluşabilmektedir. Ana madde az çok silisli ve kalsiyumca zengindir.

Kahverengi orman toprakları:

Yapısında kireç bulunmaktadır. Genellikle geniş yapraklı orman örtüsü altında oluşmaktadır. Bu toprakların bulunduğu alanlarda eğim dik veya çok diktir. Toprak derinliği ise sığ veya çok sığdır. Drenajları iyidir. Çoğunlukla orman veya otlak olarak kullanılırlar. Tarıma alınmış alanların verimi iyidir.

Gri kahverengi podzolik topraklar:

Çoğunlukla yaprağını döken kısmen de iğne yapraklı orman örtüsü altında bulunmaktadır.

Alüvyal topraklar:

Çoğunlukla akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan (A) C profili genç topraklardır. Çoğu yukarı arazilerden yıkanan kireççe zengindir. Toprak yüzeyi nemli ve organik maddece zengindir.

Kireçsiz kahverengi orman toprağı:

Genellikle yaprağını döken orman örtüsü altında oluşur. Eğimleri genellikle dik ve çok dik, derinlikleri sığ ve çok sığdır.

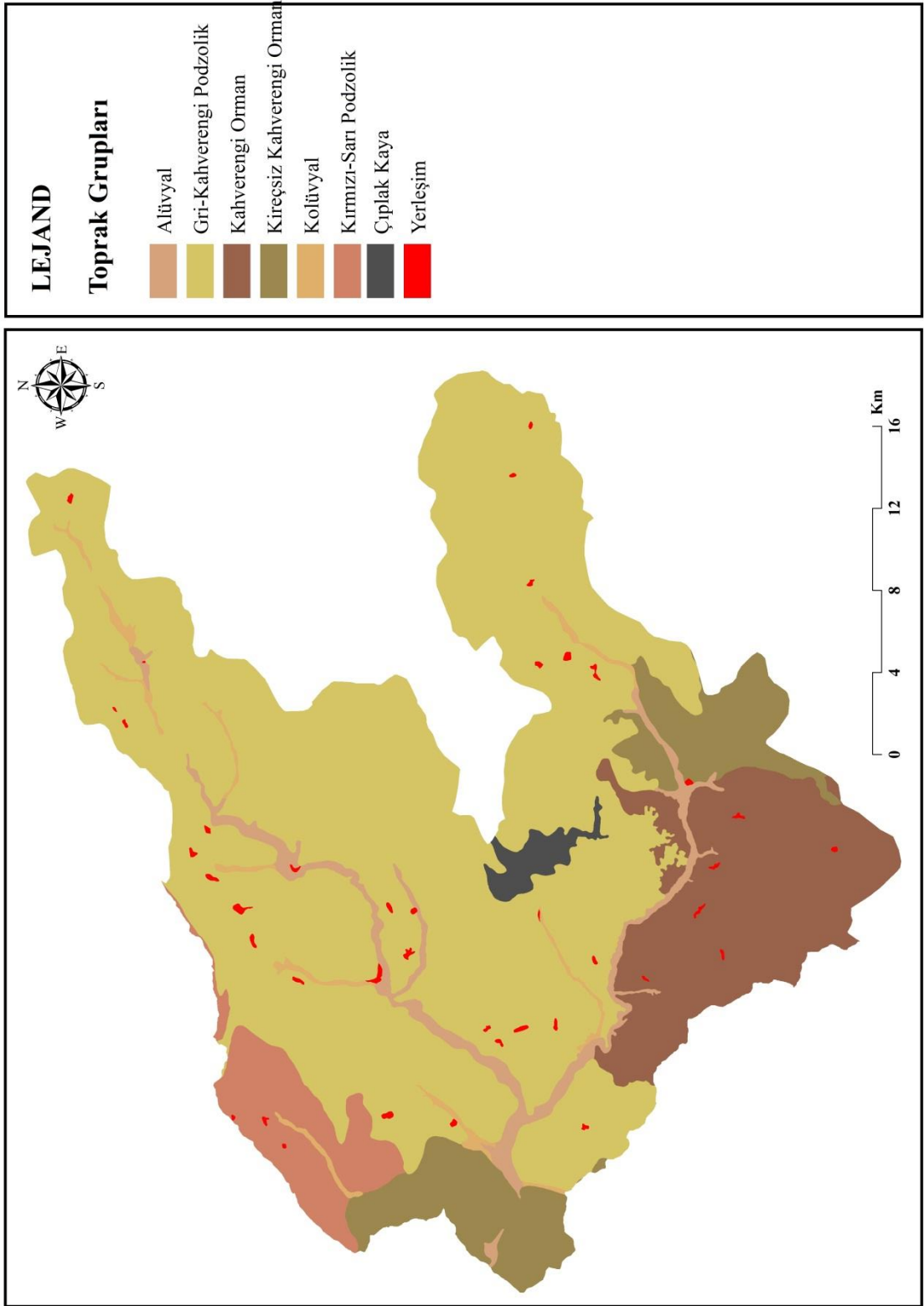
Kolüvyal topraklar:

Genellikle dik eğimlerin eteklerinde ve vadi ağızlarında yer alırlar. Yer çekimi, toprak kayması yüzey akışı ve yan derelerle taşınarak biriken materyaller üzerinde oluşmuş (A) C profilli genç topraklardır. Havza alanı içerisinde genel olarak, gri-kahverengi podzolik toprak grubu hâkimdir. Alüvyal topraklar eğimin az olduğu nehir yatağı boyunca uzanan alanlarda görülmektedir. Her toprak grubuna düşen alan ve bu alanın havza geneline oranı Tablo 6’da görülmektedir. Havzanın büyük toprak grupları Şekil 8’de gösterilmiştir.

Tablo 6: Araştırma alanının toprak grupları (GTHB, 2005) ve kapladıkları alanlar.

Toprak Grupları	Alanı (km²)	Yüzde (%)
Alüvyal	30,50	3,53
Çıplak Kaya	9,57	1,11
Gri-Kahverengi Podzolik	572,04	66,13
Kahverengi Orman	118,26	13,67
Kreçsiz Kahverengi Orman	75,15	8,69
Kırmızı-Sarı Podzolik	43,35	5,01
Kolüvyal	12,31	1,42
Yerleşim	3,82	0,44
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Toprak Sınıfı Haritası



Şekil 8: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası toprak grupları haritası.

Toprak Derinliği

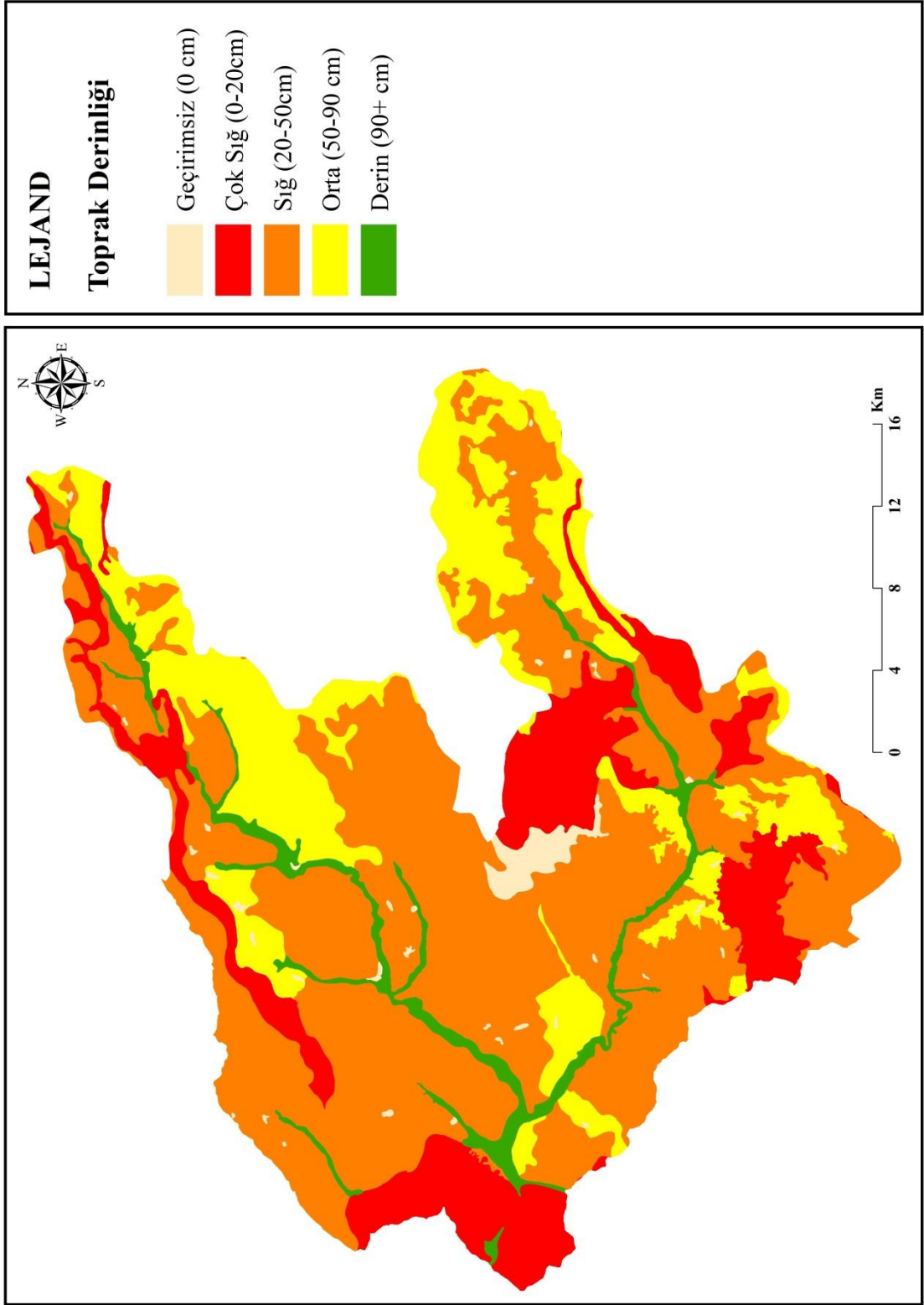
Toprak derinliği denildiğinde anakaya üzerinde bulunan gevşemiş kısım anlaşılmaktadır. Toprağın üst yüzeyinden anamateryal veya anakayaya kadar olan derinliğe mutlak toprak derinliği, bitki köklerinin inebildiği derinliğe ise fizyolojik toprak derinliği denilmektedir (OGM, 2011a)

Havza alanı içerisinde ağırlıklı olarak derinliği yarım metreyi geçmeyen sığ topraklar hakim olmaktadır (GTHB, 2005). Her toprak derinliğine düşen alan ve bu alanın havza geneline oranı Tablo 7’de görülmektedir. Şekil 9’da ise havzanın toprak derinliği haritası yer almaktadır.

Tablo 7: Araştırma alanının mutlak toprak derinliği (GTHB, 2005) ve kapladığı alanlar.

Toprak Derinliği	Alanı (km²)	Yüzde (%)
Geçirimsiz (0 cm)	13,44	1,55
Çok Sığ (0-20 cm)	147,29	17,03
Sığ (20-50 cm)	480,33	55,53
Orta (50-90 cm)	182,22	21,07
Derin (90 + cm)	41,72	4,82
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Toprak Derinliği Haritası



Şekil 9: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası toprak derinliği haritası.

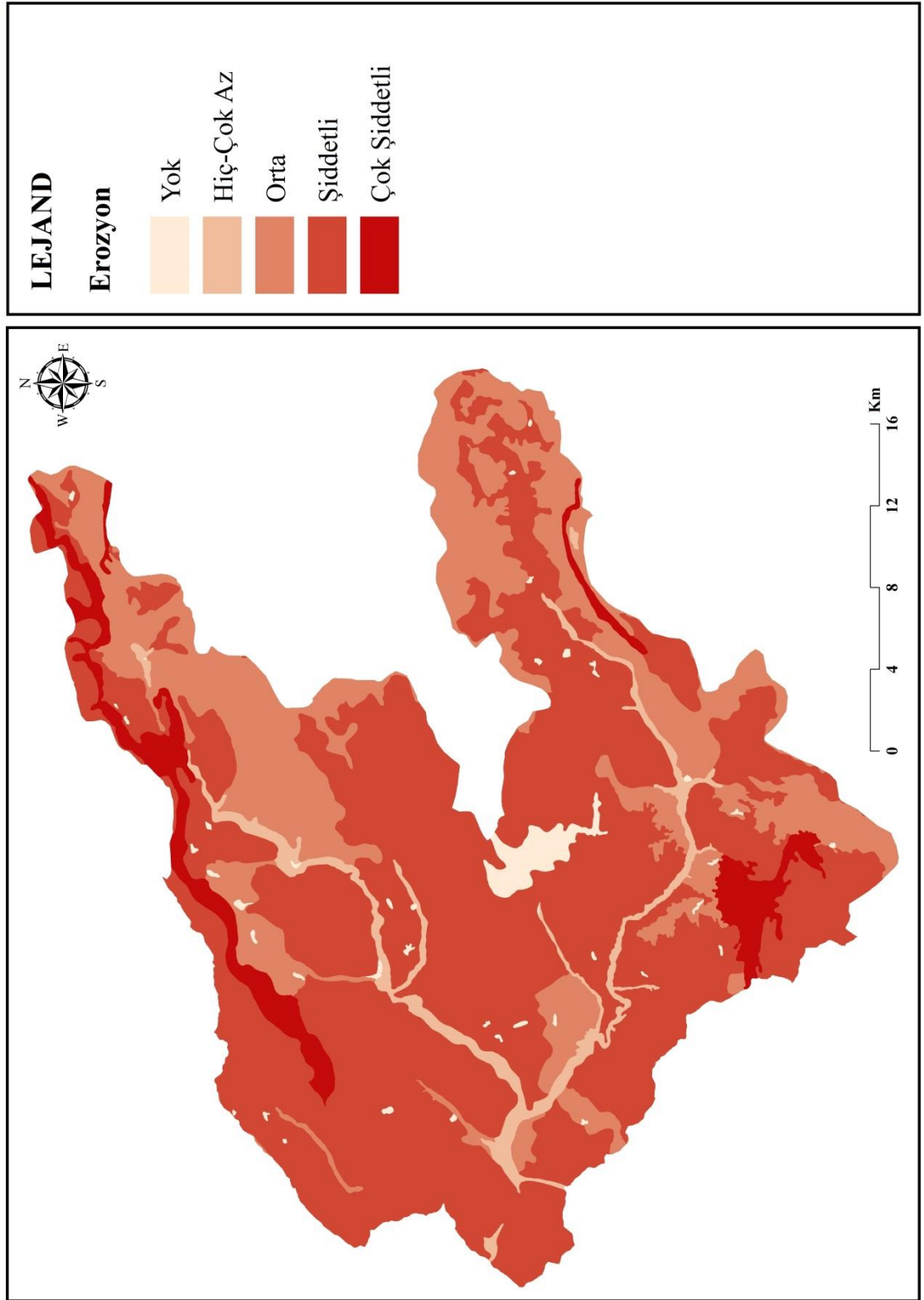
Erozyon

İklim, toprak ve vejetasyon arasında kurulmuş olan doğal dengenin insan uğraşları ile bozulması sonucu toprak erozyonu meydana gelmektedir. Araştırma alanında erozyon etkili ve yaygındır. Havza alanı içerisinde ağırlıklı şiddetli erozyon görülmektedir (GTHB, 2005). Her bir erozyon grubuna düşen alan ve bu alanların havza geneline oranı Tablo 8’de verilmiş olup Şekil 10’da havzanın toprak erozyonu haritası verilmiştir.

Tablo 8: Araştırma alanının erozyon grupları (GTHB, 2005) ve kapladıkları alanlar.

Erozyon Grupları	Alanı (km²)	Yüzde (%)
Yok	13,44	1,55
Hiç-Çok Az	34,57	4,00
Orta	216,52	25,03
Şiddetli	551,47	63,75
Çok Şiddetli	49,00	5,66
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Erozyon Haritası



Şekil 10: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası erozyon durumu haritası.

2.1.1.4 Havzanın Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfları

Toprak özellikleri, toprağın bitkisel üretim yeteneğini oluşturan ve sınırlayan etkenlerdir. Toprağın fiziksel özellikleri, bitkilerin büyüme güçleri, iklim birer etken olarak dikkate alınarak, araziler tarıma elverişlilik derecelerine ve verimi sınırlayan etkenlerin durumuna göre 8 sınıfa ayrılmıştır (Bibby ve Mackney, 1969; Çelikyay, 2005). Ülkemizde kullanılan en önemli arazi sınıflama sistemi, ABD Tarım Bakanlığının geliştirmiş olduğu, Arazi Kullanım Yetenek Sınıflaması (AKYS) sistemidir. AKYS sisteminden; kültür bitkilerinin yetiştiriciliğinde, arazi bozulmasına neden olmadan tarımsal amaçlı arazi kullanımının sağlanmasında ve ormancılıkta yararlanılmaktadır (Çelikyay, 2005).

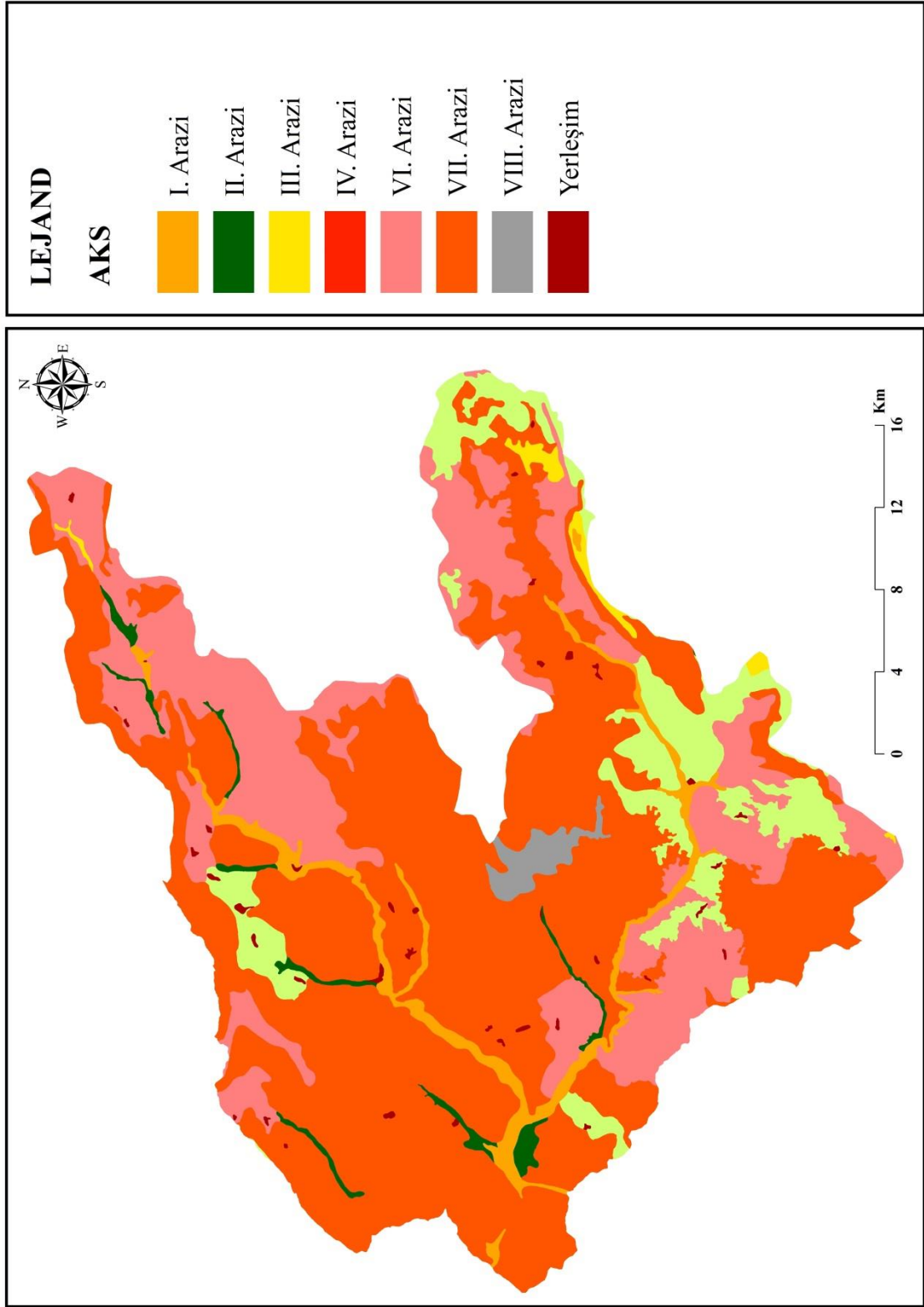
Havza alanı içerisindeki toprakların arazi kullanım yetenek sınıfları I., II., III., IV., VI., VII., VIII. sınıftır (Şekil 11). Tarıma elverişli olan I., II., III., ve IV. sınıf arazilerinin havza geneline oranı yaklaşık %15 civarındadır. Sulamaya elverişli olan I., II., ve III. sınıf arazilerin ise havza geneline oranı %6 civarındadır (GTHB, 2005).

Havza alanının yüksek kesiminde yer alan ve ormanlık alanlardan oluşan eğimli araziler, VI. ve VII. sınıf arazi kullanım yetenek sınıfına sahip araziler olup Tablo 9’da her bir arazi kullanım yetenek sınıflarının alanları ve havza genelinde oranları verilmiştir.

Tablo 9: Araştırma alanının arazi kullanım kabiliyet sınıfları (GTHB, 2005) ve kapladıkları alanlar.

Arazi Kabiliyet Sınıfı	Alanı (km²)	Yüzde (%)
I. Sınıf Araziler	33,15	3,83
II. Sınıf Araziler	12,00	1,39
III. Sınıf Araziler	6,75	0,78
IV. Sınıf Araziler	79,34	9,17
VI Sınıf Araziler	208,03	24,05
VII. Sınıf Araziler	512,29	59,22
VIII. Sınıf Araziler	9,62	1,11
Yerleşim Alanları	3,82	0,44
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Arazi Kabiliyet Sınıfı Haritası



Şekil 11: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası arazi kabiliyet sınıfları haritası.

2.1.1.5 Havzanın İklim Özellikleri

Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Bartın'da tipik deniz iklimi hakimdir. Yazlar serin, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. Hemen her mevsimde yağış alan Bartın, özellikle sonbahar ve kış mevsimlerinde daha fazla yağış alır. Yağışlar yazları yağmur, kışları yağmur ve kar şeklindedir (Anon., 2008).

Bölgede hemen hemen tüm meteorolojik verilerin gözlenip kaydedildiği en büyük meteoroloji istasyonu olması dolayısıyla Bartın İli şehir merkezinde bulunan istasyonun verileri bu çalışmanın ana kaynaklarından biridir. Bartın Meteoroloji istasyonunun 1982 ile 2011 yılları arasını kapsayan 30 yıllık meteoroloji verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 12.6°C, yıllık toplam yağış 1033,2 mm'dir (MGM, 2011). Bölge nemli mezotermal iklim rejimi içerisine dâhildir (Atalay, 2011). En sıcak ay, 22.2°C ortalama sıcaklığa sahip olan Temmuz ve en soğuk ay ise 4.1°C ortalama sıcaklığa sahip olan Ocak ayıdır. Ortalama 123 mm yağış ile en nemli ay Ekim ve ortalama 49 mm yağış ile en kurak ay Mayıs'tır. Esme süresine bağlı olarak, hâkim rüzgâr yönleri Karadeniz'in yer aldığı batı-kuzeybatı ve kuzey-kuzeydoğudandır (MGM, 2011).

Thornthwaite yöntemine göre sıcaklık ve yağış elemanları değerlendirilerek Bartın ilinin su bilançosu çıkartılmıştır (Tablo 10).

Thornthwaite yöntemi, 1948 yılında C.W. Thornthwaite tarafından geliştirilen yöntem, yağış ve sıcaklık verilerine dayanılarak hesaplanan evapotranspirasyon kaybından giderek iklim sınıflandırılmasına ışık tutulmuştur.

Thornthwaite sınıflamasının esas amacı, her ne kadar farklı iklim tipleri belirlemekse de, özellikle uygulamada tarım, hidrojeoloji, su kaynaklarının geliştirilmesi gibi konularda evapotranspirasyonun doğrudan doğruya hesaplanamadığı yerlerde geniş kullanım alanı bulmasıdır. Bu amaçla yöntemin en önemli özelliği olan evapotranspirasyonun hesaplanmasında su bilançosu çizelgesi kullanılmakta ve hesaplama sonucu oluşturulan çizelge aracılığıyla, aynı zamanda iklim tipi de belirlenmektedir (Thornthwaite, 1948).

Tablo 10: Thornthwaite yöntemine göre Bartın'ın su bilançosu (1982-2011).

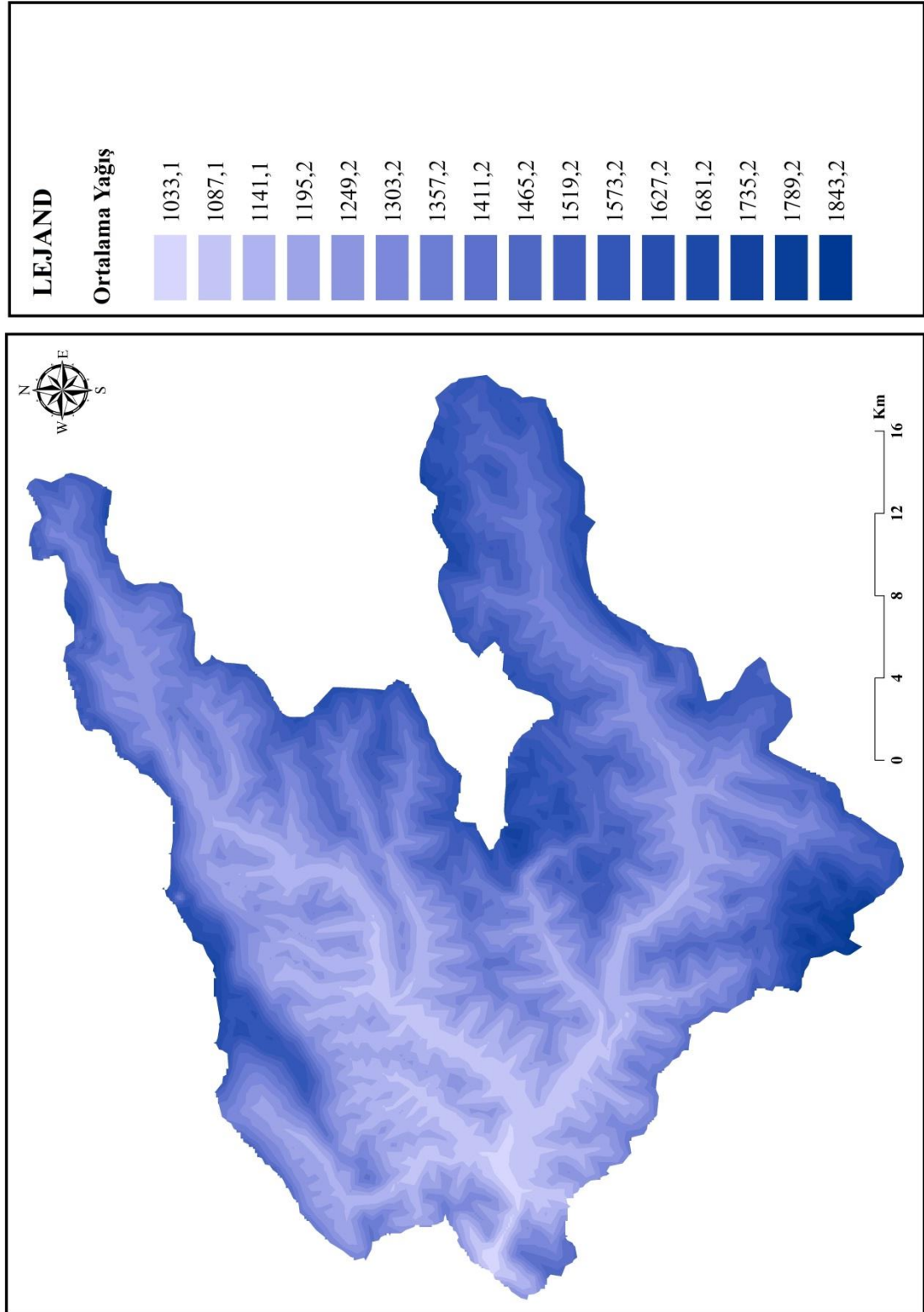
Meteorojik Eleman	AYLAR												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (°C)	4,2	4,4	6,8	11	15,4	19,7	22,3	21,7	17,8	13,3	8,7	5,8	12,6
Sıcaklık İndisi	0,77	0,82	1,59	3,3	5,49	7,97	9,62	9,23	6,66	4,4	2,3	1,25	53,41
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	12,5	13,1	22,5	40	68	90	115	109	80	51,5	31	17	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0,83	0,83	1,03	1,11	1,25	1,26	1,27	1,19	1,04	0,96	0,8	0,8	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	10,4	10,9	23,2	44,4	85	113	146	130	83,2	49,4	25	13,6	734,6
Ortalama Yağış (mm)	98,5	84,9	73,4	56,1	48,7	82,5	67,7	70,9	98	123	111	119	1033,2
Depo Değişikliği (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	-36	-31	-33	0,0	14,8	73,4	12	0,0	
Depolama (mm) Gerçek	100	100	100	100	63,7	32,8	0,0	0,0	14,8	88,2	100	100	
Evapotranspirasyon (mm)	10,4	10,9	23,2	44,4	85	113	101	70,9	83,2	49,4	25	13,6	630,3
Su Açığı (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,6	58,8	0,0	0,0	0,0	0,0	104,4
Su Fazlası (mm)	88,2	74,1	50,2	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	74	105	402,9
Yüzeysel Akış (mm)	79,7	76,9	63,5	37,6	18,8	9,4	4,7	2,4	1,2	0,6	37	71,2	402,9
Nemlilik Oranı	8,5	6,8	2,2	0,3	-0,4	-0,3	-0,3	0,0	0,2	1,5	3,4	7,8	

Havzanın iklim formülü Thornthwaite (1948)'e göre B2B1'ra1' olarak belirlenmiştir. Harflerin temsil ettiği iklim tipi nemli (B2), orta sıcaklıkta (B1'), su açığı olmayan veya pek az olan (r), okyanusal (a') iklim tipini ortaya koyar.

Yağış miktarı genel olarak yükselti ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Bu kapsamda yağışın her 100 metrelik yükselişe karşılık 54 mm'lik bir artış gösterdiği esas alınmaktadır (Özyuvacı, 1999). Şekil 12'de Bartın Meteoroloji İstasyonundan elde edilen verilere göre (1982-2011) yükseltiye bağlı yağış değişimi verilmiştir.

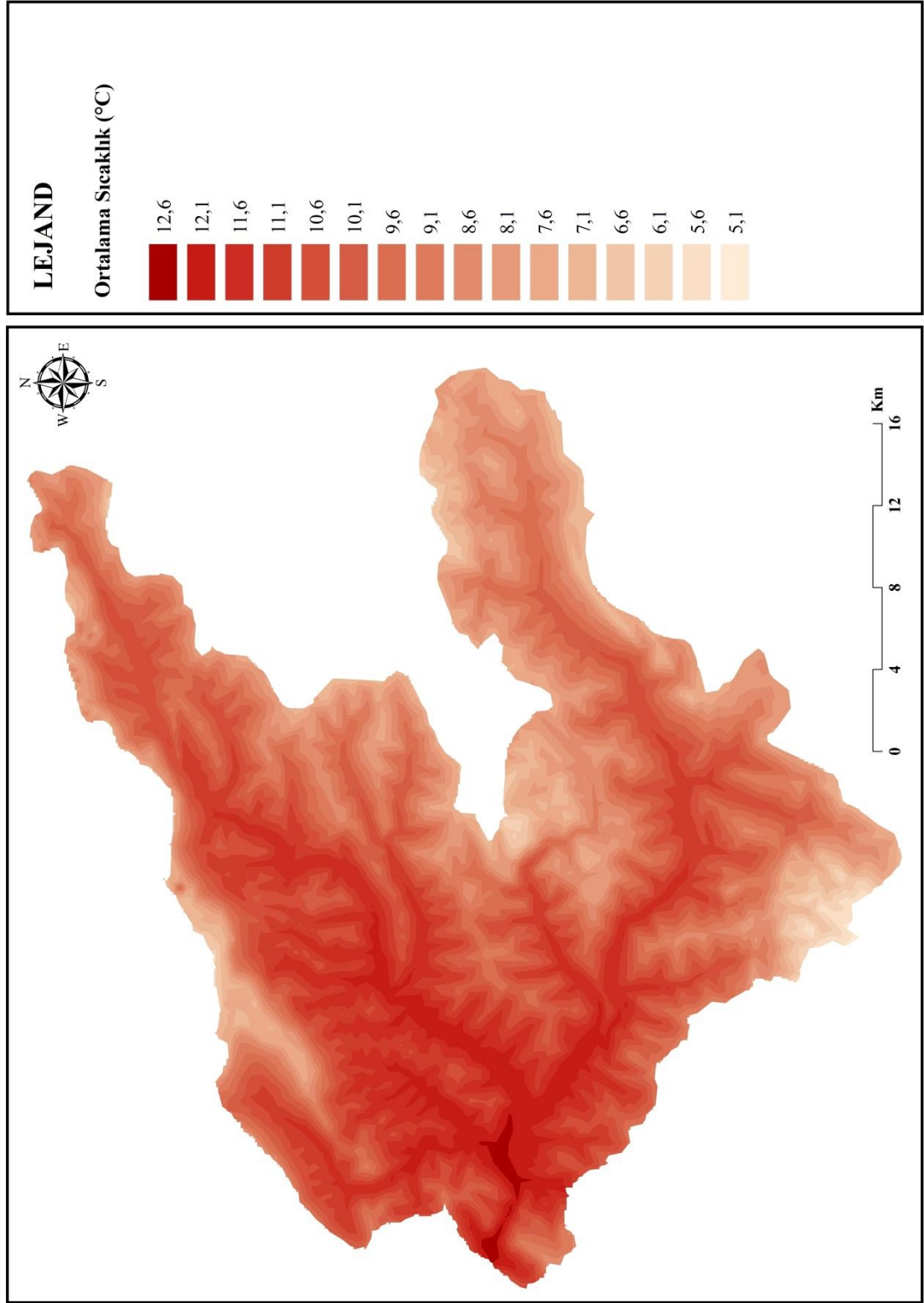
Yağış gibi hava sıcaklığının da her 100 metrelik yükselti artışında 0.5°C azaldığı (yani düşey sıcaklık gradyanının 0.5°C olduğu) kabul edilmektedir (Özyuvacı, 1999). Bu doğrultuda Şekil 13'de Bartın Meteoroloji İstasyonundan elde edilen verilere göre (1982-2011) yükseltiye bağlı ortalama hava sıcaklığının değişimi verilmiştir.

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Yıllık Ortalama Yağış



Şekil 12: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası'nın yükselti kuşaklarına bağlı ortalama yağış durumu (1982-2011).

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Yıllık Ortalama Sıcaklık



Şekil 13: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası'nın yükselti kuşaklarına bağlı ortalama sıcaklık durumu (1982-2011).

2.1.1.6 Havzanın Arazi Kullanım Durumu

Bartın-Kirazlıköprü Barajı, Bartın İli şehir merkezinden yaklaşık 15 km olup kırsal bir havzaya sahiptir. Dolayısıyla havzadaki arazi kullanımı da genel olarak bu kırsal yapıyı yansıtmaktadır. Buna göre, havzanın yaklaşık 1/3'ünü ziraat alanları teşkil etmektedir (OGM, 2011b). Daha çok ırmak kenarında yoğunlaşmış olan bu ziraat alanlarında yetiştirilen tarım ürünlerinde ağırlıklı olarak fındık, çilek, yem bitkileri, hububat, sebze ve meyve bulunmaktadır. Ekimi yapılan başlıca yem bitkileri olan yonca, korunga ve fiğ yeşil ve kuru ot olarak, silajlık mısır, sorgum üretimi yapılmaktadır. Sebze üretiminde en fazla domates, biber, karalahana yetiştirilmektedir. Meyve olarak fındık ve ceviz bahçeleri haricinde en fazla elma, armut ve erik üretilmektedir. Hububat ekim alanlarında yetiştirilen ürünler daha çok buğday, mısır, arpa ve yulaftır (GTHB, 2014).

Kırsal yerleşimler, tarım yapılan arazilerin içerisinde ve civarında dağınık köyler şeklindedir. Bu köylerde daha çok büyükbaş hayvancılık yer yer de küçükbaş ve kümes hayvancılığı gerçekleştirilmektedir. En fazla yetiştiriciliği yapılan büyükbaş hayvan türleri kültür melezi sığır ve saf kültür ırkı sığırdır. Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde koyun ve keçi olup kümes hayvanları içerisinde ise en fazla tavuk yetiştirilmektedir (GTHB, 2014).

Yöre yoğun bir şekilde dışarıya göç vermesi nedeniyle bu ziraat alanları yüksek kesimlerde yerini kısmen orman alanlarına terk etmiştir. Şöyle ki 1986 ile 2006 yılları arasında ziraat alanları yaklaşık %10 azalmış, orman alanları ise aynı nispette artmıştır (Öztürk, 2009). Bütün bunlara bağlı olarak nüfus zamanla azalmıştır. Bartın İli'ne bağlı Ulus İlçesi, havzada bulunan başlıca yerleşim alanı olup Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ANDNKS) veri tabanına göre kayıtlı kişi sayısı 22.466 olarak belirtilmiştir (TÜİK, 2013).

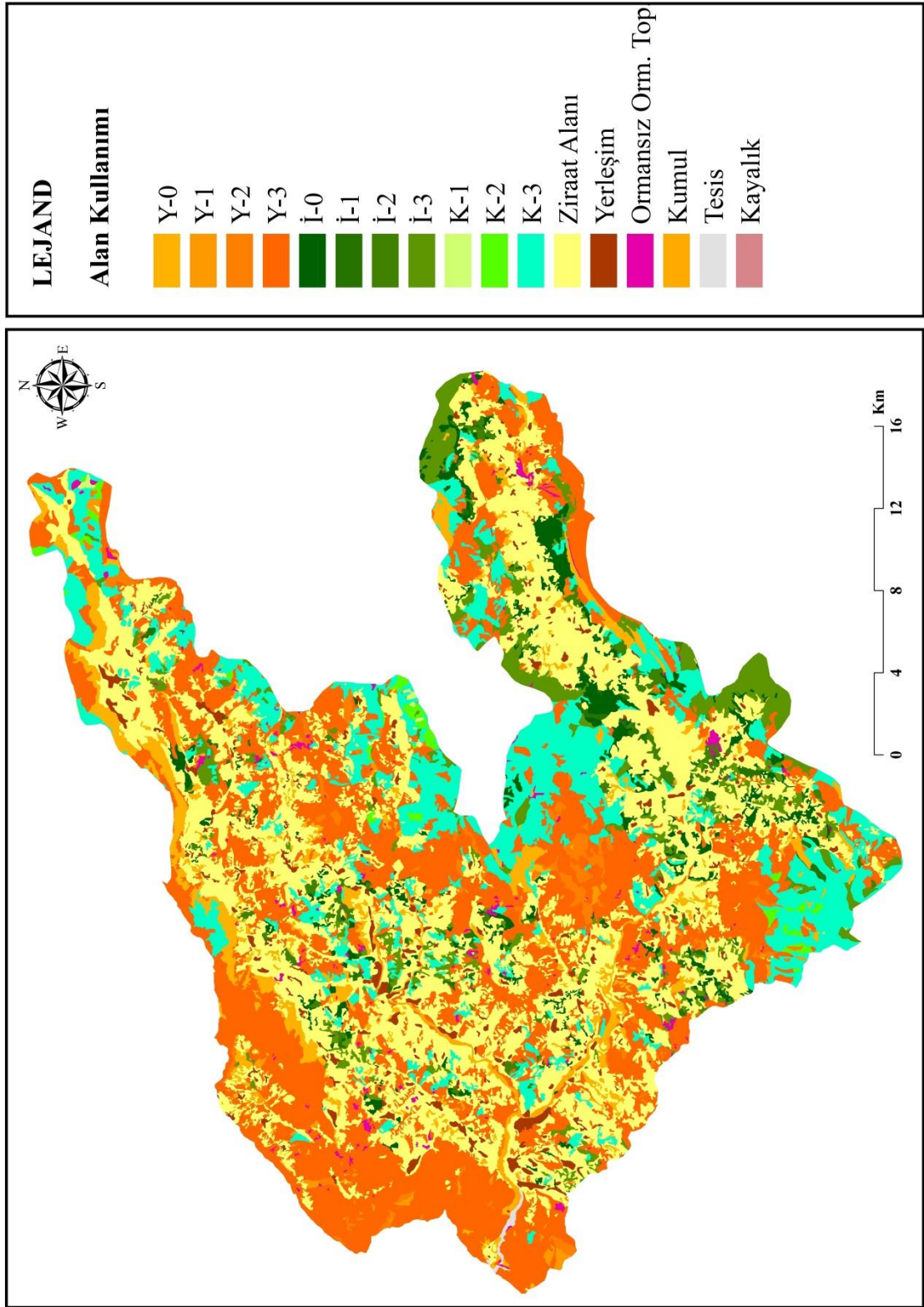
Havzada ziraat ve yerleşim alanlarından arta kalan yaklaşık %60'lık kısımlar orman alanları ile kaplıdır. Bu ormanların yaklaşık %61'i yapraklı orman, %22'si karışık orman ve %17'si ise ibreli orman olarak Bartın Çayı Havzası'nın orman amenajman planlarında belirtilmektedir (OGM,2011b). Bununla birlikte, orman alanlarının oranı, ilk 200 m'de ortalama %28 olup, ağırlıklı olarak yapraklı ormanlar olup 1200 m'ye kadar, oran olarak ağırlığını koruyan yapraklı türler, bu ağırlığı daha sonra karışık türlere bırakmıştır. 1100 m'den en yüksek seviye olan 1600 m'ye kadar hemen hemen karışık ormanların hâkim olduğu kuşaklar yer almaktadır (OGM, 2011b).

Havza alanının arazi kullanım durumu ve her bir arazi kullanım durumuna düşen alan ve bu alanın havza geneline oranı Tablo 11’de görülmektedir. Şekil 14’de ise havzanın arazi kullanım haritası yer almaktadır.

Tablo 11: Araştırma alanının arazi kullanım durumu (OGM, 2011b) ve kapladıkları alanlar.

ARAZİ KULLANIM DURUMU	Alanı (km²)	Yüzde (%)
ORMAN ALANLARI	551,29	63,90
ZİRAAT ALANLARI	278,00	32,00
YERLEŞİM ALANLARI	23,00	2,64
ORMANSIZ TARIM ALANLARI	6,50	0,75
KUMUL ALANI	5,23	0,60
TESİS ALANI	0,90	0,10
KAYALIK	0,08	0,01
TOPLAM	865,00	100,00

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Arazi Kullanımı Haritası



Şekil 14: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası'nın arazi kullanım durumu (Y: Yapraklı, İ: İbrelî, K: Karışık).

2.1.1.7 Havzanın Bitki Örtüsü

Bartın-Kirazköprü Baraj Havzası'ndaki bitki örtüsü genel itibariyle Batı Karadeniz yöresinin doğal bitki örtüsü yapısını yansıtmaktadır (Atalay, 2011). Buna göre, ağırlık geniş yapraklı bitki türlerinden oluşan orman meşcerelerinde olmak üzere iğne yapraklı bitki türleri ve karışık meşcereler de havzada sıklıkla yer almaktadır.

Kirazlıköprü baraj havzasının yaklaşık olarak %60'nı orman alanları oluşturmakta olup orman alanlarının da %61'ni geniş yaraklı orman alanları oluşturmaktadır. Havzada kapladıkları alanlar itibariyle geniş yapraklı türlerden *Fagus orientalis* L. (Doğu Kayını), *Carpinus betulus* L. (Avrupa Gürgeni), *Carpinus orientalis* (Doğu Gürgeni), *Quercus petraea*, *Quercus robur* (Sapsız Meşe) hakim durumdadır (OGM, 2011). Diğer geniş yapraklı türlerden *Tilia tomentosa* (Gümüşi Ihlamur), *Platanus orientalis* L. (Doğu Çınarı), *Fraxinus exelcior* (Adi Dişbudak), *Quercus ilex* (Pırnal Meşesi), *Quercus coccifera* (Kermes Meşesi), *Acer* sp. (Akçaağaç), *Ulmus carpiniifolia* (Karaağaç), *Alnus glutinosa* (Adi Kızılağaç), *Populus tremula* (Titrek Kavak), *Buxus sempervirens* (Adi Şimşir), *Castanea sativa* (Anadolu Kestanesi), *Junglas* sp. (Ceviz), *Salix alba* (Ak Söğüt), *Acer campestre* (Ova Akçaağacı), gibi tali ağaç türleri de bulunmaktadır (OGM, 2011). Bu geniş yapraklı türlere genellikle *Ostrya carpiniifolia* (Gürgen Yapraklı Kayacık), *Pseudotsuga* sp. (Douglas), *Corylus colurna* (Türk findığı), *Laurus nobilis* (Akdeniz Defnesi), *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Rhododendron ponticum* (Orman Gülü), *Pamiulus aculat* (Karaçalı), *Vaccinum arctostaphyilos* (Ayı üzümü), *Rosa canina* (Yabani Gül), *Pirus elaeagrifolia* (Ahlat), *Cornus mas* (Kızılcık), *Mespilus germanica* (Muşmula), *Corylus avellena* (Adi Fındık), *Laurocerasus offinalis* (Laz Kirazı), *Arbutus unedo* (Kocayemiş), *Pirus sorbus* (Üvez), *Pirus malus* (Yabani elma), *Pirinus sipinosa* (Yabani erik) gibi ağaçcıklar eşlik etmektedir. Bu ağaç ve ağaçcıkların altında yer alan çalı ve ot grupları ise *Ilex aquifolium* (Çonan püskülü), *Urtica dioica* (Isırgan), *Pteridium aquilinum* (Eğreli), *Rubus* sp. (Böğürtlen), *Fragaria vesca* (Çilek), *Rubus idaeus* (Ahududu), *Malva retind* (Ebegümece), *Anthemis arvensis* (Papatya), *Medicago* sp. (Yonca), *Mentha silvestris* (Yabani nane), *Alhagicamelorum* sp. (Deve diken), *Trifolium repens* (Üçgül), *Graminea* sp. (Çayır otları), *Calluna vulgaris* (Funda), *Erica* sp. (Süpürge otu), *Viscum* sp. (Ökse otu), *Rosa canina* (Kuşburnu), *Agropyon* sp., *Androgopon*, sp. (Çayır otları), *Viola* sp. (Menekşe), *Thymus* sp. (Kekik), *Centaurea cyanus* (Kantaron), *Crataegus* sp. (Alıç) gibi bitki türleri bulunmaktadır (OGM, 2011b).

Havzadaki mevcut orman alanlarının yaklaşık %17'sine tekabül eden iğne yapraklı türlerden baskın türler ise *Abies bornmülleriana* (Uludağ Göknaı), *Abies nordmanniana* (Doğu Karadeniz Göknaı), *Pinus nigra* (Karaçam), *Pinus sylvestris* (Sarıçam), *Pinus brutia* (Kızılçam)'dır. *Juniperus oxycedrus* (Katran Ardıcı) ise genelde bulunan iğne yapraklı ağaççıklardandır (OGM, 2011b).

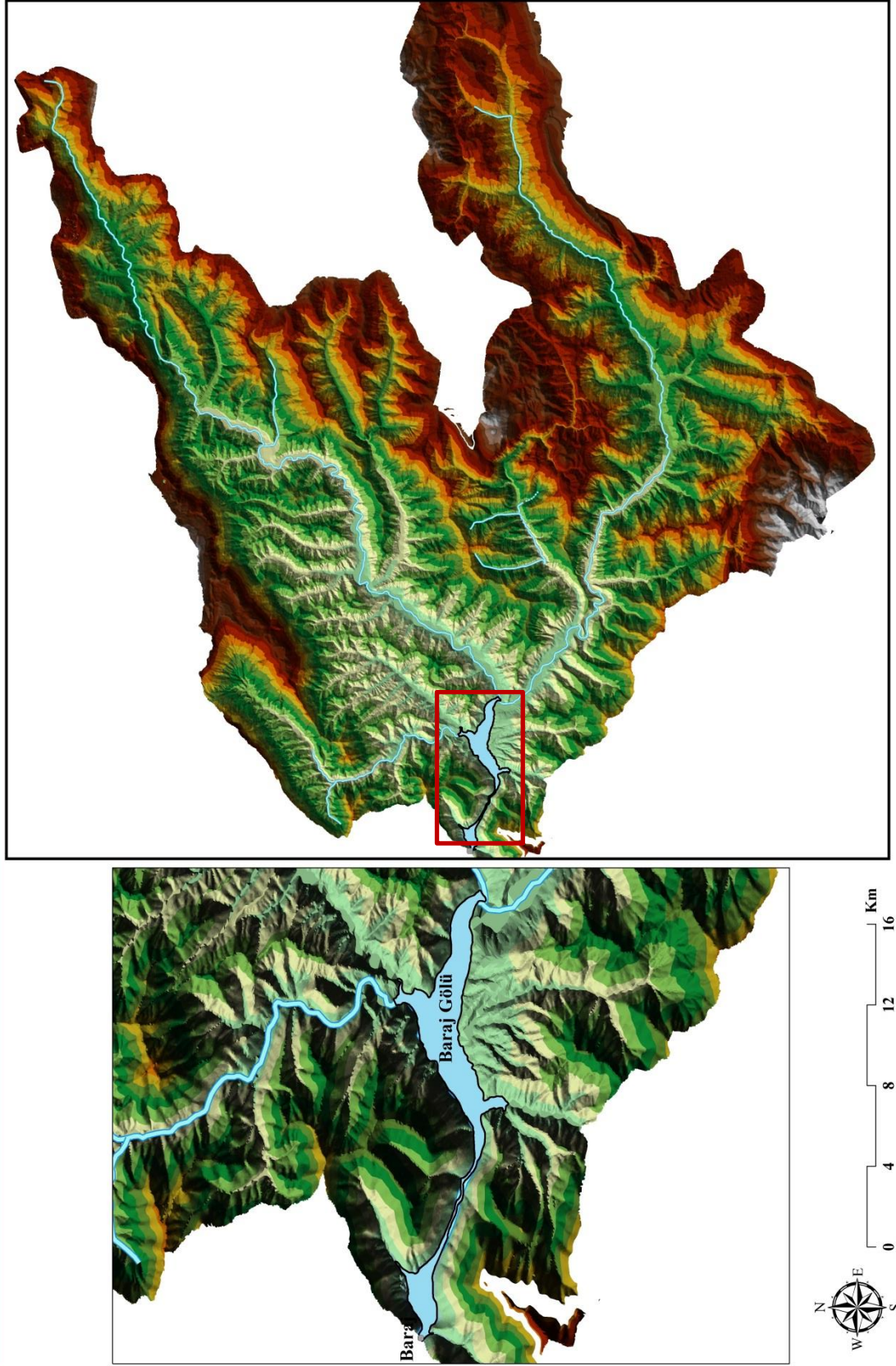
Havzanın nispeten alçak ve orta kesimlerinde ekseriyetle iğne yapraklı ağaçlardan Karaçam (*Pinus nigra*), geniş yapraklı ağaçlardan Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.), Avrupa Gürgeni (*Carpinus betulus* L.) ve Meşe türlerinden (*Quercus* sp.) oluşan meşcereler, yüksek kesimlerde yerlerini yine ibreli ağaçlardan Uludağ Göknaı (*Abies bornmülleriana*) ile Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) karışık meşcerelerine terk ederler. Irmak kenarlarında ise Doğu Çınarı (*Platanus orientalis* L.) yoğunluktadır (OGM, 2011b).

2.1.1.8 Bartın-Kirazlı Köprü Barajı'nın Tanıtımı

Bartın-Kirazlıköprü Barajı ve Göl Projesi Türkiye'nin kuzeyinde 13 no'lu Batı Karadeniz akarsu havzası içerisinde, Bartın ili hudutları dahilinde, Bartın'ın 20 km. güneydoğusunda Bartın (Gökırmak) Çayı üzerinde 50 ile 5 kotları arasında Kirazlık mevkiinde yer almaktadır.

Kirazlıköprü barajının yapım amacı öncelikle taşkın koruma olmak üzere sulama ve enerji üretimidir. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından Bartın taşkınları ile ilgili ilk çalışmalar 1988 yılında yapılmıştır. 1975 ve 1982 yılında meydana gelen taşkınlar incelenerek Kirazlıköprü Barajı'nın yapımına karar verilmiştir (Şekil 15) (DSİ, 1998).

Kirazlıköprü Baraj projesi ile Bartın-Safranbolu karayolunun 12 km'lik bir kısmı baraj gölü alanında kalacağından bunun yerine göl alanının üst sınırlarından geçen 13 km'lik bir yolun yapımına başlanmıştır. Ayrıca baraj havzasının göl alanında su altında kalacak yerleşim alanları da mevcuttur. Bunlar Kirazlık mahallesi, Celalihan mahallesi, Yenihan'dır (Şekil 16) (DSİ, 1998).



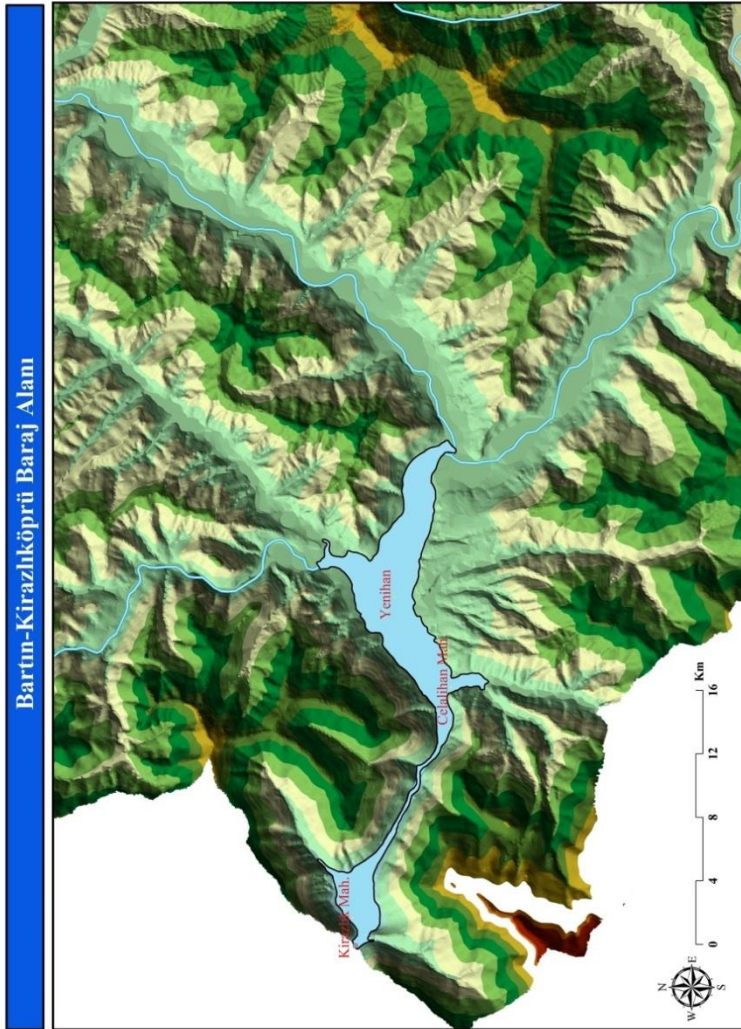
Şekil 15: Bartın-Kirazlıköprü Barajı ve baraj gölü alanı.



Yenihan Mahallesi



Celalihan Mahallesi



Bartın-Kirazlıköprü Baraj Alanı

Kirazlı Mahallesi



Şekil 16: Baraj gölü suları altında kalacak yerleşim birimleri (Foto: Özkazanç, 2005).

2.2 Yöntem

Baraj havzasındaki arazi kullanımları, bilhassa yükseltiye bağlı olarak değişkenlik gösterdiğinden dolayı, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak havza 100 m'lik yükselti kuşaklarına ayrılmıştır. Her bir yükselti kuşağında yer alan arazi kullanımları böylece tespit edilmiştir. Temel altlık haritalar olarak Bartın iline ait sayısal topografya haritası, jeoloji haritası (MTA, 2007), toprak haritaları (GTHB, 2005) ve Bartın iline ait sayısal orman amenajman planlarından (OGM, 2011b) faydalanılmıştır. Sayısal olan veriler CBS ortamında değerlendirilebilecek ve analiz yapılabilecek hale getirilmiştir. Veri tabanının oluşturulması ve analiz işlemlerinin yapılabilmesi için Coğrafi Bilgi Sisteminde 3D Analyst, Spatial Analyst ve Data Management modülleri kullanılmıştır.

Sayısal 1/25000 ölçekli topografya haritasındaki eşyüksekti eğrileri ve yükseklik noktalarından öncelikle CBS ortamında 3D Analyst modülü kullanılarak düzensiz üçgen ağı olarak nitelendirilen TIN (Gülgen, 2004) oluşturulmuştur. TIN'in (Triangulated Irregular Network) özellikle en temel yararı, tepe, sırt, çukur ve vadi gibi jeomorfoloji çalışmalarında önemli olan yüzeylerin veri toplama yöntemine bağlı olarak gerçek bölgelerinde gösterebilmesidir (Gülgen, 2004). Üretilen TIN modeli Raster formata dönüştürülerek Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilmiştir. Sayısal arazi modeli 100 metrelik yükselti kuşaklarına ayrılarak CBS ortamında Conversion (dönüştürme) modülü içinde Raster to Polygon işlemi yapılmıştır. Bu sayede elde edilen yükselti kuşakları poligona dönüştürülmüştür.

Havzanın eğim gruplarını belirlemek amacıyla Ürgenç (2000)'e göre belirlenen eğim sınıfları dikkate alınarak eğim haritası oluşturulmuştur. Üretilen SYM'den Spatial Analyst içinde Surface Analyst modülü kullanılarak havzanın yüzde cinsinden eğim haritası üretilerek eğim değerlerinin alansal hesaplamaları yapılmıştır. Eğim özelliklerinin belirlenmesinde olduğu gibi, havzanın bakı özelliklerinin belirlenmesinde de Spatial Analyst içinde Surface Analyst modülü kullanılarak bakı haritası oluşturulmuştur.

Sayısal olarak çeşitli kurumlardan alınan havzanın jeoloji haritası (MTA, 2007), toprak haritaları (GTHB, 2005), orman amenajman planları (OGM, 2011b) ve sayısal yükselti modeliyle elde edilen eğim ve bakı haritaları Data Management içinde Dissolve (çözümleme) modülü kullanılarak jeoloji, arazi kullanımı, toprak sınıfı, toprak derinliği,

toprak erozyonu, arazi kabiliyet sınıfı (AKS), eğim ve bakı gruplarının her biri kendi aralarında havza içerisinde tek bir poligona dönüştürülerek haritalar sadeleştirilmiştir.

Her bir yükselti kuşağındaki arazi kullanım durumlarının ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında Analyst içerisinde Intersect (çakıştırma) modülü kullanılarak 100 metrelik yükselti kuşaklarına ayrılmış olan yükseklik haritası, arazi kullanım haritası, toprak sınıfı, toprak derinliği, toprak erozyonu, arazi kabiliyet sınıfı ve jeoloji haritaları birbirleri arasında çakıştırmalar yapılmıştır. Bu sayede yükselti farkı 60 ile 1600 metreleri arasında değişen baraj havzası alanının her bir 100 metrelik yükselti kuşağındaki arazi kullanım durumları belirlenmiştir.

Ormanlık arazilerde, meşcereler çok çeşitli ağaç türlerinden oluştuğundan bu arazi kullanımını sadece “orman” olarak nitelendirmek doğru olmayacağından dolayı bir sınıflandırmaya tabii tutmak gerekli görülmüştür. Bu çerçevede, orman meşcereleri öncelikle ibrelî, yaprak döken ve karışık olmak üzere üç ana gruba ayrılmıştır.

Hidrolojik döngüde önemli yer tutan ve su bilançosunun hesaplanmasında esas teşkil eden evapotranspirasyon üzerinde meşcerelerin yaprak yapısı kadar kapallılığı da etkilidir (Perry vd., 2008). Dolayısıyla, meşcerelerin orman amenajman planlarında yer alan kapallılık sınıfları da (0, 1, 2, 3) orman meşcerelerinin sınıflandırmasına dâhil edilmiştir.

Bartın meteoroloji istasyonunun 30 yıllık verilerine dayalı olarak aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri hesaplanmıştır. Bu aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış verileri esas alınarak Thornthwaite su bilançosu (Thornthwaite, 1948) ortaya konulmuştur. Havzanın yükseltisi 60 ile 1600 m gibi geniş bir aralıkta değişiklik gösterdiğinden dolayı havzanın tamamı için düşük yükseltideki meteoroloji istasyonunun verilerine bağlı tek bir su bilançosu tüm havzayı tutarlı bir şekilde yansıtmayacağından dolayı her 100 m’lik yükselti kuşağı için su bilançosu oluşturulmuştur (Tablo 12’den Tablo 27’ye kadar). Bu su bilançoları ile birlikte her yükselti kuşağına ait yağış ile potansiyel evapotranspirasyon grafikleri de çizilmiştir (Şekil 17’den Şekil 32’e kadar). Yükseltiye bağlı değişen bu su bilançolarında yükseltiye bağlı sıcaklık ve yağış değişimi prensipleri esas alınmıştır. Şöyle ki; her 100 m’lik yükselti artışında ortalama hava sıcaklığının 0.5°C azaldığı (yani düşey sıcaklık gradyanının 0.5°C olduğu), yıllık toplam yağışın da 54 mm arttığı kabul edilmiştir (Özyuvacı, 2009).

Tablo 12: 60 ile 100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	4.2	4.4	6.8	11.0	15.4	19.7	22.3	21.7	17.8	13.3	8.7	5.8	12.6
Sıcaklık İndisi	0.77	0.82	1.59	3.30	5.49	7.97	9.62	9.23	6.66	4.40	2.31	1.25	53.41
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	12.5	13.1	22.5	40.0	68.0	90.0	115.0	109.0	80.0	51.5	31.0	17.0	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	10.4	10.9	23.2	44.4	85.0	113.4	146.1	129.7	83.2	49.4	25.4	13.6	734.6
Ortalama Yağış (mm)	98.5	84.9	73.4	56.1	48.7	82.5	67.7	70.9	98.0	122.8	110.7	119.0	1033.1
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.3	-30.9	-32.8	0.0	14.8	73.4	11.8	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	63.7	32.8	0.0	0.0	14.8	88.2	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	10.4	10.9	23.2	44.4	85.0	113.4	100.5	70.9	83.2	49.4	25.4	13.6	630.3
Su Açığı (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.6	58.8	0.0	0.0	0.0	0.0	104.4
Su Fazlası (mm)	88.2	74.1	50.2	11.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.5	105.4	402.9
Yüzeysel Akış (mm)	79.7	76.9	63.5	37.6	18.8	9.4	4.7	2.4	1.2	0.6	37.0	71.2	402.9
Nemlilik Oranı	8.5	6.8	2.2	0.3	-0.4	-0.3	-0.3	0.0	0.2	1.5	3.4	7.7	

Tablo 13: 100 ile 200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	4.0	4.2	6.5	10.6	14.8	18.9	21.4	20.8	17.1	12.8	8.4	5.5	12.1
Sıcaklık İndisi	0.71	0.77	1.40	3.12	5.70	7.49	9.04	8.66	6.44	4.15	2.19	1.16	50.83
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	12.0	12.5	22.5	40.0	68.0	80.0	110.0	105.0	78.0	52.0	30.5	15.5	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	10.0	10.4	23.2	44.4	85.0	100.8	139.7	125.0	81.1	49.9	25.0	12.4	706.8
Ortalama Yağış (mm)	103.7	89.4	77.2	59.0	51.2	86.8	71.2	74.6	103.1	129.2	116.5	125.2	1087.1
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-33.8	-14.0	-52.2	0.0	22.0	79.3	-1.3	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	66.2	52.2	0.0	0.0	22.0	101.3	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	10.0	10.4	23.2	44.4	85.0	100.8	123.5	74.6	81.1	49.9	25.0	12.4	640.3
Su Açığı (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	50.4	0.0	0.0	0.0	0.0	66.6
Su Fazlası (mm)	93.7	79.0	54.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.8	112.8	446.9
Yüzeysel Akış (mm)	86.7	82.9	68.4	41.5	20.8	10.4	5.2	2.6	1.3	0.6	46.7	79.7	446.9
Nemlilik Oranı	9.4	7.6	2.3	0.3	-0.4	-0.1	-0.4	0.0	0.3	1.6	3.7	9.1	

Tablo 14: 200 ile 300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	3.9	4.1	6.2	10.1	14.2	18.2	20.5	20.0	16.4	12.3	8.0	5.3	11.6
Sıcaklık İndisi	0.69	0.74	1.39	2.90	4.86	7.07	8.47	8.16	6.04	3.91	2.04	1.09	47.36
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	12.5	13.0	22.2	42.0	62.5	86.5	101.0	99.0	71.5	51.5	31.5	17.8	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	10.4	10.8	22.9	46.6	78.1	109.0	128.3	117.8	74.4	49.4	25.8	14.2	687.7
Ortalama Yağış (mm)	108.8	93.8	81.0	61.9	53.8	91.1	74.8	78.3	108.2	135.7	122.3	131.4	1141.1
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-24.3	-17.9	-53.5	-4.3	33.9	66.1	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	75.7	57.8	4.3	0.0	33.9	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	10.4	10.8	22.9	46.6	78.1	109.0	128.3	82.6	74.4	49.4	25.8	14.2	652.5
Su Açığı (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.2	0.0	0.0	0.0	0.0	35.2
Su Fazlası (mm)	98.5	83.0	58.2	15.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.1	96.4	117.2	488.7
Yüzeysel Akış (mm)	91.8	87.4	72.8	44.1	22.0	11.0	5.5	2.8	1.4	10.1	53.2	85.2	487.3
Nemlilik Oranı	9.5	7.7	2.5	0.3	-0.3	-0.2	-0.4	-0.1	0.5	1.7	3.7	8.3	

Tablo 15: 300 ile 400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	3.7	3.9	6.0	9.7	13.6	17.4	19.6	19.1	15.7	11.8	7.7	5.1	11.1
Sıcaklık İndisi	0.63	0.69	2.04	2.73	4.55	6.61	7.91	7.61	5.66	3.67	2.04	1.03	45.17
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	12.5	13.2	22.3	39.0	58.2	86.4	98.4	93.0	77.5	52.0	32.3	12.1	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	10.4	11.0	23.0	43.3	72.8	108.9	125.0	110.7	80.6	49.9	26.5	9.7	671.5
Ortalama Yağış (mm)	114.0	98.3	84.9	64.9	56.3	95.4	78.3	82.0	113.4	142.1	128.0	137.6	1195.2
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-16.4	-13.5	-46.7	-23.5	32.8	67.2	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	83.6	70.1	23.5	0.0	32.8	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	10.4	11.0	23.0	43.3	72.8	108.9	125.0	105.5	80.6	49.9	26.5	9.7	666.6
Su Açığı (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
Su Fazlası (mm)	103.6	87.3	61.9	21.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	101.6	127.9	528.9
Yüzeysel Akış (mm)	98.1	92.7	77.3	49.4	24.7	12.4	6.2	3.1	1.5	13.3	57.4	92.7	528.9
Nemlilik Oranı	10.0	7.9	2.7	0.5	-0.2	-0.1	-0.4	-0.2	0.4	1.8	3.8	13.2	

Tablo 16: 400 ile 500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	3.5	3.7	5.7	9.2	13.0	16.6	18.7	18.3	15.0	11.2	7.3	4.8	10.6
Sıcaklık İndisi	0.58	0.63	1.22	2.52	4.25	6.15	7.37	5.28	6.28	3.39	1.77	0.94	40.38
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	12.5	13.5	23.5	41.3	58.2	82.0	92.6	83.4	70.7	52.0	32.3	17.8	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	10.4	11.2	24.2	45.8	72.8	103.3	117.6	99.2	73.5	49.9	26.5	14.2	648.7
Ortalama Yağış (mm)	119.1	102.7	88.7	67.8	58.9	99.7	81.8	85.7	118.5	148.5	133.8	143.8	1249.2
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-13.9	-3.6	-35.8	-13.5	45.0	21.8	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	86.1	82.5	46.8	33.2	78.2	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	10.4	11.2	24.2	45.8	72.8	103.3	117.6	99.2	73.5	49.9	26.5	14.2	648.6
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	108.8	91.5	64.5	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.8	107.3	129.6	600.4
Yüzeysel Akış (mm)	105.0	98.2	81.4	51.7	25.8	12.9	6.5	3.2	1.6	38.4	72.9	101.2	598.8
Nemlilik Oranı	10.5	8.2	2.7	0.5	-0.2	0.0	-0.3	-0.1	0.6	2.0	4.1	9.1	

Tablo 17: 500 ile 600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	3.4	3.5	5.4	8.8	12.4	15.8	17.8	17.4	14.3	10.7	7.0	4.6	10.1
Sıcaklık İndisi	0.56	0.58	1.12	2.35	3.96	5.71	6.84	6.61	4.91	3.16	1.66	0.88	38.34
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	13.3	13.8	23.2	39.0	58.5	79.1	90.2	90.0	69.6	46.0	30.4	19.7	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	11.0	11.5	23.9	43.3	73.1	99.7	114.6	107.1	72.4	44.2	24.9	15.8	641.4
Ortalama Yağış (mm)	124.3	107.1	92.5	70.7	61.4	104.0	85.4	89.4	123.6	154.9	139.6	150.1	1303.2
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-11.7	4.4	-29.2	-17.7	51.2	3.0	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	88.3	92.7	63.5	45.8	97.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	11.0	11.5	23.9	43.3	73.1	99.7	114.6	107.1	72.4	44.2	24.9	15.8	641.5
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	113.3	95.7	68.6	27.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	107.8	114.7	134.3	661.8
Yüzeysel Akış (mm)	111.4	103.5	86.1	56.8	28.4	14.2	7.1	3.5	1.8	54.8	84.7	109.5	661.8
Nemlilik Oranı	10.3	8.3	2.9	0.6	-0.2	0.0	-0.3	-0.2	0.7	2.5	4.6	8.5	

Tablo 18: 600 ile 700 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	3.2	3.4	5.2	8.4	11.8	15.0	17.0	16.5	13.6	10.2	6.7	4.4	9.6
Sıcaklık İndisi	0.48	0.56	1.06	2.19	3.67	5.28	0.38	6.10	4.55	2.94	1.56	0.82	29.59
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	17.4	18.3	28.1	45.2	61.3	80.0	94.6	89.8	71.0	52.2	35.8	24.0	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	14.4	15.2	28.9	50.2	76.6	100.8	120.1	106.9	73.8	50.1	29.4	19.2	685.7
Ortalama Yağış (mm)	129.4	111.6	96.4	73.7	64.0	108.3	88.9	93.1	128.7	161.3	145.4	156.3	1357.2
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-12.7	7.5	-31.2	-13.7	50.1	0.0	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	87.3	94.9	63.7	49.9	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14.4	15.2	28.9	50.2	76.6	100.8	120.1	106.9	73.8	50.1	29.4	19.2	685.6
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	115.0	96.4	67.4	23.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	111.2	116.0	137.1	671.5
Yüzeysel Akış (mm)	113.4	104.9	86.2	54.8	27.4	13.7	6.9	3.4	2.4	56.8	86.4	111.8	668.0
Nemlilik Oranı	8.0	6.3	2.3	0.5	-0.2	0.1	-0.3	-0.1	0.7	2.2	3.9	7.1	

Tablo 19: 700 ile 800 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	3.0	3.2	4.9	7.9	11.1	14.2	16.1	15.7	12.9	9.6	6.3	4.2	9.1
Sıcaklık İndisi	0.46	0.51	0.97	2.00	3.34	4.86	5.87	5.65	4.20	2.69	1.42	0.77	32.74
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	14.7	15.1	25.0	39.4	55.2	72.1	85.0	80.2	62.0	52.2	31.9	23.0	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	12.2	12.5	25.8	43.7	69.0	90.8	108.0	95.4	64.5	50.1	26.2	18.4	616.6
Ortalama Yağış (mm)	134.6	116.0	100.2	76.6	66.5	112.6	92.5	96.8	133.9	167.8	151.2	162.5	1411.2
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.5	2.5	-15.5	1.4	14.1	0.0	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	100.0	84.5	85.9	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	12.2	12.5	25.8	43.7	69.0	90.8	108.0	95.4	64.5	50.1	26.2	18.4	616.6
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	122.4	103.5	74.5	32.9	0.0	19.3	0.0	0.0	55.3	117.7	125.0	144.1	794.5
Yüzeysel Akış (mm)	122.1	112.8	93.6	63.2	31.6	25.5	12.7	6.4	30.9	74.3	99.6	121.9	794.6
Nemlilik Oranı	10.0	8.3	2.9	0.8	0.0	0.2	-0.1	0.0	1.1	2.3	4.8	7.8	

Tablo 20: 800 ile 900 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	2.9	3.0	4.6	7.5	10.5	13.5	15.2	14.8	12.2	9.1	6.0	3.9	8.6
Sıcaklık İndisi	0.44	0.46	0.88	1.85	3.06	4.50	4.38	5.07	3.86	2.48	1.32	0.69	28.99
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	15.9	16.7	26.7	40.5	57.6	70.0	81.1	79.3	68.0	49.5	32.4	22.3	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	13.2	13.9	27.5	45.0	72.0	88.2	103.0	94.4	70.7	47.5	26.6	17.8	619.7
Ortalama Yağış (mm)	139.7	120.5	104.1	79.5	69.1	117.0	96.0	100.5	139.0	174.2	157.0	168.7	1465.2
Depo Değişikliği (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.9	2.9	-7.0	6.2	0.9	0.0	0.0	0.0	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	97.1	100.0	93.0	99.1	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	13.2	13.9	27.5	45.0	72.0	88.2	103.0	94.4	70.7	47.5	26.6	17.8	619.8
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	126.5	106.6	76.5	34.6	0.0	25.9	0.0	0.0	67.4	126.7	130.4	150.9	845.4
Yüzeysel Akış (mm)	127.5	117.1	96.8	65.7	32.8	29.3	14.7	7.3	37.4	82.0	106.2	128.5	845.4
Nemlilik Oranı	9.6	7.7	2.8	0.8	0.0	0.3	-0.1	0.1	1.0	2.7	4.9	8.5	

Tablo 21: 900 ile 1000 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	2.7	2.8	4.3	7.1	9.9	12.7	14.3	14.0	11.4	8.6	5.6	3.7	8.1
Sıcaklık İndisi	0.39	0.42	0.80	1.70	2.81	4.10	4.91	4.75	3.48	2.27	1.19	0.63	27.45
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	13.8	14.6	22.5	36.2	51.0	66.1	74.9	70.0	58.2	38.0	28.2	18.1	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	11.5	12.1	23.2	40.2	63.8	83.3	95.1	83.3	60.5	36.5	23.1	14.5	547.0
Ortalama Yağış (mm)	144.9	124.9	107.9	82.4	71.6	121.3	99.5	104.2	144.1	180.6	162.8	174.9	1519.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	11.5	12.1	23.2	40.2	63.8	83.3	95.1	83.3	60.5	36.5	23.1	14.5	547.1
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	133.4	112.8	84.7	42.3	7.9	38.0	4.4	20.9	83.6	144.1	139.6	160.5	972.2
Yüzeysel Akış (mm)	136.6	124.7	104.7	73.5	40.7	39.3	21.9	21.4	52.5	98.3	119.0	139.7	972.2
Nemlilik Oranı	11.6	9.3	3.7	1.1	0.1	0.5	0.0	0.3	1.4	3.9	6.0	11.1	

Tablo 22: 1000 ile 1100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	2.5	2.7	4.1	6.6	9.3	11.9	13.4	13.1	10.7	8.1	5.3	3.5	7.6
Sıcaklık İndisi	0.35	0.39	0.74	1.52	2.56	3.72	4.45	4.30	3.16	2.06	1.09	0.58	24.92
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	16.1	17.9	25.8	39.0	55.1	66.1	76.8	71.4	59.0	48.7	33.0	22.4	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	13.4	14.9	26.6	43.3	68.9	83.3	97.5	85.0	61.4	46.8	27.1	17.9	586.1
Ortalama Yağış (mm)	150.0	129.3	111.7	85.4	74.2	125.6	103.1	107.9	149.2	187.0	168.5	181.2	1573.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	13.4	14.9	26.6	43.3	68.9	83.3	97.5	85.0	61.4	46.8	27.1	17.9	586.1
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	136.6	114.4	85.1	42.1	5.3	42.3	5.6	22.9	87.8	140.2	141.4	163.3	987.1
Yüzeysel Akış (mm)	139.0	126.7	105.9	74.0	39.6	41.0	23.3	23.1	55.5	97.8	119.6	141.4	987.0
Nemlilik Oranı	10.2	7.7	3.2	1.0	0.1	0.5	0.1	0.3	1.4	3.0	5.2	9.1	

Tablo 23: 1100 ile 1200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	2.4	2.5	3.8	6.2	8.7	11.1	12.5	12.2	10.0	7.5	4.9	3.2	7.1
Sıcaklık İndisi	0.33	0.35	0.66	1.39	2.31	3.34	4.00	3.86	2.86	1.85	0.97	0.51	22.43
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	17.0	17.7	26.0	38.2	52.2	61.6	72.4	70.0	60.0	47.5	31.2	23.0	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	14.1	14.7	26.8	42.4	65.3	77.6	91.9	83.3	62.4	45.6	25.6	18.4	568.1
Ortalama Yağış (mm)	155.2	133.8	115.6	88.3	76.7	129.9	106.6	111.6	154.4	193.4	174.3	187.4	1627.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14.1	14.7	26.8	42.4	65.3	77.6	91.9	83.3	62.4	45.6	25.6	18.4	568.1
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	141.1	119.1	88.8	45.9	11.4	52.3	14.7	28.3	92.0	147.8	148.7	169.0	1059.1
Yüzeysel Akış (mm)	144.4	131.8	110.3	78.1	44.8	48.5	31.6	30.0	61.0	104.4	126.6	147.8	1059.2
Nemlilik Oranı	10.0	8.1	3.3	1.1	0.2	0.7	0.2	0.3	1.5	3.2	5.8	9.2	

Tablo 24: 1200 ile 1300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	2.2	2.3	3.5	5.8	8.1	10.3	11.7	11.4	9.3	7.0	4.6	3.0	6.6
Sıcaklık İndisi	0.29	0.31	0.58	1.25	2.08	2.99	3.62	3.48	2.56	1.66	0.88	0.46	20.16
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	17.5	17.7	25.0	37.4	50.8	60.9	70.0	68.0	58.2	45.2	32.0	22.6	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	14.5	14.7	25.8	41.5	63.5	76.7	88.9	80.9	60.5	43.4	26.2	18.1	554.8
Ortalama Yağış (mm)	160.3	138.2	119.4	91.2	79.2	134.2	110.2	115.3	159.5	199.9	180.1	193.6	1681.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14.5	14.7	25.8	41.5	63.5	76.7	88.9	80.9	60.5	43.4	26.2	18.1	554.7
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	145.8	123.5	93.6	49.7	15.7	57.5	21.3	34.4	98.9	156.5	153.9	175.5	1126.4
Yüzeysel Akış (mm)	150.0	136.8	115.2	82.5	49.1	53.3	37.3	35.8	67.4	111.9	132.9	154.2	1126.4
Nemlilik Oranı	10.1	8.4	3.6	1.2	0.2	0.7	0.2	0.4	1.6	3.6	5.9	9.7	

Tablo 25: 1300 ile 1400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

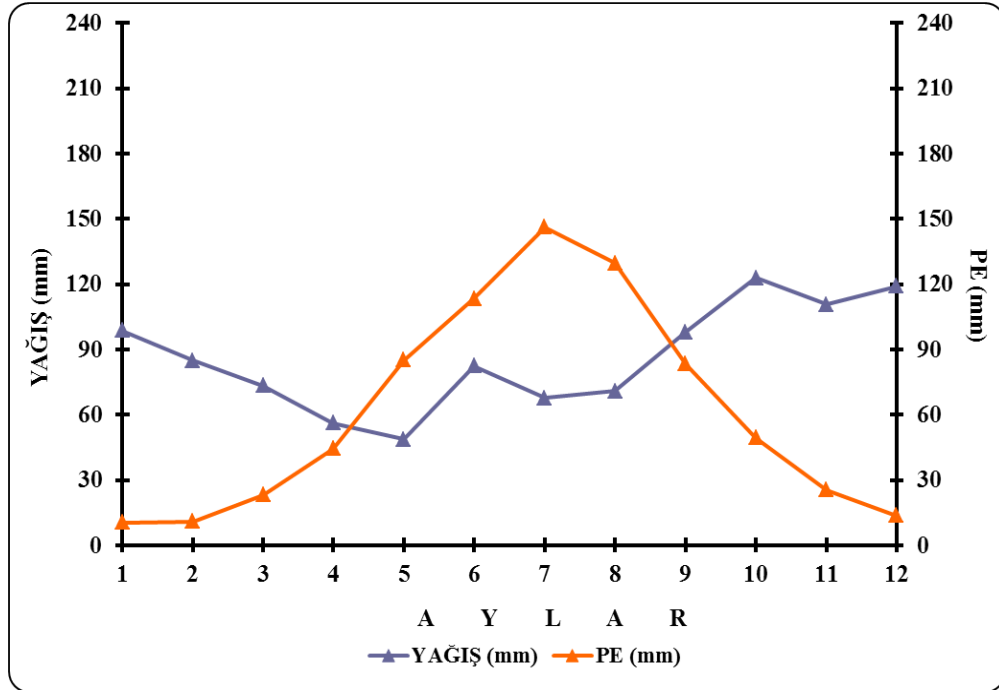
Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	2.0	2.1	3.3	5.3	7.5	9.5	10.8	10.5	8.6	6.5	4.2	2.8	6.1
Sıcaklık İndisi	0.25	0.27	0.53	1.09	1.85	2.64	3.21	3.08	2.27	1.40	0.77	0.42	17.78
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	17.2	17.6	26.2	37.3	51.2	61.3	69.0	66.2	57.7	45.2	34.1	24.3	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	14.3	14.6	27.0	41.4	64.0	77.2	87.6	78.8	60.0	43.4	28.0	19.4	555.7
Ortalama Yağış (mm)	165.5	142.7	123.2	94.2	81.8	138.5	113.7	119.1	164.6	206.3	185.9	199.8	1735.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14.3	14.6	27.0	41.4	64.0	77.2	87.6	78.8	60.0	43.4	28.0	19.4	555.7
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	151.2	128.0	96.2	52.8	17.8	61.3	26.1	40.3	104.6	162.9	157.9	180.4	1179.5
Yüzeysel Akış (mm)	155.2	141.6	118.9	85.8	51.8	56.5	41.3	40.8	72.7	117.8	137.9	159.1	1179.5
Nemlilik Oranı	10.6	8.8	3.6	1.3	0.3	0.8	0.3	0.5	1.7	3.8	5.6	9.3	

Tablo 26: 1400 ile 1500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

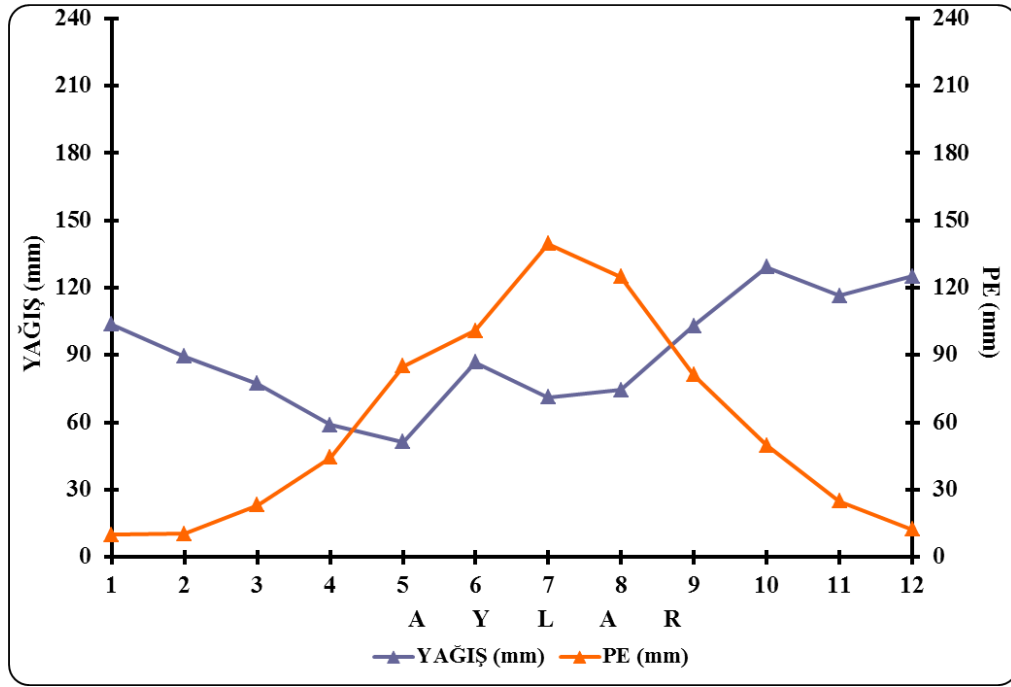
Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	1.9	2.0	3.0	4.9	6.9	8.8	9.9	9.6	7.9	5.9	3.9	2.6	5.6
Sıcaklık İndisi	0.23	0.25	0.46	0.97	1.63	2.35	2.81	2.69	2.00	1.29	0.69	0.37	15.74
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	18.8	19.0	26.1	38.7	50.4	57.4	65.0	64.2	55.1	44.8	33.2	29.5	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	15.6	15.8	26.9	43.0	63.0	72.3	82.6	76.4	57.3	43.0	27.2	23.6	546.6
Ortalama Yağış (mm)	170.6	147.1	127.1	97.1	84.3	142.8	117.2	122.8	169.7	212.7	191.7	206.0	1789.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	15.6	15.8	26.9	43.0	63.0	72.3	82.6	76.4	57.3	43.0	27.2	23.6	546.7
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	155.0	131.3	100.2	54.1	21.3	70.5	34.7	46.4	112.4	169.7	164.5	182.4	1242.6
Yüzeysel Akış (mm)	159.3	145.3	122.7	88.4	54.9	62.7	48.7	47.5	80.0	124.8	144.7	163.5	1242.6
Nemlilik Oranı	9.9	8.3	3.7	1.3	0.3	1.0	0.4	0.6	2.0	3.9	6.0	7.7	

Tablo 27: 1500 ile 1600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait su bilançosu.

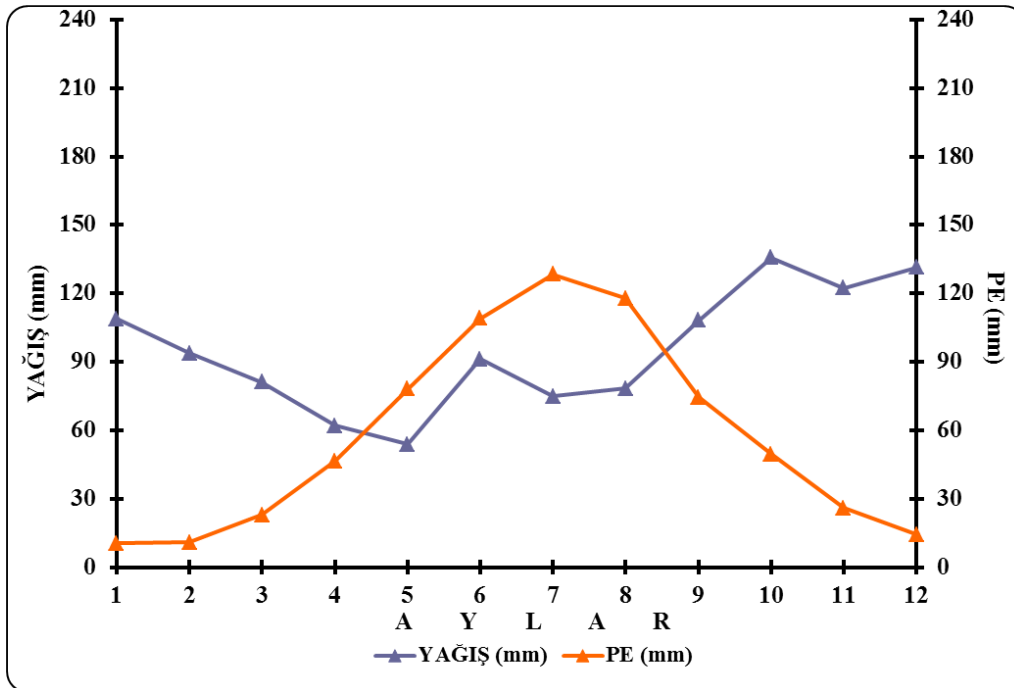
Meteorolojik Eleman	AYLAR												Yıllık
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
Ortalama Sıcaklık (C)	1.7	1.8	2.7	4.4	6.2	8.0	9.0	8.8	7.2	5.4	3.5	2.3	5.1
Sıcaklık İndisi	0.20	0.21	0.39	0.82	1.39	2.04	2.44	2.35	1.74	1.12	0.58	0.31	13.59
Düzeltilmemiş (PE) (mm)	17.5	18.0	26.6	37.2	48.3	55.1	60.2	59.3	54.2	44.0	30.2	23.7	
41. enlem için güneşlenme katsayıları	0.83	0.83	1.03	1.11	1.25	1.26	1.27	1.19	1.04	0.96	0.82	0.80	
Düzeltilmiş (PE) (mm)	14.5	14.9	27.4	41.3	60.4	69.4	76.5	70.6	56.4	42.2	24.8	19.0	517.3
Ortalama Yağış (mm)	175.8	151.5	130.9	100.0	86.9	147.1	120.8	126.5	174.8	219.1	197.5	212.3	1843.2
Depo Değişikliği (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	
Depolama (mm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	14.5	14.9	27.4	41.3	60.4	69.4	76.5	70.6	56.4	42.2	24.8	19.0	517.3
Su Açığı (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	0.0
Su Fazlası (mm)	161.3	136.6	103.5	58.7	26.5	77.7	44.3	55.9	118.5	176.9	172.7	193.3	1325.9
Yüzeysel Akış (mm)	167.1	151.8	127.7	93.2	59.9	68.8	56.5	56.2	87.3	132.1	152.4	172.8	1325.8
Nemlilik Oranı	11.1	9.1	3.8	1.4	0.4	1.1	0.6	0.8	2.1	4.2	7.0	10.2	



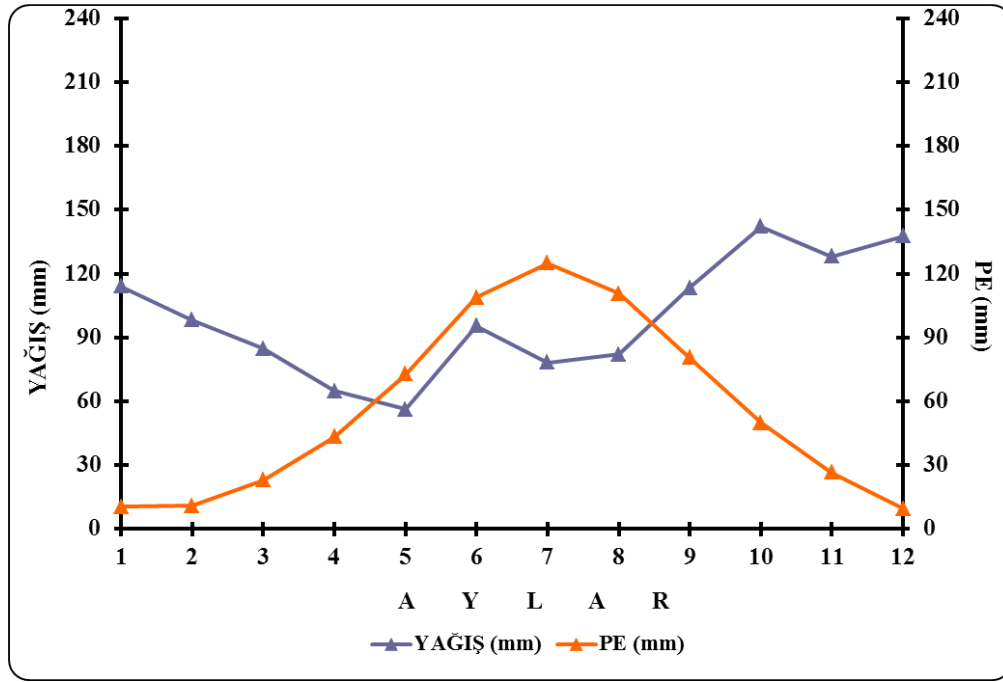
Şekil 17: 60 ile 100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



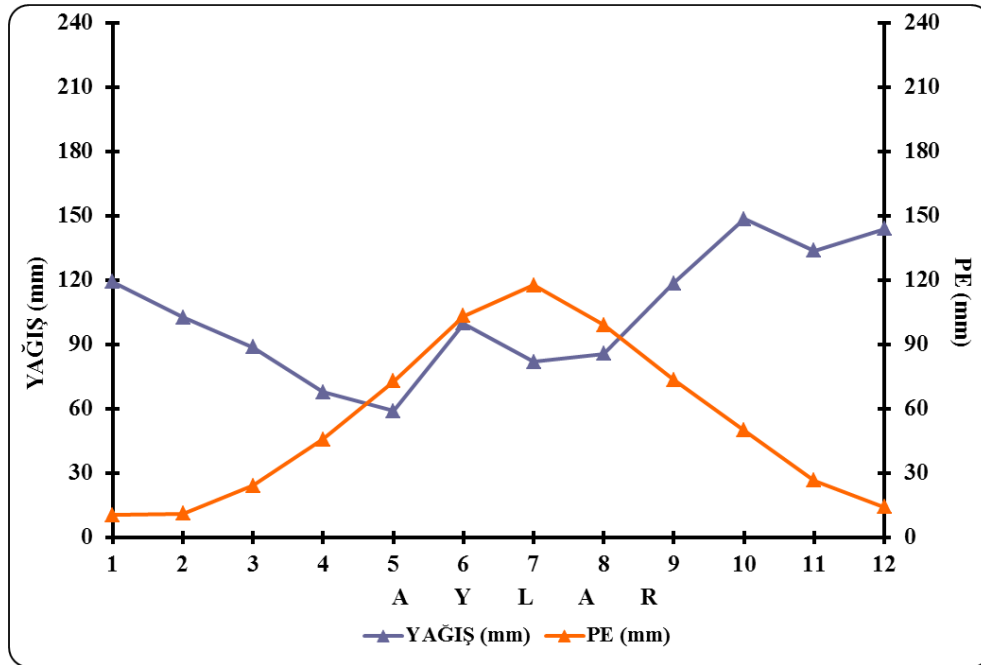
Şekil 18: 100 ile 200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



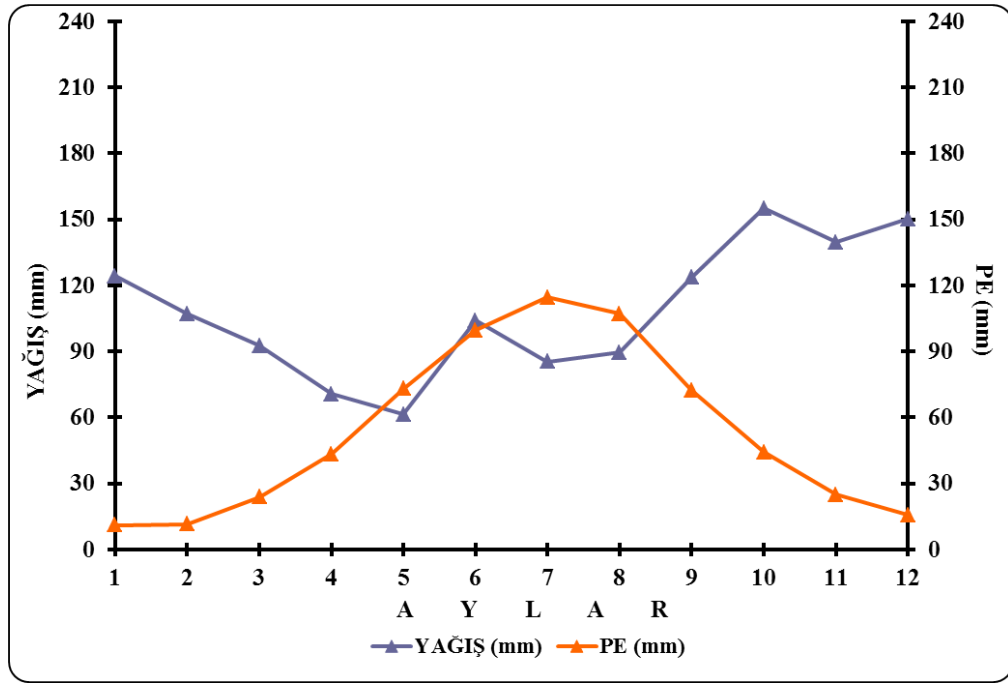
Şekil 19: 200 ile 300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



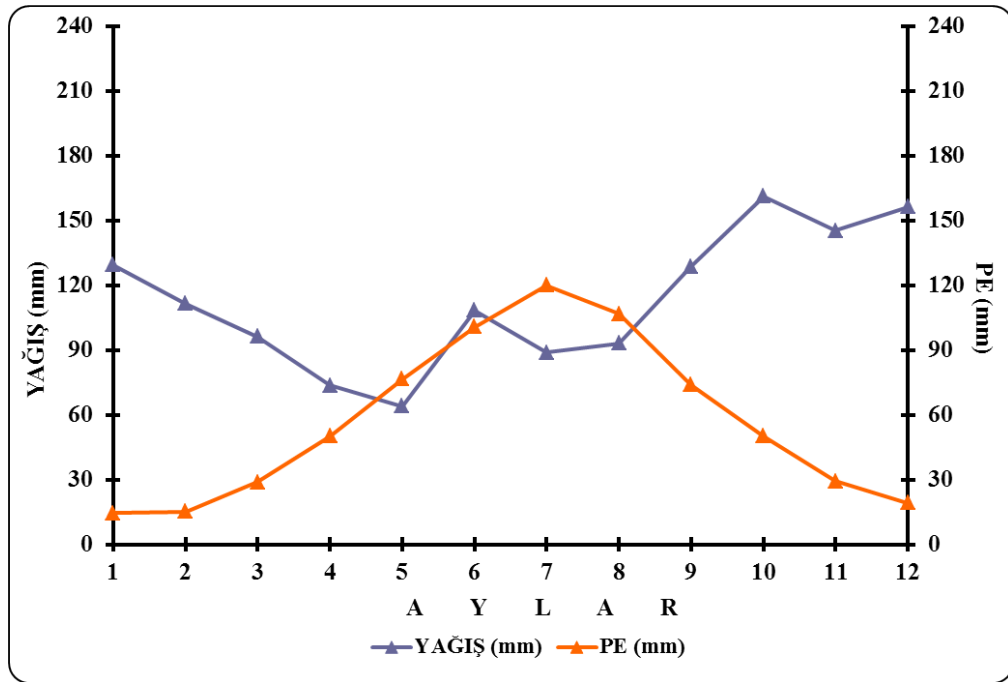
Şekil 20: 300 ile 400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



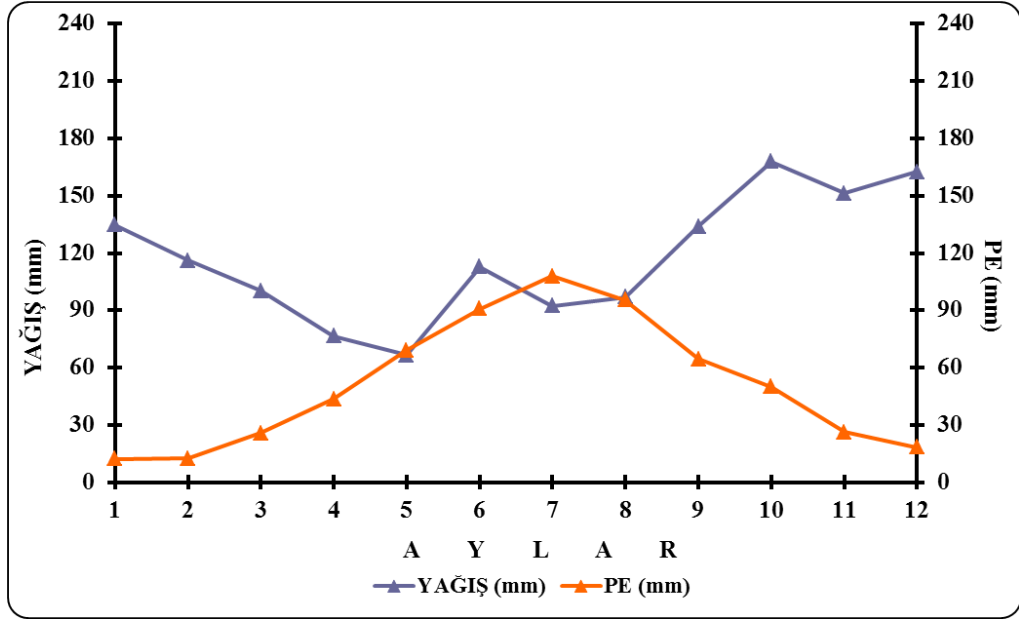
Şekil 21: 400 ile 500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



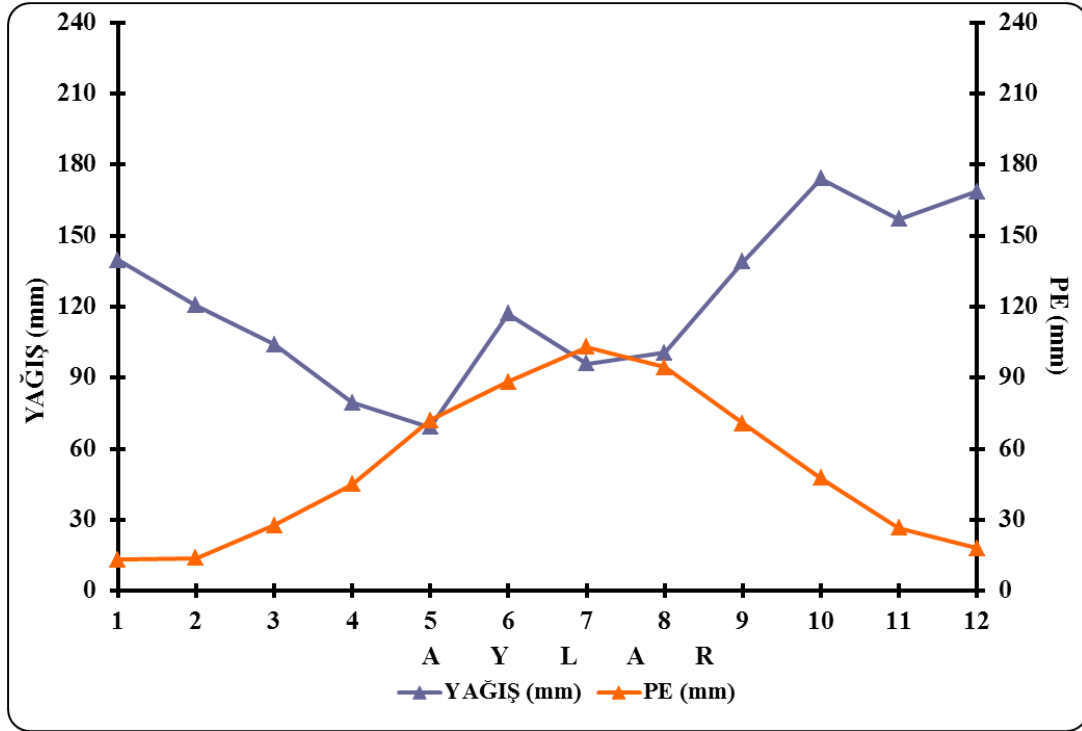
Şekil 22: 500 ile 600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



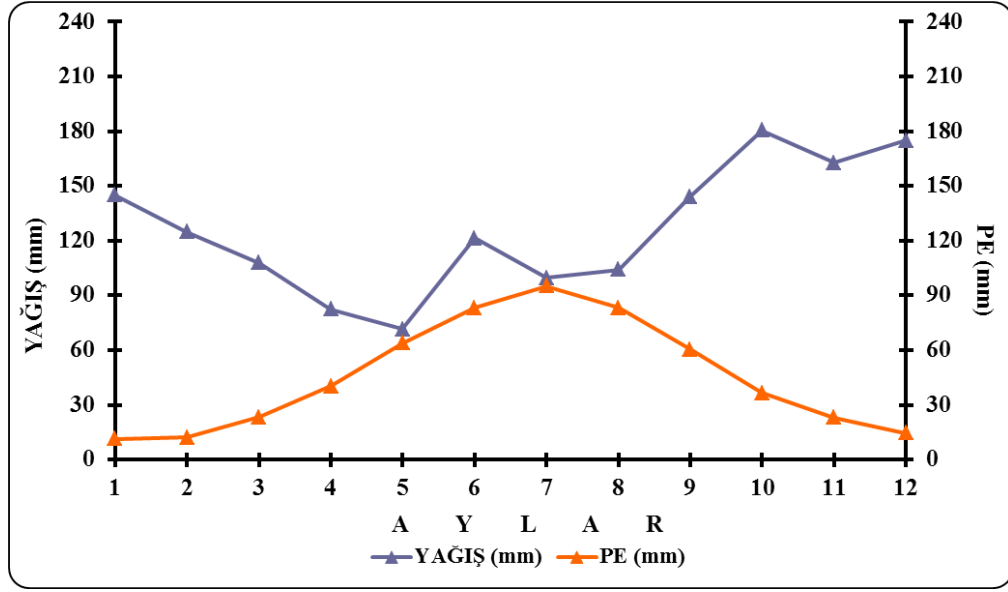
Şekil 23: 600 ile 700 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



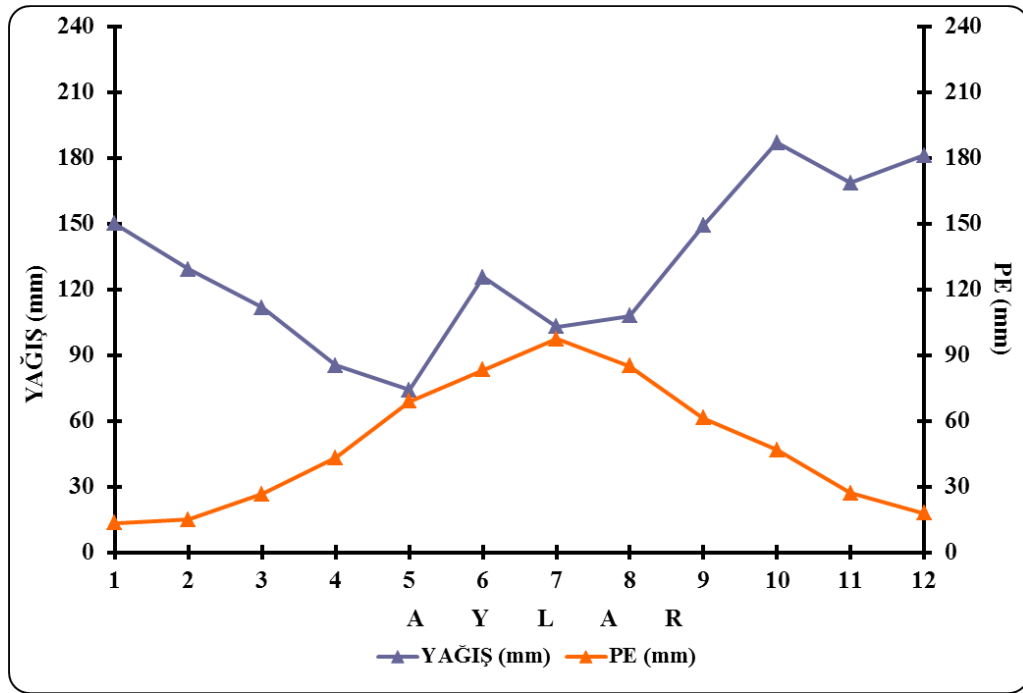
Şekil 24: 700 ile 800 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



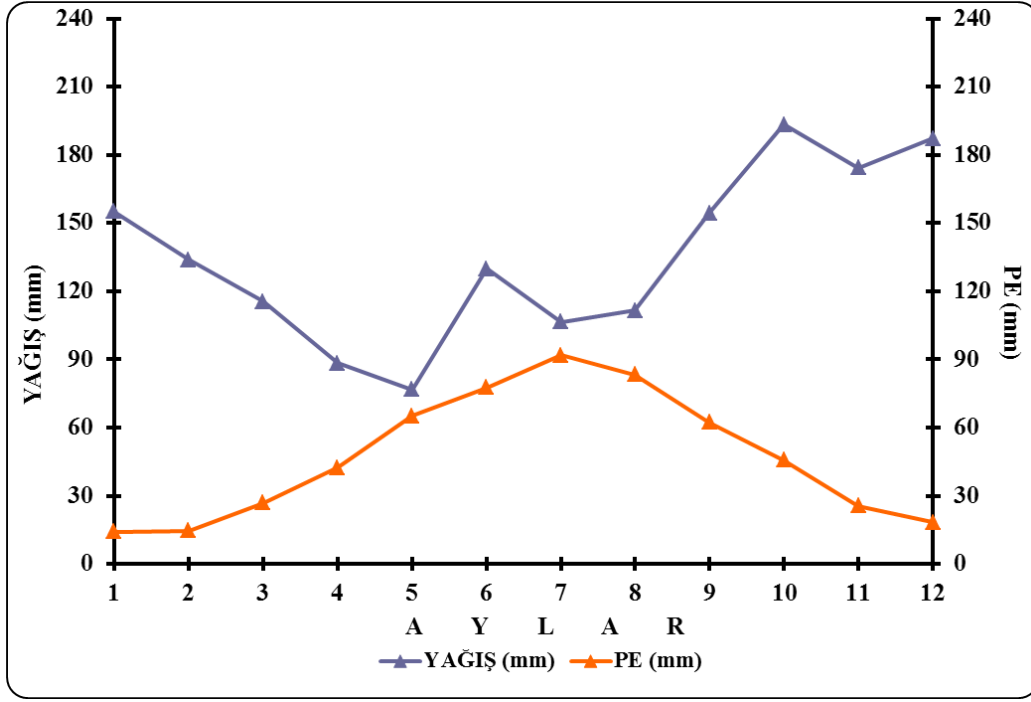
Şekil 25: 800 ile 900 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



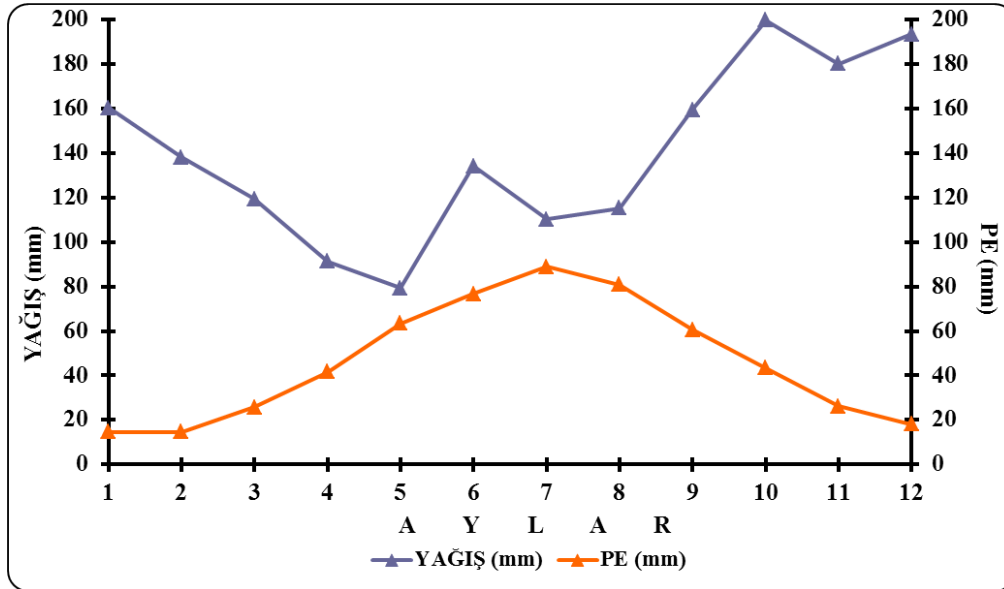
Şekil 26: 900 ile 1000 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



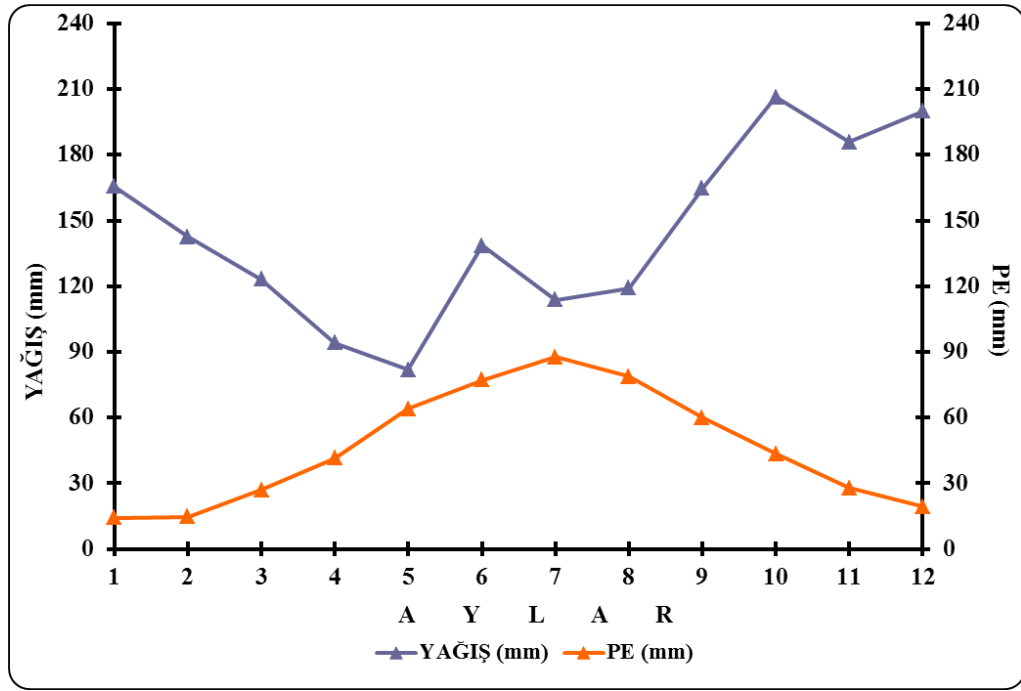
Şekil 27: 1000 ile 1100 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



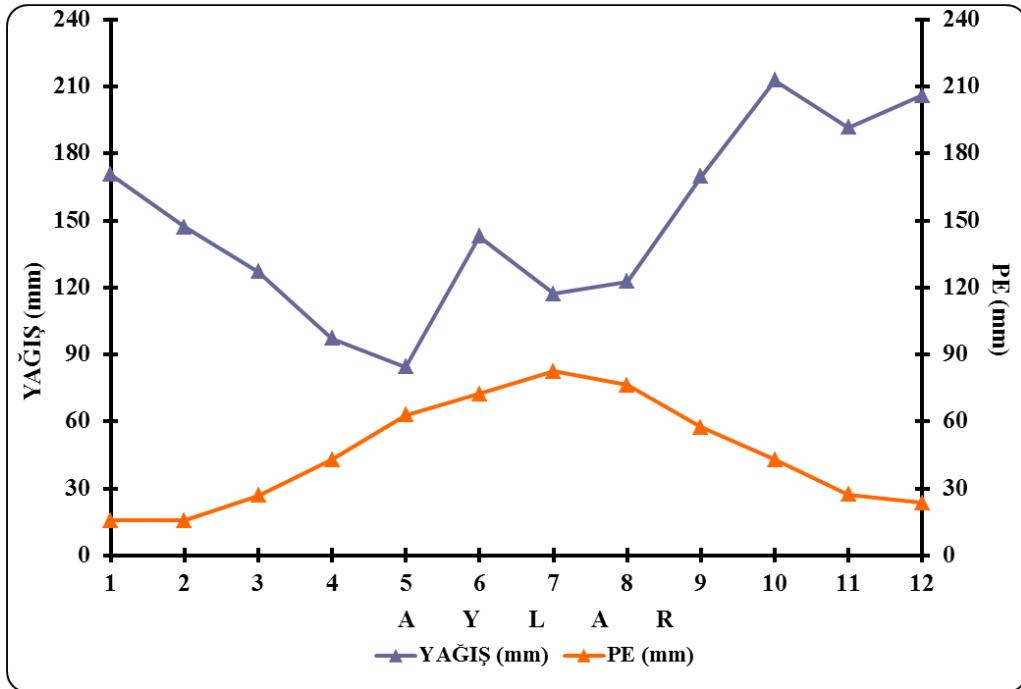
Şekil 28: 1100 ile 1200 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



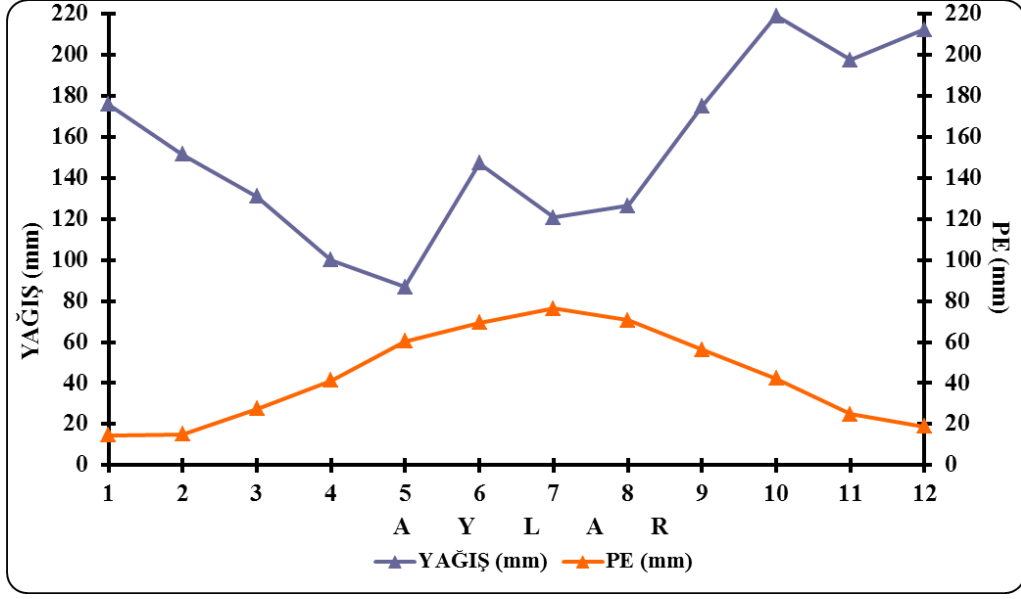
Şekil 29: 1200 ile 1300 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



Şekil 30: 1300 ile 1400 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



Şekil 31: 1400 ile 1500 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.



Şekil 32: 1500 ile 1600 m arasında kalan yükselti kuşağına ait yağış ve potansiyel evapotranspirasyon grafiği.

Elde edilen su bilançolarında arazi kullanımının etkisini ortaya koyabilmek için Gökırmak Çayının bir kolu olan Ovacuma Irmağı havzasında yapılmış bir çalışmanın hidrolojik verilerinden faydalanılmıştır (Öztürk, 2009). Kirazlıköprü Baraj havzasının bir kısmını teşkil eden Ovacuma Irmağı havzasında yapılan arazi kullanımını dikkate alan bütünleşik hidrolojik model ile farklı simülasyonlar denenerek analizler yapılmıştır.

Hidrolojik model, iklim koşulları ve etkilerinin anlaşılmasında, bir havzanın su kaynaklarının kalite ve miktar olarak potansiyelinin belirlenmesinde, su kaynaklarının verimli kullanılmasında, su kaynakları projelerinin tasarım, inşaat ve işletmesi gibi alanlardaki sorunlara çözüm bulmada su kaynakları mühendisliğin temel araçlarından (Çelik ve Fıstıkoğlu, 2005).

Öztürk'ün (2009) bütünleşik hidrolojik model ile yapmış olduğu analizlerde, sırasıyla havzanın tamamının ziraat alanı, tam kapalı (3 kapalılık derecesinde) iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcereler ile kaplı olduğu farz edilmiştir. Yapılan analizlerin neticesinde ise ziraat alanı, iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcereler için evapotranspirasyonun yağışa oranları Tablo 28'de ifade edilmiştir (Öztürk, 2009; Öztürk vd., 2013b).

Tablo 28: Farklı arazi kullanımlarının evapotranspirasyon oranı (Öztürk vd., 2013b).

Arazi Kullanımı	Evapotranspirasyon (%)
Ziraat Alanı	62,8
İğne Yapraklılar	72,9
Geniş Yapraklılar	75,6

İlgili çalışmada, hidrolojik modelde meşcere kapalılığı, dolayısıyla arazi kullanım göstergesi olarak kullanılan Yaprak Alan İndisi (YAI) parametresi, tüm kapalılık derecelerinde (0, 1, 2, 3 kapalılık derecesi) iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık türler (0 kapalılık derecesi hariç) için tespit edilmiştir. Buna göre, her bir kapalılık derecesindeki iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık meşcereler için tekabül eden ortalama YAI değerleri Tablo 29’da ortaya konulmuştur (Öztürk, 2009; Öztürk vd., 2013a).

Tablo 29’daki meşcere türlerinin kapalılık derecelerine göre tespit edilen YAI değerlerinin ağırlıklı ortalamaları alınarak meşcere tiplerine göre her bir kapalılık derecesi Tablo 30’daki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 29: Orman meşcere tiplerinin yaprak alan indisi (YAI) değerleri (Öztürk vd., 2013a).

Meşcere Tipi	Bitki Türü	Kapalılık Derecesi	YAI
İğne Yapraklı	<i>Abies bornmülleriana</i> (Uludağ Göknaarı)	0	0,72
		3	1,48
		3	1,87
		1 ve 2	1,01
	<i>Pinus brutia</i> (Kızılçam)	2	1,26
		0	0,78
Geniş Yapraklılar	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam)	1 ve 2	1,22
		1	1,13
		3	1,96
	<i>Quercus</i> sp. (Meşe)	0	0,80
		1 ve 2	1,41
		3	1,72
	<i>Fagus orientalis</i> (Doğu Kayını)	1 ve 2	1,91
		3	2,41
		1 ve 2	2,15
		3	2,40

Tablo 29: (devam ediyor).

	<i>Fagus orientalis</i> (Doğu Kayını), <i>Carpinus orientalis</i> (Doğu Gürgeni)	3	2,05
	<i>Platanus orientalis</i> (Doğu Çınarı)	2	1,76
Karışık	<i>Fagus orientalis</i> (Doğu Kayını), <i>Abies bornmülleriana</i> (Uludağ Göknaarı)	1 ve 2 3 3 3	1,75 1,93 2,15 1,95
	<i>Abies bornmülleriana</i> (Uludağ Göknaarı), <i>Pinus sylvestris</i> (Sarıçam), <i>Quercus</i> sp. (Meşe), <i>Fagus orientalis</i> (Doğu Kayını)	1 ve 2	1,79
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam), <i>Carpinus orientalis</i> (Doğu Gürgeni)	1 ve 2	2,14
	<i>Pinus nigra</i> (Karaçam), <i>Quercus</i> sp. (Meşe)	3	1,10
	<i>Pinus sylvestris</i> (Sarıçam), <i>Carpinus orientalis</i> (Doğu Gürgeni)	3	2,47
	<i>Abies bornmülleriana</i> (Uludağ Göknaarı), <i>Carpinus orientalis</i> (Doğu Gürgeni)	3	2,26
	<i>Abies bornmülleriana</i> (Uludağ Göknaarı), <i>Carpinus orientalis</i> (Doğu Gürgeni), <i>Fagus orientalis</i> (Doğu Kayını)	3	2,14

Tablo 30: Düzeltilmiş yaprak alan indisi (YAI) değerleri.

Orman Grubu	Kapalılık Derecesi	YAI
İğne Yapraklı	0	0,75
	1	1,07
	2	1,24
	3	1,87
Geniş Yapraklı	0	0,80
	1	1,59
	2	2,03
	3	2,29
Karışık	1	1,75
	2	1,97
	3	2,15

Öztürk'ün (2009) hidrolojik model ile yapmış olduğu diğer bir analizinde de havzanın tamamında YAI'nin sırasıyla 1 ve 2 kapalılık derecesinde olduğu kabul edilip, farklı bitki

kök derinliklerine göre denenmiştir (Tablo 31). Bitki kök derinliği, bitkilerin alt toprakta depolanmış olan suyun ne kadarını kullanabileceğini belirlemesi bakımından evapotranspirasyonu etkileyen önemli faktörlerden biridir (Erşahin, 2001).

Tablo 31: 1 ve 2 kapalılık derecesindeki YAI değerleri (Öztürk, 2009).

YAI	Kök Derinliği (mm)	Evapotranspirasyon (%)
1	500	63,9
2	500	68,6
1	1000	67,8
2	1000	73,6

Bu kapsamda Tablo 16'daki farklı kök derinliklerinde YAI'nin 1'den 2'ye kapalılık derecesinde ağırlıklı ortalamaları alınarak, evapotranspirasyon oranının yaklaşık olarak %5 oranında arttığı tespit edilmiştir. YAI'nin 1 puanlık artışının evapotranspirasyon oranında yaklaşık %5 artışa sebep olduğu öngörüsünden hareketle tüm kapalılık derecelerindeki orman gruplarına ait evapotranspirasyon oranları hesaplanmıştır.

Örneğin; 3 kapalılık derecesinde evapotranspirasyon oranı %75,6 olan geniş yapraklı türlerde YAI'nin 1 puanlık değişiminde %5 oranında artış veya azalışa sebep olduğu öngörüsünden yararlanılarak 1 kapalılık derecesinde evapotranspirasyon oranı %70,6 olduğu hesaplanmıştır. Ara kademelerde bulunan 0 ve 2 kapalılık derecesinde evapotranspirasyon oranlarının %2,5 oranında artış azaldığı hesaplanmıştır.

Havzada yer alan yerleşim, tesis, kayalık gibi alanlar geçirimsiz yüzeyler olarak düşünülmüş ve dolayısıyla bu yüzeylerden, yağışın %50'si buharlaştığı, %50'sinin de yüzeysel akışa geçtiği kabul edilmiştir. Öte yandan, kumul ve ormansız orman toprağı alanlarının ise ziraat alanlarıyla aynı evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranlarına sahip oldukları kabul edilmiştir. Neticede elde edilen bu değerlerin orman meşcere sınıflarına ve farklı arazi kullanımlarına göre dağılımı Tablo 32'de gösterilmiştir.

Tablo 32: Orman meşcere sınıflarına ve farklı arazi kullanımlarına ait evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları.

Orman	Kapalılık Derecesi	Evapotranspirasyon (%)	Yüzeysel Akış (%)
İğne Yapraklı	0	64,4	34,6
İğne Yapraklı	1	67,9	32,1
İğne Yapraklı	2	70,4	29,6
İğne Yapraklı	3	72,9	27,1
Geniş Yapraklı	0	68,1	31,9
Geniş Yapraklı	1	70,6	29,4
Geniş Yapraklı	2	73,1	26,9
Geniş Yapraklı	3	75,6	24,4
Karışık	1	71,9	28,1
Karışık	2	73,2	26,8
Karışık	3	74,4	24,6
Ziraat	-	62,8	37,2
O. Orman Top.	-	62,8	37,2
Kumul	-	62,8	37,2
Tesis	-	50,0	50,0
Yerleşim	-	50,0	50,0

Sonrasında Kirazlıköprü Baraj havzasındaki her bir yükselti kuşağındaki orman meşcere sınıfları (0, 1, 2 ve 3 kapalılık derecesinde), ziraat, yerleşim, kumul, ormansız orman toprağı, yerleşim ve tesis alanlarının ağırlıklı ortalamaları ve oranları hesap edilmiştir. Her bir 100 metrelik yükselti kuşağı için oluşturulan Thornthwaite su bilançosunda evapotranspirasyon oranları hesaplanmıştır.

Her bir yükselti kuşağındaki evapotranspirasyon oranı (ET_h) ile o yükselti sınıfına tekabül eden ziraat alanlarının evapotranspirasyon oranına (ET_z) bölünmesi neticesinde bir katsayı (k) elde edilmiştir (Eşitlik 1).

$$ET_h \div ET_z = k \quad (1)$$

ET_z : Her bir yükselti kuşağındaki ziraat alanlarına ait evapotranspirasyon oranı,

ET_h : Her bir yükselti kuşağı için oluşturulan Thornthwaite su bilançosundaki evapotranspirasyon oranı,

k : Katsayı oranı.

Elde edilen katsayı oranı ile her bir yükselti kuşağındaki meşcere sınıflarının ve farklı arazi kullanımlarının evapotranspirasyon oranı ile çarpılarak yeniden evapotranspirasyon oranları hesaplanmıştır (Eşitlik 2).

$$k \times ET_{ak} = ET_D \quad (2)$$

k: Katsayı oranı,

ET_{ak}: Meşcere sınıfları ve arazi kullanımlarına ait evapotranspirasyon oranı,

ET_D: Meşcere sınıfları ve arazi kullanımlarına ait düzeltilmiş evapotranspirasyon oranı.

Kirazlıköprü Baraj havzasındaki her bir yükselti kuşağındaki orman meşcere sınıflarının ve farklı arazi kullanımlarının (ziraat, yerleşim, ormansız orman toprağı, kumul ve tesis) oranları ile o yükselti kuşağındaki her bir arazi kullanımı için hesaplanmış evapotranspirasyon oranları çarpılmıştır. Bunun neticesinde her bir yükselti kuşağı için farklı arazi kullanımlarının o yükselti kuşağına takabül eden evapotranspirasyon oranında ne kadarlık bir etkiye sahip olduğu hesaplanmıştır (Eşitlik 3).

$$O_{ak} \times ET_D = ET_E \quad (3)$$

O_{ak}: Meşcere sınıfları ve arazi kullanımlarının yükselti kuşağındaki yer alma oranı,

ET_D: Meşcere sınıfları ve arazi kullanımlarına ait düzeltilmiş evapotranspirasyon oranı,

ET_E: Meşcere sınıfları ve arazi kullanımlarının etkilemiş olduğu evapotranspirasyon oranı.

Meşcere sınıflarının ve arazi kullanımlarının yükselti kuşaklarında etkiye sahip oldukları evapotranspirasyon oranları toplanarak her bir yükselti kuşağı için yıllık yağışın evapotranspirasyon ile kaybedilen ve buna bağlı yüzeysel akışa geçen kısmı yeniden hesaplanmıştır (Eşitlik 4).

$$\sum (ET_E) \quad (4)$$

ET_E: meşcere sınıfları (geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık türler) ve arazi kullanımlarının (ziraat alanı, yerleşim, ormansız orman toprağı, kumul ve tesis alanı)

etkilemiş olduğu evapotranspirasyon oranları.

Bu işlemler 100 m ile 1600 m arasındaki tüm yükselti kuşaklarındaki arazi kullanımları ve meşcere sınıfları için uygulanmıştır. Neticesinde her bir yükselti kuşağı için ortalama evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları ortaya konulmuştur.

BÖLÜM III

BULGULAR VE İRDELEME

Taşkın koruma, sulama ve enerji sağlamak amacıyla ilk olarak yapımına 1999 yılında başlanan ve inşaatı halen devam eden Bartın-Kirazlıköprü Barajının, suyunun toplanmasının hedeflendiği havzanın yaklaşık alanı 865 km²'dir. Toplam havza alanı yaklaşık 1943 km² olan Bartın Çayı'nın en uzun kolu olan Gökırmak Çayı (Ulus ve Ovacuma Çaylarını içerir) havzasının büyük bir kısmını oluşturan Kirazlıköprü Baraj havzasının yükseltisi 60 ile 1600 m arasında geniş bir kuşakta değişiklik göstermektedir. Bununla birlikte, havzanın yaklaşık yarısı 300 ile 700 m arasındaki kuşakta ve yaklaşık 1/3'ü ise 700 ile 1100 m arasındaki kuşakta yer almaktadır. Havzanın ortalama eğimi %20 olup, %0-5 arasındaki eğime sahip hemen hemen düz araziler daha çok havzanın aşağı kısımlarında yaklaşık %11'lik bir yüzölçümünü kapsamaktadır. Havzadaki yamaçların bakışı her dört yöne de hemen hemen eşit dağılmışken batıya bakan yamaçlar ağırlıktadır. Havzanın bu jeomorfolojik yapısının, havzanın yaklaşık 15 km aşağısında yer alan Bartın şehir merkezindeki seller üzerinde etkisi olduğu Turoğlu ve Özdemir (2005) tarafından vurgulanmıştır. Havzanın yaklaşık 3/4'ünü kaplayan kireçtaşı-çamurtaşı jeolojik formasyonu (MTA, 2007) üzerinde ağırlıklı olarak gri-kahverengi podzolik topraklar oluşmuştur ve bunlar daha çok derinliği yarım metreyi geçmeyen sıg topraklardır.

Havzanın ilk 200 m'lik yükselti kuşaklarında bulunan kumul alanlar, yukarı kesimlerden erozyonla sıyrılıp, ırmak içerisinde taşınıp, aşağı kesimlerde biriktirilen alüvyon materyalin yayıldığı alanlardır. Yine ilk kuşakta yer alan Bartın İli'ne bağlı Abdipaşa Beldesi ve ikinci kuşakta yer alan Bartın İli'nin Ulus İlçesi, havzadaki en büyük iki yerleşim alanıdır. Büyük toprak grupları haritasında ifade edildiğine göre, işlemeli tarım için uygun sayılabilen I, II, ve III. sınıf araziler daha çok havzanın alçak kesimlerinde ve ırmak kenarlarında yoğunlaşmıştır (GTHB, 2005). Öte yandan daha çok orman, mera ve rekreasyon amaçlı olarak kullanılabilecek diğer sınıf araziler ise daha çok havzanın yüksek ve dağlık kesimlerinde yer almaktadır. Havzanın yarısından fazlası VII. sınıf arazilerdir. Bununla birlikte ilk üç sınıf araziler havzanın sadece yaklaşık %10'u kadar alan kaplamaktadır. Ağırlıklı olarak ilk 200m'lik yükselti kuşakları içerisinde yer alan verimli alüvyon topraklar (GTHB, 2005) üzerinde tarımsal faaliyet yerine yerleşimlerin bulunuyor

olması dikkat çekicidir. Bu tarz yanlış kullanımlar, 500 m'lik yükseltiye kadar azalarak da olsa kendini göstermektedir. Nitekim genel itibariyle yerleşimlerin yaklaşık %15'e yakın kısmı verimli alüvyon topraklar üzerinde tesis edilmiştir.

Bununla birlikte, ilk 200 metrelik yükselti kuşağında bulunan tesis alanları da (OGM, 2011b) yerleşim alanları gibi alüvyon topraklar üzerinde yer alarak yanlış arazi kullanımı söz konusudur. Havzada yer alan kayalık alanlar (OGM, 2011b) ise yaklaşık %0.01 oranında 800 ile 1000 metre arası yükselti kuşaklarında yer alarak havza içerisinde geçirimsiz yüzeyler oluşturmaktadır (Tablo 33).

Çalışma alanının yaklaşık olarak yarısını orman alanları, üçte birinden fazlasının ise ziraat alanlarıyla kaplı olup geriye kalan alanların ise kapladıkları alanlar göz önüne alınarak büyükten küçüğe sırasıyla; yerleşim alanları, ormansız orman toprağı, kumul alanı, tesis alanı ve kayalıklardan oluşmaktadır. Baraj havzası Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak sayısal haldeki 1/25 000 ölçekli topografya haritasından havza alanı her bir 100 metrelik yükselti kuşaklarına ayrılarak her bir 100 metredeki ağırlıklı ortalamaları ile arazi kullanımları tespit edilmiştir. Bu kapsamda, ilk 600 metrelik yükselti kuşağında yaklaşık olarak %46 oranında yer kaplayan ziraat alanları, sonraki her bir 100 metrede yaklaşık %10 oranında azalarak 900 metrede ortalama %17 oranında düşmektedir. Köy yerleşimleri ise ziraat alanları çevresinde yaklaşık olarak %5 oranında yer kaplamaktadır. Bununla birlikte geniş yapraklı, iğne yapraklı ve karışık orman alanlarının oranı ilk 200 metrede yaklaşık %28 oranında olup bu 200 metrelik yükselti kuşakları içerisinde ağırlıklı olarak geniş yapraklı ormanlar mevcuttur. Orman alanlarının oranı 200 ile 600 metreleri arasında ortalama %50 civarında olup daha sonraki her 100 metrede bir yaklaşık %10 oranında artarak 1000 metredeki yükselti kademesinde %90 'a kadar ulaşmıştır. Geniş yapraklı türler 1200 metrede yüksek kademesine kadar oran olarak ağırlığını korumakta olup daha sonraki yükselti kuşaklarında yerini karışık türlere bırakmıştır. Ziraat alanları, 1000 ile 1100 metre yükselti kuşaklarına gelindiğinde yaklaşık %3 oranında azalmakta olup daha sonraki yükselti kuşaklarından 1600 metreye kadarki bölüme kadar hemen hemen görülmemektedir. 1100 ile en son nokta olan 1600 metrede büyük oranda orman alanlarının hakim olduğu yükselti kuşakları yer almaktadır (Tablo 33).

Tablo 33: Araştırma alanının yükseltiye bağlı arazi kullanım durumu.

Arazi Kullanımı									Yüksekti
Yaprak D.O	İbrelî O.	Karışık O.	Ziraat Alanı	Yerleşim	O.Orman Toprağı	Kumul	Tesis	Kayalık	
16,3%	0,0%	0,0%	48,7%	6,2%	0,2%	25,9%	2,7%	0,0%	0-100 m
25,5%	1,5%	2,3%	46,5%	12,9%	0,5%	8,9%	1,9%	0,0%	100-200 m
34,7%	6,6%	6,0%	47,6%	3,0%	0,5%	1,5%	0,1%	0,0%	200-300 m
40,5%	6,5%	5,2%	43,1%	2,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	300-400 m
35,8%	9,2%	4,8%	45,8%	3,5%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	400-500 m
34,8%	10,8%	5,8%	45,4%	2,5%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	500-600 m
41,9%	9,9%	8,5%	36,8%	1,7%	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	600-700 m
46,0%	10,2%	14,1%	27,5%	0,8%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	700-800 m
46,0%	11,0%	24,2%	16,9%	1,1%	0,6%	0,0%	0,0%	0,01%	800-900 m
42,9%	17,3%	28,0%	10,3%	0,6%	0,7%	0,0%	0,0%	0,01%	900-1000 m
45,4%	17,6%	33,2%	2,9%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1000-1100 m
50,4%	12,2%	36,9%	0,1%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1100-1200 m
30,5%	11,8%	57,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	1200-1300 m
16,6%	9,0%	74,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1300-1400 m
3,7%	17,3%	77,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1400-1500 m
0,0%	40,7%	59,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1500-1600 m

Kirazlıköprü baraj havzasında her bir yükselti kuşağı için yıllık yağışın evapotranspirasyon ile kaybedilen kısmı ile yüzeysel akışa geçen kısmının yeniden hesaplanmasında yerleşim, tesis, kayalık gibi alanlar geçirimsiz yüzeyler olarak düşünülmüş ve dolayısıyla bu yüzeylerden, yağışın %50'si buharlaştığı, %50'sinin de yüzeysel akışa geçtiği kabul edilmiştir. Öte yandan, kumul ve ormansız orman toprağı alanlarının ise ziraat alanlarıyla aynı evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranlarına sahip oldukları kabul edilmiştir. Ormanlık, ziraat ve varsa kumul arazilerin, bunlara bağlı olarak evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranlarının yükseltinin artışı ile birlikte nasıl bir değişim gösterdiği Tablo 34'de ifade edilmiştir.

Tablo 34: Sadece yükseltiyi dikkate alan evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları (yükseltinin solunda kalan sütunlar) ile arazi kullanımlarını da dikkate alan evapotranspirasyon ve yüzeysel akış oranları (arazi kullanımının sağında kalan sütunlar).

Evapotranspirasyon (%)	Yüzeysel Akış (%)	Yükselti (m)	Arazi Kullanımı	%	Evapotranspirasyon (%)	Yüzeysel Akış (%)
61,0	39,0	60-100	Ziraat	48,7	61,3	38,7
			Kumul	25,9		
			Yaprak Döken	16,3		
			Yerleşim	6,2		
58,9	41,1	100-200	Ziraat	46,5	60,2	39,8
			Yaprak Döken	25,5		
			Yerleşim	12,9		
			Kumul	8,9		
57,2	42,8	200-300	Ziraat	47,6	61,5	38,5
			Yaprak Döken	34,7		
			İbrelili	6,6		
			Karışık	5,2		
55,8	44,2	300-400	Ziraat	43,1	60,8	39,2
			Yaprak Döken	40,5		
			İbrelili	6,5		
			Karışık	5,2		
51,9	48,1	400-500	Ziraat	45,8	56,0	44,0
			Yaprak Döken	35,8		
			İbrelili	9,2		
			Karışık	4,8		
49,2	50,8	500-600	Ziraat	45,4	53,3	46,7
			Yaprak Döken	34,8		
			İbrelili	10,8		
			Karışık	5,8		
50,5	49,5	600-700	Yaprak Döken	41,9	55,5	44,5
			Ziraat	36,8		
			İbrelili	9,9		
			Karışık	8,5		
43,7	56,3	700-800	Yaprak Döken	46,0	48,8	51,2
			Ziraat	27,5		
			Karışık	14,1		
			İbrelili	10,2		
42,3	57,7	800-900	Yaprak Döken	46,0	48,1	51,9
			Karışık	24,2		
			Ziraat	16,9		
			İbrelili	11,0		
36,0	64,0	900-1000	Yaprak Döken	42,9	41,5	58,5
			Karışık	28,0		
			İbrelili	17,3		
			Ziraat	10,3		
37,3	62,7	1000-1100	Yaprak Döken	45,4	43,6	56,4
			Karışık	33,2		
			İbrelili	17,6		

Tablo 34: (devam ediyor).

34,9	65,1	1100-1200	Yaprak Döken	50,4	41,2	58,8
			Karışık	36,9		
			İbrelili	12,2		
33,0	67,0	1200-1300	Karışık	57,1	38,6	61,4
			Yaprak Döken	30,5		
			İbrelili	11,8		
32,0	68,0	1300-1400	Karışık	74,4	37,8	62,2
			Yaprak Döken	16,6		
			İbrelili	9,0		
30,6	69,4	1400-1500	Karışık	77,1	36,0	64,0
			İbrelili	17,3		
			Yaprak Döken	3,7		
28,1	71,9	1500-1600	İbrelili	59,3	32,7	67,3
			Karışık	40,7		

2011 yılına ait meşcere planına göre havzanın % 60'nı orman alanları (%61'i geniş yapraklı orman, %22'si karışık orman ve %17'si ise iğne yapraklı orman) oluşturmaktadır (OGM, 2011b).

Farklı arazi kullanımlarının ve YAI değerlerinin dikkate alınarak oluşturulan Kirazlıköprü baraj havzasının su bilançosunda, orman alanlarının diğer arazi kullanımlarına nazaran daha evapotranspirasyon oranı daha fazladır. Yapılan birçok çalışmada (McDonnell, 1999; Robinson vd., 2003; Özhan, 2004; Aydın, 2008) orman alanlarının yağış sularını yüzeysel akışa geçmesini geciktirici özelliğe sahip olduğu belirtilmektedir.

Orman ekosistemlerinde iklim, toprak, ağaç türü gibi faktörlere bağlı olarak değişebilen yaprak alan indeksinin, araştırma alanındaki farklı meşcere tiplerinde de değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Orman meşcere tipleri birbirleri arasında YAI parametresi dikkate alınarak su bilançosu bakımından karşılaştırıldığında karışık ormanların, geniş yapraklı ve iğne yapraklı ormanlara kıyasla daha fazla evapotranspirasyon oranına sahiptir. Bunun nedeni ise yapılan çalışmalarda (Barnes vd., 1998; Öztürk, 2009; Kara vd., 2011) karışık meşcerelerde YAI değerlerinin geniş yapraklı ve yaprak döken ormanlara nazaran yüksek oluşu bu meşcere tipinde düşey kapalılığın yüksek olması ile açıklanabilmektedir.

Suyun üretildiği yerler içinde en önemli payı orman ekosistemleri oluşturmaktadır. Su üretimi orman alanına düşen yağışların toprağa sızdırılması ve topraktan sızan suyun kaynaklara ulaşması ile gerçekleşebilmektedir. Ziraat, orman ve diğer arazi kullanımları

arasında meydana gelen konumsal ve zamansal değişiklikler (arazi kullanım değişiklikleri) suyun miktarı ve kalitesi üzerinde büyük etkilere sahiptir (Kantarıcı, 2000).

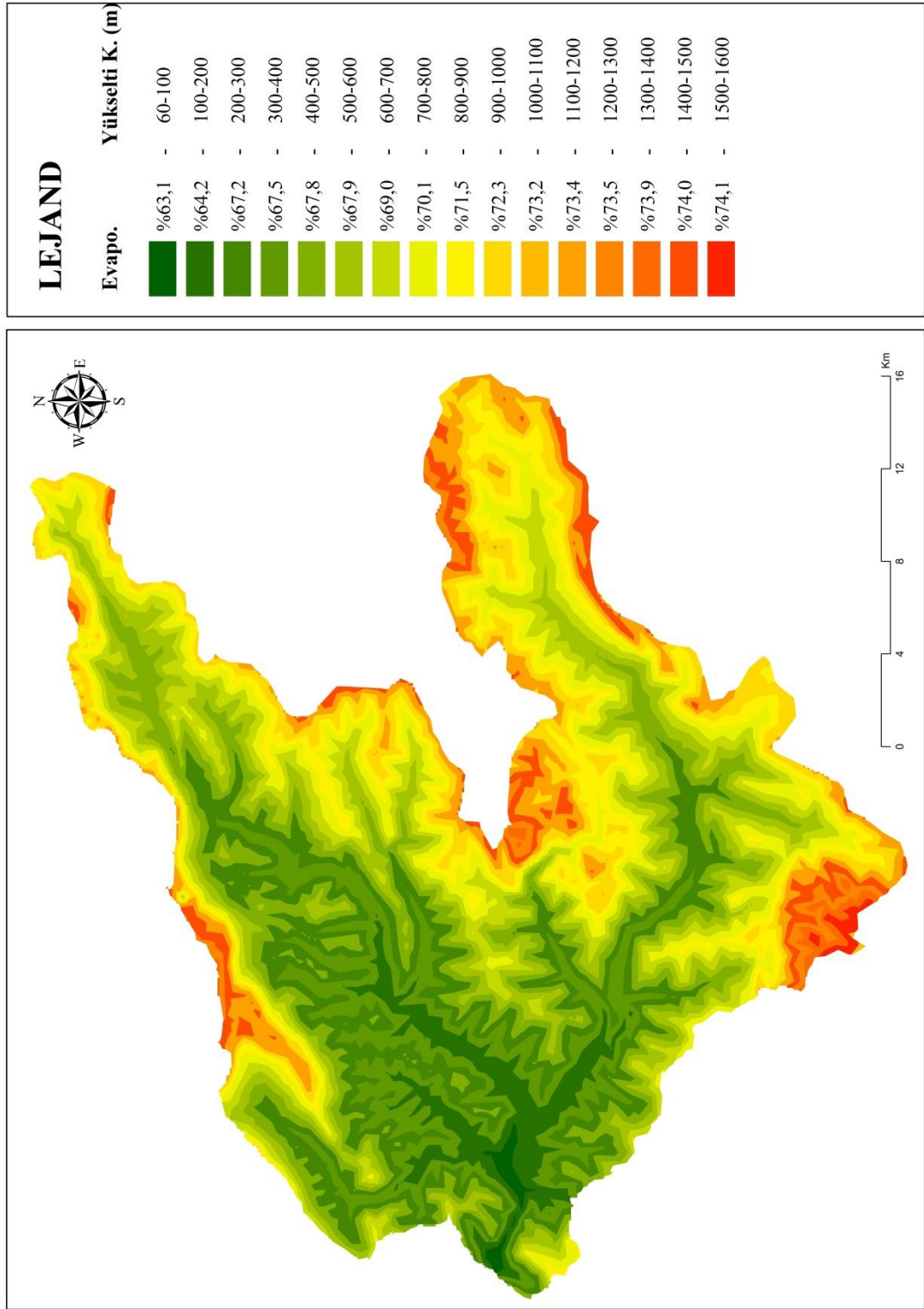
Ayrıca ormanlar topraktaki suyun bir bölümünü de alarak transpirasyon yolu ile kaybolmasına neden olmaktadır (Tuncer ve Kaya, 2010). Ağaçların yaş, sıklık ve gelişim çağlarının artmasına bağlı olarak yıllık evapotranspirasyon oranlarını artmakta ve bu su verimini önemli ölçüde azaltmaktadır (Farley vd., 2005).

Bir alanın su bilançosu üç ana faktöre bağlı bulunmaktadır. Bunlar da yağış, yüzeysel akış ve evapotranspirasyondur. Su bilançosu, yağış ile evapotranspirasyon ve yüzeysel akış arasında dengeli bir ilişki bulunmaktadır. Evaporanpirasyon ve yüzeysel akış ne kadar azsa yağış o kadar önem kazanmaktadır. İntersepsiyon, transpirasyon ve evaporasyon (topraktan buharlaşma) su verimini olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir. Orman örtüsü bir taraftan evaporasyonu azaltıp, infiltrasyon koşullarını geliştirmek suretiyle düzenli ve devamlı su verimini olumlu yönde etkilerken, diğer taraftan intersepsiyon ve transpirasyon yoluyla su kaybına neden olmaktadır. Orman ekosistemlerinin bu etkisi ağaç türüne, meşcere sıklığına, tepe boyutlarına ve yaprak miktarına göre değişmektedir (Mızraklı vd., 2008).

Evapotranspirasyon hesabı yapılırken kullanılan eşitlikler genel olarak birkaç meteorolojik faktörün fonksiyonu olarak geliştirilmiştir. Bunlardan sıcaklık koşullarını dikkate alan eşitlikler, evapotranspirasyon ile sıcaklığın birbirleri ile olan ilişkisine dayanmaktadır. Thornthwaite, potansiyel evapotranspirasyonun sadece sıcaklığın bir fonksiyonu olduğunu ve bölgenin iklimini belirlemede önemli olduğunu ortaya atmıştır (Ok vd., 2001).

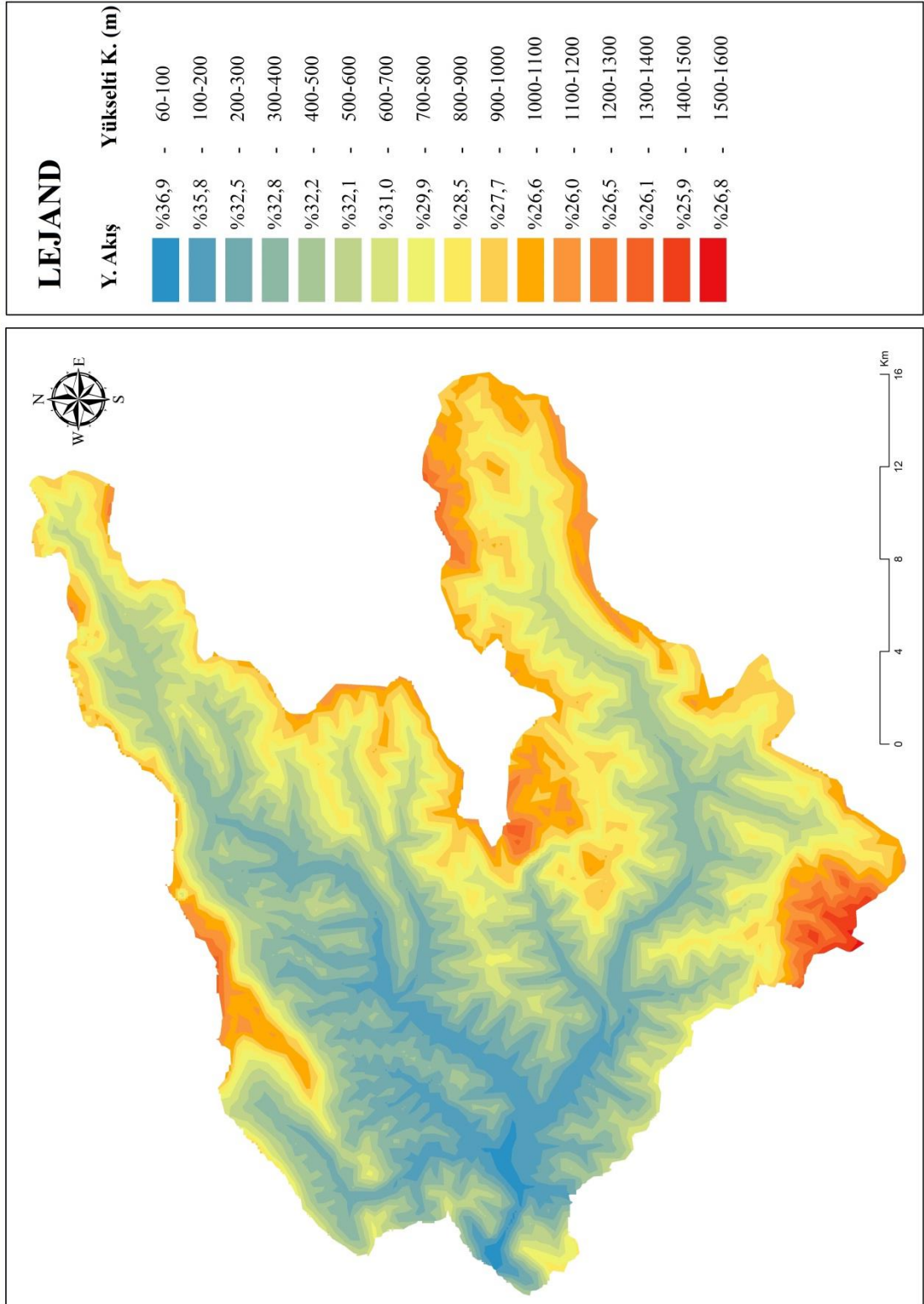
Kirazlıköprü baraj havzasında 1500 m’lik yükselti farkından dolayı, yüksekliğe bağlı sıcaklık ve yağış değişimi prensipleri (her 100 metrelik yükselti artışında ortalama sıcaklığın 0,5°C azaldığı, yıllık toplam yağışın da 54 mm arttığı) esas alınarak (Barry, 2008) her bir 100 metrelik yükselti kuşağı için su bilançosu oluşturulmuştur. Yükseltinin artmasıyla birlikte, ortalama sıcaklığın azalıp toplam yağış miktarının azalması, en alt kuşak evapotranspirasyon oranının yaklaşık yarı yarıya azalmasına (Şekil 17), yüzeysel akış oranının da o nispette azalışına sebep olmuştur (Şekil 18). Bununla birlikte, yükseltinin artmasıyla birlikte yavaş yavaş orman alanlarının hâkim duruma geçmesi, arazi kullanımına dayalı su bütçesi hesabının, sadece yükseltiyi dikkate alan ham su bütçesi hesabına nazaran evapotranspirasyon lehinde %5 artış vermesine sebep olmuştur.

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Evapotranspirasyon Durumu



Şekil 33: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasının yükseltiğe bağlı evapotranspirasyon durumu.

Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzası Yüzeysel Akış Durumu



Şekil 34: Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasının yükseltiye bağlı yüzeysel akış durumu.

BÖLÜM IV

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bartın-Kirazlıköprü baraj havzasındaki arazi kullanımlarını uygunluk ve eksikler çerçevesinde ele alıp su verimi üzerindeki etkisini belirlenmesine yönelik yapılan bu çalışma, farklı arazi kullanımları, meşcere tipleri ve yaprak alan indisi parametleri kullanılarak yıllık yağışın evapotranspirasyonla kaybedilen ve buna bağlı yüzeysel akışa geçen kısmı yeniden hesaplanmıştır. Bunun neticesinde farklı arazi kullanımlarının su bilançosu bakımından karşılaştırıldığında orman alanları ziraat, yerleşim ve diğer arazi kullanımlarına nazaran daha fazla etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır.

Çalışma alanının yaklaşık olarak %60 oranında kaplayan orman alanlarının havzanın su verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu yapılan literatür çalışmaları (Luijten vd., 2000; Costa vd., 2003; Wei vd., 2005; Costa-Cabral vd., 2008; Öztürk, 2009) dikkate alınarak irdelenmiştir. Bunun sonucunda da orman alanlarının suyun verimi arttırmasının yanı sıra diğer arazi kullanımlarına nazaran yıllık evapotranspirasyon oranına sahip olması nispeten su kaybına da neden olmaktadır.

Arazi kullanımının bilhassa evapotranspirasyonu ve yüzeysel akışı önemli ölçüde değiştirmek gibi hidrolojik döngü ve dolayısıyla havzadaki su bütçesi üzerindeki etkileri belirgindir. Sahip olduğu tepe çatısı tarafından intersepsiyonla yağışın büyük bir kısmının tutup yavaşlatan, böylece yağmur damlalarının doğrudan yüzeye çarpıp erozyona yol açmasına engel olan, aynı zamanda yüzeysel akıştan ziyade yeraltı sularını besleyen bir orman örtüsü, barajların ömrü ve su kalitesi açısından oldukça değerlidir. Çünkü şiddetli erozyonla meydana gelen aşırı rusubatın (taş, toprak, dal, ibre v.s) barajların arkasında hızlıca birikmesine ve orayı doldurmasına engel olurlar. Aynı zamanda kirlenmeye müsait olan yüzey sularından ziyade daha kaliteli ve uzun vadeli yeraltı sularına katkıda bulunurlar.

Barajların ömrünü artırmak, baraj göllerine gelen rusubatlari azaltmak, barajların ve su havzalarının korunmasını sağlamak gayesiyle özellikle üst havzalarda, ağaçlandırma, erozyon kontrolü ve rehabilitasyon çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca, bu faaliyetlerle su

kalitesinin ve veriminin artmasını da sağlanacaktır.

Bu çalışmada da arazi kullanımının baraj havzasının su bütçesi üzerindeki etkileri vurgulanmıştır. Bununla birlikte, havzadaki güncel ve değişken arazi kullanımları ile bunların ekolojik bileşenlerinin dikkate alındığı yersel ve zamansal dinamikleri olan bir ekolojik arazi kullanım modelinin, intersepsiyon, evapotranspirasyon, yüzeysel akış, kanal akışı ve yeraltı suyu akışı gibi su döngüsünün ana bileşenlerinin koordineli bir şekilde yer aldığı hidrolojik bir model ile bütünleştirilmesi ve uygulanmasına ihtiyaç vardır. Bütünleşik ve dinamik bir ekolojik arazi kullanım-hidrolojik modeli, iklim değişikliği gibi küresel bir olgu ile karşı karşıya kalabilecek baraj havzalarının sürdürülebilir planlaması ve yönetimi için de son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Akkaya, U., Gültekin, A.B, Dikmen, Ç.B. ve Durmuş, G. (2009). Baraj ve hidroelektrik santrallerin (HES) çevresel etkilerinin analizi: Ilısu Barajı örneği. *4. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09)*. 13-15 Mayıs 2009. Karabük.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. ve Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. *Proc., FAO Irrigation and Drainage, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Paper, Rome, No. 56*.
- Anon. (2008). *Bartın İli Su Kaynakları Stratejisi Yönetimi*, T.C. Bartın Valiliği. Bartın, 64 s.
- Apan, M. (2009). *Hidroloji Ders Kitabı*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, No:52. Samsun.
- Asan, Ü. (1999). Orman Kaynaklarının Çok Amaçlı Kullanımı ve Planlama Sistemleri. *Ormanların Çok Amaçlı Planlanması Toplantısı*, 5-6 Mayıs, Bolu, 33-40.
- Asan, Ü. ve Şengönül, K. (1987). Orman formlarının fonksiyonel açıdan karşılaştırılması. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 37(4): 52-67.
- Atalay, İ. (2011). *Türkiye İklim Atlası*. İnkılâp Kitabevi Yayınları, İstanbul, Türkiye.
- Aydın, A. (2008). Büyük Menderes Nehri Sağ Sahil Derelerindeki Sel Kontrol Çalışmalarının İrdelenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği A.B.D. İstanbul, 202 s.
- Ayenew, T. (2003). Evapotranspiration estimation using thematic mapper spectral satellite data in the Ethiopian rift and adjacent highlands. *Journal of Hydrology*, 279, 83–93.
- Ayfer, K.A. (2007) Katılımcı Havza Yönetim Modelinin Oluşturulması: Kovada Gölü Örneği. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı A.B.D. Ankara, 240 s.
- Babalık, A.A. ve Yazıcı, N. (2011). Ormanlar ve su üretimi. *Orman Mühendisliği Dergisi*, 48(4): 16-19.
- Bağdatlı, C.M. ve Öztürk, B. (2014). Havza Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) Etkin Rolü. *Sakarya Üniversitesi (SAÜ) Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 18(1): 11-19.
- Balcı, A.N. (1958). Elmalı Barajı'nın Siltasyondan Korunması İmkanları Ve Vejetasyon Su Düzeni Üzerine Araştırmalar. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği A.B.D. İstanbul, 105 s.
- Balık, G. (2009). Baraj Gölleri Ve Çevresel Etkilerinin Peyzaj Mimarlığı Açısından

- İncelenmesi: Tahtalı Barajı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı A.B.D. İzmir, 83 s.
- Barnes, B.V., Zak, D.R., Denton, S.R. ve Spurr, S.H. (1998). *Forest Ecology*. 4 th ed. John Wiley and Sons. New York, 774 pp.
- Barry, R.G. 2008. *Mountain Weather and Climate, Üçüncü Baskı*. Cambridge Üniversitesi Yayınları, 506 s., Cambridge, İngiltere.
- Bergün, M., Aras, E. ve Koç, T. (2008). Barajların ve Hidroelektrik Santrallerinin Nehir Ekolojisi Üzerinde Oluşturduğu Etkiler. *TMH (Türkiye Mühendislik Haberleri)*. Sayı: 452-2008/6.
- Bibby, J, S. ve Mackney, D. (1969). Arazilerin kapasitelerine göre sınıflandırılması. (Çeviri: Tahsin Tokmanoğlu, 1976), *Orman Fakültesi Dergisi*, (B-15): 225-250.
- Bonan, G. (2008). *Ecological Climatology: Concepts and Applications*, İkinci Baskı. Cambridge Üniversitesi Yayınları, 550 s., Cambridge, İngiltere.
- Bonan, G.B. (1993). Importance of leaf area index and forest type when estimating photosynthesis in Boreal forest. *Remote Sensing of Environment*, 43: 303-314.
- Brooks, K.N., Ffolliott, P.F., Gregersen, H.M. ve Thames J.L. (1991). *Hydrology and the Management on Floods*. Iowa State University Press. Ames.
- Cengiz, T., Akbulak, C., Özcan, H., ve Baytekin, H. (2013). Gökçeada’da optimal arazi kullanımının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 19: 148-162.
- Chang, M. (2006). *Forest Hydrology: An Introduction to Water and Forests*, İkinci Baskı. CRC Taylor & Francis Group Yayınları, 474 s., New York, ABD.
- Costa, M.H., Botta, A., Cardille, J.A. (2003). Effect of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 283: 206-217.
- Colman, E.A. (1953). *Vegetation and Watershed Management*. The Ronald Press Co. New York.
- Costa-Cabral, M.C., Richey, J.E., Goteti, G., Lettenmaier, D.P., Feldkötter, C. ve Snidvongs, A. (2008). Landscape structure and use, climate and water movement in the Mekong River basin. *Hydrological Processes*, 22: 1731-1746.
- Çeliker, M., Türkmen, S., ve Dursun, Ö.F. (2011). Peri Çayı havzasının ve su potansiyelinin CBS ile değerlendirilmesi. *5.Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu*. 12-16 Eylül 2011. İstanbul. (501-512).
- Çelikyay, S. (2005). Arazi Kullanımlarının Ekolojik Eşik Analizi ile Belirlenmesi Bartın Örneğinde Bir Deneme. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama A.B.D. İstanbul, 222 s.

- Çepel, N. (1986). Barajların yukarı yağış havzaları için arazi kullanım planlamasının ekolojik esasları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 36(2): 17-27.
- Çepel, N. (1993). *Toprak-Su-Bitki İlişkileri*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 236 s., İstanbul.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları. İstanbul.
- Çepel, N. (1996). *Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü*. TEMA Vakfı Yayınları: 6, İstanbul.
- Çolak, Ç. (2007). Baraj İşleyiş Süreçlerinde Sosyal ve Fiziksel Çevre Etkileri-Doğu Karadeniz Bölgesi Barajları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık A.B.D. Trabzon, 280 s.
- Douglass, J.E. (1967). Effects of Species and Arrangment of Forests on Evapotranspiration. *International Symposium on Forest Hydrology, 29 August-10 September 1965*. Proceeding of a National Science Foundation Advanced Science Seminar Held at the Pennsylvania State University, University Park, 1 January 1967. Pensylvania.
- DSİ (Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 23. Bölge Müdürlüğü) (1988) Bartın-Kirazlıköprü Projesi Planlama Raporu, Kastamonu.
- Elmastaş, N. (2008). Kahta Çayı havzasında arazi kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6(2): 159-190.
- Erol, A. (2006). Su kaynaklarının havza yönetimi ilkelerinin önemi. *TMMOB Su Politikaları Kongresi*. 21-23 Mart 2006. Ankara.
- Farley, K.A., Jobbagy, E.G. ve Jackson, R.B. (2005). Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. *Global Change Biology*, 11, 1565-1576.
- Göl, C. ve Dengiz, O. (2007). Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi havza arazi kullanım-arazi örtüsündeki değişim ve toprak özellikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 86-97.
- GTHB (T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) (2005) Bartın Çayı Havzası'nın Sayısal Toprak Haritaları. Ankara.
- GTHB (T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) (2014). Bartın Valiliği İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü 2013 Yılı Brifingi. Ankara.
- Gülgen, F. (2004). Kartografya ve CBS uygulamaları için topografik veri setlerinden arazi karakteristik çizgilerinin çıkarılması. 3. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildiriler Kitabı*. 249-255, Fatih Üniversitesi. İstanbul.
- Jose, S., ve Gillespie, A.R. (1997). Leaf area-productivity relationships natural

- disturbances. Among mixed-species hardwood forest communities of the central hardwood region. *Forest Science*, 43(1): 56-64.
- Kalkan, Y. (2009). Barajlarımızdaki Hidrografik Ölçmeler ve Sediment Hareketleri. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. 11-15 Mayıs 2009. Ankara.
- Kantarıcı, M.D. (2000). *Toprak İlmî*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul. s.s.420.
- Kara, Ö., Şentürk, M., Bolat, İ. ve Çakıroğlu, K. (2011). Kayın, göknar ve göknar-kayın meşcerelerinde yaprak alan indeksi ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Journal of the Faculty of Forestry*, 61(1): 47-54.
- Keleş, S., Sivrikaya, F., Çakır G. ve Başkent, E.Z. (2006). Orman ekosistemlerinin su üretimi fonksiyonu ve orman amenajman planlarına yansıtılması stratejileri. *Non-Wood Forest Products Sempodium*. 1-4 Kasım. Trabzon.
- Keleş, S. ve Asan, Ü. (2013). Orman ekosistemlerinin su üretim fonksiyonunun amenajman planlarına entegrasyonu: karşılaşılan darboğazlar ve çözüm önerileri. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50.Yıl Uluslararası Sempozyumu*. 26-28 Kasım 2013. Ankara.
- KHGM (Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü) (1998) Zonguldak İli Arazi Varlığı, İl Rapor No:69. Ankara.
- Karaelmas, O. (2003). Çerkeş Havzasının Optimal Alan Kullanım Planlaması Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı A.B.D. Ankara, 154 s.
- Luijten, J.C., Jones, J.W. ve Knapp, E.B., 2000. Dynamic Modelling of Strategic Water Availability in the Cabuyal River, Colombia: The impact of land cover change on the hydrological balance. *Advances in Environmental Monitoring and Modelling*, 1, 36-60.
- Marsh, W.M. (2010). *Landscape Planning: Environmental Applications*. John Wiley and Sons Yayınları. 511 s., ABD.
- Mazman, T., (2005). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve İstatistiksel Analiz Teknikleri ile Kumluca Havzası (GD Bartın) Heyelan Duyarlılık Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D. Adana, 102 s.
- Mcdonnell, M., (1999). The Drainage Behaviour of Afforested and Clearfelled Peatlands. Postgraduate Thesis, Galway University, Ireland.
- Meydan, T.H.S. (2008). Yukarı Seyhan Havzası'nda Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması ve Bazı Orman Meşcerelerinde Verimliliğin Modellenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı A.B.D. Adana. 194 s.

- MGM (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü) (2011) Bartın İli Günlük Meteorolojik Verileri. Ankara.
- Mızraklı, A., Güzenge, E., ve Yalçın, Ş.A. (2008). Ormanların su kaynakları potansiyeli üzerine etkileri, bu alanların belirlenmesi, korunması ve Dim planlama örneği. *TMMOB 2.Su Politikaları Kongresi*. 20-22 Mart. Ankara.
- MTA (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) (2007). Zonguldak E-28, 29 ve F-28, 29 Paftalarına Ait Sayısal Jeoloji Haritaları. Ankara.
- OGM (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı) (2007). Fonksiyonel Amenajman Planlaması Arazi ve Büro Çalışmalarına Ait İzahname. Ankara.
- OGM (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı) (2011a). Sivrikültürel esas ve ilkeler hizmet içi eğitim semineri bilgi notu. Ankara.
- OGM (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı) (2011b). Bartın Çayı Havzası'nda yer alan Orman İşletme Şeflikleri'ne orman amenajman planları. Ankara.
- OGM (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı) (2013). Baraj Havzaları Yeşil Kuşak Ağaçlandırma Eylem Planı 2013-2017. Ankara.
- Ok, R., Şaylan, L., ve Çaldağ, B. (2001). Evapotranspirasyon hesaplama programı (CALCET). *I. Türkiye Su Kongresi*. 8-10 Ocak 2001. İstanbul.
- Ovington, J.D. (1959). Ormancılık ve su temini (Çeviri: F. Tavşanoğlu). *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 9(1): 126-138.
- Özhan, S. (2004). *Havza Amenajmanı*, İ.Ü.Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü.Rektörlük Yayın No:4510, Orman Fakültesi Yayın No:481, İstanbul, 975-404-739-1.
- Özhan, S., ve Gökbulak, F. (2001). Bitki örtüsünün su üretim havzalarının su verimi. *I.Türkiye Su Kongresi*. 8-10 Ocak 2001. İstanbul.
- Özkazanç, D. (2005). Kirazlıköprü Baraj Gölü ve Çevresi Rekreyasyon Potansiyelinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bülent Ecevit Üniversitesi (Zonguldak Karaelmas Üniversitesi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı A.B.D. Bartın. 146 s.
- Öztürk, M. (2009). An Integrated Land Use-Hydrological Model for the Bartın Spring Watershed. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı A.B.D. İstanbul. 211 s.
- Öztürk, M., Coptý, N. ve Saysel, A.K. (2013b). Sensitivity of the hydrodynamics model to different land uses. *Istanbul International Solid Waste, Water and Wastewater (3W) Congress*, May 22-24, 2013, İstanbul.
- Öztürk, M., Coptý, N.K. ve Saysel, A.K. (2013a). Modeling the impact of land use change

- on the hydrology of a rural watershed. *Journal of Hydrology*, 497: 97-109.
- Özyuvacı, N. (1999). *Meteoroloji ve Klimatoloji*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul.
- Özyuvacı, N., Hızal, A. ve Gökbülak, F. (2001). Su üretimine tahsis edilen yağış havzalarında planlama ve kullanım ilkeleri. *I. Türkiye Su Kongresi*. 8-10 Ocak 2001. İstanbul.
- Penman, H.L. (1963). *Vegetation and Hydrology Technical Communication*, No. 53. Commonwealth Bureau of Soils Harpenden Royal, Bucks. England.
- Perry, D.A., Oren, R. ve Hart, S.C. (2008). *Forest Ecosystems*, İkinci Baskı. The Johns Hopkins Üniversitesi Yayınları. Maryland, ABD.
- Roberts, G., Hudson, J. ve Blackie, J. (1986). The lianbrynmair Moor Afforestation Study. Institute of Hydrology. Wallingford, England.
- Robinson, M., Cognard-Plancq, A.L., Cosandey, C., David, J., Durand, P., Fuhrer, H.W., Hall, R., Hendriques, M.O., Marc, V., Mccarthy, R., Mcdonnell, M., Martin, C., Nisbet, T., O'dea, P., Rodgers, M. ve Zollner, A. (2003). Studies of the impact of forests on peak flows and baseflows: A European perspective, *Forest Ecology and Management* 186: 85-97.
- Sobrinho, J.A., Gomez, M., Munoz, J.C.J., Oliso, A. ve Chehbouni, G. (2005). A simple algorithm to estimate evapotranspiration from DAIS data: Application to the DAISEX campaigns. *Journal of Hydrology*, 315: 117-125.
- Şentürk, M. (2009). Arıt Yöresindeki Kayın, Gökmar, Gökmar-Kayın Meşcerelerinin Yaprak Alan İndeksi, Ölü Örtü ve Bazı Toprak Özelliklerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği A.B.D. Bartın. 79 s.
- Thornthwaite, C.W. (1948). An approach towards a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38: 55-94.
- TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu) (2013). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Ankara.
- Tuncer, M.M. ve Kaya, Ö.N. (2010). Orman ve su kaynakları orman ve su ekosistem ilişkisi. 20-22 Mayıs 2010. Artvin.
- Turoğlu H., Özdemir, H. (2005). *Bartın'da Sel Ve Taşkınlar: Sebepler, Etkiler, Önleme Ve Zarar Azaltma Önerileri*. Çantay Yayınevi, İstanbul.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Küçük, M. (2010). Murgul yalancı akasya ağaçlandırmalarının ve bitişindeki otlak alanların yüzeysel akış, infiltrasyon kapasitesi ve erozyonu önleme bakımından karşılaştırılması. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs 2010, 2: 645-655.

- Usta, A. (2011). Galyan-Atasu Barajı Havzasında Arazi Kullanımının Su ve Toprak Özelliklerine Etkilerinin Araştırılması. Yayınlanmamış Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Entitüsü, Orman Mühendisliği A.B.D. Trabzon. s. 232.
- Ürgenç, S.İ. (2000). *Kırsal Peyzaj*. Yıldız Teknik Üniversitesi Yayınları. İstanbul.
- Waring, R.H. ve Running, S.W. (2007). *Forest Ecosystems: Analysis at Multiple Scales, Üçüncü Baskı*. Academic Yayınları, 420 s., İngiltere
- Waring, R.H. (1983). Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area. *Advanced Ecology Research*, 13: 327-354.
- Wei, X., Liu, S., Zhou, G. ve Wang, C. (2005). Hydrological Processes in major types of Chinese forest. *Hydrological Processes*, 19:63-75.
- Zengin, M., Hızal, A., Karakaş, A., Serengil, Y., Tuğrul D. ve Ercan, M. (2005). İzmit Yuvacık Barajı Su Toplama Havzasının Yenilenebilir Doğal Kaynaklarının Su Üretimi (Kalite, Miktar ve Rejim) Amacıyla Planlanması, Çevre ve Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, Teknik Bülten No: 197. İzmit.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ahmet ERGÜN
Doğum Yeri ve Tarihi : Beykoz 20.03.1988

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : 2009 – 2012 Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Peyzaj Mimarlığı
Yüksek Lisans Öğrenimi : 2012-2014 Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Peyzaj Mimarlığı A.B.D, Peyzaj Teknikleri Bilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Orta seviye)
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : 'Peyzaja Yeni Akademik Teşkilat Önerisi, 1107-1115.
TMMOB Peyzaj Mimarları Odası, Peyzaj Mimarlığı 5. Kongresi (Dönüşen Peyzaj), 14-17 Kasım 2013, Adana.
"Bartın-Kirazlıköprü Baraj Havzasında Güncel Arazi Kullanımının Değerlendirilmesi. *I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu*, 10-12 Eylül. Çankırı."

İş Deneyimi

Stajlar : Temmuz-2010 T.B.M.M Genel Sekreterliği (Milli Saraylar), Dolmabahçe Sarayı, İstanbul
Temmuz-2011 Beykoz Belediyesi, Park ve Bahçeler Müdürlüğü, İstanbul
Projeler ve Kurs Belgeleri : ArcGIS Temel Eğitim Sertifikası Mart-2011

İletişim

E-Posta Adresi : ahmetergun61@gmail.com
Tarih : 22.10.2014

