

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BORÇKA BARAJI YAĞIŞ HAVZASI'NDA MEYDANA GELEN  
TOPRAK EROZYONU VE SEDİMENT VERİMİNİN WEPP EROZYON  
TAHMİN MODELİ VE CBS TEKNİKLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Orm. Yük. Müh. Esin ERDOĞAN YÜKSEL**

**Artvin-2015**

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BORÇKA BARAJI YAĞIŞ HAVZASI'NDA MEYDANA GELEN  
TOPRAK EROZYONU VE SEDİMENT VERİMİNİN WEPP EROZYON  
TAHMİN MODELİ VE CBS TEKNİKLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Orm. Yük. Müh. Esin ERDOĞAN YÜKSEL**

**Danışman  
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZALP**

**Artvin-2015**

**T.C.**  
**ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

BORÇKA BARAJI YAĞIŞ HAVZASI'NDA MEYDANA GELEN TOPRAK  
EROZYONU VE SEDİMENT VERİMİNİN WEPP EROZYON TAHMİN  
MODELİ VE CBS TEKNİKLERİ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Esin ERDOĞAN YÜKSEL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 16/06/2015

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 30/06/2015

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZALP

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Bülent TURGUT

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Turan YÜKSEK

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN

ONAY:

Bu Doktora Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 30/06/2015 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun ...../...../2015 tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../2015

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

“Borçka Barajı Yağış Havzası’nda Meydana Gelen Toprak Erozyonu ve Sediment Veriminin WEPP Erozyon Tahmin Modeli ve CBS Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi” adlı bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçiminde ve çalışmaların yürütülmesinde görüş ve önerileriyle yol gösteren, bilgi ve deneyimlerinden daima yararlandığım ve yararlanacağım danışmanım, değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÖZALP’e en içten teşekkürlerimi sunarım. Diğer bir tez izleme komitesi üyesi ve Havza Yönetimi Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Mustafa TÜFEKÇİOĞLU’na da yapmış olduğu katkılardan dolayı teşekkür ederim. Yine çalışmanın her safhasında yakın ilgi ve önerileriyle beni yönlendiren, her konuda görüş ve yardımlarını esirgemeyen tez izleme komitesi üyesi Yrd. Doç. Dr. Bülent TURGUT’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince fikir ve önerilerinden faydalandığım Doç. Dr. Alaaddin YÜKSEL’e ve Yrd. Doç. Dr. Miraç AYDIN’a teşekkür ederim. Laboratuvar ve arazi çalışmalarım boyunca bilgi ve deneyiminden faydalandığım Yrd. Doç. Dr. Mehmet KÜÇÜK’e de teşekkürlerimi sunarım. Yine çalışmamın her aşamasında büyük bir özveri ile benden desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Saim YILDIRIMER’e çok teşekkür ederim. Arazi çalışmalarım süresince desteklerini gördüğüm Artvin ve Borçka Orman İşletme Müdürlüğü personeline de teşekkür ederim. Ayrıca büyük bir fedakârlıkla ve desteğiyle her zaman yanımda olan eşim Orman Mühendisi Mehmet YÜKSEL’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca bana emeği geçen tüm hocalarıma, hakkını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim anneme ve babama, sevgili kardeşlerime ve canım kızım Hüma YÜKSEL’e sonsuz teşekkürlerimi sunar, çalışmamın ilgililere faydalı olmasını dilerim.

Esin ERDOĞAN YÜKSEL

Artvin - 2015

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>I</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>II</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>IX</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>XIII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>XVII</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>XXIII</b>
<b>1. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>1</b>
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti .....	5
<b>2. YAPILAN ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>17</b>
2.1. Materyal .....	17
2.1.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı .....	17
2.1.1.1. Coğrafi ve Topoğrafi Konum.....	17
2.1.1.2. İklim.....	19
2.1.1.2.1. Sıcaklık.....	20
2.1.1.2.2. Yağış .....	21
2.1.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak .....	22
2.1.1.4. Bitki Örtüsü.....	29
2.1.1.5. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	30
2.2. Yöntem.....	33
2.2.1. Arazi Yöntemleri.....	33
2.2.1.1. Borçka Barajı Yağış Havzasında Model Havzaların Seçimi .....	33
2.2.1.2. Model Havzaların Anakaya Faktörü Yönünden İncelenmesi .....	34
2.2.1.3. Model Havzaların Arazi Kullanım Faktörü Yönünden İncelenmesi .....	36
2.2.1.4. Model Havzaların Eğim Faktörü Yönünden İncelenmesi.....	37
2.2.1.5. Model Havzaların Bakı Faktörü Yönünden İncelenmesi.....	40
2.2.1.6. Borçka Barajı Yağış Havzasında Model Havzaların ve Model Havzalardan Alınması Gereken Toprak Örneklerinin Tespiti .....	42
2.2.2. Laboratuvar Yöntemleri .....	44

2.2.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması .....	44
2.2.2.1.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel, Hidrofiziksel ve Kimyasal Analizleri 45	
2.2.2.1.1.1. Tekstür Tayini (Mekanik Analiz).....	45
2.2.2.1.1.2. Su Tutma Kapasitesi .....	46
2.2.2.1.1.3. Geçirgenlik (Permeabilite).....	46
2.2.2.1.1.4. Hacim Ağırlığı .....	46
2.2.2.1.1.5. Organik Madde.....	47
2.2.2.1.1.6. pH Tayini .....	47
2.2.3. Değerlendirme ve Bilgisayar Yöntemleri .....	47
2.2.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri .....	47
2.2.3.1.1. Verilerin Bilgisayara Girilmesi ve Değerlendirilmesi .....	48
2.2.3.2. WEPP (Water Erosion Prediction Project) .....	49
2.2.3.2.1. Wepp Girdi Dosyaları .....	51
2.2.3.2.1.1. Eğim Dosyası (Slope File).....	51
2.2.3.2.1.2. Toprak Dosyası (Soil File).....	52
2.2.3.2.1.3. Bitki Amenajmanı Dosyası (Management File) .....	53
2.2.3.2.1.4. İklim Dosyası (Climate File).....	53
2.2.3.2.2. Wepp Çıktı Tipleri .....	54
2.2.3.3. Topaz (Topographic Parameterization).....	56
2.2.3.3.1. Topaz Girdi Dosyaları.....	57
2.2.3.3.2. Topaz Çıktıları .....	58
2.2.3.4. Havzadaki Fizyografik Faktörlerin Belirlenmesi.....	59
2.2.3.4.1. Arazi Kullanım Şekli .....	59
2.2.3.4.2. Havzanın Alanı .....	59
2.2.3.4.3. Havzanın Şekli .....	59
2.2.3.4.4. Havzanın Ortalama Yüksekliği .....	62
2.2.3.4.5. Havzanın Ortalama Eğimi.....	62
2.2.3.4.6. Havzanın Bakı Durumu .....	62
2.2.3.5. İstatistiksel Değerlendirmeler .....	63
<b>3. BULGULAR.....</b>	<b>64</b>
3.1. Borçka Barajı Yağış Havzası'nın Fizyografik Özellikleri.....	64
3.1.1. Arazi Kullanım Şekli.....	64
3.1.2. Havzanın Alanı.....	65

3.1.3. Havzanın Şekli .....	65
3.1.4. Havzanın Ortalama Yüksekliği .....	68
3.1.5. Havzanın Ortalama Eğimi .....	69
3.1.6. Havzanın Bakı Durumu .....	70
3.2. Model Havzalara Ait Bulgular .....	71
3.2.1. (2) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fیزیografik Etmenleri .....	71
3.2.1.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı .....	71
3.2.1.2. Jeolojik Yapı ve Toprak .....	72
3.2.1.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	73
3.2.1.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü .....	74
3.2.1.5. Havzanın Eğim Durumu .....	75
3.2.1.6. Havzanın Bakı Durumu .....	76
3.2.2. (5) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fیزیografik Etmenleri .....	77
3.2.2.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı .....	77
3.2.2.2. Jeolojik Yapı ve Toprak .....	78
3.2.2.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	79
3.2.2.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü .....	79
3.2.2.5. Havzanın Eğim Durumu .....	81
3.2.2.6. Havzanın Bakı Durumu .....	82
3.2.3. (9) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fیزیografik Etmenleri .....	83
3.2.3.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı .....	83
3.2.3.2. Jeolojik Yapı ve Toprak .....	84
3.2.3.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	85
3.2.3.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü .....	86
3.2.3.5. Havzanın Eğim Durumu .....	87
3.2.3.6. Havzanın Bakı Durumu .....	88
3.2.4. (10) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fیزیografik Etmenleri .....	89
3.2.4.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı .....	89
3.2.4.2. Jeolojik Yapı ve Toprak .....	90
3.2.4.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	91
3.2.4.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü .....	91
3.2.4.5. Havzanın Eğim Durumu .....	93
3.2.4.6. Havzanın Bakı Durumu .....	94

3.2.5. (16) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	94
3.2.5.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı.....	94
3.2.5.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	96
3.2.5.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	97
3.2.5.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	98
3.2.5.5. Havzanın Eğim Durumu .....	100
3.2.5.6. Havzanın Bakı Durumu.....	101
3.2.6. (22) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	101
3.2.6.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı.....	101
3.2.6.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	103
3.2.6.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	104
3.2.6.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	104
3.2.6.5. Havzanın Eğim Durumu .....	106
3.2.6.6. Havzanın Bakı Durumu.....	107
3.2.7. (23) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	108
3.2.7.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı.....	108
3.2.7.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	109
3.2.7.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	110
3.2.7.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	111
3.2.7.5. Havzanın Eğim Durumu .....	112
3.2.7.6. Havzanın Bakı Durumu.....	113
3.2.8. (27) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	114
3.2.8.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı.....	114
3.2.8.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	115
3.2.8.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	116
3.2.8.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	117
3.2.8.5. Havzanın Eğim Durumu .....	118
3.2.8.6. Havzanın Bakı Durumu.....	119
3.2.9. (28) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	120
3.2.9.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı.....	120
3.2.9.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	121
3.2.9.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	122
3.2.9.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	123



3.2.9.5. Havzanın Eğim Durumu .....	125
3.2.9.6. Havzanın Bakı Durumu.....	126
3.2.10. (34) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	127
3.2.10.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı.....	127
3.2.10.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	128
3.2.10.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	129
3.2.10.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	130
3.2.10.5. Havzanın Eğim Durumu .....	131
3.2.10.6. Havzanın Bakı Durumu .....	132
3.2.11. (36) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	133
3.2.11.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı.....	133
3.2.11.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	134
3.2.11.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	135
3.2.11.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	135
3.2.11.5. Havzanın Eğim Durumu .....	138
3.2.11.6. Havzanın Bakı Durumu .....	139
3.2.12. (37) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	139
3.2.12.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı.....	139
3.2.12.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	141
3.2.12.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	141
3.2.12.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	142
3.2.12.5. Havzanın Eğim Durumu .....	143
3.2.12.6. Havzanın Bakı Durumu .....	144
3.2.13. (42) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	145
3.2.13.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı.....	145
3.2.13.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	146
3.2.13.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	148
3.2.13.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	149
3.2.13.5. Havzanın Eğim Durumu .....	151
3.2.13.6. Havzanın Bakı Durumu .....	152
3.2.14. (46) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	153
3.2.14.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı.....	153
3.2.14.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	154

3.2.14.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	155
3.2.14.4. Arazi Kullanım Şekli Bitki Örtüsü.....	155
3.2.14.5. Havzanın Eğim Durumu .....	156
3.2.14.6. Havzanın Bakı Durumu .....	157
3.2.15. (56) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri.....	158
3.2.15.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı.....	158
3.2.15.2. Jeolojik Yapı ve Toprak.....	159
3.2.15.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği .....	160
3.2.15.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü.....	161
3.2.15.5. Havzanın Eğim Durumu .....	162
3.2.15.6. Havzanın Bakı Durumu .....	163
3.3. Borçka Barajı Yağış Havzası Topraklarının Bazı Hidrofiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Model Havzalara, Anakaya Gruplarına, Arazi Kullanımına ve Derinlik Kademelerine Göre Değişiminin İstatistiksel Değerlendirmesi.....	164
3.3.1. Kil, Kum ve Toz İçerikleri.....	164
3.3.2. Hacim Ağırlığı .....	168
3.3.3. Geçirgenlik (Permeabilite).....	169
3.3.4. Su Tutma Kapasitesi .....	170
3.3.5. Toprak Reaksiyonu (pH).....	171
3.3.6. Organik Madde İçeriği .....	172
3.4. Model Havzalardan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Sediment Verimlerinin Belirlenmesi.....	173
3.4.1. WEPP Model ile (2) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kaybı ve Sediment Veriminin Belirlenmesi .....	174
3.4.1.1. (2) Nolu Model Havzada Meydana Gelen Toprak Kaybı ve Sediment Verimi .....	174
3.4.2. WEPP Model ile Diğer Model Havzalardan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Sediment Verimlerinin Belirlenmesi .....	185
3.5. Model Havzalardan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Araştırma Alanına Uyarlanması.....	210
3.5.1. (2) Nolu Model Havzada Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	211

3.5.2. (5) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	211
3.5.3. (9) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	212
3.5.4. (10) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	213
3.5.5. (16) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	213
3.5.6. (27) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	214
3.5.7. (28) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	215
3.5.8. (34) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	215
3.5.9. (36) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	216
3.5.10. (37) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	217
3.5.11. (42) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	217
3.5.12. (46) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	218
3.5.13. (56) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması .....	219
3.5.14. Borçka Barajı Yağış Havzası'ndan Meydana Gelen Tahmini Sediment Verimi .....	219
3.6. Çalışma Alanı Yakınlarındaki Sediment Gözlem İstasyonu Verileri .....	221
<b>4. TARTIŞMA .....</b>	<b>224</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>237</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>241</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>255</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>259</b>

## ÖZET

Doğal kaynaklarımızın yıllardır süregelen aşırı ve bilinçsiz kullanımı ile bitki, toprak ve su arasındaki doğal denge bozulmuş ve bunun sonucunda da hızlandırılmış toprak erozyonu, sel ve taşkın olaylarında artış ile sedimantasyon gibi sorunlar ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu sorunlara karşı gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir ancak bu amaca ulaşmak için öncelikle bu sorunların boyutları ve nedenleri ile ilgili verilerin ortaya konulması şarttır.

Toprak erozyonunun bir alandaki miktar ve şiddetini ortaya koymak için iklim, toprak özellikleri, topoğrafik koşullar, bitki örtüsü ile insan faaliyetleri olmak üzere 5 ana faktörün etki derecelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ancak, bu faktörlerin her birinin çok sayıda alt faktörü de olduğu göz önünde bulundurulduğunda özellikle arazi koşullarında toprak kayıplarını tahmin etmenin zamansal ve finansal açıdan büyük güçlükler içerdiği açıktır. Bu nedenle, USLE (Universal Soil Loss Equation) ile başlayan ve daha sonraları ise RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), WARSEM (Washington Road Surface Erosion Model) ve WEPP (Water Erosion Prediction Project) gibi giderek artan sayıdaki modelleme yöntemleri ile devam eden süreçte bir havza üzerindeki erozyonun tahmini çalışmaları bilgisayar ve CBS teknikleri kullanılarak tahmin edilmeye ve modellenmeye başlanmıştır. Önemli ölçüde kolaylıklar getiren bu yeni tekniklerin ülkemizde kullanımı ise oldukça sınırlıdır.

Bu modellemelerin sıkça kullanıldığı alanlardan birisi de büyük baraj havzalarıdır çünkü bu baraj rezervuarlarına ulaşan sediment miktarına dair verilerin kısa sürede ve hızlı bir şekilde belirlenmesi hem barajların elektrik üretimindeki işletim ömürleri hem de rezervuar havzasındaki sorunlu alanların ortaya çıkarılarak gerekli önlemlerin alınması açısından oldukça önemlidir. Üzerinde büyük baraj projelerinin planlandığı Çoruh Nehri Havzası (ÇNH) söz konusu modelleme tekniklerinin uygulanabileceği çok sayıda örnek alan içermektedir ki bunlardan biri olan Borçka Barajı Havzası bu araştırmada çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Bu çalışmanın ana amaçları; havzada oluşan toprak kaybı ve sediment verimi miktarlarının WEPP modeli ve CBS teknikleri kullanılarak kısa sürede ve az

masrafla hesaplanması ve böylece Çoruh Nehri Havzası'nda bir erozyon tahmin modellemesi uygulayarak toprak erozyonu olgusunun havza bazında irdelenmesi çalışmalarının başlatılması olarak belirlenmiştir.

Yağış havzasında ana kaya, arazi kullanımı, eğim ve bakı faktörleri dikkate alınarak 15 model havza seçilmiştir. Seçilen bu model havzaların tamamından 240 adeti 0-10 cm, ve 240 adeti 10-30 cm derinlik kademesinden olmak üzere toplam 480 adet bozulmuş (poşet), 480 adet de bozulmamış (silindir) toprak örneği alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde tekstür, hacim ağırlığı, geçirgenlik, su tutma kapasitesi, toprak reaksiyonu, organik madde içeriği gibi bazı fiziksel, hidro-fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Çalışma sonucunda, 86576.83 ha'lık bir alana sahip olan Borçka Barajı Havzası'nda yıllık toplam sediment miktarı 360431.70 ton, yıllık ortalama sediment miktarı ise havza genelinde toplam 242.41 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Birim alandan (ha bazında) ise yılda 4.16 ton sediment verimi gerçekleştiği hesaplanmıştır. Ayrıca, analizi yapılan toprak özellikleri seçilen model havzalar, ana kaya gurubu, arazi kullanımı ve toprak derinliği bakımından karşılaştırılmış ve karşılaştırmaların önemli kısmının istatistiksel anlamda farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler Çoruh Nehri Havzasında planlanan diğer baraj projeleri için de benzer modellerin uygulanabilmesi açısından önemli bir örnek teşkil edecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Borçka Barajı Havzası, Toprak kaybı, Yüzeysel akış, Sediment verimi, CBS, WEPP (Water Erosion Prediction Project).

## SUMMARY

### DETERMINING SOIL LOSS AND SEDIMENT YIELD IN BORÇKA DAM WATERSHED USING WEPP MODEL AND GIS TECHNIQUES

For many years, excessive and inappropriate uses of natural resources have caused the fragile balance between soil, water and plant to be broken; thus, the problems including accelerated soil erosion, increase in flooding events and sedimentation have reached a serious level. Necessary precautions should be taken against these problems, but in order to reach this goal, first, quantities and reasons of these issues must be determined with sufficient data.

To find out quantity and degree of soil erosion problem in an area, 5 main factors (climate, soil properties, topographic conditions, vegetation cover and human interferences) affecting soil erosion must be investigated. However, when considering many sub-factors under these main factors, it becomes very clear that determining soil erosion especially in the field is very difficult because it is both a time consuming and a costly process. Therefore, efforts on estimating and predicting soil erosion of an area have shifted towards using computers and GIS (Geographic Information System) technologies, which was first started with USLE (Universal Soil Loss Equation) and then evolved into recently developed several erosion prediction models including RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), WARSEM (Washington Road Surface Erosion Model) and WEPP (Water Erosion Prediction Project). However, the number of scientific studies where such models and techniques are applied in Turkey is very limited.

One of the areas where these models are often applied is the large dam reservoirs because to determine the data of annual average sediment amounts in a timely and reliable way is important for such reservoirs especially in respect to both their operating life for producing electricity and determining potential problem areas in reservoir watersheds for implementing necessary precautions. Due to the planning of several large dams on it, the Coruh River Valley consists of many example areas, including the research area of this study, the Borcka Dam Watershed, where mentioned models can be used.

The main aims of this study were; to determine the amounts of soil loss and sediment yield in a timely and reliable way using WEPP model and GIS techniques and thus initiating watershed-based studies on investigating soil loss phenomenon by applying an erosion prediction modelling within the Coruh River Watershed.

Within the whole watershed, a total of 15 model sub-watersheds were selected by considering the features of parent material, land use, slope and aspect. A total of 480 undisturbed (cylinder) and 480 disturbed (composite) soil samples by taking 240 samples from each soil depth of 0 - 10 cm and 10 – 30 cm were collected. On these soil samples, some physical, hydro-physical and chemical properties including texture, bulk density, permeability, water holding capacity, pH and organic matter content were analyzed.

The results showed that annual total sediment amount for a 86576.83 ha Borçka Reservoir Watershed was 360431.70 tons, while the total sediment yield was found to be 242.41 ton/ha/yr. In addition, 4.16 ton/ha/yr of sediment was produced per unit area. In addition, the analyzed soil properties were compared based on chosen model sub-watersheds, parent material, land use and soil depth and it was determined that most of these comparisons showed statistically significant differences. The results gathered from this study may be an important example to be used for other large dam projects planned in the Coruh River Watershed.

**Key words:** Borçka Dam Watershed, soil loss, runoff, sediment yield, GIS, WEPP model.

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonu'nun 1954-2013 (59 yıllık) yılları arasındaki bazı iklim verileri.....	22
Tablo 2. Borçka Barajı Yağış Havzası anakaya grupları dağılımı.....	25
Tablo 3. Borçka barajı yağış havzası model havzalara ait anakaya grupları ve alan dağılımları.....	35
Tablo 4. Model havzalara ait arazi kullanım durumları ve alan dağılımları.....	37
Tablo 5. Model havzalara ait arazi kullanım ilkelerine göre eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	38
Tablo 6. Model havzalara ait IUFRO eğim sınıflarına göre eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	40
Tablo 7. Model havzalara ait bakı grupları ve alan dağılımları.....	41
Tablo 8. Farklı arazi kullanım şekillerinden alınan örnek sayıları ve derinlik kademeleri.....	43
Tablo 9. Borçka Barajı Yağış Havzası arazi kullanım durumu.....	65
Tablo 10. Borçka Barajı Yağış Havzası dere sınıfları durumu.....	66
Tablo 11. Borçka barajı yağış havzası eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	70
Tablo 12. Borçka barajı yağış havzası bakı grupları ve alan dağılımları.....	71
Tablo 13. (2) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı.....	73
Tablo 14. (2) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu.....	74
Tablo 15. (2) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	76
Tablo 16. (2) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	77
Tablo 17.(5) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı.....	79
Tablo 18. (5) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu.....	80
Tablo 19. (5) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	81
Tablo 20. (5) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	82
Tablo 21. (9) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı.....	85
Tablo 22. (9) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu.....	86
Tablo 23. (9) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	88
Tablo 24. (9) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	88



Tablo 25. (10) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	90
Tablo 26. (10) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	91
Tablo 27. (10) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	93
Tablo 28. (10) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	94
Tablo 29. (16) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	96
Tablo 30. (16) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	98
Tablo 31. (16) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	100
Tablo 32. (16) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	101
Tablo 33. (22) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	104
Tablo 34. (22) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	105
Tablo 35. (22) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	107
Tablo 36. (22) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	107
Tablo 37. (23) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	109
Tablo 38. (23) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	112
Tablo 39. (23) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	113
Tablo 40. (23) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	114
Tablo 41. (27) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	116
Tablo 42. (27) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	118
Tablo 43. (27) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	119
Tablo 44. (27) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	120
Tablo 45. (28) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	122
Tablo 46. (28) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	124
Tablo 47. (28) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	125
Tablo 48. (28) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	126
Tablo 49. (34) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	128
Tablo 50. (34) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	130
Tablo 51. (34) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	131
Tablo 52. (34) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	133
Tablo 53. (36) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	135
Tablo 54. (36) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	136
Tablo 55. (36) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	138
Tablo 56. (36) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	139
Tablo 57. (37) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	141

Tablo 58. (37) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	143
Tablo 59. (37) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	143
Tablo 60. (37) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	144
Tablo 61. (42) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	147
Tablo 62. (42) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	149
Tablo 63. (42) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları .....	152
Tablo 64. (42) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	152
Tablo 65. (46) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	155
Tablo 66. (46) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	156
Tablo 67. (46) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	157
Tablo 68. (46) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	158
Tablo 69. (56) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı .....	160
Tablo 70. (56) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu .....	161
Tablo 71. (56) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları.....	162
Tablo 72. (56) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları.....	164
Tablo 73. Bazı toprak özelliklerinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	167
Tablo 74. (2) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	183
Tablo 75. (5) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	190
Tablo 76. (9) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	192
Tablo 77. (10) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	194
Tablo 78. (16) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	195
Tablo 79. (22) nolu havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	196
Tablo 80. (23) nolu havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	197
Tablo 81. (27) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	198
Tablo 82. (28) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	200
Tablo 83. (34) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	202
Tablo 84. (36) nolu havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	204
Tablo 85. (37) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	206
Tablo 86. (42) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	207
Tablo 87. (46) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	208
Tablo 88. (56) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları.....	209

Tablo 89. Baraj havzasının (2) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	211
Tablo 90. Baraj havzasının (5) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	212
Tablo 91. Baraj havzasının (9) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	212
Tablo 92. Baraj havzasının (10) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	213
Tablo 93. Baraj havzasının (16) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	214
Tablo 94. Baraj havzasının (27) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	214
Tablo 95. Baraj havzasının (28) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	215
Tablo 96. Baraj havzasının (34) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	216
Tablo 97. Baraj havzasının (36) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	216
Tablo 98. Baraj havzasının (37) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	217
Tablo 99. Baraj havzasının (42) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	218
Tablo 100. Baraj havzasının (46) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	218
Tablo 101. Baraj havzasının (56) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri .....	219
Tablo 102. Baraj havzasının tamamından meydana gelen tahmini sediment verimleri .....	220

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Artvin-Borçka Barajının rezarvuvar alanından bir görünüm.....	17
Şekil 2. Artvin-Borçka Barajının genel görünümü .....	18
Şekil 3. Araştırma alanının genel konumu ve topografik yapısı.....	19
Şekil 4. Thornthwaite yöntemine göre Artvin'in su bilançosu grafiği.....	21
Şekil 5. Borçka Barajı Yağış Havzası anakaya haritası .....	25
Şekil 6. Baraj havzasından arazi kullanım durumuna bir örnek .....	31
Şekil 7. Baraj havzasından sarp ve dağlık arazi görünümü .....	31
Şekil 8. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda Arc Hydro modülü kullanılarak türetilmiş havza bölümlendirme haritası.....	33
Şekil 9. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait anakaya grupları haritası .....	34
Şekil 10. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait arazi kullanım şekli haritası .....	36
Şekil 11. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait arazi kullanım ilkelerine göre eğim sınıfları haritası .....	38
Şekil 12. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait IUFRO eğim sınıflarına göre eğim sınıfları haritası .....	39
Şekil 13. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait bakı grupları haritası .....	41
Şekil 14. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda model havzalardan alınacak toprak örneği noktalarının dağılımı.....	42
Şekil 15. CBS ve WEPP model entegrasyonu .....	51
Şekil 16. Araştırma alanının WEPP uygulaması için oluşturulan toprak dosyasından bir örnek .....	52
Şekil 17. Araştırma alanının WEPP uygulaması için oluşturulan iklim dosyası .....	54
Şekil 18. WEPP modelinde kaybolan toprak miktarı ve sediment veriminin yamaç boyunca görünümü .....	55
Şekil 19. GeoWEPP ortamında toprak kaybı ve sediment veriminin raster olarak görünümü .....	55

Şekil 20. Borçka barajı yağış havzası arazi kullanım şekilleri haritası.....	64
Şekil 21. Borçka Barajı Yağış Havzası dere sınıfları haritası .....	67
Şekil 22. Borçka barajı yağış havzası eğim sınıfları haritası .....	69
Şekil 23. Borçka barajı yağış havzası bakı sınıfları haritası .....	70
Şekil 24. (2) nolu model havzanın topografik yapısı .....	71
Şekil 25. (2) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	72
Şekil 26. (2) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	74
Şekil 27. (2) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	75
Şekil 28. (2) nolu model havza bakı grupları haritası .....	76
Şekil 29. (5) nolu model havzanın topografik yapısı .....	77
Şekil 30.(5) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	78
Şekil 31. (5) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	80
Şekil 32. (5) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	82
Şekil 33. (5) nolu model havza bakı grupları haritası .....	83
Şekil 34. (9) nolu model havzanın topografik yapısı .....	84
Şekil 35. (9) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	85
Şekil 36. (9) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	86
Şekil 37. (9) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	87
Şekil 38. (9) nolu model havza bakı grupları haritası .....	88
Şekil 39. (10) nolu model havzanın topografik yapısı .....	89
Şekil 40. (10) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	90
Şekil 41. (10) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	92
Şekil 42. (10) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	93
Şekil 43. (10) nolu model havza bakı grupları haritası .....	94
Şekil 44. (16) nolu model havzanın topografik yapısı .....	95
Şekil 45. (16) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	96
Şekil 46. 16 numaralı model havza andezit anakayasası üzerinde gelişen orman toprağından bir görünüm.....	97
Şekil 47. (16) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	98
Şekil 48. 16 numaralı model havza orman ve OT alanlarından bir görünüm .....	99
Şekil 49. (16) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	100
Şekil 50. (16) nolu model havza bakı grupları haritası .....	101
Şekil 51. (22) nolu model havzanın topografik yapısı .....	102

Şekil 52. 22 numaralı model havza orman üst sınırından havzanın görünümü .....	103
Şekil 53. (22) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	103
Şekil 54. (22) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	105
Şekil 55. (22) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	106
Şekil 56. (22) nolu model havza bakı grupları haritası .....	107
Şekil 57. (23) nolu model havzanın topografik yapısı .....	108
Şekil 58. (23) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	109
Şekil 59. 23 numaralı model havza granit anakayasından bir görünüm .....	110
Şekil 60. 23 numaralı model havza yerleşim alanlarından bir görünüm.....	111
Şekil 61. (23) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	111
Şekil 62. (23) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	113
Şekil 63. (23) nolu model havza bakı grupları haritası .....	114
Şekil 64. (27) nolu model havzanın topografik yapısı .....	115
Şekil 65. (27) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	116
Şekil 66. (27) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	117
Şekil 67. (27) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	119
Şekil 68. (27) nolu model havza bakı grupları haritası .....	120
Şekil 69. (28) nolu model havzanın topografik yapısı .....	121
Şekil 70. (28) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	122
Şekil 71. (28) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	123
Şekil 72. 28 numaralı model havzadan bir görünüm. ....	125
Şekil 73. (28) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	126
Şekil 74. (28) nolu model havza bakı grupları haritası .....	127
Şekil 75. (34) nolu model havzanın topografik yapısı .....	128
Şekil 76. (34) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	129
Şekil 77. (34) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	130
Şekil 78. (34) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	132
Şekil 79. (34) nolu model havza bakı grupları haritası .....	132
Şekil 80. (36) nolu model havzanın topoğrafik yapısı .....	133
Şekil 81. (36) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	134
Şekil 82. (36) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	136
Şekil 83. 36 numaralı havza OT alanlarından bir görünüm.....	137
Şekil 84. (36) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	138

Şekil 85. (36) nolu model havza bakı grupları haritası .....	139
Şekil 86. (37) nolu model havzanın topografik yapısı .....	140
Şekil 87. (37) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	141
Şekil 88. (37) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	142
Şekil 89. (37) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	144
Şekil 90. (37) nolu model havza bakı grupları haritası .....	145
Şekil 91. (42) nolu model havzanın topografik yapısı .....	146
Şekil 92. (42) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	147
Şekil 93. 42 numaralı model havzada riyodasit anakayası üzerinde gelişen mera topraklarından bir görünüm .....	147
Şekil 94. (42) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	149
Şekil 95. 42 numaralı model havza orman üst sınırı ve mera alanlarından bir görünüm. ....	150
Şekil 96. (42) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	151
Şekil 97. (42) nolu model havza bakı grupları haritası .....	152
Şekil 98. (46) nolu model havzanın topografik yapısı .....	153
Şekil 99. 46 numaralı havzanın genel görünümü.....	154
Şekil 100. (46) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	154
Şekil 101. (46) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	155
Şekil 102. (46) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	157
Şekil 103. (46) nolu model havza bakı grupları haritası .....	158
Şekil 104. (56) nolu model havzanın topografik yapısı .....	159
Şekil 105. (56) nolu model havzanın jeoloji haritası .....	160
Şekil 106. (56) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası.....	161
Şekil 107. (56) nolu model havza eğim sınıfları haritası .....	163
Şekil 108. (56) nolu model havza bakı grupları haritası .....	163
Şekil 109. Araştırma sahası topraklarının kil içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	164
Şekil 110. Araştırma sahası topraklarının kum içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	165
Şekil 111. Araştırma sahası topraklarının toz içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	166

Şekil 112. Araştırma sahası topraklarının hacim ağırlığının model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	168
Şekil 113. Araştırma sahası topraklarının geçirgenliğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	169
Şekil 114. Araştırma sahası topraklarının su tutma kapasitesinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	170
Şekil 115. Araştırma sahası topraklarının pH'ının model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	171
Şekil 116. Araştırma sahası topraklarının organik madde içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.....	173
Şekil 117. (2) nolu model havzanın alt havzalara ayrımı.....	174
Şekil 118. "Model Builder" (model kurucu) kullanılarak 2 nolu model havzaya ait bazı alt havzaların "asc" uzantılı SYM, arazi kullanımı ve toprak dosyalarının gösterimi.....	175
Şekil 119. C klasörü altında kayıtlı bulunan GeoWEPP programı .....	176
Şekil 120. Modelin kendi verilerimizle yürütülmesi aşaması.....	176
Şekil 121. 5 nolu alt havza için sayısal yükseklik modeli, toprak ve bitki örtüsü parametrelerinin girilmesi .....	177
Şekil 122. 5 nolu alt havzanın drenaj ağı haritası .....	177
Şekil 123. 5 nolu model havzaya ait yamaç (hillslope) ve derelerin (channel) görünümü .....	178
Şekil 124. İklim dosyasının programa dâhil edilmesi.....	178
Şekil 125. 5 nolu alt havzanın arazi kullanımına göre dağılımı.....	179
Şekil 126. 5 nolu alt havzadaki yamaçların (hillslope) ayrıntılı gösterimi .....	179
Şekil 127. 5 nolu alt havzadaki derelerin (channel) ayrıntılı gösterimi .....	180
Şekil 128. GeoWEPP programının çalıştırılması.....	180
Şekil 129. WEPP programı yürütüldükten sonra 5 nolu alt havzada tahmin edilen toprak kaybı (erozyon) miktarının (şiddetinin) WEPP-TOPAZ entegre sonuç haritasındaki dağılımı.....	181
Şekil 130. (2) nolu model havzanın 5 nolu alt havzasına ait tahmini toprak kaybı ve sediment durumunu gösteren rapor dosyası .....	181
Şekil 131. Borçka Barajı YağışHavzası eş havza grupları haritası.....	210



Şekil 132. Borçka Barajı Yağış Havzası sınırları içerisindeki ve komşu havzalardaki sediment ve akım gözlem istasyonu noktaları .....	222
Şekil 133. Murgul Suyu-Erenköy sediment ölçüm istasyonuna ait tanıtıcı bilgiler .....	223
Şekil 134. Deviskel Deresi-Gündoğdu sediment ölçüm istasyonuna ait tanıtıcı bilgiler ve uzun yıllık ortalama sediment verimi değeri .....	223
Şekil 135. Çoruh Nehri-Altınsu sediment ölçüm istasyonuna ait tanıtıcı bilgiler ve uzun yıllık ortalama sediment verimi değeri.....	223

## KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi (Geographical Information Systems)
WEPP	Su Erozyonu Tahmin Modeli (Water Erosion Predict Project)
TOPAZ	Topoğrafik Parametrelendirme (TOPographic PArameteriZation)
USLE	Evrensel Toprak Kaybı eşitliği (Universal Soil Loss Equation)
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli (Digital Elevation Model)
HGK	Harita Genel Komutanlığı
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
EİE	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
°C	Santigrad Derece
cm	Santimetre
ha	Hektar
m	Metre

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Toprak erozyonu ülkemizde en önemli çevre sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemiz, yıllık tahmini 500 milyon ton (Sarı, 2006) toprak kaybı ile ne yazık ki Dünya'da ilk sıralarda yer almaktadır. Bu sorunun çözümü öncelikle havza bazında yapılacak detaylı toprak erozyonu çalışmaları ile toprak kaybının gerçekte nerelerde yoğunlaştığının ve nedenlerinin ortaya çıkarılmasına bağlıdır. Ancak, toprak erozyonun ölçülmesi oldukça güçtür ve genel anlamda özellikle büyük alanlar için sadece tahmin edilebilmektedir. Bunun ana nedeni ise toprak erozyonunun şiddetini ve miktarını etkileyen çok sayıda faktör olması ve tüm bu faktörlerin ölçülmesinin ve gözlemlenmesinin ortaya çıkardığı zamansal ve finansal zorluklardır.

Teknolojideki gelişmeler tüm alanlarda olduğu gibi erozyon çalışmalarında da birçok kolaylıklar sağlamıştır. Bu gelişmeler erozyonu belirlemede kullanılan modeller için gerekli olan verilerin sayısal katmanlar halinde depolanarak matematiksel ilişkiler yardımıyla tahmin edilmesine yardım etmektedir. Erozyon oluşumunu kontrol eden faktörlerin belirlenmesinde ve özellikle birbirleri ile ilişkilendirilmesinde de teknolojik yeniliklerin kullanımı artmıştır ve bunların başında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) gelmektedir. CBS bilgisayar ortamına aktarılan verilerin harita katmanları halinde depolanmasına ve bu katmanların birbirleri ile ilişkilendirilmesine olanak sağlamak ve erozyonla oluşan toprak kayıplarının tahmin edilmesinde, erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesinde ve haritalanmasında da kullanılmaktadır (Başyigit ve Dinç, 2003). Ayrıca bu sistemler erozyon oluşumunu kontrol eden faktörlerin sanal ortamda modellenmesine olanak sağlamıştır. Erozyon risk haritalarının belirlenmesinde ve toprak kayıplarının tahmin edilmesinde çalışma için harcanan giderlerin ve çalışma süresinin azaltılması, çalışmanın doğruluğunun artırılması ve yapılan çalışmaların gelecekte güncellenmesi için coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımı büyük avantajlar sağlamıştır. Böylece bu sistemler yardımıyla erozyon oluşan alanların özelliklerinden yola çıkılarak erozyon

oluşmayan alanların sahip olduğu risklerin belirlenmesi, korumada öncelikli bölgelerin bulunması ve erozyon yatırımlarının sonuçlarının izlenmesi yapılabilmektedir.

Arazi koşullarında toprak kaybının ölçülmesi için harcanan sürenin ve parasal kaynağın yüksek olması ve doğru sonuçların belirlenmesi için ölçüm işlerinin süreklilik gerektirmesi, laboratuvar koşullarında yapılan simülasyon çalışmalarının ise doğal koşulları yansıtmaması Water Erosion Predict Project (WEPP) modelinin uygulanabilirliğini ve maddi katkısını öne çıkarmaktadır (Flanagan ve Livingston, 1995; Hacısalihoğlu ve ark., 2008).

Bu nedenle, önce Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier ve Smith, 1965) ile daha sonraları ise WEPP yöntemleri ile bir havza üzerindeki erozyonun tahmini çalışmaları bilgisayar ve CBS teknikleri kullanılarak tahmin edilmeye ve modellenmeye başlanmıştır (Flanagan ve Nearing, 1995; Foster ve Lane, 1987; Nearing ve ark., 1989). Son yıllarda ülkemizde yapılan havza yönetimi çalışmalarında, CBS teknolojilerinden oldukça sık yararlanılmaya başlanmıştır. Ormancılık yönünden gelişmiş olan ABD, Kanada gibi ülkeler ormancılık çalışmalarında, uzun yıllardır CBS'yi yaygın olarak kullanmaktadırlar. CBS, ülkemiz gibi doğal kaynakları aşırı ölçüde tahrip edilmiş, verimlilikleri azalmış ve süreklilikleri tehlikede olan ülkeler için daha büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle ülkemizde yürütülen havza yönetimi çalışmalarında CBS teknolojisinin ve bununla birlikte WEPP (Water Erosion Prediction Project) erozyon modelinin bütünleşik halde kullanımının yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

WEPP erozyon modeli, geniş ölçekte net toprak kaybı ve birikiminin zamansal ve mekânsal dağılımını tahmin edebilen sürekli bir simülasyon modelidir (Ascough II ve ark., 1997; Baffaut ve ark., 1997; Flanagan ve Nearing, 1995). Erozyon modelleri içerisinde son yıllarda en çok kullanılan programlardan biri olan WEPP, CBS ile entegre edilerek GeoWEPP programı geliştirilmiştir ve uygulayıcılar tarafından çok kullanılmaktadır. Ayrıca Universal toprak kayıp denkleminin (RUSLE) yerini alan bu modelde bazı parametreler değiştirilmiş ve zenginleştirilmiştir. WEPP'in uygulanmasındaki en büyük zorluklardan biri olan karmaşık topoğrafik yapının belirlenebilmesi Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ile doğru bir şekilde

sağlanabilmektedir. GIS, WEPP ve TOPAZ programlarını entegre eden ve özellikle büyük yağış havzaları için uygulama imkanları sunan GeoWEPP programı karmaşık verilerin düzenlenmesini daha kolay hale getirmektedir. GeoWEPP'in yanısıra TOPAZ ve TOPAZ'ın çalışırken kullandığı programlar da havzanın topografik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Garbrecht ve Martz, 1999). WEPP modeli Yamaç Arazi Uygulaması (Hillslope Version), Havza Uygulaması (Watershed Version) ve Grid veya GIS Uygulaması (GRID or GIS Version) olmak üzere üç ayrı şekilde uygulanabilen model gruplarından oluşmaktadır (Flanagan ve Livingston, 1995).

Son yıllarda üzerinde büyük baraj projelerinin planlandığı Çoruh nehri havzası; sarp arazi yapısı, hâkim bitki örtüsü ve bazı bölgelerindeki kısıtlayıcı iklimsel özellikleri bakımından erozyon riskinin yüksek olduğu bölgeleri içerdiğinden yukarıda açıklanan modellerin uygulanmasının gerekli olduğu alanlardan birisidir. Su erozyonu ile taşınan sedimentin planlanan bu barajların ekonomik ömürlerinde meydana getirebileceği olumsuzluklar nedeni ile havzadan ne kadar toprak kaybının meydana geleceğinin bilinmesi oldukça önemlidir.

İçme ve kullanma suyu temini, enerji üretimi ve sel-taşkın kontrolü gibi amaçlarla inşa edilen barajların hacminin bir kısmı, baraj havzasından gelen sedimentin depolanması için ayrılırken önemli bir kısmı da su depolamak için kullanılmaktadır. Yağış havzasından gelmesi beklenen sedimenti depolamak için kullanılan kısım ölü hacim, suyun depolanması için ayrılan kısım ise aktif hacim olarak adlandırılmaktadır (Öziş, 1983). Havzadaki arazi kullanımından doğan yanlışlıklar ve doğal yapının tahribi baraja aşırı malzeme gelmesine neden olmakta, bunun sonucunda sediment ölü hacmi kısa sürede doldurarak aktif hacmi doldurmaya başlamaktadır. Aktif hacmin dolmaya başlaması ile de bazı olumsuzluklar meydana gelmektedir.

WEPP erozyon tahmin modeli ve CBS teknikleri kullanılarak Borçka Barajı Havzası'nda oluşan toprak kaybı ve sediment verimi miktarlarını daha kısa sürede ve daha az masrafla ortaya koymak ve böylece Çoruh Nehri Havzası'nda bir erozyon tahmin modellemesi uygulayarak toprak erozyonu olgusunun havza bazında irdelenmesi çalışmalarını başlatmak amaçlanmaktadır.

Ayrıca çalışma ile Borçka Baraj Havzası'nda meydana gelen erozyonu önlemeye yönelik çalışmaları yürüten uygulayıcılara temel altlık hazırlamak, havza planlayıcılarına korumada öncelikli alanların belirlenmesi konularında yön vermek ve modelin Çoruh Havzası'nda planlanan diğer baraj gölü havzalarında da uygulanabilir olmasını sağlamak amaçlanmaktadır. Çoruh Nehri üzerinde yapılmaya devam edilen ve henüz tamamlanmamış çok sayıda büyük baraj projesi olduğu varsayılırsa, çalışmanın kapsamının bu projeler tamamlandığında daha da genişleyeceği açıktır. Bu nedenle, yukarıda belirtilen amaçlar gerçekleştirildiğinde, WEPP ve CBS yardımı ile öncelikle Çoruh Nehri'nin Artvin ili sınırlarında kalan Orta ve Aşağı Çoruh Havzalarında meydana gelen toprak taşınım miktarının tahmini yapılabilecektir. Ayrıca, bunun daha sonraları tüm Çoruh Nehri Havzasına uyarlanması da söz konusu olabilecektir. Bunlara ek olarak rezervuar ve çevresinde yapılması planlanan rekreasyonel (piknik alanları, su sporları, yürüyüş parkurları vb) ve ekonomik bazlı faaliyetlerin (balıkçılık, taşımacılık ve diğer turizm etkinlikleri) daha iyi planlanmasına yardımcı olacak veriler de ortaya konabilecektir.

## 1.2. Literatür Özeti

Dünyada ve ülkemizde erozyon ile kaybolan toprak miktarı, sedimentin belirlenmesi ve bu sorunun çözümü ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ise Borçka Baraj Havzası'ndan meydana gelen toprak kaybı ve sediment verimi WEPP modeli kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan çalışma doğrultusunda ülkemizde ve dünyada gerçekleştirilen erozyon çalışmaları, toprak özellikleri ve erozyon eğilimleri, sediment veriminin belirlenmesinde kullanılan modeller, modellerin gelişim süreci ve WEPP modeliyle ilgili çalışmalardan yararlanılmıştır. Aşağıda bu konularda yapılmış çalışmalardan bazıları hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

### Toprak Erozyonu: Toprak Özellikleri, Erozyon Eğilimleri ve Gerçek Ölçüm Sonuçlarını İçeren Çalışmalar

ABD Kuzey Kaliforniya'da 8 farklı ana materyal üzerinde yapılan bir çalışmada, toprakların dispersiyon oranı 15'ten büyük bulunarak toprakların erozyona karşı duyarlı bulunduğu, toprakların erozyon eğilimleri üzerinde en etkili faktörün jeolojik yapı olduğu belirtilmiştir (Andre ve Anderson, 1961).

İç Anadolu'da anamateryal ve bakı faktörlerinin erodibilite ile ilgili toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, incelenen toprakların tamamının erozyona karşı hassas ve dayanıksız olduğu bulunmuştur. Çeşitli toprak özellikleri ve erodibilite indekslerinin ana materyale bağlı olarak istatistiki bakımdan çok önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiş ayrıca güney yamaçlar üzerinde gelişen toprakların, kuzey bakı topraklarına nazaran erozyona karşı çok daha hassas topraklar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırma sahasında incelenen toprakların organik madde miktarı, kil oranı ve tane yoğunluğu arttıkça erozyona karşı daha dayanıklı, buna karşılık suda eriyebilen tuzların miktarı ve toz içeriği arttıkça erozyona karşı daha hassas oldukları ifade edilmiştir (Balcı, 1973).

Arnavutköy Deresi Yağış Havzası'nda hidrolojik durumu etkileyen bazı bitki-toprak-su ilişkilerinin incelendiği ve arkoz, granit, killi şist, kristalin şist, kuvarsit ve neojen formasyonuna ait topraklarda yapılan çalışmalar sonucunda, dispersiyon oranlarının bütün toprak gruplarında 15'ten büyük değere sahip oluşu havza topraklarının genel olarak erozyona müsait olduklarını göstermiş, topraklar erozyona karşı göstermiş

oldukları hassasiyet yönünden fazladan aza doğru kristalin şist, killi şist, arkoz, granit, kuvarsit ve neojen formasyonuna ait topraklar olarak sıralanmıştır (Özyuvacı, 1976).

Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası alpin otlaklarında yapılan bir çalışmada (Okatan, 1986) ve Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzası'nda farklı anamateryaller üzerinde gelişen toprakların bazı özellikler bakımından karşılaştırıldığı diğer bir çalışmada (Özhan, 1976) dispersiyon oranlarının 15'ten büyük olması nedeniyle havza topraklarının genel olarak erozyona duyarlı olduğu belirtilmiştir.

A.B.D.'nin Washington eyaletinde kurak ve nemli iklim koşulları altında gelişmiş bazı orman topraklarının erodibilite indekslerinin incelediği bir çalışmada, aynı iklim ve topografik koşullar altında kurak bölge topraklarının nemli bölge topraklarına kıyasla erozyona daha az dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Balcı, 1978).

Hindistan'da yapılan bir başka çalışmada ise, tarım alanları ve sürekli vejetasyon örtüsü ile kaplı orman topraklarının üst ve alt katmanlarında toprakların erodibiliteleri incelenmiş, alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel özelliklerini laboratuvar ortamında ölçerek erodibilite tahmini yapılmıştır. Buna göre toprak işlemeli sahalarda 0-15 cm olan üst katmanda dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalanı oranı ve erozyon oranı daha büyük bulunmuştur (Jha ve Ruthor, 1981).

Marmara Bölgesi, Armutlu Yarımadası topraklarında toprak ıslanabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı ana materyal ve bitki örtüsüne sahip toprakların özellikleri ve erozyon eğilimleri ile yangının bu faktörler üzerine olan etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak topraklar erozyona karşı duyarlı olarak bulunmuş, güç ıslanan topraklarda dispersiyon oranı yönteminin toprakta var olan erozyon eğilimini doğru olarak yansıtmadığı belirlenmiştir (Şengönül, 1984).

Şili'de farklı eğim ve vejetasyon örtüsüyle kaplı deneme alanlarında toprak kayıplarının araştırıldığı bir çalışmada, çıplak toprak alanlarında tıraşlama kesimi ve örtü yangınından sonra, doğal ıslanma-kuruma sürecinin ve organik madde kayıplarının toprak erodibilitesinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir. % 30 eğimli olan sahada erozyon 1563 kg/ha, % 60 eğimde ise 3926 kg/ha olarak bulunmuş, % 30 eğimli olan sahada tıraşlama kesiminden bir yıl sonra vejetasyon



örtüsünün yenilenmesi ile toprak kaybının 133 kg/ha'a düştüğü tespit edilmiştir (Iroume ve ark., 1989).

ABD'de yapılan bir çalışmada, otlak alanlarında yapay yağmurlama uygulayarak yüzeysel akış ve toprak kaybı ölçülmüş ve en önemli faktörün ölü örtü, kuru madde, bitki yüksekliği gibi vejetatif etkenler olduğu belirtilmiştir. Otlak alanlarında kuru maddenin miktar ve kalitesi arttıkça yüzeysel akış ve toprak kaybı ile negatif, infiltrasyon ile pozitif yönde önemli bir ilişki bulunmuştur (Hofmann ve Ries, 1991).

Trabzon Limni Deresi Havzası topraklarının bazı fiziksel özellikleri ile erozyon eğilimi değerlerinin araştırıldığı bir çalışmada, değişik yükseklik kademeleri ve farklı bakılarda seçilen araştırma parsellerinde anakayanın andezit, dasit, bazalt, kumtaşı-kireçtaşı kayaç gruplarından meydana geldiği ve bu anakayalardan oluşan toprakların kumlu killi balçık, kumlu balçık ve balçıklı kil tekstüründe olduğu belirlenmiştir. Aynı çalışmada, toprak fraksiyonları bakımından kum ve toz miktarları, dispersiyon oranı, infiltrasyon oranı, pH, ateşte kayıp ve aşınım oranı değerleri örnekleme derinliği ile ters orantılı olarak değişirken; kil oranı, su tutma kapasitesi, hacim ağırlığı, tane yoğunluğu, kolloid/nem ekivalanı oranlarının örnekleme derinliği ile doğru orantılı olarak değiştiği belirtilmiştir (Yüksek ve Okatan, 2000).

Avustralya'da yapılan bir çalışmada, arazi kullanımı bakımından üç farklı alanda erozyondan kaynaklanan toprak kaybı ölçülmüş ve toprak kaybı hem bahçe bitkileri yetiştiriciliği yapılan alanlarda hem de otlak alanlarında yılda yaklaşık 5.5 ton/ha/yıl, işlenmeyen çayır-mera ve orman alanlarında ise 1 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur (Loughran ve ark., 2004).

Arazi kullanımının toprağın fiziksel özellikleri ve organik maddesi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, 0-10 cm derinlik kademesi için hacim ağırlığı değerlerinin ormanda 1.24 gr/cm<sup>3</sup>, çayırdaki 1.23 gr/cm<sup>3</sup>, işlenen arazide 1.30 gr/cm<sup>3</sup>; organik madde değerlerinin ormanda % 4.16, çayırdaki % 4.46, işlenen arazide % 2.34; 10-20 cm derinlik kademesi için ise hacim ağırlığının ormanda 1.27 gr/cm<sup>3</sup>, çayırdaki 1.16 gr/cm<sup>3</sup>, işlenen arazide 1.37 gr/cm<sup>3</sup>; organik madde değerlerinin ormanda % 3.60, çayırdaki % 3.79, işlenen arazide % 1.88 olduğu belirlenmiştir. Ayrıca erodibilitenin önemli bir faktörü olan K faktörü bakımından da, işlenen arazi

toprakları ile orman ve çayır toprakları arasında oldukça önemli bir fark bulunmuştur (Çelik, 2005).

Artvin-Murgul'da akasya ağaçlandırmalarının yüzeysel akış ve sediment taşınmasını önlemedeki etkileri ve su yönetimi-kuraklık ilişkilerinin irdelendiği bir çalışmada yaklaşık 600 metre yükseltide, kuzey ve güneybatı bakılarda, ortalama eğimi % 30-50 arasında değişen sahalarda 6 adet yüzeysel akış parseli akasya ağaçlandırma sahasında ve 6 adet de bitişiğindeki yoğun otlamaya maruz kalmış otlak alanlarında kurulmuştur. En fazla yüzeysel akışın ve sediment taşınımının Mayıs-Haziran ve Ekim-Kasım dönemlerinde olduğu belirlenmiştir. Mayıs-Kasım dönemindeki toplam yüzeysel akış miktarı otlak alanında 263 m<sup>3</sup>/ha iken hemen bitişiğindeki orman alanında 18 m<sup>3</sup>/ha olarak ölçülmüştür. Mayıs-Kasım dönemindeki toplam taşınan sediment miktarı otlak alanında 43,6 kg/ha iken, akasya ağaçlandırma sahasında ise 5 kg/ha olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda akasya ağaçlandırmasının erozyonu ve yüzeysel akışı önlemede çayır alanlarına göre çok daha etkili olduğu belirtilmiştir (Tüfekçioğlu ve Güner, 2009; Tüfekçioğlu ve ark., 2008).

#### Toprak Kaybı Tahmininde Kullanılan Diğer Modeller ve WEPP Modelinin Gelişim Süreci

Sediment veriminin hesaplandığı bazı modelleri karşılaştırmak için Mississippi'de eğimi % 3 ve %8 arasında değişen iki havzada yapılan bir çalışmada, CREAMS, SWRRB, EPIC, ANSWERS ve AGNPS modellerini kullanarak yüzeysel akış ve sediment verimini test etmişlerdir. Sonuçta SWRRB ve CREAMS modelleri ile ölçülen değerlerin sonuçları daha yakın değerler vermiştir (Bingner ve ark., 1989).

Uzaktan algılama ve arazi gözlemlerinin kullanılarak CBS ortamında yapılan bir modellemede % 15 eğime sahip Mexico'daki Quaternary volkanik bölgesindeki % 75'i oyuntu erozyonuna maruz kalmış mera alanlarındaki oyuntu erozyonunun hareketi belirlenmeye çalışılmıştır. Şiddetli oyuntu erozyonu riskine maruz kalabilecek alanlar belirlenmiş ve model yöredeki aynı fizyografik koşullara sahip farklı alanlara uygulanabilmiştir. Ayrıca bu yaklaşımla muhafaza öncelikleri belirlenirken öneriler yapılmıştır (Bocco ve ark., 1990).

Farklı tarım ürünlerinin yetiştirildiği alanlarda, WEPP'in yamaç (hillslope) modelinin yüzeysel akış ve toprak kaybı tahminindeki başarısının araştırıldığı bir çalışmada WEPP model ile tahmin edilen değerlerin ölçülen değerlere yakın bulunduğu ve dolayısıyla kaybolan toprak ve yüzeysel akış ile birlikte sediment değerlerinin belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konmuştur (Zhang ve ark., 1996).

Rocky Mountaion Araştırma İstasyonunda USDA (United States Department of Agriculture) Forest Servisi tarafından WEPP modelinde bazı değişiklikler yapılarak Disturbed WEPP programı geliştirilmiştir. Bu program orman ve mera alanları için kaybolan toprak miktarını ortaya koymaktadır. Model bozulmamış orman alanlarında, mera, yaban hayatı ve yangın alanlarında kullanılabilmekte; ayrıca modele göre yıllık bazda farklı simülasyonlar uygulanabilmektedir (Elliot ve ark., 2000).

Kansas State Üniversitesi deneme sahasında yürütülmüş, üç farklı erozyon modeli ile toprak kayıplarının tahmin edildiği ve arazi ölçümleri ile karşılaştırıldığı bir çalışmada WEPP, EPIC ve ANSWERS modelleri kullanılmış; bu modellerle yapılan tahminler ve ölçülen değerlerin karşılaştırılması sonucu en makul değerlerin WEPP modeli ile elde edildiği belirlenmiştir (Bhuyan ve ark., 2002).

CBS kullanılarak Ohio-USA'da bulunan tarımsal bir havzada erozyon ve yüzeysel akış tahmininde kullanılan WEPP ve AGNPS modellerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada simülasyon, 1988 ve 1990 yılları arasında gözlemlenen ve tahmin edilen veriler kıyaslanarak yapılmıştır. İstatistiksel analizler WEPP modelinin ortalama yüzeysel akış, pik akım ve sediment miktarını AGNPS modeline göre daha iyi tahmin ettiğini göstermiştir. AGNPS modeli sediment verimini % 17 oranında daha az tahmin ederken WEPP modeli % 37 oranında fazla tahmin etmiştir. Bu çalışma model girdilerinin dikkatli bir şekilde belirlenmesi koşuluyla, WEPP ve AGNPS modellerinin tarımsal havzalardaki yüzey akış ve sediment tayininde kullanılabileceğini göstermiştir (Kırnak, 2002).

Seyhan Havzası Korkun alt havzasında CBS kullanılarak USLE'yi temel alan bir model geliştirilmiştir. EST (erozyonla toprak kaybı ve sediment verimi tahmin modeli) modelinde erosiv yağışlar, arazi kullanımı, bitki örtüsü, eğimi ve sediment

iletim oranı parametrelerini kullanmıştır. Sonuçta elde edilen tahmini sediment verimi değerleri ile gözlemlenen değerler karşılaştırılmıştır. Değerlendirmelere göre modelin tahmin kabiliyeti düşük fakat bazı yıllara ait gözlem sonuçlarının hatalı olabileceği, bu yıllar gözardı edildiğinde modelin tahmin kabiliyetinin istenen düzeye geldiğini tespit etmişlerdir. Tahmin sonucunu etkileyen en önemli parametrenin sediment iletim oranı olduğunu ve bu oranın daha büyük havzalarda belirlenmesi için ayrıntılı çalışmaların yapılması gerektiğini açıklamışlardır (İrvem ve Tülücü, 2004).

SWAT (Soil Water Assessment Tool) kullanılarak Küçükemalı ve Güvenç Havzaları'nın su ve sediment verimlerinin belirlendiği bir diğer çalışmada; Küçükemalı Havzası'ndaki bir alt havzada gözlenen su verimi 141.85 mm, tahmin edilen su verimi ise 243.76 mm iken ölçülen sediment verimi 0.001 t/ha/yıl, tahmin edilen sediment verimi 4.21 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Güvenç Havzası'nda ise gözlenen su verimi 119.62 mm ve tahmin edilen su verimi ise 127.38 mm iken ölçülen sediment verimi 35.83 t/ha/yıl, tahmin edilen sediment verimi ise 1.28 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır (Karaş, 2005).

CBS teknikleri kullanarak USLE yöntemi ile yıllık toprak kaybının hesaplandığı Seyhan Nehri Havzası'nda modelin önerdiği MFI (Modified Fournier Index) eşitliği ile hesapladıkları R faktörü değerleri ile bazı meteoroloji istasyonlarının verileriyle hesapladıkları R faktörü değerlerini regresyona ( $R^2=0,94$ ) tabi tutmuşlardır. Aylık yağış miktarı kullanılarak elde edilen MFI verileri ile hesaplanabilecek bir R faktörü ( $R=0,1215 \times F^{2,2421}$ ) eşitliği önermişlerdir. Çalışma sonucunda Seyhan havzasının yıllık ortalama toprak kaybını 16,38 ton ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> olarak hesaplamışlardır (İrvem ve ark., 2007).

Toprak aşınımı benzetim modellerinin sınıflandırıldığı bir çalışmada birçok matematiksel benzetim modelinin geliştirildiği bunlardan bir tanesi olan WEPP modelinin tarımsal alanlardaki toprak kaybının belirlenmesinin yanı sıra, ormanlık alanlar ve yol yapım çalışmaları esnasında oluşan toprak aşınımı vb. toprak kayıplarının belirlenebilmesini de amaçladığı; kendisinden önceki modellerin (CREAMS, EPIC, ANSWER vb.) olumlu ve olumsuz taraflarını da dikkate almak suretiyle alansal deneyler, yağış simülatörleri ile model değişkenlerinin test edilmesi

gibi araştırma çalışmalarından oluştuğu; diğer birçok modelin aksine grafiksel kullanım ortamı ve menülerle desteklendiğinden kolay kullanım imkânı sağladığı ve sonuçların metrik sistemde alınabildiği belirtilmiştir (Hacısalıhoğlu ve ark., 2008).

Eldivan Sarayköy göleti su toplama havzasına gelebilecek sediment miktarının tahmin edilmesi üzerine yapılan bir çalışmada Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) ve Yenilenmiş Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (RUSLE) ile birlikte CBS ve jeo-istatistiksel yöntemler kullanılarak su toplama havzasına gelmesi olası toprak miktarı 32.23 ton/ha/yıl, 8418,48 ton /yıl olarak hesaplanmıştır. Gölet su toplama havzasına gelebilecek ortalama sediment hacmi 6734.78m<sup>3</sup>/yıl olarak belirlenmiş, baraj havzasının maksimum göl alanı 48200 m<sup>2</sup> olduğundan yaklaşık 0.14 m/yıl derinliğinde toprak birikeceği ve barajın aktif hacminin 76 yılda dolmasının beklendiği belirtilmiştir (Erpul ve ark., 2009).

Yarı kurak Akdeniz bölgesinde toprak kaybı ve yüzeysel akışın WEPP ve ANN modelleri ile karşılaştırıldığı bir çalışmada; ANN modeli ile gözlemlenen ve tahmin edilen değerlerin arasındaki farkın önemsiz bulunduğu belirtilmiştir. WEPP söz konusu olduğunda ise; tahmin edilen ve gözlemlenen değerler hem yüzeysel akış hem de toprak kaybı için oldukça önemli bulunmuştur. WEPP modelinin tahminleri orta yükseklikteki araziler için çok tatmin edici bulunmamış; dahası bu modelin uygulanması için çalışma alanının detaylı ve doğru toprak, eğim, vejetasyon ve arazi kullanımı verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Ayrıca bu çalışmada WEPP modeli kullanımının önemli ölçüde veri toplama çalışması gerektirdiği ve bunun da zaman alıcı bir iş olduğu belirtilmiştir (Albaradeyia ve ark., 2011).

### WEPP modeli

Amerika'da yapılan bir çalışmada, WEPP modeli uygulanarak bir yıllık simülasyon ile erozyon durumu ortaya koymak ve koruma yöntemlerini planlamak için; havzanın sediment durumunun tespit edilmesinde anahtar parametre olarak hillslope uzunluğu, manning katsayısı ve kanal uzunluğu değerleri alınmıştır. Toprakların erodibilitesinin ve kritik erozyon durumunun önemli olduğu ve hidrolik iletkenliğinde sediment üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir (Baffaut ve ark., 1997).

Bir diğer çalışmada WEPP havza modeli farklı iklim, topografya, toprak ve bitki amenajman koşulları altındaki küçük havzalarda başarılı bir şekilde uygulanarak erozyon tahmini yapılmış; 15 ayrı havzada uygulanarak yüzeysel akış ve sediment verim durumları karşılaştırılmıştır. WEPP modeli ile tahmin edilen sediment ve yüzeysel akış değerleri ölçülen değerlere yakın olduğundan dolayı sediment ölçümü yapılamayan alanlarda modelin kullanılabilceği ortaya konmuştur (Liu ve ark., 1997).

CBS ve DEM'i kullanarak WEPP ile küçük havzalarda meydana gelen erozyon ve sediment tahmini modellemesi üzerine yapılan bir çalışmada iki yaklaşım kullanılmış; ilki Hillslope metod olup buna göre dereler ve yamaçlar otomatik olarak DEM ortamında oluşturulmuştur. İkincisi Flowpath metodu olup, bir yağış havzasındaki tüm akım yönleri dikkate alınarak havza bir bütün olarak ele alınmıştır. Beş farklı havzada WEPP modeli uygulanmış, havzadaki çıkış noktalarında ölçülen ve tahmin edilen sediment verimi ve yüzeysel akış değerleri için yapılan istatistik analizler iyi sonuç vermiştir. DEM ortamındaki her çözünürlükte Flowpath metodu, elle yapılan WEPP uygulaması kadar doğru sonuçlar vermiştir (Cochrane ve Flanagan, 1999).

Yine bir başka çalışmada WEPP ile DEM birlikte kullanılarak kaybolan toprak miktarı belirlenmiş, havzanın otomatik olarak yamaçlara ayrılmasında TOPAZ programı kullanılmış ve verilerin entegresinde Arc View 3.0 GIS programı kullanılmıştır. Bu çalışma ile otomatik olarak havzanın alt havzalara ayrılmasının, manuel yapılan ayırım kadar doğru sonuçlar verdiği ve kaybolan toprak miktarının doğru bir şekilde saptandığı ortaya konmuştur (Flanagan ve ark., 2000).

WEPP modelinde yamaç profili üzerinde sediment taneciğinin sıralanışı üzerine yapılan bir çalışmada; tarımsal yamaçlarda toprak tutulumunu, depolamasını ve taşınımı tahminini geliştirdiğini ve araziden ayrılan sediment miktarını ve büyüklüğünü tahmin ettiği belirtmiştir. Modelin sediment partikül miktarını hesaplamasının yanısıra toplam sediment birikiminde depolama ve ayrılma yollarını da hesapladığı belirtilmiştir. Sedimentin partikül dağılımı tahminininin toprak tipi, pürüzlülük, yağış yoğunluğu, eğim uzunluğu, eğim derecesi ve eğim şekinden etkilendiğini; sonuçların ölçülen değerler ile karşılaştırıldığında, gözlemlenen ve

tahmin edilen tane büyüklüklerine ait  $r^2$  değerlerinin 0.44 ile 0.97 arasında değiştiği açıklanmıştır (Flanagan ve Nearing, 2000).

Kahramanmaraş Ayvalı Barajı Yağış Havzası'nda yapılan bir çalışmada, arazi kullanım şekilleri, farklı ana kayadan oluşan toprakların fiziksel özellikleri, havzanın hidrolojik ve fizyografik karakteristikleri belirlenerek, bulgular CBS ve WEPP ortamında değerlendirilmiş ve havzadaki sediment verimi ile yüzeysel akış durumu ortaya çıkartılarak model bir havza planlaması yapılmıştır. Farklı arazi kullanım şekilleri dikkate alınarak elde edilen tahmini toprak kaybı miktarı orman alanında 1,32 ton/ha/yıl, mera alanlarında 4,69 ton/ha/yıl ve tarım alanlarında 23,95 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır (Yüksel, 2001).

Sayısal yükseklik modeli kullanılarak kaybolan toprak miktarının belirlendiği bir çalışmada WEPP'in uygulanmasında iki yaklaşım (hillslope ve flowpath) geliştirilmiş ve model manuel uygulamayla karşılaştırılmıştır. Yüzeysel akış ve sediment veriminin belirlenmesinde her iki metodun da manuel uygulamaya göre daha iyi sonuç verdiği; ayrıca TOPAZ yardımıyla otomatik olarak havzanın yamaçlara ayrılmasının elle ayrılması kadar doğru sonuçlar verdiği, verilerin entegresinde ise CBS'nin kullanıldığı, ayrıca kaybolan toprak miktarının da doğru saptandığı belirtilmiştir (Flanagan ve ark., 2002).

Maryland'da kentleşmekte olan bir havzada GIS ve WEPP modeli kullanılarak sediment veriminin tahmini için toprak erodibilite parametrelerinin belirlendiği bir çalışmada, sediment verimi üzerine kentleşme ve yapılaşmanın karmaşık etkilerini yansıtabilecek şekilde havzalar seçilmiştir. WEPP modelinin kalibrasyonu ve çalıştırılmasının ardından kentsel alanlardaki erodibilite değerlerinin tarım ve orman alanlarından daha yüksek sediment verimi ürettiği belirtilmiştir. Yönetim girdileri var olmayan kentleşmiş yamaçlardan gelen sediment verimini doğru elde etmek için kanallar arası erodibilite değerini uyarılmanın etkili olduğu; CBS'nin sadece alt havzaların topoğrafik tanımlamaları için değil aynı zamanda alanın arazi kullanımı ve bununla sediment veriminin eşleşmesi için de kullanılmakta olduğu belirtilmiştir. Ayrıca belirli bir alan için WEPP'in kalibrasyonunun faydalı olacağı ve bunun akarsu kanalına sediment verimi ve yüzeysel akışı azaltmak için ormanlık alanların

sınır değerini korumanın önemini göstermek için kullanılacağı açıklanmıştır (Schnick, 2005).

Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasından taşınan toprak miktarının WEPP ortamında belirlenmesi ve çözümleri üzerine yapılan bir çalışmada anakaya, arazi kullanımı, eğim ve bakı etmenleri dikkate alınarak oluşturulan eş havzalar arasından seçilen model havzalarda toprakların fiziksel özellikleri ile havzaların hidrolojik ve fizyografik özellikleribelirlenerek CBS ve WEPP ortamında değerlendirilmek suretiyle model havzalardaki sediment verimleri ortaya konulmuş, elde edilen verilerin tüm baraj havzasına uyarlanarak baraj üzerindeki etkisi ve sediment taşınımını önleyici tedbirler belirlenmiştir. Sonuç olarak baraj havzasında yılda ortalama 42.16 ton/ha toprak kaybının gerçekleştiği ve tüm havzadan yıllık toplam 1842716.11 ton kaybolan toprak miktarı olduğu tespit edilen kaybolan toprak miktarının barajda 17 yıllık bir üretim kaybına sebep olacağı belirtilmiştir (Aydın, 2007).

Peru And Dağları'ndaki bir çalışma alanında CBS ve WEPP modelinin entegre edilmesiyle bir havzadaki erozyon noktalarının değerlendirildiği bir çalışmada; CBS ile WEPP'in entegre edildiği toprak erozyonunun mekansal modellemesi olarak adlandırılan (GEMSE) bir ara yüz kullanılmıştır. Haritaların oluşturulmasında ve sonuçların görselleştirilmesinde kullanılan CBS yazılımının bağımsız olması; iklim, toprak, eğim gibi basit girişlerin toprak kaybı ve yüzeysel akış gibi yanıt yüzeyleri ile ilgili çıktıları üretmede kullanılabilmesi; çeşitli kaynakların kullanımı kolaylığını sağlayan farklı katmanlar için ölçek, çözünürlük ve kapsadığı alanın farklı olması avantajları olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada WEPP'in hillslope versiyonunun öncelikli olarak geçerliliğinin kabul edildiği Peru'daki La Encanda havzasında GEMSE (Geospatial Modelling of Soil Erosion)'nin kullanılabilirliğini göstermek amaçlanmıştır. Bu süreçlerin mekânsal dağılımını ortaya çıkan yüzeysel akış ve toprak kaybı haritaları göstermektedir. Bu haritalar havza bazında toplam yüzeysel akış ve toprak kaybını vermesine rağmen; toprak ve su koruması için öneriler ve eylem planı yapmaya karar vericilere yardımcı olmak için erozyonun gerçekleşeceği noktaları tanımlamak amacıyla kullanılmıştır (Baigorria ve Romero, 2007).



İtalya'da Apennines sıradağlarında gözlemlenen yüzeysel akış ve erozyonun WEPP modeli kullanılarak simule edildiği bir çalışmada, WEPP simülasyonu ile alanın sediment verimi ölçümleri karşılaştırıldığında WEPP'in tahmin edilenin altında bir sonuç verdiği ve erozyon tahminini geliştirmek için gelecekte yapılacak WEPP uygulamalarında erodibilite parametrelerinin daha uygun kalibrasyonuna ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Ayrıca WEPP'in toprak erozyonu ve su dengesi üzerine arazi yönetimi etkilerini değerlendirmek için kullanışlı bir yöntem olduğu açıklanmıştır (Pieri ve ark., 2007).

Orcan Deresi Havzası'nda sediment verimi ve yüzeysel akışın tahmini için GeoWEPP modelinin yürütüldüğü bir çalışmada, modelin yürütülmesi ile elde edilen sediment verimi ve yüzeysel akış sonuçları ile havzada ölçülen aylık gözlem verisi sonuçları karşılaştırılmıştır. Tahmin edilen model sonuçlarına göre sediment verimi 6.95 ton/ha, yüzeysel akış 23.17 mm bulunurken gerçek sonuçlara göre sediment verimi 5.48 ton/ha, yüzeysel akış 26.58 mm olarak ölçülmüştür. Bu verilere dayanarak yapılan istatistiksel karşılaştırma ile de % 90 güven düzeyinde sediment veriminin yüksek, yüzeysel akış değerlerinin ise daha düşük bir doğruluk düzeyi gösterdiği belirtilmiştir (Yüksel ve ark., 2008).

Hindistan'da Doğu Himalaya'nın dik eğimli ve yüksek yağışlı koşullarında yüzeysel akış ve sediment veriminin tahmin edilme etkinliğinin WEPP modeliyle test edildiği bir çalışmada; WEPP modeli Doğu Himalaya'nın tipik agro-klimatik koşullarını temsilen Umroi Havzası'nda tarımsal sürdürülebilirliği iyileştirmek, vejetatif ve yapısal kontrol önlemlerini geliştirmek için kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre soya ve yerfıstığı bitkileri sarp arazideki pirinç ürününün yerini alarak sediment verimini sırasıyla % 29.60 ve 27.70'e düşürme potansiyeline sahiptir. Ayrıca; mevcut toprak işleme uygulamaları yerine işlemeden tohum ekme ve alan ekimi yöntemleri ile sediment veriminin sırasıyla % 21.88 ve 13.14 azalabileceği belirtilmiştir (Singh ve ark., 2011).

Araştırmacılar toprak erozyonu tahmininin 70 yıldan daha uzun bir zaman önce erozyon ile arazi uzunluğunun ve eğiminin ilişkisinin belirlenmesi ve kısa bir süre sonra koruma tedbirlerini kapsayan eşitliklerin yayınlanmasıyla başladığı belirtilmiştir. USLE ise toprak erozyonunun tahmin çalışmaları içerisinde geçen

yüzyılın en önemli başarısı olduğu; toprak erozyonu araştırmalarının ve tahmin teknolojilerinin artmasıyla uygulanmasının ve beraberinde karmaşıklığının arttığı açıklanmıştır. USLE'nin kullanımı çoğaldıkça yeni teknolojiler geliştirilerek toprak kaybı tahmini çalışmalarındaki eksikliklerin üstesinden gelmek için WEPP modeli gibi daha kapsamlı ve uygulaması kolay modeller geliştirilmiştir. Daha önceleri sadece tarım alanları için uygulanan tahmin modelleri WEPP modelinin gelişmesiyle kentsel ve kırsal alanlar ile beraber orman ve mera alanlarında da uygulanabilir hale gelmiştir (Lafren ve Flanagan, 2013).

Minnesota Le Sueur Havzası'nda GeoWEPP kullanılarak yüzeysel akış ve sediment verimi üzerine 3 farklı arazi kullanımı senaryosunun (1. senaryo: işlemeli tarım; 2. senaryo: işlemesiz tarım; 3. senaryo: yerleşim öncesi) modellendiği bir çalışmada, yüzeysel akış derinliği, toprak kaybı ve sediment iletim oranları belirlenmiştir. 30 yıllık simülasyon sonuçlarına göre bu değerler yukarıda açıklanan senaryolar için sırasıyla 86 mm, 2.6 ton/ha, 0.84; 73.8 mm, 0.5 ton/ha, 0.9; 70.9 mm, 0.2 ton/ha, 0.73 olarak bulunmuştur (Maalim ve ark., 2013).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

##### 2.1.1.1. Coğrafi ve Topoğrafik Konum

Araştırma alanı, Borçka Barajı Havzası, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesinde Çoruh Nehri üzerinde bulunmakta olup aşağı Çoruh Havzasında yer almaktadır. Borçka Barajı, Çoruh Nehri ile soldan katılan Murgul Çayının birleşim yerinin takriben 300 m mansabında Borçka İlçe merkezinin 2,5 km membasında ve Artvin İlinin 25 km kuzeybatısındadır (Şekil 1-2). Hidroelektrik enerji üretimi amaçlı planlanan Borçka Barajı ve HES Tesisi 2006 yılında tamamlanmış 2007 yılı itibariyle de enerji üretimine başlamıştır. Alüvyon üzerine kurulu, kil çekirdekli, kaya dolgu tipinde olan barajın temelden yüksekliği 146 metredir. Kurulu gücü 300 MW olup, 89 metre brüt düşü ile yıllık toplam 1039 GWh enerji üretilmesi planlanmaktadır (Anonim, 2003; Sucu ve Dinç, 2008).



Şekil 1. Artvin-Borçka Barajının rezarvuvar alanından bir görünüm

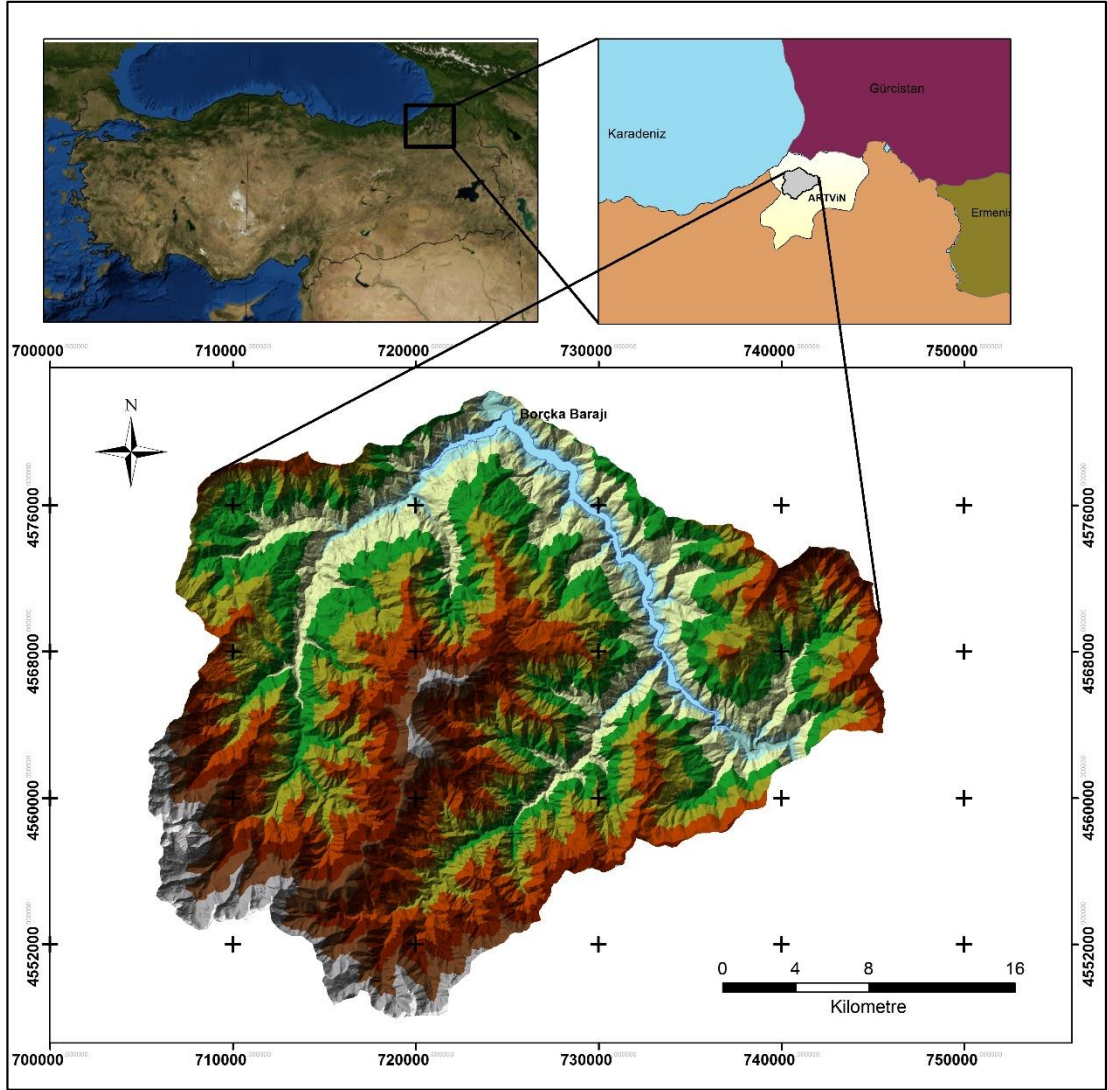


Şekil 2. Artvin-Borçka Barajının genel görünümü

Borçka Barajı Havzası  $41^{\circ} 03'99''$ - $41^{\circ} 21' 10''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 26' 57''$ - $41^{\circ} 55' 26''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 3). Havzanın alanı 86576.83 ha'dır. Yağış havzası kuzey-güneybatı istikametinde uzanmakta olup, tamamına yakını Artvin ili Borçka, Murgul ve merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almakta fakat çok küçük bir kısmı ise Arhavi ve Yusufeli ilçe sınırlarına uzanmaktadır. En yüksek tepesi 3310 m ile Kızıl Tepe'dir.

Araştırma alanı doğuda Süt Tepe (1083 m.), Uzuntarla Tepe (1217 m.), Kızılkaya Tepe (1306 m.), Ark Tepe (1610 m.), Deli Tepe (1780 m.), Kons Tepe (2192 m.), Lekta Tepe (2342 m.), Kesik Tepe (2469 m.), Herhi Tepe (2050 m.), Danagölü Tepe (2040 m.), Vazire Tepe (2122 m.), Uğrak Dağı (2221 m.), Karkan Tepe (2044 m.), Telsiz Tepe (1930 m.), Yanakale Tepe (1990 m.), Keçi Dağı (2047 m.); güneyde Pertkaya Tepe (2296 m.), Hanzat Tepe (2260 m.), Damlakürün Tepe (2661 m.), Demirlikaya Tepe (2843 m.), Boztepe (3050 m.), Söğüt Tepe (2794 m.), Tuzlu Tepe (3060 m.), Harcakol Tepe (3080 m.), Nathalisivrisi Tepe (2923 m.), Sakarcıyet Tepe (3149 m.), Aktoprak Tepe (3116 m.), Zalıkon Tepe (3168 m.), Kızılsırt Tepe (3116 m.), Kızıl Tepe (3310 m.); batıda Demirkapı Tepe (3196 m.), Boğa Tepe (3131 m.),

Mağara Tepe (2913 m.), Dikme Tepe (2068 m.), Yatak Tepe (1832 m.), Acıgöl Tepe (1813 m.), Soğuksu Tepe (1317 m.); kuzeyde Poroset Tepe (1793 m.), Kara Tepe (1810 m.), Gorgodi Tepe (1900 m.), Gemkaya Tepe (1859 m.), Kamçiret Tepe (1622 m.), Morgan Tepe (984 m.), Mağvan Tepe (970 m.), Yassı Tepe (799 m.), Çabuk Tepe (996 m.), Danahro tepe (1076 m.) ile sınırlanmaktadır.



Şekil 3. Araştırma alanının genel konumu ve topografik yapısı

### 2.1.1.2. İklim

Hemen hemen her yönüyle bir geçiş bölgesi özelliği taşıyan Artvin ve çevresi, iklim özellikleri itibariyle de bir geçiş bölgesi karakteri taşımaktadır. Artvin ve çevresi Karadeniz kıyısı (oseyanik), Karadeniz ardı (yarı karasal) ve Doğu Anadolu (karasal) iklim kuşaklarına sahiptir (Ceylan, 1995; Yüksek ve Ölmez, 2002).

Nemli hava kütlelerinin iç kısımlara kadar sokulmasını engelleyen kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu Doğu Karadeniz Dağları'na karşılık, Yalnızçam Dağları da Doğu Anadolu Karasal İklimi'nin soğuk hava kütlelerinin kıyı bölgesine doğru sokulmasını engellemekte ve bu hava kütleleri geniş çapta söz konusu iki dağ grubu tarafından kontrol altında tutulmaktadır. Çoruh Vadisi'nin Karadeniz'e açılan kesimlerinden itibaren Artvin yakınlarına kadar ılıman deniz ikliminin etkileri belirirken, iç kesimlere doğru bu etki gittikçe kaybolmakta ve tedrici bir şekilde karasal iklime geçilmektedir (Ceylan, 1995).

Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz Bölümü sınırları içerisinde yer alan Artvin ilinin iklim karakteristiği, kışların ılık, yazların sıcak olması ve çok yüksek yağışların sıkça görülmesidir. Çoruh Nehri ve Cankurtaran Geçidinden gelen nemli hava ile hem Karadeniz'in etkisi altında bulunmakta hem de yüksek bir arazi yapısına sahip olduğu için sık sık yağış görülmekte ve sis oluşmaktadır (Yüksek ve Ölmez, 2002).

#### **2.1.1.2.1. Sıcaklık**

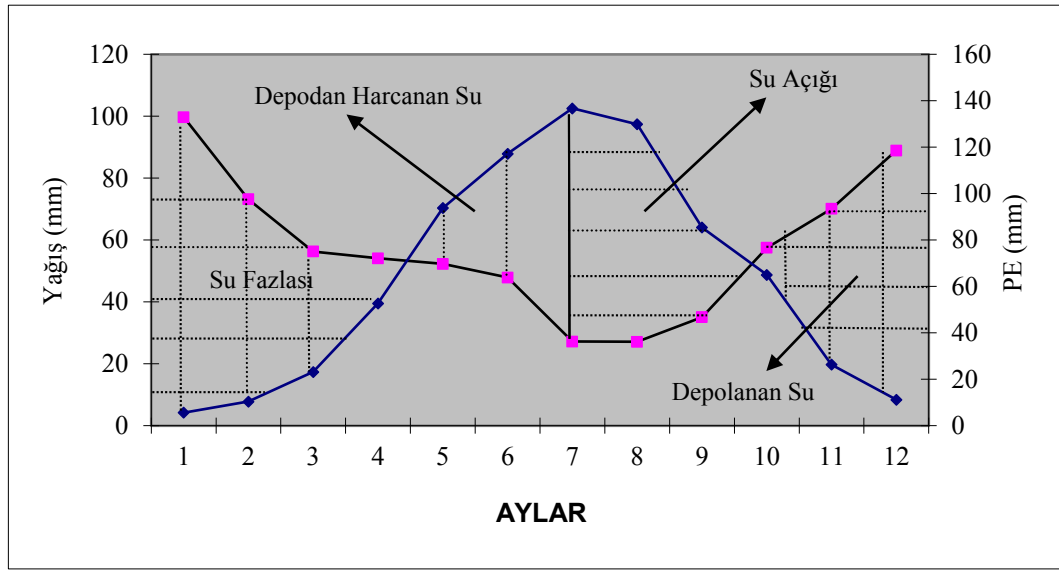
Çoruh Nehri ve kolları tarafından derin bir şekilde parçalanmış olan Artvin ilinde bu havza karakteri sıcaklık dağılışının; bakı, yükselti ve orografik faktörlerle kısa mesafelerde değişmesine neden olmuştur. Çoruh Vadisi'nin doğusunda kalan yamaçlar ve dağlık alanlar, batı yamaçlarına oranla akarsular tarafından daha derin ve daha sık yarılmıştır. Bu durum, doğal olarak bakı şartlarının ve dolayısıyla sıcaklık değerlerinin kısa mesafelerde değişmesine neden olmuştur. Çoruh Nehri ile dağlık alanlar arasındaki 2800-3000 m'lik yükselti farkı ortalama sıcaklığın azalması şeklinde kendini belli etmektedir (Ceylan, 1995).

Artvin Meteoroloji İstasyonu'nun 59 yıllık (1954-2013) gözlem verilerine göre, Artvin'in yıllık ortalama sıcaklığı 12.2 °C'dir. Yılın en sıcak ayı Ağustos (20.7 °C), en soğuk ayı ise Ocak (2.6 °C) ayıdır (Tablo 1). Yıllık ortalama maksimum sıcaklık en yüksek 26 °C ile Ağustos, ortalama minimum sıcaklık ise - 0.3 °C ile Ocak ayında görülmektedir (Anonim, 2014b).

### 2.1.1.2.2. Yağış

Ceylan'ın Erinç'e atfen belirttiğine göre; Artvin'in yağış rejimi; yaz kuraklığı Akdeniz rejiminde olduğu kadar şiddetli olmayan, bununla birlikte en yağışlı devrenin kış mevsimine rastladığı, ilkbahar ve sonbahar yağışları arasındaki farkın Akdeniz Bölgesi'ndekinden az olduğu, Akdeniz ve Karadeniz rejimleri arasındaki geçiş tipi ifadesine uymaktadır. Her mevsimi yağışlı Karadeniz iklimi ile kara iklimi arasında bir geçiş bölgesi karakteri taşımaktadır (Ceylan, 1995).

Thornthwaite yöntemine göre yapılan hesaplama sonucunda su bilançosu grafiğinde Artvin ili için iklim tipi olarak "C2 B'1 S b'4" rumuzlu, nemli, düşük sıcaklıkta, temmuz, ağustos ve eylül aylarında su açığı olan veya pek az olan, kısmen deniz etkisi altında bir iklim tipinin (Şekil 4) hâkim olduğu belirlenmiştir (Ceylan, 1995; Kalay ve Yüksek, 2001; Yüksek ve Ölmez, 2002).



Şekil 4. Thornthwaite yöntemine göre Artvin'in su bilançosu grafiği

Aşağı Çoruh Vadisi'nin uzanış doğrultusu (NW-SE), kıyının nemli havasının iç kesimlere taşınmasına aracılık etmekte ise de, bu hava kütleleri iç kesimlere taşınırken Doğu Karadeniz Dağları'nın etkisi ile yükselmekte ve yoğunlaşma ile birlikte yağışın büyük bir bölümü kıyı ile kıyıya yakın konumlarda düşmektedir. Vadi tabanından yamaçlara ve zirve kesimlere doğru yağış değerlerinde görülen artış yükselti ile birlikte bakı şartlarıyla da yakından ilgilidir. Artvin'den itibaren Aşağı Çoruh Vadisi'nin NW-SE doğrultusundaki uzanışı, Karadeniz'in nemli hava

kütlelerinden etkilenmekte ve yağış değerleri de kısa mesafelerde değişiklik göstermektedir (Ceylan, 1995). 59 yıllık ortalamalara göre Artvin ili için yıllık ortalama yağış miktarı 698.7 mm (Tablo 1)'dir. Yıllık ortalama yağış miktarının en düşük olduğu ay 29.4 mm ile Ağustos ayı, ortalama yağış miktarının en yüksek olduğu ay ise 91.2 mm ile Aralık ayıdır (Anonim, 2014b).

Tablo 1. Artvin Meteoroloji İstasyonu'nun 1954-2013 (59 yıllık) yılları arasındaki bazı iklim verileri.

İklim Elemanları	AYLAR												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ort. Max. Sıcaklık °C	6.2	8.1	12.2	17.7	21.7	24	25.6	26.0	24.0	19.6	13.3	7.8	17.2
Ort. Min. Sıcaklık °C	-0.3	0.3	2.7	7.1	11.1	14.1	16.7	16.9	14.0	10.1	5.6	1.6	8.3
Ort. Sıcaklık °C	2.6	3.8	6.9	11.8	15.7	18.6	20.6	20.7	18.0	14.0	8.9	4.3	12.2
Ort. Yağış(mm)	83.3	73.3	62.3	55.8	51.7	48.2	31.8	29.4	35.0	59.9	76.6	91.2	698.7

### 2.1.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak

Artvin, Kuzey Anadolu orojenik kuşağı dâhilinde yer almaktadır. Bölgenin en eski arazisini meydana getiren metamorfik seri, Çoruh Nehrinin aşağı kesimlerinden başlayarak Sirya üzerinden kuzeydoğuya doğru uzanmaktadır (Gattinger, 1962).

Seri içerisinde kuvars, piritli siyah şist, metamorfoze olmuş lavlar, mikaşistler, kloritli, biyotitli ve feldspatlı şistler, kloritli ve biyotitli gnayslar ve bunların içine sokulmuş iri taneli, pembe renkli granit ve granodioritler bulunmaktadır (Gattinger, 1962; Ketin, 1949). Metamorfik serinin üstüne Jura alt kretase serisi gelmektedir. Bu seri alt kısımlarında koyu renkli diabaz, serpantin, andezit, marnlı ve tüflü kalkerlerden meydana gelmektedir. Artvin İl merkezinde görülen kırmızı renkli tabakalar bu seriye aittir. Serideki konglomeralar üst kısımlarda kırmızı ve ince taneli gre haline dönüşmektedir. Konglomeranın çakılları arasında, koyu renkli bazik lavlar, kırmızı radyolarit marn parçaları ve gri renkli kalkerler yer almaktadır (Ketin, 1949; 1954).

Artvin ve yöresinin en büyük jeolojik ünitesi üst kretase volkanik serisi ve volkano-sedimanter serisidir. Bu seri, asit ve nötr lavlarla bunlara ait anglomera ve tüflerden, bunlar arasında ince yataklar halinde yer alan ve çoğunluğu kırmızı renkli olan marn ve kalker tabakalarından meydana gelmektedir. Lav serisi içerisinde dasit, hornblendli andezit, kiparit, kuvarsporfir ve normal andezitler önemli bir yer işgal ederler. Buna



karşılık bazalt lavları daha yerel bölgelerde dağılışı göstermektedir (Gattinger, 1962; Ketin, 1949; 1954).

Araştırma sahasında bulunan bazalt, riyodasit, andezit ve granit anakayaları püskürük (volkanik) anakayalar grubunda, kıltaşı ve kireçtaşı ise tortul (sediment) anakayalar grubunda yer almaktadır (Şekil 5). Anakaya gruplarının havza içerisindeki alansal ve oransal dağılımları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Bazalt anakayalar kalsiyumca zengin feldispat, ojit ve olivin minerallerinden oluşur. Bazik erüptif kayaların, silisyumdioksit (SiO<sub>2</sub>) oranı % 40-52 arasında değişir. Bu kayaların bileşiminde plajioklaslar ve metasilikatlardan piroksenler (özellikle ojit) bulunur. Olivinsiz (gastro-bazalt serisi) ve olivinli seri (olivinli gastro-olivinli bazalt serisi) olarak ayrılırlar. Derinde katılmış, iri kristaller geliştirmiş olan gastro ve olivinli gastro hızlı ayrışırken yüzeye yakın derinliklerde katılmış, ince kristaller geliştirmiş olan bazalt ve olivinli bazalt yavaş ayrışır. Kuvars barındırmazlar, siyah renklidirler. Ağır bünyeli, bazik karakterli genellikle sığ (A-C), kil toprakları verirler. Su tutma kapasiteleri yüksek, kötü drenajlı topraklardır (Anonim, 2015a; Kantarcı, 2000; Kulabaş ve Kılıcı, 1998).

Riyodasitlerin de, plajioklaslardan (Ca<sup>+</sup> ihtiva ederler) dolayı topraklaşma hızı oldukça yüksektir. Kuvarslı diyorit-dasit serisi kayalarından balçıklı kum-kumlu balçık ve balçık toprakları oluşur. Bu topraklar kalsiyumca daha zengin olduklarından bitki beslenmesi açısından granit-riyolit serisi topraklarından daha iyi durumdadırlar (Kantarcı, 2000; Kulabaş ve Kılıcı, 1998).

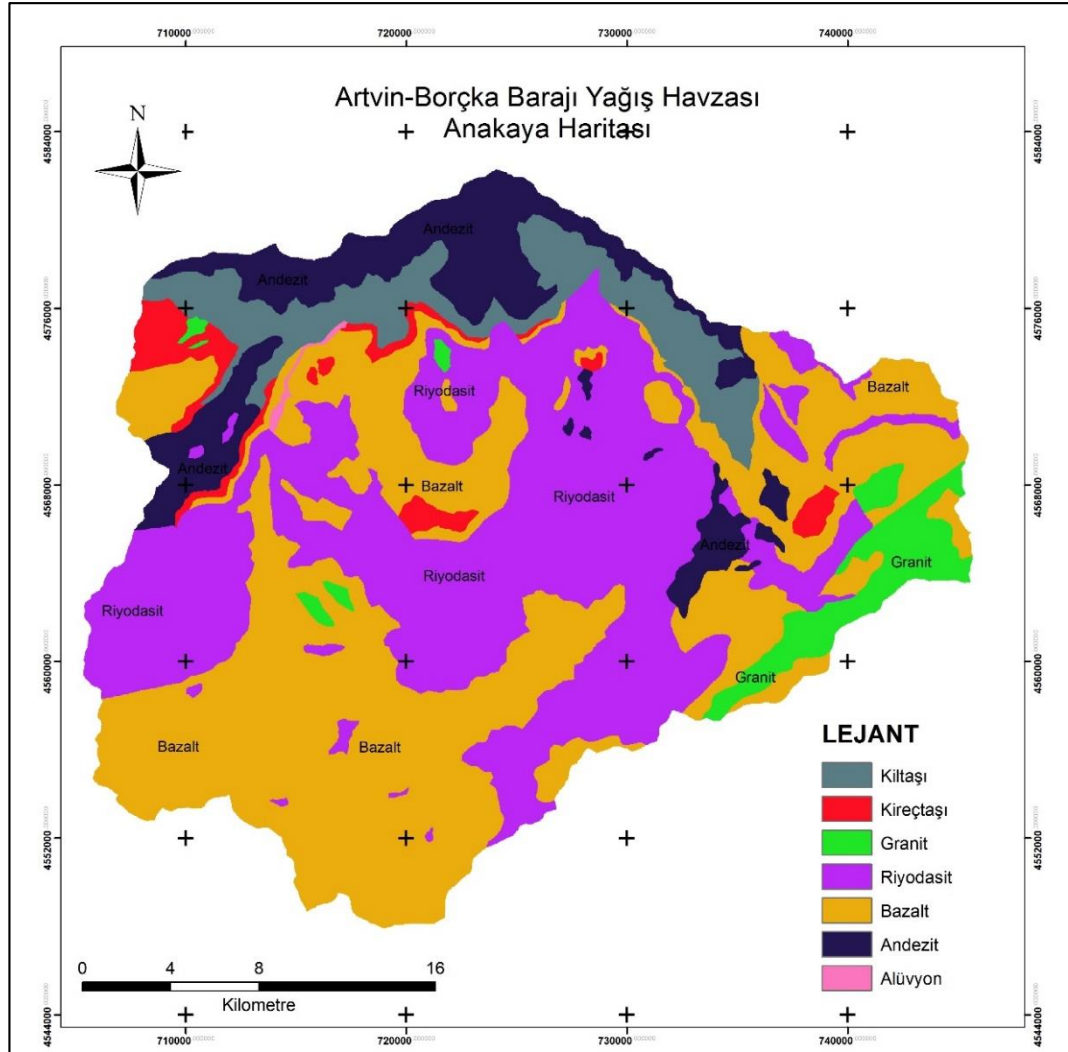
Andezit anakayalar yüzeye yakın derinliklerde katılmışlardır ve ince kristallidirler. Kuvarssız olup esas itibariyle plajioklaslar, biotit, hornblende ve ojit içermektedir. Gri, yeşilimsi, kırmızımsı ve esmer renkte görünebilirler. Andezitler plajioklaslardan dolayı kolay ayrışır. Kuvarssız oldukları için killi topraklar verirler. Bu topraklar kalsiyumca zengindir. Bu nedenle meydana gelen topraklar ağır bünyeli, nötr özellikli, sığ ve orta derinliktedirler. Genellikle A-C horizonlu, verimli, kötü drenajlı, su tutma kapasiteleri yüksek topraklardır. Andezit topraklar üzerinde irili ufaklı yüzey taşlılığı görülür. C horizonundaki anamateryal genellikle serttir (Anonim, 2015a; Kantarcı, 2000; Kulabaş ve Kılıcı, 1998).

Granit anakayası kuvars, feldispat ve mikaminerallerinin birleşmesi ile oluşmuş, derinde teşekkül etmiş, iri taneli topraklardır. Granitlerde % 70 kadar feldispat ve % 20 kadar kuvars bulunur. Koyu renkli mineraller ise % 10 kadardır. Bunlardan meydana gelen topraklar kaba bünyeli, asit karakterli ve genellikle fizyolojik derinliği uygun topraklardır. A-C ve A-B-C horizonlu, bazende litosolik toprakları meydana getirirler. Bu serideki anakayaların topraklaşma hızı, tane iriliğine bağlıdır. İri taneli granit hızlı ayrışmaktadır. Granit-riyolit serisinin kuvarslı oluşu, bu anakayadan kumlu toprakların (kumlu balçık, balçıklı kum gibi) meydana gelmesini sağlar. İyi drenajlı, su tutma kapasitesi ve besin içeriği düşük topraklardır (Anonim, 2015a; Kantarcı, 2000; Kulabaş ve Kılıcı, 1998).

Tortul kayalar grubunda yer alan yer alan kıltaşı özellikle büyük nehirlerin denize ulaştığı yerlerde, göl veya denizlerin diplerinde çamur halinde çöklerler. Killerin, büyük su kütleleri altında çökmesi bu esnada bir miktar kum, toz ve diğer eriyiklerin karışmasıyla su kütesinin basıncına uzun süre maruz kalmaları veya daha sonra kil tabakaları üzerine yığılan başka materyallerin basıncı etkisiyle katılarak tabakalı (şisti) bir yapı kazanmaları ile kil taşı veya kil şisti oluşur. Ağır bünyeli toprakları oluşturduğundan su tutma kapasiteleri yüksek, drenajları kötüdür. Bu nedenle bu tür topraklarda havasızlık sorunu yaşanabilir. Fakat kil tortulları ve kil taşları kireçsiz iseler geçirgen olmayan ağır topraklar, kireçli killerden ve bunların taşlarından oluşmuş olan marn taşları ve marn şistlerinden oluşmuş olan topraklar ise ağır olmakla beraber daha geçirgen, kireçsiz kil topraklarına nispeten daha iyi fiziksel özelliklere sahip topraklar verirler (Anonim, 2015a; Kantarcı, 2000; Kulabaş ve Kılıcı, 1998).

Kireçtaşı ise kimyasal olarak meydana gelir. Tatlı ve tuzlu sularda yaşayan çeşitli bitki ve hayvancıkların ölümü ile kabukları ve iskeletlerinin yığılması sonucunda kabuklu kireç tortulları meydana gelir. Bu biyolojik kökenli kireçli tortullarının taşlaşması ile kireç taşları (kalkerler) oluşur. Kimyasal ayrışma sonucunda oluşan kalsiyum bikarbonatın veya magnezyum bikarbonatın çökmesi sonucu kalsit veya aragonitten oluşmuş tortul taşlar grubunda yer alan kireçtaşı oluşur. Genel olarak kireçtaşı toprakları kilce fakir, sığ ve orta derin, taşlı, aşırı geçirgen ve bu nedenle de kuru topraklardır. Ülkemizde yaygın olarak görülür. Kireç taşları, çatlaklı (karstik)

bir yapıya sahip olduklarından yüzeysel taşlılık fazla olup, topraklar gözler ve çatlaklar içindedir (Anonim, 2015a; Kantarcı, 2000; Kulabaş ve Kılıcı, 1998).



Şekil 5. Borçka Barajı Yağış Havzası anakaya haritası

Tablo 2. Borçka Barajı Yağış Havzası anakaya grupları dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	34917.75	40.33
Riyodasit	30434.67	35.15
Andezit	8923.14	10.31
Kiltası	6290.89	7.27
Granit	3459.15	4.00
Kireçtaşı	2406.96	2.78
Alüvyon	144.27	0.16
<b>Toplam</b>	<b>86576.83</b>	<b>100.00</b>

Artvin ilinde topraklar altı grupta toplanmaktadır. Bunlar, kahverengi ve kireçsiz kahverengi orman toprağı, kırmızı topraklar, sarı podzolik topraklar, yüksek dağ çayır toprakları, alüviyal ve koluviyal topraklardır (Anonim, 1990; Yüksek ve Ölmez, 2002).

Artvin' de yer alan toprak gruplarının çoğunu genellikle anakayanın özelliğini yansıtan ve düzenli profil oluşumu göstermeyen intrazonal topraklar oluşturmaktadır. Buna karşılık düzenli bir profil oluşumu gösteren zonal topraklar ise sık orman örtüsünün dağılışı gösterdiği bölgelerdeki hakim toprak örtüsüdür. Alüviyal topraklar ise Çoruh Vadisi'nin özellikle Artvin'den Borçka'ya doğru olan kesimlerinde görülmektedir. Taşlık ve kayalık alanlar da sahanın birçok kesimine dağılmış durumdadır (Ceylan, 1995).

Artvin il merkezi civarında yer alan ve kuzeydoğuya doğru uzanan kahverengi orman toprakları çoğunlukla Paleozik metamorfik kayaçları ve Jura-Kretase kalkerleri üzerinde oluşmuştur. Çoruh Havzası'nda % 17.55'lik bir alan kaplamaktadır. Üzerindeki orman örtüsü ladin, kayın ve göknardan oluşmaktadır. Toprak profili içerisinde horizonların dağılımı A-B-C şeklindedir. Bazı durumlarda profil içerisinde B horizonuna rastlanmayabilir. Genellikle A horizonu iyi gelişmiş, koyu kahve renkli ve kırıntılı bir yapıdadır. Horizonlar arasındaki geçiş tedricidir. B horizonu açık kahve renkli, bazen kırmızımtırak kahverenginde yuvarlak veya köşeli blok yapıdadır. B horizonunun alt kısımlarında kısmen kireç birikmelerine rastlanabilir. Toprak tepkimesi hafif asit veya nötr özelliktedir. Üzerindeki orman örtüsü esas olarak ladin, kayın ve göknardan oluşmaktadır. Kahverengi orman toprakları genellikle geniş yapraklı ormanların altında oluşur. Buldukları yerlerde yıllık ortalama yağış 400-1000 mm arasında değişmektedir. Bu toprakların oluşumunu sağlayan yüksek miktarda kalsiyum kolloidlerinin bulunması ve yaşlarının genç olmasıdır. Burada etkili olan toprak oluşum işlemleri kalsifikasyon ve biraz da podzolleşmedir. Bu toprakların yüksek enlemlerde veya yüksek dağlarda çoğunlukla iğne yapraklılar altında oluşanlarına subarktik kahverengi orman toprakları da denir (Anonim, 1984, 1990; Yüksek ve Ölmez, 2002).

Çoruh Havzası'ndaki kahverengi orman toprakları büyük çoğunlukla çok dik veya sarp eğimlerde yer almaktadır. Genellikle A ve C horizonlarının geliştiği

görülmektedir. Killi-kumlu olan A horizonu, organik madde bakımından zengindir ve koyu kahverenkli. Bu toprakların % 60 'dan fazlasının derinliği 20 cm'den daha az, % 31'ininki 20-50 cm'dir. Eğimin çoğunlukla fazla olması ve doğal örtünün tahribi sonucu bu toprakların % 90'dan fazlası şiddetli veya çok şiddetli erozyona maruzdur. Toprakların % 34'ü % 10'un üzerinde taşlılığa sahiptir. Çoruh Havzası'ndaki kahverengi orman topraklarının kullanma kabiliyeti bakımından % 90,4'ü VII., % 6,4'ü VI. Ve % 3,1'i IV. Sınıftır. Toprakların % 0,1'i de III. sınıfa girmektedir (Anonim, 1984).

Araştırma sahası dâhilinde bulunan kireçsiz kahverengi orman toprakları Çoruh Havzası'nın % 14,55'ini kaplamaktadır. Araştırma alanı içerisine alan Artvin'in kuzeyinde Artvin-Borçka, Artvin-Murgul arasında ladin, kayın, göknarın hâkim olduğu orman örtüsü altında ve havzanın çeşitli kısımlarda yaygındır. Değişik ana kayalardan oluşur; renk ve baz durumu ana materyal ve organik madde miktarına bağlı olarak değişir. Toprak profili içerisinde horizonların dağılımı A-B-C şeklindedir. Eğim değerlerinin nispeten fazla olduğu bu bölgelerde, genellikle A ve C horizonlarının geliştiği gözlenmektedir. Killi-kumlu olan A horizonu, organik madde bakımından zengindir ve renk itibariyle koyu kahverengidir. Bazı durumlarda profil içerisinde B horizonuna rastlanmayabilir. A horizonun gelişimi oldukça iyidir. A horizonu gözenekli ve kırıntılı bir yapıdadır. B horizonundaki gelişim A horizonu kadar belirgin değildir ve zayıf bir gelişim gösterir. B horizonu bazen silikat kil mineralleri ile hafifçe zenginleşmiş ve yapı elemanlarına sahip durumda olabilir. Genel olarak bu horizonta kil birikimi oldukça azdır veya hiç olmayabilir. Bu katmanın oluşumu, yıkanmadan çok ayrışma sonucu ortaya çıkan değişmeler ile ilgilidir. Bu horizon birçok kısımda yoktur ve A1'in hemen altında C horizonu bulunmaktadır. Horizonlar arasındaki geçiş tedricidir (Anonim, 1984; Yüksek ve Ölmez, 2002).

Artvin'in kuzeyindeki Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları ladin, kayın ve göknarın hâkim olduğu bir orman örtüsü altında ve Üst Kretase bazaltik, andezitik ve dasitik lav, tuf ve aglomeraları ile Eosen yaşlı andezit, trakit ve bazaltlardan oluşmuştur. Buldukları yerlerdeki topografyanın daha çok dik, sarp veya dalgalı olması nedeni ile bu topraklar çoğunlukla sığdır ve gelişmiş bir profil bulmak zordur. Buldukları yerlerde yıllık ortalama yağış 400-1250 mm arasında değişmektedir.

Kireçsiz kahverengi orman topraklarının yaklaşık % 98'i dik, çok dik ve sarp eğimlerde yer almaktadır. Geri kalanın eğimi % 0-12 arasında değişmektedir. Eğimlerinin fazla ve doğal örtünün yer yer tahrip olması dolayısıyla bu toprakların % 54'ünün derinliği 0-20 cm, % 34'ününkü ise 20-50 cm arasındadır. Bu toprakların % 85'i şiddetli ve çok şiddetli erozyona maruzdur (Anonim, 1984).

Kırmızı-sarı podzolik topraklar Çoruh Havzası'nın genelinde % 2.68'ini kaplamakta ve havzanın kuzeyinde Borçka'nın kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğusu ile Murgul'un batı ve güneybatısında yer almaktadır. Bu toprakların oluşumunda podsolleşme hâkim toprak oluşum işlemidir. İyi gelişmiş, iyi drene olan asit topraklardır. Kayın, ladin ve göknarın hâkim olduğu orman örtüsü altında yetişir. Anakaya üst kretase ve eosen yaşlı bazalt, andezit ve dasit lav, tuf ve aglomeralarıdır. Bu topraklar kayın, ladin ve göknarın hâkim olduğu orman örtüsü altında gelişmiştir. Hemen hemen tamamı sarp eğimlerde bulunmaktadır, iyi gelişmiş belirgin bir profil bulmak zordur. % 97'ye yakın bir kısmı 50 cm'den daha az bir derinliğe sahiptir. Bu toprakların büyük bir kısmı da şiddetli ve çok şiddetli erozyona uğramıştır (Anonim, 1984).

Yaylacılık, dolayısıyla hayvancılık faaliyetleri bakımından son dere önem taşıyan alpin ve subalpin çayırıkların yer aldığı yaklaşık 2000 metreden yüksek alanlara tekabül eden yüksek dağ çayır toprakları Çoruh Havzası'nın % 7.59'unu kapsamakta, orman sınırının bittiği yerlerde bulunmaktadır. Üzerlerindeki doğal örtü buğdaygillerin hâkim olduğu çayırdır ve bu toprakların bulunduğu arazilerin hemen hemen tamamı otlatmada kullanılmaktadır. Büyük çoğunluğu dik veya sarp eğimlidir ve % 86.3'ü 20 cm'nin altında bir derinliğe sahiptir. Bu toprakların büyük bir çoğunluğu çok şiddetli erozyona uğramıştır (Anonim, 1984)..

Taze tortul depozitler üzerindeki genç topraklar olarak tanımlanan alüvyal topraklar araştırma alanında akarsu vadi tabanında yer almaktadır. Bu topraklar tarım bakımından çok önemlidir. Çoruh Havzası'nda % 1.24'lük bir alana sahiptirler. Eğimleri % 2'den az, derinlikleri 90 cm'den fazladır ve erozyona maruz değildirler, taşlılık arz etmezler. Horizonlar bulunmaz veya bulunsa bile çok zayıf gelişmiştir, fakat değişik özellikte A(C) profili gibi mineral katlar bulunur. Bu toprakları oluşturan materyaller akarsular tarafından askıda taşınmış ve depolanmıştır (Anonim, 1984).

Kolüvyal topraklar ise diğer eğimlerin eteklerinde yerçekimi, toprak kayması, yüzeysel akış ve yan dereler ile kısa mesafelerden taşınarak biriktirilmiş ve kolüvyal denen materyal üzerinde oluşmuş olan genç (A)C profilli topraklardır. Çoruh Havzası'nın % 2.06'lık kısmını kapsarlar. % 2'den fazla olmak koşuluyla mutlaka bir eğime sahiptirler (Anonim, 1984).

#### 2.1.1.4. Bitki Örtüsü

Artvin, bitki coğrafyası ve flora bölgesi açısından Euro-Siberian (Avrupa Sibirya) alanının Colchis (Kolşik) kesimi içinde yer almaktadır. Daha çok yapraklı türlerden oluşan bir orman vejetasyonu egemen olup, yükseltiye bağlı olarak topluma iğne yapraklı taksonlar da katılmaktadır (Anşin, 1983).

Trabzon, Rize ve Artvin illerinin bulunduğu kolşik kesimin endemik türler açısından zengin olduğu, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin Karadeniz bölgesinin, kolşik kısmında yayılış gösteren 386 adet endemik bitki taksonu saptandığı, bu sayının 565 civarında olabileceği belirtilmektedir (Anşin ve ark., 2002).

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.) ve Ceviz (*Juglans regia* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*İlex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Kiraz (*Prunus avium* L.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*), Böğürtlen (*Rubus fruticosus*), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula

(*Mespilus germanica* L.), Sumak (*Rhus caryaria*) ve Aliç (*Crataegus monogyna* Jacq.); otsu bitkiler ise Eğrelti (*Pteridium sp.*), Orman çileği (*Fragaria vesca* L.), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Laden (*Cistus* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Papatya (*İnula helenium* L.), Dügün çiçeği (*Ranunculus sp.*), Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.), Çan çiçeği (*Canpanulla rofundifolia* L.), .), Cehri (*Rhamnus catharticus* L.), Kardelen (*Galanthus krasnowii* L.), Yoğurt otu (*Galium sp.* L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Nane (*Mentha* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Ökse otu, (*Viscum album* L.), Çiğdem (*Colchicum autumnale* L.), Kekik (*Thymus*), Hanımeli (*Lonicera periclymenum*), Sıklamen (*Cyclamen coum* Mill.), Sütleşen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yüksük otu (*Digitalis ferruginea* L.), Unutmabeni çiçeği (*Myosotis sp.*), Tarak otu (*Morina persica* L.), Güzelavratotu (*Atropa belladonna* L.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Sahlep (*Orchis sp.*), Kapari (*Capparis spinosa* L.), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.), Üçgül (*Trifolium* L.), Mürver (*Sambucus* L.), Brom (*Bromus sp.*), Kuzukulağı (*Rumex* L.), Geven (*Astragalus* L.), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) olarak sıralanabilir (Anonim, 1985, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e, 2006f, 2007a, 2010)

#### **2.1.1.5. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği**

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 3299 nüfuslu Murgul, 11140 nüfuslu Borçka ve 25525 nüfuslu Artvin merkez ilçeleri (TÜİK, 2014) ile çok sayıda köy bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, fındık, mısır, yonca, korunga, çayırotu, fasulye, lahana, kiraz, üzüm, elma, domates, biber, kiraz, zeytin, erik, marul, salatalık, trabzon hurması ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

Topoğrafik yapı sosyo-ekonomik hayatın şekillenmesinde de oldukça etkili olmuştur. Yerleşimler genellikle vadi içlerine yapılmaya çalışılırken ekonomik faaliyetler vadi yamaçları, etek düzlükleri ve vadi tabanlarındaki alüvyal birikimler üzerinde yoğunlaşmıştır. Yerleşim yerleri ilçe merkezleri, ilçeye bağlı mahalleler, köyler ve köylere bağlı dağınık haldeki mahallelerde bulunmaktadır. Ayrıca orman içi ve civarında serpili durumda tek tek evler de çoğunluktadır (Şekil 6-7).





Şekil 6. Baraj havzasından arazi kullanım durumuna bir örnek

Havzada tarım yapılabilecek arazi yetersiz olup, ailelerin kendi ihtiyaçlarını ancak karşılamakta, geçim kaynağı olarak sınırlı miktardaki ürünü satışa sunmaktadırlar. Köylü nüfusun büyük kısmı ormancılık faaliyetlerinde çalışarak ve hayvancılıkla geçinirler.



Şekil 7. Baraj havzasından sarp ve dağlık arazi görünümü

Orman içerisindeki ve civarındaki halk tarım faaliyetlerinin yanısıra ormanda gelişigüzel hayvan otlatarak ve orman işlerinde (üretim, nakliyat, yol yapımı, ağaçlandırma) çalışarak geçimlerini sağlamaya çalışmaktadırlar.

Orman içi ve civarında yaşayan halk ormancılık faaliyetleri için yeterli iş gücü sağlayabilmektedir. Halkın ormanlardan faydalanması, üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde olmaktadır. Bütün bu faaliyetler yıllık programlara ve amenajman planlarına göre yapılmaktadır. Bunun dışında yöre halkı, ormanlardan, zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

Ormancılık faaliyetlerinde çalışmak ve ormanlardan kanuni hakları dâhilinde yararlanmak dışında, halkın ormanla olan ilişkilerinde, usulsüz otlatma ve faydalanmalar dolayısıyla olumsuz etkileri de olmaktadır.

Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Büyük ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar usulsüz otlatılmaktadır. Gençleştirme alanlarının tel çit ile çevrili olduğu yerlerde otlatma zararı asgari düzeye indirilmiştir. Daha düzenli olan büyükbaş hayvancılık, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Bu olumlu ve desteklenmesi gerekli bir faaliyettir. Böylece halkın gelir seviyesi yükseltilerek, ormanlar üzerindeki baskılar bir miktar olsa da azalmış olacaktır.

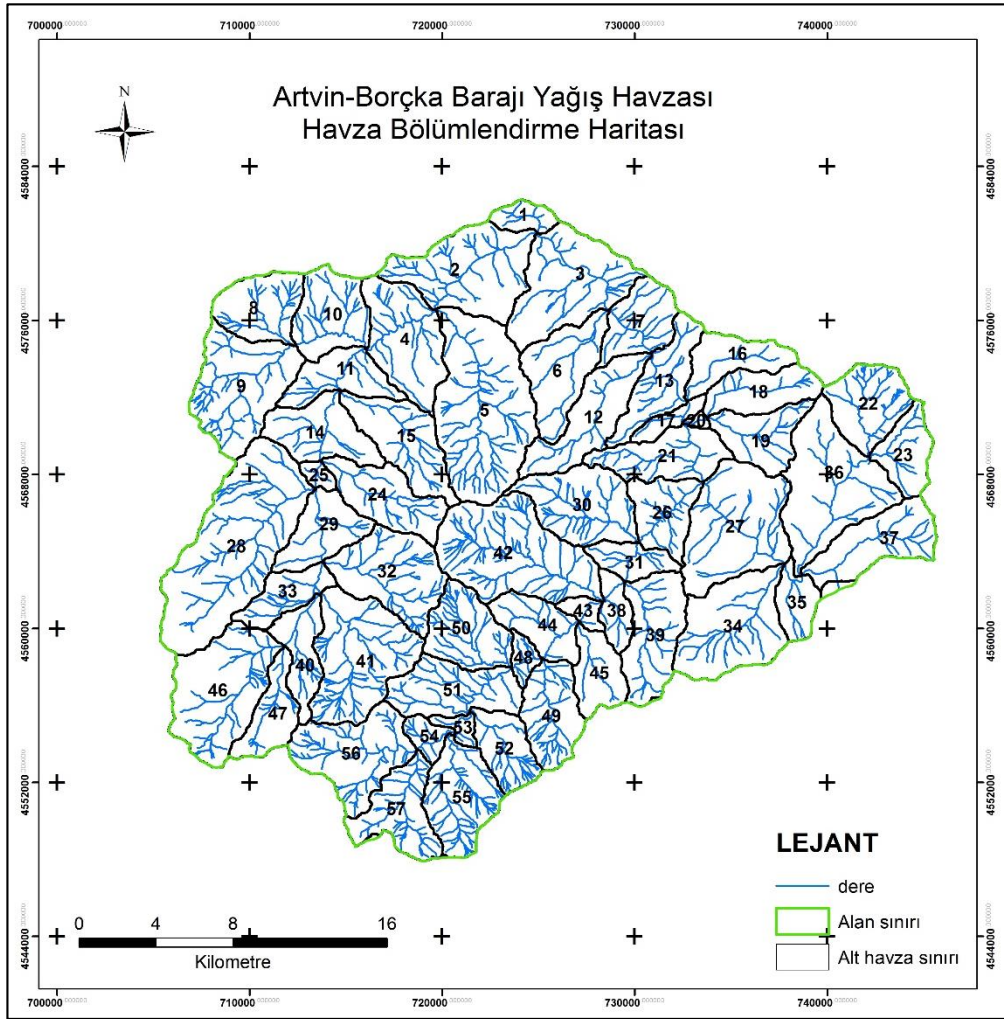
Arıcılık da geçim kaynakları arasında yer almaktadır. Arıcılık çok yaygın ve civarda tanınmış olup, genelde yerli kovanlarla yapılmaktadır. Bu kovanlar ormandaki boylu ağaçlara ve kaya kovuklarına yerleştirilmektedir (Anonim, 1985, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d, 2006e, 2006f, 2007a, 2010).

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Arazi Yöntemleri

#### 2.2.1.1. Borçka Barajı Yağış Havzasında Model Havzaların Seçimi

Araştırma alanında tüm yağış havzasını temsil etmesi için model havzalar bazında çalışılmıştır. Artvin-Borçka barajı yağış havzasında sayısal haldeki topografik harita üzerinden dere ağı sayısallaştırılmış ve sonrasında yağış havzası Arc Hydro modülü kullanılarak 57 havzaya bölümlendirilmiştir. Daha sonra anakaya, arazi kullanımı, eğim ve bakı etmenleri dikkate alınarak 15 model havza seçilmiştir. (Şekil 8).

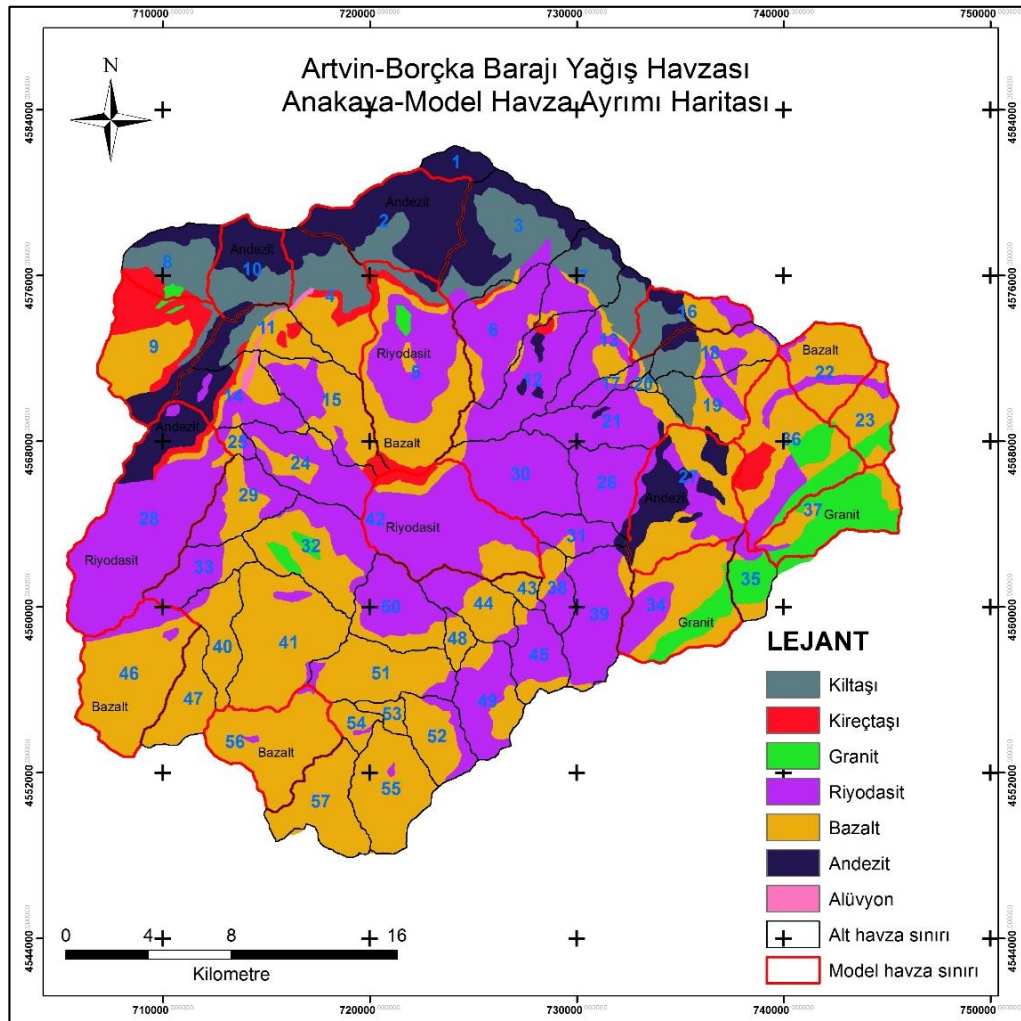


Şekil 8. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda Arc Hydro modülü kullanılarak türetilmiş havza bölümlendirme haritası

Model havzaların seçiminde öncelikle anakaya grupları bazında sınıflandırma yapılmış, yağış havzasında alansal olarak diğerlerine göre daha fazla alanı temsil eden dört anakaya (bazalt, riyodasit, andezit, granit) grubu temel alınmıştır. Daha sonra bu anakaya grupları üzerinde üç farklı arazi kullanımını (orman, tarım, mera) ve iki bakı grubunu (gölgeli ve güneşli) içeren havzalar model havza olarak seçilmiştir.

### 2.2.1.2. Model Havzaların Anakaya Faktörü Yönünden İncelenmesi

Toprağın verim gücü veya kapasitesi, üzerinde olduğu ana materyalin içermiş olduğu minerallerin çeşit ve miktarları ile bunların ayrışma, parçalanma ve yıkanma derecelerine bağlı olan bir özelliktir (Dixon ve Weed, 1989; Oğuz, 2008) ve benzer iklim koşullarında toprak özellikleri büyük ölçüde kendisini meydana getiren anakayanın özelliklerini verir (Özyuvacı, 1976).



Şekil 9. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait anakaya grupları haritası

Farklı anakayalar üzerinde gelişen toprakların özellikleri de farklı olacağından bu toprakların erozyona uğrama eğilimleri de farklı olacaktır. Araştırma alanındaki mevcut anakaya gruplarının farklılığı alt havzaların ve bu bağlamda da model havzaların vejetasyon örtülerini ve sediment verimlerini etkileyecektir. Yağış havzası incelendiğinde bazalt, riyodasit, andezit, kıltaşı granit ve kireçtaşı olmak üzere 6 farklı anakaya grubu olduğu belirlenmiştir (Şekil 9). Havza alanının genelinde bazalt ve riyodasit anakayalarının hâkim oldukları görülmektedir. Andezit ve granit ise daha küçük alanlarda yayılış göstermiştir ve örneklemeler bu dört anakayadan yapılmıştır. Kıltaşı anakayasının ise granitten daha fazla alan içermesine rağmen örneklemeye dâhil edilmemesinin sebebi genellikle akarsu tabanında yer aldığından farklı arazi kullanımlarını içerecek şekilde örnekleme yapılamayacak olmasıdır. Tüm bu sebeplerden dolayı model havzalarda örnekleme bazalt, riyodasit, andezit ve granit anakayalarından yapılmıştır. Seçilmiş olan model havzaların toplam alanı baz alınarak anakaya gruplarının model havzalara dağılımı incelendiğinde riyodasit % 28.96, bazalt % 39.63, andezit % 14.91, granit % 7.11, kıltaşı % 4.79, kireçtaşı % 4.60'lık bir alanı kaplamaktadır (Tablo 3).

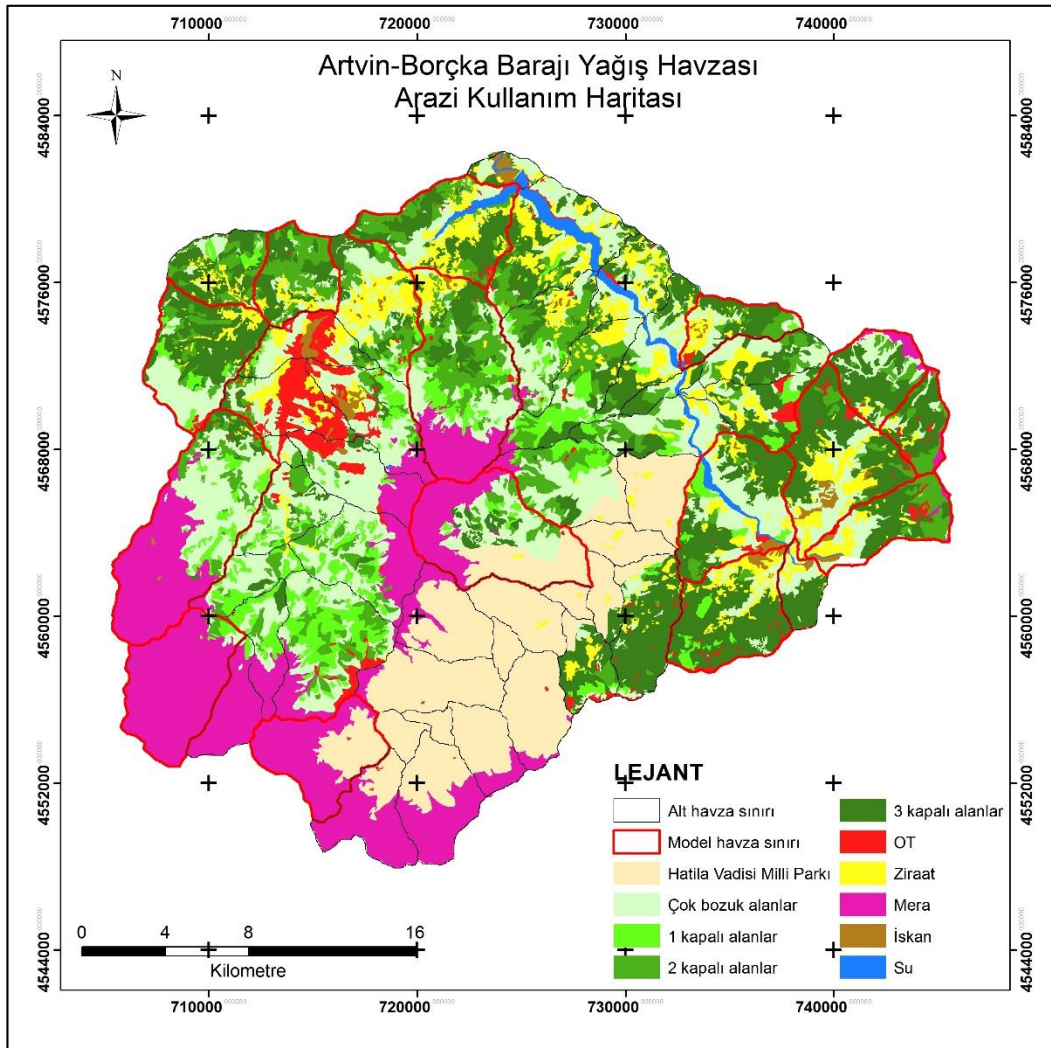
Tablo 3. Borçka barajı yağış havzası model havzalara ait anakaya grupları ve alan dağılımları

Model Havza	Riyodasit (ha)	Bazalt (ha)	Andezit (ha)	Granit (ha)	Kıltaşı (ha)	Kireçtaşı (ha)	Toplam (ha)
2			2164.37		386.77		2551.14
5	1732.59	1704.42	58.05	82.89	231.66	247.41	4057.02
9		1082.94	391.95	15.88	117.45	871.65	2479.87
10			824.49		647.82		1472.31
16	169.29	277.83	244.08		368.19		1059.39
22	203.67	1209.60					1413.27
23	75.06	688.50		172.98			936.54
27	624.33	1181.79	1037.70			19.89	2863.71
28	3623.22	131.85	733.41			130.68	4619.16
34	557.55	1341.00		520.47			2419.02
36	550.71	1458.18		675.27		264.24	2948.4
37	39.15	425.79		1132.92			1597.86
42	2589.84	597.33				148.23	3335.40
46	379.71	2328.39					2708.10
56	46.98	2064.69					2111.67
Toplam (ha)	10592.1	14492.31	5454.05	2600.41	1751.89	1682.1	36572.86
Oran (%)	28.96	39.63	14.91	7.11	4.79	4.60	100.00

### 2.2.1.3. Model Havzaların Arazi Kullanım Faktörü Yönünden İncelenmesi

Arazi kullanım şekli ve bitki örtüsü durumu, meydana gelen toprak kayıplarını etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda alanın % 70.91'inde orman alanları, % 19.31'inde mera ve OT alanları, % 7.71'inde ise tarım alanları yayılış göstermektedir. Model havzaların seçiminde de bu oranlar dikkate alınarak seçimler yapılmaya çalışılmıştır (Şekil 10).

Seçilen model havzalar arazi kullanımı bakımından incelendiğinde ormanlar % 46.51'lik bir oranla yarıya yakın bir kısma tekabül etmektedir. Ayrıca % 19.78'lik bir kısımda yine orman alanı olmakla birlikte çok bozuk orman alanlarını temsil etmektedir. % 24.11 ile mera ve OT alanları arazi kullanımı bakımından ikinci sırada yer alırken, bu değeri % 7.65 ile tarım alanları takip etmektedir (Tablo 4).



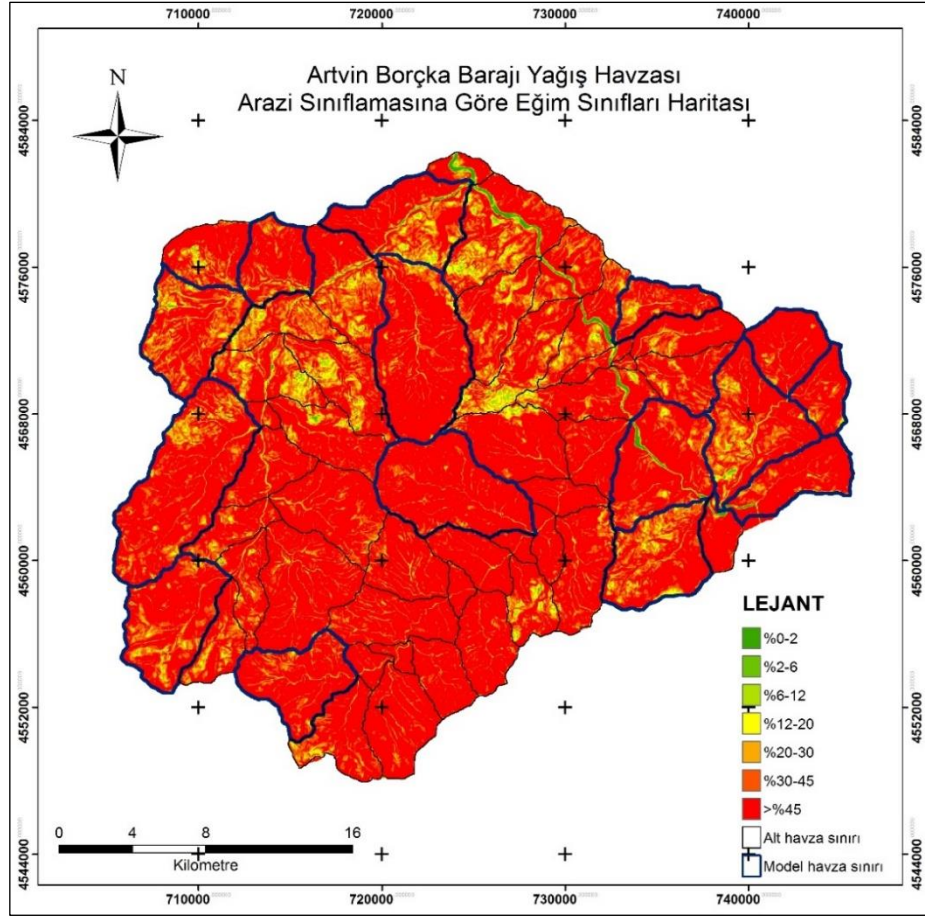
Şekil 10. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait arazi kullanımı şekli haritası

Tablo 4. Model havzalara ait arazi kullanım durumları ve alan dağılımları

Model Havza	Orman (ha)			Çok Bozuk Alanlar (ha)	Mera (ha)	Ziraat (ha)	OT (ha)	İskan (ha)	Su (ha)	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı							
2	4.68	568.89	875.97	372.69		532.35	42.48	1.98	152.10	2551.14
5	416.07	930.42	613.08	930.06	902.07	223.38	17.01	24.93		4057.02
9	163.53	278.28	1159.20	674.19		166.05	36.72	1.98		2479.87
10	11.70	566.28	533.43	189.63		160.74	5.22	5.31		1472.31
16	12.96	141.66	431.46	244.98		176.04	21.87	21.15	9.27	1059.39
22	-	179.91	680.49	373.50	130.05	34.65	14.67			1413.27
23	-	180.99	517.95	102.78	52.02	43.83	38.97		-	936.54
27	160.2	148.59	1118.16	915.93		289.89	44.82	57.51	128.61	2863.71
28	324.9	362.07	216.09	1483.65	2188.08	22.05	13.77	8.55		4619.16
34	150.03	31.95	1473.75	242.55		363.78	81.36	75.60		2419.02
36	2.88	154.80	1362.69	607.50		570.42	88.11	162.00		2948.4
37	8.46	345.96	573.57	277.74	44.64	207.09	81.27	50.76	8.37	1597.86
			222.03							
			+							
42	93.06	202.32	1007.28 (milli park)	759.06	1040.22	9.00	2.43			3335.40
46	53.73	50.85	-	60.21	2542.23				1.08	2708.10
56			679.77 (milli park)		1429.38		2.52			2111.67
Toplam (ha)	1402.2	4142.97	9777.87	7234.47	8328.69	2799.27	491.22	409.77	299.43	36572.86
Oran (%)	3.83	11.33	31.35	19.78	22.77	7.65	1.34	1.12	0.82	100.00

#### 2.2.1.4. Model Havzaların Eğim Faktörü Yönünden İncelenmesi

Yağış havzası eğim durumu bakımından arazi sınıflama sistemine göre (Anonim, 2005) incelendiğinde; havza alanının büyük bir çoğunluğunda eğimin % 20 ve daha üzerinde olduğu görülmektedir (Şekil 11). Tüm yağış havzasında alanın % 94.91'i % 20 ve üzerinde eğime sahipken, sadece % 5.09'u % 20 ve altında bir eğime sahiptir. Arazi sınıflama sistemine göre eğim oranları dikkate alındığında yağış havzasında çok dik ve sarp bir arazi yapısının hâkim olduğu görülmektedir. Eğim oranları havza içerisinde arazi kullanımını kısıtlayıcı bir faktör olmakla birlikte özellikle model havzalardaki % 20 eğimin üzerinde tarımsal faaliyetler için uygun olmayan alanlarda tarım yapılması toprak kayıpları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır. Seçilen model havzalarda da alanın geneline paralellik gösterecek şekilde % 95.89 gibi bir oranla neredeyse tamamına yakın kısmı % 20 eğimin üzerindeyken, sadece % 4.11'inde eğim % 20'nin altındadır (Tablo 5).



Şekil 11. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait arazi kullanım ilkelerine göre eğim sınıfları haritası

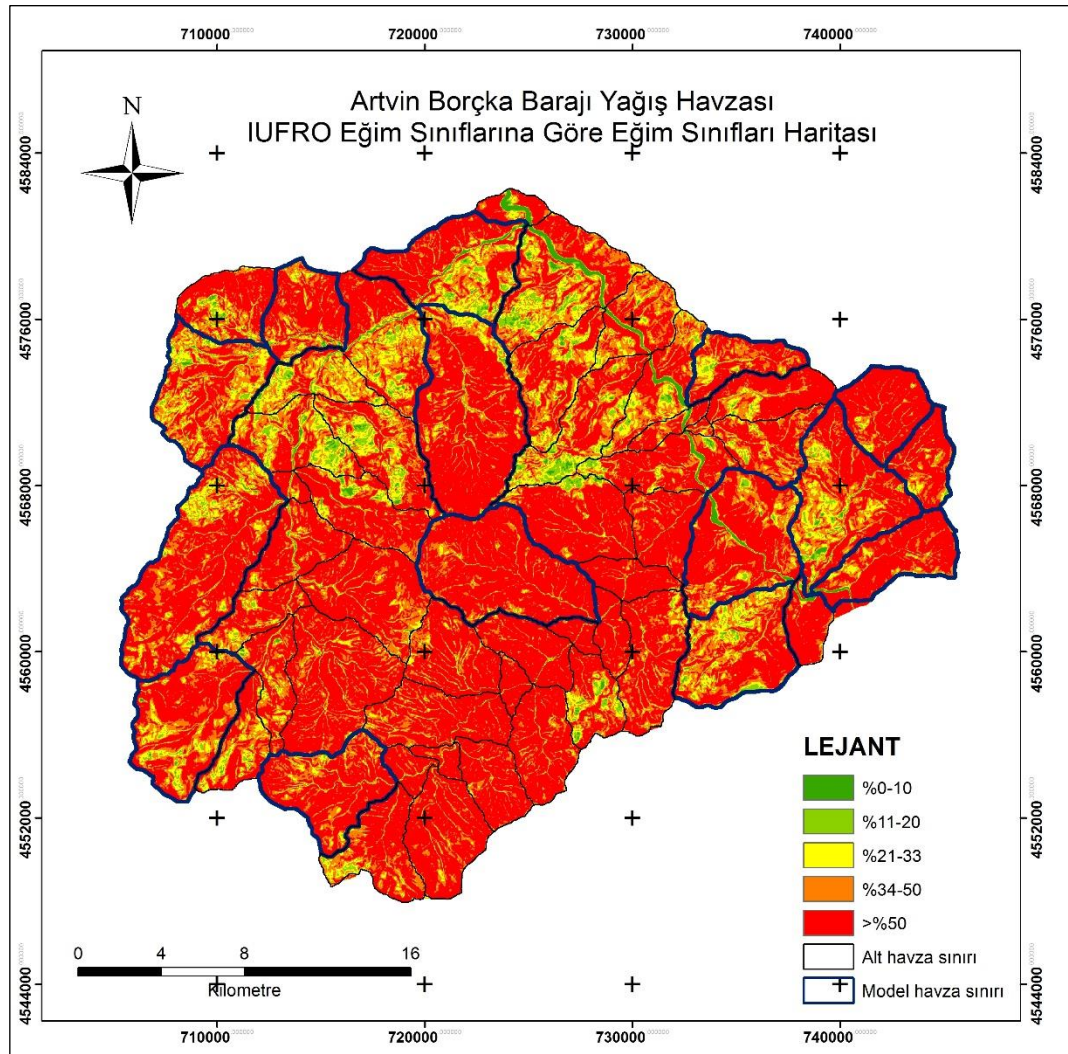
Tablo 5. Model havzalara ait arazi kullanım ilkelerine göre eğim sınıfları ve alan dağılımları

Model Havza	Eğim Sınıfları					
	Tarım (% 0-20)		Orman ve Mera (% 20-100)		Toplam (ha)	
	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)
2	238.32	9.34	2312.82	90.66	2551.14	100.00
5	104.04	2.56	3952.98	97.44	4057.02	100.00
9	178.11	7.18	2301.76	92.82	2479.87	100.00
10	49.59	3.37	1422.72	96.63	1472.31	100.00
16	54.45	5.14	1004.94	94.86	1059.39	100.00
22	19.08	1.35	1394.19	98.65	1413.27	100.00
23	27.81	2.97	908.73	97.03	936.54	100.00
27	134.37	4.69	2729.34	95.31	2863.71	100.00
28	134.28	2.91	4484.88	97.09	4619.16	100.00
34	161.19	6.66	2257.83	93.34	2419.02	100.00
36	178.47	6.05	2769.93	93.95	2948.40	100.00
37	56.61	3.54	1541.25	96.46	1597.86	100.00
42	35.10	1.05	3300.30	98.95	3335.40	100.00
46	87.93	3.25	2620.17	96.75	2708.10	100.00
56	44.82	2.12	2066.85	97.88	2111.67	100.00
<b>Toplam</b>	<b>1504.17</b>	<b>4.11</b>	<b>35068.69</b>	<b>95.89</b>	<b>36572.86</b>	<b>100.00</b>



Ayrıca IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) tarafından kabul edilmiş eğim sınıfları dikkate alınarak da yağış havzasının eğim sınıfları haritası (Şekil 12) üretilmiştir (Acar, 1998; Erdaş, 2008).

Yapılan sınıflamada baraj havzasının % 84.26'sının dik ve çok dik eğim grubuna dâhil olduğu, % 15.74'ünün ise düz-hafif ve orta eğim grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca IUFRO sınıflamasına göre model havzalar bazında alansal dağılımlar da Tablo 6' da verilmiştir.



Şekil 12. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait IUFRO eğim sınıflarına göre eğim sınıfları haritası

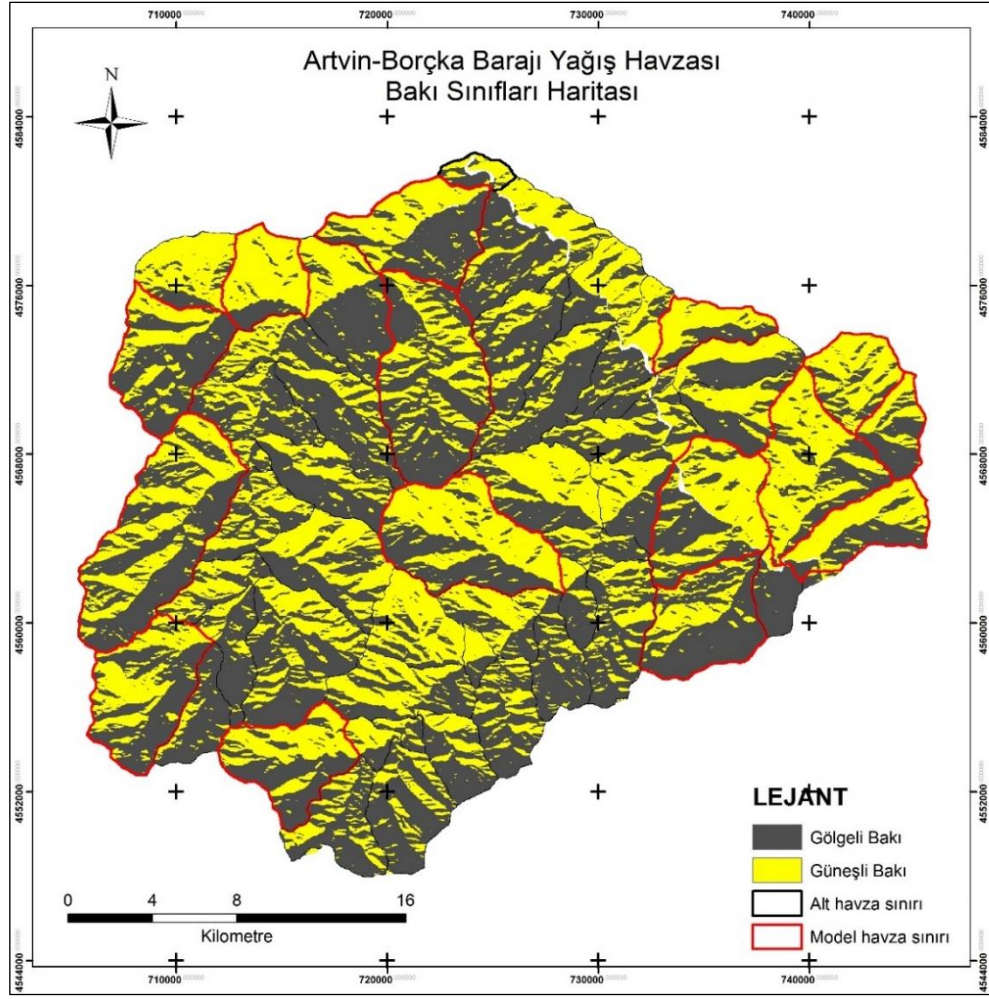
Tablo 6. Model havzalara ait IUFRO eğim sınıflarına göre eğim sınıfları ve alan dağılımları

Model Havza	Eğim Sınıfları					Toplam (ha)
	Düz (% 0-10)	Hafif (% 11-20)	Orta (%21-33)	Dik (%34-50)	Çok dik (>%50)	
	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	Alan (ha)	
2	63	175.32	387.18	562.23	1363.41	2551.14
5	15.39	88.65	300.51	637.65	3014.82	4057.02
9	35.55	142.56	462.96	847.62	991.18	2479.87
10	12.6	36.99	140.85	372.15	909.72	1472.31
16	13.77	40.68	136.98	299.34	568.62	1059.39
22	3.15	15.93	59.67	163.71	1170.81	1413.27
23	4.23	23.58	74.61	202.05	632.07	936.54
27	71.28	63.09	225.36	662.13	1841.85	2863.71
28	19.17	115.11	464.04	1086.12	2934.72	4619.16
34	27.09	134.1	433.89	767.52	1056.42	2419.02
36	44.1	134.37	459.45	839.7	1470.78	2948.4
37	24.12	32.49	120.06	299.16	1122.03	1597.86
42	8.46	26.64	106.83	463.23	2730.24	3335.40
46	10.26	77.67	316.35	699.39	1604.43	2708.10
56	7.38	37.44	149.22	488.79	1428.84	2111.67
Toplam (ha)	359.55	1144.62	3837.96	8390.79	22839.94	36572.86
Oran (%)	0.98	3.13	10.49	22.95	62.45	100.00

### 2.2.1.5. Model Havzaların Bakı Faktörü Yönünden İncelenmesi

Borçka Barajı Yağış Havzası bakı durumu bakımından incelendiğinde; gölgeli (%55.65) ve güneşli (%44.35) bakıların birbirlerine yakın oranda havza alanını kapladığı, havzada hâkim bir bakının bulunmadığı görülmektedir (Şekil 13).

Model havzalardaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 7’de verilmiştir. Model havzaların seçiminde güneşli ve gölgeli bakıların dengeli bir dağılım göstermesine dikkat edilmiştir. Seçilen model havzaların % 50.97’si gölgeli, % 49.03’ü ise güneşli bakı grubuna aittir (Tablo 7).



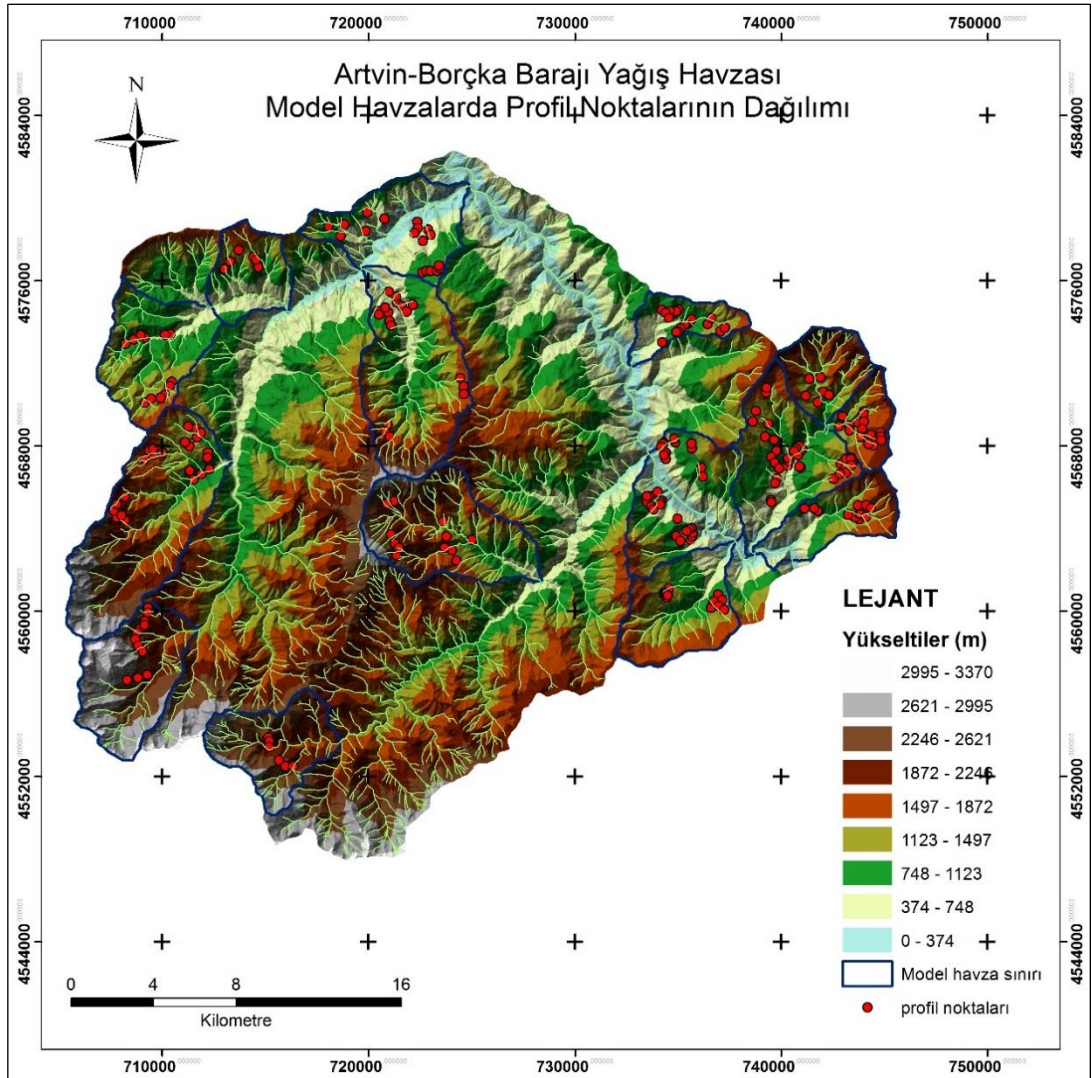
Şekil 13. Borçka barajı yağış havzası bölümlendirilmiş havzalara ait bakı grupları haritası

Tablo 7. Model havzalara ait bakı grupları ve alan dağılımları

Model Havza	Gölgeli Bakı		Güneşli Bakı		Toplam
	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	
2	1421.82	55.73	1129.32	44.27	2551.14
5	2708.82	66.77	1348.20	33.23	4057.02
9	1622.80	65.44	857.07	34.56	2479.87
10	311.58	21.16	1160.73	78.84	1472.31
16	375.75	35.47	683.64	64.53	1059.39
22	406.53	28.77	1006.74	71.23	1413.27
23	565.11	60.34	371.43	39.66	936.54
27	1238.67	43.25	1625.04	56.75	2863.71
28	2673.90	57.89	1945.26	42.11	4619.16
34	1723.50	71.25	695.52	28.75	2419.02
36	951.21	32.26	1997.19	67.74	2948.4
37	618.39	38.70	979.47	61.30	1597.86
42	1383.48	41.48	1951.92	58.52	3335.40
46	1538.10	56.80	1170.00	43.20	2708.10
56	1101.69	52.17	1009.98	47.83	2111.67
<b>Toplam (ha)</b>	<b>18641.35</b>	<b>50.97</b>	<b>17931.51</b>	<b>49.03</b>	<b>36572.86</b>

### 2.2.1.6. Borçka Barajı Yağış Havzasında Model Havzaların ve Model Havzalardan Alınması Gereken Toprak rneklerinin Tespiti

Araştırma alanında yukarıda ayrıntılı şekilde değerlendirilen anakaya, arazi kullanımı, eğim ve bakı faktörleri dikkate alınarak model havzalar seçilmiştir. Tüm yağış havzası anakaya, arazi kullanımı ve bakı haritaları ArcMap (spatial analyst tools-map algebra-raster calculator) programı kullanılarak çakıştırılmıştır. Seçilen 15 model havzada 4 farklı anakaya (bazalt, riyodasit, andezit, granit) grubunda, 3 farklı arazi kullanımı (orman, tarım, mera) ve her arazi kullanımında da iki farklı bakıyı (gölgeli ve güneşli) içerecek şekilde örnek noktaları dağıtılmıştır (şekil 14).



şekil 14. Borçka Barajı Yağış Havzası'nda model havzalardan alınacak toprak rneği noktalarının dağılımı

Herhangi bir toprağın genetik özelliklerini ortaya çıkarmak bakımından, toprak oluşumunda etkili olan faktörleri en iyi biçimde yansıtan profil özelliklerini belirtmek gerekir. Toprak oluşumunda hâkim olan olaylar, toprak profili boyunca oluşan horizonlaşma ile kendini belli eder. Bu nedenle profil incelemeleri toprak araştırmalarında birinci derecede önemlidir (Atalay, 2006). Ancak profillerde belirgin horizonlar olmadığından dolayı karşılaştırmaları kolaylaştırmak için toprak örnekleri standart derinliklerden alınmıştır (Türüdü, 1981). Farklı arazi kullanım şekilleri arasında istatistiksel bir karşılaştırma yapabilmek için toprak örnekleme derinlik kademelerine göre yapılmaktadır. Tavsiye edilen derinlik, örneklemenin amacı ve toprağın yaşına göre değişir.

Arazi kullanım şekilleri ve topografik koşullar da dikkate alınarak araziye en iyi şekilde temsil edebilecek noktalardan örnekler alınmıştır. Toprak örnekleri alınırken bakı, eğim, hidrolojik ilişkiler, ormanın kapalılığı, ölü örtünün birikme ve ayrışma durumu bakımından ortalama özellikte yerler seçilmiştir. Araştırma sahasının eğimli ve bozuk olmasından dolayı sistematik örneklemeden kaçınılmıştır.

Orman, mera ve tarım alanlarından seçilen araştırma parsellerindeki 240 farklı noktadan (114 adet orman, 66 adet tarım, 60 adet mera alanlarından olmak üzere), 0-10 cm ve 10-30 cm olmak üzere iki derinlik kademesinden toplam 480 adet poşet (bozulmuş toprak örneği), 480 adet silindir (bozulmamış toprak örneği) örneği alınmıştır (Tablo 8). Anakaya bakımından ise örnek noktalarının dağılımı 78 adet bazalt, 66 adet riyodasit, 54 adet andezit ve 42 adet de granit anakayasından olmak üzere her iki derinlik kademesinden toplamda 480 nokta olacak şekilde dağıtılmıştır. Kıltaşı anakayasının granit anakayasına kıyasla daha büyük bir alanı kapsamasına rağmen örneklemeye dâhil edilmemesinin sebebi farklı arazi kullanımlarının bu anakaya grubunda bulunamamasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 8. Farklı arazi kullanım şekillerinden alınan örnek sayıları ve derinlik kademeleri

Orman		Tarım		Mera	
Derinlik Kademesi (cm)	Örnek Sayısı	Derinlik Kademesi (cm)	Örnek Sayısı	Derinlik Kademesi (cm)	Örnek Sayısı
0-10	114	0-10	66	0-10	60
10-30	114	10-30	66	10-30	60
Toplam	228	Toplam	132	Toplam	120

Örnekleme sırasında,

- ölü örtü ve suyun toplanabileceği çukurlardan,
- insan ve hayvanlar tarafından tahrip edilmiş alanlardan,
- toprak akması olan alanlardan,
- ölü örtüsü taşınarak çıplaklaşmış kayalık alanlardan kaçınılmıştır (Aydemir, 1973; Sevim, 1956).

Bozulmuş toprak örnekleri alınırken, tespit edilen noktalardaki her iki derinlik kademesinden bir tane olmak üzere her profilden iki adet poşet örneği alınmıştır. Bu amaçla, örnekler için iç içe geçirilmiş iki poşet kullanılmış ve her bir örnek için yaklaşık 1 kg toprak alınmıştır.

Bozulmamış toprak örnekleri alınırken ise daha önceden daraları belirlenmiş, üzerleri numaralı, bir tarafları konik şekilde yontularak keskin hale getirilmiş Eijelkamp (100 cm<sup>3</sup>) silindirleri kullanılmıştır. Üzerlerine tahta bir takoz konularak istenilen derinliğe kadar çakılan silindirlerle örnek alınırken toprağın sıkıştırılmamasına ve silindirin sarsılarak doğal strüktürünün bozulmamasına dikkat edilmiştir. Silindirler 100 cm<sup>3</sup> toprağı alacak şekilde çakıldıktan sonra silindirin etrafı açılmış ve silindir tabanı hizasından keskin bir bıçakla köklerle toprağın fazla gelen kısmı kesilerek fazlalıklar temizlenmiş, silindirler sıkıca kapatılmıştır (Okatan, 1986; Özyuvacı, 1976).

## **2.2.2. Laboratuvar Yöntemleri**

### **2.2.2.1. Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması**

Araştırma sahasında açılan 240 adet toprak profilinden alınan 480 adet doğal yapısı bozulmuş poşet örnekleri laboratuvarında gazete kâğıtları üzerine serilerek hava kurusu hale gelene kadar kurutuldu. Daha sonra toprak örnekleri usulüne uygun olarak porselen havanlarda dövülerek 2 mm'lik elekten geçirilip numaralanmış naylon torbalara doldurularak analize hazır hale getirildi.

### 2.2.2.1.1. Toprak Örneklerinin Bazı Fiziksel, Hidrofiziksel ve Kimyasal Analizleri

#### 2.2.2.1.1.1. Tekstür Tayini (Mekanik Analiz)

Toprak örneklerinin tekstür tayini Bouyoucos' un hidrometre yöntemi ve tekstür üçgeni yardımıyla belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951; Gülçur, 1972). Analizi yapmak için ince tekstürlü hava kuru topraklardan 50 gr, kaba tekstürlü topraklardan 100 gr'lık örnekler alınmış, daha sonra bu örnekler 400 ml'lik beherlere konularak üzerlerine 200 ml saf su ve taneciklerin birbirinden ayrılmasını kolaylaştırmak için 10 ml kalgon ilave edilmiş ve örnekler iyice karıştırıldıktan sonra 24 saat süreyle beklemeye bırakılmıştır. Bir gün sonra süspansiyon mekanik karıştırıcıya aktarılarak 5 dakika süreyle karıştırılmış ve karıştırma işleminden sonra piset yardımıyla Bouyoucos silindirine aktarılan karışım saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Silindirdeki karışım tablası delikli mekanik karıştırıcı çubuğuyla 20 kez aşağı-yukarı hareketlerle karıştırılmıştır. Hemen sonrasında ise hidrometre dikkatli bir şekilde silindire konulmuş ve uluslararası toprak cemiyetinin tanımlamasına uygun olarak ilk okuma 20 saniye (20") de, ikinci okuma 2 saat sonunda yapılmıştır. Aynı zamanda iki okuma esnasında da termometre ile sıcaklık değerleri ölçülerek çizelgelere kaydedilmiştir. Daha sonra okunan hidrometre değerleri üzerinde gerekli sıcaklık düzeltmeleri yapılmış ve bu nedenle 20°C'nin üstünde bulunan her derece için hidrometre değerine (+) 0.2, 20°C'nin altında bulunan her derece içinse (-) 0.2 ilave edilmiştir. İlk okuma sonunda (kil+toz) miktarı, ikinci okumada (kil) miktarı ve bunların yardımıyla da kum ve toz fraksiyonlarının miktarı bulunmuştur (İrmak, 1972; Yüksek, 2001).

$$(Toz+Kil) (\%) = \frac{DHD(4'48'')}{MKTA} \times 100$$

$$Kil (\%) = \frac{DHD(120')}{MKTA} \times 100$$

$$Kum (\%) = 100 - (Toz + Kil)$$

DHD: Düzeltilmiş hidrometre değeri

MKTA: Mutlak kuru toprak ağırlığı

#### 2.2.2.1.1.2. Su Tutma Kapasitesi

Geçirgenlik testlerinde kullanılan su ile doymuş haldeki hacim ağırlığı örnekleri fazla suyun boşaltılması için hafif eğimli bir yüzeyde yaklaşık 30 dakika serbest drenaja bırakıldı ve daha sonra doymuş haldeki ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra örnekler 24 saat süreyle 105 °C’de kurutulmuş ve fırın kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bu iki ağırlık arasındaki farktan ağırlık yüzdesi olarak maksimum su tutma kapasitesi hesaplanmıştır (Gülçur, 1972; Okatan, 1986).

#### 2.2.2.1.1.3. Geçirgenlik (Permeabilite)

Geçirgenlik tayinleri için doğal yapısı bozulmamış hacim ağırlığı silindir örnekleri bir küvet içerisine konmuş ve toprak örneklerinin yavaş yavaş ıslanacağı şekilde alttan su ilave edilerek 24 saat bekletilmiştir. Örnekler doymuş hale geldikten sonra Özyuvacı tarafından geliştirilen özel geçirgenlik ölçüm aletine yerleştirilerek belirli bir su sütunu altında örneklerin içinden su geçirilmiş ve geçen suyun miktarı ile geçiş süresi saptanmıştır. Daha sonra Darcy kanununa dayanan formül yardımıyla toprak örneklerinin geçirgenliği hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1976; Reynolds, 1993).

$$P = \frac{Q}{A} \times \frac{H_s}{H_s + H_w}$$

P= Geçirgenlik

Q= Belirli bir zamanda geçen su miktarı (cm<sup>3</sup>/saat)

A= Toprak Örneklerinin Kesit Alanı (cm<sup>2</sup>)

H<sub>s</sub>= Toprak Örneğinin Yüksekliği (cm)

H<sub>w</sub>= Su Sütunu Yüksekliği (cm)

#### 2.2.2.1.1.4. Hacim Ağırlığı

Hacim ağırlığı belirlenirken bozulmamış toprak örneklerinin alındığı silindirlerdeki topraklar boşaltılarak örneklerin 105 °C’deki fırın kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Örneğin fırın kuru ağırlığı silindir hacmine bölünerek hacim ağırlığı gr/cm<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır (Culley, 1993; Gülçur, 1972; Özyuvacı, 1978).



#### **2.2.2.1.1.5. Organik Madde**

Toprak örneklerinin organik madde miktarının tayini, 0.2 mm'lik elekten geçirilen 0.5 gr'lık örnekler üzerinde Walkley-Black'ın ıslak yakma yöntemine göre yapılmıştır (Kacar, 1996; Karagül, 1994).

#### **2.2.2.1.1.6. pH Tayini**

Toprağın pH'ını belirlemek için, 10 gr hava kurusu ince toprak tartılarak erlenmayerin içine kondu ve üzerine 25 ml saf su ilave edildi. Daha sonra örneklerin üzeri plastik mantar yardımıyla kapatılmış ve örnekler iyice çalkalanmıştır. Toprak örnekleri bir gece bekletildikten sonra dijital pH metre (WTW pH 330i/SET) ile ölçümler yapıldı (Gülçur, 1974; Karaöz, 1989).

### **2.2.3. Değerlendirme ve Bilgisayar Yöntemleri**

#### **2.2.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri**

“Geography Information System (GIS)” olarak ifade edilen terim Türkiye’de “Geography=Coğrafya”, “Information=Bilgi”, “System=Sistem” kelime karşılıkları ile “Coğrafi Bilgi Sistemi” olarak ifade edilmekte ve Ülkemizde CBS olarak bilinmektedir.

Coğrafi Bilgi Sistemi, yeryüzüne ait bilgilerin belirli bir amaca yönelik olarak toplanması, bilgisayar ortamına girilmesi, depolanması, işlenmesi, güncelleştirilmesi, kontrol edilmesi, analiz edilmesi ve gösterimi amacıyla bir araya getirilmiş bilgisayar donanımı, yazılım, personel ve coğrafi bilgilerden oluşan bir bütün olarak tanımlanabilir.

CBS, konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan anlamsal verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi esasına dayanır. Grafik veriler vektörel formda olabildiği gibi, karma coğrafi bilgi görüntü verileri (raster form) ile de temsil edilebilir. Bu nedenle coğrafi bilgi sistemi, çok sayıda üç boyutlu verinin ve bu verilere ait öz nitelik ve konumsal bilgilerin toplanması, yönetimi ve analizini kullanıcılara sunacak şekilde düzenlenmiş bilgisayar donanımı ve yazılımına ilişkin bir sistem olarak ortaya çıkmıştır (Guptil, 1989; Koç, 1993; Tecim, 2008).

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kavramsal anlamda ortaya çıkışı, Geographical Information Systems (GIS) adıyla Roger Tomlinson önderliğinde 1963 yılında Kanada'nın ulusal tapu kayıtlarının özelliklerine göre tespitine yönelik olarak geliştirilen Kanada GIS projesiyle oldu ve CBS'nin çok yönlü kullanımına öncülük etti. 1966 yılında Harvard Üniversitesi'nde Prof. Carl Steinitz ve ekibi tarafından gerçekleştirilen bir projedeki amaçlı yazılımlar ilk teorik CBS çalışması olarak bilinir. Bu proje ile çizgi tabanlı eğim haritalarının bilgisayar aracılığı ile üretilebileceği anlaşılmış ve bu amaçla SYMAP adı verilen bir yazılım geliştirilmiştir. 1970'li yıllarda yine aynı üniversitede poligon bindirme işlemleriyle veri katmanı oluşumuna olanak sağlayan ODYSSEY adlı yazılım geliştirilmiştir. Bu ürünler, CBS fonksiyonunu yerine getiren konumsal veri işlem alanındaki ilk uygulamalar olarak bilinir. 1981 yılında ise ESRI (Environmental System Research Institute) firması tarafından Arc/Info yazılımı ilk kez piyasaya sürülmüştür (Kim ve ark., 2011). Ülkemizde ise CBS'nin geçmişi 1990'lı yıllara dayanır. Son 25 yılda dünyada yaşanan gelişmeler ve bu gelişimle birlikte ortaya çıkan bilgi teknolojileri hem yaşam standartlarının yükselmesine sağladığı katkılar hem de kazançlı yatırım olanakları sebebiyle ülkemizde de ilgi ile takip edilmektedir. Harita Genel Komutanlığı'nın (HGK) 80'li yılların ikinci yarısında yaptığı bazı kamu projeleri ile Türkiye'de uygulamaya konulan CBS çalışmaları, yine HGK'nın 1990 yılında başlattığı "Çok Amaçlı Coğrafi Veritabanı Projesi" ile ciddi anlamda dikkat çekmiş ve konu ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Aynı zamanda üniversitelerde yapılan bazı lisansüstü tez çalışmaları, projeler ve yayınlar ile desteklenen bu çalışmalar sonucunda 1994 yılında ilk ulusal CBS sempozyumu düzenlenmiştir. Bilimsel çalışmaların artması sonucunda da CBS güçlü bir bilgi sistemi teknolojisi olarak kamu kurumlarınca da fark edilmiştir (Anonim, 2011; Yomralıoğlu, 2000, 2002).

#### **2.2.3.1.1. Verilerin Bilgisayara Girilmesi ve Değerlendirilmesi**

Çalışmanın yürütülebilmesi için CBS ortamında kullanılacak olan veriler ve elde edilmiş yolları aşağıdaki gibidir.

1/25000 ölçekli memleket haritaları: F 46-b3, F 46-c2, F 46-c3, F 47 a-3, F 47 a-4, F47-b3, F47-b4, F47-c1, F47-c2, F 47-d1, F 47-d2, F 47-d3, F 47-d4 numaralı paftalar Harita Genel Komutanlığı'ndan elde edilmiştir.

Eşyükselti eğrileri: Sayısal olarak Harita Genel Komutanlığı'ndan elde edilmiştir

Sayısal Yükseklik Modeli: Eş yükselti eğrileri haritasından yararlanılarak türetilmiştir.

Eğim Sınıfları ve Bakı Haritası: Sayısal yükseklik modelinden türetilmişlerdir.

Arazi kullanım şekilleri haritası: Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen meşçere haritası kullanılarak türetilmiştir.

Jeoloji haritası: MTA'dan elde edilen 1/25000 ölçekli jeoloji haritası sayısallaştırılmıştır.

Dere Ağı: Memleket haritası altlık olarak kullanılmış ve ekran üzerinden sayısallaştırılmıştır.

Alt Havzaların Ayrımı: ArcGIS'e entegre olan Archydro modülü kullanılarak çalışma alanı alt havzalara ayrılmıştır.

Yukarıda sıralanan verilerin bilgisayar ortamına aktarılmasında, saklanmasında, işlenmesinde, analiz edilmesinde ve elde edilen sonuçların kullanılmasında bir CBS yazılımı olan ArcGIS/ArcInfo 10.2 programı (ESRI (Environmental System Research Institute), Redlands, California) kullanılmıştır.

### **2.2.3.2. WEPP (Water Erosion Prediction Project)**

Son yıllarda bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile birlikte yeni erozyon modelleri ve paket programları geliştirilmiştir. WEPP erozyon modeli, geniş ölçekte net toprak kaybı ve birikiminin zamansal ve konumsal dağılımını tahmin edebilen sürekli bir simülasyon modelidir. Toprak ve su korunumunun yanısıra çevresel planlama ve değerlendirilme çalışmaları için geliştirilmiştir. WEPP modelinde topoğrafya üzerindeki konumsal değişimler, yüzey pürüzlülüğü, toprak özellikleri, hidroloji ve arazi kullanımı gibi özellikler hesaba alınır (Flanagan ve ark., 2007; Flanagan ve Nearing, 1995; Nearing ve ark., 1994).

Erozyon modelleri içerisinde son yıllarda en çok kullanılan programlardan biri olan WEPP, genel olarak GIS ile entegre edilebildiğinden uygulayıcılar arasında daha çok

kullanılmaktadır. Ayrıca Universal toprak kayıp denkleminin (RUSLE) yerini alan bu modelde bazı parametreler değiştirilmiş ve zenginleştirilmiştir (Lafren ve ark., 1991). WEPP modeli bir yağış havzasından veya bir yamaç araziden meydana gelen toprak kayıplarının nerelerde, ne zaman meydana geldiğini ve depolanacağını ortaya koyar; böylece uygulama açısından nerelerde hangi toprak koruma önlemlerin alınması gerektiği ve en uygun yöntemlerin seçilmesi konusunda etkili olarak kullanılır. Fakat devamlı veri gereksinimi olması kısa zamanda modelin yürütülmesinde gerekli olan verilerin elde edilmesini zorlaştırmaktadır. (Yazıdhi, 2003).

WEPP modeline verilerin girilmesinde topoğrafik yapıdan CBS kullanımıyla hillslope (yamaç) ve kanallar (dereler) ayrılmaktadır. Topoğrafya genellikle CBS ortamında DEM (Digital Elevation Model) veya TIN (Triangular Irregular Network) olarak gösterilmektedir. DEM'lerin çoğu grid olup her bir yükseklik noktası büyüklüğü ve çözünürlüğü belli olan bir pixel (size) tarafından temsil edilmektedir. Her bir pixeldeki akımın yönü, yanındaki pixellerin yüksekliğine ve yönüne göre değişmektedir.

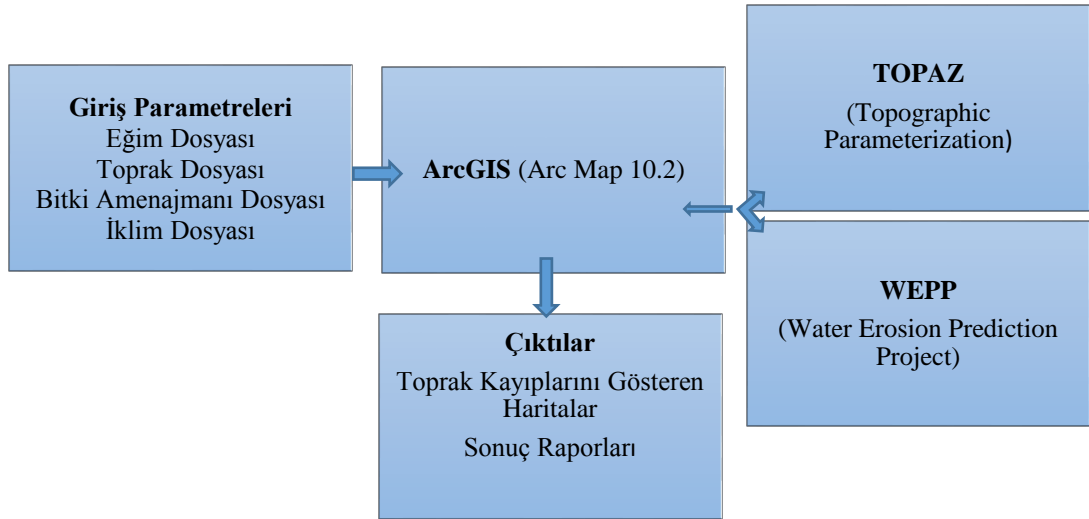
WEPP'in GIS ile entegre edilmesi ile GeoWEPP programı geliştirilmiştir. GeoWEPP programı GIS, WEPP ve TOPAZ programlarını entegre eden ve özellikle büyük yağış havzaları için uygulama imkanları sunan en son WEPP teknolojisidir. TOPAZ havzanın alt havzalara otomatik olarak ayrılmasını, drenaj ağının belirlenmesini, havzanın yamaçlara ayrılmasını ve akım yönlerinin belirlenmesini sağlamaktadır. Havzadan kaybolan toprak miktarı, sediment verimi, modelin giriş ve çıkış parametreleri CBS ortamında grafik halde görülebilmektedir (Martz ve Garbrecht, 1993; Garbrecht ve Martz, 1999; Lyon, 2003).

WEPP modeli Yamaç Arazi Uygulaması (Hillslope Version), Havza Uygulaması (Watershed Version) ve Grid veya GIS Uygulaması (GRID or GIS Version) olmak üzere üç ayrı şekilde uygulanabilen model gruplarından oluşmaktadır.

Hillslope model uygulamaları USLE (Universal Soil Loss Equation)'nin yerine direkt olarak geçmiştir. Temel model bir yamaç olup, herhangi bir uzunluktaki yamaçtan meydana gelen toprak erozyonunun tahmin edilmesidir.

Havza model uygulamaları küçük havzalara dayanmaktadır. Oyuntulardan meydana gelen sediment ayrılması, taşınması ve depolanması hesaplanabilmekte ve buna ek olarak havza içerisindeki yamaçlardan yüzeysel erozyon ve parmak erozyonu ile meydana gelen erozyon miktarı da hesaplanabilmektedir.

Grid veya GIS uygulaması ise büyük yağış havzalarında meydana gelen toprak erozyonunu ve sediment durumunun tahmininde kullanılmaktadır. Bunun için ArcGIS'in GRID modülü kullanılarak havza belli büyüklükteki pixellere ayrılmakta ve her bir grid pixelinden meydana gelen toprak kayıpları ve erozyon hesaplanabilmekte ve böylece tüm yağış havzasında meydana gelecek olan erozyon miktarı tahmin edilmektedir. WEPP ve CBS entegrasyonu (Şekil 15) ile birlikte araştırma alanından tahmini kaybolan sediment verimi GeoWEPP programı kullanılarak ortaya konulmuştur.



Şekil 15. CBS ve WEPP model entegrasyonu

### 2.2.3.2.1. Wepp Girdi Dosyaları

WEPP Erozyon modelinde giriş parametreleri eğim, toprak, bitki amenajmanı ve iklim dosyalarıdır (Flanagan ve Livingston, 1995).

#### 2.2.3.2.1.1. Eğim Dosyası (Slope File)

Eğim dosyası havzanın veya yamacın topoğrafik durumunu gösteren dosyadır. Eğim dosyası yamaç arazi üzerinde eğim ölçümü yapılarak ya da CBS kullanılarak

oluşturulan sayısal yükseklik modeli (SYM) yardımıyla belirlenir. Bu çalışmada yağış havzasının SYM'si kullanılarak eğim dosyası oluşturulmuştur.

### 2.2.3.2.1.2. Toprak Dosyası (Soil File)

Toprakların bazı fiziksel ve hidrolojik özellikleri WEPP modelinde erozyon tahmini için kullanılan toprak dosyasında kullanılmaktadır. Toprak dosyası;

- laboratuvar analizleri sonucunda belirlenen toprak tekstürü (kum, kil oranları), tekstür sınıflamasındaki adı ve organik madde içeriği;
- arazide tespit edilen toprak derinliği
- WEPP kullanım klavuzunda (Flanagan ve Livingston, 1995) belirtilen formül ve skalalar ile belirlenen katyon değişim kapasitesi ve albedosu ile
- mevcut verilerden programın kendisinin hesapladığı değerler doğrultusunda belirlenen hidrolik iletkenlik, kesme direnci ve erodibilite değerleri, taşlılığı ve saturasyon seviyesine göre oluşturulmaktadır (Toprak dosyasının oluşturulmasında programın kullandığı formüller “EKLER” kısmında verilmiştir).

WEPP modelinde 10 farklı toprak tabakası için değerler kullanılabilir. Örneğin toprak derinliği 100 cm olduğu zaman, toprak katmanları; 0-200 mm, 200-500mm, 500-1000 mm şekline 3 ayrı katman şeklinde değerler kullanılabilir. Aşağıdaki örnekte orman toprakları için oluşturulmuş örnek bir toprak dosyası verisi bulunmaktadır (Şekil 16).

```
2006.2
#
# Created by E ERDOGAN YUKSEL, Wed Sep 17 01:51:46 PM 2014
# Author: E ERDOGAN YUKSEL
#
Godrahav Deresi Havzası
1 1
          (Albedo) (saturasyon s.) (Interrill e.) (Rill e.) (Kesme direnci) (Kb)
'36noluhavza_orman' 'kumlu balçık'2 0.05 0.5000 2e+004 0.0005 2 15
 100 61.800 14.400 6.840 21.400 25.000
 300 56.900 17.800 5.370 18.800 18.000
      (derinlik) (kum) (kil) (org.mad.) (KDK) (taşlılık)
1.12 25.000000 0.00036
255 128 0
```

Şekil 16. Araştırma alanının WEPP uygulaması için oluşturulan toprak dosyasından bir örnek

#### **2.2.3.2.1.3. Bitki Amenajmanı Dosyası (Management File)**

Bitki amenajmanı dosyasını oluşturmak için her bir arazi kullanım şekli için ayrı ayrı dosya hazırlanacaktır. Araştırma alanında genel olarak üç farklı arazi kullanım şekli bulunmaktadır. Bunlar tarım, orman ve mera arazisidir. Arazi kullanım şekilleri CBS ortamında meşcere haritaları kullanılarak belirlenmiştir. Daha sonra GeoWEPP ortamında bu arazi kullanım şekilleri ilgili yamaçlarda kullanılacaktır. Sayısal yükseklik modeli (DEM) oluşturulan havzanın TOPAZ ile entegresinden sonra her bir arazi kullanım şekli ilgili alanda yerine konulacaktır. Bitki amenajmanı ile ilgili GeoWEPP çalışırken arazi örtüsü (landcov) ve arazi örtüsü tanımlayıcısı (landcovdb) dosyalarına ihtiyaç duymaktadır. Landcov alana ait meşcere haritası yardımıyla belirlenmekte ve hangi alanın hangi arazi kullanımına ait olduğu tanımlanmaktadır. Landcovdb’de ise WEPP modelinin veri tabanında yer alan altlıklar kullanılmıştır. Bu altlıklardan alan için uygun olanı seçilirken de toprak örneklerinin alındığı sırada yapılan değerlendirmeler dikkate alınmıştır. Ek Tablo 1’ de yapılan bu değerlendirmelere ait tanımlayıcı bilgiler bazı noktalar için verilmiştir.

#### **2.2.3.2.1.4. İklim Dosyası (Climate File)**

Bir yamaç araziden veya yağış havzasından meydana gelen erozyon üzerinde etkili faktörlerden birisi de iklimdir. Günlük ortalama yağış 13 yıllık ortalamalara göre oluşturulmuş, ayrıca standart zamanlarda gözlenen en büyük yağış değerleri de (30 dakikalık ve 6 saatlik) iklim dosyasında kullanılmıştır. Ortalama maximum sıcaklık, ortalama minimum sıcaklık, günlük ortalama nem, günlük ortalama global güneş radyasyonu, ortalama saatlik rüzgar hızı ve yönü, aylık yönler göre esme sayısı ise 2013 yılına ait iklim verilerine göre oluşturulmuş ve modelde bu iklim dosyası kullanılmıştır.

Ortalamalara göre hesaplanan gerekli iklim verilerinden oluşturulan “par” uzantılı dosya WEPP programında “Add Climate Location” kullanılarak GeoWEPP programında kullanılabilir “cli” uzantılı dosya formatına (Şekil 17) çevrilmiştir (Flanagan ve Frankenberger, 2001; USDA-ARS, 2003).

```

4.30
1 0 0
Station: Artvin Turkey CLIGEN VERSION 4.3
Latitude Longitude Elevation (m) Obs. Years Beginning year Years simulated
41.17 41.81 627 14 01 100
Observed monthly ave max temperature (C)
6.2 11.3 13.5 18.2 24.9 24.7 24.0 25.7 24.5 20.4 7.7 9.1
Observed monthly ave min temperature (C)
1.0 4.1 5.4 8.6 14.0 14.9 16.6 17.0 14.8 11.1 8.6 4.0
Observed monthly ave solar radiation (Langleys/day)
127.0 212.0 265.0 340.0 515.0 516.0 419.0 449.0 380.0 261.0 143.0 134.0
Observed monthly ave precipitation (mm)
74.6 82.5 80.8 67.6 38.2 51.7 49.4 18.5 13.9 71.6 58.6 99.4
da mo year prcp dur tp ip tmax tmin rad w-vl w-dir tdew
(mm) (h)
1 1 1 8.2 3.66 0.02 13.90 4.9 0.6 55. 1.9 322. 2.5
2 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 2.1 -1.4 96. 4.9 317. 0.2
3 1 1 5.5 3.84 0.06 8.20 3.3 -1.2 148. 0.7 180. 0.8
4 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 11.0 -1.8 119. 4.5 324. 4.4
5 1 1 12.5 2.97 0.54 9.95 5.9 4.1 91. 1.1 311. 4.8
6 1 1 20.9 2.79 0.06 6.01 9.9 8.0 84. 5.9 314. 8.7
7 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 3.4 -0.8 105. 1.1 53. 1.1
8 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 9.3 3.3 152. 0.1 265. 6.1
9 1 1 5.0 3.99 0.02 8.28 6.3 3.9 145. 2.8 358. 4.9
10 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 7.6 -0.2 135. 0.1 335. 3.5
11 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 7.6 -1.3 162. 0.0 0. 1.7
12 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 4.4 -0.8 187. 0.0 0. 1.6
13 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 3.0 -1.1 122. 0.1 329. 0.8
14 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 1.4 0.1 84. 8.5 303. 0.6
15 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 2.4 0.6 98. 1.1 345. 1.3
16 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 3.5 -0.7 101. 0.4 110. 1.2
17 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 5.8 2.6 123. 3.6 317. 4.0
18 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 6.6 -2.0 107. 0.1 326. 2.1
19 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 8.5 -2.3 90. 8.3 270. 2.9
20 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 -0.7 -4.1 109. 2.8 321. -2.6
21 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 9.6 -1.5 78. 0.1 105. 3.8
22 1 1 3.4 3.68 0.11 7.55 4.9 3.0 79. 0.0 0. 3.7
23 1 1 4.4 2.07 0.05 5.15 8.1 5.9 85. 0.1 271. 6.7
24 1 1 5.7 4.38 0.06 5.22 4.2 1.8 155. 0.1 283. 2.8
25 1 1 9.1 2.99 0.01 6.60 8.7 -0.3 146. 0.9 82. 4.0
26 1 1 5.2 4.40 0.02 12.55 9.5 3.4 198. 0.1 323. 6.2
27 1 1 0.0 0.00 0.00 0.00 4.3 0.5 136. 0.1 286. 2.2

```

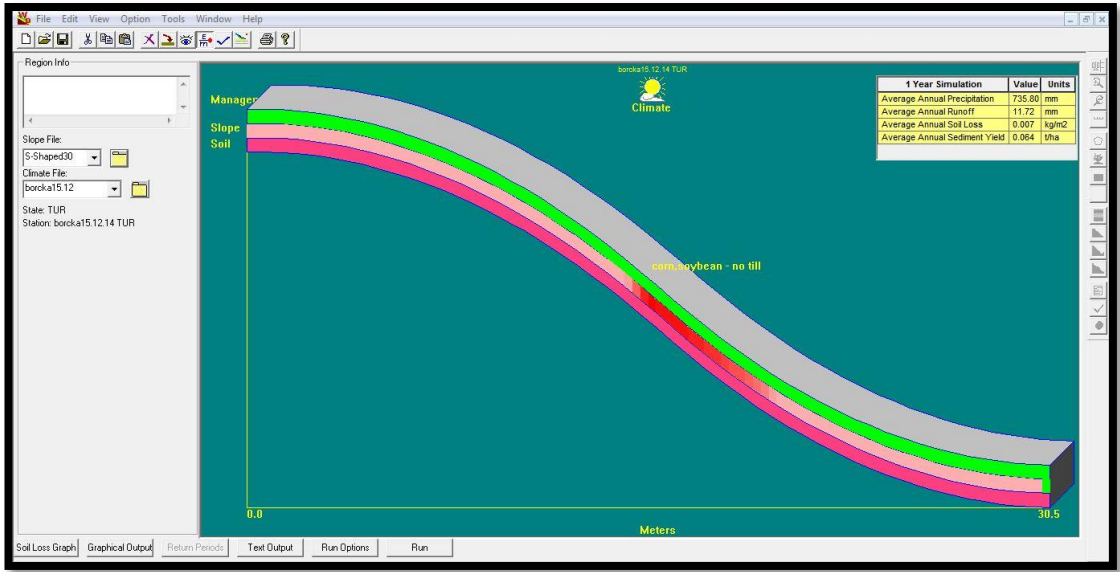
Şekil 17. Araştırma alanının WEPP uygulaması için oluşturulan iklim dosyası

### 2.2.3.2.2. Wepp Çıktı Tipleri

WEPP modeline giriş dosyaları ile veriler girildikten sonra, bir yamaç araziden veya bir yağış havzasından meydana gelen toprak kaybı hesaplanabilmekte ve bilgisayar ortamında modelin görüntüleri de çıktı olarak alınabilmektedir. Bunun yanısıra WEPP modelinin CBS ile entegrasyonu sonucu çalışmaların GeoWEPP programında yürütülmesiyle arazinin SYM (Sayısal Yükseklik Modeli)'si kullanılarak topoğrafik verilerin hesaplanması daha etkin bir şekilde yapılmakta ve CBS haritaları da elde edilebilmektedir.

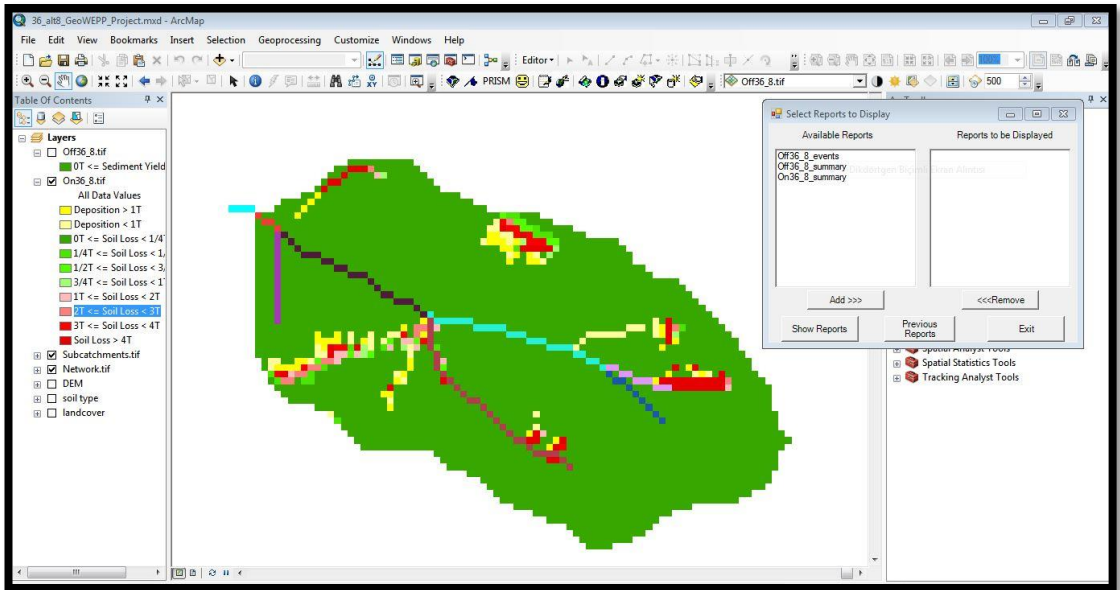
WEPP modelinde kullanılan değişkenlere göre, sonuç değerlerini günlük, aylık, ve yıllık olarak almak mümkündür. Havzadan veya yamaç araziden meydana gelen toprak kaybı, sediment depolanması, yüzeysel akış değerleri, havzanın su toplama alanı sonuçlarını hem text ortamında hem de grafik olarak görmek mümkündür. Ortalama kaybolan toprak miktarına göre slope (eğim) kesitindeki renk de pembeden koyu kırmızıya kadar değişmektedir (Şekil 18). Böylece ekrandan eğimin dik olduğu durumlarda maksimum toprak kayıplarının meydana geldiğini de görmek mümkündür.





Şekil 18. WEPP modelinde kaybolan toprak miktarı ve sediment veriminin yamaç boyunca görünümü

Ayrıca GeoWEPP programında, WEPP modeli CBS ile entegre edildiğinden kaybolan toprak miktarı ve sediment verimi ArcGIS ortamında raster görüntü şeklinde görülebilmektedir (Şekil 19). Toprak kayıplarının ve sediment depolanmasının nerelerde meydana geldiği gözükmemektedir. Buna ek olarak ortalama yıllık yağış, yüzeysel akış, yamaç (hillslope) ve dere (channel)'lerden meydana gelen toprak kayıpları text olarak görülebilmektedir.



Şekil 19. GeoWEPP ortamında toprak kaybı ve sediment veriminin raster olarak görünümü

### 2.2.3.3. Topaz (Topographic Parameterization)

TOPAZ (TOPographic PArameteriZation) sayısal arazi analizini otomatik olarak yapabilen bir bilgisayar yazılımıdır. TOPAZ programı öncelikle hidrolojik modellemede ve analiz işlemlerinde raster haldeki Sayısal Yükseklik Modelini (SYM) kullanarak havzaların çeşitli parametrelerinin ve topoğrafik özelliklerin belirlenmesi, drenaj ağının (network) belirlenerek drenaj boyunca alt havzalara (sub-catchment) ayrılması işlemlerini yapmaktadır. Değişik jeomorfolojik, çevresel ve uzaktan algılama uygulamalarında da TOPAZ kullanılabilir (Martz ve Garbrecht, 1995; Garbrecht ve Martz, 1999).

TOPAZ yazılımı, CBS ve hidrolojik modeller ile entegre halde de çalışabilmektedir ve Version 3.1 ANSI standardında FORTRAN 90 programında yazılmıştır. TOPAZ birçok bilgisayar platformunda uygulanabilir ve büyük DEM modelleri bu yazılım içinde kolaylıkla kullanılabilir.

Topoğrafik özellikler, havza yönetimi ve hidrolojisi alanlarında erozyon, yüzeysel akış ve suyun depolanması gibi faktörlerde oldukça etkilidir. Topoğrafik faktörlerin raster formatındaki SYM'lerden elde edilmesinin birçok avantajlı yönü olması nedeniyle günümüzde topoğrafik özelliklerin belirlenmesi için büyük ölçüde SYM modellerinden yararlanılmaktadır. Topoğrafik faktörlerin el ile belirlenmesi özellikle büyük havzalar için son derece zaman alıcı olmakta ve sonucunda da yüksek hata payları içermektedir. SYM'den yararlanılarak elde edilen topoğrafik parametreler CBS ortamında değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada da GeoWEPP ortamında ArcGIS, WEPP ve TOPAZ entegre halde kullanılmaktadır. CBS ortamında havzanın SYM'si oluşturulmakta ve daha sonra TOPAZ ile topoğrafik parametreleri ve drenaj ağı (network) çizilmektedir. Sonrasında ise WEPP ile entegre edilerek havzadaki toprak kaybı ve sediment verimi tespit edilmektedir.

TOPAZ yazılımında SYM işlemleri D8 metodu (eğim aşağı akım dolaşımı) ve kritik kaynak alanına (Critical Source Area, CSA) dayanmaktadır. D8 metodu her bir raster hücrenin arazi özelliklerinin ve en yakın 8 komşu hücrenin değerlendirilmesini tanımlar. Eğim aşağı akım dolaşım kavramı (Downslope Flow Routing Concept) drenajı ve aşağı doğru eğim yönündeki akımı, aynı zamanda en yakın 8 komşu hücrenin dik eğimden düşük eğime doğru olan akımını tanımlamaktadır. CSA

(Critical Source Area) kavramı da havzanın drenaj alanının büyüklüğünü belirleyen kavramdır. CSA izin verilebilen en küçük havza alanını ifade eder. CSA işlemi havzanın alt havzalara ayrılma büyüklüğünü, tüm konumsal sonuçları, drenaj ağını ve alt havzaların karakteristiklerini kontrol etmektedir (Fairfeld ve Leymarie, 1991; Martz ve Garbrecht, 1992; Martz ve Garbrecht, 1998; Garbrecht ve Martz, 1999).

TOPAZ programının çalışması esnasında kullanmış olduğu programlar aşağıda verilmiştir:

DEDNM (Digital Elevation Drainage Network Model): Yükseklik verileriyle ilgili ön işlemler bu program tarafından yürütülür. Drenaj ağını belirler ve alt havzaları tanımlayarak bunların alanlarını hesaplar ve kanalların özelliklerini belirler.

RASPRO (RASter PROperties) programı: DEDNM tarafından üretilen temel raster parametrelerinden konumsal topoğrafik bilgileri sağlar.

RASFOR (RASter FORmating) programı: DEDNM ve RASPRO tarafından üretilen ve formatı belli olmayan dosyaları yeniden biçimlendirme aracıdır.

RASBIN (RASter to BINary network) programı: Raster formatındaki drenaj ağını, kanal verilerini, alt havza özelliklerini ve parametrelerini ikili drenaj ağına (binary network) çevirir.

NSTAT (Network and Subcatchment STATistics): Raster ve binary formatındaki derelerin ve alt havza özelliklerinin temel istatistiklerini (standart hata ve ortalama) hesaplar. Ayrıca drenaj alanını ve yoğunluğunu, derelerin bağlantılarını ve ağ parametrelerinin kompozisyonunu hesaplar.

PARAM (PARAMeterization) programı: DEDNM ve RASPRO tarafından üretilmiş olan raster formatındaki alt havzaların alan, uzunluk, temsili eğim alternatifleri ve bakı dağılımı gibi özelliklerini hesaplar.

#### **2.2.3.3.1. Topaz Girdi Dosyaları**

TOPAZ programı çalışabilmek için havzanın DEM'ine, DEM karakteristiklerine, DEM işlem seçimlerine ve veri çıkış seçeneklerine ihtiyaç duyar. Critical Source Area (CSA) (Kritik Kaynak Alanı) ve Minimum Source Channel Length (MSCL)

(Minimum Kaynak Kanal Uzunluğu) parametreleri arazinin hidrografik olarak ayrılmasında ve kanal network analizinde en önemli iki parametredir. Bu parametreler dere ağının ve alt havzaların TOPAZ tarafından çizilmesini sağlayarak özelliklerini ve topoljiyi kontrol etmektedir. Örneğin CSA parametresi arttırıldığında drenaj yoğunluğu azalır; MSCL parametresi arttırıldığında ise kısa kaynaklı dereler (1 nolu dereler) drenaj ağından kaldırılmış olur. Bu değerler harita üzerinden veya arazi çalışmalarından hesaplanabilir veya uygulanan uygun ölçek ve çözünürlüğe göre belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada ise programda önceden tanımlanmış olan (default) değerler kullanılmıştır. Bu değerler CSA için 5 hektar, MSCL için ise 100 metredir. Ayrıca tolare edilebilir toprak kaybı da 1 ton/ha/yıl olarak alınmıştır.

#### **2.2.3.3.2. Topaz Çıktıları**

TOPAZ arazinin topoğrafik özelliklerini belirlemenin yanı sıra programının çıktısı olarak, rapor ve değerlendirme dosyaları ile bazı konumsal ve öznitelik verilerin tablolarını vermektedir. Rapor dosyaları her bir programın uygulama özetini vermektedir. Bu raporlar giriş ve kullanıcı bilgilerini, program tarafından kullanım performansını, hataları ve uyarıları içermektedir. Değerlendirme dosyaları, derelerin özellikleri ve bağlantıları ile alt havzaların özelliklerinin istatistikleri gibi özel değerlendirme sonuçlarının yazdırılmasına olanak sağlar.

Öznitelik tabloları ise derelerin ve alt havzaların özelliklerini taşımaktadır. Tablolar, derelerin ve alt havzaların öz nitelik değerlerini listeler. Genel olarak arazi yüzeyindeki modellerin sınıflamasında ve hidrolojik uygulamalarda sık sık ihtiyaç duyulmaktadır.

Dosya ve tablo çıktılarına ek olarak diğer önemli bir çıktı da TOPAZ programında oluşturulan raster sayısal haritalardır. Raster formatındaki veriler topoğrafya, drenaj ağı ve alt havzaların özelliklerini içermektedir. Bu raster veriler, görüntü, analiz ve diğer işlemler için CBS ortamına aktarılabilen ve kullanılabilir.

#### **2.2.3.4. Havzadaki Fizyografik Faktörlerin Belirlenmesi**

Bir havzada planlamaların yapılabilmesi, sorunların belirlenmesi ve çözüm önerilerinin sunulabilmesi için öncelikle havzaya ait karakteristik özelliklerin tespit edilmesi gerekmektedir. Dere akımlarını ve dolayısıyla hidrografi etkileyen fizyografik etmenler; arazi kullanım şekli, havzanın alanı ve şekli (form faktörü, dairesellik oranı, uzunlaşma oranı), ortalama yüksekliği, ortalama eğimi, genel bakışı ve drenaj durumu gibi faktörlerden meydana gelmektedir. Sayısal haldeki 1:25000 ölçekli haritalardan yararlanılarak CBS ortamında yağış havzasının alanı, şekli, ortalama yüksekliği, eğimi ve genel bakışı belirlenmiştir.

##### **2.2.3.4.1. Arazi Kullanım Şekli**

Yağış havzasındaki arazi kullanım şekilleri CBS ortamında topografik harita ve amenajman planlarındaki meşcere haritaları kullanılarak belirlenmiştir. Arazi kullanım şekillerinin doğru olarak belirlenmesi ve bu alanlardan arazi yetenek sınıflarına uygun olacak şekilde yararlanılması gerekmektedir. Bir yağış havzasında meydana gelebilecek dere akımlarının, erozyonun, taşkın ve sellerin kontrolünü sağlamak için havzadaki mevcut arazi kullanımının doğru bir şekilde saptanması gerekmektedir.

##### **2.2.3.4.2. Havzanın Alanı**

BBYH'nın alanı havzayı sınırlayan su ayırım çizgileri topografik harita üzerinde çizildikten sonra CBS ortamına aktarılarak sayısallaştırma işlemleri sonucunda belirlenmiştir.

##### **2.2.3.4.3. Havzanın Şekli**

Havza şekli, havza alanı büyüdükçe farklı görünüm almaya beraber küçük havzalarda genellikle armut biçimini andırır. Havzanın hidrolojik özelliklerini, özellikle akış rejimini etkiler; hidrograf üzerinde etkilidir. Örneğin dairesel şekle sahip bir havzada, havzanın değişik yerlerinde meydana gelen yüzeysel akışlar havzanın çıkışına ayı zamanda ulaşır; konsantasyon süresi (toplanma zamanı) daha kısa olduğundan daha yüksek akımlar oluşur. Aynı büyüklükte ve aynı miktarda yağmur alan fakat dar ve uzun şekle sahip havzalarda ise havzanın değişik

yerlerindeki yüzeysel akış suları, havzanın çıkış noktasına farklı zamanlarda ulaşır; konsantasyon süresi (toplanma zamanı) uzun olduğundan daha düşük akımlar oluşur (Anonim, 2007b; Özhan, 2004).

Yağış havzalarının şekilleri taşkın, pik debileri, diğer hidrografik değerleri ve özellikle de havzadaki akışların ayarlanmasını etkileyen önemli bir parametredir. Havza şeklini ifade eden çeşitli indisler geliştirilmiştir ve şu şekilde sıralanmaktadır (Özhan, 2004).

- Form Faktörü

Form faktörü, havza alanının havza uzunluğunun karesine bölünmesiyle bulunur ( $F=A/L^2$ ). Bir havzaya düşen yağışın derelere ulaşma hızı ve zamanını etkileyen bir havza karakteristiğidir.

Havzanın uzunluğu, menba ve mansap arasındaki en uzak iki noktayı birleştiren doğru çizginin uzunluğu olarak hesap edilir. Bir havzadaki form faktörü genelde 1'den küçük çıkar. Bu sayının küçüklüğü havzanın dar ve uzun olduğunu ifade eder.

Havzanın enine uzunluğu (genişlik) havzanın uzunluğuna eşit olduğunda form faktörü 1 olmaktadır. Havza genişliğinin uzunluğundan büyük olması halinde ise form faktörü 1'den büyük çıkmaktadır. Örneğin; küçük form faktörüne sahip havzalarda şiddetli bir yağışın sel ve taşkın oluşturma ihtimali, diğer faktörler eşit kabul edildiğinde, aynı alana sahip ancak form faktörü büyük olan havzalara nazaran daha düşüktür. Bu değer yamaçlardan ve ana dere kanalından meydana gelen akımlar ile bu akımların süresi üzerinde etkilidir. Yüksek form faktörü değeri kısa sürelerde pik akımın meydana geleceğine işaret etmektedir.

- Dairesellik Oranı

Dairesellik oranı, havzaların şeklini saptamada kullanılmaktadır. Havzanın alanının havzanın çevre uzunluğuna eşit çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranlanmasıyla elde edilir.

Havza jeolojisinin homojenliği hakkında fikir vermesi bakımından önemlidir ve genellikle 1'den küçük çıkar. Homojen jeolojik yapıya sahip havzalarda dairesellik

oranı 0.6-0.7 arasında değişmektedir. Buna karşılık nispeten heterojen yapı gösteren havzalarda ise 0.4-0.5 arasında değişmektedir (Hızal, 1984).

- Uzunlaşma oranı

Havza şeklinin dar veya geniş oluşunu gösteren bir parametredir. Uzunlaşma/uzama oranı (E); havza alanına eşit alana sahip bir dairenin çapının, havzanın maksimum uzunluğuna bölünmesiyle elde edilir. Uzunlaşma oranı 0.6-0.8 arasında değişen değerler genellikle dik ve sarp bir topoğrafyayı; uzunlaşma oranı 1'e yakın değerler ise alçak topoğrafik yapıya sahip bölgeleri temsil eder (Balcı & Özyuvacı, 1988).

- Havzanın drenaj durumu

Bir akarsuyun su kaynakları yönünden önemi havzasının büyüklüğüne, özelliklerine ve bölgedeki hidrolojik şartlara bağlı olarak değişir. Bir akarsuyun özelliklerini belirleyen en önemli unsurlardan biri de akarsu ve drenaj karakteristikleri olarak da isimlendirilen hidrolojik karakteristiklerdir. Bu özellikler normal akımların ve taşkınların büyüklüğüne ve zaman içindeki dağılımlarına etki eder. Ayrıca akarsuları birbirleriyle kıyaslayabilmek için de bilinmeleri gerekir (Özhan, 2004). Bir havzanın drenaj durumu, drenaj kanallarını oluşturan ana mecra ve ona bağlı bulunan yan kolların veya derelerin havzaya düşen yağış sularını boşaltabilme yeteneği veya kapasitesi olarak ifade edilir (Hızal, 1984).

Derelerin sıralanışı, sayısı ve uzunluğu bir havzanın drenaj durumundaki en etkili faktörlerdir. Havza içerisindeki akarsular belirli prensipler çerçevesinde sıralanmaktadır. Bu sıralamalarda farklı yöntemler izlenerek belirli dere sırası dizileri oluşturulur. Tüm yöntemlerde akarsu ana kolu en yüksek sıra numarasını alır. Yan kolları olmayan dereler 1, 1 nolu derelerin birleşmesinden oluşan derelere 2, 2 nolu derelerin birleşmesinden oluşan derelere 3 gibi devam eden numaralandırma işlemi ile akarsudaki tüm derelere sıra numarası verilmektedir. BBYH akarsu ağı da ArcGIS'e entegre olan Archydro modülü de kullanılarak CBS ortamında "Strahler" metoduna göre sınıflandırılmıştır. Öznitelik tablolarından yararlanılarak, dere sayıları ve akarsu uzunlukları tespit edilmiştir.

### Dere sıklığı

Havza içerisindeki yıl boyunca kurumayan derelerin toplam sayısının havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Birim alana düşen dere sayısını ifade eder.

### Drenaj yoğunluğu

Havzanın akarsular tarafından bölünme derecesini göstermektedir (Reddy ve ark., 2004). Havza içerisinde su taşıyan tüm doğal kolların, toplam uzunluğunun havza alanına bölünmesiyle elde edilir. Birim alana düşen dere uzunluğu ya da  $\text{km}^2$ 'ye düşen ortalama akarsu uzunluğu olarak tanımlanır. İklim şartlarının akarsu uzunluğuna etkisini gösteren bu değer 0.5-2.5  $\text{km}/\text{km}^2$  arasında değişir (Özhan, 2004).

Drenaj yoğunluğu yüzeysel akış ile sediment ve su verimi üzerinde oldukça etkilidir. Drenaj yoğunluğunun küçük bir değere sahip olması havzanın iyi bir bitki örtüsü ile yüzeysel akışı tutabildiğini gösterirken, büyük bir değere sahip olması zayıf bitki örtüsünü, geçirimsiz zemin koşullarını ve dağlık topografyayı göstermektedir (Atalay, 1986).

#### **2.2.3.4.4. Havzanın Ortalama Yüksekliği**

Sayısal yükseklik modeli belirlenmiş olan yağış havzasında CBS ortamında (ArcMap-Spatial Analyst Tools-Zonal-Zonal Statistics as Table) tüm alanın ve ayrı ayrı model havzaların SYM'si üzerinden ortalama yüksekliği hesaplanmıştır.

#### **2.2.3.4.5. Havzanın Ortalama Eğimi**

Öncelikle CBS yardımıyla SYM'den eğim haritası oluşturulmuştur. Daha sonra eğim haritası oluşturulmuş olan yağış havzasında CBS ortamında (ArcMap-Spatial Analyst Tools-Zonal-Zonal Statistics as Table) tüm alanın ve ayrı ayrı model havzaların eğim haritası üzerinden ortalama eğimi hesaplanmıştır.

#### **2.2.3.4.6. Havzanın Bakı Durumu**

CBS yardımıyla SYM haritasından türetilerek elde edilmiştir.



#### **2.2.3.5. İstatistiksel Değerlendirmeler**

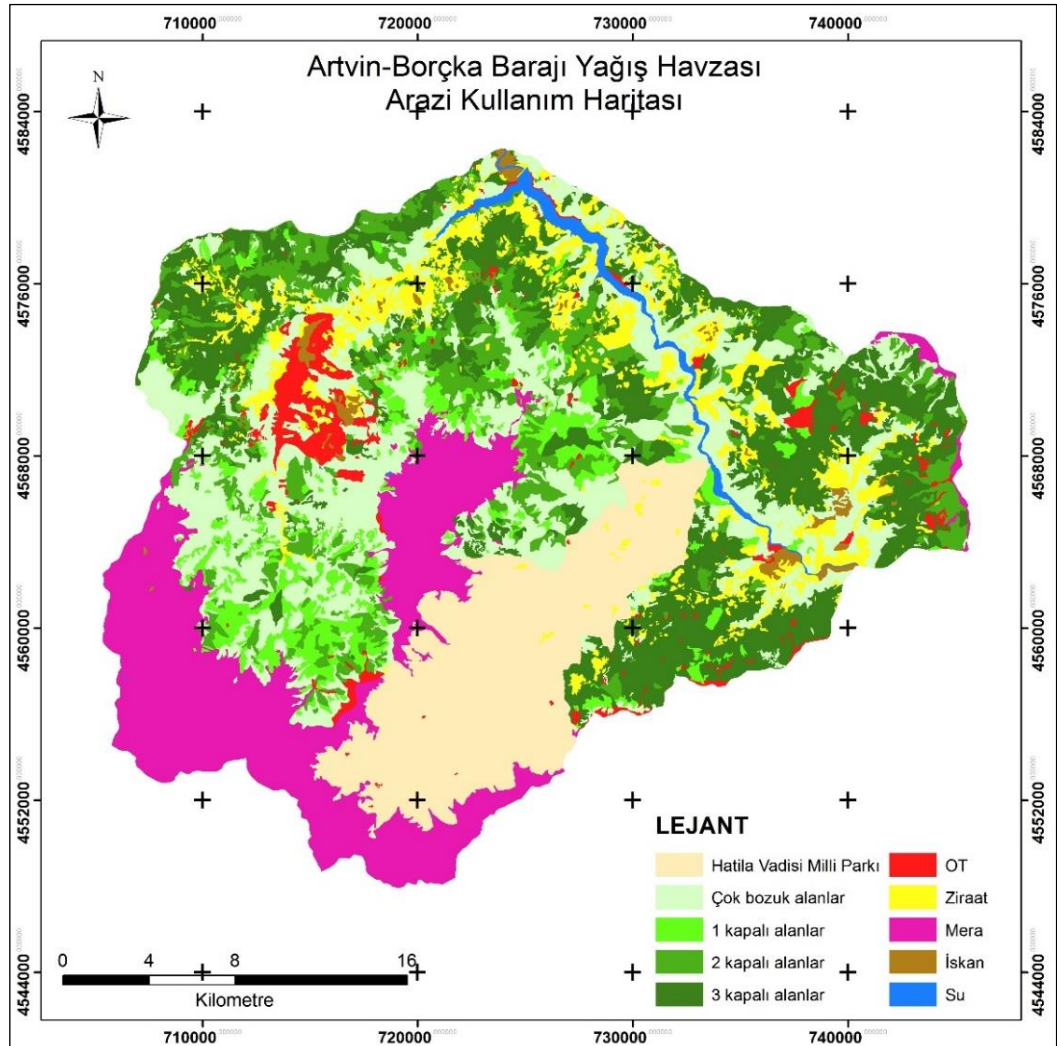
Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler bilgisayarda istatistik yöntemlerle değerlendirilmiştir. İncelenen toprak özelliklerinin model havza, anakaya, arazi kullanım şekli ve toprak derinliği bakımından farklılık gösterip göstermediği “tek yönlü varyans analizi (ANOVA)”, ortalamalar arası farklılıklar ise LSD oklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerin yapılmasında JMP paket programı kullanılmıştır (JMP, 2005).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Borçka Barajı Yağış Havzası'nın Fizyografik zellikleri

##### 3.1.1. Arazi Kullanım Şekli

Araştırma alanı arazi kullanım Şekli ve bitki örtüsü durumu, meydana gelen toprak kayıplarını etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Borçka Barajı Yağış Havzası'na ait arazi kullanım haritası ile arazi kullanımının alansal ve oransal değerleri sırası ile Şekil 20'de ve Tablo 9'da gösterilmiştir.



Şekil 20. Borçka barajı yağış havzası arazi kullanım Şekilleri haritası

Arazi kullanım şekillerindeki farklılıklar hem yağışın eroziv etkisini değiştirmekte hem de yeryüzüne ulaştıktan sonra yüzeysel akışı etkilemektedir. Bitki örtüsü ise türüne ve toprağı örtme oranına bağlı olarak yağmur damlalarının eroziv etkisini kırmak suretiyle toprağı çarpma enerjisini zayıflatmakta ve yüzeysel akışı yavaşlatarak erozyonu önlemektedir. Yağış havzasının arazi kullanım durumu Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Borçka Barajı Yağış Havzası arazi kullanım durumu

Arazi Kullanım Şekli	Alan (ha)	Oran (%)
Orman	48846.58	56.42
Milli Park	12548.79	14.49
Ziraat	6672.42	7.71
Mera	14194.26	16.39
OT	2530.80	2.92
İskân	815.40	0.94
Su	968.58	1.13
Toplam	86576.83	100.00

### 3.1.2. Havzanın Alanı

BBYH’nın toplam alanı 86576.83 ha olarak hesaplanmıştır. Toplam alan içerisinde % 70.91’lik oranla en büyük payı ormanlık alanlar teşkil etmekteyken arazi yapısının oldukça engebeli ve sarp olması nedeniyle toplam tarım alanları ise % 7.71 civarındadır (Tablo 9).

### 3.1.3. Havzanın Şekli

- Form Faktörü

Borçka barajı yağış havzası için form katsayısı;

$$F = A/L^2$$

A= havza alanı (km<sup>2</sup>)

L= havza uzunluğu (km)

F= form faktörü (birimsiz)

Havza alanının A=B\*L olduğu varsayılırsa (B=havzanın enine uzunluğu); F= B/L olarak da ifade edilmektedir (Balci, 1996).

$$F = B/L$$

F= 36089/34491=1.05 olarak hesaplanmıştır. Havzamız için 1'den yüksek çıkan form faktörü kısa sürelerde pik akımın meydana geleceğine işaret etmektedir.

- Dairesellik Oranı

A= Havzanın alanı (km<sup>2</sup>) P= Havzanın çevresi (km)

Rc= Dairesellik oranı (birimsiz)

137196 metre havzanın çevre uzunluğu

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

$$Rc = 10874.07/18823.84=0.58$$

- Uzunlaşma Oranı

L= Havza uzunluğu (km)

A= Havzanın alanı (km<sup>2</sup>)

E= Uzunlaşma oranı (birimsiz)

$$E = \frac{\sqrt{A/\pi}}{L}$$

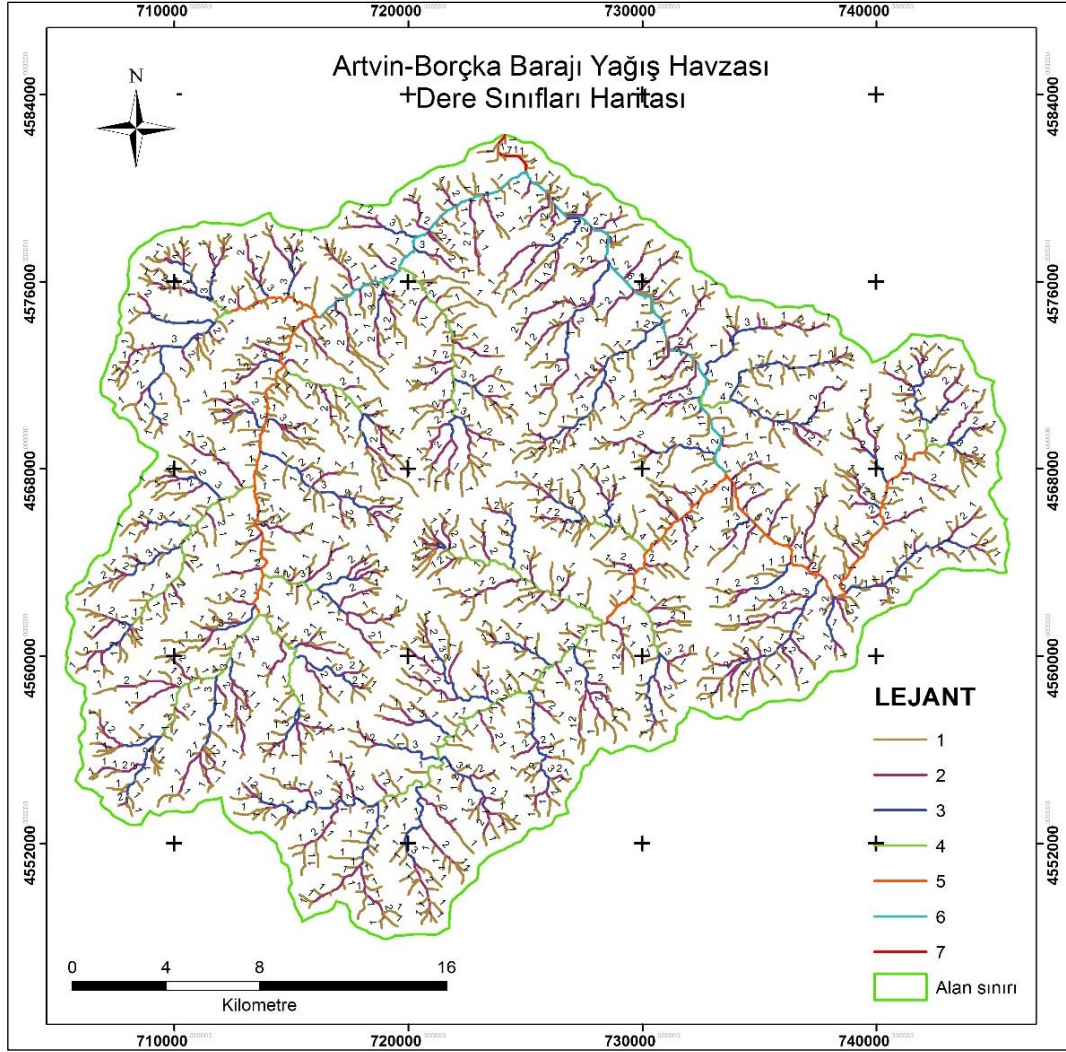
Uzunlaşma Oranı = 16.60 / 34.49 = 0.48 Havzamızın dik ve sarp bir topoğrafyaya sahip olduğuna işaret etmektedir.

- Havzanın drenaj durumu

Şekil 21'te havzanın drenajını gerçekleştiren derelerin sınıflandırılması gösterilmiştir. Havza dere sınıfları bakımından 7 sınıfa ayrılmıştır. Havza alanı içerisinde 3246 adet dere bulunmaktadır ve bu derelerin toplam uzunluğu 1487.63 km'dir (Tablo 10).

Tablo 10. Borçka Barajı Yağış Havzası dere sınıfları durumu

Dere Sınıfı	Sayısı	Uzunluk (km)
1	1637	788.67
2	770	368.81
3	393	177.57
4	200	74.16
5	142	45.82
6	95	30.05
7	9	2.55
Toplam	3246	1487.63



Şekil 21. Borçka Barajı Yağış Havzası dere sınıfları haritası

### Dere sıklığı

$$Ds = \frac{Ns}{A}$$

Burada;

Ds= Dere sıklığı

Ns= Havzadaki her sınıftan toplam dere sayısı

A= Havzanın alanı (km<sup>2</sup>)'dir.

Ds= 3246/865.73= 3.75'dir.

### Drenaj yoğunluğu

$$Dy = \frac{\sum L}{A}$$

Burada;

Dy= Drenaj yoğunluğu

L= Devamlı ve periyodik derelerin uzunlukları (km)

A= Havzanın alanı (km<sup>2</sup>)

Dy= 1487.63/865.73= 1.72' dir.

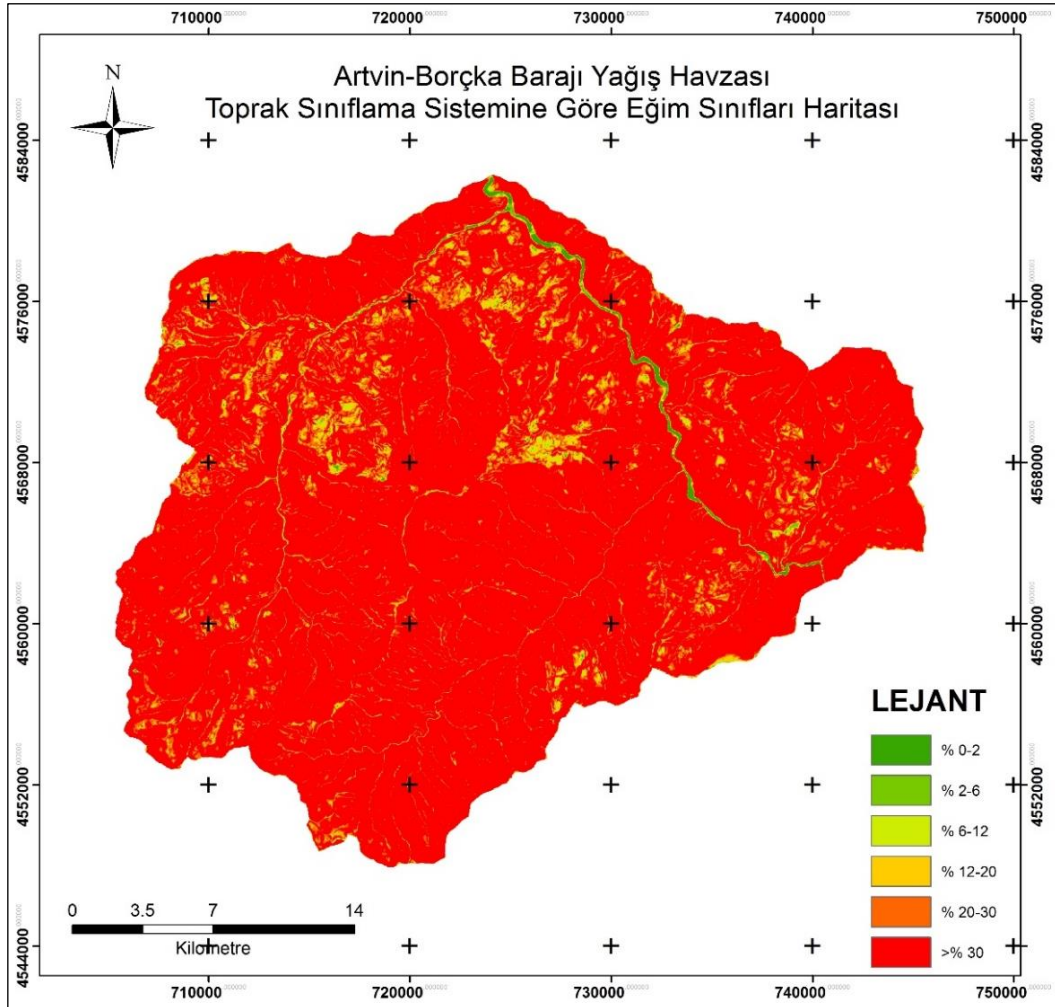
### **3.1.4. Havzanın Ortalama Yüksekliği**

Borçka barajı yağış havzasının ortalama yüksekliği 1362 metre olarak tespit edilmiştir. Havza alanı yükseklik kademeleri bakımından incelendiğinde I. yükseklik kademesi olarak alınan 0-374 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 4832.10 ha, II. yükseklik kademesi olarak alınan 374-748 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 12179.14 ha, III. yükseklik kademesi olarak alınan 748-1123 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 17273.52 ha, IV. yükseklik kademesi olarak alınan 1123-1497 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 18004.14 ha, V. yükseklik kademesi olarak alınan 1497-1872 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 15279.57 ha, VI. yükseklik kademesi olarak alınan 1872-2246 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 9019.62 ha, VII. yükseklik kademesi olarak alınan 2246-2621 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 5540.04 ha, VIII. yükseklik kademesi olarak alınan 2621-2995 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 3716.10 ha, IX. yükseklik kademesi olarak alınan 2995-3370 metre yükseklik kademesinde bulunan alanların 732.60 ha olduğu tespit edilmiştir. Havza alanında II, III, IV ve V. yükseklik kademelerine ait olan alanların daha fazla olduğu ve havza toplam alanının %72.47'sini oluşturdukları belirlenmiştir.

### 3.1.5. Havzanın Ortalama Eğimi

Topoğrafik faktörler arasında yer alan eğim, havza hidrolojisi ve su erozyonu bakımından büyük önem taşımaktadır. Borçka barajı yağış havzasının eğim durumunu ortaya koymak için CBS ortamında toprak sınıflama sistemine göre (Baldwin ve ark., 1938) eğim haritası oluşturulmuştur (Şekil 22).

Yağış havzasındaki eğim sınıflarına ait alanlar ve bunların tüm alana oranları Tablo 11’de belirtilmiştir. Borçka barajı yağış havzası eğim haritasına göre, havzanın % 94.9’u çok dik ve sarp eğime sahiptir; ortalama eğim ise % 56.28 olarak hesaplanmıştır. Havzanın ortalama eğimi yüzeysel akışın oluşmasında, dere akımına ait hidrografın şeklinin belirlenmesinde ve pik akımın oluşumunda önemli bir etkidir. Havzanın eğimli olması, erozyon ve sedimentasyon sorununu da beraberinde getirecektir.



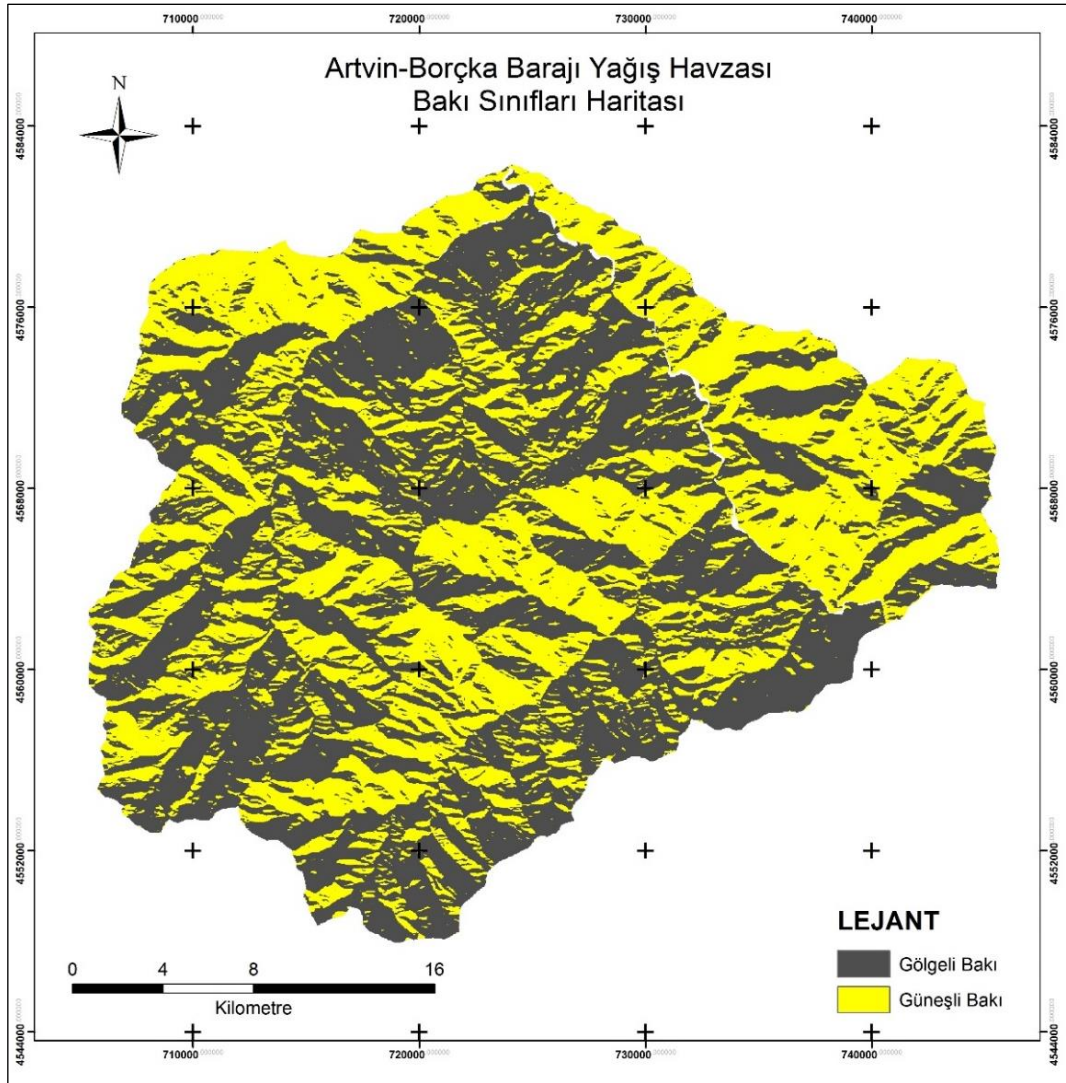
Şekil 22. Borçka barajı yağış havzası eğim sınıfları haritası

Tablo 11. Borçka barajı yağış havzası eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	378.18	0.44
Hafif (% 2-6)	291.33	0.34
Orta (% 6-12)	881.55	1.02
Dik (% 12-20)	2855.88	3.30
Çok Dik (%20-30)	6631.92	7.66
Sarp (%>30)	75537.97	87.24
Toplam	86576.83	100.00

### 3.1.6. Havzanın Bakı Durumu

Yağış havzasındaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 12’de verilmiştir. Havzada 48148.83 ha’lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 38428.00 ha’lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (şekil 23).



şekil 23. Borçka barajı yağış havzası bakı sınıfları haritası



Tablo 12. Borçka barajı yağış havzası bakı grupları ve alan dağılımları

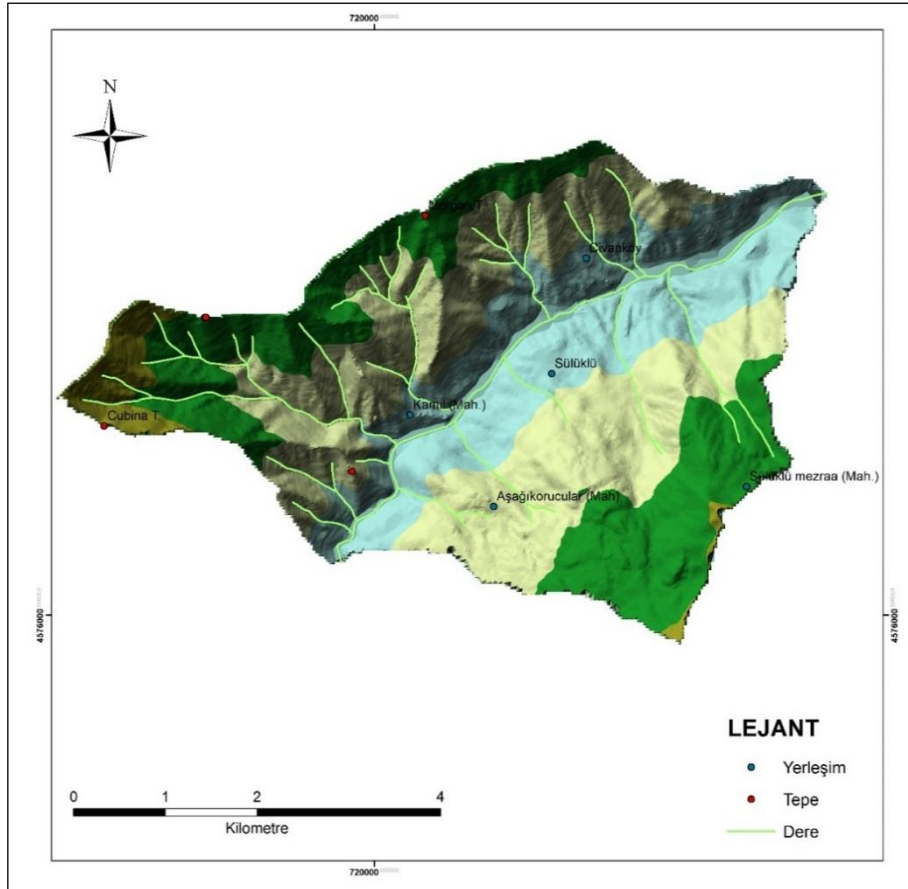
Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	48148.83	38428.00	86576.83
Oran (%)	55.61	44.39	100.00

### 3.2. Model Havzalara Ait Bulgular

#### 3.2.1. (2) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

##### 3.2.1.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (2) nolu model havza Artvin ili, Borçka ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup, yaklaşık olarak 9 km uzunluğunda kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 8 km mesafede bulunmaktadır (şekil 24). Havza sınırları Artvin F47 a3, F47 a4 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 590 m'dir.

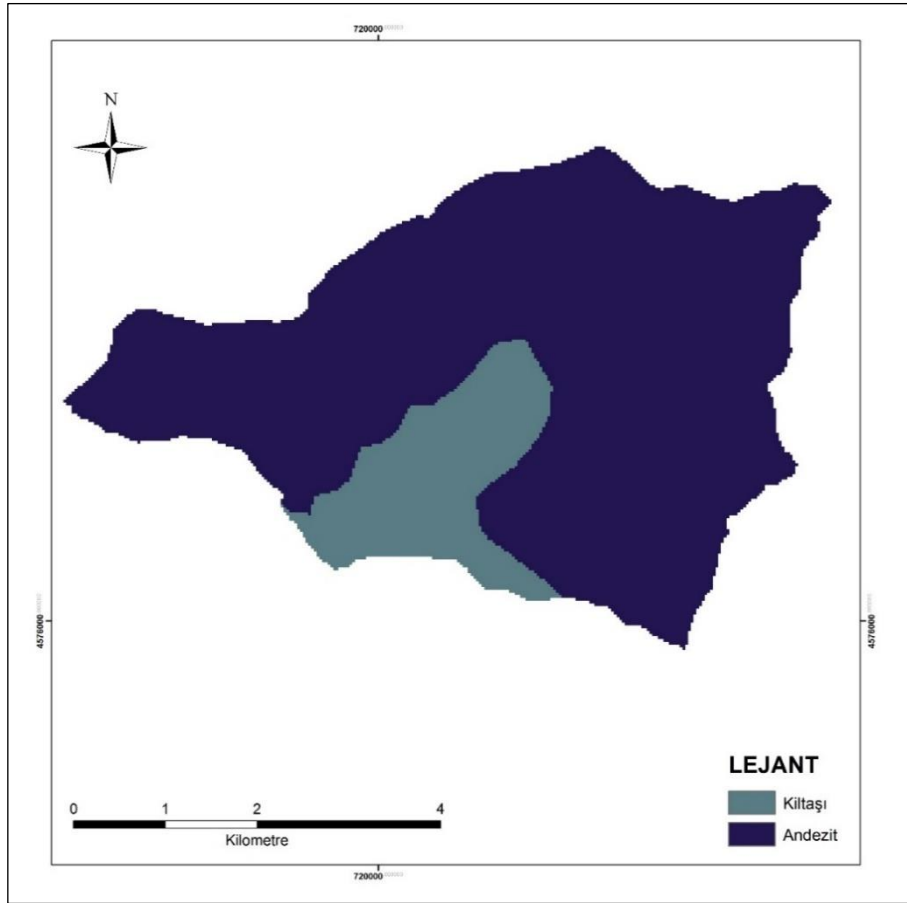


şekil 24. (2) nolu model havzanın topoğrafik yapısı

(2) nolu model havza 41° 18' 23"-41° 21' 02" kuzey enlemleri ile 41° 35' 21"-41° 40' 57" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Murgul çayı havzanın ana kolunu oluşturmakta, mansabında ise Çoruh Nehrine birleşmektedir. Havza doğuda Atmaca Tepe (868m.), güneydoğuda Bayrak Tepe (1272 m.) ile sınırlanmakta; Gemkaya sırtı ve Cubina Tepe (1360 m.) ile havzanın güneybatı sınırı çizilmektedir. Morgan Tepe (984 m.) ve Geçit Tepe (605 m.) de havzanın kuzey sınırını oluşturmaktadır. (2) nolu havza beslendiği yan derelerle birlikte Murgul Çayı havzasının mansap kısmını oluşturmaktadır.

### 3.2.1.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda andezit ve kıltaşı olmak üzere iki farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 25). Havza alanının 2164.37 ha'nını andezit anakayası üzerinde gelişen topraklar, 386.77 ha'nını ise kıltaşı anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 13).



Şekil 25. (2) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 13. (2) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Andezit	2164.37	84.84
Kiltaşı	386.77	15.16
Toplam	2551.14	100.00

### 3.2.1.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 172 nüfuslu Civanköy ve 201 nüfuslu (TÜİK, 2014) Sülüklü köyleri bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, fındık, mısır, yonca, çayırotu, elma ve domates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

Orman içerisindeki ve civarındaki halk tarım faaliyetlerinin yanısıra ormanda gelişigüzel hayvan otlatarak ve orman işlerinde (üretim, nakliyat, yol yapımı, ağaçlandırma) çalışarak geçimlerini sağlamaya çalışmaktadırlar.

Orman içerisindeki ve civarındaki halkın ormanlardan faydalanması, azda olsa üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde olmaktadır. Bütün bu faaliyetler yıllık programlara ve amenajman planlarına göre yapılmaktadır. Bunun dışında yöre halkı, ormanlardan, zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

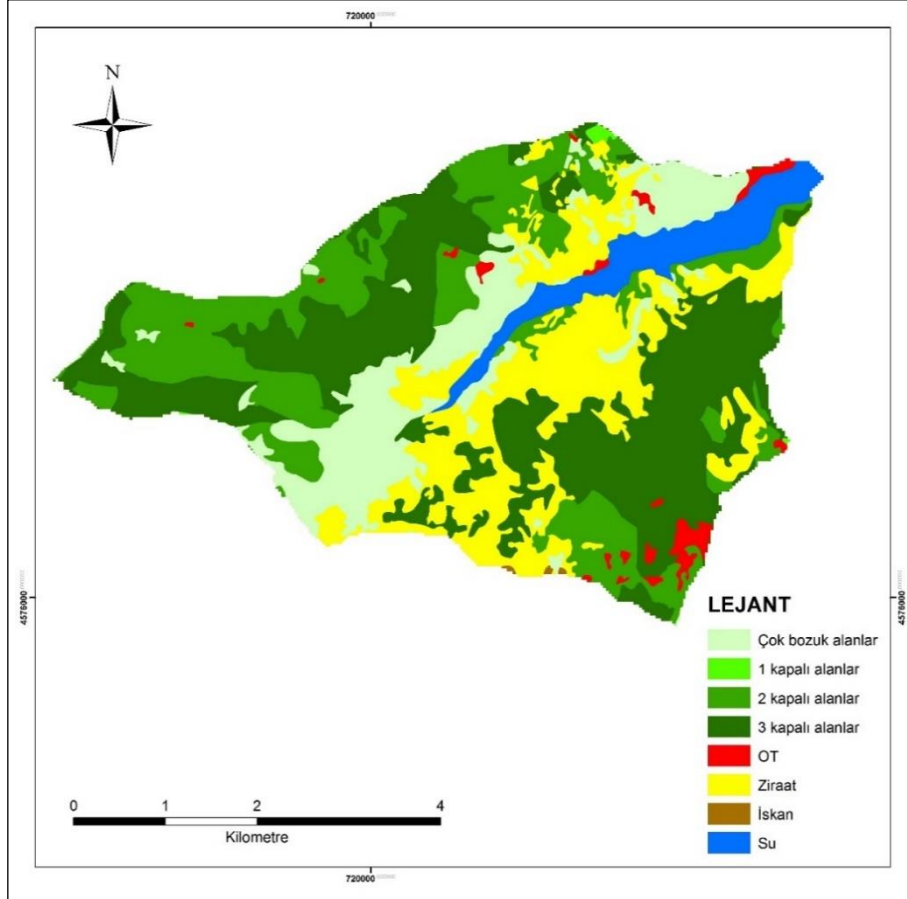
Ormancılık faaliyetlerinde çalışmak ve ormanlardan kanuni hakları dahilinde yararlanmak dışında, halkın ormanla olan ilişkilerinde, usulsüz otlatma ve faydalanmalar dolayısıyla olumsuz etkileri de olmaktadır.

Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar ormanlarda başıboş ve usulsüz otlatılmaktadır. Daha düzenli olan büyükbaş hayvancılık, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Bu olumlu ve desteklenmesi gerekli bir faaliyettir. Böylece halkın gelir seviyesi yükseltilerek, ormanlar üzerindeki baskılar bir miktar olsa da azalmış olacaktır.

Arıcılık çok yaygın ve civarda tanınmış olup, genelde arıcılık yerli kovanlarla yapılmaktadır. Bu kovanlar ormandaki boylu ağaçlara ve kaya kovuklarına yerleştirilmektedir (Anonim, 2006c, 2006d, 2006e).

### 3.2.1.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(2) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 26) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 1822.23 ha alan ile toplam alanın % 71.42'sini orman alanları, 532.35 ha ile % 20.87'sini ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 14.61'i çok bozuk alanlar sınıfındadır (Tablo 14).



Şekil 26. (2) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 14. (2) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

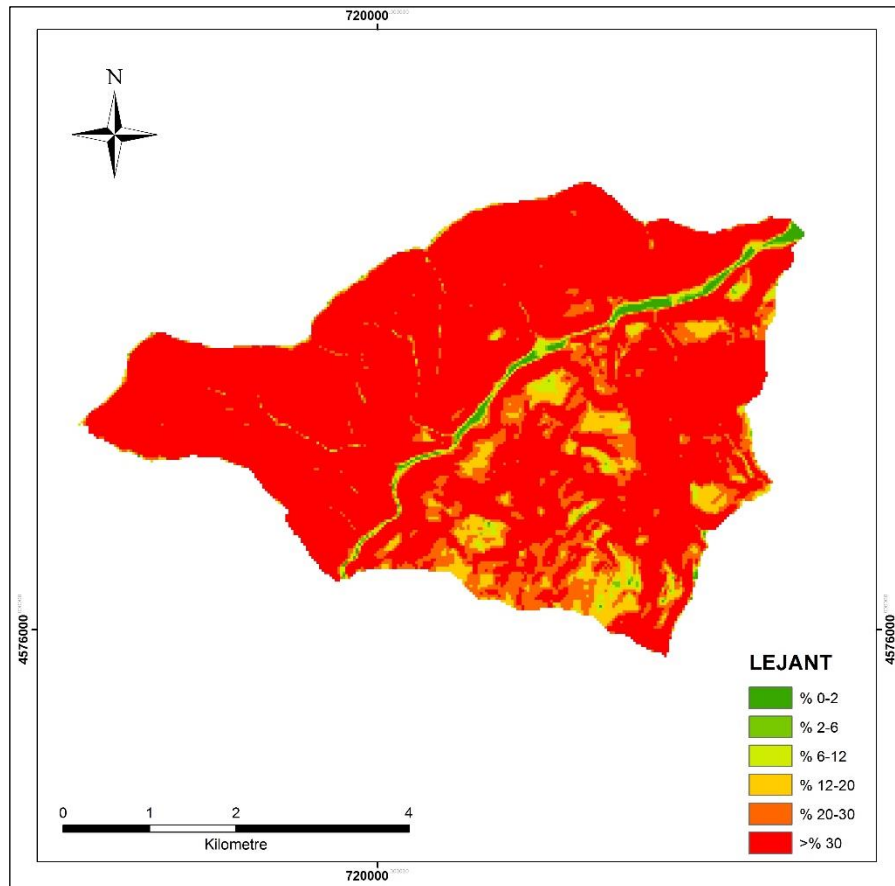
Arazi Kul. Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Su	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı						
Alan (ha)	4.68	568.89	875.97	372.69	42.48	532.35	1.98	152.10	2551.14
Oran (%)	0.18	22.3	34.33	14.61	1.67	20.87	0.08	5.96	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa*

(L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçağaç (*Acer* L.), Karağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Kiraz (*Prunus avium* L.) Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006d).

### 3.2.1.5. Havzanın Eğim Durumu

(2) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 15’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 90.66’sı çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 27). Ortalama eğim ise % 50.49’dur.



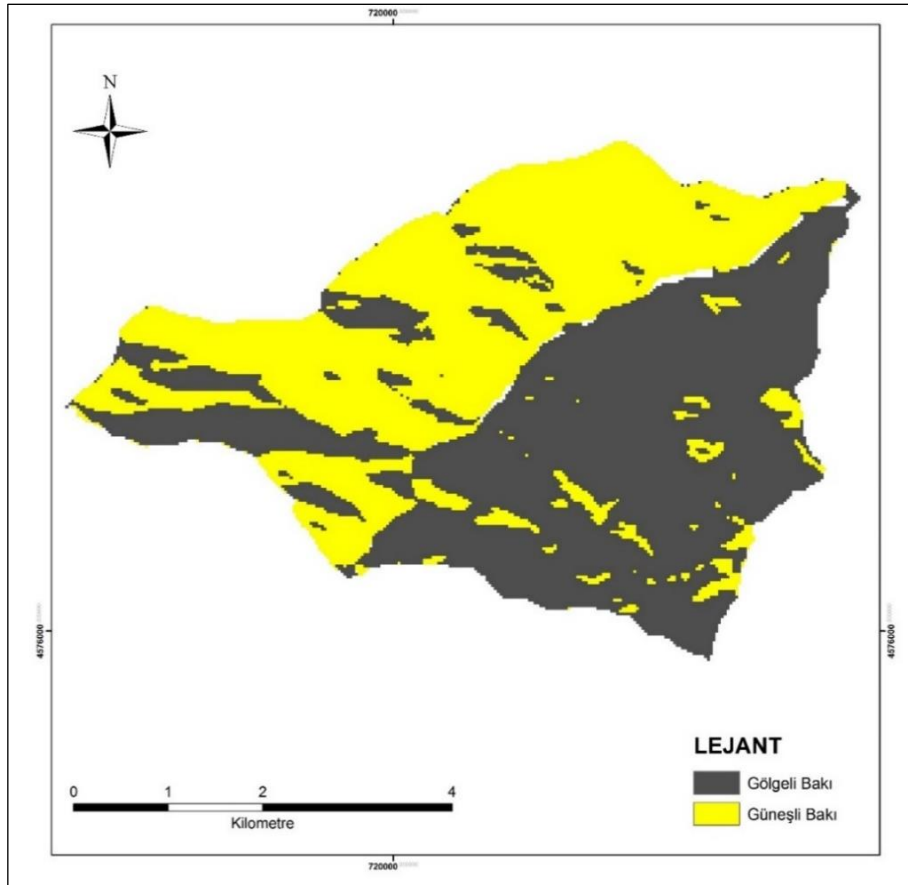
Şekil 27. (2) nolu model havza eğim sınıfları haritası

Tablo 15. (2) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	23.13	0.91
Hafif (% 2-6)	15.39	0.60
Orta (% 6-12)	43.47	1.70
Dik (% 12-20)	156.33	6.13
Çok Dik (% 20-30)	288.18	11.30
Sarp (>% 30)	2024.64	79.36
Toplam	2551.14	100.00

### 3.2.1.6. Havzanın Bakı Durumu

(2) nolu model havzada 1421.82 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1129.32 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 28). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları (Tablo 16)'da verilmiştir.



Şekil 28. (2) nolu model havza bakı grupları haritası

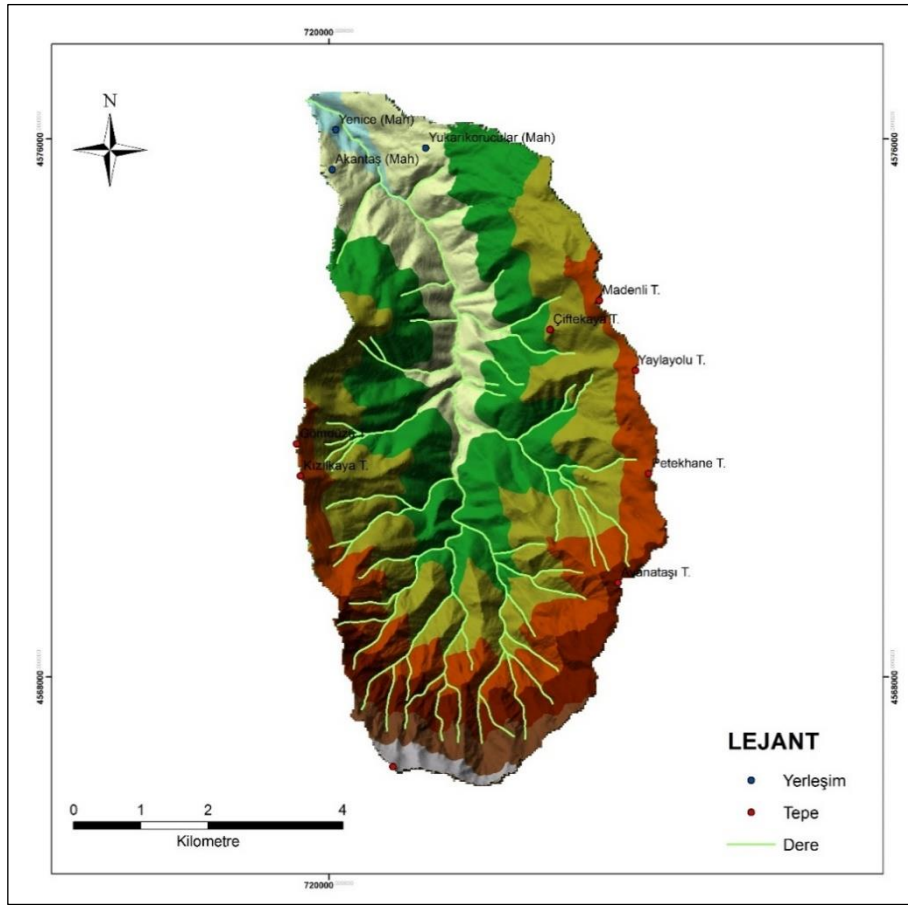
Tablo 16. (2) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1421.82	1129.32	2551.14
Oran (%)	55.73	44.27	100.00

### 3.2.2. (5) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.2.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (5) nolu model havza Artvin ili, Murgul ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup küçük bir kısmı merkez ilçe sınırlarındadır. Yaklaşık olarak 11 km uzunluğunda kuzey-güney istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 15 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 29). Havza sınırları Artvin F47 a3, F47 a4, F47 d1 ve F47 d2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1255 m'dir.

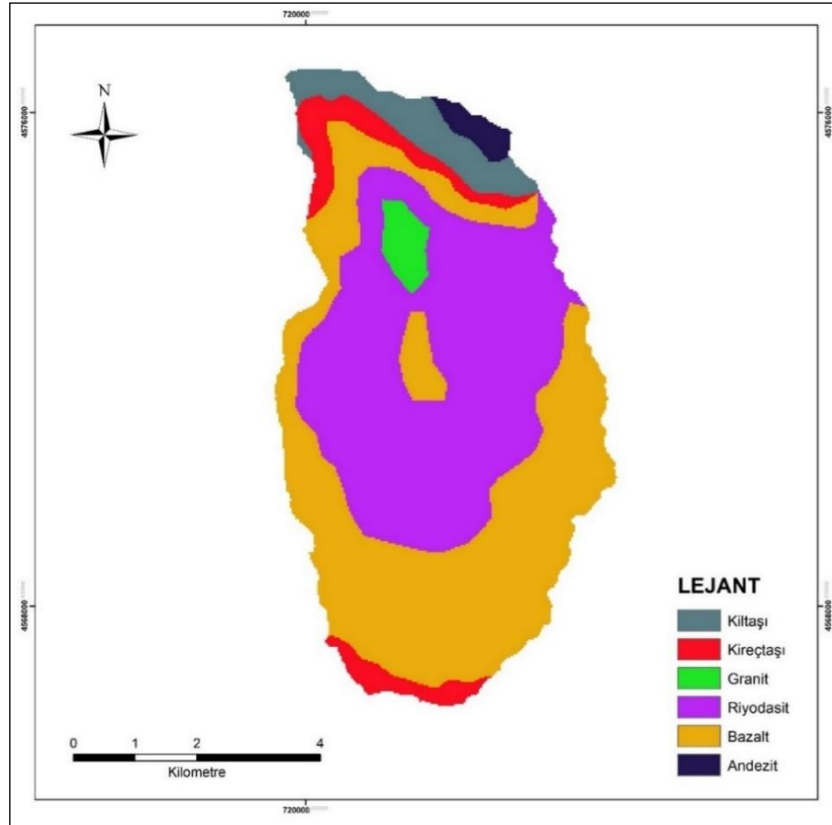


Şekil 29. (5) nolu model havzanın topoğrafik yapısı

(5) nolu model havza 41° 13' 03"-41° 18' 37" kuzey enlemleri ile 41° 37' 17"-41° 41' 08" doğu boylamları arasında yer almaktadır.(5) nolu havzada Madensuyu deresi ve Kokolet deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, havzanın mansabında Yukarıkorucular, Akantaş ve Yenice mahalleleri bulunmaktadır. Bayrak Tepe (1272 m.), Madenli Tepe (1600 m.), Yaylayolu Tepe (1673 m.) ve Petekhane Tepe (1791 m.) kuzeydoğu sınırını; Dipdüz tepe (900 m.), Avanataşı Tepe (2072 m.) ve Boz sırtı güneydoğu sınırını; Alacadağ (2844 m.), Kızılkaya Tepe (1700 m.), Gömdüzü Tepe (1661 m.) güneybatı sınırını; Cinkaya Tepe (1466 m.), Tiryal Tepe (1357 m.) kuzeybatı sınırını oluşturmaktadır.

### 3.2.2.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde alanda riyodasit, bazalt, kireçtaşı, kilitaşı, granit veandezit olmak üzere altı farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 30). Havza alanının 1732.59 ha'ını riyodasit, 1704.42 ha'ını bazalt, 247.41 ha'ını kireçtaşı, 231.66 ha'ını kilitaşı, 82.89 ha'ını granit ve 58.05 ha'ını ise andezit anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 17).



Şekil 30.(5) nolu model havzanın jeoloji haritası



Tablo 17.(5) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Riyodasit	1732.59	42.71
Bazalt	1704.42	42.01
Kireçtaşı	247.41	6.10
Kiltaşı	231.66	5.71
Granit	82.89	2.04
Andezit	58.05	1.43
Toplam	4057.02	100.00

### 3.2.2.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 288 nüfuslu Akantaş ve 198 nüfuslu (TÜİK, 2014) Korucular köyleri bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, fındık, mısır, yonca, çayırotu, fasulye, lahana, kiraz, üzüm, elma ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

Havzada tarım yapılabilecek arazi yetersiz olup, ailelerin kendi ihtiyaçlarını dahi karşılayamamaktadır. Köylü nüfusun büyük kısmı ormancılık faaliyetlerinde çalışarak ve hayvancılıkla geçinirler. Halkın çoğunluğu kapanmadan önce bakır işletmelerinde çalışmıştır.

Orman içi ve civarında yaşayan halk ormancılık faaliyetleri için yeterli iş gücü sağlayabilmektedir. Orman içerisindeki ve civarındaki halkın ormanlardan faydalanması, üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde olmaktadır. Bunun dışında yöre halkı, ormanlardan, zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

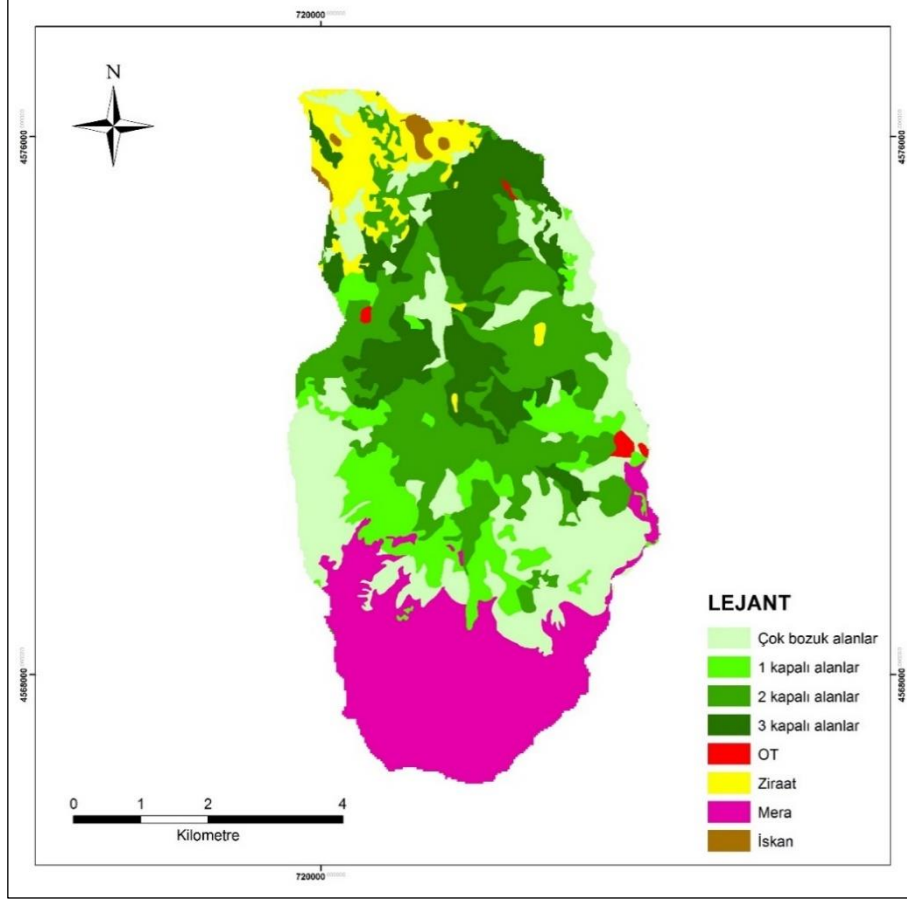
Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmektedir. Büyükbaş hayvancılık, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Arıcılık da geçim kaynakları arasında yer almaktadır (Anonim, 2006e).

### 3.2.2.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(5) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı Şekil 31’de gösterilmiştir. Havzada 2889.63 ha alan ile toplam alanın % 71.22’sini orman alanları, 902.07 ha ile % 22.24’ünü ise meralar oluşturmaktadır. Orman alanlarının 930.06 ha ile % 22.92’lik kısmı çok bozuk alanlar sınıfına girmektedir (Tablo 18).

Tablo 18. (5) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kul. Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	Mera	OT	Ziraat	İskân	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı						
Alan (ha)	416.07	930.42	613.08	930.06	902.07	17.01	223.38	24.93	4057.02
Oran (%)	10.26	22.93	15.11	22.92	22.24	0.42	5.51	0.61	100.00



Şekil 31. (5) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.) ve Ceviz (*Juglans regia* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L.), *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.),

Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.); otsu bitkiler ise Eğrelti (*Pteridium* sp.), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Laden (*Cistus* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Düğün çiçeği (*Ranunculus* sp.), Çan çiçeği (*Canpanulla rofundifolia* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Kekik (*Thymus*), Sıklamen (*Cyclamen coum* Mill.), Sütleğen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yüksük otu (*Digitalis ferruginea* L.), Unutmabeni çiçeği (*Myosotis* sp.), Güzelavratotu (*Atropa belladonna* L.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Sahlep (*Orchis* sp.), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.), Üçgül (*Trifolium* L.), Mürver (*Sambucus* L.), Brom (*Bromus* sp.), Kuzukulağı (*Rumex* L.), Geven (*Astragalus* L.), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006e).

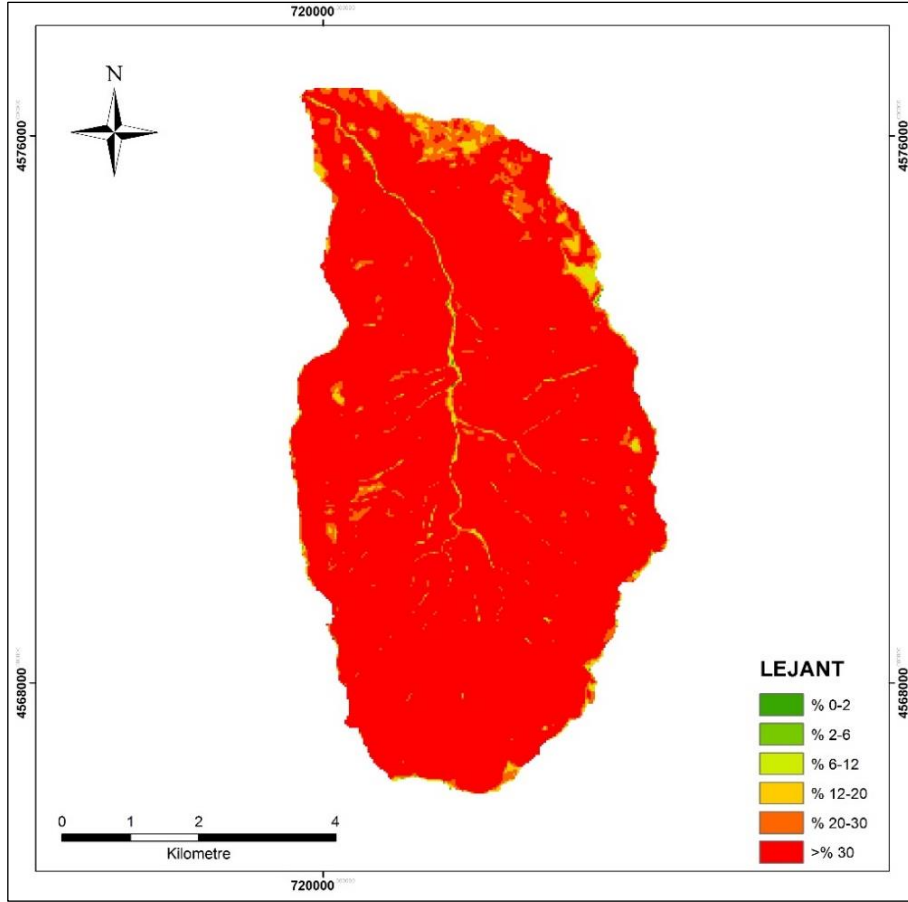
### 3.2.2.5. Havzanın Eğim Durumu

(5) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 19’da belirtilmiştir.

Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 97.43’ü çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 32). Ortalama eğim ise % 65.04’tür.

Tablo 19. (5) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	1.44	0.04
Hafif (% 2-6)	4.14	0.10
Orta (% 6-12)	20.61	0.51
Dik (% 12-20)	77.85	1.92
Çok Dik (% 20-30)	214.74	5.29
Sarp (>% 30)	3738.24	92.14
Toplam	4057.02	100.00



Şekil 32. (5) nolu model havza eğim sınıfları haritası

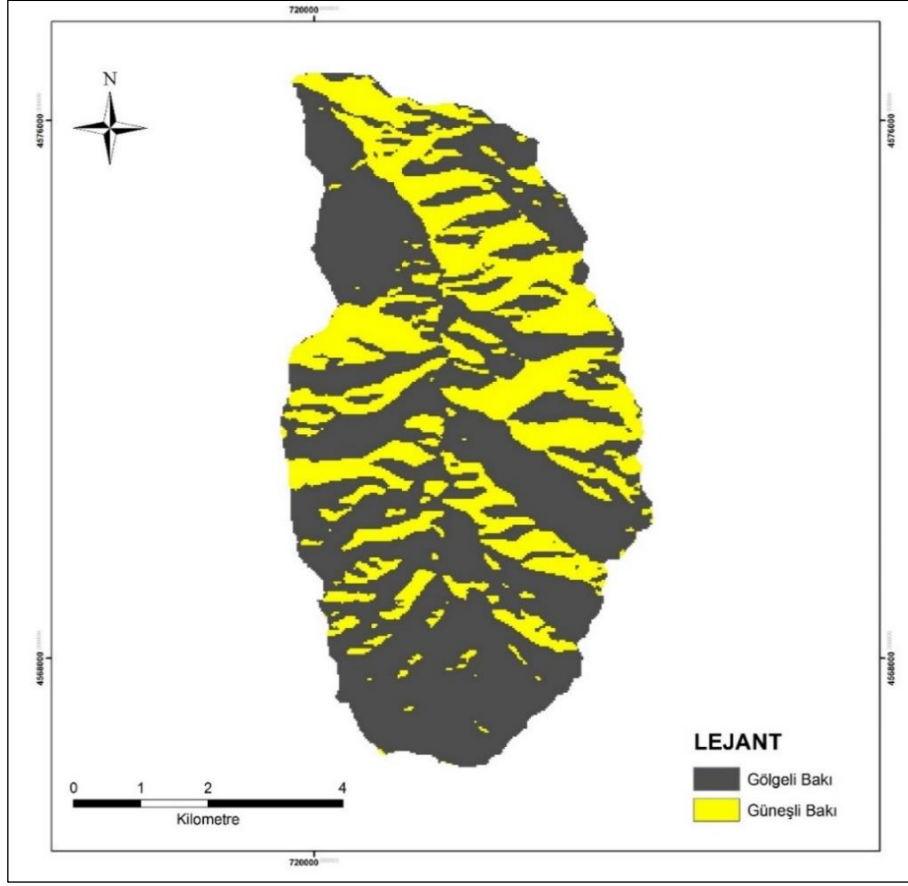
### 3.2.2.6. Havzanın Bakı Durumu

(5) nolu model havzada 2708.82 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1348.20 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 33).

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. (5) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	2708.82	1348.20	4057.02
Oran (%)	66.77	33.23	100.00



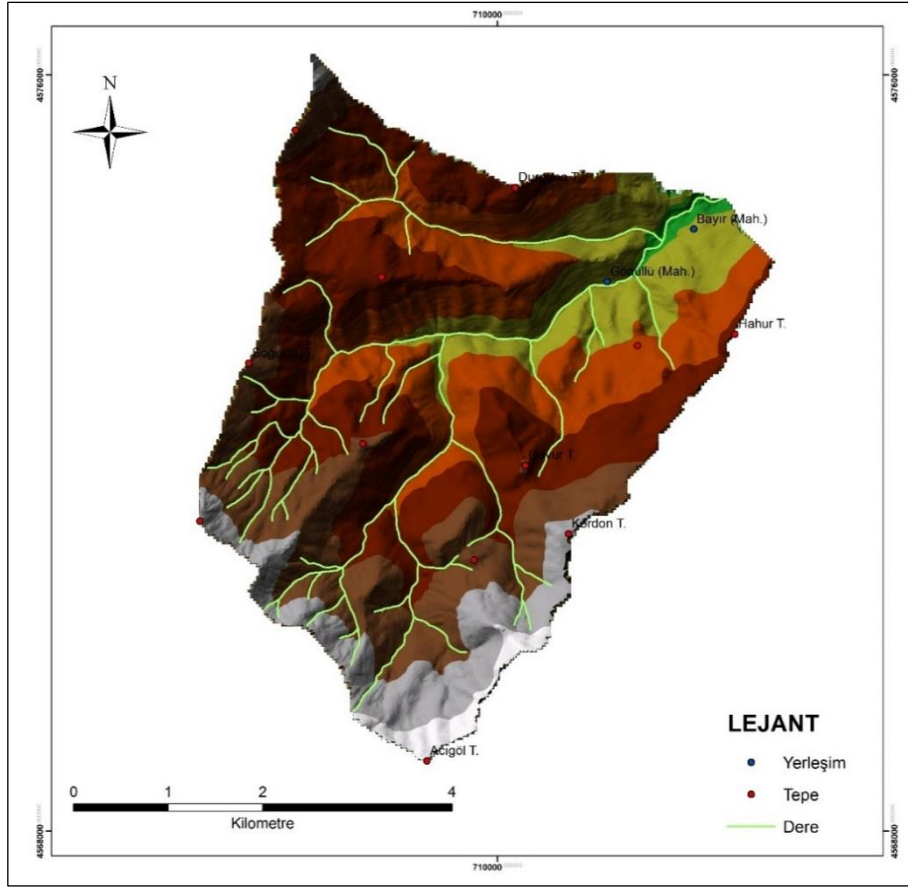
Şekil 33. (5) nolu model havza bakı grupları haritası

### 3.2.3. (9) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.3.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (9) nolu model havza Artvin ili, Murgul ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup küçük bir kısmı Arhavi ilçe sınırlarındadır. Yaklaşık olarak 7 km uzunluğunda kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanmaktadır.

Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 20 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 34). Havza sınırları Artvin F47 a4, F47 d1, F46 b3 ve F46 c2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1094 m'dir.

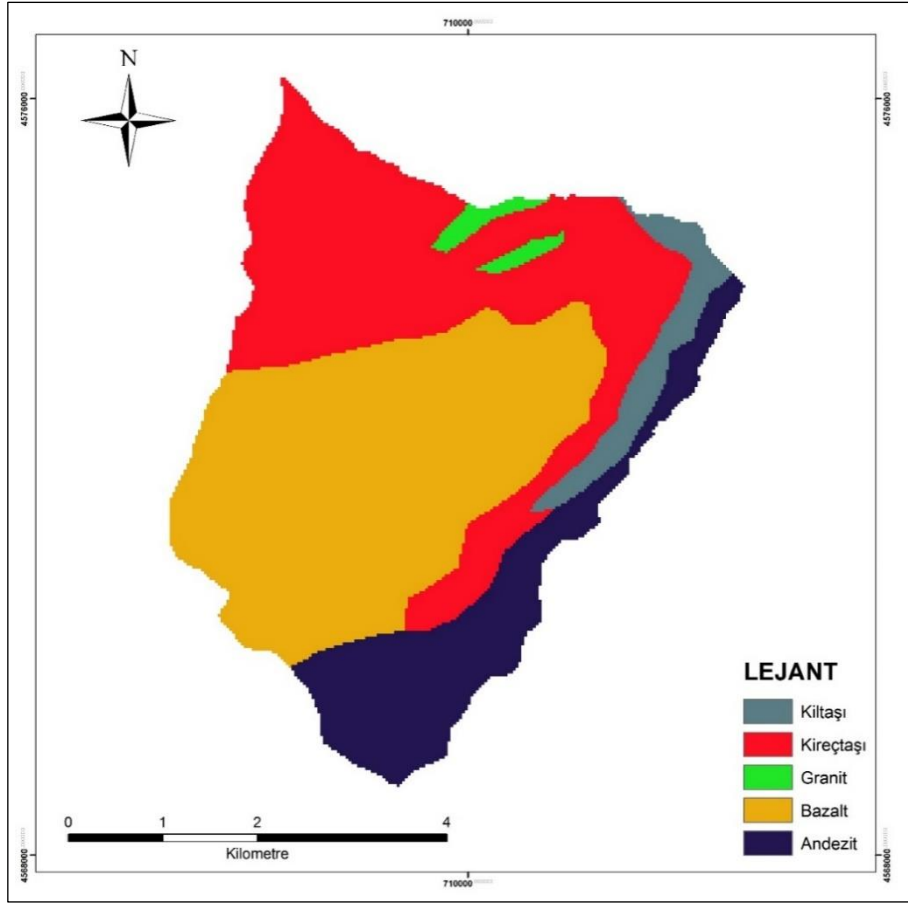


Şekil 34. (9) nolu model havzanın topografik yapısı

(9) nolu model havza  $41^{\circ} 14' 31''$ - $41^{\circ} 18' 34''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 28' 11''$ - $41^{\circ} 32' 32''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (9) nolu havzada Acıgöl deresi ve Parih deresi havzanın ana kolunu oluşturmaktadır, havzanın mansabında Bayır ve Gönüllü mahalleleri bulunmaktadır. Hahur Tepe (1272 m.), ve Kordon Tepe (1510 m.) doğu sınırını; Kilise Tepe (1760 m.) ve Acıgöl Tepe (1813 m.) güney sınırını, Soğuksu Tepe (1317 m.) batı sınırını oluşturmaktadır; kuzeybatısında bulunan Hemşinli sırtı ile de havzanın kuzey sınırını oluşturan Durguna Tepe (1130 m.) ye bağlanmaktadır.

### 3.2.3.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde alanda bazalt, kireçtaşı, andezit, kiltası ve granit olmak üzere beş farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 35). Havza alanının 1082.94 ha'nı bazalt, 871.65 ha'nı kireçtaşı, 391.95 ha'nı andezit, 117.45 ha'nı kiltası ve 15.88 ha'nı granit anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 21).



Şekil 35. (9) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 21. (9) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	1082.94	43.67
Kireçtaşı	871.65	35.15
Andezit	391.95	15.80
Kiltası	117.45	4.74
Granit	15.88	0.64
<b>Toplam</b>	<b>2479.87</b>	<b>100.00</b>

### 3.2.3.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 210 nüfuslu Başköy (TÜİK, 2014) köyü bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, fındık, mısır, yonca, çayırotu, fasulye, kiraz, elma ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a). Halk tarımsal üretimle kendi ihtiyaçlarını ancak karşılayabilmektedir. Nüfusun çoğunluğu ormancılık faaliyetlerinde çalışarak ve hayvancılıkla geçinir. Orman içerisindeki ve civarındaki halkın ormanlardan faydalanması, üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde olmaktadır.

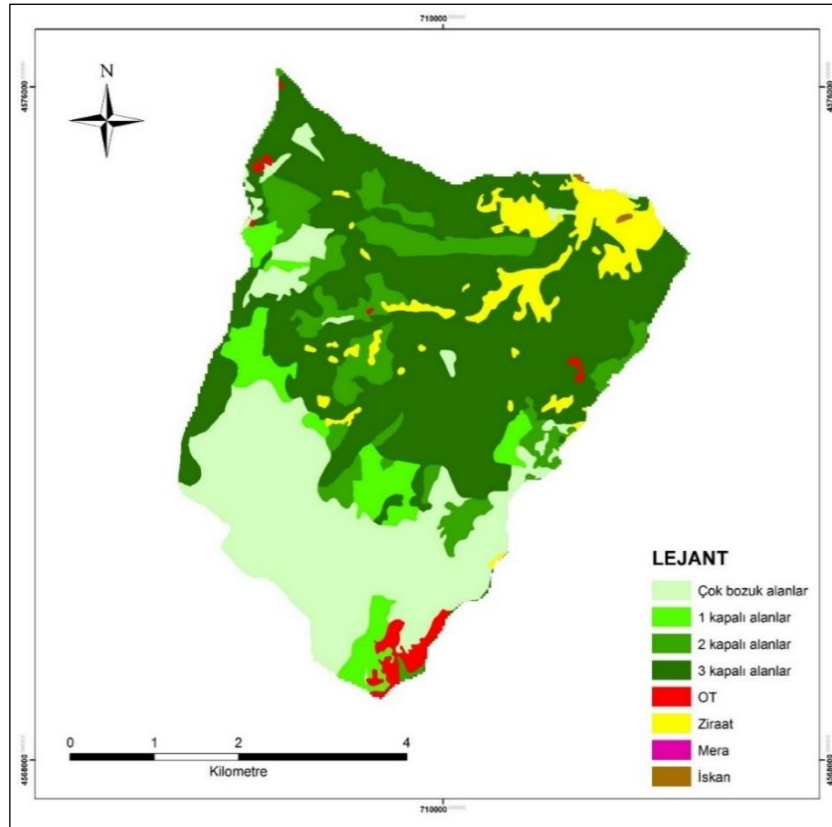
Bunun dışında yöre halkı, ormanlardan, zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar ormanlarda başıboş ve usulsüz otlatılmaktadır. Daha düzenli olan büyükbaş hayvancılık, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Arıcılık da geçim kaynakları arasında yer almaktadır (Anonim, 2006c).

### 3.2.3.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(9) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı Şekil 36' da gösterilmiştir. Havzada 2275.20 ha alan ile toplam alanın % 91.73'ünü orman alanları, 166.05 ha ile % 6.70'ini ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 64.55'i verimli orman sınıfına girmektedir (Tablo 22).

Tablo 22. (9) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı					
Alan (ha)	163.53	278.28	1159.20	674.19	36.72	166.05	1.98	2479.87
Oran (%)	6.59	11.22	46.74	27.18	1.48	6.70	0.09	100.00



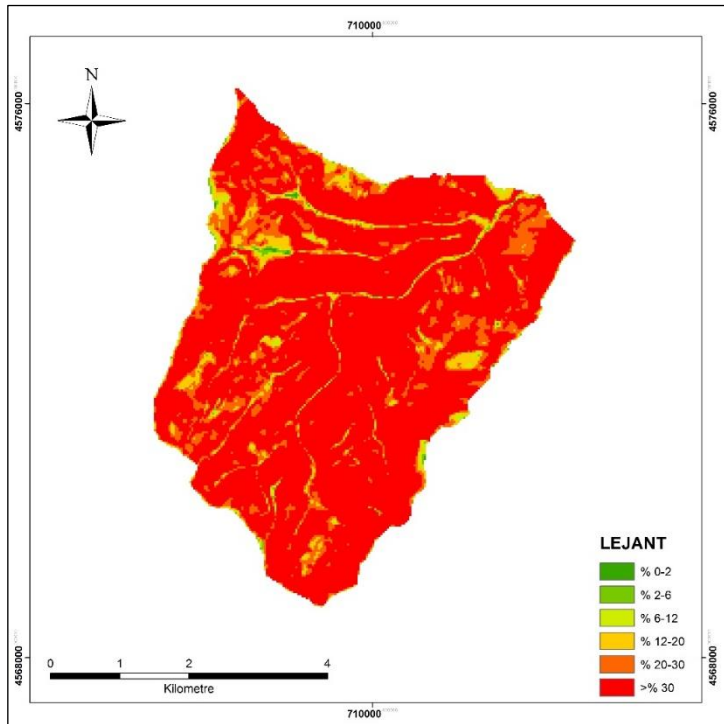
Şekil 36. (9) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası



Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Kiraz (*Prunus avium* L.) ve Aliç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006c).

### 3.2.3.5. Havzanın Eğim Durumu

(9) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 23’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 92.82’si çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 37). Ortalama eğim ise % 45.44’tür.



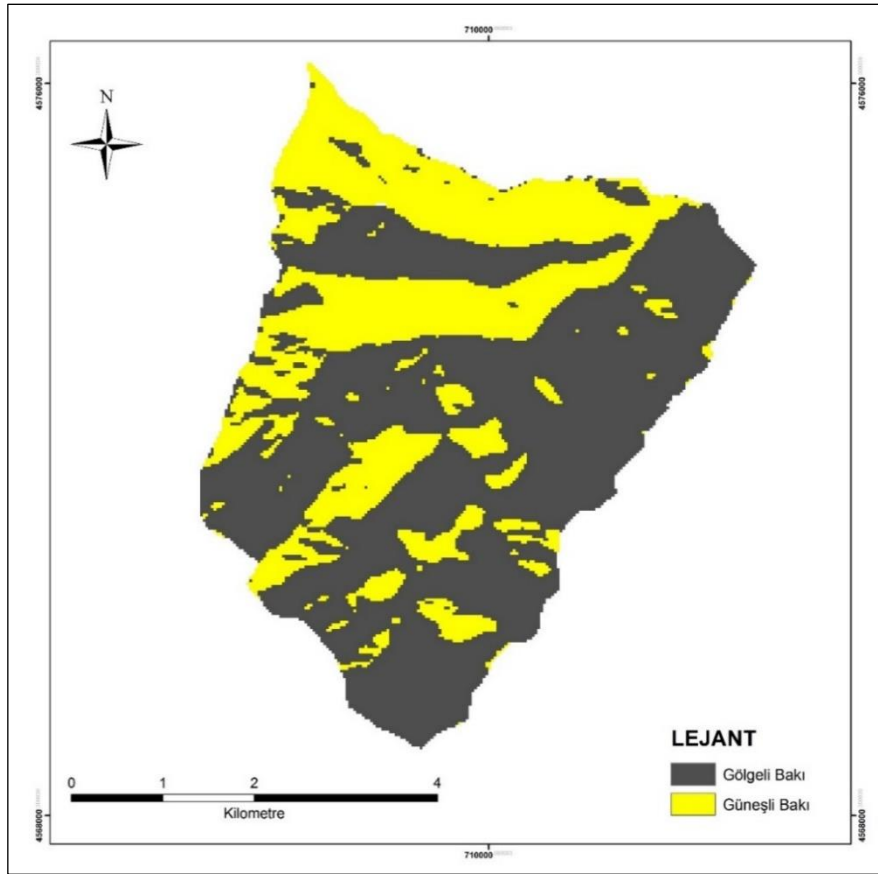
Şekil 37. (9) nolu model havza eğim sınıfları haritası

Tablo 23. (9) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	2.88	0.12
Hafif (% 2-6)	11.16	0.45
Orta (% 6-12)	37.98	1.53
Dik (% 12-20)	126.09	5.08
Çok Dik (% 20-30)	325.35	13.12
Sarp (>% 30)	1976.41	79.70
Toplam	2479.87	100.00

### 3.2.3.6. Havzanın Bakı Durumu

(9) nolu model havzada 1622.80 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 857.07 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 38). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları (Tablo 24)'da verilmiştir.



Şekil 38. (9) nolu model havza bakı grupları haritası

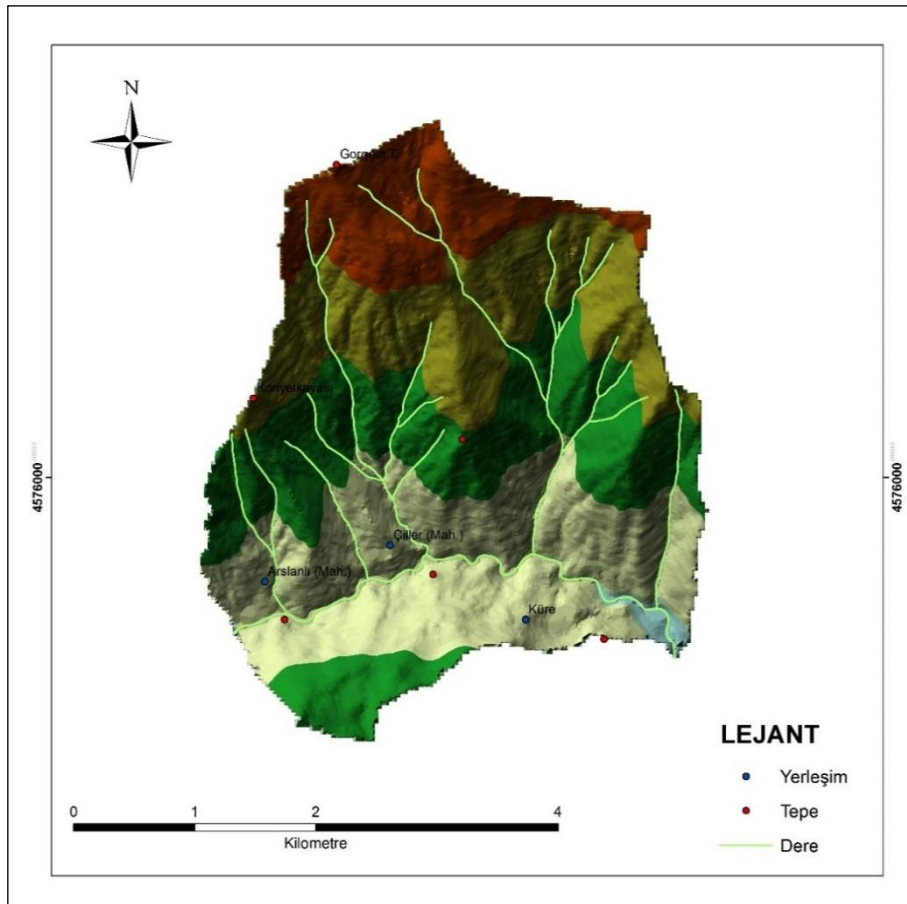
Tablo 24. (9) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1622.80	857.07	2479.87
Oran (%)	65.44	34.56	100.00

### 3.2.4. (10) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.4.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (10) nolu model havza Artvin ili, Murgul ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 5 km uzunluğunda güneydoğu-kuzeybatı istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 14 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 39). Havza Artvin F47 a4 paftasında yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 979 m'dir.



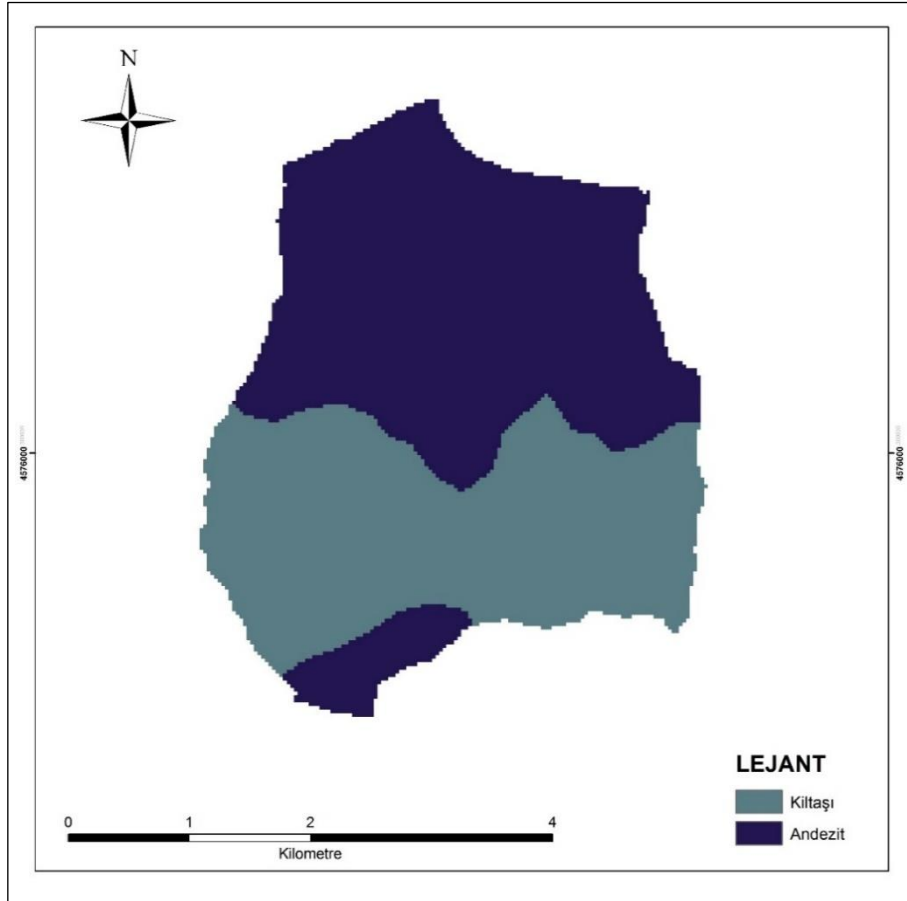
Şekil 39. (10) nolu model havzanın topoğrafik yapısı

(10) nolu model havza  $41^{\circ} 17' 13''$ - $41^{\circ} 19' 56''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 32' 08''$ - $41^{\circ} 34' 60''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (10) nolu havzada Başköy deresi ve Komçiret deresi havzanın ana kolunu oluşturmaktadır, havzanın mansabında Küre, Çiller ve Geniştas mahalleleri bulunmaktadır. Havzanın doğusunda bulunan Komçiret sırtı ile ulaşılan Komçiret Tepe (1622 m.) kuzey doğu sınırını oluşturur. Kuzeyinde Gemkaya Tepe (1860 m.), kuzeybatısında Gorgodi Tepe (1900 m.)

bulunmakta ve yine kuzeybatısında bulunan Koriyetkayası sırtı ile batı sınırını oluşturan Lomiget Tepe (1060 m.)'ye ulaşılmaktadır. Havzanın güney sınırında ise yerleşim alanları bulunmaktadır.

### 3.2.4.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda andezit ve kıltaşı olmak üzere iki farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 40). Havza alanının 824.49 ha'nını andezit anakayasına üzerinde gelişen topraklar, 647.82 ha'nını ise kıltaşı anakayasına üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 25).



Şekil 40. (10) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 25. (10) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Andezit	824.49	56.00
Kıltaşı	647.82	44.00
Toplam	1472.31	100.00

### 3.2.4.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 150 nüfuslu Küre (TÜİK, 2014) köyü bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, fındık, mısır, yonca, çayırotu, kiraz, elma, domates, biber ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

Halk tarım faaliyetlerinin yanısıra hayvan otlatarak ve orman işlerinde (üretim, nakliyat, yol yapımı, ağaçlandırma) çalışarak geçimlerini sağlamaya çalışmaktadır. Orman içerisindeki ve civarındaki halkın ormanlardan faydalanması, üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde olmaktadır. Bunun dışında yöre halkı, ormanlardan, zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar ormanlarda başıboş ve usulsüz otlatılmaktadır. Daha düzenli olan büyükbaş hayvancılık, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Arıcılık çok yaygın ve civarda tanınmış olup, genelde yerli kovanlarla yapılmaktadır (Anonim, 2006c).

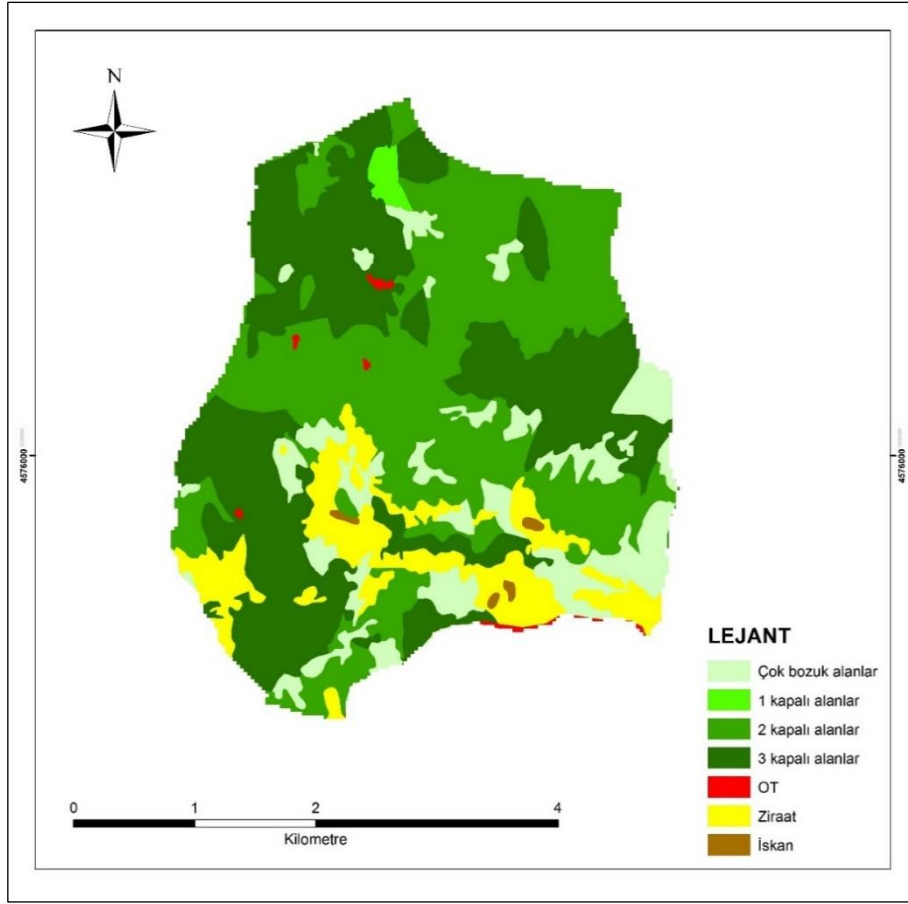
### 3.2.4.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(10) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 41) aşağıda gösterilmiştir.

Havzada 1301.04 ha alan ile toplam alanın % 88.37'sini orman alanları, 160.74 ha ile % 10.92'sini ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 75.48'i verimli orman sınıfındadır (Tablo 26).

Tablo 26. (10) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı					
Alan (ha)	11.70	566.28	533.43	189.63	5.22	160.74	5.31	1472.31
Oran (%)	0.79	38.46	36.23	12.89	0.35	10.92	0.36	100.00



Şekil 41. (10) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

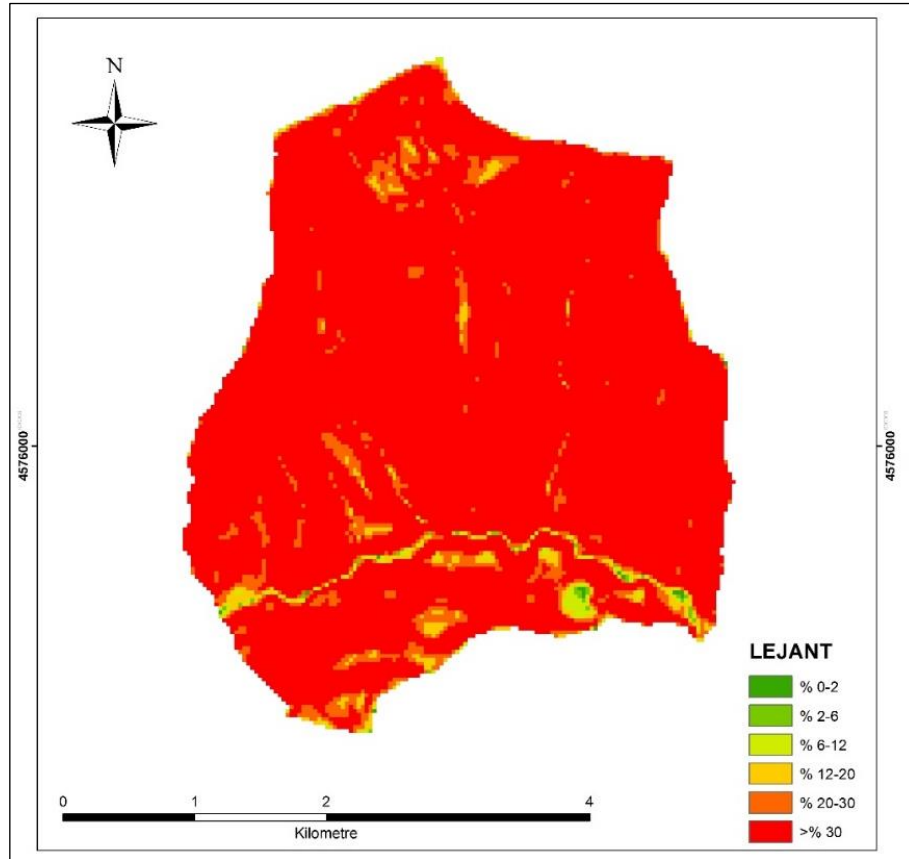
Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçağaç (*Acer* L.), Karağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Kiraz (*Prunus avium* L.) Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Aliç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006c).

### 3.2.4.5. Havzanın Eğim Durumu

(10) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 27’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 96.63’ü çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 42). Ortalama eğim ise % 55.27’dir.

Tablo 27. (10) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	1.44	0.10
Hafif (% 2-6)	3.24	0.22
Orta (% 6-12)	11.97	0.81
Dik (% 12-20)	32.94	2.24
Çok Dik (% 20-30)	97.65	6.63
Sarp (>% 30)	1325.07	90.00
Toplam	1472.31	100.00



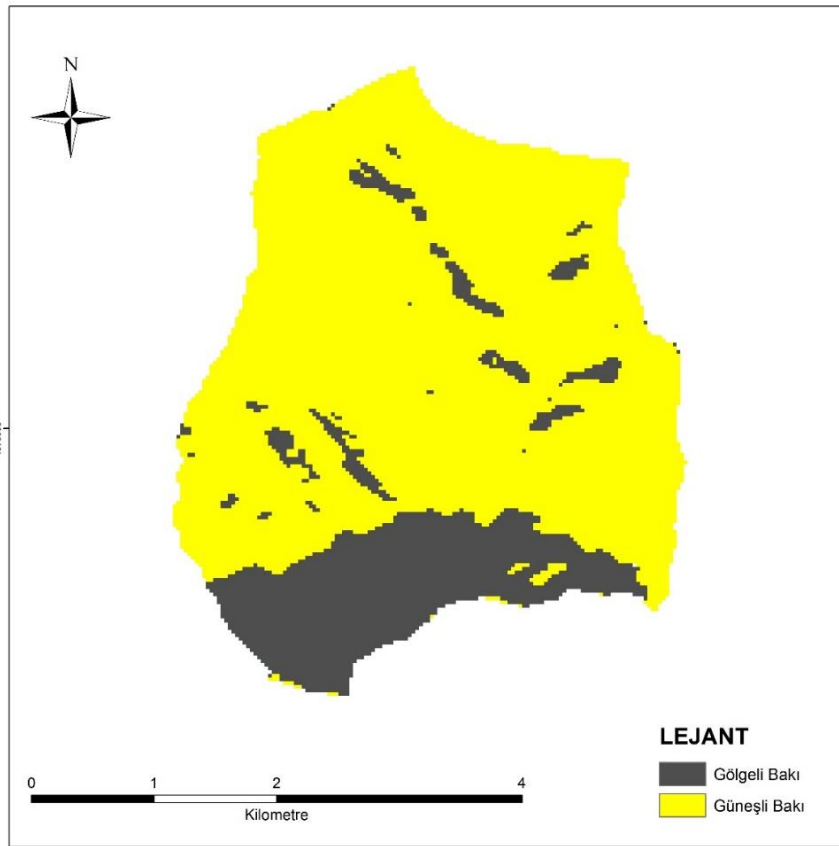
Şekil 42. (10) nolu model havza eğim sınıfları haritası

### 3.2.4.6. Havzanın Bakı Durumu

(10) nolu model havzada 311.58 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1160.73 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 43). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 28'de verilmiştir.

Tablo 28. (10) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	311.58	1160.73	1472.31
Oran (%)	21.16	78.84	100.00



Şekil 43. (10) nolu model havza bakı grupları haritası

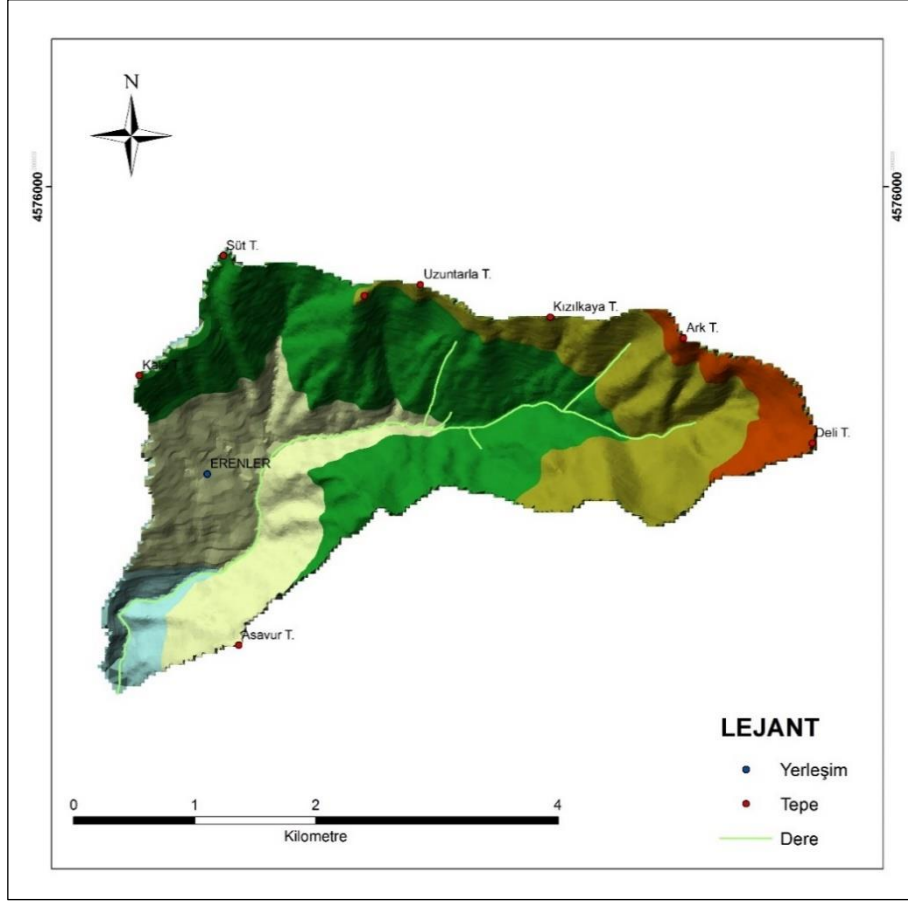
### 3.2.5. (16) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.5.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (16) nolu model havza Artvin ili, Borçka ve Merkez ilçe sınırlarında yer almaktadır. Yaklaşık olarak 6 km uzunluğunda güneybatı-kuzeydoğu istikametinde uzanmaktadır.



Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 16 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 44). Havza Artvin F47 b4 paftasında yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 917 m'dir.



Şekil 44. (16) nolu model havzanın topografik yapısı

(16) nolu model havza  $41^{\circ} 16' 34''$ - $41^{\circ} 17' 46''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 46' 52''$ - $41^{\circ} 50' 51''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır.

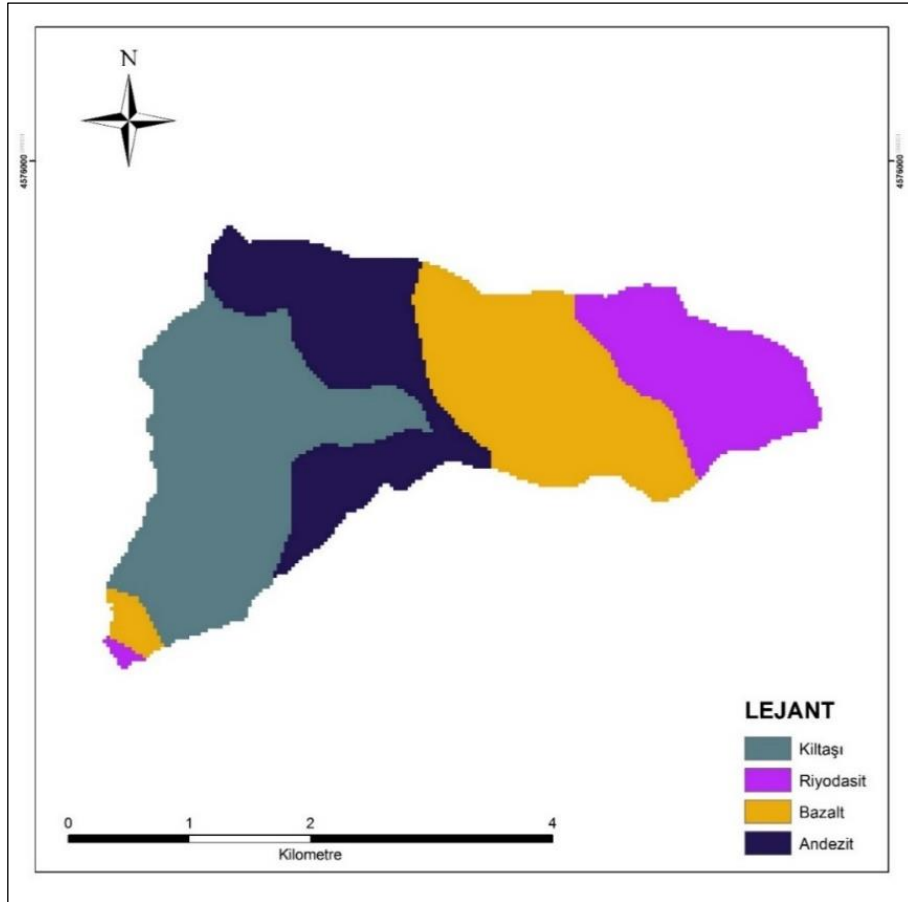
(16) nolu havzada Düz dere havzanın ana kolunu oluşturmakta ve mansap kısmında Çoruh nehrine birleşmektedir. Güneybatı sınırında Asavur Tepe (697 m.), güney sınırında Lopata Tepe (1010 m.), güneydoğusunda Beğimaşer Tepe (1460 m.), doğusunda Deli Tepe (1770 m.), kuzeydoğusunda Ark Tepe (1600 m.)ve Kızılkaya Tepe (1306 m.), kuzeyinde Uzuntarla Tepe (1217 m.), kuzeybatısında Süt Tepe (1083 m.), batı sınırında ise Kale Tepe (952 m.) bulunmaktadır.

### 3.2.5.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda kıltaşı, bazalt, andezit ve riyodasit olmak üzere dört farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 45). Havza alanının 368.19 ha'nı kıltaşı, 277.83 ha'nı bazalt, 244.08 ha'nı andezit (Şekil 46) ve 169.29 ha'nı ise riyodasit anakayasası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 29).

Tablo 29. (16) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Kıltaşı	368.19	34.75
Bazalt	277.83	26.23
Andezit	244.08	23.04
Riyodasit	169.29	15.98
Toplam	1059.39	100.00



Şekil 45. (16) nolu model havzanın jeoloji haritası



Şekil 46. 16 numaralı model havza andezit anakayası üzerinde gelişen orman toprağından bir görünüm

### **3.2.5.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneğı**

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 211 nüfuslu Erenler (TÜİK, 2014) köyü bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, mısır, fasulye, korunga, elma, biber ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

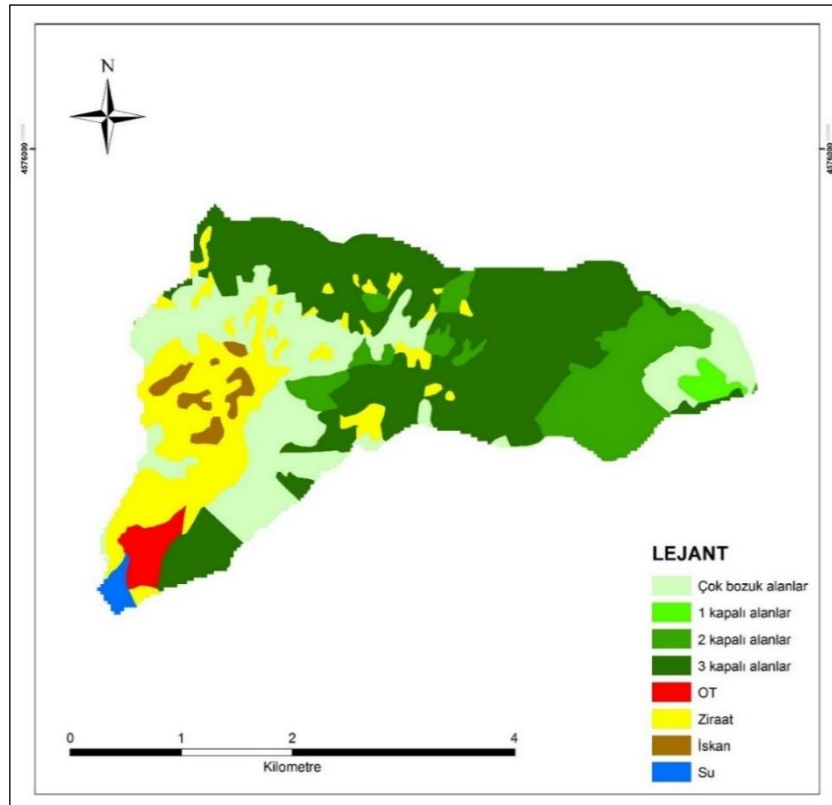
Nüfusun büyük çoğunluğu ormana bitişik ve orman içerisinde yerleşmiş durumdadır. Köylü ormancılık faaliyetleri için yeterli iş gücü sağlayabilmektedir. Üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde çalışırlar. Bunun dışında, ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar usulsüz otlatılmaktadır (Anonim, 2006a).

### 3.2.5.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(16) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 47) aşağıda gösterilmiştir.

Havzada 831.06 ha alan ile toplam alanın % 78.44'ünü orman alanları (Şekil 48), 176.04 ha ile % 16.62'sini ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 55.32'si verimli orman sınıfındadır (Tablo 30).



Şekil 47. (16) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 30. (16) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Su	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı						
Alan (ha)	12.96	141.66	431.46	244.98	21.87	176.04	21.15	9.27	1059.39
Oran (%)	1.22	13.37	40.73	23.12	2.06	16.62	2.00	0.88	100.00

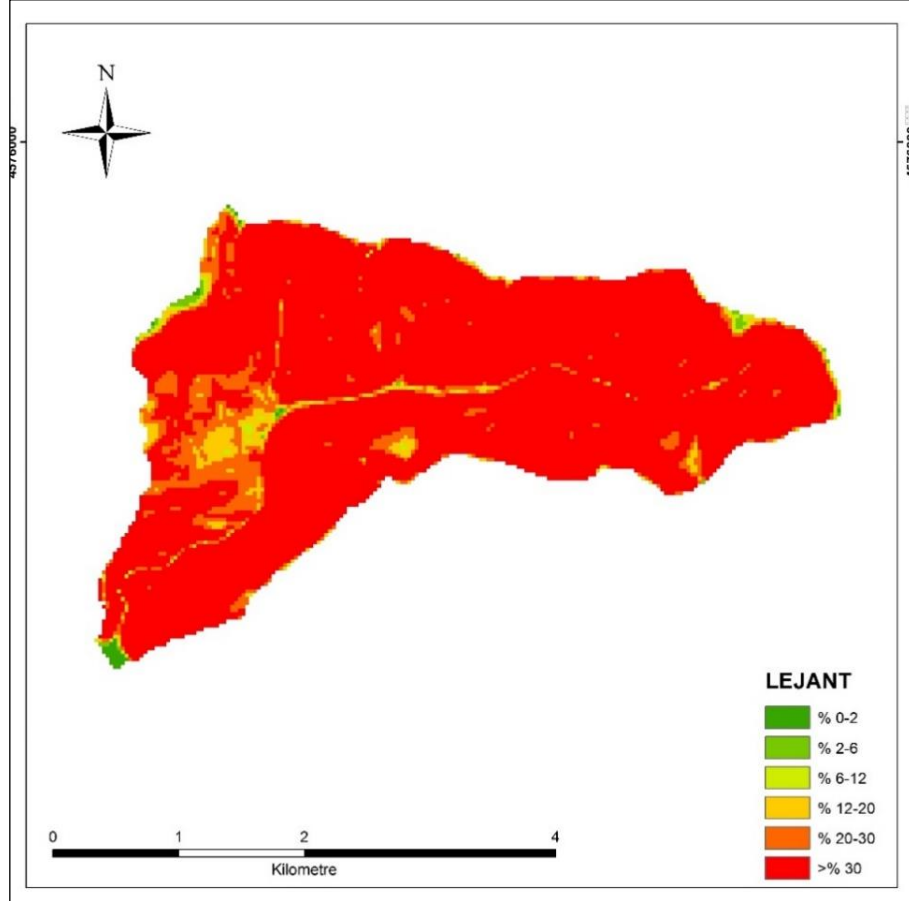


Şekil 48. 16 numaralı model havza orman ve OT alanlarından bir görünüm

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu Gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.), Söğüt (*Salix* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*İlex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani Armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006a).

### 3.2.5.5. Havzanın Eğim Durumu

(16) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 31’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 94.87’si çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 49). Ortalama eğim ise % 49.69’dur.



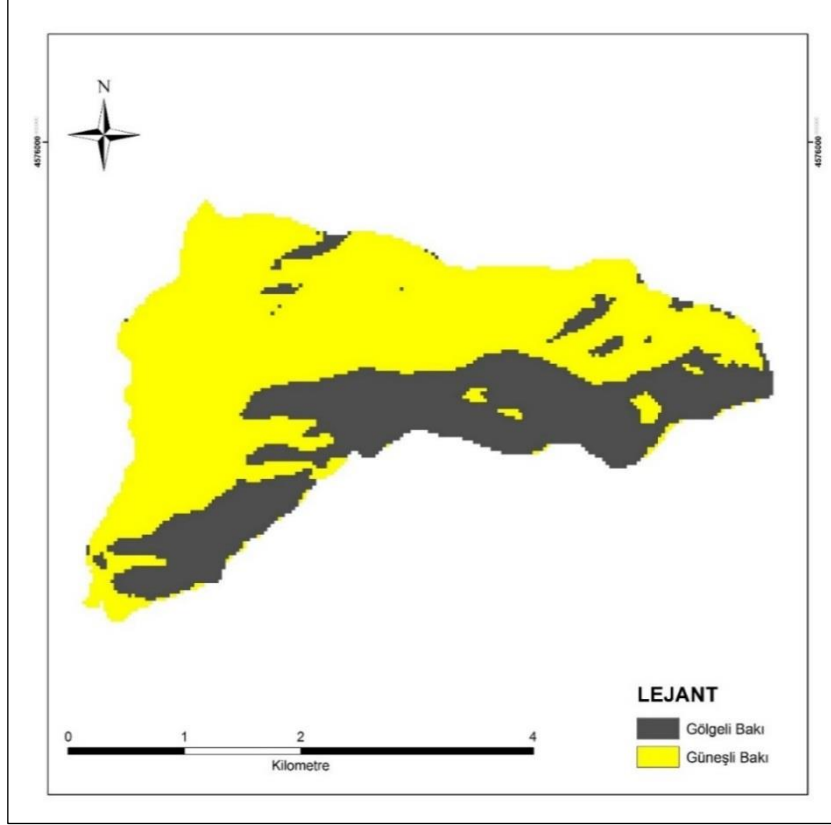
Şekil 49. (16) nolu model havza eğim sınıfları haritası

Tablo 31. (16) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	3.42	0.32
Hafif (% 2-6)	4.59	0.43
Orta (% 6-12)	9.63	0.91
Dik (% 12-20)	36.81	3.47
Çok Dik (% 20-30)	96.57	9.12
Sarp (>% 30)	908.37	85.75
Toplam	1059.39	100.00

### 3.2.5.6. Havzanın Bakı Durumu

(16) nolu model havzada 375.75 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 683.64 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 50). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 32'de verilmiştir.



Şekil 50. (16) nolu model havza bakı grupları haritası

Tablo 32. (16) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

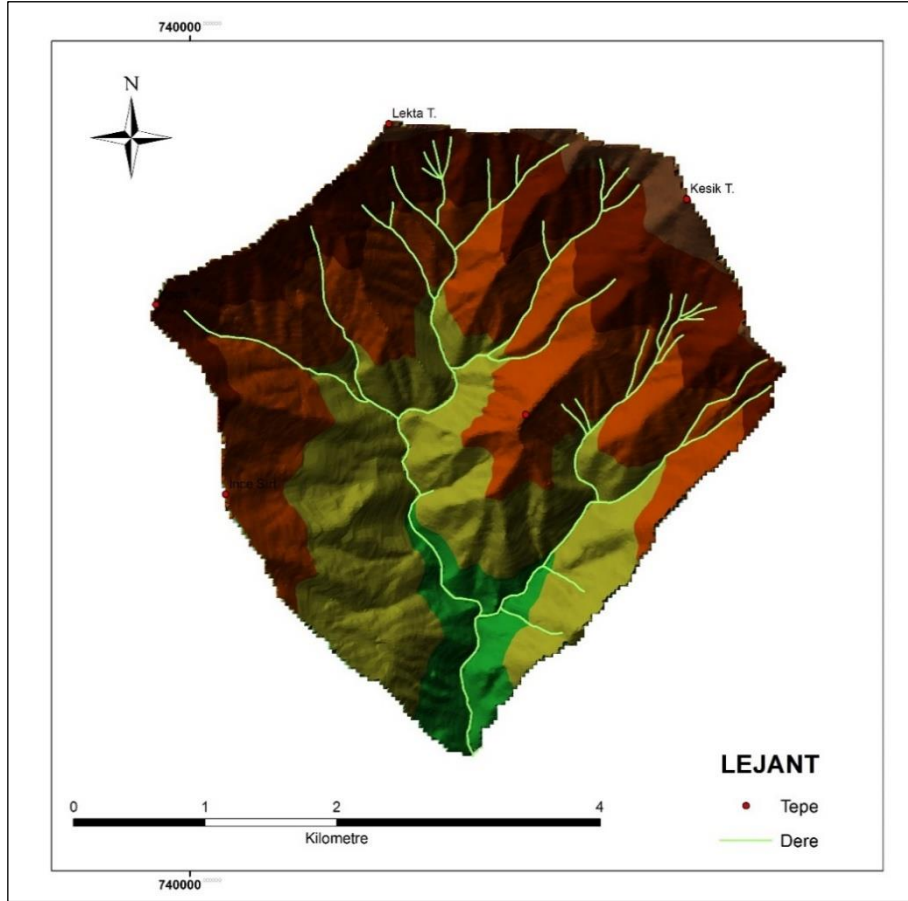
Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	375.75	683.64	1059.39
Oran (%)	35.47	64.53	100.00

### 3.2.6. (22) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.6.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (22) nolu model havza Artvin ili, Merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup küçük bir kısmı Borçka ilçe sınırlarındadır. Yaklaşık olarak 5 km uzunluğunda güney-kuzey istikametinde uzanmaktadır.

Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 22 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 51). Havza sınırları Artvin F47 b3, F47 b4, F47 c1 ve F47 c2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1635 m'dir.



Şekil 51. (22) nolu model havzanın topografik yapısı

(22) nolu model havza  $41^{\circ} 14' 05''$ - $41^{\circ} 16' 41''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 51' 41''$ - $41^{\circ} 55' 06''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (22) nolu havzada Hırhan deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, havzanın mansabında Varlık mezarası bulunmaktadır.

Güneydoğusunda Kazankaya Tepe (1330 m.) bulunmakta doğu sınırındaki Görese sırtı ile de kuzeydoğu sınırındaki Kesik Tepe (2469 m.)'ye ulaşılmaktadır (Şekil 52). Havzanın kuzey sınırında ise Lekta Tepe (2342 m.), kuzeybatı sınırında Kons Tepe (2192 m.) bulunmakta, batısında bulunan İnce sırt ile de havzanın mansabına ulaşılmaktadır.

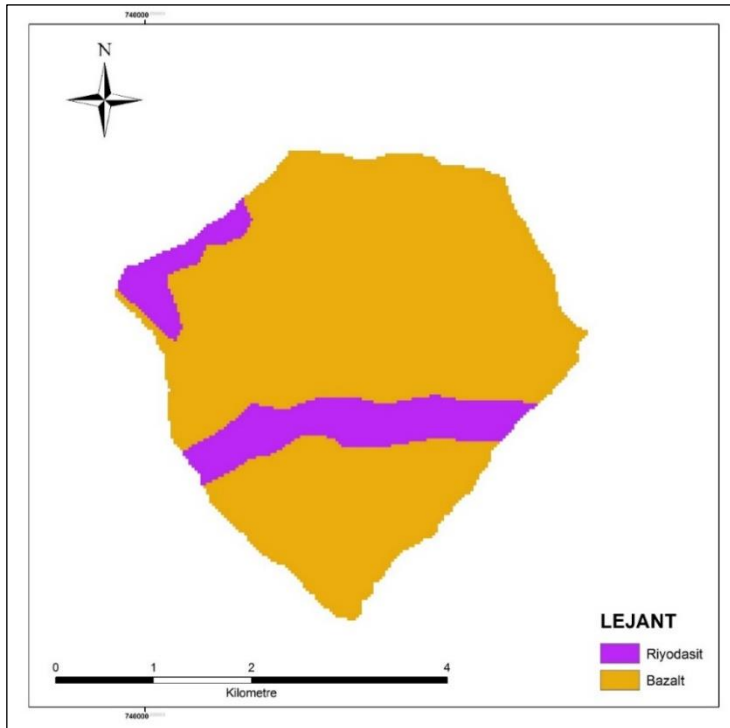




Şekil 52. 22 numaralı model havza orman üst sınırından havzanın görünümü

### 3.2.6.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt ve riyodasit olmak üzere iki farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 53). Havza alanının 1209.60 ha'nı bazalt anakayası üzerinde gelişen topraklar, 203.67 ha'nı ise riyodasit anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 33).



Şekil 53. (22) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 33. (22) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	1209.60	85.6
Riyodasit	203.67	14.4
Toplam	1413.27	100.00

### 3.2.6.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

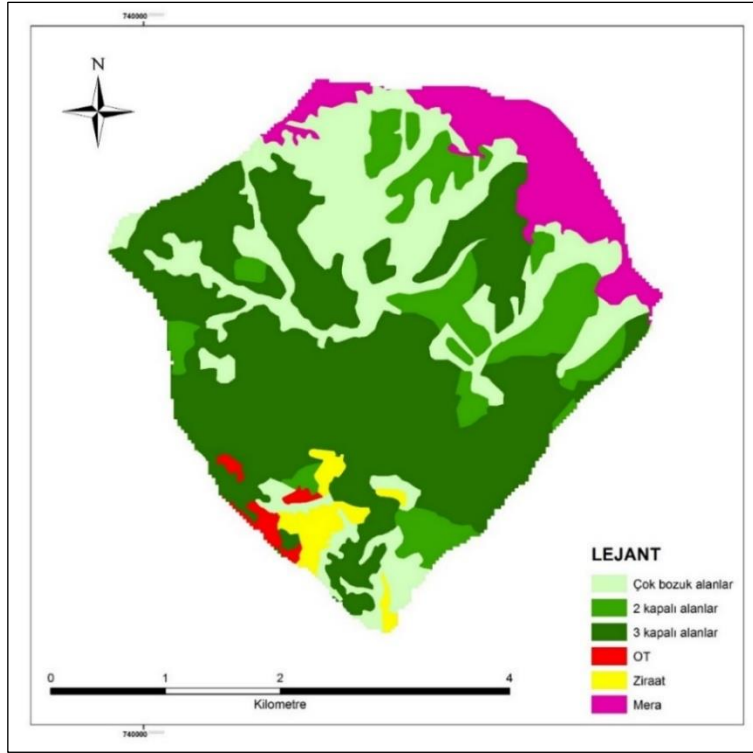
Tarımsal ürün olarak, mısır, fasulye, çayırotu yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a). Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak Varlık köyüne ait mezraa bulunmakta ve üst rakımlarında bulunan Varlık yaylasında yaylacılık faaliyetleri yapılmaktadır.

Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar ormanlarda başıboş ve usulsüz otlatılmaktadır. Gençleştirme alanları tel çit ile çevrili olduğu için otlatma zararı asgari düzeye indirilmiştir. Ayrıca, gençleştirme alanlarından yeterli boya ulaşan ve otlatma ile zarar verilemeyecek duruma gelen alanlardan tel çitler kaldırılmaktadır. Daha düzenli olan büyükbaş hayvancılığı, ahır hayvancılığı şeklinde yapılmaktadır. Bu olumlu ve desteklenmesi gerekli bir faaliyettir. Böylece halkın gelir seviyesi yükseltilerek, ormanlar üzerindeki baskılar bir miktar da olsa azalmış olacaktır (Anonim, 2006a).

### 3.2.6.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

Arazi kullanım şeklindeki farklılıklar ve toprak yüzeyinde bulunan bitki örtüsü toprak kaybını etkileyen en önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Arazi kullanım şekillerindeki farklılıklar hem yağışın erosiv etkisini değiştirmekte hem de yeryüzüne ulaştıktan sonra yüzeysel akışı etkilemektedir. Bitki örtüsü isetürüne ve toprağı örtme oranına bağlı olarak yağmur damlalarının eroziv etkisini kırmak suretiyle toprağı çarpma enerjisini zayıflatmakta ve yüzeysel akışı yavaşlatarak erozyonu önlemektedir.

(22) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 54) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 1233.90 ha alan ile toplam alanın % 87.31'ini orman alanları, 130.05 ha ile % 9.20'sini mera alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 60.88'i verimli orman sınıfına girmektedir (Tablo 34).



Şekil 54. (22) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 34. (22) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

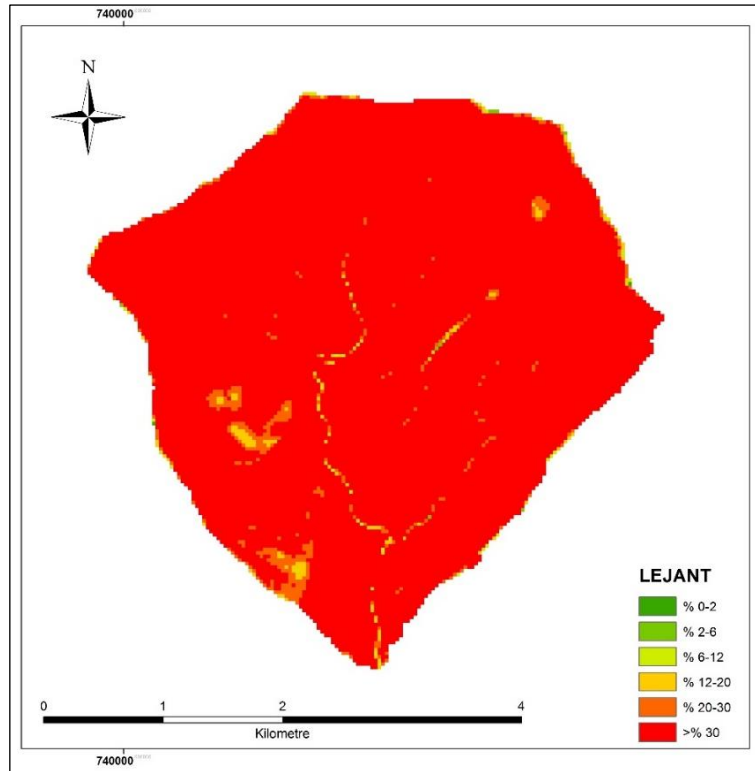
Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	Mera	Ziraat	OT	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı					
Alan (ha)	-	179.91	680.49	373.50	130.05	34.65	14.67	1413.27
Oran (%)	-	12.73	48.15	26.43	9.20	2.45	1.04	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Söğüt (*Salix* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet), Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris*

Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.); otsu bitkiler ise Eğrelti (*Pteridium sp.*), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Laden (*Cistus* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Düğün çiçeği (*Ranunculus sp.*), Çan çiçeği (*Campanula rofundifolia* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Kekik (*Thymus*), Sıklamen (*Cyclamen coum* Mill.), Sütleğen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.), Üçgül (*Trifolium* L.), Mürver (*Sambucus* L.), Brom (*Bromus sp.*), Kuzukulağı (*Rumex* L.), Geven (*Astragalus* L.), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006a).

### 3.2.6.5. Havzanın Eğim Durumu

(22) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 35’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 98.65’i çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 55). Ortalama eğim ise % 66.18’dir.



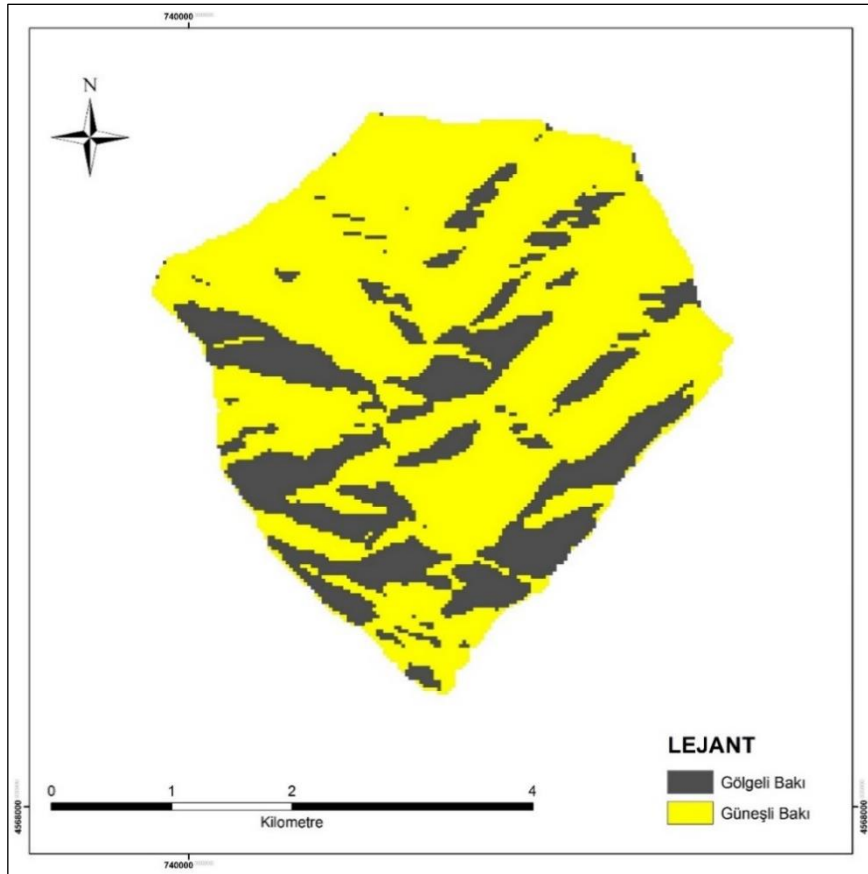
Şekil 55. (22) nolu model havza eğim sınıfları haritası

Tablo 35. (22) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	0.18	0.01
Hafif (% 2-6)	0.81	0.06
Orta (% 6-12)	3.42	0.24
Dik (% 12-20)	14.67	1.04
Çok Dik (% 20-30)	41.04	2.90
Sarp (>% 30)	1353.15	95.75
Toplam	1413.27	100.00

### 3.2.6.6. Havzanın Bakı Durumu

(22) nolu model havzada 406.53 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1006.74 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 56). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 36'da verilmiştir.



Şekil 56. (22) nolu model havza bakı grupları haritası

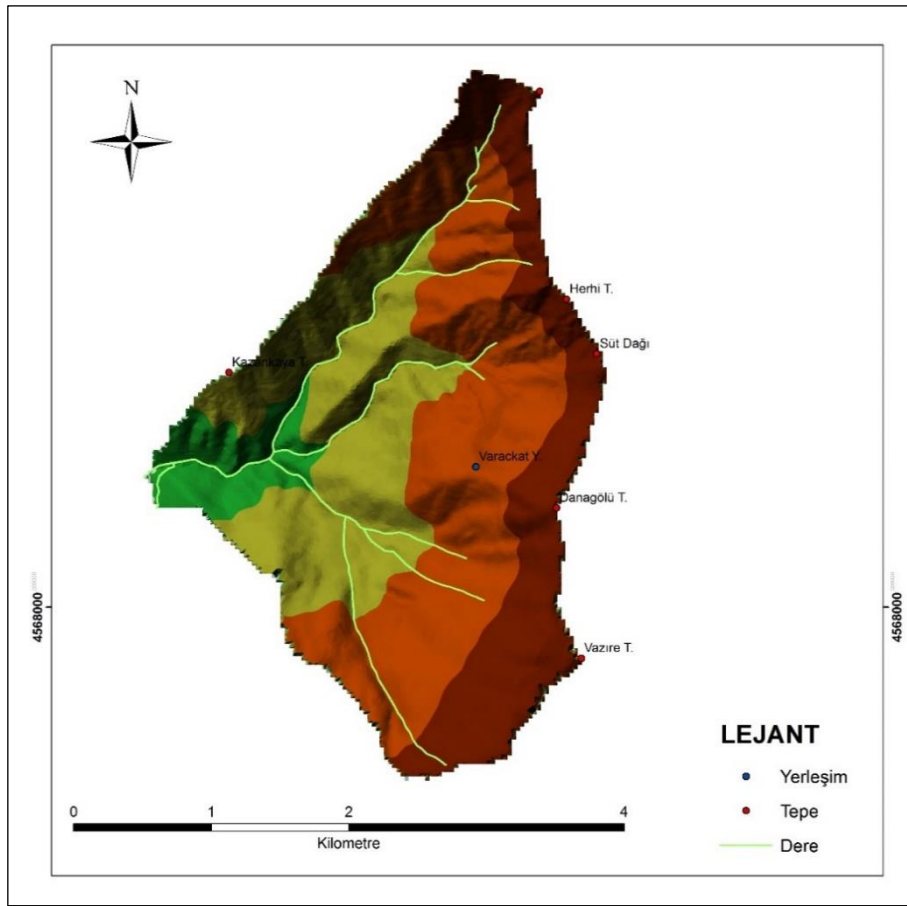
Tablo 36. (22) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	406.53	1006.74	1413.27
Oran (%)	28.77	71.23	100.00

### 3.2.7. (23) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.7.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (23) nolu model havza Artvin ili, merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 4 km uzunluğunda batı-doğu istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 25 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 57). Havza sınırları Artvin F47 b3 ve F47 c2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1595 m'dir.



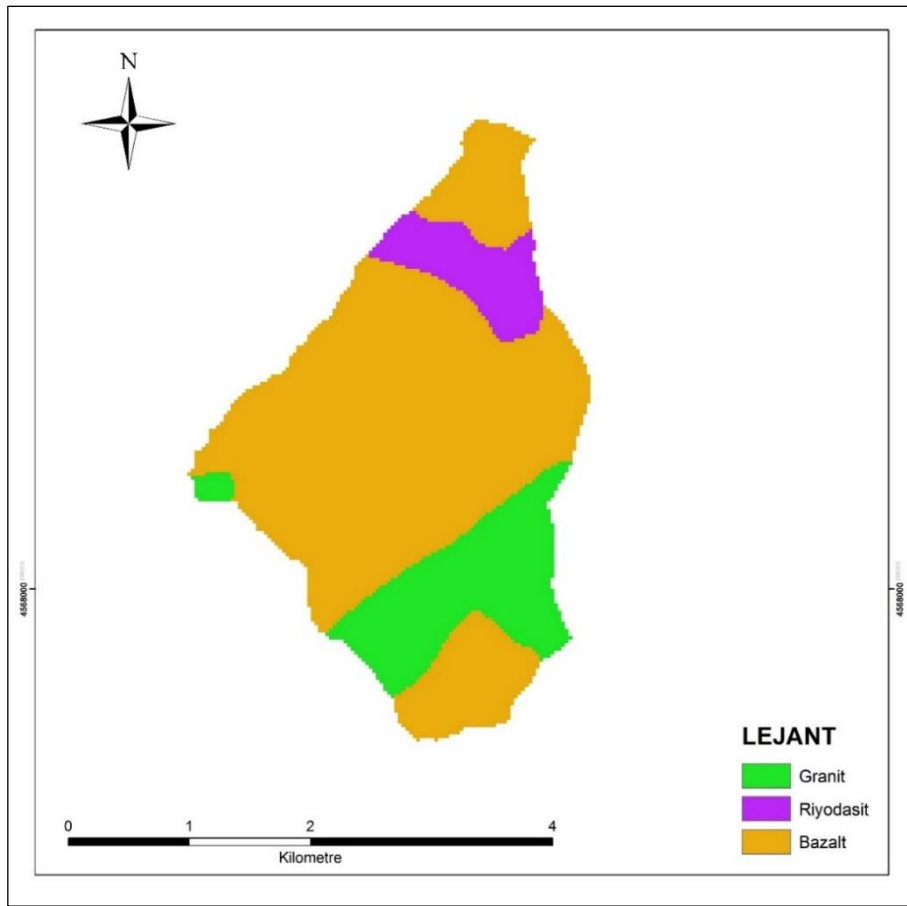
Şekil 57. (23) nolu model havzanın topoğrafik yapısı

(23) nolu model havza  $41^{\circ} 12' 53''$ - $41^{\circ} 15' 37''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 53' 25''$ - $41^{\circ} 55' 46''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (23) nolu havzada Barbal deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, havzanın mansabında Kayacık mahallesi bulunmaktadır. Havzanın güney sınırında Süt Dağı mevki (2000 m.), güneydoğu sınırında Vazire Tepe (2122 m.), doğusunda Danagölü Tepe (2040 m.), kuzeydoğusunda Lekta Tepe (2040 m.) ve Herhi Tepe (2050 m.) bulunmaktadır;

kuzeybatı sınırında bulunan Görese sırtı ile de batı sınırını oluşturan Kazankaya Tepe (1330 m.)'ye ulaşılmaktadır.

### 3.2.7.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt, granit ve riyodasit olmak üzere üç farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 58). Havza alanının 688.50 ha'ını bazalt, 172.98 ha'ını granit (Şekil 59), 75.06 ha'ını ise riyodasit anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 37).



Şekil 58. (23) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 37. (23) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	688.50	73.52
Granit	172.98	18.47
Riyodasit	75.06	8.01
Toplam	936.54	100.00



Şekil 59. 23 numaralı model havza granit anakayasından bir görünüm

### **3.2.7.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği**

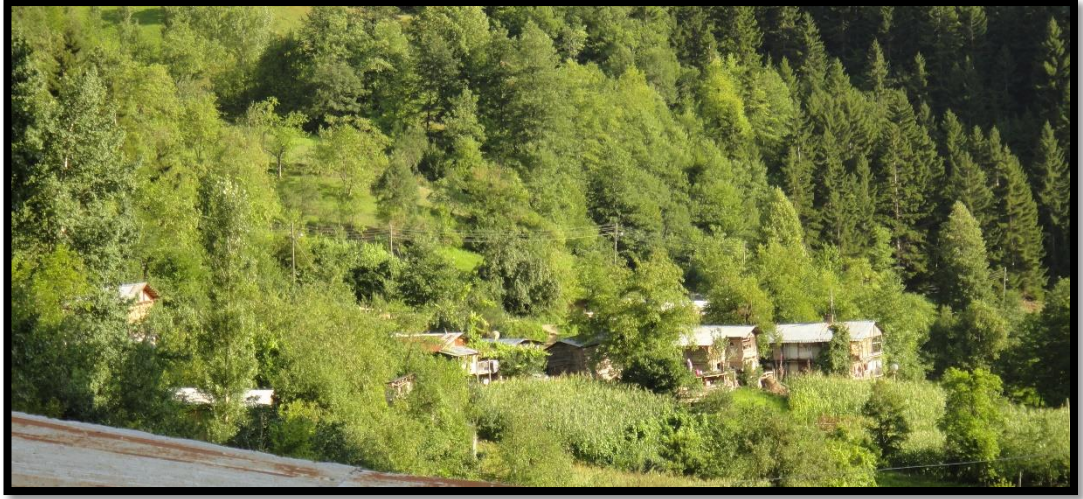
Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 196 nüfuslu Varlık (TÜİK, 2014) köyüne ait mahalleler (Kayacık, Aşağısubaşı, Yukarıgedik) bulunmaktadır.

Tarımsal ürün olarak mısır, fasulye, çayırotu, üzüm, korunga, elma, biber ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

Nüfusun büyük çoğunluğu ormana bitişik ve orman içerisinde yerleşmiş durumdadır. Köyler ve bunlara bağlı çok dağınık haldeki mahallelerde oturmaktadırlar (Şekil 60). Köylü üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde çalışmaktadır. Bunun dışında, ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir, çoğunlukla büyükbaş hayvancılık yapılmaktadır (Anonim, 2006a). Havza üst sınırında bulunan Varaçkat yaylasında yaylacılık faaliyetleri yapılmaktadır.

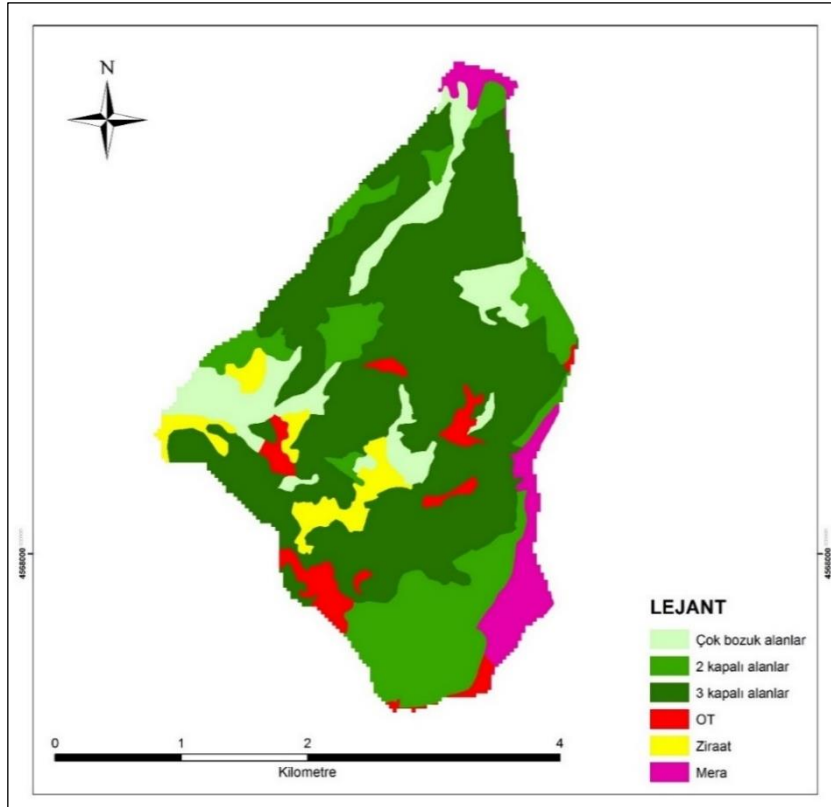




Şekil 60. 23 numaralı model havza yerleşim alanlarından bir görünüm.

#### 3.2.7.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(23) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 61) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 801.72 ha alan ile toplam alanın % 85.60'ını orman alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 74.33'ü verimli orman statüsündedir (Tablo 38).



Şekil 61. (23) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

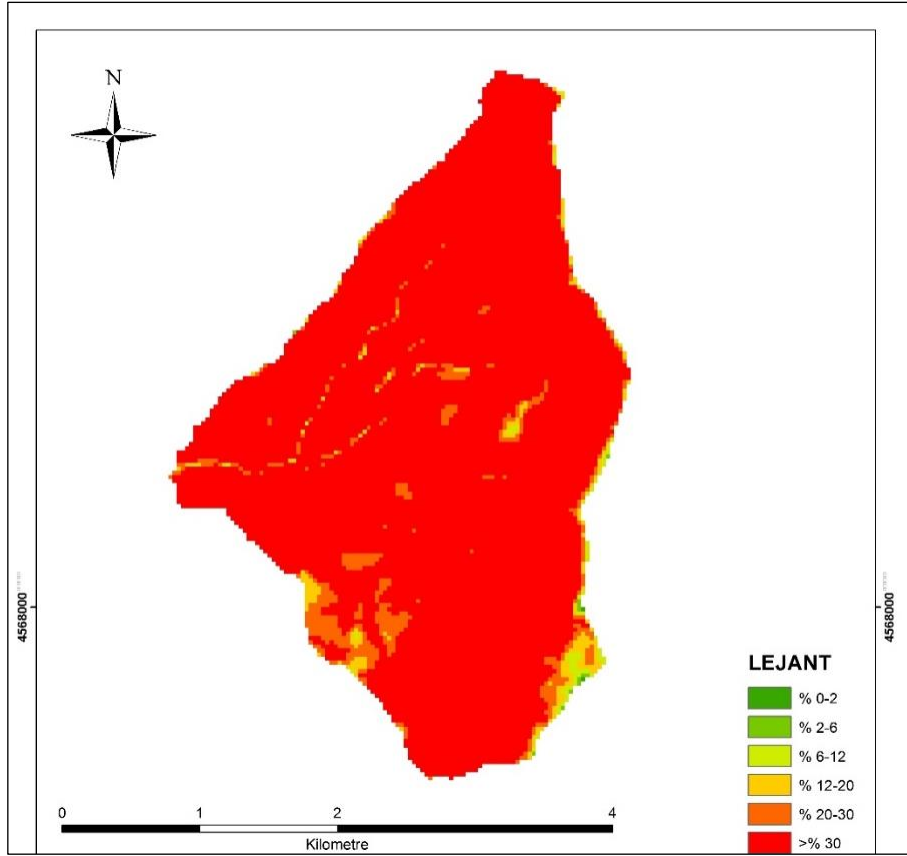
Tablo 38. (23) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	Mera	Ziraat	OT	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı					
Alan (ha)	-	180.99	517.95	102.78	52.02	43.83	38.97	936.54
Oran (%)	-	19.33	55.30	10.97	5.55	4.69	4.16	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu Gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Söğüt (*Salix* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani Armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006a).

### 3.2.7.5. Havzanın Eğim Durumu

(23) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 39'da belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 97.02'si çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 62). Ortalama eğim ise % 57.66'dır.



Şekil 62. (23) nolu model havza eğim sınıfları haritası

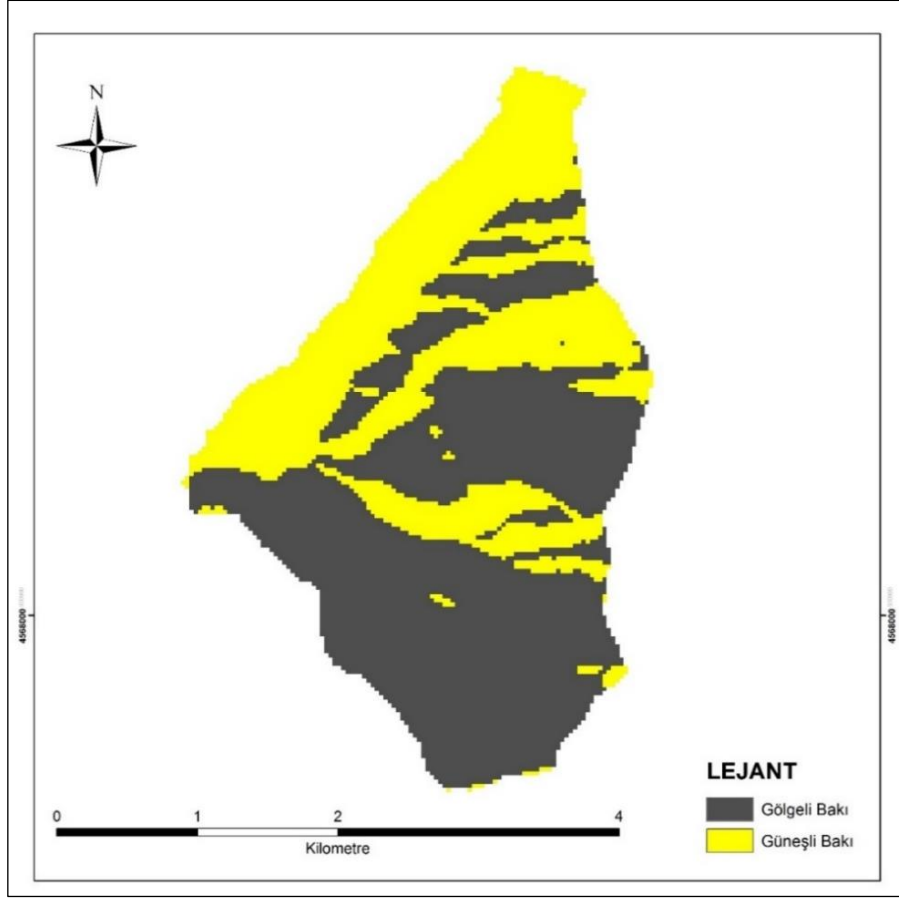
Tablo 39. (23) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	0.18	0.02
Hafif (% 2-6)	1.08	0.12
Orta (% 6-12)	7.02	0.75
Dik (% 12-20)	19.53	2.09
Çok Dik (% 20-30)	51.39	5.49
Sarp (>% 30)	857.34	91.53
<b>Toplam</b>	<b>936.54</b>	<b>100.00</b>

### 3.2.7.6. Havzanın Bakı Durumu

(23) nolu model havzada 565.11 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 371.43 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 63).

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları ise Tablo 40'da verilmiştir.



Şekil 63. (23) nolu model havza bakı grupları haritası

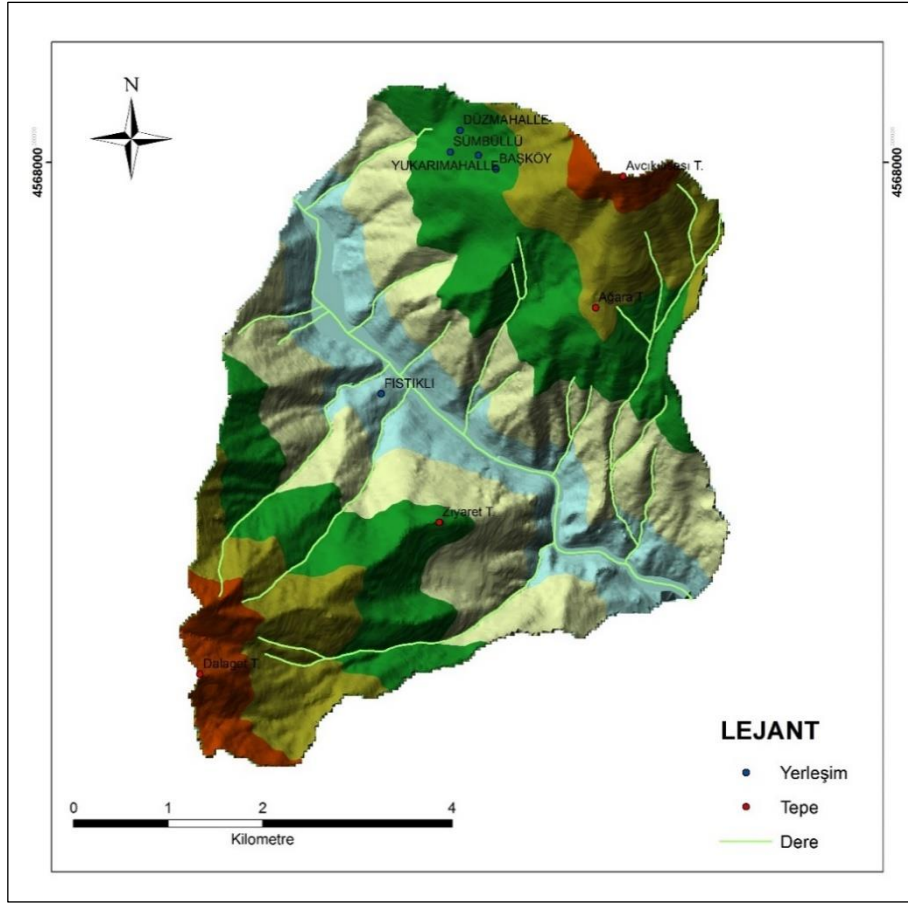
Tablo 40. (23) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	565.11	371.43	936.54
Oran (%)	60.34	39.66	100.00

### 3.2.8. (27) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.8.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (27) nolu model havza Artvin ili, merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Çoruh Nehri ana kolu üzerinde bulunan güneybatı-kuzeydoğu ve kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanan yan derelerden oluşmaktadır; yaklaşık olarak 8 km uzunluğundadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 23 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 64). Havza Artvin F47 c1 paftasında yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 800 m'dir.

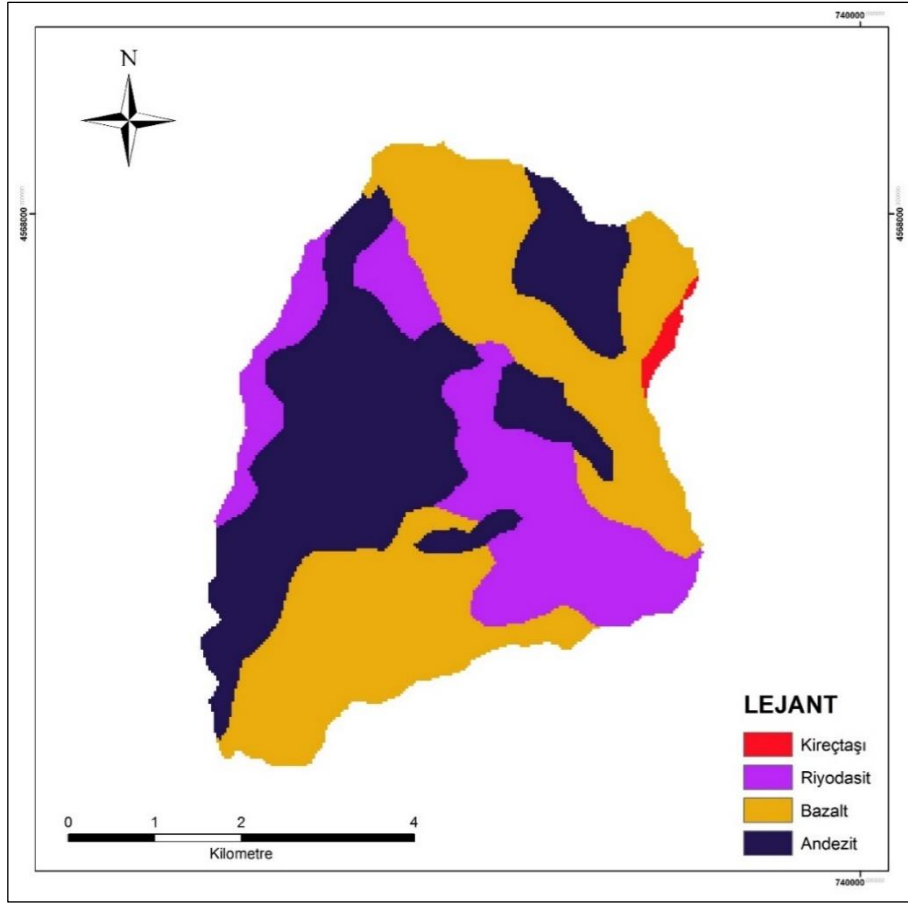


Şekil 64. (27) nolu model havzanın topografik yapısı

(27) nolu model havza  $41^{\circ} 10' 21''$ - $41^{\circ} 14' 02''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 46' 24''$ - $41^{\circ} 50' 07''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (27) nolu havza Çoruh Nehri ana kolu üzerinde bulunan Benzinlik Deresi, Sülüklü Deresi, Sabanağev Deresi, Kurdiget Deresi ve Dalaget Deresini kapsamaktadır. Havzanın doğu sınırında Pikalt Tepe (1210 m.), kuzeydoğu sınırında Avcıkilisesi Tepe (1727 m.) bulunmakta, Harmana sırtı ile de kuzey sınırını oluşturan Kale Tepe (1080 m.)'ye ulaşılmaktadır. Batı sınırında ise Kolaset Tepe (1380 m.), güneybatı sınırında Kuvapt Tepe (1748 m.) ve Dalaget Tepe (1740m.) ve Nazıl Tepe (1740 m.) bulunmaktadır.

### 3.2.8.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt, andezit, riyodasit ve kireçtaşı olmak üzere dört farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 65). Havza alanının 1181.79 ha'nını bazalt, 1037.70 ha'nını andezit, 624.33 ha'nını riyodasit, ve 19.89 ha'nını ise kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 41).



Şekil 65. (27) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 41. (27) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	1181.79	41.27
Andezit	1037.70	36.24
Riyodasit	624.33	21.80
Kireçtaşı	19.89	0.69
<b>Toplam</b>	<b>2863.71</b>	<b>100.00</b>

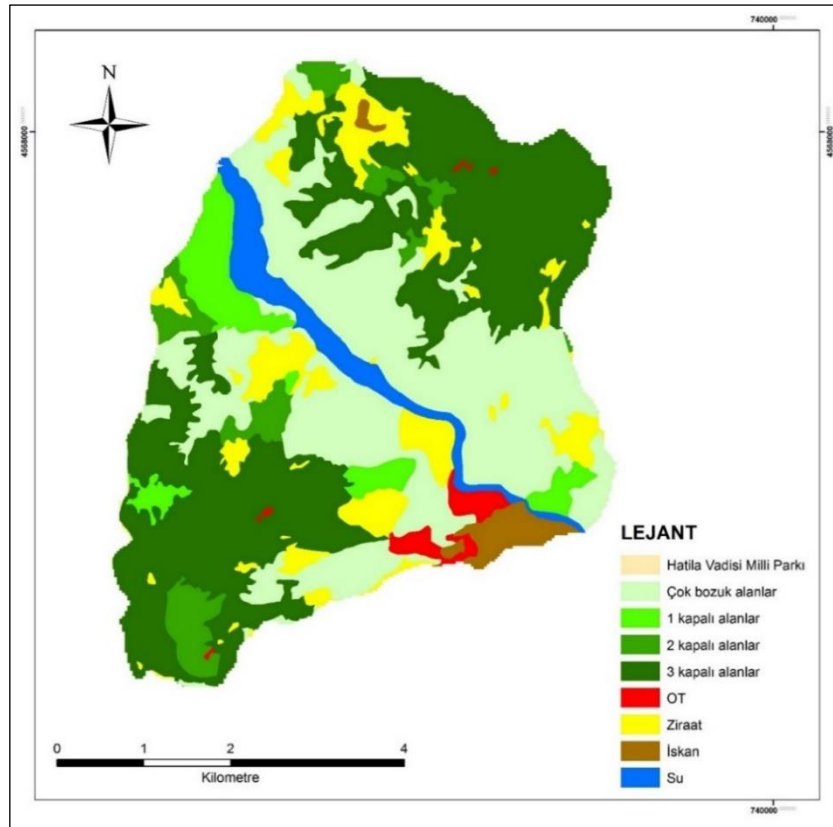
### 3.2.8.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 132 nüfuslu Fıstıklı ve 127 nüfuslu Sümbüllü (TÜİK, 2014) köyü ve bu köylere bağlı çok sayıda mahalle ile Artvin merkez ilçeye bağlı mahalleler de bulunmaktadır. Tarımsal ürün olarak ceviz, mısır, fasulye, fındık, zeytin, çayırotu, yonca, buğday, elma, kiraz, üzüm, biber, patates, domates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a). Halk merkez ilçeye bağlı mahalleler, köyler ve köylere bağlı dağınık haldeki mahallelerde oturmaktadırlar. Ayrıca orman içi ve civarında serpili durumda tek tek evler de çoğunluktadır.

Köylü nüfusun büyük kısmı ormancılık faaliyetlerinde çalışarak ve hayvancılıkla geçinirler. Köylü ormancılık faaliyetleri için yeterli iş gücü sağlayabilmektedir. Üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde çalışırlar. Bunun dışında, ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Büyük ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar usulsüz otlatılmaktadır. Gençleştirme alanları tel çit ile çevrili olduğu için otlatma zararı asgari düzeye indirilmiştir(Anonim, 2006a, 2006b).

#### 3.2.8.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(27) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 66) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 2342.88 ha alan ile toplam alanın % 81.81'ini orman alanları, 289.89 ha ile % 10.12'sini ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 49.83'ü verimli orman sınıfında yer alırken% 31.98'i çok bozuk alanlar sınıfında yer almaktadır (Tablo 42).



Şekil 66. (27) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 42. (27) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kul. Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Su	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı						
Alan (ha)	160.2	148.6	1118.2	915.93	44.8	289.9	57.5	128.1	2863.71
Oran (%)	5.59	5.19	39.05	31.98	1.57	10.12	2.01	4.49	100.00

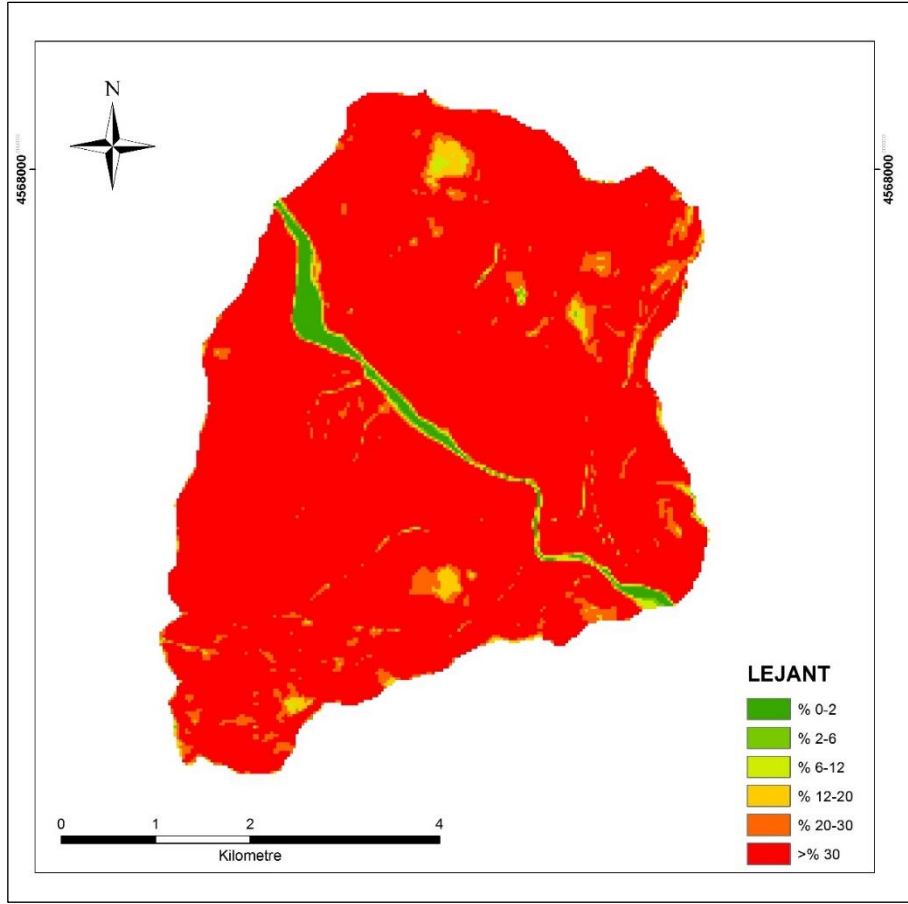
Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Söğüt (*Salix* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Huş (*Betula pendula* Roth.), Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006a, 2006b).

### 3.2.8.5. Havzanın Eğim Durumu

(27) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 43’de belirtilmiştir.

Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 95.32’si çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 67). Ortalama eğim ise % 57.88’dir.





Şekil 67. (27) nolu model havza eğim sınıfları haritası

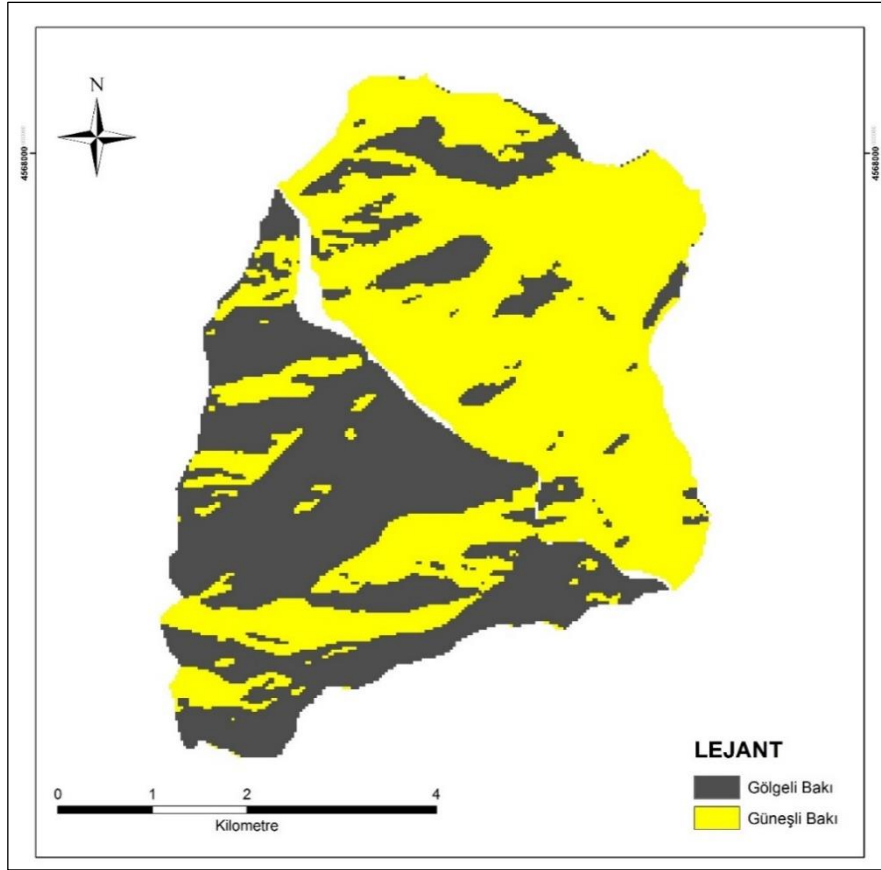
Tablo 43. (27) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	45.36	1.58
Hafif (% 2-6)	13.14	0.46
Orta (% 6-12)	21.33	0.74
Dik (% 12-20)	54.54	1.90
Çok Dik (% 20-30)	152.82	5.34
Sarp (>% 30)	2576.52	89.98
<b>Toplam</b>	<b>2863.71</b>	<b>100.00</b>

### 3.2.8.6. Havzanın Bakı Durumu

(27) nolu model havzada 1238.67 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1625.04 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 68).

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 44'de verilmiştir.



Şekil 68. (27) nolu model havza bakı grupları haritası

Tablo 44. (27) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

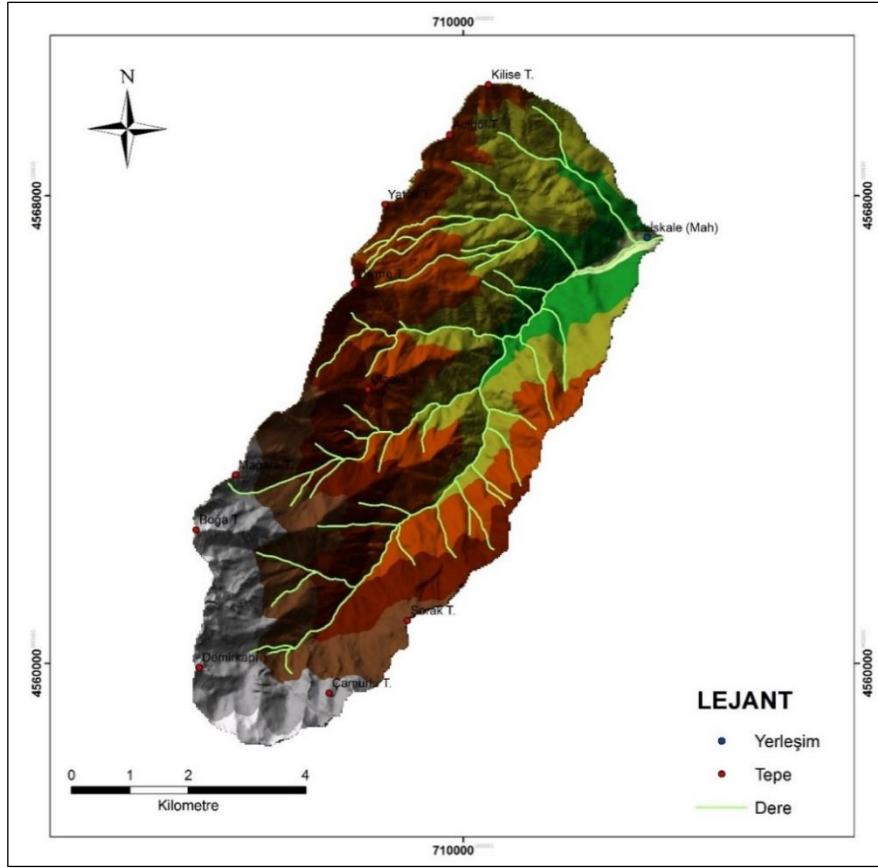
Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1238.67	1625.04	2863.71
Oran (%)	43.25	56.75	100.00

### 3.2.9. (28) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.9.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (28) nolu model havza Artvin ili, Murgul ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup küçük bir kısmı Arhavi ilçe sınırlarındadır. Yaklaşık olarak 11 km uzunluğunda kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanmaktadır.

Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 30 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 69). Havza sınırları Artvin F47 a4, F47 d1 ve F46 c2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1837 m'dir.



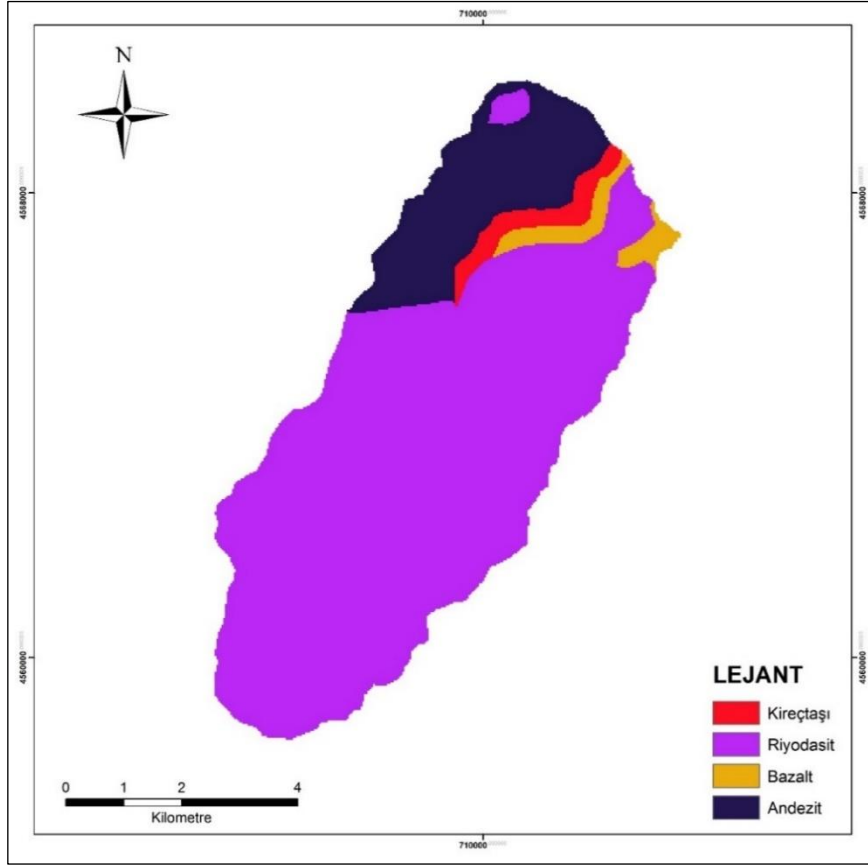
Şekil 69. (28) nolu model havzanın topografik yapısı

(28) nolu model havza  $41^{\circ} 09' 36''$ - $41^{\circ} 12' 08''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 26' 53''$ - $41^{\circ} 32' 45''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (28) nolu havzada Mutuvan deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, havzanın mansabında İskale mahallesi bulunmaktadır. Havzanın kuzeyinde Kilise Tepe (1760 m.) bulunmakta, kuzeydoğusunda bulunan Uzun sırt ile Doğu sınırını oluşturan Kankule Tepe (1948 m.)'ye ulaşılmaktadır. Güneydoğusunda Şorak Tepe (2424 m.), güneyinde Kızıl Tepe (3300 m.), güneybatısında Demirkapı Tepe (3196 m.), Boğa Tepe (3131 m.) ve Mağara Tepe (2913 m.), kuzeybatısında Dikme Tepe (2068 m.), Yatak Tepe (1832 m.) ve Acıgöl tepe (1813 m.) ile sınırlanmaktadır.

### 3.2.9.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda riyodasit, andezit, bazalt ve kireçtaşı olmak üzere dört farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 70). Havza alanının 3623.22 ha'nı riyodasit, 733.41 ha'nı andezit, 131.85 ha'nı bazalt

ve 130.68 ha'ını kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 45).



Şekil 70. (28) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 45. (28) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Riyodasit	3623.22	78.44
Andezit	733.41	15.88
Bazalt	131.85	2.85
Kireçtaşı	130.68	2.83
Toplam	4619.16	100.00

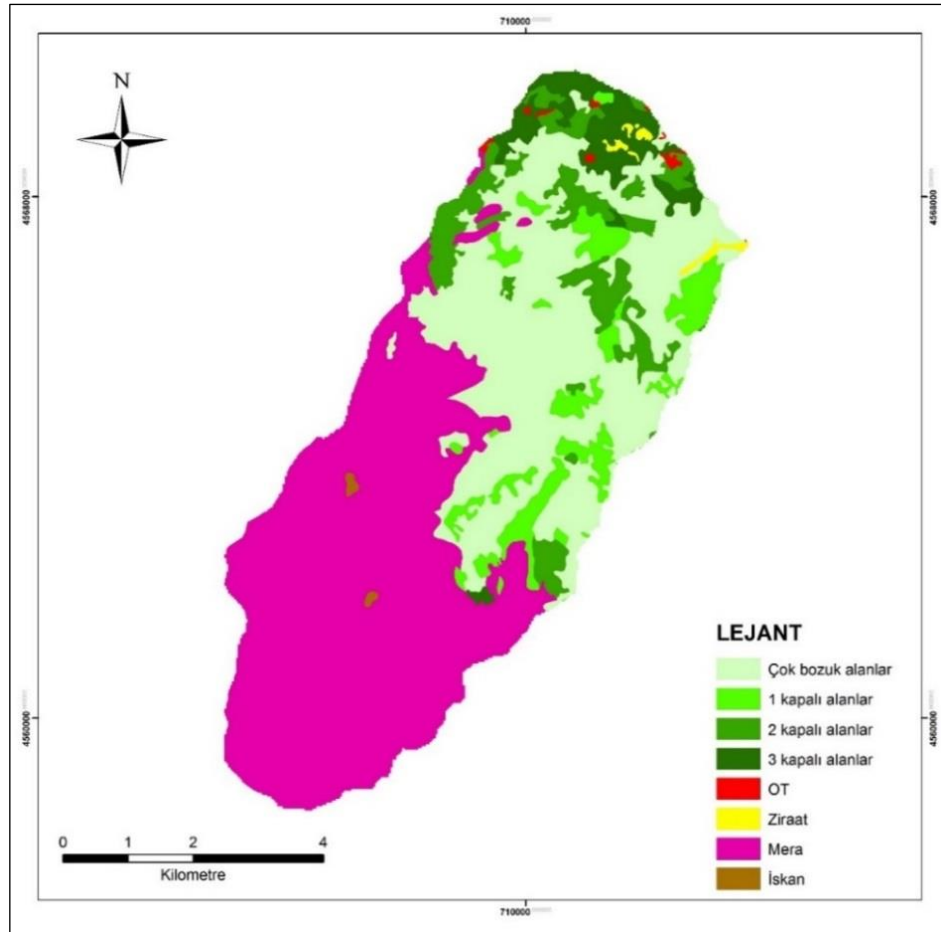
### 3.2.9.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havzanın ortalama yükseltisi fazla olduğundan çok fazla ve büyük yerleşim yeri bulunmamaktadır. Havza alanı içerisindeki yerleşim yerleri mansap kısmında bulunan İskale Mahallesi (on-onbeş haneyi geçmeyen bu mahallelerde çok az insan yaşar) ile mezralar ve havzanın yukarı kısımlarındaki Mağara ve İnekli yaylarıdır. Orman içi ve civarındaki halkın geçim imkanı arazi şartları nedeniyle çok kısıtlıdır. Ziraate elverişli arazi çok az (dere vadilerinde ve küçük sahalar halinde) olduğundan

tarımsal faaliyet yok denecek kadar azdır, buna karşın yaylacılık faaliyetleri beraberinde hayvancılık yapılmaktadır. Genellikle büyükbaş hayvancılık ile uğraşmaktadır. Halk kendine yetecek kadar hayvancılık ve arıcılık yapar. Ormancılık faaliyetleride ayrıca gelir kaynağıdır. Orman alanları civarındaki halkın çoğunluğu hayvancılıkla ve ormancılık faaliyetlerinde çalışarak geçinirler. Halk ormanlardan faydalanmakta, üretim işlerinde (kesim, taşıma), gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde yer almaktadırlar (Anonim, 2006e, 2006f).

#### 3.2.9.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(28) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 71) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 2386.71 ha alan ile toplam alanın % 51.67'sini orman alanları (Şekil 72), 2188.08 ha ile % 47.37'sini mera alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 32.12'si çok bozuk alanlar sınıfındadır (Tablo 46).



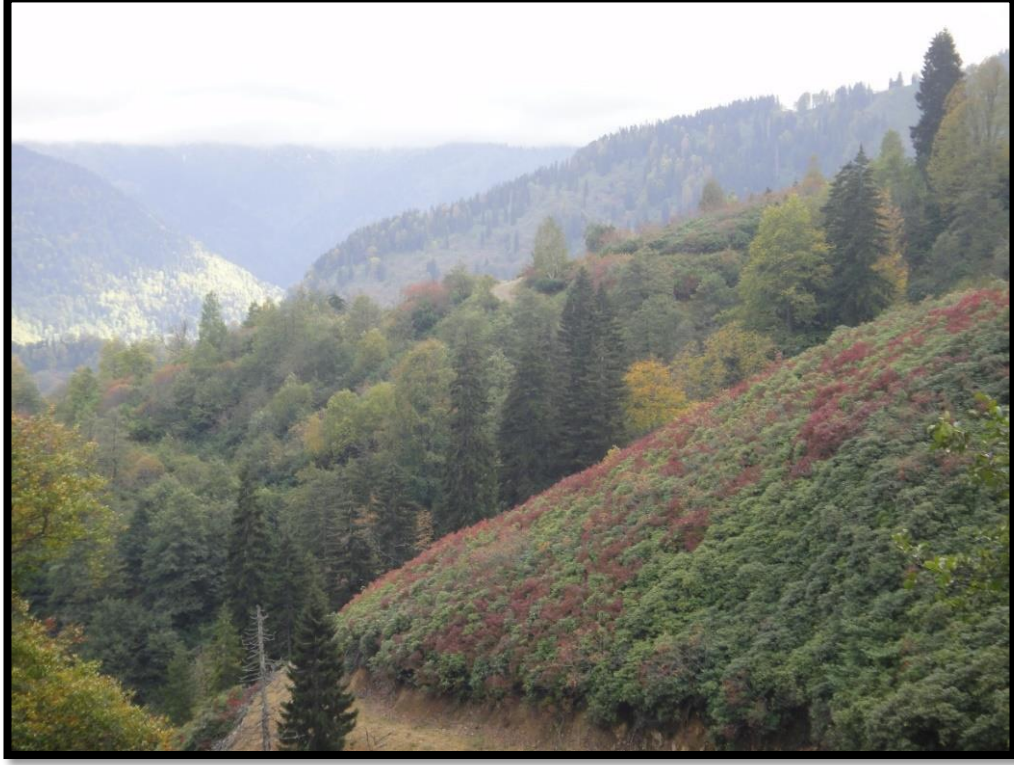
Şekil 71. (28) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 46. (28) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kul. Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	Mera	Ziraat	İskân	OT	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı						
Alan (ha)	324.90	362.07	216.09	1483.65	2188.08	22.05	8.55	13.77	4619.16
Oran(%)	7.03	7.84	4.68	32.12	47.37	0.48	0.19	0.29	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Doğu Karadeniz Göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu Gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz.) ve Ceviz (*Juglans regia* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani Armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.), Funda (*Erica arborea* L.)ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.); otsu bitkiler ise Laden (*Cistus* L.), Eğrelti (*Pteridium* sp.), Orman Çileği (*Fragaria vesca* L.), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Papatya (*Inula helenium* L.), Dügün çiçeği (*Ranunculus* sp.), Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.), Çan çiçeği (*Canpanulla rofundifolia* L.), Cehri (*Rhamnus catharticus* L.), Kardelen (*Galanthus krasnowii* L.), Yoğurt otu (*Galium* sp. L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Nane (*Mentha* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Ökse otu, (*Viscum album* L.), Çiğdem (*Colchicum autumnale* L.), Kekik (*Thymus*), Hanımeli (*Lonicera periclymenum*), Sıklamen (*Cyclamen coum* Mill.), Sütleşen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yüksük otu (*Digitalis ferruginea* L.), Unutmabeni çiçeği (*Myosotis* sp.), Tarak otu (*Morina persica* L.), Güzelavratotu (*Atropa belladonna* L.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Sahlep (*Orchis* sp.), Kapari (*Capparis spinosa* L.), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.),

Üçgül (*Trifolium L.*), Mürver (*Sambucus L.*), Brom (*Bromus sp.*), Kuzukulağı (*Rumex L.*), Geven (*Astragalus L.*), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata L.*) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006e, 2006f).



Şekil 72. 28 numaralı model havzadan bir görünüm.

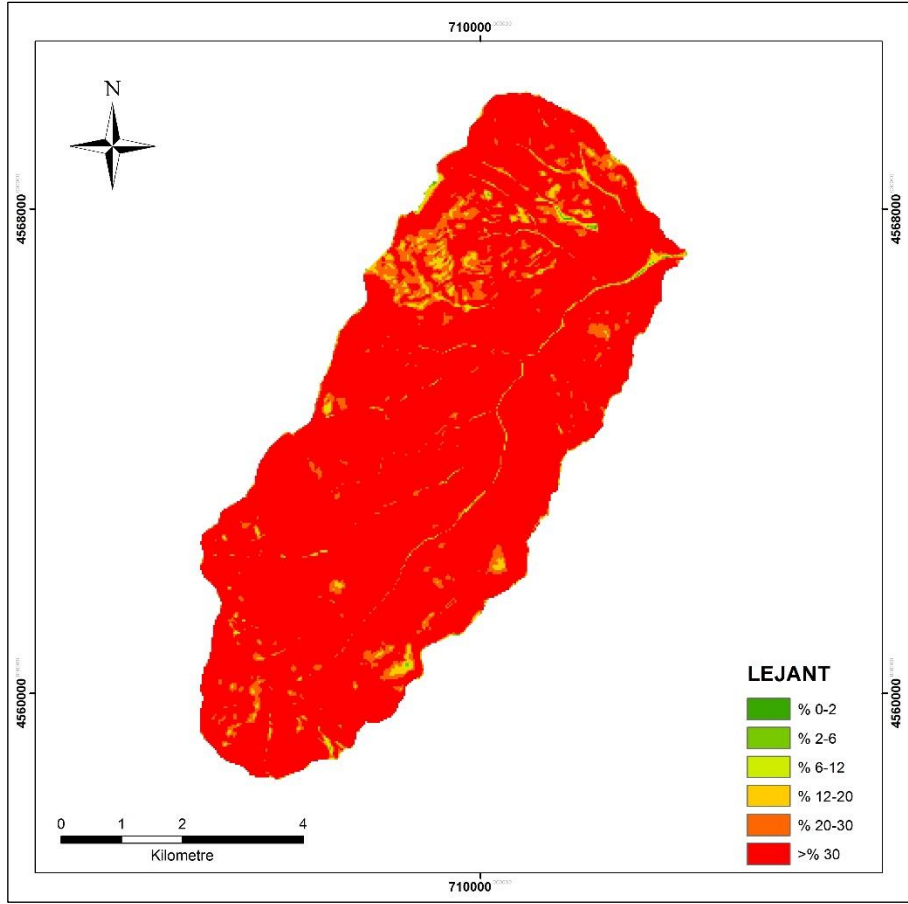
### 3.2.9.5. Havzanın Eğim Durumu

(28) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 47’de belirtilmiştir.

Tablo 47. (28) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	1.71	0.04
Hafif (% 2-6)	5.94	0.13
Orta (% 6-12)	20.52	0.44
Dik (% 12-20)	106.11	2.30
Çok Dik (% 20-30)	330.30	7.15
Sarp (>% 30)	4154.58	89.94
Toplam	4619.16	100.00

Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 97.09’u çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 73). Ortalama eğim ise % 57.91’dir.



Şekil 73. (28) nolu model havza eğim sınıfları haritası

### 3.2.9.6. Havzanın Bakı Durumu

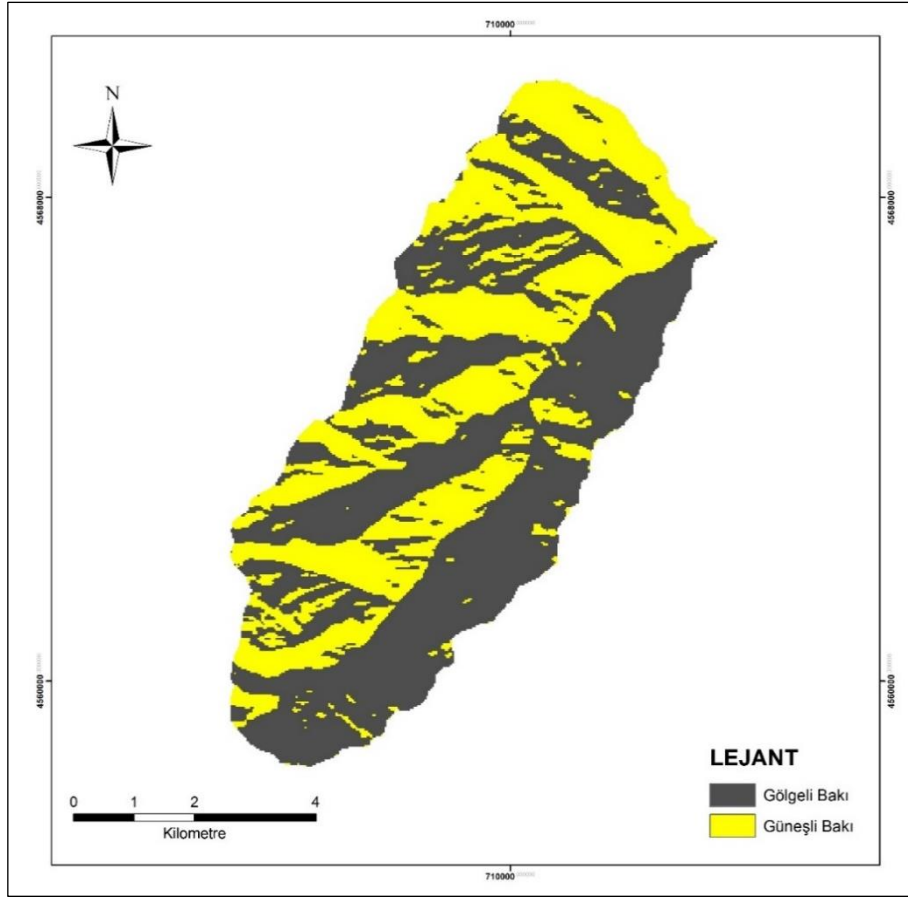
(28) nolu model havzada 2673.90 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1945.26 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 74).

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 48'de verilmiştir.

Tablo 48. (28) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	2673.90	1945.26	4619.16
Oran (%)	57.89	42.11	100.00





Şekil 74. (28) nolu model havza bakı grupları haritası

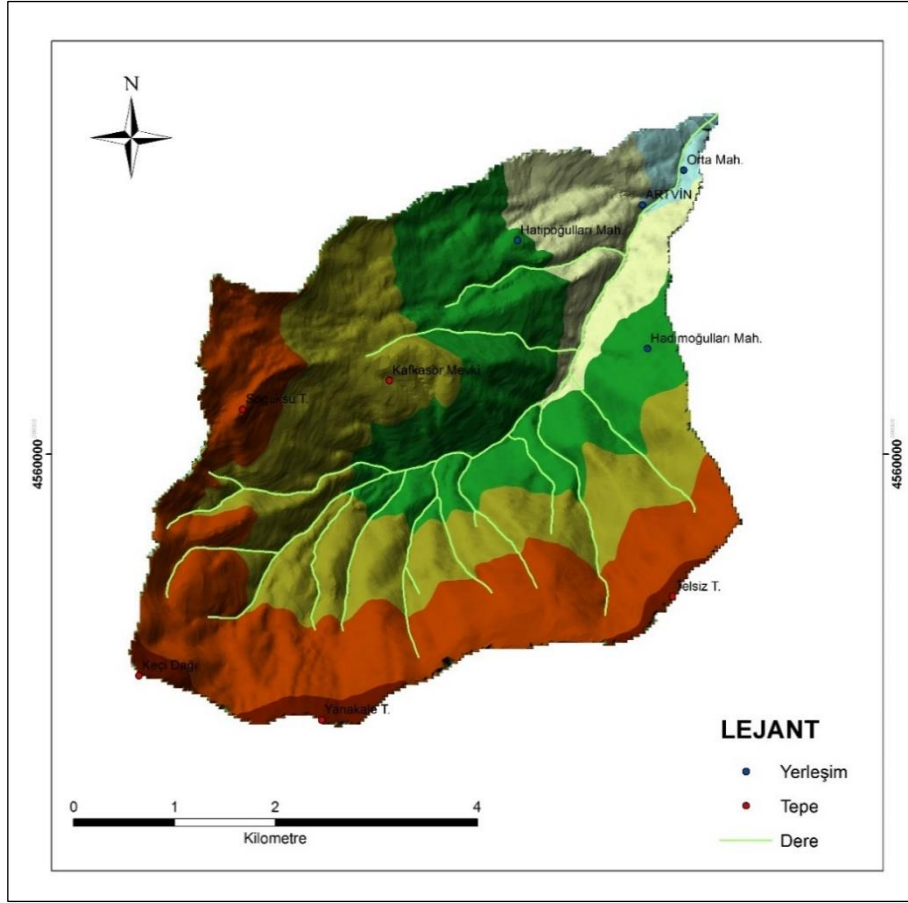
### 3.2.10. (34) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.10.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (34) nolu model havza Artvin ili, merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 8 km uzunluğunda kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 27 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 75). Havza Artvin F47 c1 paftasında yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1255 m'dir. (34) nolu model havza 41° 08' 10"-41° 10' 39" kuzey enlemleri ile 41° 45' 52"-41° 50' 09" doğu boylamları arasında yer almaktadır.

(34) nolu havzada Fabrika deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, mansabında ise Çoruh nehrine birleşmektedir. Kuzeydoğusunda bulunan Hadımoğulları sırtı ile güneydoğu sınırında bulunan Telsiz Tepe (1930 m.)'ye ulaşılmaktadır. Güneyinde Yanakale Tepe (1990 m.), güneybatısında Keçi Dağı (2047 m.) ve Salalet Tepe

(1671 m.), batısında Cerat Tepe (1812 m.) ile sınırlanmakta, kuzeybatısında bulunan Mizoğlu sırtı ile de havzanın mansabına ulaşılmaktadır.



Şekil 75. (34) nolu model havzanın topografik yapısı

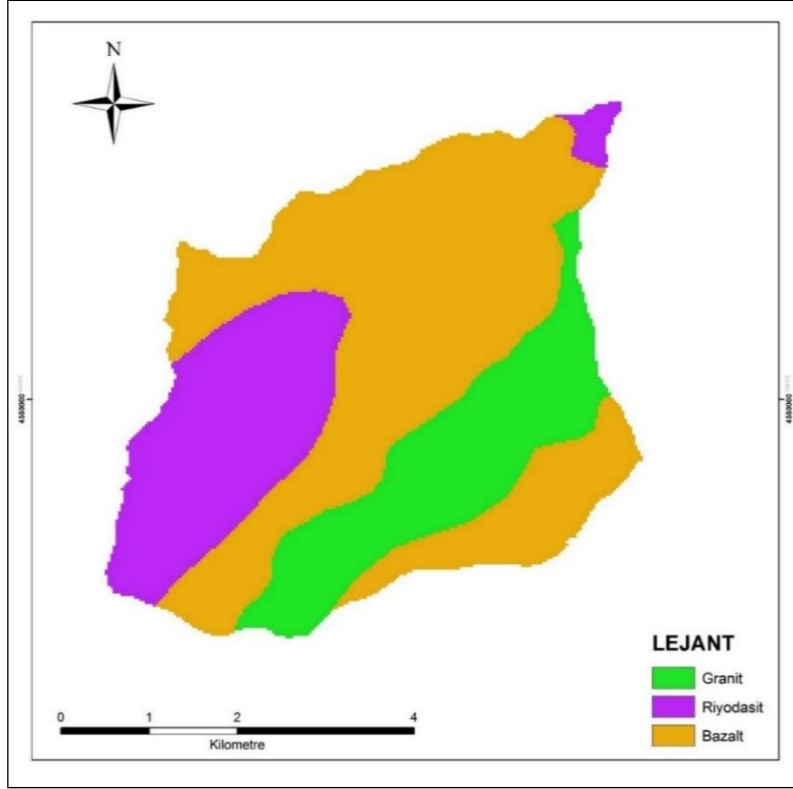
### 3.2.10.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt ve riyodasit olmak üzere iki farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 76).

Havza alanının 1341 ha'nı bazalt, 557.55 ha'nı riyodasit ve 520.47 ha'nı ise granit anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 49).

Tablo 49. (34) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	1341.00	55.43
Riyodasit	557.55	23.05
Granit	520.47	21.52
Toplam	2419.02	100.00



Şekil 76. (34) nolu model havzanın jeoloji haritası

### 3.2.10.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 25525 nüfuslu merkez ilçe (TÜİK, 2014) ve ilçe merkezine bağlı çok sayıda mahalle bulunmaktadır. Ekonomisi tarım ve hayvancılığa dayanmaktadır. Genel olarak endüstriyel bitkiler ve hububat üretimi yapılmakla birlikte, baklagiller ve çeşitli sebze üretimi de yaygındır. Artvin’de tarım geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Makineli tarım yok denecek kadar azdır.

Tarımsal ürün olarak ceviz, mısır, fasulye, çayırotu, yonca, elma, kiraz, üzüm, biber, patates, domates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

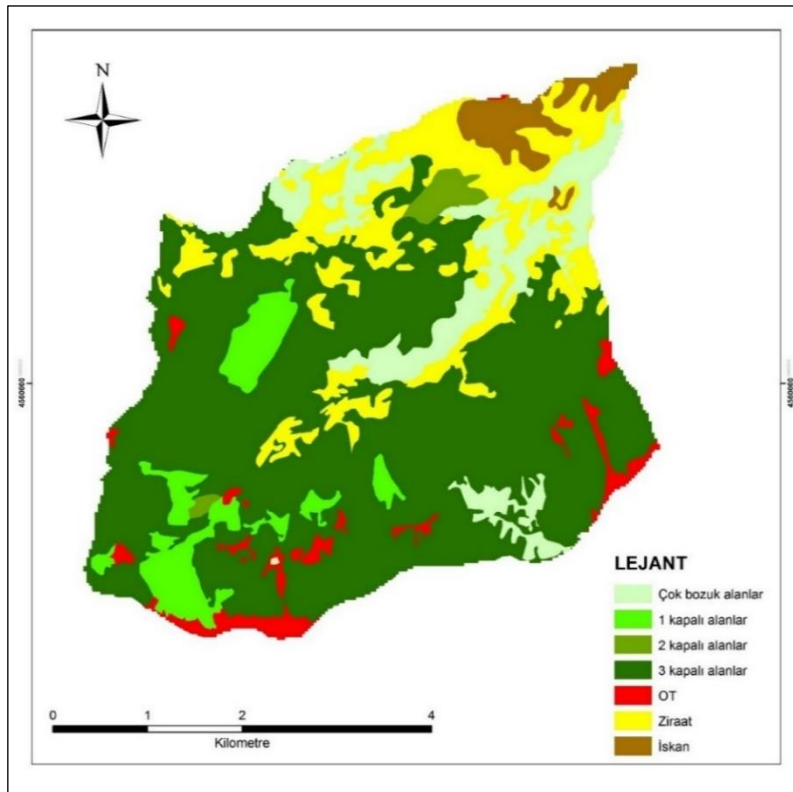
Halk merkez ilçeye bağlı mahalleler, köyler ve köylere bağlı dağınık haldeki mahallelerde oturmaktadır. Ayrıca orman içi ve civarında serpili durumda tek tek evler de çoğunluktadır. Havzanın üst kısımlarında yaylacılık faaliyetleri de yapılmaktadır.

İlçe merkezinden üst rakımlara doğru çıkıldıkça orman alanları artmakta ve buralarda ormancılık faaliyetleri yürütülmektedir. Halk üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde çalışırlar.

Bunun dışında, ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Büyük ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar usulsüz otlatılmaktadır. Gençleştirme alanları tel çit ile çevrili olduğu için otlatma zararı asgari düzeye indirilmiştir (Anonim, 2006b).

#### 3.2.10.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(34) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 77) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 1898.28 ha alan ile toplam alanın % 78.47'sini orman alanları, 363.78 ha ile % 15.04'ünü ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 68.44'ü verimli orman sınıfındadır (Tablo 50).



Şekil 77. (34) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 50. (34) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı					
Alan (ha)	150.03	31.95	1473.75	242.55	81.36	363.78	75.60	2419.02
Oran (%)	6.20	1.32	60.92	10.03	3.36	15.04	3.13	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek Kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Sweet, Huş (*Betula pendula* Roth.), Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*İlex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006b).

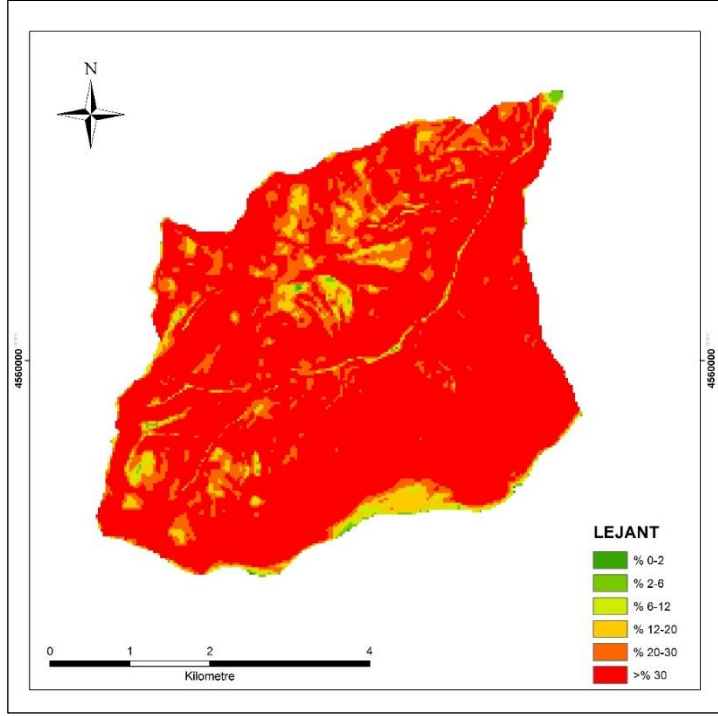
### 3.2.10.5. Havzanın Eğim Durumu

(34) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 51’de belirtilmiştir.

Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 93.34’ü çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 78). Ortalama eğim ise % 47.73’tür.

Tablo 51. (34) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

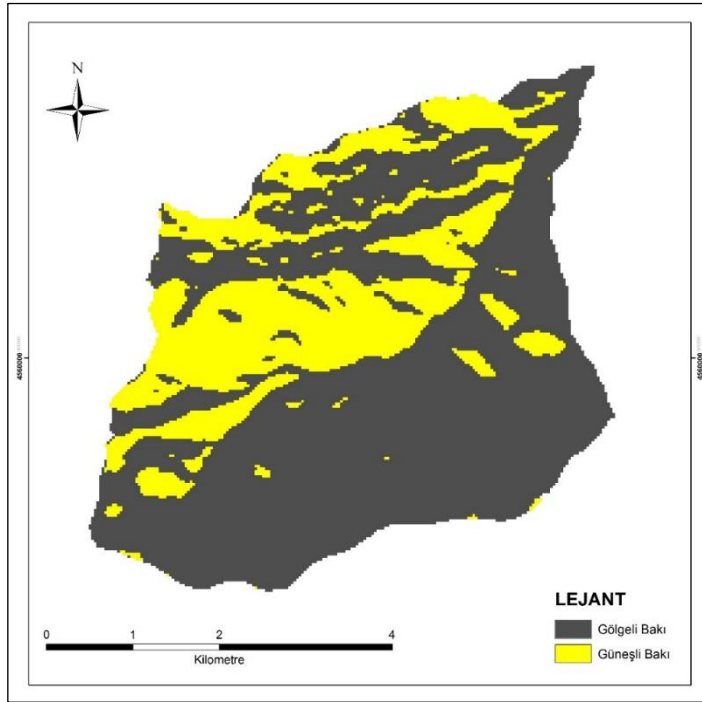
Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	0.99	0.04
Hafif (% 2-6)	9.72	0.40
Orta (% 6-12)	30.42	1.26
Dik (% 12-20)	120.06	4.96
Çok Dik (% 20-30)	314.01	12.98
Sarp (>% 30)	1943.82	80.36
Toplam	2419.02	100.00



Şekil 78. (34) nolu model havza eğim sınıfları haritası

### 3.2.10.6. Havzanın Bakı Durumu

(34) nolu model havzada 1723.50 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 695.52 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 79).



Şekil 79. (34) nolu model havza bakı grupları haritası

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 52’de verilmiştir.

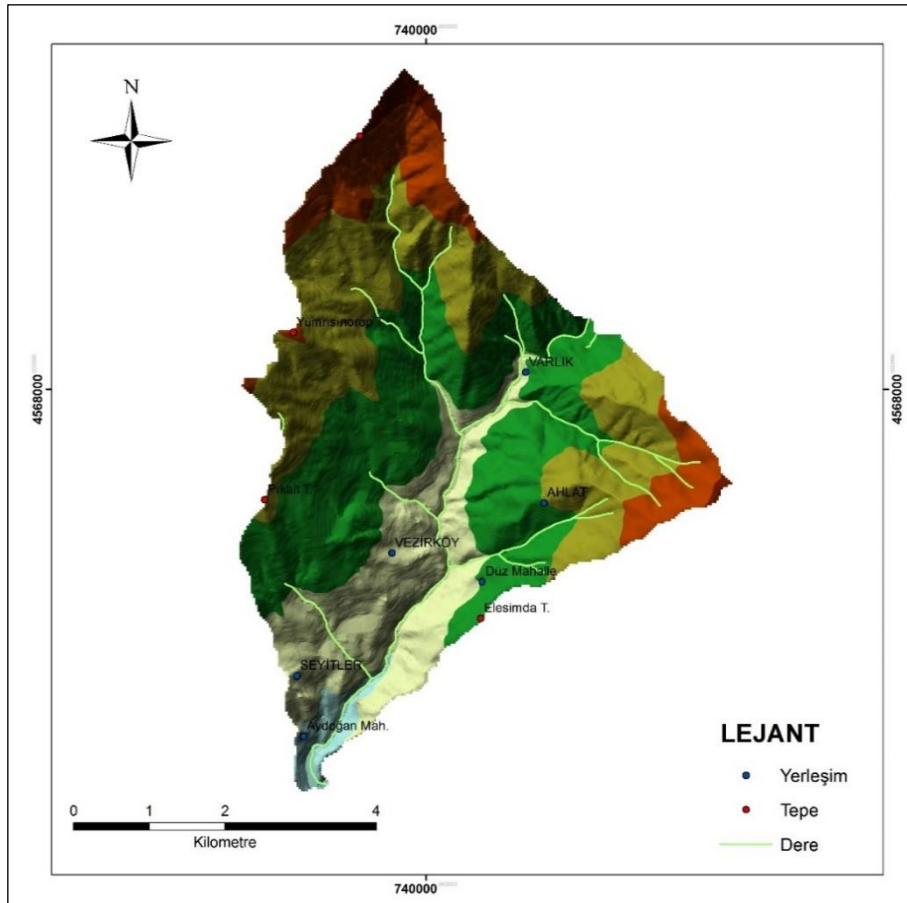
Tablo 52. (34) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1723.50	695.52	2419.02
Oran (%)	71.25	28.75	100.00

### 3.2.11. (36) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.11.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (36) nolu model havza Artvin ili, merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 9 km uzunluğunda güney-kuzey istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 24 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 80). Havza sınırları Artvin F47 c1, F47 c2 ve F47 b4 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1042 m’dir.

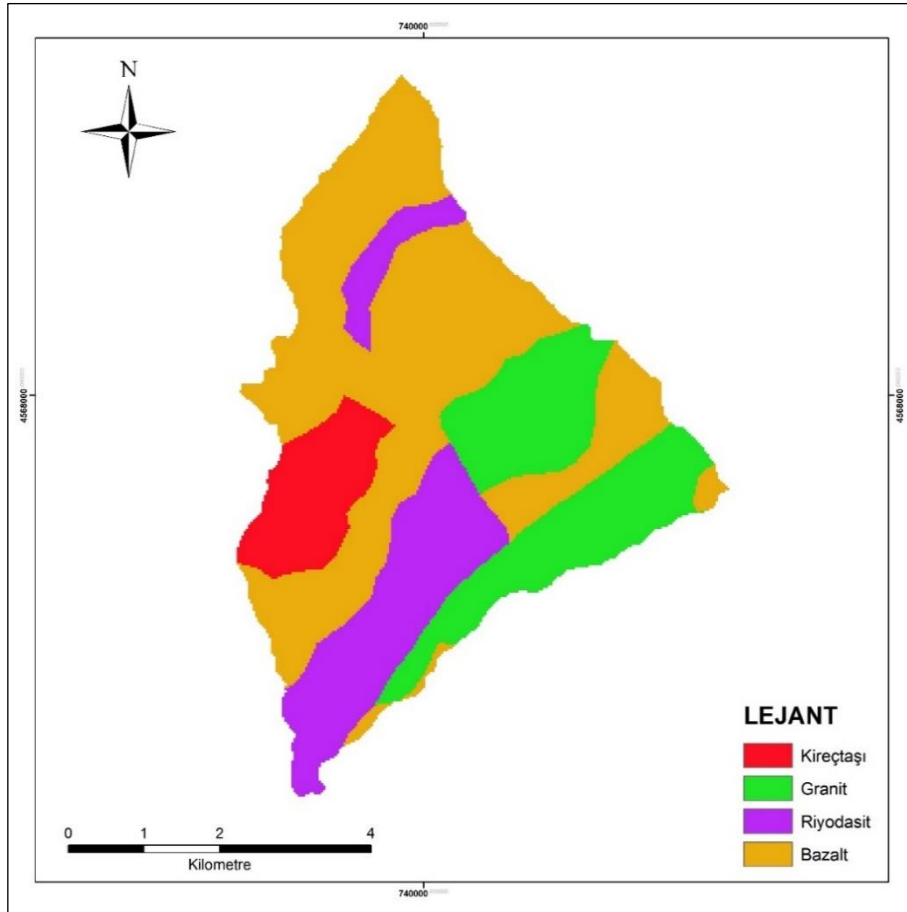


Şekil 80. (36) nolu model havzanın topoğrafik yapısı

(36) nolu model havza  $41^{\circ} 10' 49''$ - $41^{\circ} 15' 52''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 50' 06''$ - $41^{\circ} 54' 37''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (36) nolu havzada Godrahav deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta ve oruh nehrine birleşmektedir. Havzanın mansabında Güvenli ve Aydoğan mahalleleri bulunmaktadır. Havzanın güneydoğu sınırını Elesimda Tepe (960 m.), Sallak sırtı ile ulaşılan doğu sınırını Süt Dağı (1950 m.), İnce sırt ile ulaşılan Kons Tepe (2192 m.) kuzey sınırını, kuzeybatı sınırını Yumrisinorop Tepe (1542 m.), batı sınırını Pikalt Tepe (1210 m.) oluşturmaktadır.

### 3.2.11.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt, granit, riyodasit ve kireçtaşı olmak üzere dört farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (şekil 81). Havza alanının 1458.18 ha'mı bazalt, 675.27 ha'mı granit, 550.71 ha'mı riyodasit ve 264.24 ha'mı ise kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 53).



şekil 81. (36) nolu model havzanın jeoloji haritası



Tablo 53. (36) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	1458.18	49.46
Granit	675.27	22.90
Riyodasit	550.71	18.68
Kireçtaşı	264.24	8.96
Toplam	2948.4	100.00

### 3.2.11.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 2166 nüfuslu Seyitler, 114 nüfuslu Ahlat, 170 nüfuslu Vezirköy ve 196 nüfuslu Varlık (TÜİK, 2014) köyü ve bu köylere bağlı çok sayıda mahalle bulunmaktadır.

Tarımsal ürün olarak ceviz, mısır, fasulye, korunga, elma, erik, biber, patates, marul, salatalık, domates, gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a). Arazinin meyilli ve parçalı bir yapı göstermesi tarımsal faaliyetlerin küçük parsellerde yürütülmesini zorunlu kılmıştır.

Halkın büyük çoğunluğu ormana bitişik ve orman içerisinde yerleşmiş durumdadır. Köyler ve bunlara bağlı çok dağınık haldeki mahallelerde oturmaktadırlar. Ayrıca orman içi ve civarında serpili durumda tek tek evler de çoğunluktadır.

Köylü nüfusun büyük kısmı ormancılık faaliyetlerinde çalışarak ve hayvancılıkla geçinirler. Köylü ormancılık faaliyetleri için yeterli iş gücü sağlayabilmektedir. Üretim işlerinde kesim, taşıma faaliyetleri ile gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde çalışırlar. Bunun dışında, ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar.

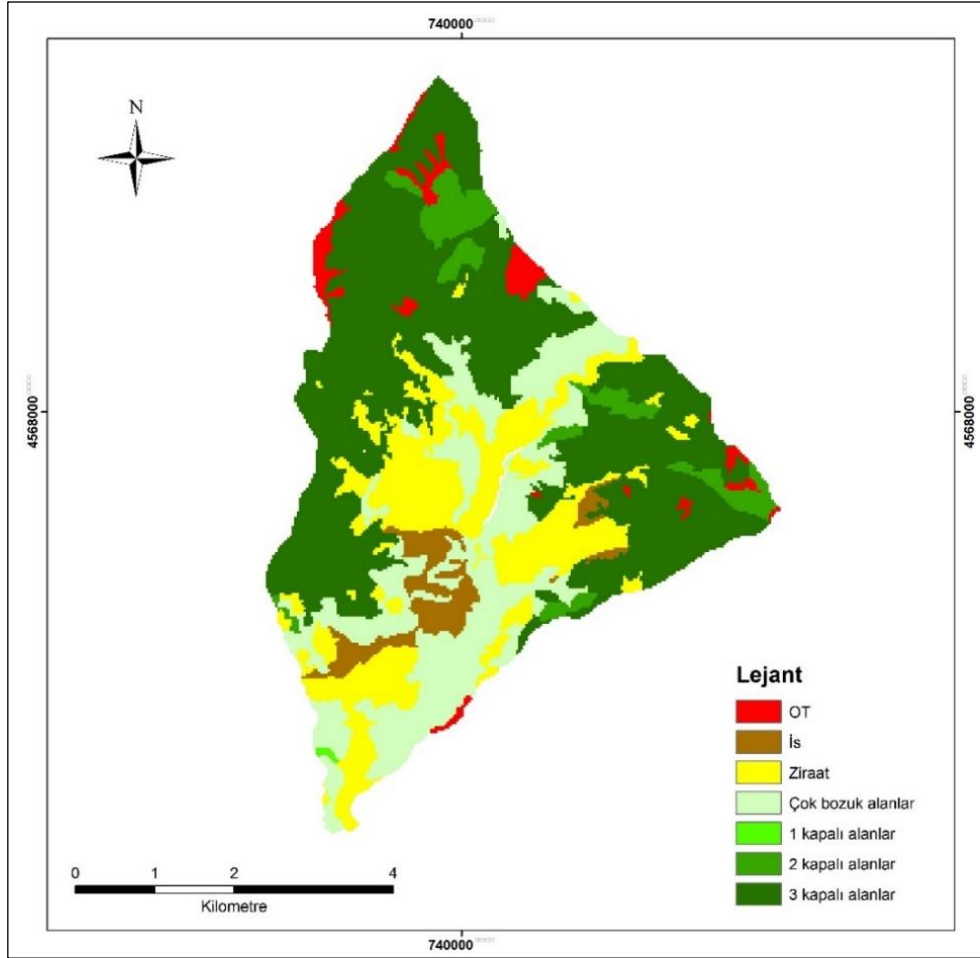
Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Büyük ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar usulsüz otlatılmaktadır (Anonim, 2006a).

### 3.2.11.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(36) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı Şekil 82’de gösterilmiştir.

Havzada 2090.97 ha alan ile toplam alanın % 70.92'sini orman alanları, 570.42 ha ile % 19.35'ini ise ziraat alanları oluşturmaktadır.

Orman alanlarının % 50.32'si verimli, % 20.60'ı ise çok bozuk alanlar sınıfındadır (Tablo 54).



Şekil 82. (36) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 54. (36) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Ziraat	İskân	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı					
Alan (ha)	2.88	154.80	1325.79	607.50	88.11	570.42	198.90	2948.4
Oran (%)	0.10	5.25	44.97	20.60	2.99	19.35	6.75	100.00

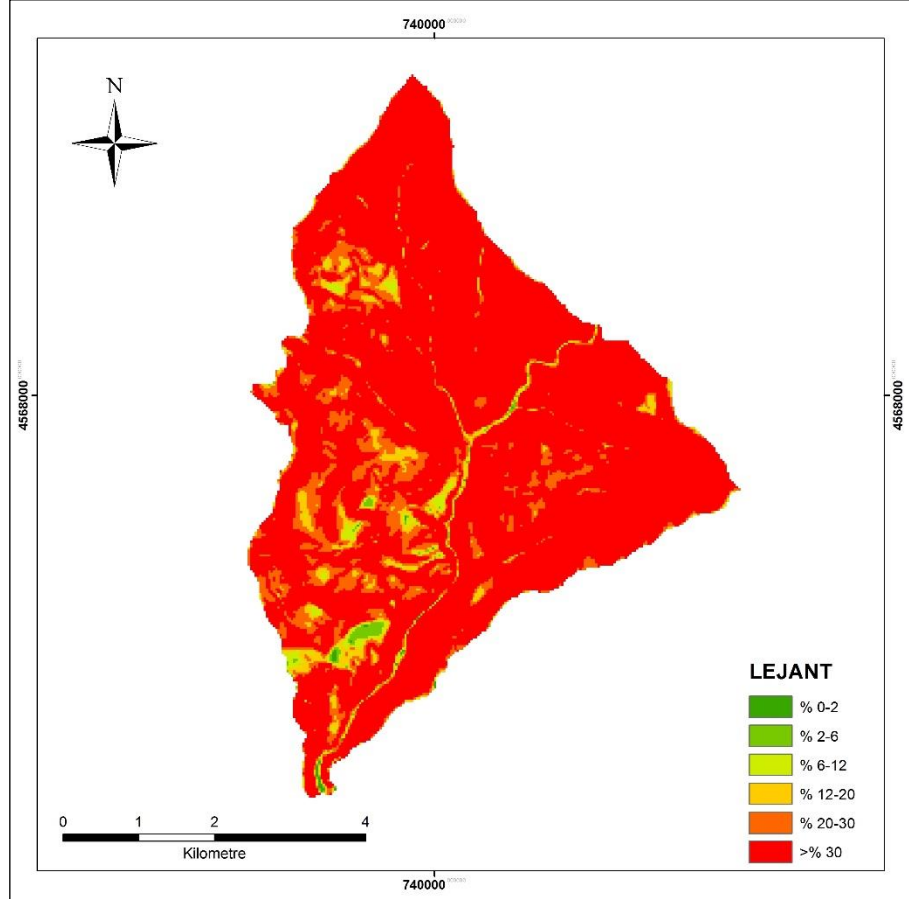


Şekil 83. 36 numaralı havza OT alanlarından bir görünüm

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Söğüt (*Salix* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006a).

### 3.2.11.5. Havzanın Eğim Durumu

(36) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 55’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 93.95’i çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 84). Ortalama eğim ise % 49.77’dir.



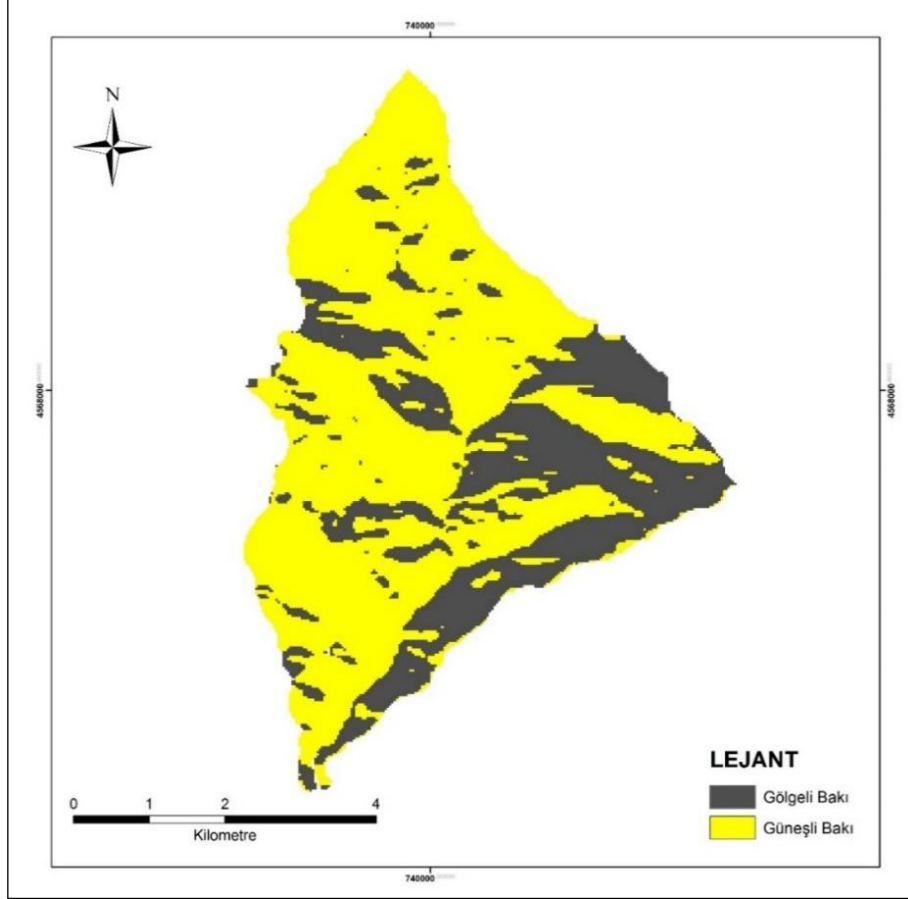
Şekil 84. (36) nolu model havza eğim sınıfları haritası

Tablo 55. (36) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	3.87	0.13
Hafif (% 2-6)	15.66	0.53
Orta (% 6-12)	40.86	1.39
Dik (% 12-20)	118.08	4.00
Çok Dik (% 20-30)	327.42	11.11
Sarp (>% 30)	2442.51	82.84
Toplam	2948.4	100.00

### 3.2.11.6. Havzanın Bakı Durumu

(36) nolu model havzada 951.21 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1997.19 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 85). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 56'da verilmiştir.



Şekil 85. (36) nolu model havza bakı grupları haritası

Tablo 56. (36) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

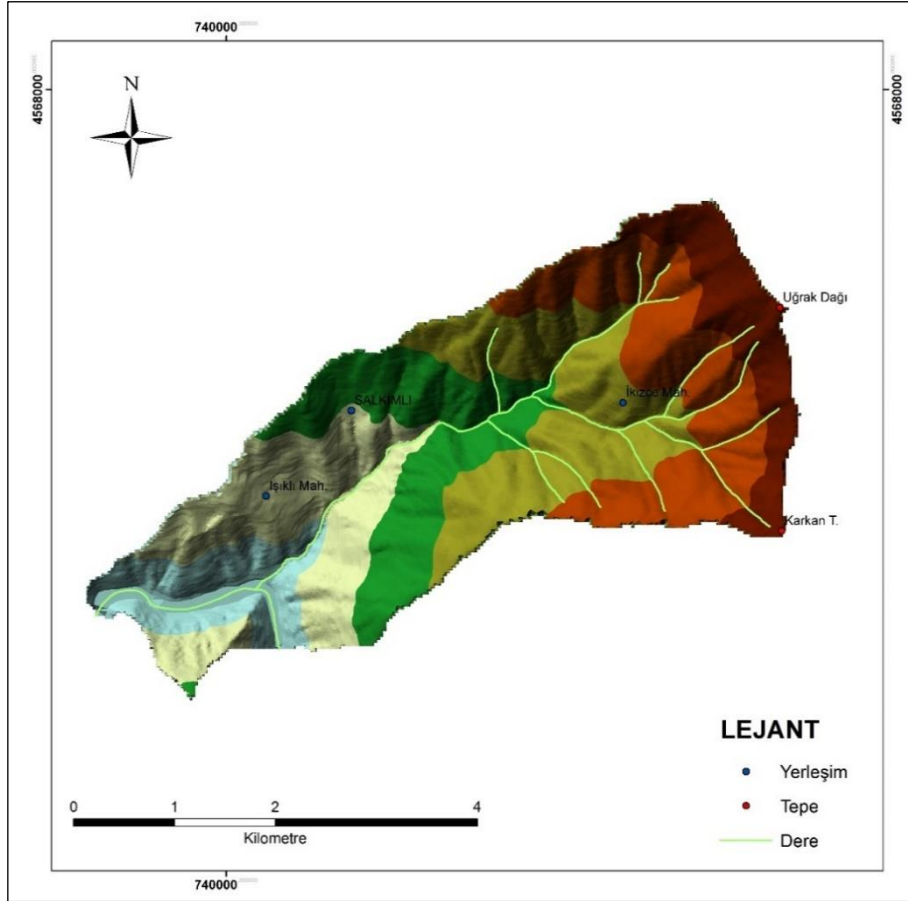
Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	951.21	1997.19	2948.4
Oran (%)	32.26	67.74	100.00

### 3.2.12. (37) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.12.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (37) nolu model havza Artvin ili, merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 7 km uzunluğunda güneybatı-kuzeydoğu istikametinde uzanmaktadır.

Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 28 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 86). Havza sınırları Artvin F47 c1 ve F47 c2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1141 m'dir.



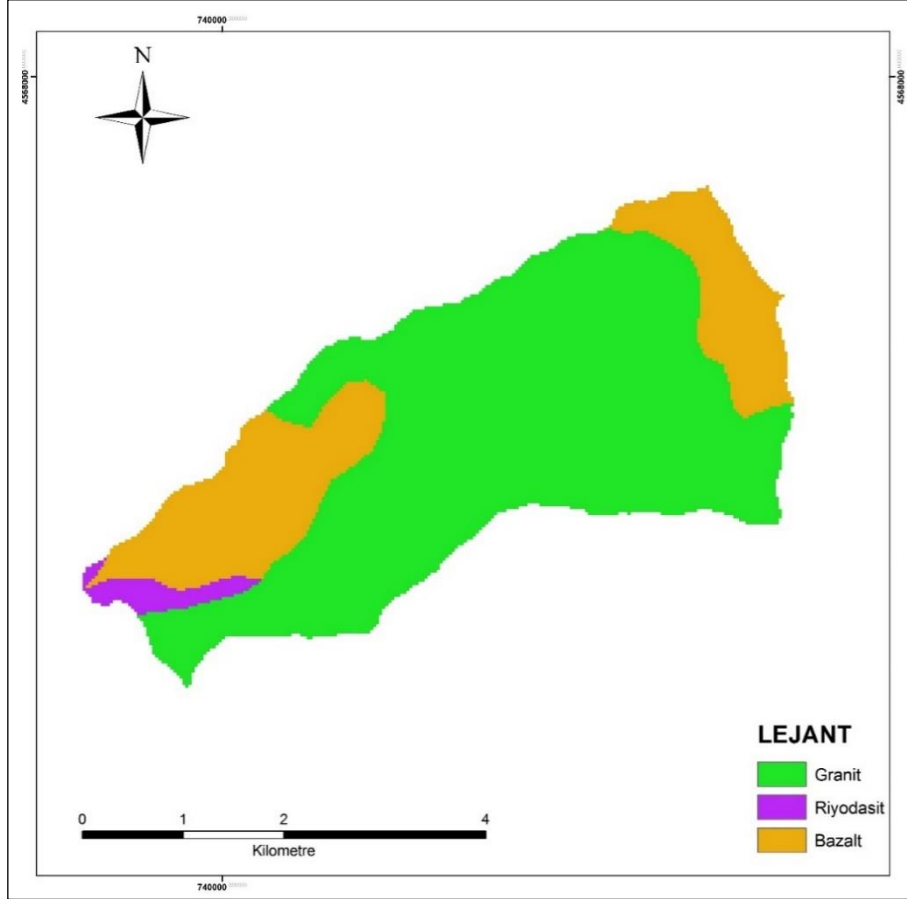
Şekil 86. (37) nolu model havzanın topografik yapısı

(37) nolu model havza  $41^{\circ} 11' 03''$ - $41^{\circ} 12' 15''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 50' 49''$ - $41^{\circ} 55' 44''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır.

(37) nolu havzada Kançavur deresi ana kolu oluşturmakta ayrıca havza Çoruh Nehri ana kolunun bir kısmını da kapsamaktadır. Havzanın mansabında Salkımlı Mahallesi bulunmaktadır. Havzanın güneyinde bulunan Altınsu sırtı ile güneydoğu sınırındaki Karkan Tepe (2044 m.)'ye ulaşılmakta; kuzeydoğusunda Uğrak Dağı (2221 m.), batısında Elesimda Tepe (960 m.) bulunmakta ve güneybatı sınırındaki Kırklar sırtı ile de havzanın mansabına ulaşılmaktadır.

### 3.2.12.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda granit, bazalt ve riyodasit olmak üzere üç farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 87). Havza alanının 1132.92 ha'nı granit, 425.79 ha'nı bazalt ve 39.15 ha'nı ise riyodasit anakayası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 57).



Şekil 87. (37) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 57. (37) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Granit	1132.92	70.90
Bazalt	425.79	26.65
Riyodasit	39.15	2.45
Toplam	1597.86	100.00

### 3.2.12.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

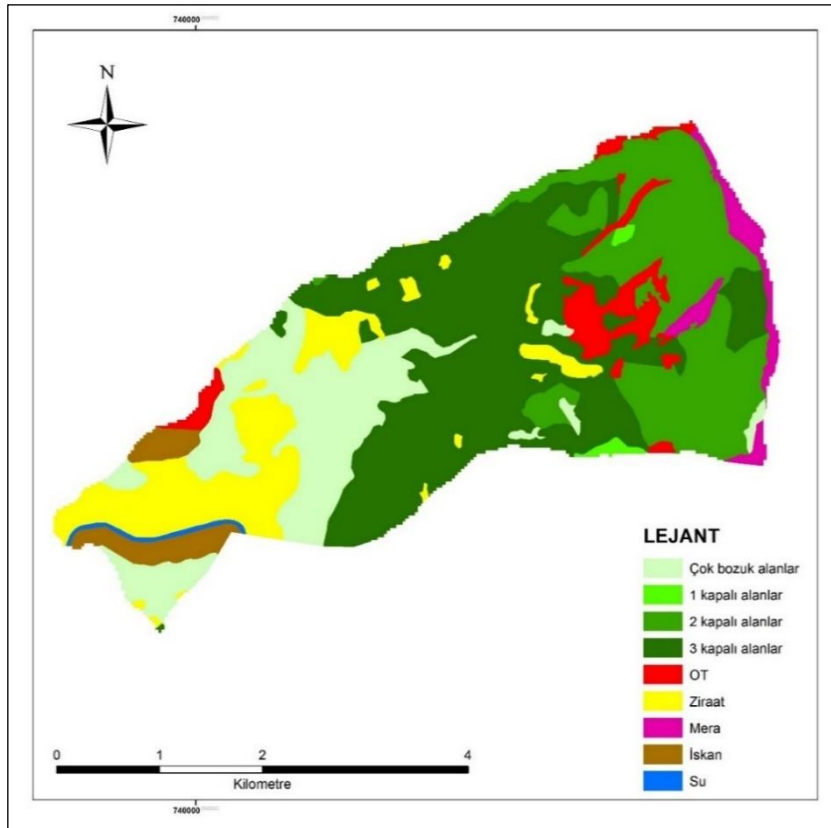
Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 301 nüfuslu Salkımlı (TÜİK, 2014) köyü ve mahalleleri bulunmaktadır.

Tarımsal ürün olarak mısır, fındık, Trabzon hurması, çayırotu, fasulye, elma, domates ve patates gibi ürünler yetiştirilmektedir (Anonim, 2014a).

Nüfusun büyük çoğunluğu ormana bitişik ve orman içerisinde yerleşmiş durumdadır. Köylü ormancılık faaliyetleri için yeterli iş gücü sağlayabilmektedir. Üretim işlerinde (kesim, taşıma faaliyetleri) ve gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde çalışırlar. Bunun dışında, ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar usulsüz otlatılmaktadır (Anonim, 2006a).

#### 3.2.12.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(37) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 88) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 1205.73 ha alan ile toplam alanın % 75.46'sını orman alanları, 207.09 ha ile % 12.96'sını ziraat alanları oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 58.08'i verimli orman sınıfındadır (Tablo 58).



Şekil 88. (37) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası



Tablo 58. (37) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kul. Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	OT	Mera	Ziraat	İskân	Su	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı							
Alan (ha)	8.46	345.96	573.57	277.74	81.27	44.64	207.09	50.76	8.37	1597.86
Oran (%)	0.53	21.65	35.90	17.38	5.09	2.79	12.96	3.18	0.52	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Fıstık çamı (*Pinus pinea* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçaağaç (*Acer* L.), Karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Söğüt (*Salix* L.); ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Küçük Trabzon hurması (*Diospyros kaki* Thunb.), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.) ve Aliç (*Crataegus monogyna* Jacq.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006a).

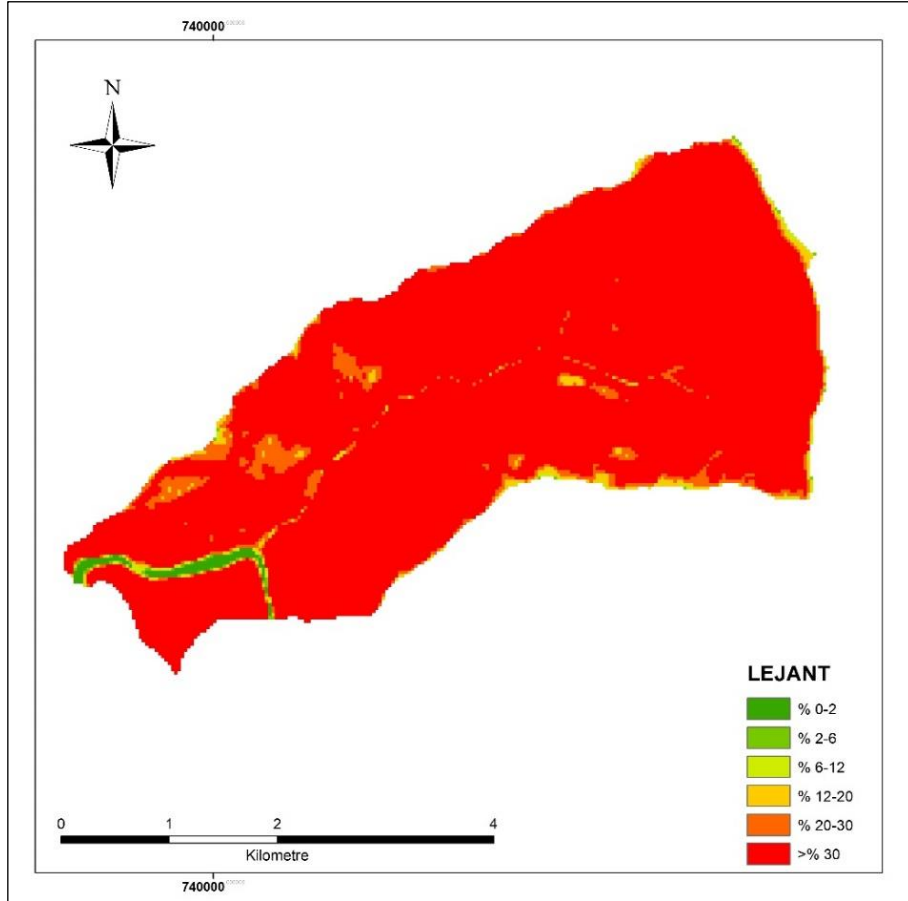
### 3.2.12.5. Havzanın Eğim Durumu

(37) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 59’da belirtilmiştir.

Tablo 59. (37) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	13.77	0.86
Hafif (% 2-6)	4.50	0.28
Orta (% 6-12)	9.63	0.60
Dik (% 12-20)	28.71	1.80
Çok Dik (% 20-30)	84.33	5.28
Sarp (>% 30)	1456.92	91.18
Toplam	1597.86	100.00

Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 96.46'sı dik veya çok dik eğime sahiptir (Şekil 89). Ortalama eğim ise % 59'dur.



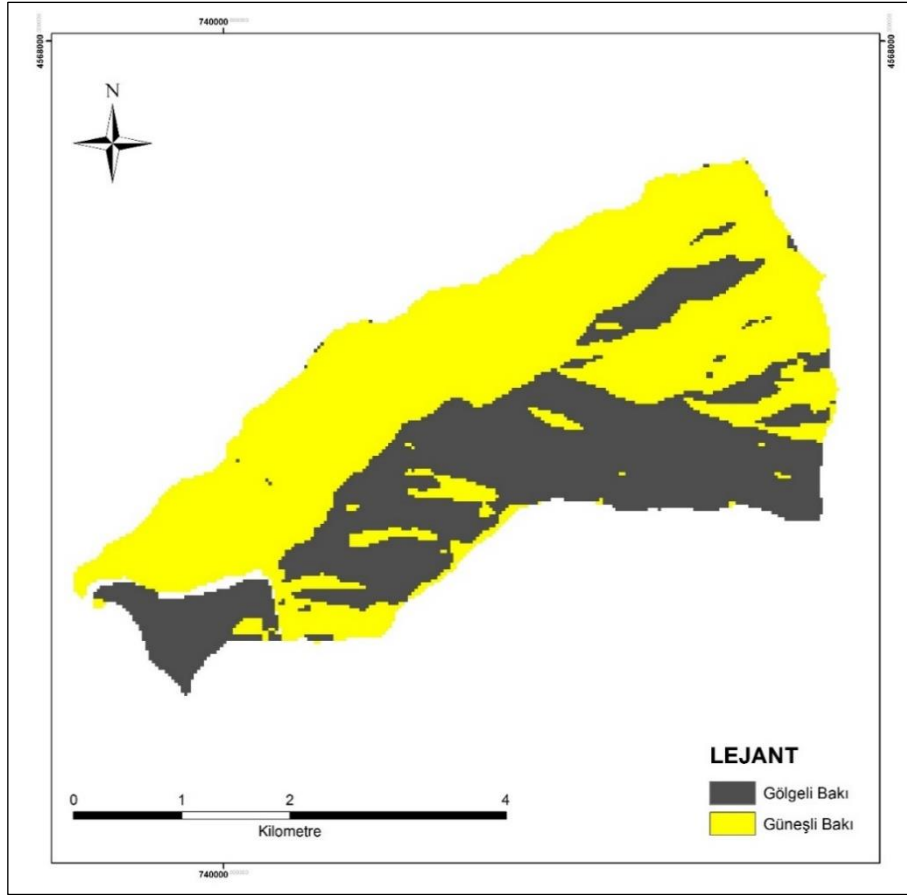
Şekil 89. (37) nolu model havza eğim sınıfları haritası

### 3.2.12.6. Havzanın Bakı Durumu

(37) nolu model havzada 618.39 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 979.47 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 90). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 60'da verilmiştir.

Tablo 60. (37) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	618.39	979.47	1597.86
Oran (%)	38.70	61.30	100.00



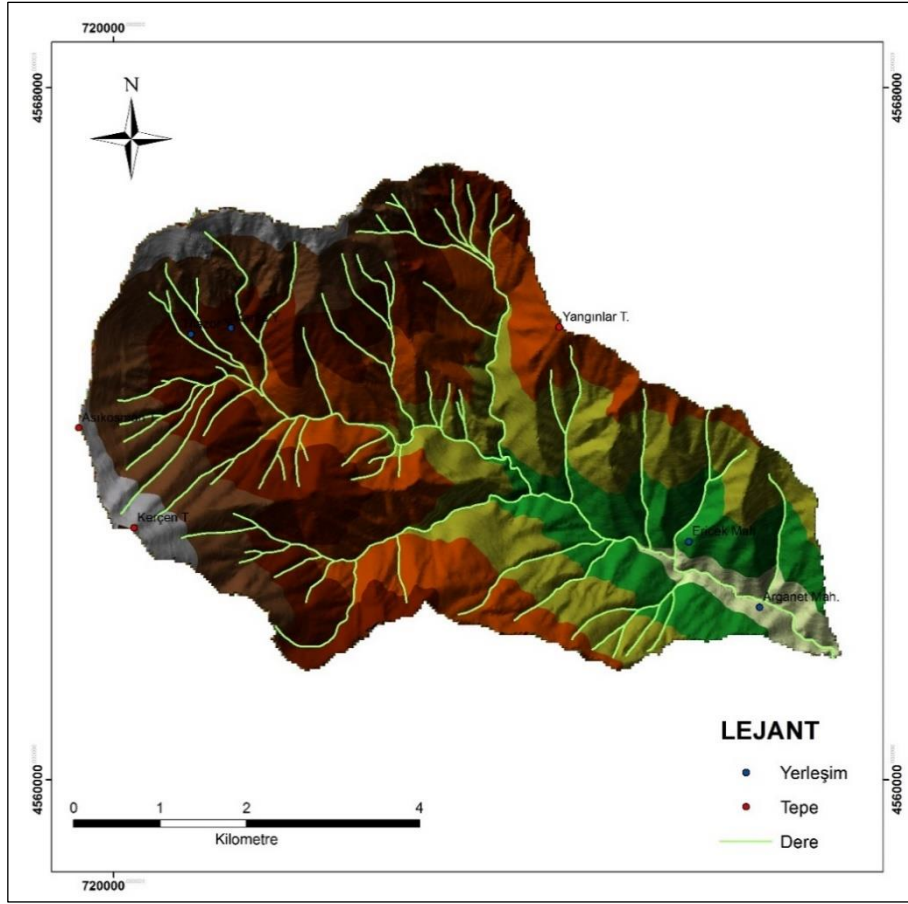
Şekil 90. (37) nolu model havza bakı grupları haritası

### 3.2.13. (42) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.13.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (42) nolu model havza Artvin ili, Murgul ve merkez ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 9 km uzunluğunda güneydoğu-kuzeybatı istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 21 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 91). Havza sınırları Artvin F47 d1 ve F47 d2 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 1745 m'dir.

(42) nolu model havza  $41^{\circ} 10' 17''$ - $41^{\circ} 13' 24''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 37' 22''$ - $41^{\circ} 43' 21''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (42) nolu havzada Başhatıla deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, havzanın mansabında Arganet ve Ericcek mahalleleri bulunmaktadır.



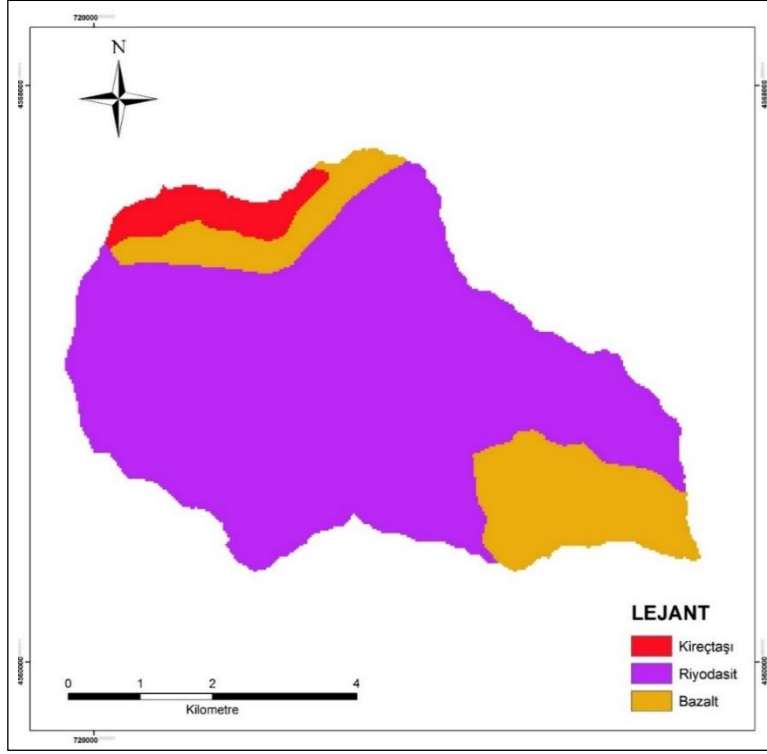
Şekil 91. (42) nolu model havzanın topografik yapısı

Güneydoğusunda bulunan Yanık sırtı ile doğu sınırını oluşturan Sallet Tepe (1659 m.)'ye ulaşılmakta; kuzeydoğusunda Yangınlar Tepe (1880 m.), kuzeyinde Şahinkayalar (2250m.) bulunmaktadır. Kuzeybatısındaki Boz sırtı ile de batı sınırını oluşturan Aşıkosman Tepe (2712m.)'ye ulaşılmakta, güneybatı sınırında ise Kerçen Tepe (2887 m.), Kerçen Tepe (2876 m.) bulunmaktadır. Gölehurst Tepe (2252 m.) ile ulaşılan Kuru sırt ise havzanın güney sınırını oluşturmaktadır.

### 3.2.13.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda riyodasit, bazalt ve kireçtaşı olmak üzere üç farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 92).

Havza alanının 2589.84 ha'nı riyodasit (Şekil 93), 597.33 ha'nı bazalt ve 148.23 ha'nı ise kireçtaşı anakayasası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 61).



Şekil 92. (42) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 61. (42) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Riyodasit	2589.84	77.65
Bazalt	597.33	17.91
Kireçtaşı	148.23	4.44
<b>Toplam</b>	<b>3335.40</b>	<b>100.00</b>



Şekil 93. 42 numaralı model havzada riyodasit anakayası üzerinde gelişen mera topraklarından bir görünüm

### 3.2.13.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havza alanı içerisinde yerleşim yeri olarak 93 nüfuslu Taşlıca (TÜİK, 2014) köyü ve mahalleleri (Arganet ve Ericek mahallesi) bulunmaktadır. Kartla ve Tilazor yaylaları da bu havzada bulunmakta, yaylacılık faaliyetleri yapılmaktadır.

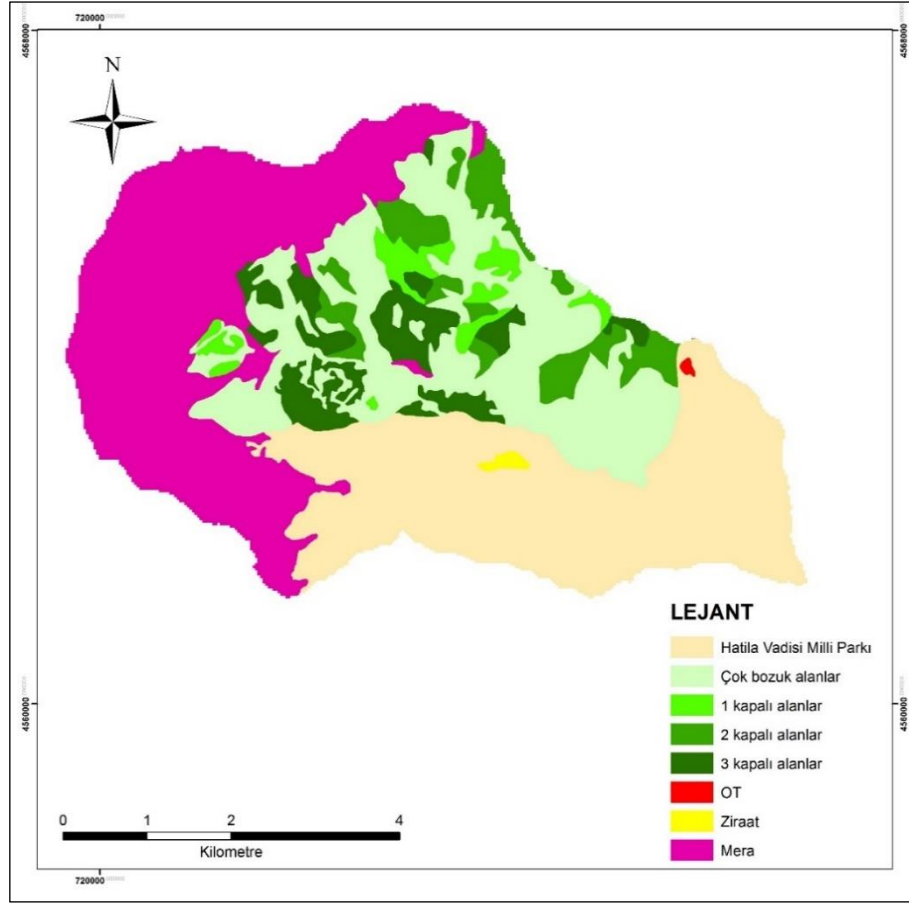
Halkın geçim imknları genel olarak tarım, ormancılık ve hayvancılıktır. Ancak, plan nitesi içindeki tarım arazisi yok denecek kadar azdır. Tarım arazileri dere ilerinde ve kenarlarında çok küçük alanlar halindedir. Bu arazilerden ancak günlük ihtiyaçların karşılanacağı kadar mahsul elde edilebilir. Bu tarım ürünleri arasında ceviz, zeytin, buğday, çayırotu, fasülye, fındık, mısır ve patates bulunmaktadır (Anonim, 2014a).

Bu nedenle, buradaki insanların geçim kaynakları gerek bölge içinde ve gerekse bölge dışındaki ormanlarda orman işçiliği ile diğer sektörlerdeki işçiliktir. Özellikle son yıllarda Artvin İli civarında oruh nehri üzerine inşa edilen barajlardaki işçilik bu yöre insanına önemli bir istihdam olanağı sağlamış durumdadır. Bunun yanında hayvancılık azda olsa ekonomik bir katkı sağlamaktadır.

Bölgede yaşayan halkın halen başlıca geçim kaynağı ormancılık faaliyetleridir. Ormancılık faaliyetleride ayrıca gelir kaynağıdır. Orman alanları civarındaki halkın çoğunluğu hayvancılıkla ve ormancılık faaliyetlerinde çalışarak geçinirler. Halk ormanlardan faydalanmakta, üretim işlerinde (kesim, taşıma), gençlik bakımı, gençleştirme çalışmaları gibi faaliyetlerde yer almaktadırlar. Özellikle bcekle mücadele için yapılan mücadelelerde az da olsa bir istihdam yaratmaktadır. Bunun dışında yöre halkı ormanlardan zati yakacak ve yapacak ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Bunun yanında hayvancılık, arıcılık gibi yan gelirler de mevcuttur. Bu faaliyetler eskiye oranla oldukça düşüktür. Halkın büyük çoğunluğu geçim için g etmektedir. Bölgede çoğunlukla büyükbaş hayvan olmak üzere otlatma genellikle açık alanlarda yapılmaktadır. Küçükbaş hayvanlardan keçi ve koyun fazladır. Ancak, hayvan sayısı hakkında net bir rakam vermek mümkün değildir. Ahır hayvancılığı yeni yeni gelişmeye başladığı için, hayvanlar ormanlarda başıboş ve usulsüz otlatılmaktadır. Gençleştirme alanları tel çitle çevrili olduğu için otlatma zararı asgari dzeeye indirilmiştir (Anonim, 2007a, 2010).

### 3.2.13.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(42) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 94) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 1276.42 ha alan ile toplam alanın % 38.27'sini orman alanları, 1007.28 ha ile % 30.20'sini tamamı orman örtüsüyle kaplı milli park alanı, 1040.22 ha ile % 31.19'unu mera alanları (Şekil 95) oluşturmaktadır. Orman alanlarının % 22.76'sı çok bozuk alanlar sınıfındadır (Tablo 62).



Şekil 94. (42) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 62. (42) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kul. Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	Mera	Ziraat	OT	Milli Park	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı						
Alan (ha)	93.06	202.32	222.03	759.06	1040.2	9.00	2.4	1007.3	3335.40
Oran (%)	2.79	6.06	6.66	22.76	31.19	0.27	0.1	30.20	100.00



Şekil 95. 42 numaralı model havza orman üst sınırı ve mera alanlarından bir görünüm.

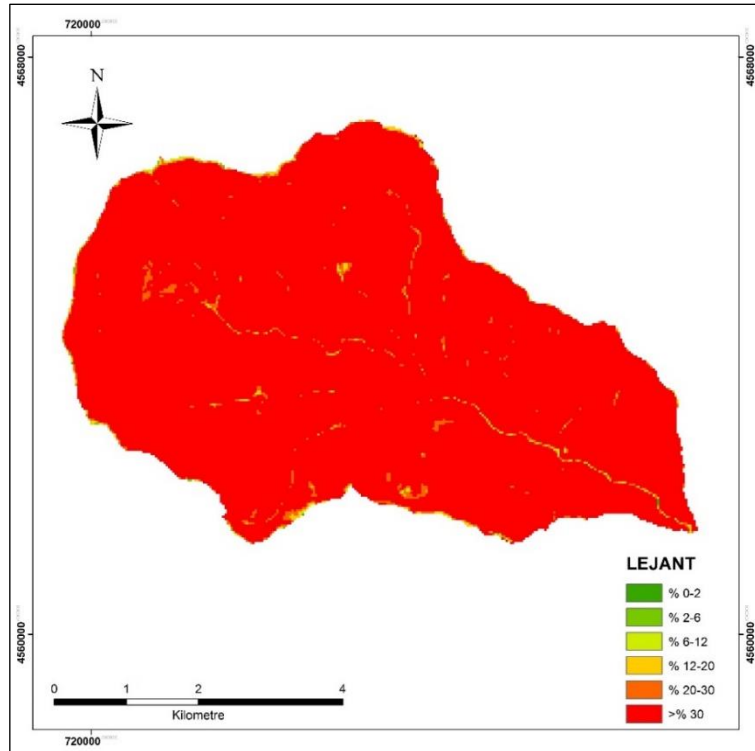
Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Saplı meşe (*Quercus pedunculata*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis* Miller), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), Titrek kavak (*Populus tremula* L.), Kestane (*Castanea sativa* Miller), Kafkas ıhlamuru (*Tilia rubra* DC.), Akçağaç (*Acer* L.), Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.), Üvez (*Sorbus torminalis* (L.) Söğüt (*Salix* L.), Huş (*Betula pendula* Roth.), ağaçcık ve çalı türleri ise Porsuk (*Taxus baccata* L.), Ormangülü (*Rhododendron ponticum* L., *Rhododendron caucasicum* Pallas, *Rhododendron flavum* (L.) Sweet, Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Fındık (*Corylus avellana* L.), Çoban püskülü (*Ilex aquifolium* L.), Orman sarmaşığı (*Hedera helix* L.), Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Ateş dikenini (*Pyracantha coccinea*), Böğürtlen (*Rubus fruticosus*), Kızılcık (*Cornus mas* L.), Muşmula (*Mespilus germanica* L.), Sumak (*Rhus caryaria*) ve Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.); otsu bitkiler ise Laden (*Cistus* L.), Eğrelti (*Pteridium* sp.), Orman çileği (*Fragaria vesca* L.), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Papatya (*Inula helenium* L.), Dügün çiçeği (*Ranunculus* sp.), Sarı kantaron



(*Hypericum perforatum* L.), Çan çiçeği (*Canpanulla rofundifolia* L.), Cehri (*Rhamnus catharticus* L.), Kardelen (*Galanthus krasnowii* L.), Yoğurt otu (*Galium* sp. L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Nane (*Mentha* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Ökse otu, (*Viscum album* L.), Çiğdem (*Colchicum autumnale* L.), Kekik (*Thymus*), Hanımeli (*Lonicera periclymenum*), Sütleğen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yüksük otu (*Digitalis ferruginea* L.), Unutmabeni çiçeği (*Myosotis* sp.), Tarak otu (*Morina persica* L.), Güzelavratotu (*Atropa belladonna* L.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Sahlep (*Orchis* sp.), Kapari (*Capparis spinosa* L.), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.), Üçgül (*Trifolium* L.), Brom (*Bromus* sp.), Geven (*Astragalus* L.), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2007a, 2010).

### 3.2.13.5. Havzanın Eğim Durumu

(42) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 63’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 98.95’i çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 96). Ortalama eğim ise % 65.24’tür.



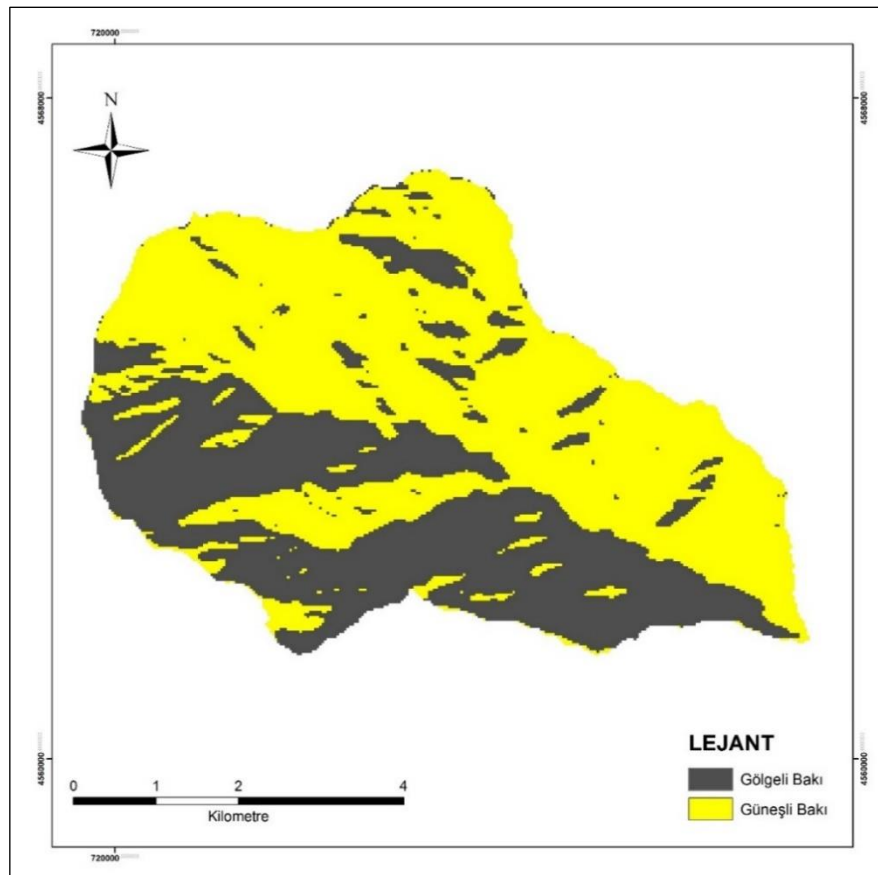
Şekil 96. (42) nolu model havza eğim sınıfları haritası

Tablo 63. (42) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	0.45	0.01
Hafif (% 2-6)	2.61	0.08
Orta (% 6-12)	8.82	0.26
Dik (% 12-20)	23.22	0.70
Çok Dik (% 20-30)	68.40	2.05
Sarp (>% 30)	3231.90	96.90
Toplam	3335.40	100.00

### 3.2.13.6. Havzanın Bakı Durumu

(42) nolu model havzada 1383.48 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1951.92 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 97). Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 64'de verilmiştir.



Şekil 97. (42) nolu model havza bakı grupları haritası

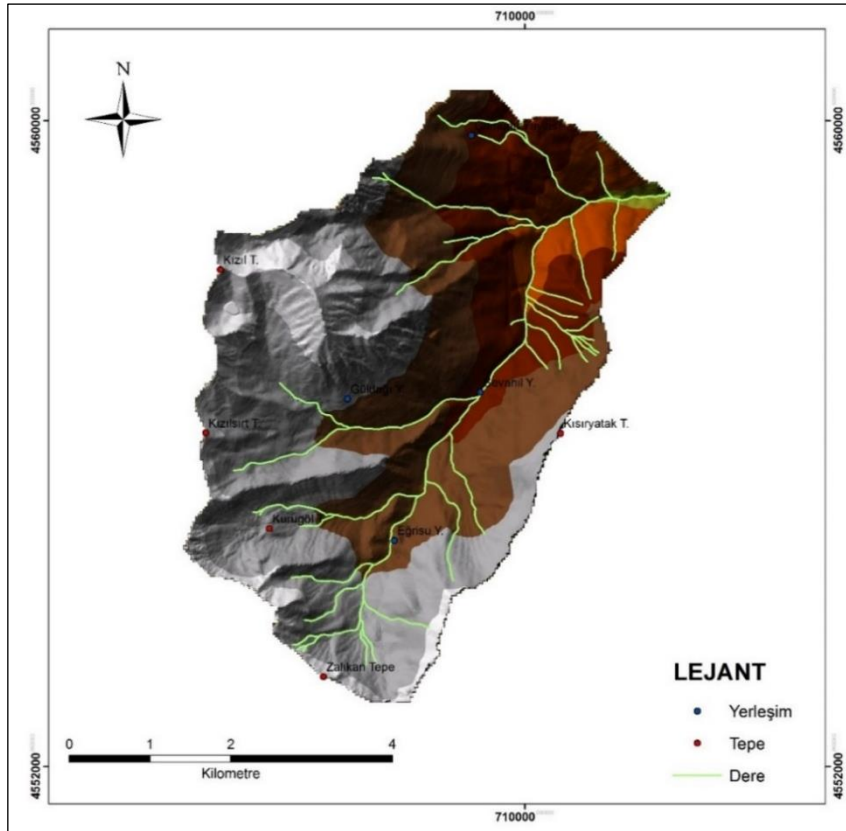
Tablo 64. (42) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1383.48	1951.92	3335.40
Oran (%)	41.48	58.52	100.00

### 3.2.14. (46) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.14.1. Coğrafi Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (46) nolu model havza Artvin ili Murgul ilçesi sınırları içerisinde yer almakta olup küçük bir kısmı Yusufeli ilçe sınırlarındadır. Yaklaşık olarak 7 km uzunluğunda kuzeydoğu-güneybatı istikametinde uzanmaktadır. Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 34 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 98). Havza sınırları Artvin F47 d1, F47 d4, F46 c2 ve F46 c3 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2553 m'dir.



Şekil 98. (46) nolu model havzanın topoğrafik yapısı

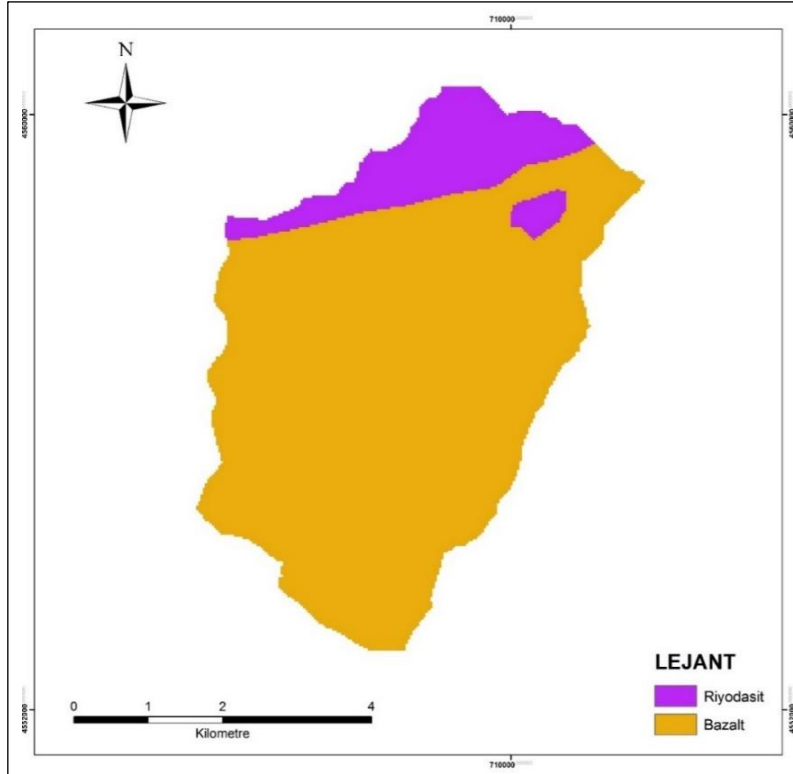
(46) nolu model havza  $41^{\circ} 05' 57''$ - $41^{\circ} 09' 18''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 27' 04''$ - $41^{\circ} 31' 26''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. (46) nolu havzada Şorak deresi havzanın ana kolunu oluşturmakta, havzanın mansabında Çamurlu yaylası bulunmaktadır. Şorak Tepe (2424 m.) kuzey sınırını, Çamurlu Tepe (2773 m.) ve Kızıltepe (3300 m.) kuzeybatı sınırını, Kızılsirt Tepe (3116 m.) batı sınırını, Zalikon Tepe (3168 m.) güney sınırını; Aktoprak Tepe (3116 m.) güneydoğu sınırını, Kısıryatak Tepe (2683 m.) doğu sınırını oluşturmaktadır (Şekil 99).



Şekil 99. 46 numaralı havzanın genel görünümü

### 3.2.14.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt ve riyodasit olmak üzere iki farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 100). Havza alanının 2328.39 ha'mı bazalt anakayasası üzerinde gelişen topraklar, 379.71 ha'mı ise riyodasit anakayasası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 65).



Şekil 100. (46) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 65. (46) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

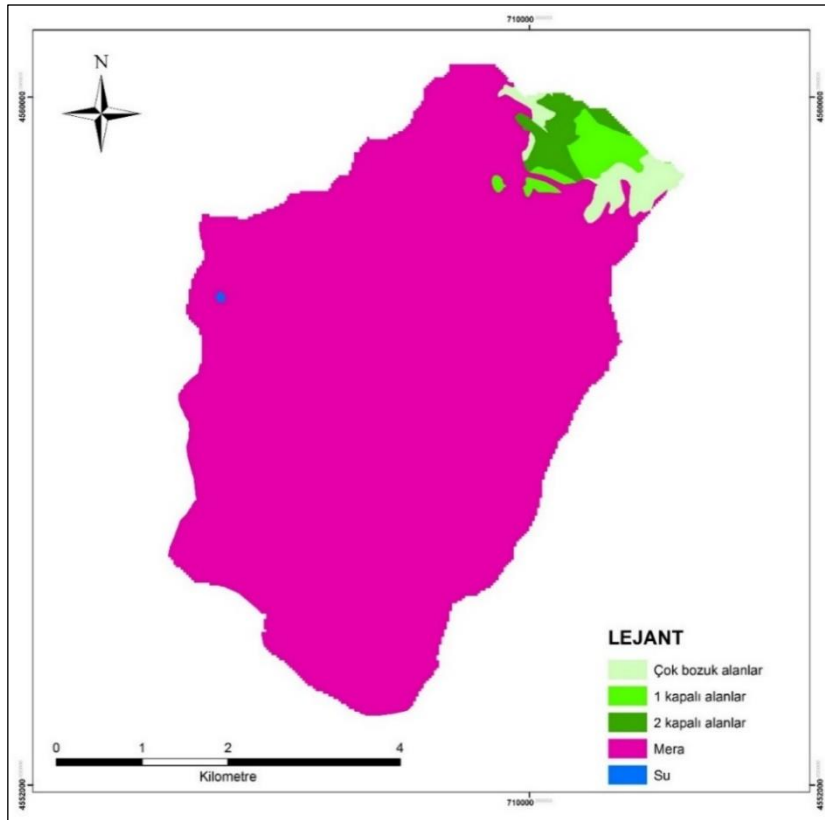
Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	2328.39	85.98
Riyodasit	379.71	14.02
Toplam	2708.10	100.00

### 3.2.14.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

Havzanın ortalama yükseltisi fazla olduğundan yerleşim yeri bulunmamaktadır fakat çok sayıda yaylaya sahiptir. Bunlar Çamurlu Yaylası, Sevahil Yaylası, Güldağı Yaylası ve Eğrisu Yaylası'dır. Havzada yaylacılık ve beraberinde hayvancılık faaliyetleri yapılmaktadır. Genellikle büyükbaş hayvancılık ile uğraşılmaktadır. Halk kendine yetecek kadar hayvancılık ve arıcılık yapar (Anonim, 2006f).

### 3.2.14.4. Arazi Kullanım Şekli Bitki Örtüsü

(46) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 101) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 2542.23 ha alan ile toplam alanın % 93.88'ini mera alanları, 164.79 ha ile % 6.08'ini ormanalanları oluşturmaktadır (Tablo 66).



Şekil 101. (46) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 66. (46) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

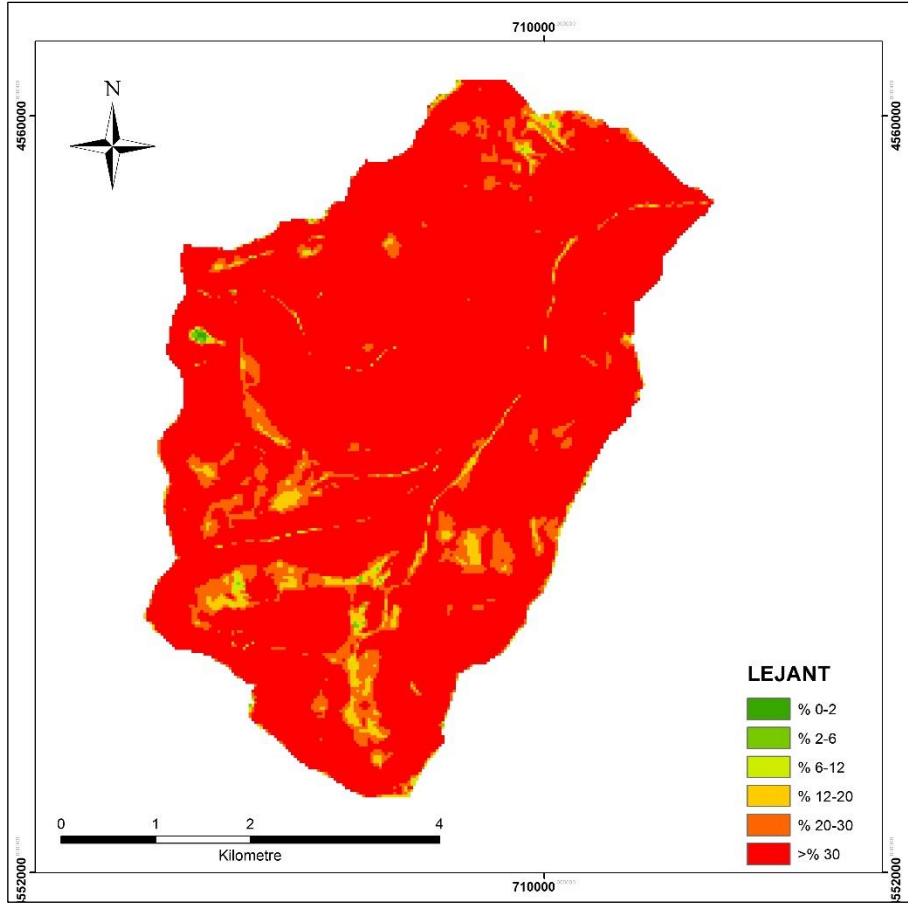
Arazi Kullanım Şekli	Orman			Çok Bozuk Alanlar	Mera	Su	Toplam
	1 Kapalı	2 Kapalı	3 Kapalı				
Alan (ha)	53.73	50.85	-	60.21	2542.23	1.08	2708.10
Oran (%)	1.98	1.88	-	2.22	93.88	0.04	100.00

Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.); ağaçcık ve çalı türleri Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Yabani armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Aliç (*Crataegus monogyna* Jacq.); otsu bitkiler ise Laden (*Cistus* L.), Eğrelti (*Pteridium* sp.), Orman çileği (*Fragaria vesca* L.), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Papatya (*Inula helenium* L.), Düğün çiçeği (*Ranunculus* sp.), Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.), Çan çiçeği (*Campanula rotundifolia* L.), Cehri (*Rhamnus catharticus* L.), Kardelen (*Galanthus krasnowii* L.), Yoğurt otu (*Galium* sp. L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Nane (*Mentha* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Ökse otu, (*Viscum album* L.), Çiğdem (*Colchicum autumnale* L.), Kekik (*Thymus*), Hanımeli (*Lonicera periclymenum*), Sıklamen (*Cyclamen coum* Mill.), Sütleğen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yüksük otu (*Digitalis ferruginea* L.), Unutmabeni çiçeği (*Myosotis* sp.), Tarak otu (*Morina persica* L.), Güzelavratotu (*Atropa belladonna* L.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Sahlep (*Orchis* sp.), Kapari (*Capparis spinosa* L.), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.), Üçgül (*Trifolium* L.), Mürver (*Sambucus* L.), Brom (*Bromus* sp.), Kuzukulağı (*Rumex* L.), Geven (*Astragalus* L.), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) olarak sıralanabilir (Anonim, 2006f).

### 3.2.14.5. Havzanın Eğim Durumu

(46) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 67’de belirtilmiştir.

Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 96.76’sı çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 102). Ortalama eğim ise % 56.45’dir.



Şekil 102. (46) nolu model havza eğim sınıfları haritası

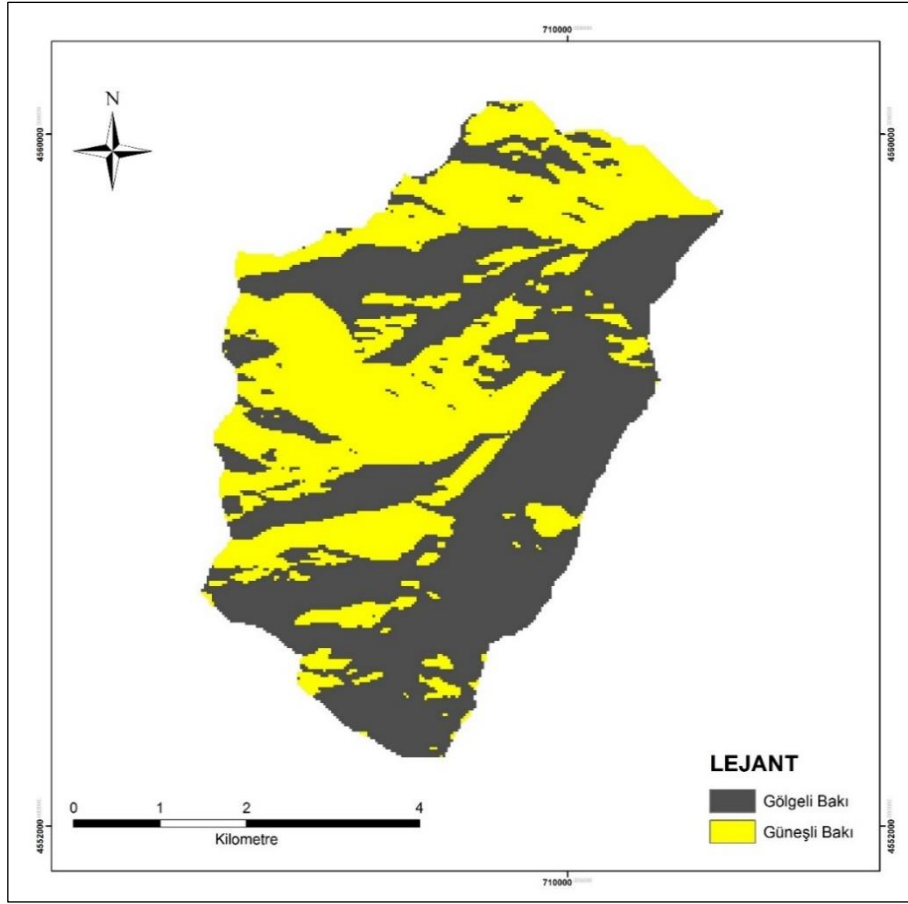
Tablo 67. (46) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	0.90	0.03
Hafif (% 2-6)	3.51	0.13
Orta (% 6-12)	12.24	0.45
Dik (% 12-20)	71.28	2.63
Çok Dik (% 20-30)	228.33	8.43
Sarp (>% 30)	2391.84	88.33
<b>Toplam</b>	<b>2708.10</b>	<b>100.00</b>

### 3.2.14.6. Havzanın Bakı Durumu

(46) nolu model havzada 1538.10 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1170 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 103).

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 68'de verilmiştir.



Şekil 103. (46) nolu model havza bakı grupları haritası

Tablo 68. (46) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1538.10	1170.00	2708.10
Oran (%)	56.80	43.20	100.00

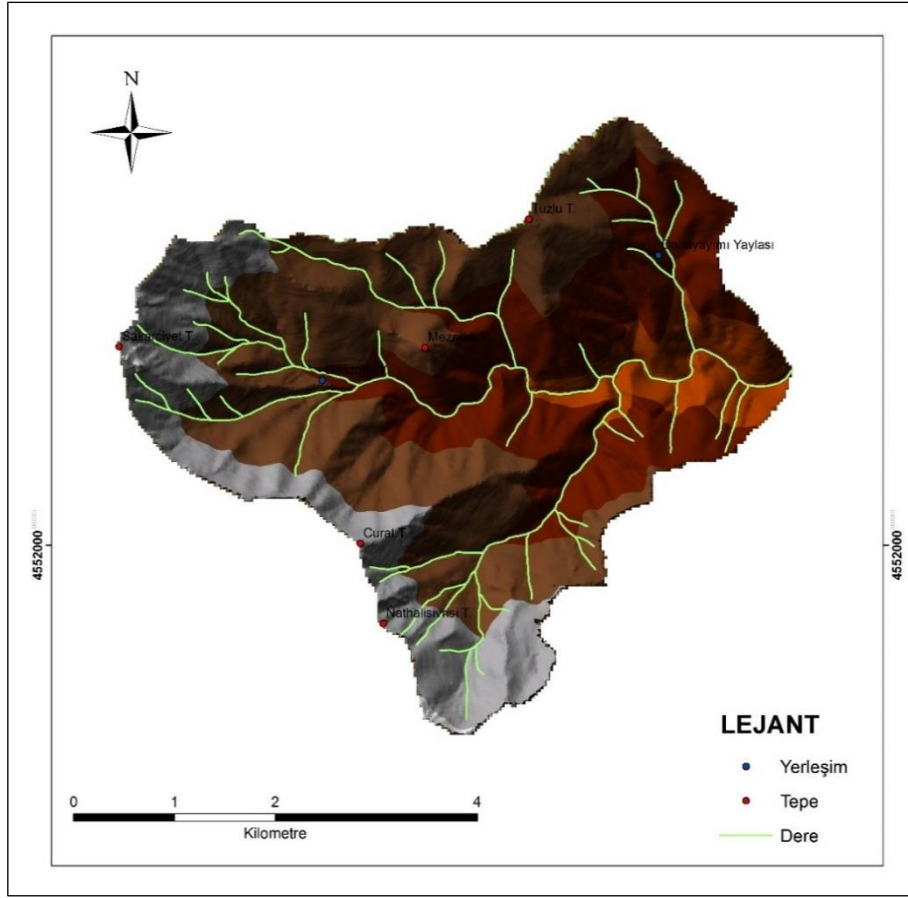
### 3.2.15. (56) Nolu Model Havzanın Genel Tanıtımı ve Fizyografik Etmenleri

#### 3.2.15.1. Coğrafik Konum ve Topoğrafik Yapı

Borçka barajı yağış havzasında bulunan (56) nolu model havza Artvin ili, merkez ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Yaklaşık olarak 7 km uzunluğunda doğu-batı istikametinde uzanmaktadır.

Model havza Borçka ilçe merkezine yaklaşık olarak 33 km mesafede bulunmaktadır (Şekil 104). Havza sınırları Artvin F47 d1 ve F47 d4 paftaları içinde yer almaktadır. Ortalama yükseltisi 2330 m'dir.





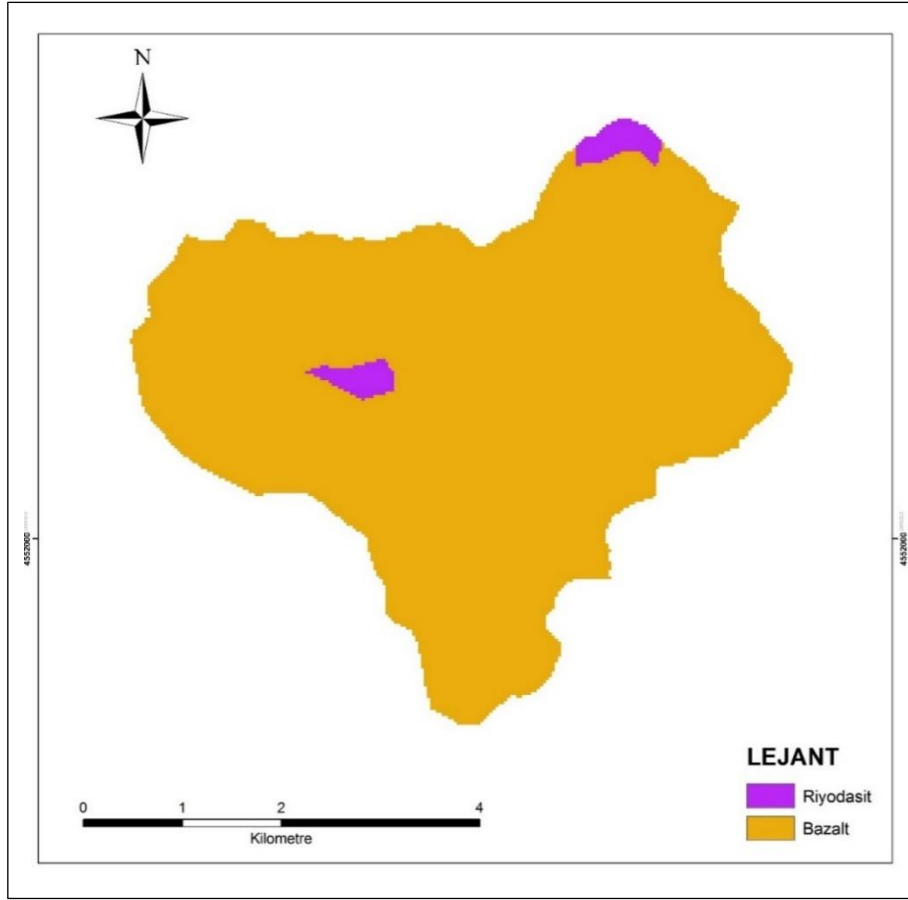
Şekil 104. (56) nolu model havzanın topografik yapısı

(56) nolu model havza  $41^{\circ} 04' 28''$ - $41^{\circ} 07' 07''$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 31' 31''$ - $41^{\circ} 36' 10''$  doğu boylamları arasında yer almaktadır.

(56) nolu havzada Kışla deresi havzanın ana kolunu oluşturmaktadır, havzanın mansabında Danayayımı yaylası bulunmaktadır. Uzunçayır Tepe (2430 m.) ve Tuzlu Tepe (2531 m.) kuzeydoğu sınırını, Turnagölü Tepe (2330 m.) kuzeybatı sınırını, Sakarcıyet Tepe (3149 m.) batı sınırını, Curat Tepe (2870 m.) ve Nathalisivrisi Tepe (2923 m.) güneybatı sınırını, Sancak Tepe (2300 m.) güneydoğu sınırını oluşturmaktadır.

### 3.2.15.2. Jeolojik Yapı ve Toprak

Havza alanının jeolojik yapısı incelendiğinde, alanda bazalt ve riyodasit olmak üzere iki farklı anakaya grubunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 105). Havza alanının 2064.69 ha'ını bazalt anakayasası üzerinde gelişen topraklar, 46.98 ha'ını ise riyodasit anakayasası üzerinde gelişen topraklar oluşturmaktadır (Tablo 69).



Şekil 105. (56) nolu model havzanın jeoloji haritası

Tablo 69. (56) nolu model havzada anakaya gruplarının alansal dağılımı

Anakaya	Alan (ha)	Oran (%)
Bazalt	2064.69	97.78
Riyodasit	46.98	2.22
Toplam	2111.67	100.00

### 3.2.15.3. Sosyo-Ekonomik Durum ve Araziden Faydalanma Geleneği

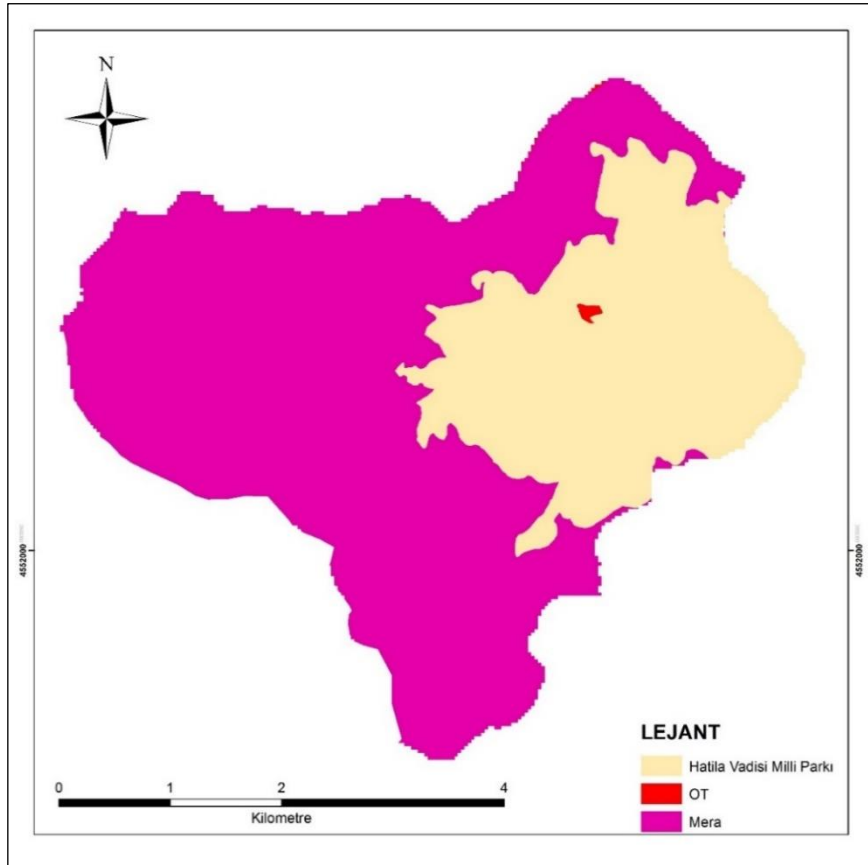
Havzanın ortalama yükseltisi fazla olduğundan yerleşim yeri bulunmamaktadır fakat doğal orman sınırının üst kısımlarındaki otlak alanlarında çok sayıda yayla bulunmaktadır. Bunlar Danayayımı Yaylası, Şaşkırat Yaylası, Uşhum Yaylası ve Danzotlu Yaylası'dır.

Havzada yaylacılık ve beraberinde hayvancılık faaliyetleri yapılmaktadır. Genellikle büyükbaş hayvancılık ile uğraşılmaktadır. Halk elde ettiği süt ve süt ürünlerini satarak gelir elde etmektedir. Bu yaylalara Hatila bölgesinde bulunan Arıpınar mahallesi sakinleri ile Artvin'in çeşitli ilçelerinden büyükbaş hayvan sahipleri,

hayvan otlatmak amacı ile her yıl mayıs ayında gelmekte ve ekim ayı sonlarına doğru da bu yaylalardan göç etmektedirler. Hayvanların kışlık ot ihtiyaçları da bu meralardan biçilip, kurutularak temin edilmektedir. Ayrıca arıcılıktan da küçümsenmeyecek miktarda gelir sağlamaktadırlar (Anonim, 1985).

#### 3.2.15.4. Arazi Kullanım Şekli ve Bitki Örtüsü

(56) nolu model havzadaki farklı arazi kullanım şekillerinin dağılımı (Şekil 106) aşağıda gösterilmiştir. Havzada 1429.38 ha alan ile toplam alanın % 67.69'unu mera alanları, 679.77 ha ile % 32.19'unu ise tamamı orman örtüsüyle kaplı milli park alanı oluşturmaktadır (Tablo 70).



Şekil 106. (56) nolu model havza arazi kullanım şekilleri haritası

Tablo 70. (56) nolu model havza arazi kullanım şekilleri durumu

Arazi Kullanım Şekli	Mera	OT	Milli Park	Toplam
Alan (ha)	1429.38	2.52	679.77	2111.67
Oran (%)	67.69	0.12	32.19	100.00

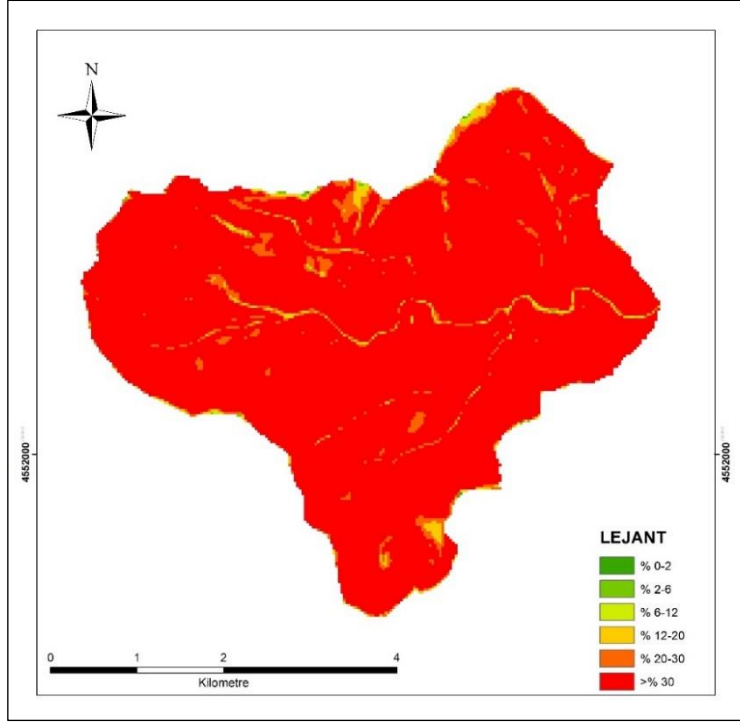
Havza sınırlarındaki mevcut ağaç türleri, Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Mattf.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.); ağaçcık ve çalı türleri Ayı üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.), Karayemiş (*Prunus laurocerasus* L.), Yabani Armut (*Pyrus amygdaliformis* Vill.), Yabani elma (*Malus silvestris* Mill.), Alıç (*Crataegus monogyna* Jacq.), otsu bitkiler ise Laden (*Cistus* L.), Eğrelti (*Pteridium* sp.), Orman Çileği (*Fragaria vesca* L.), Sığırkuyruğu (*Verbascum* L.), Isırgan (*Urtica dioica* L.), Papatya (*İnula helenium* L.), Dügün çiçeği (*Ranunculus* sp.), Sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.), Çan çiçeği (*Canpanulla rofundifolia* L.), Cehri (*Rhamnus catharticus* L.), Kardelen (*Galanthus krasnowii* L.), Yoğurt otu (*Galium* sp. L.), Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Nane (*Mentha* L.), Gelincik (*Papaver rhoeas* L.), Ökse otu, (*Viscum album* L.), Çiğdem (*Colchicum autumnale* L.), Kekik (*Thymus*), Hanımeli (*Lonicera periclymenum*), Sıklamen (*Cyclamen coum* Mill.), Sütleğen (*Euphorbia macroclada* Boiss.), Yüksük otu (*Digitalis ferruginea* L.), Unutmabeni çiçeği (*Myosotis* sp.), Tarak otu (*Morina persica* L.), Güzelavratotu (*Atropa belladonna* L.), Yonca (*Medicago sativa* L.), Çayır otları (*Gramine*), Sahlep (*Orchis* sp.), Kapari (*Capparis spinosa* L.), Koyun yumağı (*Festuca* L.), Karaçalı (*Paliurus aculeatus* Lamb.), Üçgül (*Trifolium* L.),Mürver (*Sambucus* L.), Brom (*Bromus* sp.), Kuzukulağı (*Rumex* L.), Geven (*Astragalus* L.), Domuz ayrığı (*Dactylis glomerata* L.) olarak sıralanabilir (Anonim, 1985).

### 3.2.15.5. Havzanın Eğim Durumu

(56) nolu model havzada her eğim sınıfına ait alanlar ve bu alanların tüm alana oranları Tablo 71’de belirtilmiştir. Araştırma alanının toprak sınıflama sistemi esas alınarak yapılan eğim haritasına göre, havzanın yaklaşık olarak % 97.87’si çok dik veya sarp eğime sahiptir (Şekil 107). Ortalama eğim ise % 57.43’tür.

Tablo 71. (56) nolu model havza eğim sınıfları ve alan dağılımları

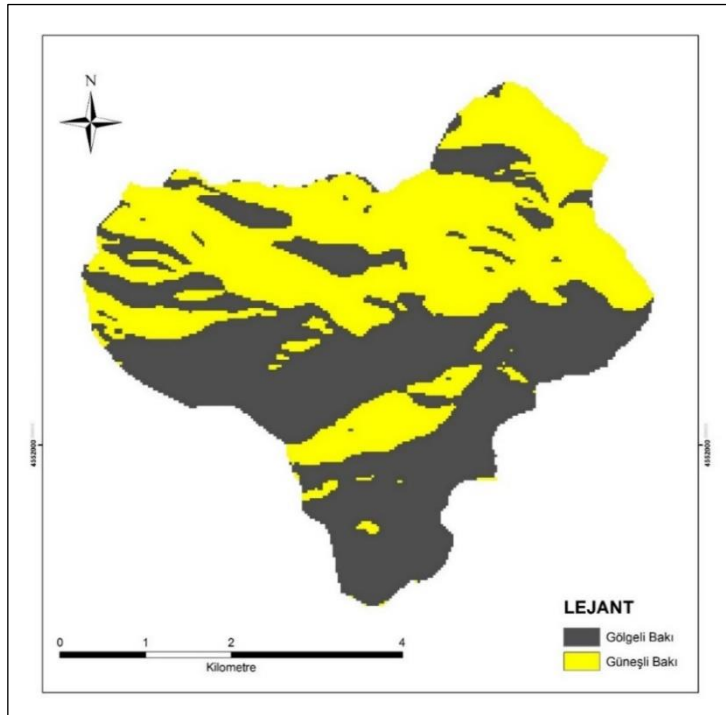
Eğim Sınıfları	Alan (ha)	Oran (%)
Düz (% 0-2)	0.36	0.02
Hafif (% 2-6)	2.43	0.12
Orta (% 6-12)	7.56	0.36
Dik (% 12-20)	34.47	1.63
Çok Dik (% 20-30)	98.73	4.67
Sarp (>% 30)	1968.12	93.20
Toplam	2111.67	100.00



Şekil 107. (56) nolu model havza eğim sınıfları haritası

### 3.2.15.6. Havzanın Bakı Durumu

(56) nolu model havzada 1101.69 ha'lık alan gölgeli bakı grubunda yer alırken, 1009.98 ha'lık alan güneşli bakı grubunda yer almaktadır (Şekil 108).



Şekil 108. (56) nolu model havza bakı grupları haritası

Havzadaki bakı gruplarının alansal dağılımı ile genel alana oranları Tablo 72’de verilmiştir.

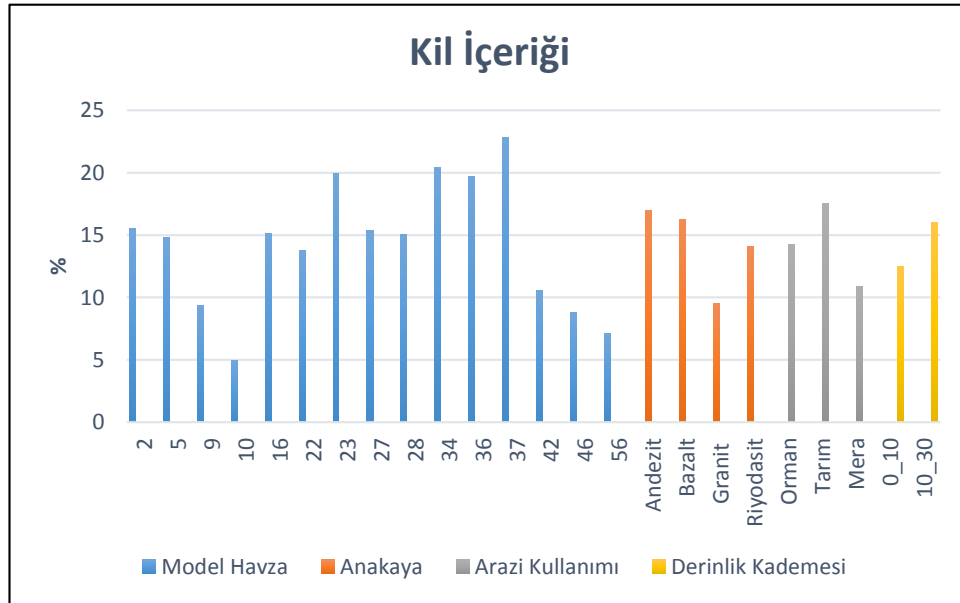
Tablo 72. (56) nolu model havza bakı grupları ve alan dağılımları

Bakı Grubu	Gölgeli Bakı	Güneşli Bakı	Toplam
Alan (ha)	1101.69	1009.98	2111.67
Oran (%)	52.17	47.83	100.00

### 3.3. Borçka Barajı Yağış Havzası Topraklarının Bazı Hidrofiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Model Havzalara, Anakaya Gruplarına, Arazi Kullanımına ve Derinlik Kademelerine Göre Değişiminin İstatistiksel Değerlendirmesi

#### 3.3.1. Kil, Kum ve Toz İçerikleri

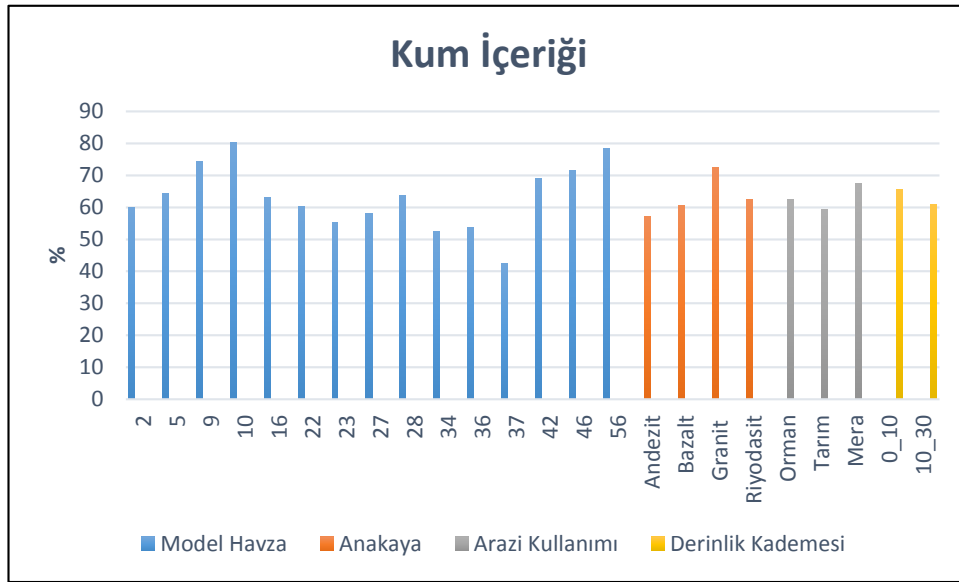
Yapılan varyans analizinde kil ve kum içeriği bakımından model havzalar, ana kayalar, arazi kullanımları ve toprak derinlikleri arasındaki farklılıkların istatistiksel anlamda önemli oldukları belirlenmiştir (Tablo 73).



Şekil 109. Araştırma sahası topraklarının kil içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında kil içeriğinin 37, 34 ve 23 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 36, 2, 27, 16, 28, 5, 22, 42, 9, 46, 56 ve 10 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 109), havzalar arasındaki bu farklılıkta istatistiksel anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Kil içeriğinin andezit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha

yüksek olduğu bunun yanında granit anakaya üzerinde oluşan topraklardaki kil içeriğinin ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir. Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek kil içeriğine tarım topraklarında rastlanmıştır; bunu sırasıyla orman ve mera toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 10-30 cm. derinlik kademesindeki toprakların kil içeriklerinin yüzey katmandan daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

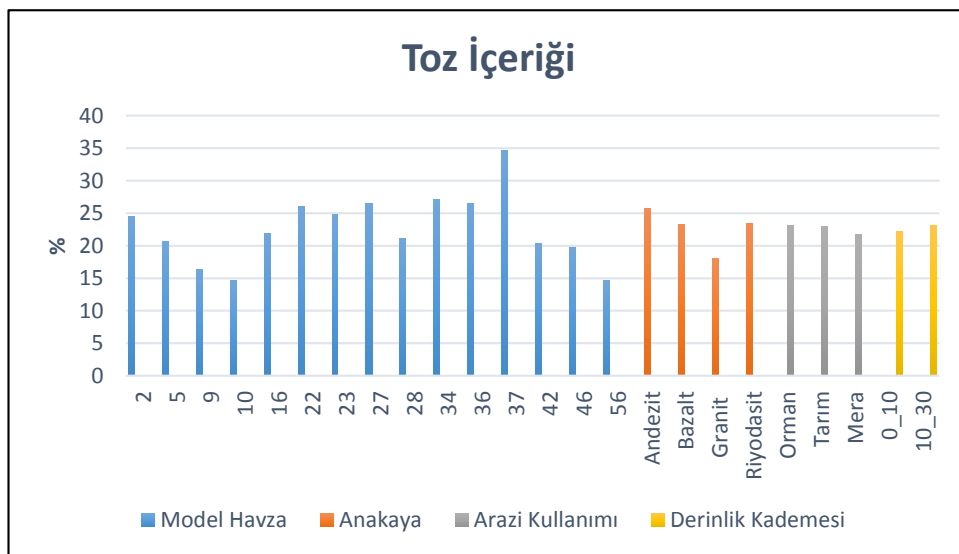


Şekil 110. Araştırma sahası topraklarının kum içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında kum içeriğinin 10, 56 ve 9 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 46, 42, 5, 28, 16, 22, 2, 27, 23, 36, 34 ve 37 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 110), havzalar arasındaki bu farklılığında istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Kum içeriğinin granit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha yüksek olduğu buna karşılık andezit anakaya üzerinde oluşan topraklardaki kum içeriğinin ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir. Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek kum içeriğine mera topraklarında rastlanmıştır; bunu sırasıyla orman ve tarım toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu

belirlenmiştir. Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 0-10 cm. derinlik kademesindeki toprakların kum içeriklerinin 10-30 cm derinlik kademesinden daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

Yapılan varyans analizinde toz içeriği bakımından model havzalar ve ana kayalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunurken, arazi kullanımları ve derinlik kademeleri arasındaki farklılıkların önemsiz oldukları belirlenmiştir (Tablo 73). Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında toz içeriğinin 37, 34, 36 ve 27 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 22, 23, 2, 16, 28, 5, 42, 46, 9, 10 ve 56 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 111); havzalar arasındaki bu farklılığında istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Toz içeriğinin andezit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha yüksek olduğu bunun yanında granit anakaya üzerinde oluşan topraklardaki toz içeriğinin ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir. Arazi kullanımı bakımından değerlendirildiğinde toz içeriği birbirine yakın değerler almış ve aralarındaki farklılık istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 10-30 cm. derinlik kademesindeki toprakların toz içeriklerinin yüzey katmandan daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 111. Araştırma sahası topraklarının toz içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi



Tablo 73. Bazı toprak özelliklerinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi.

Değişkenler		Kil İçeriği (%)	Kum İçeriği (%)	Silt İçeriği (%)	Hacim Ağırlığı (gr/cm <sup>3</sup> )	Geçirgenlik (cm/saat)	Su Tutma Kapasitesi (%)	pH	Organik Madde İçeriği (%)
Model Havza	2	15.54C	59.96EF	24.50BE	1.15BC	23.25BC	38.26CD	5.32DF	6.20CD
	5	14.81C	64.48DE	20.71EF	1.18AB	8.39D	42.37BD	5.44DE	4.42EF
	9	9.35E	74.34AC	16.31GH	0.83G	11.42D	52.37A	5.09FG	5.79D
	10	4.96F	80.36A	14.68H	0.92EG	51.97A	49.10AB	5.31DG	8.13AB
	16	15.13C	62.98DE	21.88CF	1.26A	7.31D	38.38CD	5.50CD	5.84D
	22	13.73CD	60.27EG	26.01BC	1.14AD	7.10D	37.79CD	5.86BC	5.62DE
	23	19.90AB	55.31FH	24.78BD	1.06CE	26.02B	43.86BC	5.96B	6.04CD
	27	15.34C	58.22F	26.44B	1.20AB	9.97D	38.14D	6.71A	3.86F
	28	15.02C	63.78DE	21.20DF	1.01DF	15.51CD	46.28AB	5.00G	7.09BC
	34	20.39AB	52.51H	27.10B	1.23AB	6.88D	38.22CD	5.93B	5.07DE
	36	19.69B	53.77GH	26.53B	1.16AB	13.22D	39.22CD	6.02B	5.26DE
	37	22.86A	42.44I	34.71A	1.12AD	14.55CD	40.32BD	6.47A	3.51F
	42	10.56DE	69.15CD	20.29EG	0.90FG	45.24A	43.46BD	5.10EG	8.47A
	46	8.80EF	71.51BC	19.69FH	1.03CF	18.32BD	47.50AB	4.54H	6.20CD
	56	7.12EF	78.29AB	14.60GH	0.99CG	21.58BD	43.55AD	4.78GH	8.18AB
	F Değeri	8.92**	10.39**	7.17**	7.68**	10.30**	3.38**	20.87**	10.29**
Anakaya	Andezit	16.98A	57.28C	25.74A	1.07	11.78B	46.34A	5.73	4.91B
	Bazalt	16.23A	60.51BC	23.26B	1.05	18.80A	44.68AB	5.51	6.17A
	Granit	9.54C	72.35A	18.11C	1.15	20.98A	37.57C	5.45	6.51A
	Riyodasit	14.11B	62.49B	23.40AB	1.04	23.30A	41.76BC	5.44	6.32A
	F Değeri	12.69**	13.47**	7.03**	2.21ns	4.00**	4.42**	2.57ns	6.03**
Arazi Kullanımı	Orman	14.27B	62.54B	23.19	1.07	31.24A	35.85C	5.09C	6.01
	Tarım	17.50A	59.48C	23.02	1.13	15.65B	43.82B	6.25A	5.88
	Mera	10.87C	67.45A	21.68	1.04	9.25C	48.09A	5.27B	6.04
	F Değeri	20.73**	9.51**	1.09ns	2.94ns	43.09**	31.14**	105.89**	0.15ns
Derinlik	0-10	12.44B	65.43A	22.13	0.99B	24.96A	45.32A	5.43B	6.78A
	10-30	15.99A	60.88B	23.13	1.16A	12.47B	39.85B	5.65A	5.18B
	F Değeri	43.18**	22.62**	2.51ns	73.78**	56.57**	26.82**	16.55**	74.50**

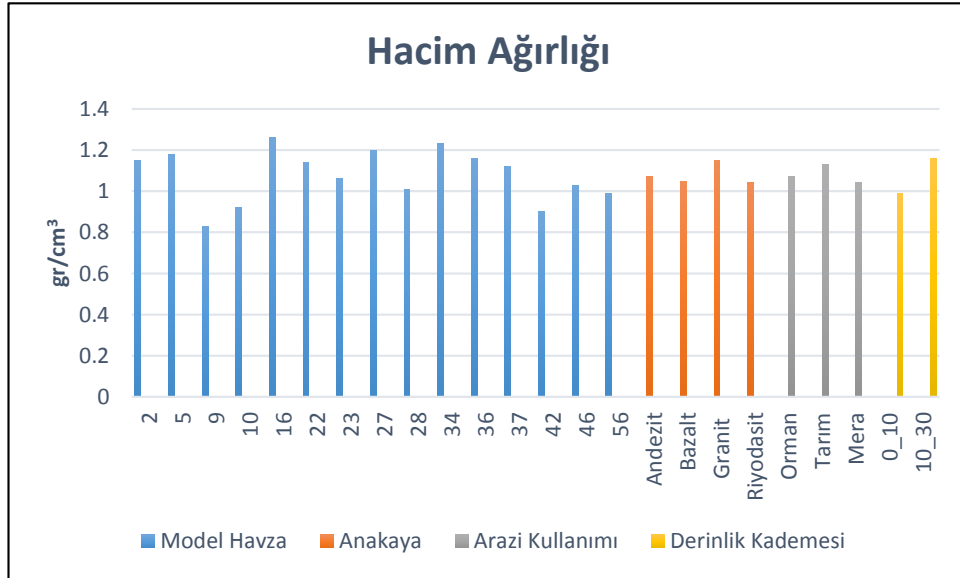
ns: önemsiz, \*: 0.05 seviyesinde önemli, \*\*: 0.01 seviyesinde önemli, Farklı harfler ortalamalar arasındaki istatistiksel önemi belirtir.

### 3.3.2. Hacim Ağırlığı

Yapılan varyans analizinde hacim ağırlığı bakımından model havzalar, ana kayalar, arazi kullanımları ve toprak derinlikleri arasındaki farklılıkların istatistiki anlamda önemli oldukları belirlenmiştir (Tablo 73).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında hacim ağırlığının 16, 34 ve 27 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 5, 36, 2, 22, 37, 23, 46, 28, 56, 10, 42 ve 9 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 112) havzalar arasındaki bu farklılığında istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

Hacim ağırlığının granit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha yüksek olduğu buna karşılık riyodasit anakaya üzerinde gelişen topraklardaki hacim ağırlığının ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemsiz seviyede olduğu belirlenmiştir.



Şekil 112. Araştırma sahası topraklarının hacim ağırlığının model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi

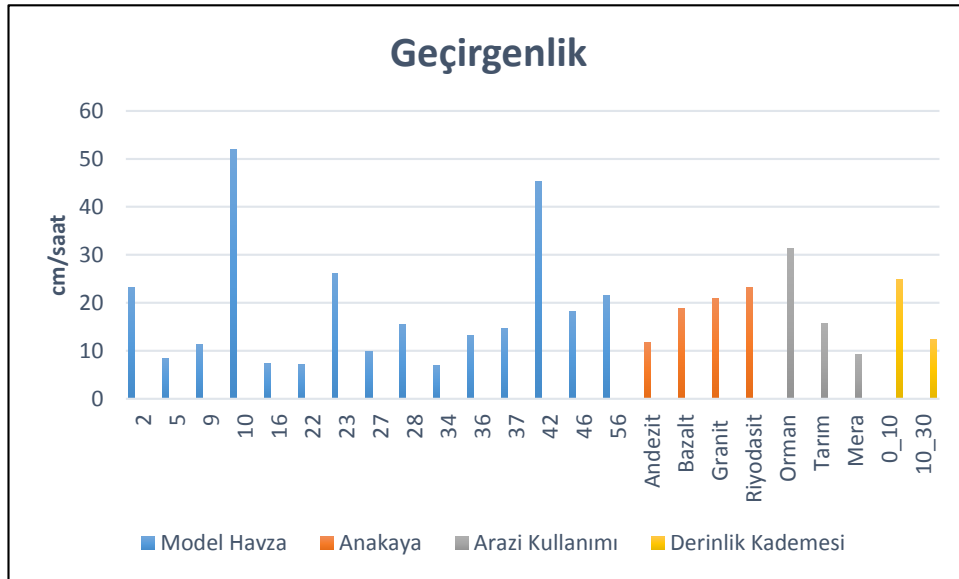
Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek hacim ağırlığına tarım topraklarında rastlanmıştır; bunu sırasıyla orman ve mera toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 10-30 cm. derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlıklarının 0.10 cm'lik yzzey katmanından daha yzkses olduğu, derinlikler arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda znenmli olduğu belirlenmiştir.

### 3.3.3. Gezirgenlik (Permeabilite)

Yapılan varyans analizinde gezirgenlik bakımından model havzalar, ana kayalar, arazi kullanımları ve toprak derinlikleri arasındaki farklılıkların istatistiki anlamda znenmli oldukları belirlenmiştir (Tablo 73).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına gze model havzalar karşılaştırıldığında gezirgenliğin 10 ve 42 numaralı model havzalarda daha yzkses olduğu ve bunu sırasıyla 23, 2, 56, 46, 28, 37, 36, 9, 27, 5, 16, 22 ve 34 numaralı havzaların takip ettiği (şekil 113) ve havzalar arasındaki bu farklılığında istatistiki anlamda znenmli olduğu belirlenmiştir.



şekil 113. Araştırma sahası topraklarının gezirgenliğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine gze değişimi

Gezirgenliğin riyodasit anakaya zzerinde oluşan topraklarda daha yzkses olduğu bunun yanında sırasıyla granit ve bazalt anakayası zzerinde gelişen toprakların da yakın değerler aldığı; bunlara karşılık andezit anakaya zzerinde oluşan topraklardaki

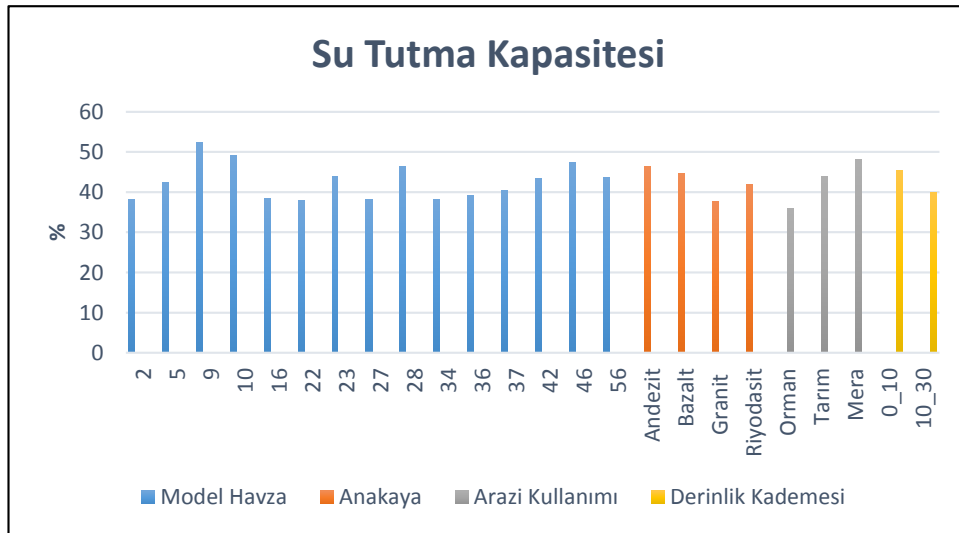
geçirgenliğin ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir.

Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek geçirgenliğe orman topraklarında rastlanmıştır; bunu sırasıyla tarım ve mera toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir. Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 0-10 cm. derinlik kademesindeki toprakların geçirgenliklerinin 10-30 cm derinlik kademesinden daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

### 3.3.4. Su Tutma Kapasitesi

Yapılan varyans analizinde su tutma kapasitesi bakımından model havzalar, ana kayalar, arazi kullanımları ve toprak derinlikleri arasındaki farklılıkların istatistiki anlamda önemli oldukları belirlenmiştir (Tablo 73).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında su tutma kapasitesinin 9, 10 ve 46 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 28, 23, 56, 42, 5, 37, 36, 16, 2, 34, 27 ve 22 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 114) ve havzalar arasındaki bu farklılığın da istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.



Şekil 114. Araştırma sahası topraklarının su tutma kapasitesinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi

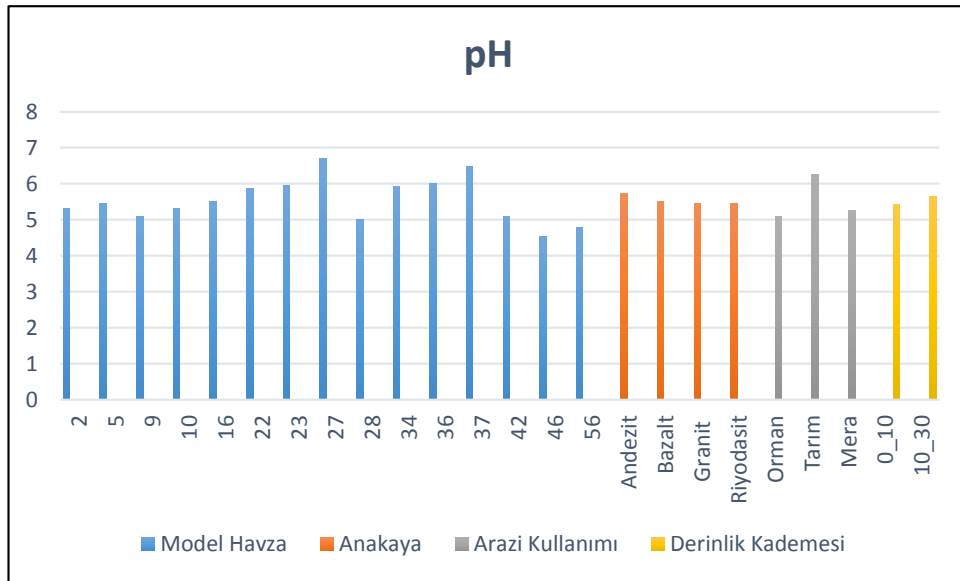
Su tutma kapasitesinin andezit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha yüksek olduğu bunun yanında sırasıyla bazalt ve riyodasit anakayası üzerinde gelişen toprakların da yakın değerler aldığı; bunlara karşılık granit anakaya üzerinde oluşan topraklardaki su tutma kapasitesinin ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir.

Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek su tutma kapasitesine mera topraklarında rastlanmış; bunu sırasıyla tarım ve orman toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 0-10 cm. derinlik kademesindeki toprakların su tutma kapasitesinin 10-30 cm derinlik kademesinden daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

### 3.3.5. Toprak Reaksiyonu (pH)

Yapılan varyans analizinde toprak reaksiyonu bakımından model havzalar, arazi kullanımları ve derinlik kademeleri arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunurken, ana kayalar arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 73).



Şekil 115. Araştırma sahası topraklarının pH'nın model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında pH'nın 27 ve 37 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 36, 23, 34, 22, 16, 5, 2, 10, 42, 9, 28, 56 ve 46 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 115) ve havzalar arasındaki bu farklılığında istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

Toprak reaksiyonunun andezit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha yüksek olduğu buna karşın riyodasit anakaya üzerinde oluşan toprakların pH'sının ise daha düşük olduğu fakat ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olmadığı belirlenmiştir.

Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek pH değerine tarım topraklarında rastlanmıştır; bunu sırasıyla mera ve orman toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

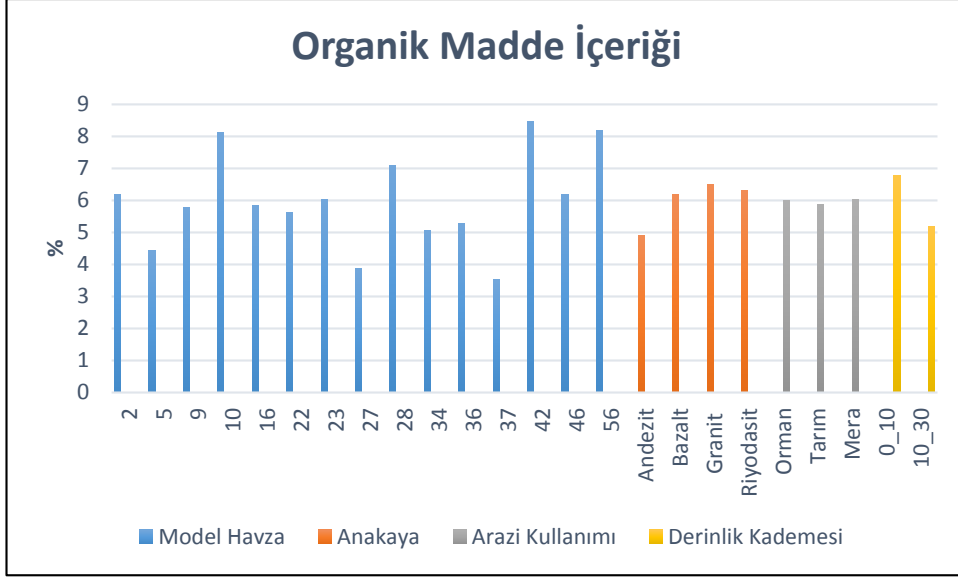
Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 10-30 cm. derinlik kademesindeki toprakların pH'sının 0-10 cm'lik yüzey katmandan daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

### **3.3.6. Organik Madde İçeriği**

Yapılan varyans analizinde organik madde içeriği bakımından model havzalar, ana kayalar ve derinlik kademeleri arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunurken, arazi kullanımları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiştir (Tablo 73).

Çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre model havzalar karşılaştırıldığında organik madde içeriğinin 42, 56 ve 10 numaralı model havzalarda daha yüksek olduğu ve bunu sırasıyla 28, 46, 2, 23, 16, 9, 22, 36, 34, 5, 27 ve 37 numaralı havzaların takip ettiği (Şekil 116) ve havzalar arasındaki bu farklılığın da istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

Organik madde içeriğinin granit anakaya üzerinde oluşan topraklarda daha yüksek olduğu bunun yanında riyodasit ve bazalt anakayalarının da yakın değerler aldığı, buna karşılık andezit anakaya üzerinde oluşan topraklardaki organik madde içeriğinin ise daha düşük olduğu ve ana kayalar arasındaki bu farklılığın önemli seviyede olduğu belirlenmiştir.



Şekil 116. Araştırma sahası topraklarının organik madde içeriğinin model havza, anakaya, arazi kullanımı ve derinlik kademelerine göre değişimi

Arazi kullanımı bakımından ise en yüksek organik madde içeriğine mera topraklarında rastlanmıştır; bunu sırasıyla orman ve tarım toprakları takip etmiştir. Aralarındaki farklılığın ise istatistiki anlamda önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, 0-10 cm. derinlik kademesindeki toprakların organik madde içeriklerinin 10-30 cm derinlik kademesinden daha yüksek olduğu, katmanlar arasındaki bu farklılığın ise istatistiki anlamda önemli olduğu belirlenmiştir.

#### 3.4. Model Havzalardan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Sediment Verimlerinin Belirlenmesi

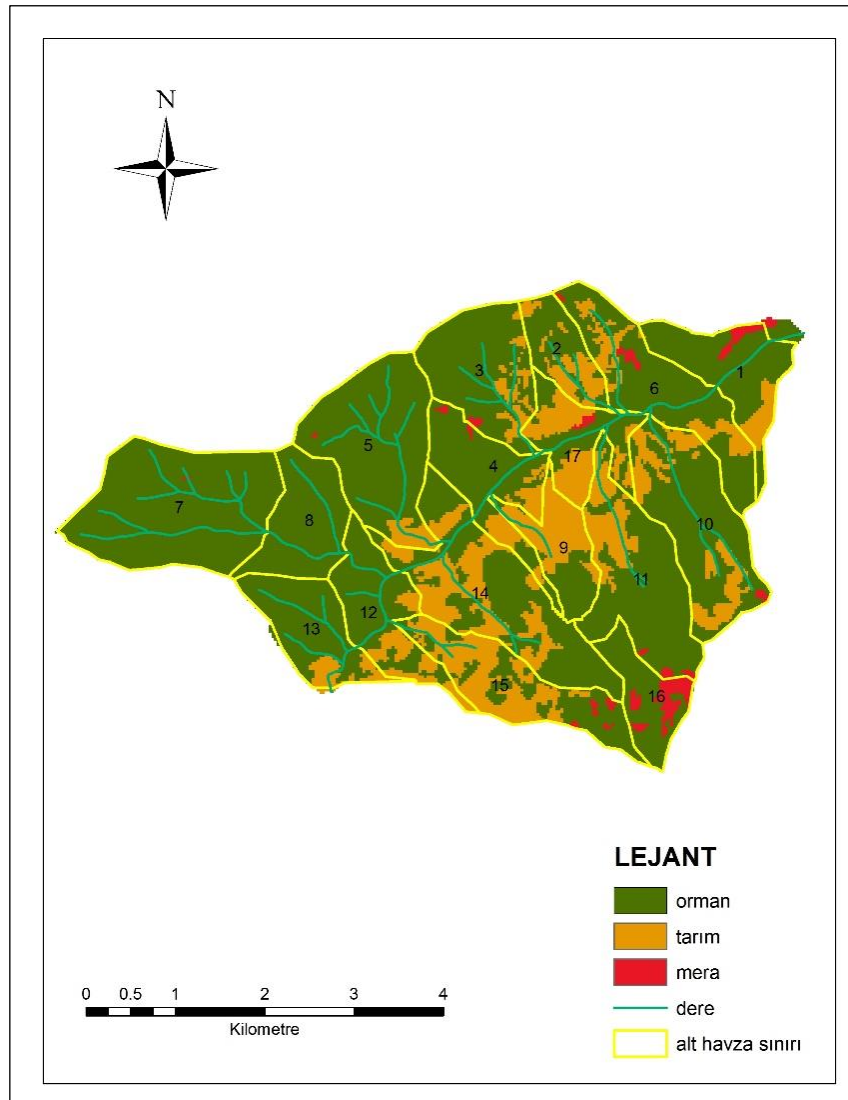
Borçka Barajı Yağış Havzası'nda, tahmini kaybolan toprak miktarı ve sediment verimi WEPP ve CBS'nin entegrasyonu sonucu ortaya çıkan GeoWEPP programı kullanılarak ortaya konulmuştur. Anakaya, arazi kullanımı, eğim ve bakı faktörleri dikkate alınarak Arc Hydro modülü yardımıyla 57 havzaya bölümlendirilmiş çalışma alanından 15 adet model havza seçilmiş ve model havza alanları WEPP modelinin yürütülebilmesi için büyük olduğundan, bu model havzalar da kendi içinde WEPP modelinin kolayca çalışabileceği daha küçük bir birim olan alt havzalara ayrılmıştır. Programın yürütülmesi alt havzalar bazında tamamlandıktan sonra alt havzaların ait olduğu model havzanın sediment verimi belirlenmiştir. Bu şekilde tüm model

havzalardan elde edilen sonuçlar ise model havzanın içerisinde yer aldığı eş havza grubundaki diğer havzalara uyarlandıktan sonra tüm yağış havzasına ait sediment verimi ortaya konmuştur.

### 3.4.1. WEPP Model ile (2) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kaybı ve Sediment Veriminin Belirlenmesi

#### 3.4.1.1. (2) Nolu Model Havzada Meydana Gelen Toprak Kaybı ve Sediment Verimi

Şekil 117’de görüldüğü üzere Borçka Barajı Yağış Havzası’nın 2 numaralı model havzası toplamda 17 alt-havza birimine ayrılmış ve her bir alt-havza üzerinde program yürütülerek toprak kayıpları ve sediment verimleri belirlenmiştir.

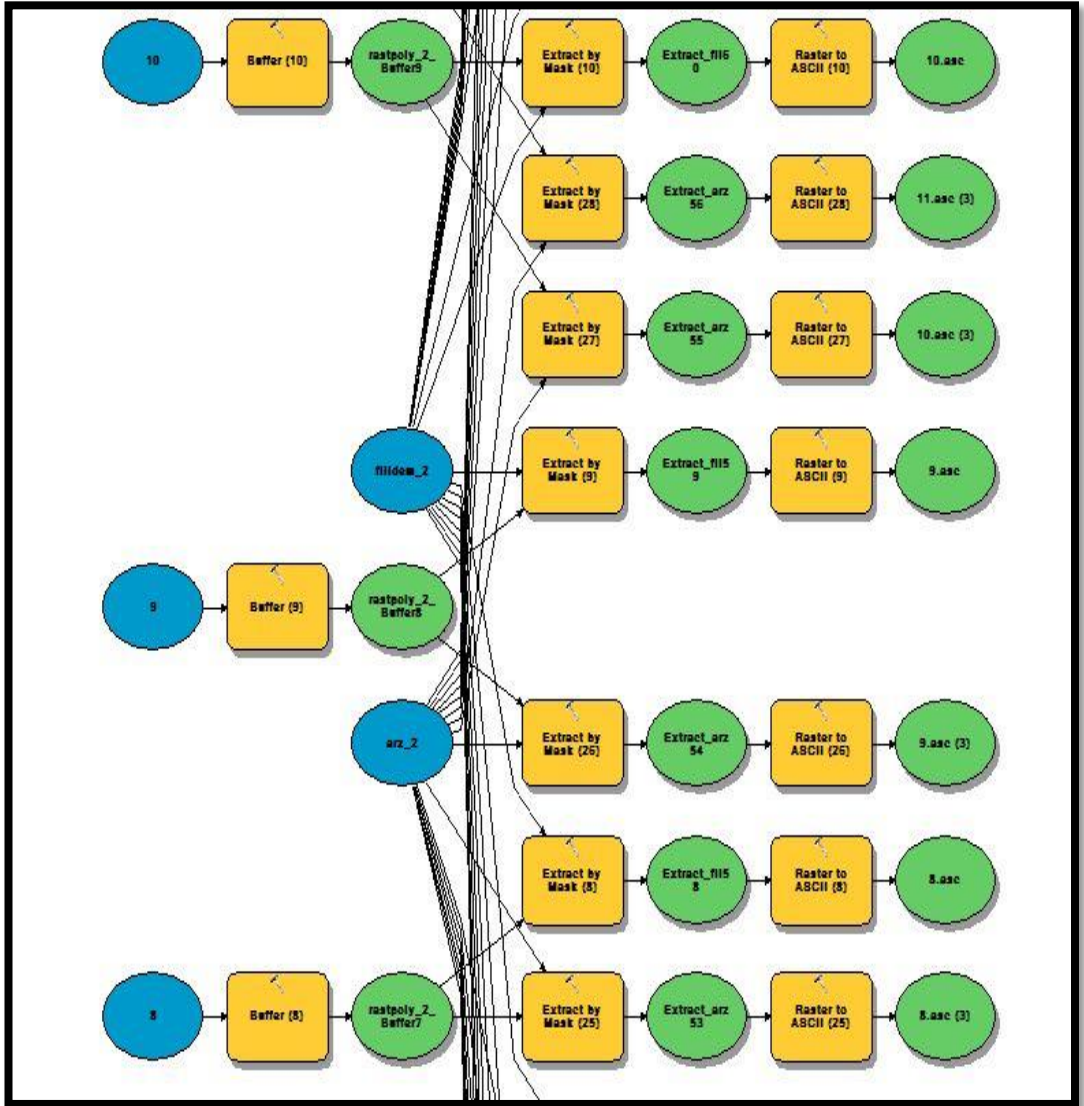


Şekil 117. (2) nolu model havzanın alt havzalara ayrımı



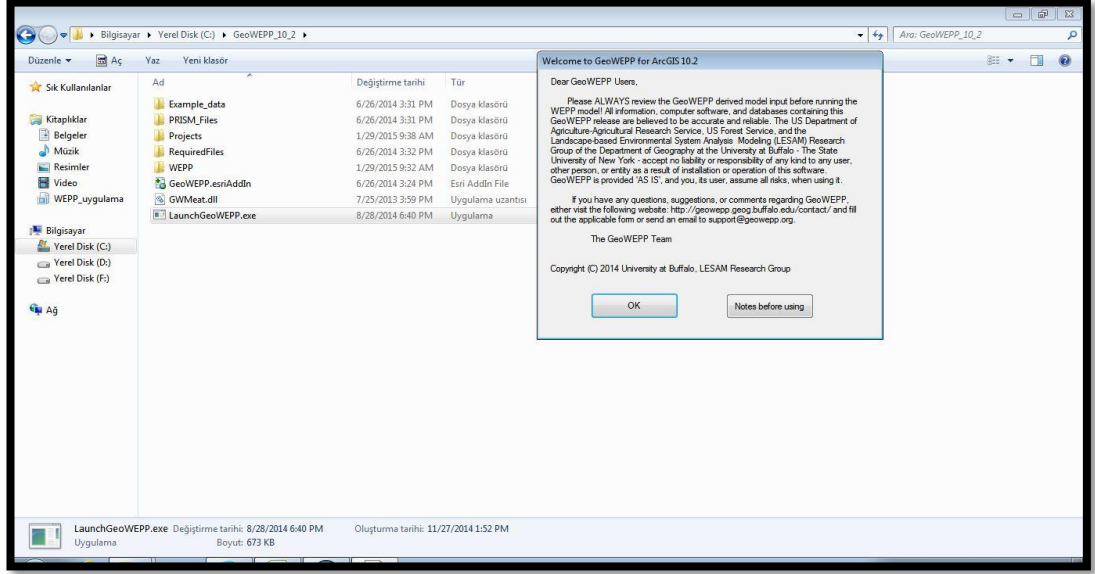
Örnek olarak (2) nolu model havzaya ait 5 nolu alt havzada WEPP modelinin yürütülmesi aşamaları aşağıda sıralanmıştır.

Aşama 1: 2 nolu model havza 17 alt havzaya ayrıldıktan sonra Arcgis 10.2 sürümünde “model builder” (model kurucu) kullanılarak (Şekil 118) programın yürütülmesi için her alt havzaya ait gerekli olan “asc” uzantılı sayısal yükseklik modeli (digital elevation model-dem.asc), arazi kullanımı (landcov.asc) ve toprak kullanımı (soil.asc) dosyaları oluşturulmuştur.



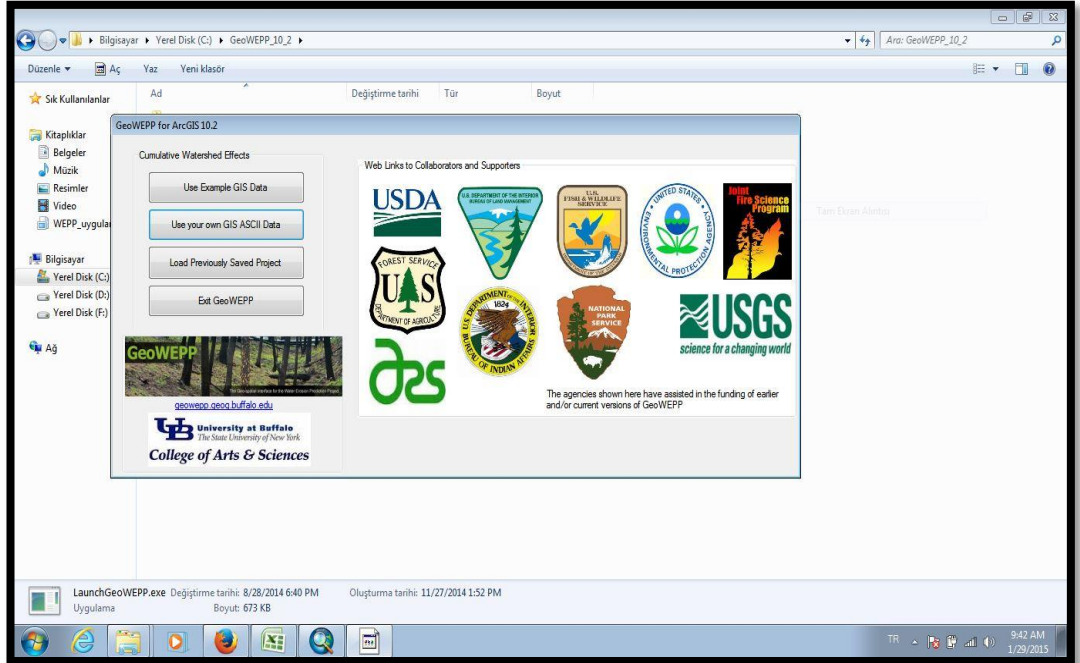
Şekil 118.“Model Builder” (model kurucu) kullanılarak 2 nolu model havzaya ait bazı alt havzaların “asc” uzantılı SYM, arazi kullanımı ve toprak dosyalarının gösterimi

**Aşama 2:** Programlar altında kayıtlı bulunan GeoWEPP klasöründen programın seçilmesi (Şekil 119)



Şekil 119. C klasörü altında kayıtlı bulunan GeoWEPP programı

**Aşama 3:** Programı kendi verilerimizle yürüteceğimizden gerekli butonun tıklanması (Şekil 120)



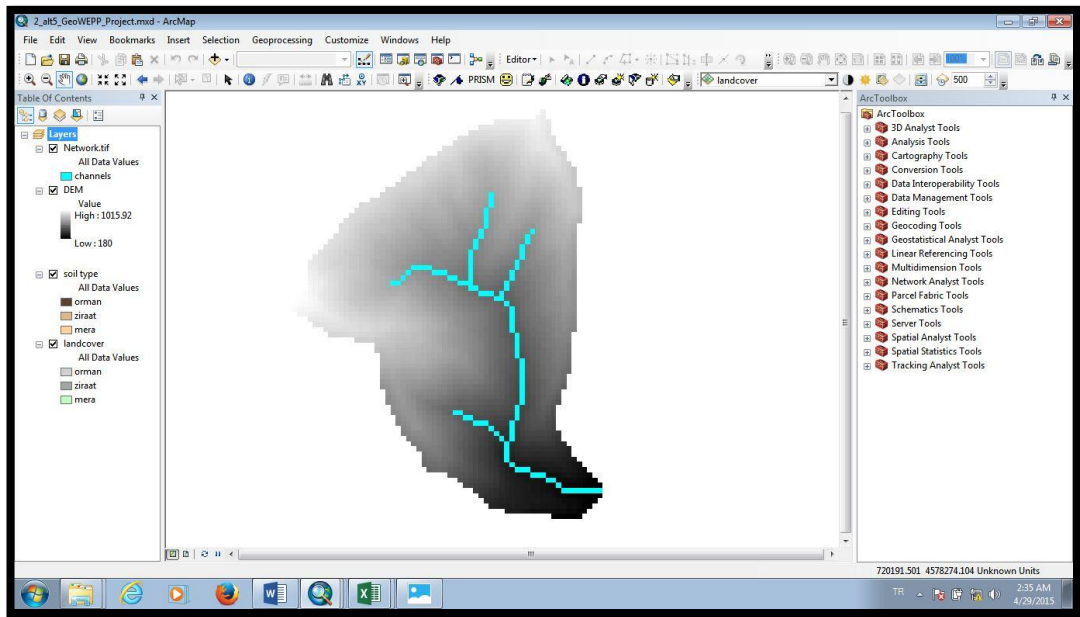
Şekil 120. Modelin kendi verilerimizle yürütülmesi aşaması

Aşama 4: 2 nolu model havzada 5 nolu alt havza verilerinin (dem.asc, soil.asc, land.asc, landcov.txt, landcovdb.txt, soilsmap.txt, soilsdb.txt) yüklenmiş hali (Şekil 121)



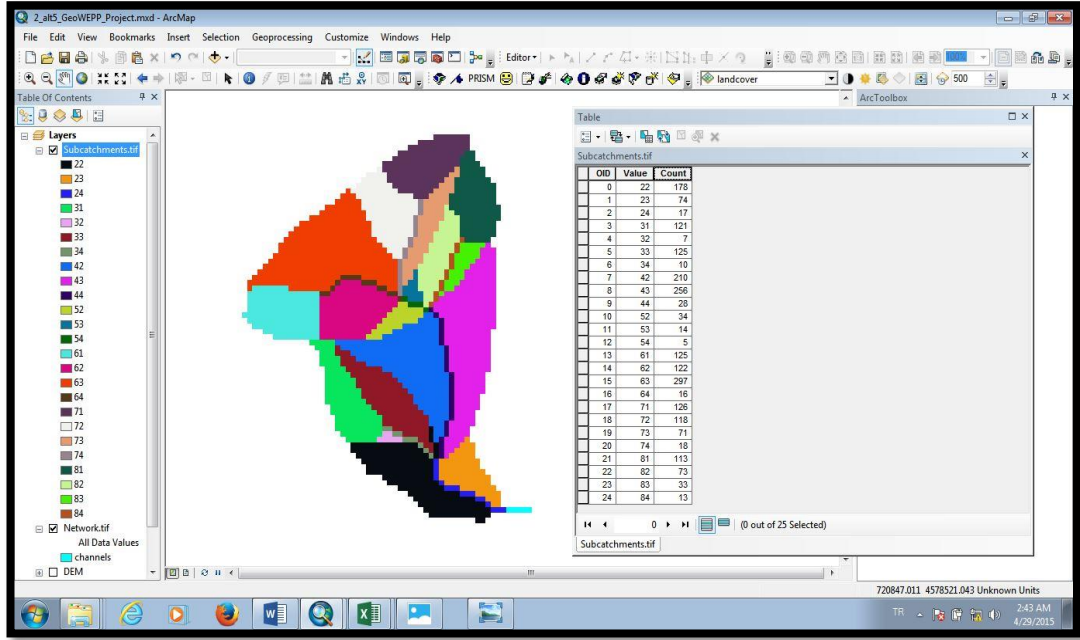
Şekil 121. 5 nolu alt havza için sayısal yükseklik modeli, toprak ve bitki örtüsü parametrelerinin girilmesi

Aşama 5: 2 nolu model havzanın 5 nolu alt havzasının GeoWEPP ortamına aktarılmış ve drenaj ağı (network) oluşturulmuş hali (Şekil 122)



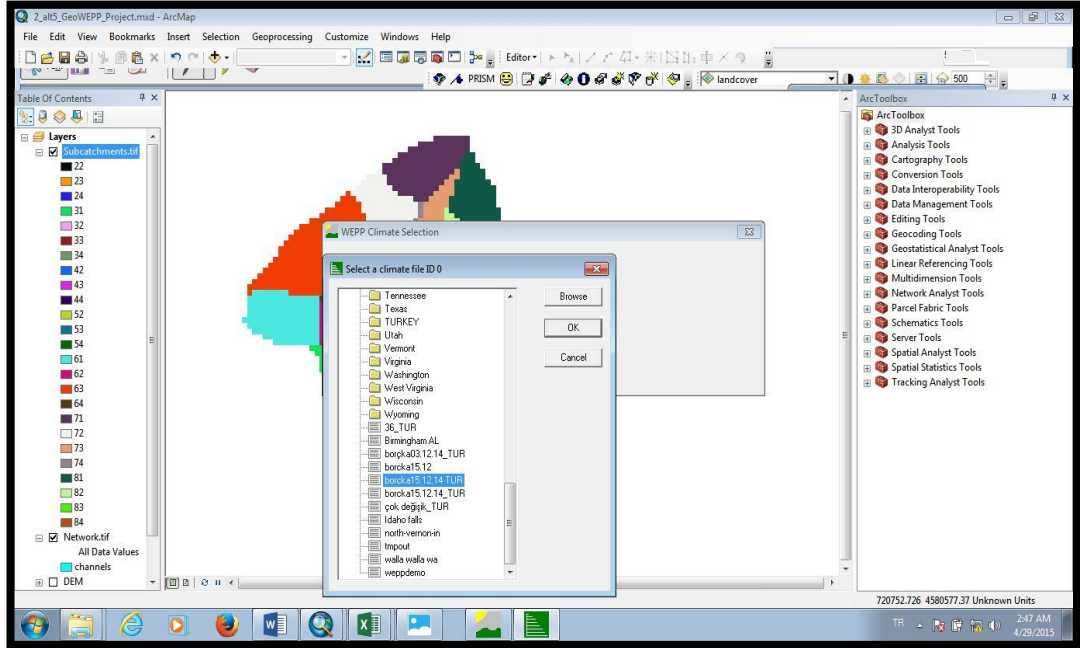
Şekil 122. 5 nolu alt havzanın drenaj ağı haritası

Aşama 6: Program çalıştırdıktan sonra “subcatchment” olarak ifade edilen mikro havzaların oluşması (Şekil 123)



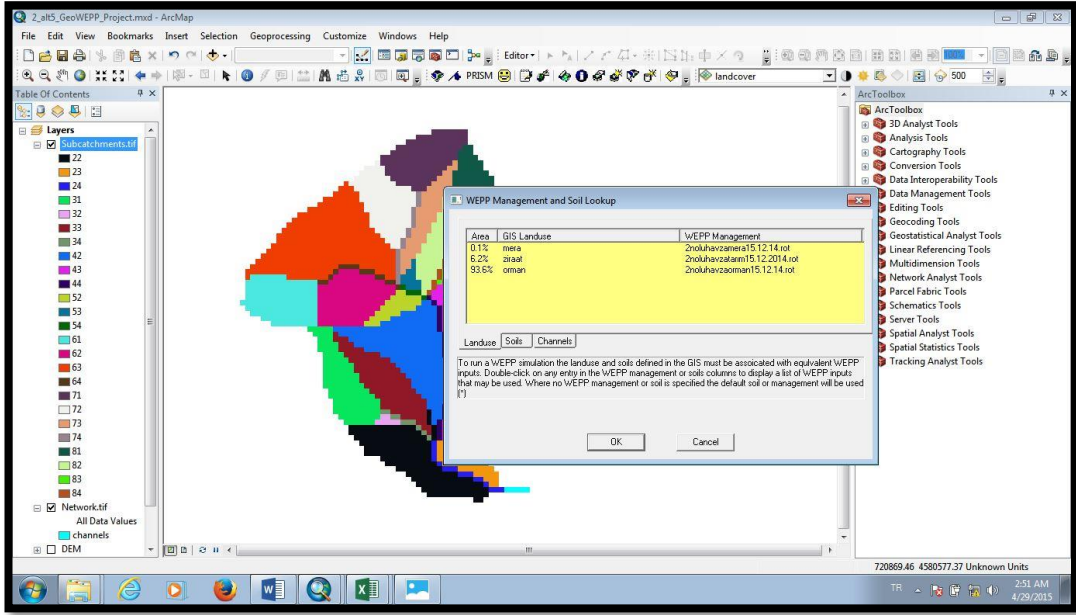
Şekil 123. 5 nolu model havzaya ait yamaç (hillslope) ve derelerin (channel) görünümü

Aşama 7: Çalışma alanı için hazırlanmış iklim dosyasının programa dahil edilmesi ve programın yürütülerek (“run” edilerek) sonuçlandırılması (Şekil 124)

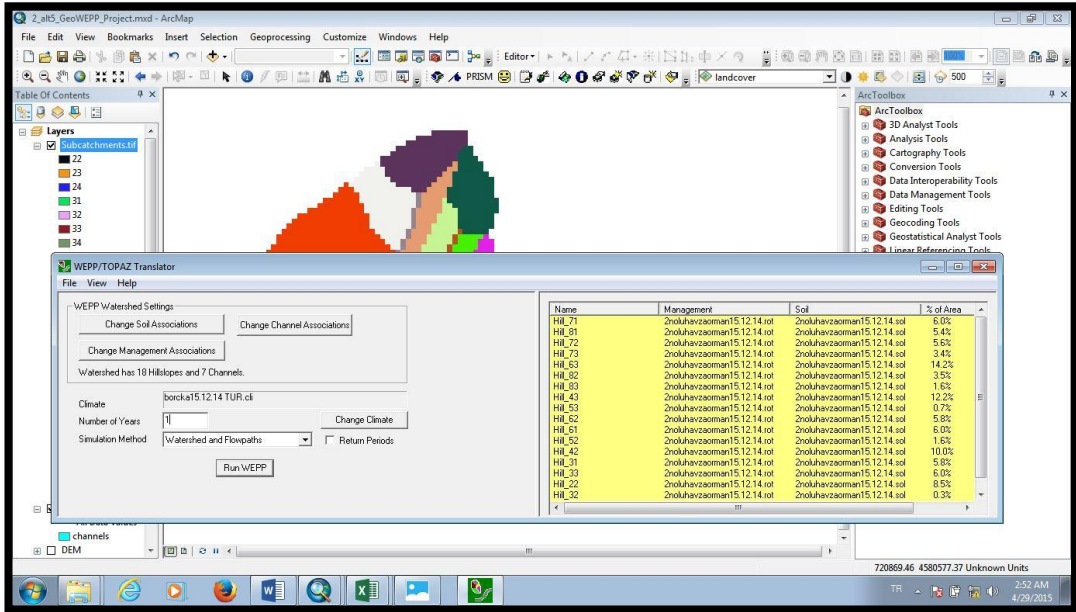


Şekil 124. İklim dosyasının programa dâhil edilmesi

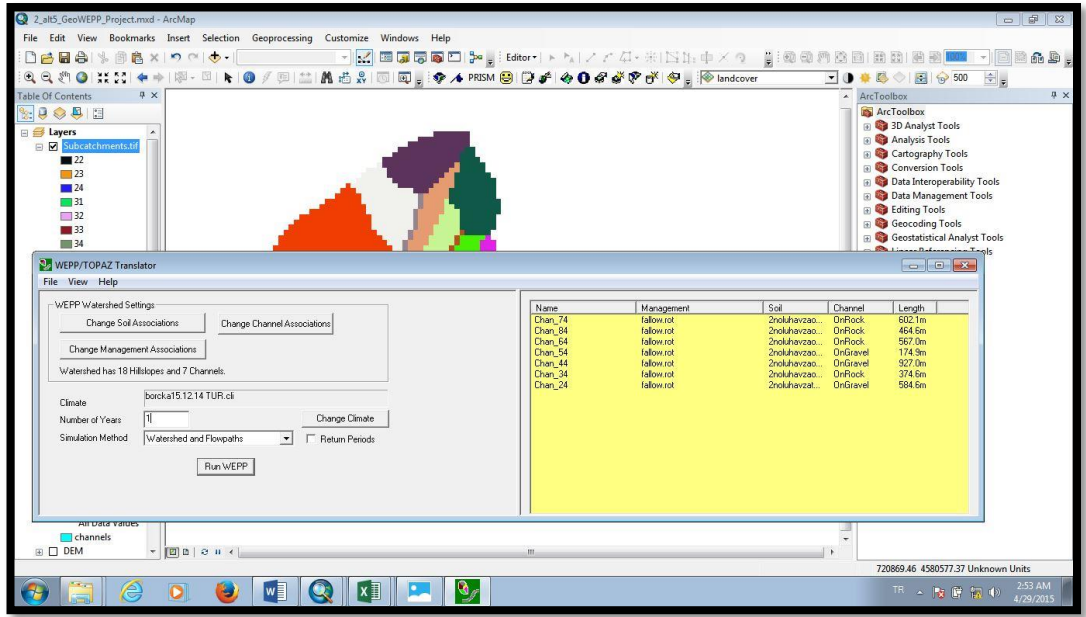
**Aşama 8:** Alt havzadaki arazi kullanımının yüzde olarak dağılımı, yamaç (hillslope) ve derelerin (channel) ayrıntılı olarak gösterimi (Şekil 125-126-127)



Şekil 125. 5 nolu alt havzanın arazi kullanımına göre dağılımı

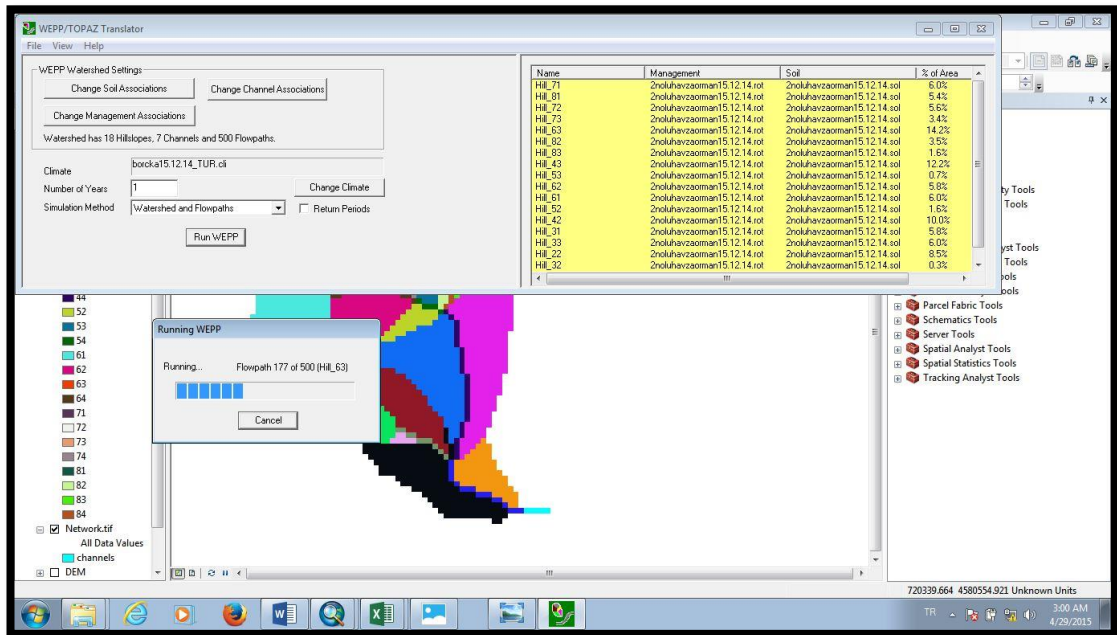


Şekil 126. 5 nolu alt havzadaki yamaçların (hillslope) ayrıntılı gösterimi



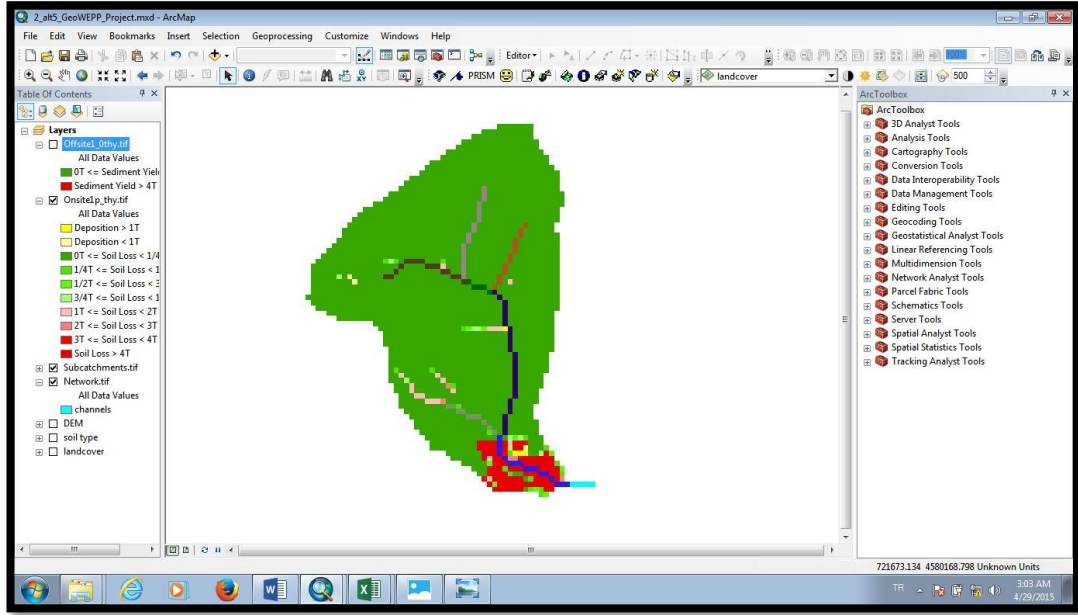
Şekil 127. 5 nolu alt havzadaki derelerin (channel) ayrıntılı gösterimi

Aşama 9: Tüm dosyalar ve özellikler girildikten sonra WEPP programının yürütülmesi (“run” edilmesi) (Şekil 128)



Şekil 128. GeoWEPP programının çalıştırılması

Aşama 10: WEPP programı çalıştırıldıktan sonra alanın toprak kaybı haritalarının elde edilmesi (Şekil 129)



Şekil 129. WEPP programı yürütüldükten sonra 5 nolu alt havzada tahmin edilen toprak kaybı (erozyon) miktarının (şiddetinin) WEPP-TOPAZ entegre sonuç haritasındaki dağılımı

```

116 storms produced 735.80 mm. of rainfall on an AVERAGE ANNUAL basis
235 events produced 287.05 mm. of runoff
passing through the watershed outlet on an AVERAGE ANNUAL basis

Average Annual Delivery From Channel Outlet:
-----

Total contributing area to outlet = 190.28 ha
Avg. Ann. Precipitation volume in contributing area = 1400096. m³/yr
Avg. Ann. irrigation volume in contributing area = 0. m³/yr
Avg. Ann. water discharge from outlet = 546202. m³/yr
Avg. Ann. total hillslope soil loss = 26.9 tonnes/yr
Avg. Ann. total channel soil loss = 1004.5 tonnes/yr
Avg. Ann. sediment discharge from outlet = 1033.3 tonnes/yr
Avg. Ann. Sed. delivery per unit area of watershed = 5.4 T/ha/yr
Sediment Delivery Ratio for Watershed = 1.002

Sediment Particle Information Leaving Channel:
-----

```

Class	Diameter (mm)	Specific Gravity	Particle Composition				Fraction In Flow Exiting
			% Sand	% Silt	% Clay	% O.M.	
1	0.002	2.60	0.0	0.0	100.0	18.6	0.046
2	0.010	2.65	0.0	100.0	0.0	0.0	0.050
3	0.030	1.80	0.0	56.0	44.0	8.2	0.204
4	0.430	1.60	69.3	18.9	11.8	2.2	0.482
5	0.200	2.65	100.0	0.0	0.0	0.0	0.218

Şekil 130. (2) nolu model havzanın 5 nolu alt havzasına ait tahmini toprak kaybı ve sediment durumunu gösteren rapor dosyası

190.28 ha lık bir alana sahip olan 5 numaralı alt havzada toplam sediment verimi 1033.3 ton/yıl'dır ve 1 ha'da ortalama olarak 5.4 ton/ha/yıl sediment verimi meydana gelmiştir. Yamaçlardan (hillslope) kaybolan toprak miktarı 26.9 ton/yıl iken, derelerden (channel) kaybolan toprak miktarı 1004.5 ton/yıldır. Sediment iletim oranı ise 1.002'dir ve model bu değeri kendisi hesaplamaktadır.

5 nolu alt havzaya düşen 735.80 mm'lik yağışın 287.05 mm'sinin yüzeysel akışa geçtiği belirlenmiştir.

Havzada yıllık biriken su miktarı 1400096 m<sup>3</sup>/yıl olup havza çıkışından boşalan su miktarı 546202 m<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır (Şekil 130).

(2) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.74'de gösterilmiştir.

Model havza 17 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki kez, bu havza için ise toplamda 21 kez çalıştırılmıştır.

Tabloda ayrıntılı olarak programın yürütüldüğü her alt havzaya ait arazi kullanım durumunun yüzde dağılımı, hangi yamaç ve derelerin hangi arazi kullanımına ait oldukları, toplam yamaç ve dere sayısı, yamaç ve derelerden ton cinsinden bir yılda kaybolan toprak miktarı, sediment iletim oranı, toplam sediment verimi, alanı ve birim alan (ha) sediment verimi gösterilmiştir.

Tablodaki bilgilere ek olarak her alt havzaya düşen yağış miktarı (mm) ve bunun ne kadarının yüzeysel akışa geçtiği, ayrıca da havzada biriken yıllık su miktarı (m<sup>3</sup>/yıl) ve bunun da ne kadarının havzanın çıkışından boşaldığı sonuç raporlarından görülebilmektedir.

2551.14 ha'lık bir alana sahip (2) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 13456.4 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 101.1 ton/ha/yıl, ortalama 5.27 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.



Tablo 74. (2) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1_1	99.5	tüm yamaç ve kanallar orman	0.3	-	0.3	-	3 yamaç, 1 kanal	0.1	86.3	1	86.4	44.55	1.9
1_2	76.8	tüm yamaç ve kanallar orman	6.2	-	16.9	-	3 yamaç, 1 kanal	1.1	36	1.002	37.2	76.57	0.5
2	61.9	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	38.1	yamaç 22-23-42-43, kanal 44	8 yamaç, 3 kanal	214.3	286.4	1.008	504.5	71.6	7.0
3	86.4	tüm yamaç ve kanallar orman	0.8	-	12.9	-	13 yamaç, 5 kanal	2.9	575.6	1.001	578.9	153.64	3.8
4_1	86.8	diğer yamaç ve kanallar orman	1.7	-	11.5	yamaç 22	8 yamaç, 3 kanal	49.2	245.6	0.935	275.6	106.45	2.6
4_2	56.6	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	43.4	yamaç 23	3 yamaç, 1 kanal	21.7	65.2	0.993	86.3	25.97	3.3
5	93.6	diğer yamaç ve kanallar orman	0.1	-	6.3	yamaç 23, kanal 24	18 yamaç, 7 kanal	26.9	1004.5	1.002	1033.3	190.28	5.4
6_1	85.3	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	14.7	yamaç 32	8 yamaç, 3 kanal	55.1	133	0.296	55.8	110.29	0.5
6_2	64.1	diğer yamaç ve kanallar orman	5.1	-	30.7	kanal 24	3 yamaç, 1 kanal	0.3	160.2	1	160.4	65.44	2.5
7	99.8	tüm yamaç ve kanallar orman	0.2	-	-	-	27 yamaç, 11 kanal	0.2	1127.5	1.001	1129.3	272.47	4.1

Tablo 74 (Devamı). (2) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

8	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	8 yamaç, 3 kanal	0.2	334.2	1.001	334.6	116.86	2.9
9_1	25.9	yamaç 21	-	-	74.1	diğer yamaç ve kanallar tarım	3 yamaç, 1 kanal	98.2	250.1	0.918	319.8	52.31	6.1
9_2	51.6	yamaç 21	-	-	48.4	diğer yamaç ve kanallar tarım	3 yamaç, 1 kanal	95.8	218.9	0.934	293.8	36.31	8.1
10	73	diğer yamaç ve kanallar orman	0.3	-	26.7	yamaç 42-43-61-63-102, kanal 44-64	22 yamaç, 9 kanal	1002.7	1412.9	0.643	1552.9	200.71	7.7
11	76.2	diğer yamaç ve kanallar orman	1.5	-	22.4	yamaç 23-42, kanal 24-34-44	13 yamaç, 7 kanal	821	1048.9	0.99	1850.8	194.95	9.5
12	81.3	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	18.7	-	8 yamaç, 3 kanal	4	61.6	0.282	18.5	121.76	0.2
13	95.2	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	4.8	yamaç 22	8 yamaç, 3 kanal	0.6	204.5	1.001	205.2	112.73	1.8
14	64.1	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	35.9	yamaç 32-63-73-92-02-103-133-143-151-152, kanal 64-104-144	33 yamaç, 14 kanal	4322.5	1063	0.278	1495.9	247.82	6.0
15	43.4	yamaç 31-33	2.1	-	54.4	diğer yamaç ve kanallar tarım	8 yamaç, 3 kanal	1444.6	816.7	0.754	1705.3	147.52	11.6
16	84	diğer yamaç ve kanallar orman	16	kanal 34-44	-	-	7 yamaç, 3 kanal	3.7	320	1	323.8	80.16	4.0
17	46.5	tüm yamaç ve kanallar orman	2.7	-	50.8	yamaç 31-41-42-43	8 yamaç, 3 kanal	4189.2	379.6	0.308	1408.1	122.75	11.5
Toplam											13456.4	2551.14	101.1

### **3.4.2. WEPP Model ile Diğer Model Havzalardan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Sediment Verimlerinin Belirlenmesi**

- (5) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.75’de gösterilmiştir.

Model havza 15 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki veya üç kez, bu havza için ise toplamda 17 kez çalıştırılmıştır.

4057.02 ha’lık bir alana sahip (5) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 10225.3 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 32.4 ton/ha/yıl, ortalama 2.52 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (9) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.76’da gösterilmiştir.

Model havza 10 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki veya üç kez, bu havza için ise toplamda 15 kez çalıştırılmıştır.

2479.87 ha’lık bir alana sahip (9) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 8700.8 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 47.78 ton/ha/yıl, ortalama 3.51 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (10) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.77’de gösterilmiştir.

Model havza 8 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki kez, bu havza için ise toplamda 9 kez çalıştırılmıştır.

1472.31 ha'lık bir alana sahip (10) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 8378.8 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 46.3 ton/ha/yıl, ortalama 5.69 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (16) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.78'de gösterilmiştir.

Model havza 8 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki kez, bu havza için ise toplamda 9 kez çalıştırılmıştır.

1059.39 ha'lık bir alana sahip (16) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 2720.9 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 20.5 ton/ha/yıl, ortalama 2.57 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (22) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.79'da gösterilmiştir.

Model havza 6 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır.

1413.27 ha'lık bir alana sahip (22) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 7461.4 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 32.57 ton/ha/yıl, ortalama 5.28 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (23) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.80'de gösterilmiştir.

Model havza 4 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır.

936.54 ha'lık bir alana sahip (2) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak

kaybının 6907.9 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 25.7 ton/ha/yıl, ortalama 7.38 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (27) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.81’de gösterilmiştir.

Model havza 10 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki, üç veya dört kez, bu havza için ise toplamda 20 kez çalıştırılmıştır.

2863.71 ha’lık bir alana sahip (27) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 18691.2 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 111.5 ton/ha/yıl, ortalama 6.53 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (28) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.82’de gösterilmiştir.

Model havza 11 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki kez, bu havza için ise toplamda 15 kez çalıştırılmıştır.

4619.16 ha’lık bir alana sahip (28) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 23008.9 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 59.1 ton/ha/yıl, ortalama 4.98 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (34) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.83’de gösterilmiştir.

Model havza 9 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır.

2419.02 ha’lık bir alana sahip (34) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak

kaybının 12055.9 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 44.1 ton/ha/yıl, ortalama 4.98 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (36) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.84'de gösterilmiştir.

Model havza 16 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki kez, bu havza için ise toplamda 18 kez çalıştırılmıştır.

2948.40 ha'lık bir alana sahip (36) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 13525.3 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 71.7 ton/ha/yıl, ortalama 4.59 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (37) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.85'de gösterilmiştir.

Model havza 9 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır. Bazı alt havzalarda da drenaj ağının çiziminden dolayı program iki kez, bu havza için ise toplamda 11 kez çalıştırılmıştır.

1597.86 ha'lık bir alana sahip (37) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 6129.8 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 33.0 ton/ha/yıl, ortalama 3.84 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (42) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.86'da gösterilmiştir.

Model havza 9 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır.

3335.40 ha'lık bir alana sahip (42) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 2.6 ton/yıl olduğu; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın olmadığı, ortalama ise 0.0008 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (46) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.87'de gösterilmiştir.

Model havza 9 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır.

2708.10 ha'lık bir alana sahip (46) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 24773.3 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 78.0 ton/ha/yıl, ortalama 9.15 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

- (56) nolu model havzada WEPP programının yürütülmesi sonucunda alt havzalarda meydana gelen tahmini sediment verimleri Tablo.88'de gösterilmiştir.

Model havza 12 alt havzaya bölünmüş ve program bu alt havzalarda yürütülerek havzaya ait ortalama değerler hesaplanmıştır.

2111.67 ha'lık bir alana sahip (56) nolu model havza için alt havzalardan elde edilen toplam değerler incelendiğinde yağış havzasından meydana gelen toplam toprak kaybının 8883.7 ton/yıl; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 49.2 ton/ha/yıl, ortalama 4.21 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

Tablo 75. (5) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım		diğer								
1	37.6	yamaç 22-31-81-82	-	-	62.4	diğer yamaç ve kanallar tarım	17 yamaç, 7 kanal	9231.8	14096.5	0.431	10047.3	327.89	30.6
2_1	87.9	tüm yamaç ve kanallar orman	1.5	-	10.6	-	8 yamaç, 3 kanal	0	0.2	0.73	0.1	152.13	0.0
2_2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0	0	1	0	76.55	0.0
2_3	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0	0	1	0	40.19	0.0
3	72.5	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	27.5	yamaç 23	8 yamaç, 3 kanal	109.4	111.2	0.776	169	93.7	1.8
4	97.4	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	2.6	-	8 yamaç, 3 kanal	0	0.3	0.776	0.3	233.28	0.0
5	99.9	-	0.1	-	-	-	18 yamaç, 7 kanal	0	1.6	0.995	1.6	188.27	0.0
6	98.4	-	1.6	-	-	-	8 yamaç, 3 kanal	0	0.6	0.981	0.6	174.93	0.0
7	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	24 yamaç, 10 kanal	0	2.7	0.875	2.3	194.1	0.0



Tablo 75 (Devamı). (5) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

8	98	tüm yamaç ve kanallar orman	0.5	-	1.4	-	46 yamaç, 19 kanal	0	0.2	0.004	0	626.59	0.0
9	98.7	tüm yamaç ve kanallar orman	1.3	-	-	-	18 yamaç, 7 kanal	0	0.3	0.773	0.3	288.5	0.0
10	91	diğer yamaç ve kanallar orman	9	hil 81-112	-	-	31 yamaç, 13 kanal	0	2.5	0.95	2.4	317.37	0.0
11	74.8	tüm yamaç ve kanallar orman	25.2	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0	0	1	0	103.85	0.0
12	15.4	yamaç 22-23, kanal 24	84.6	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	33 yamaç, 13 kanal	0	0.3	0.802	0.3	419.09	0.0
13	15.1	yamaç 22-23-31-32-33-42-52, kanal 24-34-44	84.9	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	27 yamaç, 11 kanal	0	0.3	0.921	0.3	408.49	0.0
14	32.5	yamaç 22-23-32-33-73, kanal 24-34	67.5	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	18 yamaç, 7 kanal	0	0.2	0.552	0.1	182.99	0.0
15	95.9	tüm yamaç ve kanallar orman	4.1	-	-	-	23 yamaç, 9 kanal	0	0.9	0.741	0.7	229.1	0.0
Toplam											10225.3	4057.0 2	32.4

Tablo 76. (9) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	66	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	34	-	3 yamaç, 1 kanal	0	200.8	1	200.8	97.24	2.1
2	99.2	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	0.8	-	6 yamaç, 3 kanal	16	503.1	1	519.3	180.32	2.9
3	98.4	tüm yamaç ve kanallar orman	0.1	-	1.4	-	47 yamaç, 19 kanal	2.6	2112.8	1.003	2121.9	461.97	4.6
4_1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0	176.7	1	176.7	77.35	2.3
4_2	97.3	tüm yamaç ve kanallar orman	1.9	-	0.8	-	8 yamaç, 3 kanal	7.6	369.5	0.961	362.3	150.99	2.4
5	75.2	diğer yamaç ve kanallar orman	1	-	23.8	yamaç 22-23, kanal 24-44	2 yamaç, 9 kanal	497.2	1096.5	0.77	1226.9	273.89	4.5
6_1	84.6	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	15.4	yamaç 32-33, kanal 24-34-84	22 yamaç, 9 chanel	13.2	989.4	0.462	463.3	232.17	2.0
6_2	95.5	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	4.5	-	3 yamaç, 1 kanal	0	188.3	1	188.3	79.94	2.4
6_3	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0	25.5	1	25.5	23.81	1.1

Tablo 76 (Devamı). (9) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

7	99.4	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	0.6	-	8 yamaç, 3 kanal	0	493.8	1	494	150.59	3.3
8_1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	18 yamaç, 7 kanal	0	777.5	1.001	778.2	212.4	3.7
8_2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	12 yamaç, 5 chanel	0	595.1	1.001	595.6	151.29	3.9
9_1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0	474.8	1	474.8	176.2	2.7
9_2	96.4	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	3.6	-	8 yamaç, 3 kanal	0.4	246.8	1	247.3	104.69	2.4
10	75	diğer yamaç ve kanallar orman	25	yamaç 51-53	-	-	11 yamaç, 5 kanal	1160.9	1493.9	0.311	825.9	107.02	7.7
Toplam											8700.8	2479.87	47.78

Tablo 77. (10) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	8 yamaç, 3 kanal	0	748.9	1	749.1	134.84	5.6
2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	37 yamaç, 15 kanal	12.3	1204.9	1.002	1219.2	264.87	4.6
3	99.3	diğer yamaç ve kanallar orman	0.4	-	0.2	kanal 24	18 yamaç, 7 kanal	3.2	787	1.001	791.2	166.99	4.7
4	82.7	diğer yamaç ve kanallar orman	0.3	-	16.9	yamaç 33, kanal 34-44	13 yamaç, 5 kanal	1862.1	314.8	0.327	712.9	134.85	5.3
5	86.4	tüm yamaç ve kanallar orman	1	-	12.6	-	13 yamaç, 5 kanal	10.6	833.5	1.001	844.7	164.3	5.1
6	74.6	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	25.4	yamaç 22-43-51-62, kanal 24-34	17 yamaç, 7 kanal	1636.5	3023.9	0.59	2748.1	221.21	12.4
7	83	-	-	-	17	yamaç 42-83	23 yamaç, 9 kanal	32.3	802.4	0.952	795	224.45	3.5
8_1	83.1	-	-	-	16.9	yamaç 23-63, kanal 24-44	13 yamaç, 5 kanal	136.1	494.4	0.758	478.1	131.56	3.6
8_2	99.6	-	-	-	0.4	-	3 yamaç, 1 kanal	17	23.5	1	40.5	29.24	1.4
Toplam											8378.8	1472.31	46.3

Tablo 78. (16) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	11.6	-	0.2	-	88.2	tüm yamaç ve kanallar tarım	3 yamaç, 1 kanal	15	5.2	1.007	20.4	57.24	0.4
2	99.3	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	0.7	-	15 yamaç, 7 kanal	60	519.3	1.001	580.1	167.86	3.5
3	92.4	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	7.6	-	13 yamaç, 5 kanal	11.6	490.2	1.001	502.5	187.55	2.7
4_1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	2.2	37.4	1.001	39.6	36.16	1.1
4_2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	8 yamaç, 3 kanal	0.8	315.2	1	316.1	120.7	2.6
5	54.4	yamaç 23-33-61-73-81-82-83, kanal 84	-	-	45.6	diğer yamaç ve kanallar tarım	17 yamaç, 7 kanal	20.2	284.1	0.894	272.1	152.72	1.8
6	84.4	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	15.6	-	3 yamaç, 1 kanal	22.1	163.4	0.968	179.5	120.31	1.5
7	77.7	-	-	-	22.3	yamaç 22-23, kanal 24-34-44	8 yamaç, 3 kanal	4.7	770.7	0.925	717.2	119.01	6.0
8	31	kanal 24	33.1	yamaç 23	35.8	yamaç 21-22	3 yamaç, 1 kanal	40.3	52.8	1.003	93.4	97.84	1.0
Toplam											2720.9	1059.39	20.5

Tablo 79. (22) nolu havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	91.5	diğer yamaç ve kanallar orman	8.5	yamaç 101	-	-	22 yamaç, 9 kanal	1.3	1275.2	1.001	1277.3	260.83	4.9
2	74.1	diğer yamaç ve kanallar orman	25.9	yamaç 31-41	-	-	8 yamaç, 3 kanal	3987	1358.1	0.365	1951.5	179.56	10.9
3	84.8	diğer yamaç ve kanallar orman	15.2	yamaç 61-63-71-91	-	-	23 yamaç, 9 kanal	356.7	1134	0.825	1230.1	264.15	4.7
4	99.9	tüm yamaç ve kanallar orman	0.1	-	-	-	28 yamaç, 11 kanal	7.4	1643.6	1.002	1654.5	377.51	4.4
5	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	13 yamaç, 5 kanal	0.5	366.8	1.001	367.5	110.78	3.3
6	79.2	diğer yamaç ve kanallar orman	5	-	15.8	hil 31-52, kanal 24	18 yamaç, 7 kanal	35.3	1312.3	0.728	980.5	220.44	4.4
Toplam											7461.4	1413.27	32.6

Tablo 80. (23) nolu havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	98.1	tüm yamaç ve kanallar orman	1.9	-	-	-	11 yamaç, 5 kanal	0	1129.2	0.993	1121.2	251.27	4.5
2	95.1	tüm yamaç ve kanallar orman	4.9	-	-	-	28 yamaç, 11 kanal	0.3	869.9	1.001	871.2	208.03	4.2
3	82.3	diğer yamaç ve kanallar orman	12.4	yamaç 141, kanal 84-94	5.3	kanal 64	30 yamaç, 15 kanal	8370	3627.8	0.365	4379.6	320.11	13.7
4	72.9	diğer yamaç ve kanallar orman	10.2	yamaç 43, kanal 44	16.8	yamaç 33	13 yamaç, 5 kanal	0.1	538.9	0.994	535.9	157.13	3.4
Toplam											6907.9	936.54	25.7

Tablo 81. (27) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1_1	62.9	yamaç 21	-	-	37.1	yamaç 23, kanal 24	2 yamaç, 1 kanal	136.2	46.8	0.898	164.4	37.09	4.4
1_2	68.3	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	31.7	yamaç 53-73, kanal 54-64-74-84-94	19 yamaç, 9 kanal	1402.9	1512	0.762	2222.3	198.48	11.2
2_1	67.2	diğer yamaç ve kanallar orman	1.9	-	30.8	yamaç 22-32-41-42-43-81, kanal 44	18 yamaç, 7 kanal	284.2	602.6	0.474	420.8	190.44	2.2
2_2	64.5	yamaç 22, kanal 24	18.1	yamaç 21	17.3	yamaç 23	3 yamaç, 1 kanal	457.4	0	0.301	137.5	117.71	1.2
3	91.1	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	8.9	yamaç 22	17 yamaç, 7 kanal	1316.5	1316.5	0.791	2083	288.33	7.2
4_1	94.2	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	5.8	-	15 yamaç, 6 kanal	2117.9	213.8	0.259	603.3	158.3	3.8
4_2	90.8	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	9.2	-	13 yamaç, 5 kanal	841	449.3	0.24	309.2	131.66	2.3
5_1	84.4	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	15.6	-	3 yamaç, 1 kanal	103.7	98.6	0.699	141.5	38.58	3.7
5_2	97.8	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	2.2	-	12 yamaç, 5 kanal	335.1	561.1	0.896	803.2	90.77	8.8
5_3	84.5	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	15.5	yamaç 31-33	7 yamaç, 3 kanal	484.7	76.4	0.246	137.9	98.83	1.4
5_4	92.4	diğer yamaç ve kanallar orman	0.7	-	6.9	kanal 44-74	16 yamaç, 6 kanal	1057	1264.6	0.764	1774.5	215.89	8.2



Tablo 81 (Devamı). (27) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

6_1	93.3	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	6.7	-	8 yamaç, 3kanal	698.5	93.1	0.31	245.8	65.8	3.7
6_2	93.6	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	6.4	-	3 yamaç, 1 kanal	67	0	0.049	3.3	25.58	0.1
6_3	88.9	tüm yamaç ve kanallar orman	0.4	-	10.7	-	8 yamaç, 3kanal	800.4	923.3	0.846	1458.5	194.63	7.5
7	75.3	diğer yamaç ve kanallar orman	6.5	yamaç 22-42	18.1	yamaç 72, kanal 74	17 yamaç, 7 kanal	1663.5	1321.3	0.84	2507.8	287.78	8.7
8	97.1	diğer yamaç ve kanallar orman	0.3	-	2.6	yamaç 23	23 yamaç, 9 kanal	944.5	1264.9	0.885	1954.9	257.09	7.6
9_1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	306.1	163.8	0.633	297.2	49.28	6.0
9_2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	4 yamaç, 1 kanal	160.6	98	0.684	176.8	34.4	5.1
9_3	98.8	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	1.2	-	8 yamaç, 3kanal	959.4	713.5	0.712	1191.2	113.39	10.5
10	96.1	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	3.9	-	23 yamaç, 9 kanal	890.7	1644.4	0.812	2058.1	269.68	7.6
Toplam											18691.2	2863.71	111.5

Tablo 82. (28) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	91.8	diğer yamaç ve kanallar orman	8.2	yamaç 132-151-163	-	-	47 yamaç, 19 kanal	92.6	3092.7	0.954	3040.3	543.21	5.6
2	94	diğer yamaç ve kanallar orman	2	-	4	yamaç 33, kanal 24-34	41 yamaç, 17 kanal	80.7	2608.8	0.944	2537.9	569.69	4.5
3	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	18 yamaç, 7 kanal	88.9	1113.5	0.892	1073	326.99	3.3
4	4.9	yamaç 22-43-292, kanal 24	94.2	diğer yamaç ve kanallar mera	0.9	-	66 yamaç, 27 kanal	323.4	3644.8	0.96	3807.9	628.02	6.1
5_1	100	-	-	-	-	-	23 yamaç, 9 kanal	5.8	906.1	1.001	912.7	264.79	3.4
5_2	100	-	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0.6	27.3	1	27.9	53.29	0.5
6	65.3	diğer yamaç ve kanallar orman	34.7	yamaç 31-62-71-72-73-81-82-83, kanal 74-84	-	-	22 yamaç, 9 kanal	18.4	960.8	1.001	980.4	288.75	3.4
7	-	-	99.7	tüm yamaç ve kanallar mera	0.3	-	62 yamaç, 25 kanal	420.5	2550.1	0.947	2813.8	498.81	5.6
8	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	45 yamaç, 19 kanal	2210.6	2520.5	0.686	3243.2	474.05	6.8
9_1	21.6	yamaç 22-23-33-73-121-122-123, kanal 24-124	78.4	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	27 yamaç, 11 kanal	1319.7	1156	0.581	1439.4	219.95	6.5

Tablo 82 (Devamı). (28) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

9_2	4.1	-	95.9	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0.3	41.6	1	42	41.02	1.0
10_1	3.9	yamaç 22	96	diğer yamaç ve kanallar mera	0.1	-	27 yamaç, 11 kanal	630.1	1083.3	0.682	1167.9	228.03	5.1
10_2	15.3	-	84.7	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	3 yamaç, 1 kanal	0.2	100.9	1	101.1	51.5	2.0
11_1	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	42 yamaç, 17 kanal	17.5	1791.4	0.995	1799.9	399.53	4.5
11_2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	2 yamaç, 1 kanal	0.5	21	1	21.5	31.53	0.7
Toplam											23008.9	4619.16	59.1

Tablo 83. (34) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Dere (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	70.2	diğer yamaç ve kanallar orman	0.2	-	29.6	yamaç 22-33-41-53-63-123, kanal 34-94-104	26 yamaç, 11 kanal	564.7	1155.2	0.946	1626.6	303.07	5.4
2	19.9	yamaç 22-31-32-51, kanal 34	-	-	80.1	diğer yamaç ce kanallar tarım	13 yamaç, 5 kanal	134.6	677	0.692	561.2	199.25	2.8
3	55.7	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	44.3	yamaç 33-43-52-62-81-83, kanal 24-34-44-84	14 yamaç, 7 kanal	278.3	610.1	0.791	702.3	138.27	5.1
4	66.4	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	33.6	yamaç 33-43-53-102-113-121-122-123, kanal 44-114	23 yamaç, 11 kanal	212.3	1343.5	0.942	1466.3	209.34	7.0
5	91.4	diğer yamaç ve kanallar orman	7.6	kanal 34	1	-	8 yamaç, 3 kanal	68.4	569.9	0.99	631.7	160.47	3.9
6	86.7	diğer yamaç ve kanallar orman	5.2	yamaç 121	8.1	yamaç 43-112	41 yamaç, 17 kanal	456.9	2803.6	0.927	3021.9	557.08	5.4

Tablo 83 (Devamı). (34) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

7	99.5	tüm yamaç ve kanallar orman	0.1	-	0.5	-	13 yamaç, 5 kanal	54.6	815.1	0.997	866.9	181.03	4.8
8	95.1	diğer yamaç ve kanallar orman	0.3	-	4.6	yamaç 42-52, kanal 24-44-54	16 yamaç, 7 kanal	456.2	1433.6	0.885	1672.2	391.77	4.3
9	95.5	tüm yamaç ve kanallar orman	3.4	-	1.1	-	21 yamaç, 9 kanal	47.5	1459.4	1	1506.8	278.74	5.4
Toplam											12055.9	2419.02	44.1

Tablo 84. (36) nolu havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	89.40	diğer yamaç ve kanallar orman	10.60	yamaç 43, kanal 54-64	-	--	13 yamaç, 5 kanal	0	441.7	0.969	428.2	167.56	2.6
2	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-		-	-	13 yamaç, 5 kanal	0	396.6	1.001	396.9	106.55	3.7
3	88.30	diğer yamaç ve kanallar orman	11.70	yamaç 31	-	-	13 yamaç, 5 kanal	468.1	759.9	0.941	1155.5	162.41	7.1
4	94.10	tüm yamaç ve kanallar orman	3.30		2.60	-	3 yamaç, 1 kanal	0	198.2	1	198.2	91.28	2.2
5	82.80	diğer yamaç ve kanallar orman	17.10	yamaç 41	0.10	-	6 yamaç, 3 kanal	304.4	308.6	0.578	354.3	92.27	3.8
6	91.80	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	8.20	yamaç32-33, kanal 34-64	23 yamaç, 9 kanal	24.8	815.1	1.003	842.6	194.96	4.3
7_1	84.30	yamaçlar orman	-	-	15.70	kanal24	3 yamaç, 1 kanal	0	353.1	1	353.1	117.49	3.0
7_2	92.90	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	7.10	-	3 yamaç, 1 kanal	0	96.1	1	96.1	40.98	2.3
8	92.20	tüm yamaç ve kanallar orman	3.70	-	4.10	-	18 yamaç, 7 kanal	0	1348.3	1.001	1349.9	294.61	4.6
9	75.10	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	24.90	yamaç 22-23-32-43-62-63-73, kanal 24-34-44-64-94	22 yamaç, 9 kanal	37.4	1879.9	0.886	1660.6	196.20	8.5
10_1	53.90	yamaç 21	-	-	46.10	yamaç 22-23, kanal24	3 yamaç, 1 kanal	0.9	5.1	1.688	10.1	40.17	0.3

Tablo 84 (Devamı). (36) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

10_2	70.90	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	29.10	yamaç 22-23-32-63, kanal 24-34-44	12 yamaç, 5 kanal	26.1	278.1	0.895	272.2	113.56	2.4
11	44.00	yamaç 22-32-41-43-51-62-83-93-103-123-133-142-143-152-163, kanal 24-84-94-104-144-154-164	0.10	-	55.90	diğer yamaç ve kanallar tarım	37 yamaç, 15 kanal	367.3	2308.9	0.641	1716.3	424.68	4.0
12	69.20	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	30.80	yamaç 22-32, kanal 34	8 yamaç, 3 kanal	151.9	974.7	1.004	1130.8	194.28	5.8
13	75.80	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	24.20	yamaç 22-23-42-43, kanal 24-44	8 yamaç, 3 kanal	26.9	420.2	0.995	445.0	111.84	4.0
14	68.40	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	31.60	yamaç 22-23-32-42, kanal 24-34-44-64	14 yamaç, 7 kanal	23.7	1138.2	0.968	1125.3	149.72	7.5
15	25.10	-	-	-	74.90	tüm yamaç ve kanallar tarım	3 yamaç, 1 kanal	17.9	14.8	1.004	32.8	58.37	0.6
16	62.90	diğer yamaç ve kanallar orman	0.20	-	36.90	yamaç 23-33-42-52-53-62-72-93-102-111-112-113-121, kanal 24-34-54-74-94	27 yamaç, 11 kanal	181.3	1891.2	0.944	1957.4	391.47	5.0
Toplam											13525.3	2948.40	71.7

Tablo 85. (37) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	77	diğer yamaç ve kanallar orman	23	yamaç 22-23-42	-	-	8 yamaç, 3 chanel	325.4	362.3	1.022	702.9	195.47	3.6
2	73.3	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	26.7	yamaç 53	11 yamaç, 5 kanal	0	222.6	1.001	222.9	98.6	2.3
3	99.2	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	0.8	-	7 yamaç, 3 chanel	4.4	279.3	1	283.8	79.15	3.6
4	81.6	diğer yamaç ve kanallar orman	14.1	yamaç 22	4.3	-	13 yamaç, 5 kanal	2477	987	0.68	2355.3	268.45	8.8
5	93.2	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	6.8	-	12 yamaç, 5 kanal	0	442.7	1.001	443.1	171.5	2.6
6	98.8	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	1.2	-	18 yamaç, 7 kanal	0	458	1.001	458.6	139.54	3.3
7_1	71.6	yamaç 21-23	5.4	-	23	yamaç 22, kanal 24	3 yamaç, 1 kanal	0.3	69	1.002	69.4	48.27	1.4
7_2	65.6	diğer yamaç ve kanallar orman	1.3	-	33.2	yamaç 22-23-32-42-52, kanal 24-34-44-54-64	15 yamaç, 7 kanal	7.4	802.1	0.726	587.7	220.18	2.7
8_1	9.8		1.5	-	88.8	tüm yamaç ve kanallar tarım	3 yamaç, 1 kanal	1.6	0.2	1.032	1.8	60.39	0.0
8_2	32.8	yamaç 53-61-63, kanal 24-44-64	-	-	67.2	-	12 yamaç, 5 kanal	12.9	40.2	0.079	4.2	105.7	0.0
9	93.8	diğer yamaç ve kanallar orman	5.5	yamaç 123, kanal 84-114-124-134	0.7	-	31 yamaç, 12 kanal	0	998.5	1.002	1000.1	210.61	4.7
<b>Toplam</b>											<b>6129.8</b>	<b>1597.86</b>	<b>33.0</b>



Tablo 86. (42) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	82.2	diğer yamaç ve kanallar orman	17.8	yamaç 102-111-112-113-121-122-123-141, kanal 114-124	-	-	36 yamaç, 15 kanal	0	0.9	0.148	0.1	544.67	0.0
2	84.2	diğer yamaç ve kanallar orman	15.8	yamaç 111-131-132-141	-	-	33 yamaç, 13 kanal	0	0.5	0.734	0.4	380.95	0.0
3	4.1	yamaç 32-33, kanal 34	95.9	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	51 yamaç, 21 kanal	0	0.1	0.054	0	435.48	0.0
4	30.2	yamaç 22-31-32-33-43-62-63-72-73-82-102-103, kanal 24-44-64-84-104	69.8	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	32 yamaç, 13 kanal	0	0.1	0.278	0	349.36	0.0
5	97.9	diğer yamaç ve kanallar orman	-	-	2.1	yamaç 73	38 yamaç, 15 kanal	0.2	2.3	0.811	2	303.16	0.0
6	98.2	tüm yamaç ve kanallar orman	1	-	0.8	-	27 yamaç, 11 kanal	0	0.4	0.006	0	286.67	0.0
7	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	8 yamaç, 3 kanal	0	0	0.456	0	277.94	0.0
8	30.2	yamaç 22-23-32-33-42-52-63-83-121-123, kanal 34	69.8	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	28 yamaç, 11 kanal	0.1	0	0.002	0	286.83	0.0
9	99.4	tüm yamaç ve kanallar orman	0.6	-	-	-	49 yamaç, 20 kanal	0	1.2	0.11	0.1	470.34	0.0
Toplam											2.6	3335.40	0.0

Tablo 87. (46) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

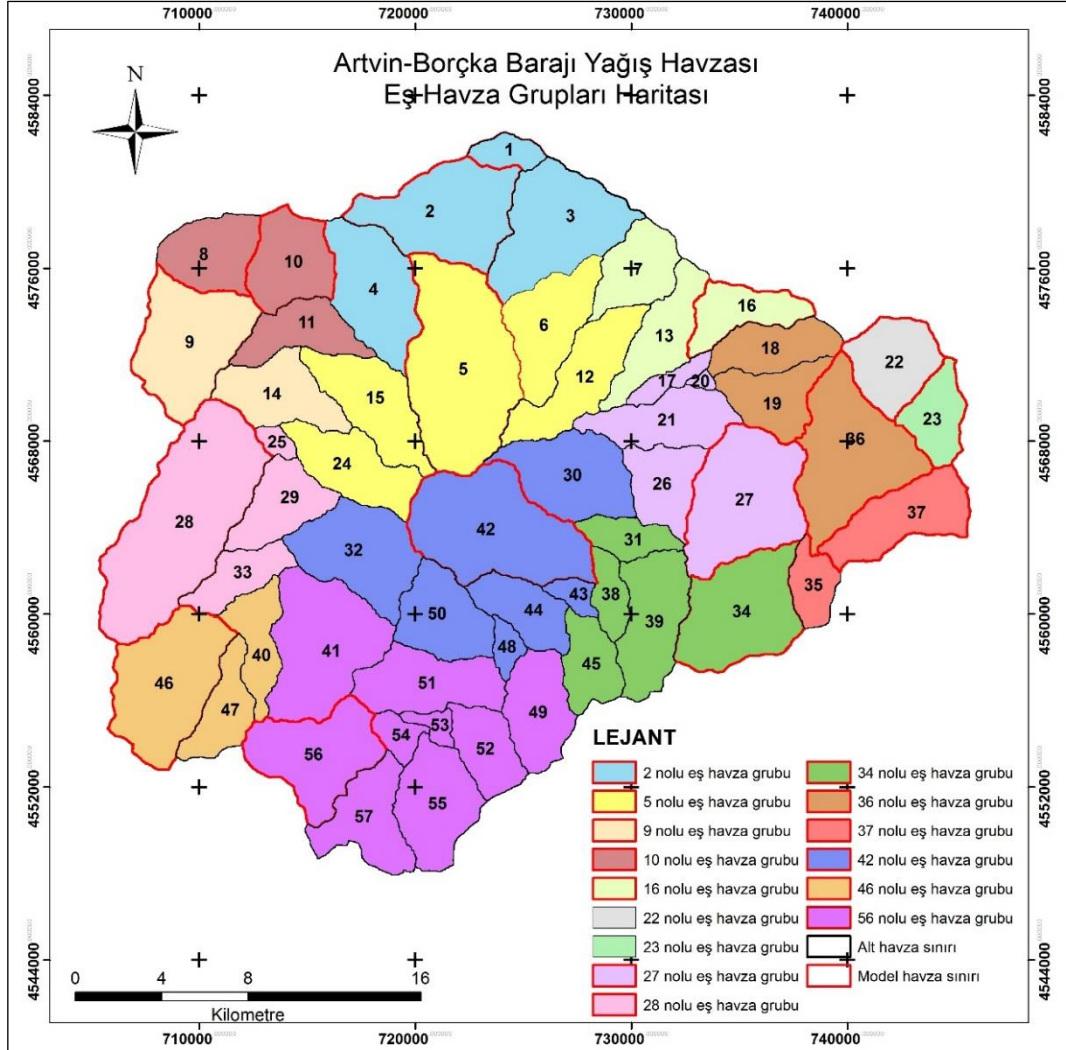
Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman	Mera	Tarım										
1	55.9	-	44.1	yamaç 31-42-52-61-81-82-83-91-92-93, kanal 34-84-94	-	-	23 yamaç, 9 kanal	1130.6	1638.3	0.649	1797.9	264.67	6.8
2	1	-	99	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	27 yamaç, 13 kanal	456.1	1798.5	0.875	1973.5	331.69	5.9
3	3.1	yamaç 142	96.9	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	32 yamaç, 13 kanal	376.2	1639.6	0.869	1751.5	276.65	6.3
4	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	37 yamaç, 15 kanal	10524	6684.1	0.437	7519.6	343.08	21.9
5	0.3	-	99.7	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	40 yamaç, 17 kanal	3476	2806.5	0.582	3659.1	444.47	8.2
6	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	18 yamaç, 7 kanal	1936.3	792.6	0.54	1473.4	217.17	6.8
7	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	28 yamaç, 11 kanal	814	1407.2	0.737	1636.3	323.79	5.1
8	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	31 yamaç, 13 kanal	7287.2	2329.7	0.441	4238.4	329.16	12.9
9	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	393.9	620.2	0.714	723.6	177.42	4.1
Toplam											24773.3	2708.10	78.0

Tablo 88. (56) nolu model havzadan kaybolan tahmini toprak kaybı miktarları

Alt Havza No	Arazi Kullanım Şekli (%)						Toplam Yamaç (Hillslope) ve Kanal (Channel) Sayısı	Yamaç (Hillslope) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Kanal (Channel) Toprak Kaybı (ton/yıl)	Sediment İletim Oranı	Toplam Sediment Verimi (ton/yıl)	Alan (ha)	Birim Alan Sediment Verimi (ton/ha/yıl)
	Orman		Mera		Tarım								
1	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	27 yamaç, 11 kanal	169.6	1255.2	0.909	1294.7	253.64	5.1
2	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	35.2	585.4	0.961	596.4	159.89	3.7
3	79.2	diğer yamaç ve kanallar orman	20.8	yamaç 51-71-81-83	-	-	18 yamaç, 7 kanal	494.9	987.3	0.614	910.7	202.83	4.5
4	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	469	733.8	0.995	1148.4	196.76	5.8
5	96.2	diğer yamaç ve kanallar orman	3.8	yamaç 51	-	-	13 yamaç, 5 kanal	111.1	583.7	0.837	581.5	188.16	3.1
6	43.8	yamaç 23-32-33-43-62-63-82-93, kanal 24-34-44-64	56.2	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	19 yamaç, 9 kanal	301.2	938.3	0.751	930.4	217.43	4.3
7	1.1	-	98.9	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	53.7	533.2	0.949	556.9	160.8	3.5
8	40.5	yamaç 22-23-32-52-63, kanal 24-44	59.5	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	142.7	358.8	0.735	368.8	102.98	3.6
9	0.4	-	99.6	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	1318.9	510.4	0.65	1189.9	170.7	7.0
10	-	-	100	tüm yamaç ve kanallar mera	-	-	9 yamaç, 5 kanal	13.7	390	0.993	401	142.68	2.8
11	100	tüm yamaç ve kanallar orman	-	-	-	-	3 yamaç, 1 kanal	1	422	1	422.9	134.49	3.1
12	38.1	yamaç 22-23-32-33-62-63, kanal 24-34-54-64	61.9	diğer yamaç ve kanallar mera	-	-	13 yamaç, 5 kanal	40.3	458.9	0.966	482.1	181.31	2.7
Toplam											8883.7	2111.67	49.2

### 3.5. Model Havzalardan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Araştırma Alanına Uyarlanması

Baraj havzası içerisinde seçilen 15 model havzaya ait hesaplanan yıllık ortalama sediment miktarları belirlenmiş olan eş havza grupları (Şekil 131) için kullanılarak eş havzalar için ayrı ayrı tahmini toprak kayıpları hesaplanmıştır.



Şekil 131. Borçka Barajı Yağış Havzası eş havza grupları haritası

15 model havza bazında belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan diğer havzalar için birim değer kabul edilerek diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları da hesaplanmış ve sonuçta tüm Borçka Barajı Yağış Havzası'na ait meydana gelen sediment verimi ortaya konmuştur.

### 3.5.1. (2) Nolu Model Havzada Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (2) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 1, 2, 3 ve 4 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 89).

Tablo 89. Baraj havzasının (2) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
2	1	423.72	5.27	2233.00
	2	2551.14	5.27	13444.51
	3	2594.79	5.27	13674.54
	4	2051.64	5.27	10812.14
Toplam		7621.29	21.08	40164.19

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (2) nolu eş havza grubunda bulunan 1, 2, 3 ve 4 nolu havzaların toplam alanının 7621.29 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 40164.19 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 21.08 ton/ha/yıl, ortalama 5.27 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.2. (5) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (5) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 5, 6, 12, 15 ve 24 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 90).

Tablo 90. Baraj havzasının (5) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
5	5	4057.02	2.52	10223.69
	6	1688.04	2.52	4253.86
	12	1722.33	2.52	4340.27
	15	1693.89	2.52	4268.60
	24	1497.60	2.52	3773.95
Toplam		10658.88	12.6	26860.37

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (5) nolu eş havza grubunda bulunan 5, 6, 12, 15 ve 24 nolu havzaların toplam alanının 10658.88 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 26860.37 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 12.6 ton/ha/yıl, ortalama 2.52 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.3. (9) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (9) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 9 ve 14 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 91).

Tablo 91. Baraj havzasının (9) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
9	9	2479.87	3.51	8704.34
	14	1465.65	3.51	5144.43
Toplam		3945.52	7.02	13848.77

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (9) nolu eş havza grubunda bulunan 9 ve 14 nolu havzaların toplam alanının 3945.52 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 13848.77 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 7.02 ton/ha/yıl, ortalama 3.51 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.4. (10) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (10) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 8, 10 ve 11 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 92).

Tablo 92. Baraj havzasının (10) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
	8	1338.39	5.69	7615.44
10	10	1472.31	5.69	8377.44
	11	1140.75	5.69	6490.87
	Toplam	3951.45	17.07	22483.75

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (10) nolu eş havza grubunda bulunan 8, 10 ve 11 nolu havzaların toplam alanının 3951.45 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 22483.75 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 17.07 ton/ha/yıl, ortalama 5.69 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.5. (16) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (16) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 7, 13 ve 16 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 93).

Tablo 93. Baraj havzasının (16) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
16	7	1209.24	2.57	3107.75
	13	1324.89	2.57	3404.97
	16	1059.39	2.57	2722.63
Toplam		3593.52	7.71	9235.35

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (16) nolu eş havza grubunda bulunan 7, 13 ve 16 nolu havzaların toplam alanının 3593.52 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 9235.35 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 7.71 ton/ha/yıl, ortalama 2.57 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.6. (27) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (27) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 17, 20, 21, 26 ve 27 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 94).

Tablo 94. Baraj havzasının (27) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
27	17	347.40	6.53	2268.52
	20	77.13	6.53	503.66
	21	1445.49	6.53	9439.05
	26	1141.83	6.53	7456.15
	27	2863.71	6.53	18700.03
Toplam		5875.56	32.65	38367.41

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (27) nolu eş havza grubunda bulunan 17, 20, 21, 26 ve 27 nolu havzaların toplam alanının 5875.56 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 38367.41 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 32.65 ton/ha/yıl, ortalama 6.53 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.



### 3.5.7. (28) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (28) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 25, 28, 29 ve 33 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 95).

Tablo 95. Baraj havzasının (28) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
28	25	197.10	4.98	981.56
	28	4619.16	4.98	23003.42
	29	1227.87	4.98	6114.79
	33	879.93	4.98	4382.05
Toplam		6924.06	19.92	34481.2

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (28) nolu eş havza grubunda bulunan 25, 28, 29 ve 33 nolu havzaların toplam alanının 6924.06 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 34481.82 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 19.92 ton/ha/yıl, ortalama 4.98 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.8. (34) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (34) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 31, 34, 38, 39 ve 45 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 96).

Tablo 96. Baraj havzasının (34) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
34	31	662.76	4.98	3300.54
	34	2419.02	4.98	12046.72
	38	551.70	4.98	2747.47
	39	1722.33	4.98	8577.20
	45	951.93	4.98	4740.61
Toplam		6307.74	24.9	31412.54

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (34) nolu eş havza grubunda bulunan 31, 34, 38, 39 ve 45 nolu havzaların toplam alanının 6307.74 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 31412.54 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 24.9 ton/ha/yıl, ortalama 4.98 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.9. (36) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (36) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 18, 19 ve 36 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 97).

Tablo 97. Baraj havzasının (36) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
36	18	1144.08	4.59	5251.33
	19	1180.62	4.59	5419.05
	36	2948.40	4.59	13533.16
Toplam		5273.1	13.77	24203.54

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (36) nolu eş havza grubunda bulunan 18, 19 ve 36 nolu havzaların toplam alanının 5273.1 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 24203.54 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 13.77ton/ha/yıl, ortalama 4.59 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.10. (37) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (37) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 35 ve 37 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 98).

Tablo 98. Baraj havzasının (37) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
37	35	664.20	3.84	2550.53
	37	1597.86	3.84	6135.78
Toplam		2262.06	7.68	8686.31

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (37) nolu eş havza grubunda bulunan 35 ve 37 nolu havzaların toplam alanının 2262.06 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 8686.31 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 7.68 ton/ha/yıl, ortalama 3.84 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.11. (42) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (42) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 30, 32, 42, 43, 44, 48 ve 50 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 99).

Tablo 99. Baraj havzasının (42) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
42	30	1926.00	0.0008	1.54
	32	2100.96	0.0008	1.68
	42	3335.40	0.0008	2.67
	43	271.53	0.0008	0.22
	44	1045.53	0.0008	0.84
	48	285.21	0.0008	0.23
	50	1464.21	0.0008	1.17
Toplam		10428.84	0.0056	8.35

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (42) nolu eş havza grubunda bulunan 30, 32, 42, 43, 44, 48 ve 50 nolu havzaların toplam alanının 10428.84 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 8.35 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 0.0056 ton/ha/yıl, ortalama 0.0008 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.12. (46) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (46) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 46, 46 ve 47 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 100).

Tablo 100. Baraj havzasının (46) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
46	40	983.70	9.15	9000.86
	46	2708.10	9.15	24779.12
	47	987.30	9.15	9033.80
Toplam		4679.1	27.45	42813.78

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (46) nolu eş havza grubunda bulunan 46, 46 ve 47 nolu havzaların toplam alanının 4679.1 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 42813.78 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında

meydana gelen kaybın ise toplamda 27.45 ton/ha/yıl, ortalama 9.15 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.13. (56) Nolu Model Havzadan Meydana Gelen Toprak Kayıpları ve Oluşan Sediment Miktarının Eş Havzalara Uyarlanması

Borçka Barajı yağış havzasında (56) nolu model havza için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarı eş havza grubunda bulunan 41, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56 ve 57 nolu havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu birim değere göre eş havza grubundaki diğer havzalardan meydana gelen yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 101).

Tablo 101. Baraj havzasının (56) nolu eş havza grubunda bulunan havzalarından meydana gelen sediment verimleri

Eş Havza Grubu	Havza No	Alan (ha)	Birim Yıllık Ort. Sed. Mik. (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sed. Miktarı (ton/yıl)
56	41	2758.32	4.21	11612.53
	49	1387.71	4.21	5842.26
	51	1677.15	4.21	7060.80
	52	1011.24	4.21	4257.32
	53	234.09	4.21	985.52
	54	370.26	4.21	1558.79
	55	1710.6	4.21	7201.63
	56	2111.67	4.21	8890.13
	57	1444.86	4.21	6082.86
Toplam		12705.9	37.89	53491.84

Tablodaki değerlerden anlaşılacağı üzere (56) nolu eş havza grubunda bulunan 41, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56 ve 57 nolu havzaların toplam alanının 12705.9 ha olduğu ve bu alanlardan tahmini olarak yılda toplam 53491.84 ton sedimentin taşındığı; birim alan (ha) bazında meydana gelen kaybın ise toplamda 37.89 ton/ha/yıl, ortalama 4.21 ton/ha/yıl olduğu tahmin edilmiştir.

### 3.5.14. Borçka Barajı Yağış Havzası'ndan Meydana Gelen Tahmini Sediment Verimi

Borçka Barajı yağış havzasında model havzalar için belirlenmiş olan birim yıllık ortalama sediment miktarları eş havza grubunda bulunan diğer havzalar için birim değer olarak kabul edilmiş ve bu değerlere göre diğer havzalardan meydana gelen

yıllık toplam sediment miktarları hesaplanmıştır (Tablo 102). Sonuç olarak da tüm yağış havzasından meydana gelen yıllık ve ortalama sediment verimleri ortaya konabilmiştir.

Tablo 102. Baraj havzasının tamamından meydana gelen tahmini sediment verimleri

Havza Numarası	Alan (ha)	Birim Yıllık Ortalama Sediment Miktarı (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sediment Miktarı (ton/yıl)
1	423.72	5.27	2233.00
2	2551.14	5.27	13444.51
3	2594.79	5.27	13674.54
4	2051.64	5.27	10812.14
5	4057.02	2.52	10223.69
6	1688.04	2.52	4253.86
7	1209.24	2.57	3107.75
8	1338.39	5.69	7615.44
9	2479.87	3.51	8704.34
10	1472.31	5.69	8377.44
11	1140.75	5.69	6490.87
12	1722.33	2.52	4340.27
13	1324.89	2.57	3404.97
14	1465.65	3.51	5144.43
15	1693.89	2.52	4268.60
16	1059.39	2.57	2722.63
17	347.40	6.53	2268.52
18	1144.08	4.59	5251.33
19	1180.62	4.59	5419.05
20	77.13	6.53	503.66
21	1445.49	6.53	9439.05
22	1413.27	5.28	7462.07
23	936.54	7.38	6911.67
24	1497.60	2.52	3773.95
25	197.10	4.98	981.56
26	1141.83	6.53	7456.15
27	2863.71	6.53	18700.03
28	4619.16	4.98	23003.42
29	1227.87	4.98	6114.79
30	1926.00	0.0008	1.54
31	662.76	4.98	3300.54
32	2100.96	0.0008	1.68
33	879.93	4.98	4382.05
34	2419.02	4.98	12046.72
35	664.20	3.84	2550.53
36	2948.40	4.59	13533.16
37	1597.86	3.84	6135.78
38	551.70	4.98	2747.47
39	1722.33	4.98	8577.20
40	983.70	9.15	9000.86
41	2758.32	4.21	11612.53
42	3335.40	0.0008	2.67

Tablo 102 (Devamı). Baraj havzasının tamamından meydana gelen tahmini sediment verimleri

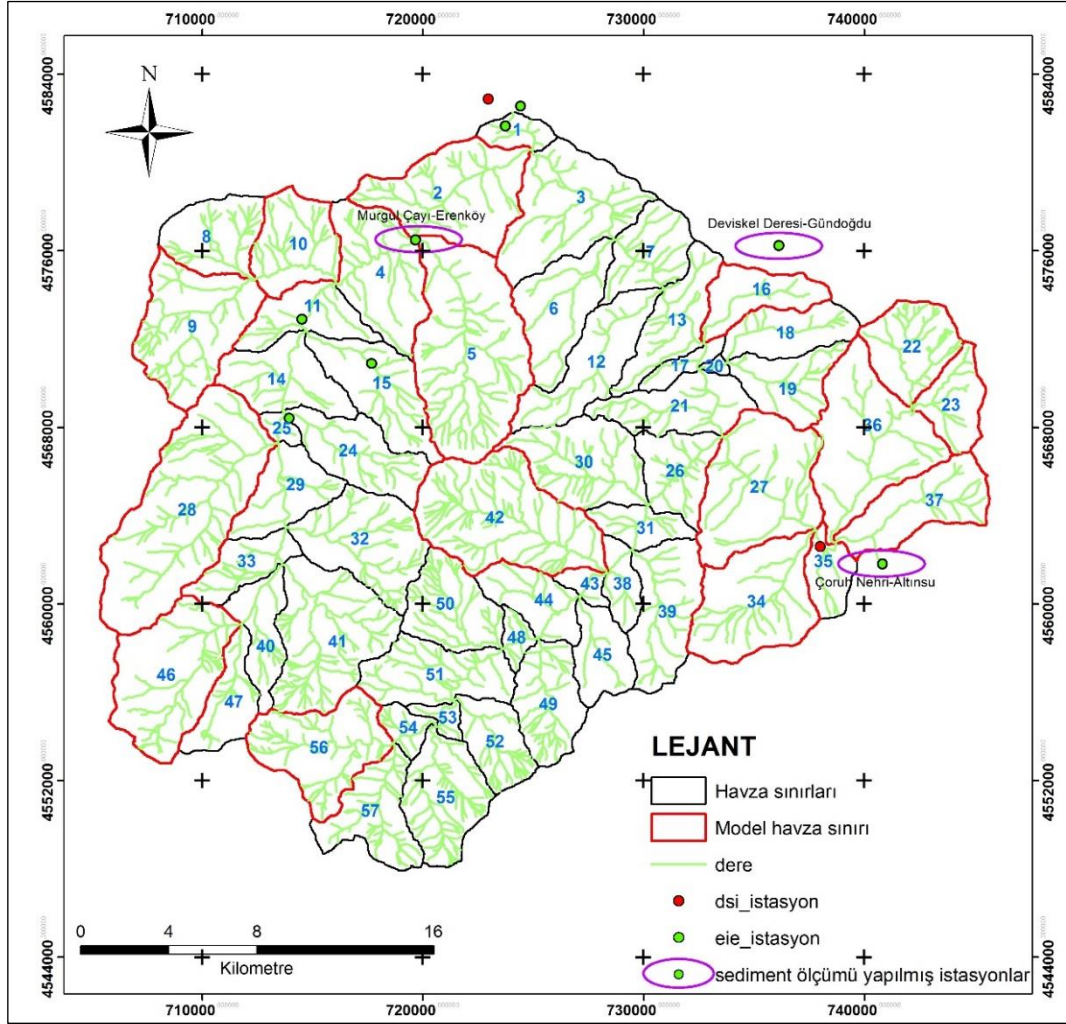
Havza Numarası	Alan (ha)	Birim Yıllık Ortalama Sediment Miktarı (ton/ha/yıl)	Yıllık Toplam Sediment Miktarı (ton/yıl)
43	271.53	0.0008	0.22
44	1045.53	0.0008	0.84
45	951.93	4.98	4740.61
46	2708.10	9.15	24779.12
47	987.30	9.15	9033.80
48	285.21	0.0008	0.23
49	1387.71	4.21	5842.26
50	1464.21	0.0008	1.17
51	1677.15	4.21	7060.80
52	1011.24	4.21	4257.32
53	234.09	4.21	985.52
54	370.26	4.21	1558.79
55	1710.6	4.21	7201.63
56	2111.67	4.21	8890.13
57	1444.86	4.21	6082.86
<b>Toplam</b>	<b>86576.83</b>	<b>242.41</b>	<b>360431.70</b>

86576.83 ha'lık bir alana sahip olan baraj havzasında sediment verimi yıllık 360431.70 ton, yıllık ortalama sediment miktarı ise havza genelinde toplam 242.41 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Birim alandan ise yılda 4.16 ton sediment verimi gerçekleştiği hesaplanmıştır.

### 3.6. Çalışma Alanı Yakınlarındaki Sediment Gözlem İstasyonu Verileri

WEPP modelinin yürütülmesi sonucunda elde edilen tahmini sediment verimi değerlerinin gerçek ölçüm verileriyle kıyaslanabilmesi ve elde edilen değerlerin doğruluğunun belirlenebilmesi için Borçka Barajı Yağış Havzası sınırları içerisindeki veya benzer özellik gösterebilecek komşu havzalardaki sediment ölçüm istasyonları araştırılarak DSİ Genel Müdürlüğü'nden veri talebinde bulunulmuştur. Borçka Barajı 2007 yılından bu yana faaliyette olan bir baraj olduğundan havza sınırındaki ve yakınlarındaki istasyonlarda sediment ölçümleri önceki yıllarda yapılmış ve daha sonra istasyonlar kapatılmıştır. Şekil 132'de görüldüğü üzere havza sınırları içerisinde sadece Murgul Çayı-Erenköy (1989-2001) istasyonunda, havza sınırına yakın olarak da Çoruh Nehri-Altınsu (1984-2001) ve Deviskel Deresi-Gündoğdu (1988-2001) istasyonlarında sediment ölçümü yapılmıştır. Bu istasyonlar 2001 yılından bu yana sediment ölçümü yapmamakta, akım gözlem istasyonu (AGİ)

olarak kullanılmaktadır. İşaretli olmayan diğer istasyonlarda ise kuruldukları günden bu yana sadece akım gözlemleri yapılmış, sediment verisi hiç ölçülmemiştir.



Şekil 132. Borçka Barajı Yağış Havzası sınırları içerisindeki ve komşu havzalardaki sediment ve akım gözlem istasyonu noktaları

DSİ Genel Müdürlüğü, Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı, Su ve Toprak Laboratuvarı Şube Müdürlüğü'nden alınan sediment gözlem istasyonu verilerine göre havza sınırındaki Erenköy istasyonundan (Şekil 133) ölçümlerin yapıldığı yıllarda Murgul Bakır İşletmeleri tarafından maden yıkandığı, ölçüm değerlerinin  $R^2$ 'lerinin çok düşük çıktığı ve akımlar girilemediğinden sediment miktarının hesaplanamadığı belirtilmiştir. Deviskel Deresi-Gündoğdu (Şekil 134) istasyonu verilerine göre sediment verimi 0.63 ton/ha/yıl, Çoruh Nehri-Altınsu (Şekil 135) istasyonu verilerine göre ise 3.91 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır (Anonim, 2015b).



HAVZA NO VE ADI	: 23 ÇORUH HAVZASI
İSTASYON NO VE ADI	: 2339 MURGUL SUYU - ERENKÖY
YÜKSELTİSİ VE YERİ	: 213 m ; ( 41° 37' 26" D - 41° 18' 34" K) (Artvin - F47) Artvin'e bağlı Borçka-Murgul yolunun 12. km'sindeki Kemer Köprüünün 50 m. Akış aşağısındadır.
AKIM VE SEDİMET YAĞIŞ ALANI	: Akım Yağ. A : 297,7 km <sup>2</sup> Sediment Yağ. A : 297,7 km <sup>2</sup>
SEDİMENT GÖZLEM YILLARI	: 26.02.1989 - 09.01.2001 12 yıl Örnek Sayısı : 137
ORT. SEDİMENT DANE DAĞILIMI	: Kil + Silt : % 51,0 Kum : % 49,0
ORT. SEDİMENT HACİM AĞIRLIĞI	: W <sub>50</sub> ortalama : 1,31 ton/m <sup>3</sup>
UZUN YILLIK ORTALAMA SEDİMENT MİKTARI VE VERİMİ	: Miktar : 0 ton/yıl Verim : 0 ton/yıl/km <sup>2</sup> : Miktar : 0 m <sup>3</sup> /yıl Verim : 0 m <sup>3</sup> /yıl/km <sup>2</sup>
AÇIKLAMALAR	: Sediment anahtar eğrisinin çizilmesinde, tablonun sonunda yer alan istatistik hesaplarında, gözlenen bütün veriler kullanılmıştır. : Murgul Bakır İşletmeleri tarafından maden yıkanmaktadır. R2 çok düşük olduğundan, akımlar girilmemiş ve sediment miktarı hesaplanmamıştır.
Havza İçinde Bulunan Su Alanları	: 0,0 km <sup>2</sup>

Şekil 133. Murgul Suyu-Erenköy sediment ölçüm istasyonuna ait tanıtıcı bilgiler

HAVZA NO VE ADI	: 23 ÇORUH HAVZASI
İSTASYON NO VE ADI	: 2331 DEVİSKEL DERESİ - GÜNDOĞDU
YÜKSELTİSİ VE YERİ	: 560 m ; ( 41° 49' 13" D - 41° 18' 09" K) (Artvin - F47) Artvin'e bağlı Borçka İlçesi-Deviskel yolunda Orman İşletmeleri binalarının yakınındadır.
AKIM VE SEDİMET YAĞIŞ ALANI	: Akım Yağ. A : 99,7 km <sup>2</sup> Sediment Yağ. A : 99,7 km <sup>2</sup>
SEDİMENT GÖZLEM YILLARI	: 17.02.1988 - 19.06.2001 13 yıl Örnek Sayısı : 152
ORT. SEDİMENT DANE DAĞILIMI	: Kil + Silt : % 73,0 Kum : % 27,0
ORT. SEDİMENT HACİM AĞIRLIĞI	: W <sub>50</sub> ortalama : 1,23 ton/m <sup>3</sup>
UZUN YILLIK ORTALAMA SEDİMENT MİKTARI VE VERİMİ	: Miktar : 6.305 ton/yıl Verim : 63 ton/yıl/km <sup>2</sup> : Miktar : 5.118 m <sup>3</sup> /yıl Verim : 51 m <sup>3</sup> /yıl/km <sup>2</sup>
AÇIKLAMALAR	: Sediment anahtar eğrisinin çizilmesinde, tablonun sonunda yer alan istatistik hesaplarında, gözlenen bütün veriler kullanılmıştır. İstasyon 2001 yılında kapanmıştır.
Düşülen Toplam Su Alanı	: 0,0 km <sup>2</sup>

Şekil 134. Deviskel Deresi-Gündoğdu sediment ölçüm istasyonuna ait tanıtıcı bilgiler ve uzun yıllık ortalama sediment verimi değeri

HAVZA NO VE ADI	: 23 ÇORUH HAVZASI
İSTASYON NO VE ADI	: 2322 ÇORUH NEHRİ - ALTINSU
YÜKSELTİSİ VE YERİ	: 201 m ; ( 41° 53' 36" D - 41° 09' 47" K) (Artvin - F47) Artvin-Yusufeli karayolunun 5. km'sinde Altınsu yakınında yol kenarındadır.
AKIM VE SEDİMET YAĞIŞ ALANI	: Akım Yağ. A : 18.326,4 km <sup>2</sup> Sediment Yağ. A : 16.578,4 km <sup>2</sup>
SEDİMENT GÖZLEM YILLARI	: 20.03.1984 - 05.02.2001 17 yıl Örnek Sayısı : 207
ORT. SEDİMENT DANE DAĞILIMI	: Kil + Silt : % 35,9 Kum : % 64,1
ORT. SEDİMENT HACİM AĞIRLIĞI	: W <sub>50</sub> ortalama : 1,36 ton/m <sup>3</sup>
UZUN YILLIK ORTALAMA SEDİMENT MİKTARI VE VERİMİ	: Miktar : 6.486.781 ton/yıl Verim : 391 ton/yıl/km <sup>2</sup> : Miktar : 4.762.456 m <sup>3</sup> /yıl Verim : 287 m <sup>3</sup> /yıl/km <sup>2</sup>
AÇIKLAMALAR	: Sediment anahtar eğrisinin çizilmesinde, tablonun sonunda yer alan istatistik hesaplarında, gözlenen bütün veriler kullanılmıştır. İstasyon 2001 yılında kapanmıştır.
	: Tortum Gölü 1748 km <sup>2</sup> düşüldü.
	: Demirözü Barajı 306 km <sup>2</sup> inşa halinde.
	: Yusufeli Barajı 15250 km <sup>2</sup> inşa halinde.
Düşülen Toplam Su Alanı	: 1748 km <sup>2</sup>

Şekil 135. Çoruh Nehri-Altınsu sediment ölçüm istasyonuna ait tanıtıcı bilgiler ve uzun yıllık ortalama sediment verimi değeri

#### 4. TARTIŞMA

Borçka Barajı Havzasının ürettiği toplam sediment veriminin üzerinde çok sayıda faktörün etkili olduğu, bu çalışmada ölçülen toprak özellikleri üzerinde yapılan istatistiksel analizler neticesinde ortaya konulmuştur. Toprak özelliklerine ait ortaya çıkan sonuçlar anakaya, arazi kullanımı, derinlik ve model havzalar bazında irdelenmiş, sediment verimiyle ilgili sonuçlar ise WEPP programının yürütülmesinde kullanılan 4 ana dosyayı oluşturan (eğim-toprak-bitki örtüsü-iklim) etmenler bağlamında tartışılmıştır.

##### Toprak Tekstürü

Toprağın katı fazını teşkil eden kum, kil ve toz boyutundaki çeşitli malzemelerin toprak kütlesi içerisindeki nispi miktarları ve bunların birbirlerine göre oranlarını ifade eden toprak tekstürü (Atalay, 2006; Scott, 2000) üzerinde anakayanın dominant bir etkisinin olduğu çok sayıda çalışma tarafından kanıtlanmıştır (Çepel ve Karaveli, 1990; Dixon ve Weed, 1989; Efe, 1999). Bu çalışmada da, araştırma sahasındaki toprakların kil ve toz içeriği andezit anakaya üzerinde oluşan topraklarda yüksek bunun yanında granit anakaya üzerinde oluşan topraklarda ise daha düşük çıkmıştır. Kum içeriğinin ise granit anakaya üzerinde oluşan topraklarda yüksek, andezit anakaya üzerinde oluşan topraklarda ise daha düşük olduğu bulunmuştur ki, bunun da, granitin derinde teşekkül ederek iri taneli olmasından, hızlı ayrışmasından ve granit serisinin kuvarslı oluşundan dolayı kumlu toprakları (kumlu balçık, balçıklı kum gibi) meydana getirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir ve benzer araştırmalarda da aynı sonuçlar bulunmuştur (Akgül, 1975; Irmak ve Gülçur, 1964; Kantarcı, 1981). Granit anakaya üzerinde oluşan topraklar genç oluşumlardır ve tam olarak ayrışmamışlardır; bu nedenle de iri taneli toprakları verirler. Bu ana kayaların topraklaşma hızı, tane iriliğine bağlıdır ve iri taneli granit hızlı ayrışmaktadır. Kuvarssız olup yüzeyle yakın derinliklerde katılmış ince kristalli olanlar ise andezit toprakları olarak isimlendirilir ve kuvarssız oldukları için benzer çalışmalarda gibi killi topraklar oluşturmuşlardır (Irmak ve ark., 1967). İstatistiksel karşılaştırmada yakın bir değer olarak andezit ile aynı grupta yer alan bazalt anakaya üzerinde oluşan topraklar

da ayrıştıklarında kil toprakları verirler. Kil içeriği bakımından istatistiki anlamda ikinci grupta yer alan Riyodasit anakayasası ise yüzeye yakın teşekkül etmiş ince taneli bir yapıya sahiptir ve topraklaşma hızı granitlerden daha yüksektir (Kantarıcı, 2000). Bu nedenle kil içeriği bakımından andezit ve bazalt anakayasından daha fakir, granit anakayasından ise daha zengindir. Kuvarslı diyorit-dasit serisi kayalarından genellikle kumlu killi balçık ve killi balçık türünde toprakların geliştiği görülmüştür (Altun ve ark., 2006).

Arazi kullanımı bakımından en yüksek kil içeriğine tarım topraklarında bulunmasının tarımsal faaliyetlerin araştırma sahasının alt rakımlarında yer almasından ve ortalama eğiminin orman ve mera alanlarına kıyasla daha düşük olması sebebiyle toprak profili içerisindeki kilin yıkanmasının nispeten daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tarım alanlarında iklimin elverişliliği ve işleme nedeniyle toprağın karışması da burada kimyasal ve mekanik ayrışma ile sekonder bir mineral olan kilin oluşumu için daha uygun ortam koşullarının oluşmasına sebebiyet vermektedir (Karagül, 1999). Rize-Pazar Deresi Yağış Havzası'nda yapılan bir çalışmada kil içeriği orman ve tarım üst topraklarında sırasıyla % 11.81 ve % 20.90 bulunurken, alt topraklarda da sırasıyla % 11.29 ve % 18.94 bulunmuştur (Yüksek, 2001). Japonyada bir tarım havzasındaki orman ve mera topraklarında da kil içeriği orman topraklarında %9.2, mera topraklarında ise % 12 bulunmuştur (Hayakawa ve ark., 2012). Kum içeriği bakımından ise mera toprakları en yüksek orana sahipken bu değeri orman ve tarım toprakları takip etmektedir. Bu farklılıklara neden olarak havzada topografya ve yükseltinin fazla değişerek bunun iklim, ayrışma, yıkanma, profil gelişimi ve şartlarını etkilemesi gösterilebilir. Mera alanları araştırma havzasının yüksek ve dik eğimli kısımlarında yer almakta olup daha fazla yağış almakta ve daha uzun süre kar altında kalmaktadır. Bu nedenle kil fraksiyonlarının yağış suları ve erozyonla yamaç aşağı sızarak profilin alt katmanlarına taşınması (Kantarıcı, 1980) dolayısıyla kum içeriğinin buralarda yüksek olması doğaldır. (Erdoğan Yüksel, 2009; Karagül, 1999; Özalp ve ark., 2015; Yüksek, 2001) de yapmış oldukları çalışmalarda havzanın yüksek kesimlerinde (özellikle eğimin fazla olduğu alanlarda) üst topraktaki ince materyalin kolaylıkla taşınabilirken daha kaba olan malzemenin jeolojik aşınım ile daha güç taşınabildiğini belirtmişlerdir.

Toprak derinliği bazında incelendiğinde ise, derinlik arttıka kum miktarının azaldığı, kil miktarının ise arttığı ve bunun koloidal kilin doğal bir sũreç içerisinde profilde alt katmanlara taşınmasından kaynaklandığı dũřunũlmektedir ve bu faktũrũn en önemli etken olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Karagũl, 1994). Toz miktarı bakımından ise derinlik kademeleri arasındaki değişim önemsiz seviyede çıkmıştır. Kocaeli Yarımadası'nda aşınım eğilimlerinin araştırıldığı bir çalışmada (zyuvacı, 1978), kum oranı miktarının toprak derinliğine bağlı olarak azalırken; kil ve toz oranının örnekleme derinliğine bağlı olarak artış gösterdiğini saptanmıştır. Artvin Kafkasör Havzası'nda farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların bazı fiziksel, hidro-fiziksel özellikleri ile aşınım eğilimlerinin araştırıldığı bir çalışmada örnekleme derinliği ile kum ve toz oranının ters, kil oranının ise doğru orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir (Kalay ve Yũksek, 2001).

Model havzalar bazında yapılan karşılaştırmada, kil ve toz içeriğinin 37 numaralı model havzada en yũksek değerini aldığı, bunun sebebi olarak da bu havzadan alınmış olan örneklemlerin ağırlıklı olarak eğimi dũřuk olan tarım alanlarına denk gelmesi gösterilebilir. Kum içeriğinin en yũksek çıktığı 10 numaralı model havzada ise örneklemlerin ağırlıklı olarak eğimin yũksek olduğu ve dolayısı ile kil ve toz gibi kũũk fraksiyonların yıkandığı orman topraklarında yapılması, 56 numaralı model havzada ise örneklemlerin mera alanlarında yapılmış olması ve havzanın çok sarp arazi yapısına sahip olması gösterilebilir.

#### Hacim Ağırlığı

İncelenen özelliklerden bir diğerini olan hacim ağırlığı anakaya bazında kum içeriğinin fazla olduğu granit anakayasında en yũksek olurken, diğer anakayalarda yakın değerler almıştır. Belirli bir toprak hacminde ne kadar katı toprak maddesi bulunduğunu ifade eden hacim ağırlığı toprakların istiflenme dũzeni ile aralarında az veya çok boşluklar bulunan bir toprak kitlesinin ağırlığı olduğu için diğer koşulların ayı olduğu durumlarda kumlu toprakların hacim ağırlığı killi topraklardan daha yũksektir (Scott, 2000). Tũm yağış havzası bazında incelendiğinde en yũksek hacim ağırlığı değerlerine granit anakayası üzerinde gelişen mera topraklarında rastlanmış, bunu tarım toprakları takip etmiştir. Mera topraklarında hayvanların toprağı çiğnemesi sonucunda boşluk hacminde meydana gelen azalmanın ve yũzey

toprağının erozyonla taşınmasının da bunda etkisi olabilir. Aynı hacimdeki toprakta boşluk hacminin azalmasının diğer koşullar aynı kalmak şartıyla hacim ağırlığını arttırdığı bilinmektedir (Göl, 2002).

Araştırma sahasında arazi kullanım şekline göre hacim ağırlığı değeri tarım topraklarında yüksek bulunmuş, istatistiki olarak aynı grupta yer alan orman ve mera toprakları ise ikinci sırada yer almıştır. Organik madde miktarının mera ve orman topraklarında daha yüksek oluşu bunun nedeni olarak gösterilebilir. Çankırı-Eldivan Yöresi'nde arazi kullanım türleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bir çalışmada (Göl, 2002), en yüksek organik madde (% 7.21) miktarına sahip doğal orman topraklarında hacim ağırlığı en düşük ( $0.93 \text{ gr/cm}^3$ ) olarak ölçülmüştür. Artvin Kafkasör Mevkii'nde *Quercus petraea* ve *Carpinus orientalis* büklerinin eko-silvikültürel özellikleri üzerine yapılmış olan bir çalışmada (Yüksek ve ark., 2002), 0-20 cm. derinlik kademesinden üç farklı deneme alanı alınmış ve hacim ağırlığındaki değişimler istatistiksel olarak önemli seviyede bulunmuştur; toprak ve bitki örtüsünde insanlar tarafından yapılan tahribatın şiddeti ve süresi arttıkça toprak özelliklerinde, özellikle gözenek hacminde azalma, hacim ağırlığında artış meydana geldiği belirtilmiştir. Bu doğrultuda, bu çalışmada, tarım topraklarındaki yüksek hacim ağırlığı beklenen bir sonuçtur. Ancak, istatistiksel anlamda bir fark olmamasına rağmen orman topraklarında meralardan daha yüksek bir hacim ağırlığının ortaya çıkmasının, ormanlık alanlardaki toprak örneklemesinin daha çok kil içeriğinin yüksek olduğu andezit ve bazalt anakayasası üzerinde gelişen topraklarda yapılmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda, derinlik kademelerine göre alt topraklara inildikçe hacim ağırlığı değerinde artış görülmektedir. Kil içeriğinin hacim ağırlığını artırıcı; organik madde miktarının ise azaltıcı yönde etkileri olmaktadır (Çelik, 2005). Arnavutköy Deresi Yağış Havzası'nda hidrolojik durumu etkileyen bazı bitki-toprak-su ilişkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Özyuvacı, 1976), organik madde değerlerinin toprak derinliğine bağlı olarak azalırken; kil oranı, hacim ağırlığı, pH'ın örnekleme derinliğine bağlı olarak arttığı belirlenmiştir. Organik maddece zengin üst topraklarda hacim ağırlığı düşük çıkmakta, çeşitli canlı faaliyetleri ve bitki kökleri de boşluk hacmini arttırarak hacim ağırlığını düşürmektedir (Çelik, 2005). Başka bir çalışmada (McConkey ve ark., 1997) ise toprak derinliğinin 0-10 cm'den, 20-30

cm'ye ulaştığında hacim ağırlığının 1.4 gr/cm<sup>3</sup>'ten 1.7 gr/cm<sup>3</sup>'e yükseldiği belirtilmiştir. Ayrıca alt katmanlara doğru taşınan kil gözeneklerin hacmini daraltmakta ve birim hacimde daha fazla ince materyal bulunması hacim ağırlığını arttırmaktadır. Üst toprakta kökler ve organizma faaliyetleri gözenekli yapıyı arttırmakta, kil ve ince kısım birikmesi de azaltmaktadır İç Anadolu'da jeolojik yapı, topografik durum ve toprak derinliğinin erodibilite ile ilgili toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin incelediği bir araştırmada (Balcı, 1983), gözeneklilikle hacim ağırlığı arasında önemli bir negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Model havza bakımından ise 16 numaralı havzanın en yüksek hacim ağırlığı değerine sahip olmasının antropojenik etkiler sebebiyle yoğun toprak sıkışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu havzada 18 noktada toprak örnekleme yapılmış ve bu örneklerin 12 tanesi hacim ağırlığını arttırıcı etkisi bulunan ve kil içeriği bakımından ilk sırada yer alan andezit anakayasası üzerinde gelişen tarım ve orman topraklarından, 6 tanesi ise ikinci sırada yer alan bazalt anakayasası üzerinde gelişen topraklardan alınmıştır. En düşük hacim ağırlığı değerine sahip olan 9 numaralı havzada ise 12 örnekleme noktası da orman alanlarına aittir.

#### *Geçirgenlik ve Maksimum Su Tutma Kapasitesi*

Anakaya bakımından irdelendiğinde, geçirgenliğin, istatistiksel anlamda aynı grupta yer alan ve daha fazla kum içeren riyodasit, granit ve bazalt anakayasası üzerinde gelişen topraklarda yüksek; bunlara karşılık andezit anakayasası üzerinde gelişen topraklarda yüksek kil içeriğinden dolayı ise daha düşük olduğu düşünülmektedir. Su tutma kapasitesinin ise kil içeriğinden dolayı andezit anakayasası üzerinde oluşan topraklarda yüksek olduğu bunu sırasıyla bazalt ve riyodasit anakayasası üzerinde gelişen toprakların takip ettiği; yüksek kum içeriği sebebiyle granit anakaya üzerinde oluşan topraklardaki su tutma kapasitesinin ise daha düşük olduğu düşünülmektedir.

Geçirgenliğin orman topraklarında tarım ve mera topraklarına göre belirgin bir şekilde fazla olması (Çelik, 2005; Özalp ve ark., 2015; Ulu, 1998) orman topraklarında uzun yıllar boyunca gerçekleşen mikroorganizma faaliyetleri, ölü köklerin çürümesi, ayrıca suyun hareketi ile bir kanal sisteminin oluşması ve bu nedenlerle düşen yağışın hızlı bir şekilde alt toprak katmanlarına geçişiyle açıklanabilir (Bharati ve ark., 2002; Naef ve ark., 2002). Buna karşılık otlak

topraklarında hayvanların toprak üzerindeki hareketleriyle meydana gelen sıkışma geçirgenlik miktarını düşürmektedir (Erdoğan Yüksel, 2009; Özalp ve ark., 2015). Ayrıca ot kökleri de keçe gibi sıkı bir şekilde toprağı sarmaktadır. Bu nedenle mera topraklarında geçirgenliğin düşük olduğu sanılmaktadır. Uzungöl-Haldizen Deresi Yağış Havzası'nda yapılmış olan bir çalışmada da (Ulu, 1998), su tutma kapasitesi bakımından arazi kullanım şekillerine göre birbirine yakın sonuçlar bulunurken, geçirgenlik miktarı orman topraklarında (% 76.53), mera topraklarına (% 24.18) kıyasla çok daha yüksek bulunmuş ve aralarında önemli bir farklılık olduğu belirtilmiştir. Tarım alanlarında ise meralardan daha yüksek bir geçirgenliğe rastlanmış arazi kullanımı derinlik kademesi interaksiyonuna bakıldığında ise 0-10 cm derinlik kademesindeki tarım alanlarının 10-30 cm derinlik kademesindeki mera alanlarından çok daha iyi geçirgenlik değerlerine sahip olmasının bunda etkili olduğu düşünülmüştür. Benzer çalışmalarda da tarım alanlarında meraların aksine otlama ile toprak sıkışması yerine toprak işlemeyle gevşetilmenin söz konusu olduğu belirtilmiştir (Karagül, 1994). Ayrıca tarım üst topraklarında yapılan gübreleme bitkilerin ihtiyaç duydukları temel besin maddelerini sağladıkları gibi, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzenlemekte, toprağın su tutma kapasitesi ve geçirgenliğini arttırmaktadır (Baydar, 1994). Buna karşın yüzeysel topraklı ve eğimli alanlarda yer alan meralarda ise alt topraklara inildikçe geçirgenlik azalmaktadır.

Topraklardaki agregatlaşma, toprakların su tutma ve havalanma, suyun ve havanın toprak içerisindeki hareketi, kök gelişimi ve dağılımı (De Baets ve ark., 2007) gibi birçok toprak özelliği üzerinde etkili olmaktadır (Prichett ve Fisher, 1987; Tate, 1995). Mera topraklarında agregat gelişiminin daha yüksek olduğu araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Haynes ve ark., 1991). Stabil agregat oluşumunun daha iyi olduğu topraklarda su tutma kapasitesinin de yüksek olması beklenen bir sonuçtur (An ve ark., 2010). Bunun yanı sıra mera topraklarında organik madde gibi su tutma kapasitesini arttıran değerlerin yüksek, hacim ağırlığı gibi su tutma kapasitesini azaltıcı yönde etkiye sahip olan toprak özelliklerinin ise düşük olması su tutma kapasitesinin daha yüksek olmasının bir sonucudur. Trabzon-Söğütlüdere Yağış Havzası'nda yapılan bir çalışmada (Karagül, 1999) da su tutma kapasitesi otlak topraklarında % 54.51, ormanda % 52.70 ve tarımda % 40.49 bulunmuştur. Düşük su

tutma kapasitesinin sebebi olarak tarım topraklarında organik madde miktarının meradan az, hacim ağırlığının ise fazla olması gösterilebilir.

Derinlik kademesi artıkça geçirgenlik miktarı ve su tutma kapasitesinde de istatistiksel anlamda önemli seviyede fark yaratan bir azalma olmaktadır. Derinlikle birlikte organik madde miktarının azaldığı; hacim ağırlığı ve pH'ın da arttığı göz önünde bulundurulacak olursa bu değerlerle bağlantılı olarak geçirgenliğin de derinlikle birlikte azaldığı söylenebilir. Derinlik arttıkça topraklar daha geçirimsiz olmakta, suyun hareket ettiği gözenek hacminin azaldığı anlaşılmaktadır. Bu da suyun topraktaki hareketini zorlaştırarak geçirgenliği düşürmektedir.

10 numaralı havzanın en düşük kil ve en yüksek kum içeriğine sahip olması, organik madde içeriğinin de fazla olması sebebiyle en yüksek geçirgenlik değerini aldığı; 34 numaralı havzanın ise düşük kum içeriğine ve yüksek kil içeriği ile hacim ağırlığına sahip olmasından dolayı en düşük geçirgenlik değerini aldığı düşünülmektedir. Su tutma kapasitesinin ise 9 numaralı model havzanın en düşük hacim ağırlığına sahip olmasından ve geçirgenliğinin de istatistiksel anlamda en düşük değerlerin yer aldığı son grupta bulunmasından dolayı yüksek; 27 numaralı havzada düşük olmasının ise hacim ağırlığının yüksek değerlerin yer aldığı ilk grupta yer alması ve organik madde içeriğinin de en düşük ikinci değer olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Organik Madde ve pH

Araştırma sahasında organik madde miktarı mera topraklarında yüksek bulunmuş, fakat orman ve tarım toprakları ile aralarında önemli bir fark olmaksızın aynı grupta yer almışlardır. Fakat en düşük değere tarım topraklarında rastlanmıştır. Trabzon Hamsiköy Yöresi'nde yapılan bir çalışmada (Türüdü, 1981) da, en düşük organik madde miktarı mısır tarlasında saptanmıştır. Bunu sırasıyla çayır, kayın ormanı ve ladin ormanının takip ettiğini belirtilmiştir. pH ise tarım topraklarında daha yüksek değerler almıştır. Bu sonucun organik madde miktarının bu alanlarda en düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer çalışmalarda (Karagül, 1994; Papini ve ark., 2011), organik maddenin ayrışması sırasında oluşan organik asitlerin (humün, humat asitleri gibi) bu olayda büyük etkisi olduğu, orman topraklarının doğal halde kaldığından uzun yıllar boyunca bazik elementlerin profilde alt katmanlara doğru yıkandığı belirtilmiştir. Bir başka çalışmada da (Mapfumo ve ark.,



2000), otlatma yoğunluğunun 5-15 cm derinlikler arasında pH değişimini etkilediği, yoğun otlatma etkisi altında bulunan alanlarda, orta ve hafif otlatılan alanlara kıyasla pH'nın daha yüksek çıktığı belirtilmiştir.

Orman ve otlak topraklarında derinlik arttıkça organik madde miktarı azalmış, pH ise artmıştır. Bu değişim organik madde miktarı ve pH bakımından derinlik kademeleri arasında önemli seviyede fark göstermiştir. Toprak üzerindeki canlı faaliyetleri, ölü örtü, kök miktarı ve yaprak dökümü üst toprakta organik maddenin fazla olmasının en önemli nedenleridir. Benzer bir çalışmada (Yüksek, 2001), organik maddenin ana kaynağını toprak üstündeki ve içindeki organik artıkların oluşturduğu, bu nedenle üst topraktan alt topraklara doğru gidildikçe organik madde miktarının azaldığı belirtilmiştir. Üst topraklardaki bazik kökenli katyonların alt topraklara doğru yıkanması ve organik maddenin ayrışması sırasında oluşan humik asitler de üst toprakta pH'nın düşük çıkmasına neden olmaktadır.

Model havzalar karşılaştırıldığında pH'nın 27 numaralı model havzada sahip olduğu düşük organik madde içeriğinden dolayı daha yüksek; buna karşılık kum içeriği gibi toprak içerisindeki yıkanmayı arttıran özelliklerle negatif ilişkiye sahip olan pH değerinin 46 numaralı havzada nispeten daha yüksek değer alması nedeniyle düşük çıktığı söylenebilir. Ortalama yükseltisinin (1745 m) fazla olmasının yanısıra toprak örneklerinin orman ve mera topraklarından alınmış olmasından dolayı 42 numaralı model havzada organik madde içeriğinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Çünkü yüksek kesimlerde sıcaklık ve yağış koşulları bakımından ayrışma olayları alt yükseltilere kıyasla daha yavaş seyretmektedir. Üst yükseltilerde organik madde iklim koşulları nedeniyle daha yavaş ayrışıp mineralize olmakta, bu nedenle buralarda organik madde birikimi daha fazla olmaktadır. 37 numaralı havzanın ise yüksek pH içeriğinden dolayı düşük organik madde içeriğine sahip olduğu düşünülmektedir ki bu durumu kanıtlayan birçok çalışma mevcuttur (Özalp ve ark., 2015; Papini ve ark., 2011; Türüdü, 1981). Çünkü pH değeri organik maddenin ayrıştırılmasında rol oynayan mikroorganizmaların yaşam faaliyetlerini tayin etmektedir.

### Sediment Verimi

Bu çalışmada, Borçka Barajı Havzasında tespit edilen sediment verimi değerleri ile ilgili bulunan sonuçlar ülkemizin farklı havzalarında WEPP ve diğer modellerin kullanıldığı çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Örneğin, 212727.56 ha'lık bir büyüklüğe sahip olan Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzası için sediment verimi yıllık 1842716.11 ton, yıllık ortalama sediment miktarı ise havza genelinde toplam 42.16 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Birim alandan meydana gelen sediment verimi ise 8.66 ton/ha/yıl olarak tespit edilmiştir (Aydın, 2007). Ayrıca, 11531 ha'lık bir alana sahip olan Kahramanmaraş-Ayvalı Barajı Yağış Havzası'nda ise sediment verimi yıllık 85534.99 ton, yıllık ortalama sediment miktarı ise havza genelinde toplam 29.96 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Birim alandan meydana gelen sediment verimi ise 7.42 ton/ha/yıl olarak tespit edilmiştir (Yüksel, 2001). SWAT (Soil Water Assessment Tool) kullanılarak Küçükemalı ve Güvenç Havzaları'nın su ve sediment verimlerinin belirlendiği bir diğer çalışmada; Küçükemalı Havzası'ndaki bir alt havzada tahmin edilen sediment verimi 4.21 ton/ha/yıl, Güvenç Havzası'nda tahmin edilen sediment verimi ise 1.28 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır (Karaş, 2005). Orcan Deresi Havzası'nda GeoWEPP ile sediment verimi ve yüzeysel akışın tahmininin yapıldığı bir çalışmada, sediment verimi 6.95 ton/ha, yüzeysel akış 23.17 mm bulunurken gerçek sonuçlara göre sediment veriminin 5.48 ton/ha, yüzeysel akışın 26.58 mm olarak ölçüldüğü belirtilmiştir (Yüksel ve ark., 2008). Kahramanmaraş Ovası ve çevresinde CBS ve USLE modeli birleştirilerek erozyon risk alanlarının belirlendiği bir çalışmada 0-21 ton ha<sup>-1</sup>yıl<sup>-1</sup> aralığında bir toprak kaybı hesaplanmıştır (Karabulut ve Küçükönder, 2008). İstanbul Büyükçekmece Havzası'nda CBS teknikleri kullanılarak RUSLE metoduyla uzun dönemli toprak kaybı hesaplanarak potansiyel erozyon riskine sahip alanların belirlendiği bir çalışmada 2.4 ton/ha/yıl toprak kaybı gerçekleştiği bulunmuştur (Karaburun ve ark., 2009).

Farklı modelleme programları kullanılarak yapılan sediment kaybı tahmin çalışmaları yanında, toprak kaybının ve/veya sediment veriminin doğrudan arazide ölçülmesine yönelik çalışmalar da yapılmaktadır. Örneğin, Artvin-Murgul'da akasya ağaçlandırmalarının yüzeysel akış ve sediment taşınmasını önlemedeki etkilerinin irdelendiği bir çalışmada yüzeysel akış miktarı otlak alanında 263 m<sup>3</sup>/ha iken hemen

bitişiindeki orman alanında 18 m<sup>3</sup>/ha olarak, toplam taşınan sediment miktarı ise otlak alanında 43,6 kg/ha iken, akasya ağaçlandırma sahasında 5 kg/ha olarak ölçülmüştür (Tüfekçioğlu ve ark., 2008). Ayrıca, halen devam etmekte olan Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (Anonim, 2014c) kapsamında hazırlanmış olan 3. ara raporda, Elektrik İşleri Etüd İdaresi'nden alınan verilere göre Çoruh Nehri üzerindeki 9 istasyonun ortalama yıllık sediment verimlerinin yaklaşık 1,8 ton/ha/yıl olduğu açıklanmıştır. Proje kapsamında yayınlanmış olan en son raporda (Anonim, 2014d) RUSLE formülü ile Oltu MH'ndan 11.1 ton/ha/yıl, İspir MH'ndan 44 ton/ha/yıl, Masat MH'ndan 36.2 ton/ha/yıl, Yusufeli MH'ndan 3.6 ton/ha/yıl, Uzundere MH'ndan 28.3 ton/ha/yıl, Bıçakçılar MH'ndan 8 ton/ha/yıl, Veliköy MH'ndan 1.5 ton/ha/yıl, Taht MH'ndan 2.8 ton/ha/yıl, Olur MH'ndan 2.4 ton/ha/yıl, Tortum Kuzey MH'ndan 4.9 ton/ha/yıl, Şenkaya MH'ndan ise 1.9 ton/ha/yıl, İspir Kuzey MH'ndan 15.8 ton/ha/yıl sediment verimi gerçekleştiği belirtilmiştir. Proje kapsamındaki bazı mikro havzalardan elde edilen değerler de Borçka Barajı Yağış Havzası'ndan gerçekleşen sediment verimi değerlerine paralellik göstermektedir.

Ayrıca çalışma kapsamında DSİ Genel Müdürlüğü (Anonim, 2015b)'nden alınan çalışma alanına yakın ve model havzalara benzer özellikler taşıdığı düşünülen Çoruh Nehri-Altınsu (3.91 ton/ha/yıl) ve Deviskel Deresi-Gündoğdu (0.63 ton/ha/yıl) sediment ölçüm istasyonu sonuçları da bu çalışmada WEPP modelinin yürütülmesi ile elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Bilindiği üzere, genel anlamda, toprak kaybı miktarını etkileyen başlıca faktörlerin bitki örtüsü, topografik özellikler, anakaya ve toprak özellikleri, iklim değişkenleri, drenaj alanı büyüklüğü ve yoğunluğu olduğu çeşitli çalışmalarda belirtilmiştir (Robinson, 1977; Yüksel ve ark., 2008).

Çalışma alanı için sediment verimi açısından vejetasyon ve topografya koşullarının etkili olduğu açıktır. WEPP programının yürütüldüğü model havzaların bazılarında ortaya çıkan toprak kaybı üzerinde bitki örtüsü veya arazi kullanımı (orman, mera veya tarım alanı) ile eğim başta olmak üzere topoğrafik koşulların etkili olduğu tespit edilmiştir. Hatıla Vadisi Milli Parkı'nda yapılan bir çalışmada da toprak özellikleri ve iklimin nispeten homojen olduğu buna karşılık bitki örtüsü ve topografyanın toprak kaybını etkileyen başlıca faktörler olduğu belirtilmiştir (Eroğlu ve ark., 2010).

Araştırma alanı arazi kullanımı ve bitki örtüsü açısından incelendiğinde alanın % 70.91'inin orman, % 7.71'inin ziraat, % 19.31'inin mera ve OT, % 0.94'ünün yerleşim yeri olarak kullanıldığı görülmektedir. % 1.13'ünü ise su alanları oluşturmaktadır. Orman örtüsüyle kaplı alanın % 20.46'sı çok bozuk orman sınıfında yer almaktadır. Birçok araştırmada bitki örtüsün toprak kaybı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (El-Hassanin ve ark., 1993; Erskine ve ark., 2003; Erskine ve ark., 2002; Zhongming ve ark., 2010).

Zemin eğimi, eğim uzunluğu ve şekli erozyon oranını yansıtan en önemli topografik özelliklerdendir (Lal, 1994). Eğim faktörü bakımından değerlendirildiğinde ortalama eğimi en düşük olan 9 (% 45.44), 34 (%47.73) ve 16 (% 49.69) numaralı model havzaların sediment verimleri de sırasıyla 3.51 ton/ha/yıl, 4.98 ton/ha/yıl ve 2.57 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur. Ortalama eğim aralığı % 55-65 arasında değişen diğer model havzalarda ise sediment verimi daha yüksek değerler almıştır. Toprağı terk etmenin ve eğim derecelerinin etkilerinin incelendiği Yunanistan'ın Lesvos adasındaki havzada (Koulouri ve Giourga, 2007) % 40 ve üzeri eğim derecelerinde sediment kaybındaki ana faktörün eğim olduğu, arazi kullanımının etkisinin toprak ve vejetasyon özelliklerinin değişmesine rağmen göz ardı edilebildiği belirtilmiştir.

Borçka Barajı Havzasının % 94.9 gibi önemli bir kısmının % 20 ve üzerinde bir eğime sahip olduğu, havzanın sadece % 5.1'lik bir kısmının tarım yapmaya elverişli alanlar içerdiği tespit edilmiştir. Eğimin yüzeysel akış ve toprak kaybı üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada, eğim derecesi arttıkça yüzeysel akış ve toprak kaybında da önemli derecede artış olduğu saptanmıştır. Bu çalışma ile eğim derecesindeki değişimlerin ( $\leq 30^\circ$  ve  $> 30^\circ$ ) farklı bitki örtülerinde farklı sonuçlara sebep olduğu belirtilmiş; sırasıyla orman, mera ve çay tarımı yapılan alanlarda eğim derecesindeki değişime oranla yüzeysel akış ve toprak kaybı miktarı da artmıştır (El Kateb ve ark., 2013). Yine eğimin erozyon üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilen çalışmalarda (Liu ve ark., 1994; Nearing, 1997) yağış ve yüzeysel akış nedeniyle oluşan toprak kaybı için eğim derecesi eşitlikleri geliştirilmiştir. Bu eşitliklere göre de eğim derecesindeki artış ile toprak kaybı miktarı arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Bazı çalışmalarda ise akış derinliği ve yüzeysel depolamadaki değişimler sonucunda infiltrasyon hızı üzerinde eğim derecesinin dominant bir etkiye sahip olduğuna işaret edilmiştir (Fox ve Bryan, 2000; Fox ve

ark., 1997). Eğim derecesindeki ve yağış yoğunluğundaki artışla sediment kaybının arttığı bir başka çalışmada da saptanmıştır (Liu ve ark., 2015).

Araştırma sahasında bazalt anakayasası (%40.33) en fazla alanı kapsarken bunu sırasıyla riyodasit (%35.15), andezit (%10.31), kıltaşı (%7.27), granit (%4.00) ve kireçtaşı (%2.78) takip etmektedir. Bazalt, riyodasit, andezit ve granit anakayaları volkanik (püskürük) anakaya grubunda yer alırken, kıltaşı ile az bir alanı kapsayan kireçtaşı sediment (tortul) anakaya grubunda yer almakta; havzanın büyük bir kısmına tekabül eden % 40.33'lük bir kısmında bazalt anakayasası görülmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından (Dinç ve ark., 1987), toprak oluşumunda birinci ve belki de en önemli faktörün ana materyal olduğu belirtilmiştir. İlk kez Rus toprak bilginlerinden Dokuchaiev ve sonraları Amerikalı bilgin Hilgard belli bir ana materyalden farklı çevre koşulları altında, özellikle değişik iklim ve vejetasyon etkisi ile farklı toprakların oluştuğunu ortaya koymuşlardır (Buol ve ark., 1973). Bir başka araştırmacı tarafından da, toprağı oluşturan faktörlerin çok farklılık gösterdiği ve buna bağlı olarak da aynı ana materyaller üzerinde, farklı topografyalarda çok farklı toprakların oluştuğı belirlenmiştir (Türkmen, 2011). Araştırma alanındaki anakaya grupları sediment verimi açısından irdelendiğinde genel olarak ayrışmanın daha kolay olacağı kumlu topraklar içeren granit anakayasının küçük bir alanda (% 4) yayılış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Buna karşılık diğer üç anakaya (bazalt, riyodasit ve andezit) ise havzanın yaklaşık % 86'lık önemli bir kısmını kapsamaktadır ve killi topraklar vermesi açısından daha benzerdirler. Diğer bir ifade ile çalışma alanının geneli için birbirine benzer yapıdaki anakayalardan oluşması nedeni ile sediment verimi açısından güçlü bir ilişki kurulamamıştır.

Genellikle dağlık rölyeflerde yüksek drenaj yoğunluğu gözlemlenmesine rağmen çalışma alanında drenaj yoğunluğunun 1.72 ile orta derecede olduğu tespit edilmiştir. Bilindiğı üzere drenaj yoğunluğunun 1.75'ten büyük bir değer aldığındaki yüksek, 2.5'ten büyük bir değer aldığındaki ise çok yüksek olarak tanımlanabileceğı ifade edilmektedir (Reddy ve ark., 2004). Bizim çalışmamızda beklenenin aksine drenaj yoğunluğunun düşük çıkması genel yapı itibariyle arazinin iyi bir bitki örtüsüne sahip olmasından ve dolayısı ile yağışın yüzeysel akışa uğramadan toprak ve bitkiler tarafından tutulması (Sarangi ve ark., 2003; Strahler, 1964) ile açıklanabilir.

Çalışma alanındaki sediment verimini model havzalar bazında incelediğimizde en fazla sediment veriminin 46 numaralı model havzada (9.1 ton/ha/yıl) olduğu bulunmuştur. Arazi kullanımını açısından değerlendirdiğimizde 46 numaralı model havzada toplam alanın sadece % 6.09'u (diğer model havzalara kıyasla en düşük oran) orman alanlarına aittir ve bu alanın da % 36.54'ü çok bozuk orman sınıfındadır. Alanın geriye kalan kısmını mera alanları oluşturmaktadır. Ayrıca bu havza ortalama yükseltisi (2553 m) en fazla olan model havzadır. Yükseltiyle birlikte yağış miktarındaki artışın da sediment verimini arttırdığı düşünülmektedir.

En düşük sediment verimi ise 42 numaralı model havzada (0.0008 ton/ha/yıl) hesaplanmıştır. Bu havzada toplam alanın % 68.47'si orman alanlarına aittir. Bu havza orman alanı bakımından model havzalar arasında ilk sırada yer almamaktadır. Fakat GeoWEPP programının yürütülmesi esnasında her bir model havza alt havzalara ayrılırken bu havza 9 alt havzaya ayrılmış ve 6 alt havzasında da orman alanlarının % 80'den fazla alan kapladığı görülmüştür ki bu durumun bu model havzadaki sediment miktarının en düşük olmasında etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca bu havza model havzalar içerisinde istatistiksel anlamda geçirgenlik ve organik madde içeriği bakımından ilk sırada yer almaktadır. Yüksek organik madde içeriğiyle birlikte iyi geçirgenlik değerine sahip olmasının bu havzaya düşen yağışın yüzeysel akışa uğramadan havzanın çıkışına ulaşmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Modelin yürütülmesi sonucunda elde edilen rapor çıktılarına göre çalışma alanı için belirlenen 735.80 mm'lik yağış 42 numaralı model havzanın alt havzalarının sekizinde hiç yüzeysel akış oluşturmazken sadece bir alt havzasında 0.04 mm'lik bir yüzeysel akış meydana gelmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma, Artvin ili sınırları içerisinde yer alan Borçka Barajı Havzası'ndan meydana gelen sediment veriminin belirlenmesine yönelik çalışmaları içermektedir. Bu amaçla WEPP modeli ve CBS teknikleri kullanılarak alanın yıllık bazda hem toplam hem de birim alanda üretilen sediment verimi hesaplanmıştır.

İlk olarak, havzamız Arc Hydro modülü kullanılarak 57 havzaya bölümlendirilmiş, daha sonra anakaya, arazi kullanımı, eğim ve bakı etmenleri dikkate alınarak 15 model havzaya gruplandırılmıştır. Modelin yürütülmesi esnasında tüm havza için belirli bir formatta hazırlanan verilerden oluşan 4 ana dosya (iklim, toprak, bitki örtüsü ve topoğrafya) oluşturulmuş ve WEPP modelinde söz konusu tüm model havzalar bazında yürütülmüştür. Bu model havzalardan gerçekleşen sediment verimi sırasıyla yılda ortalama 5.27 ton/ha/yıl, 2.52 ton/ha/yıl, 3.51 ton/ha/yıl, 5.69 ton/ha/yıl, 2.57 ton/ha/yıl, 5.28 ton/ha/yıl, 7.38 ton/ha/yıl, 6.53 ton/ha/yıl, 4.98 ton/ha/yıl, 4.98 ton/ha/yıl, 4.59 ton/ha/yıl, 3.84 ton/ha/yıl, 0.0008 ton/ha/yıl, 9.1 ton/ha/yıl ve 4.21 ton/ha/yıl olarak bulunmuştur.

Borçka Barajı Havzası bütünü ile ele alındığında ise 86576.83 ha'lık bir alana sahip olan havzadan toplam sediment miktarının yıllık 360431.70 ton olduğu, yıllık ortalama sediment veriminin ise toplam 242.41 ton/ha/yıl olduğu bulunmuştur. Bunlara ilaveten, birim alandan meydana gelen sediment veriminin de yılda 4.16 ton olarak gerçekleştiği hesaplanmıştır.

Bu çalışma ile elde sonuçlar, toprak erozyonunun tahmini ve/veya yıllık sediment veriminin hesaplanmasına yönelik diğer araştırma çıktıları ile karşılaştırıldığında oldukça benzer neticeler çıktığı söylenebilir. Dolayısı ile WEPP modeli ve CBS teknikleri kullanılarak gelecekte yapılması planlanan bu tip bilimsel araştırmalar için önemli bir altlık ve örnek çalışma olduğu düşünülmektedir. İlaveten, sadece Borçka Barajı Havzası değil, tüm Çoruh Nehri Havzası bünyesinde WEPP modeli kullanılarak toprak kaybı ve sediment veriminin ortaya çıkarıldığı ilk bilimsel çalışma olması açısından da önemlidir. Ayrıca, Çoruh Nehri üzerinde DSİ tarafından

bazıları inşaat bazıları da planlama aşamasında olan çok sayıda büyük baraj projesinin olduğu göz önünde bulundurulduğunda, Borçka Barajı Havzası için elde edilen bu sonuçların benzer şekilde diğer baraj havzaları için yapılmasının da önü açılmıştır.

Araştırmada belirlenen toprak özellikleri değerlendirildiğinde; kil içeriği dört değişken (model havza, anakaya, arazi kullanımı, derinlik) bakımından da istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Buna göre kil içeriği bakımından model havzalardan 37, anakaya grubundan andezit, arazi kullanımından tarım ve derinlik kadmesinden 10-30 cm'lik kısım ilk sırada yer almıştır.

Kum içeriği dört değişken (model havza, anakaya, arazi kullanımı, derinlik) bakımından da istatistiksel anlamda önemli bulunmuş model havzalardan 10, anakaya grubundan granit, arazi kullanımından mera ve derinlik kadmesinden 0-10 cm'lik kısım kum içeriği bakımından ilk sırada yer almıştır.

Toz içeriği iki değişken (model havza ve anakaya) bakımından önemli, iki değişken bakımından ise (arazi kullanımı ve derinlik) istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuş model havzalardan 37, anakaya grubundan andezit, arazi kullanımından orman ve derinlik kadmesinden 10-30 cm'lik kısım toz içeriği bakımından ilk sırada yer almıştır.

Hacim ağırlığı iki değişken (model havza ve derinlik) bakımından önemli, iki değişken bakımından ise (anakaya ve arazi kullanımı) istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuş, model havzalardan 16, anakaya grubundan granit, arazi kullanımından tarım ve derinlik kadmesinden 10-30 cm'lik kısım hacim ağırlığı bakımından ilk sırada yer almıştır.

Geçirgenlik dört değişken (model havza, anakaya, arazi kullanımı, derinlik) bakımından da istatistiksel anlamda önemli bulunmuş ve model havzalardan 10, anakaya grubundan riyodasit, arazi kullanımından orman ve derinlik kadmesinden 0-10 cm'lik kısım geçirgenlik bakımından ilk sırada yer almıştır.

Su tutma kapasitesi dört değişken (model havza, anakaya, arazi kullanımı, derinlik) bakımından da istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Su tutma kapasitesi



bakımından model havzalardan 9, anakaya grubundan andezit, arazi kullanımından mera ve derinlik kadmesinden 0-10 cm'lik kısım ilk sırada yer almıştır.

pH üç değişken (model havza, arazi kullanımı, derinlik) bakımından önemli, bir değişken (anakaya) bakımından ise istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuş ve model havzalardan 27, anakaya grubundan andezit, arazi kullanımından tarım ve derinlik kadmesinden 10-30 cm'lik kısım pH bakımından ilk sırada yer almıştır.

Organik madde içeriği üç değişken (model havza, anakaya, derinlik) bakımından önemli, bir değişken (arazi kullanımı) bakımından ise istatistiksel anlamda önemsiz bulunmuş; ayrıca, model havzalardan 42, anakaya grubundan granit, arazi kullanımından mera ve derinlik kadmesinden 0-10 cm'lik kısım organik madde bakımından ilk sırada yer almıştır.

Bu çalışma ile havzanın arazi kullanım durumu, topoğrafik yapısı (genel yapı itibariyle sarp arazi niteliğinde olması) ve eğim gruplarının çok dik olmasından dolayı toprak kayıplarının gerçekteştiği; sediment verimi açısından anakaya, arazi kullanımı ve topoğrafik faktörler kıyaslandığında fark yaratan en önemli etkinin arazi kullanımı olduğu düşünölmektedir.

Arazi kullanımının arazi sınıflaması ilkelerine uygun yapılamamasından dolayı toprak kaybını önleyici önlemlerin muhakkak alınması gerekmektedir. Havzada tarıma uygun olan arazilerin sınırlı olması, yörede yaşıyan halkın geçimini sağlamak için yeni tarım alanları açarak orman alanlarını tahrip etmesine sebep olmaktadır. Ormanlar üzerindeki bu olumsuz baskıyı azaltmak için yörede yaşıyan halk sosyo-ekonomik açıdan kalkındırılmalı ve istihdam oluşturacak yeni projeler oluşturulmalıdır.

Tarım alanlarında önlemler alınarak, tarım yapmaya uygun olmayan yeni sahaların açılması engellenmeli ve dolayısıyla ormanlar üzerindeki baskı azaltılmalıdır. Ayrıca yeterli bitki örtüsüne sahip olmayan mera ve orman alanlarında ıslah ve/veya rehabilitasyon çalışmaları yapılmalıdır. Böylece havzada hem mera alanlarının ıslahı sağlanacak hem de yörede yaşıyan insanların hayvancılık yapmaları için yeni sahalar oluşturulmuş olacaktır. Bu da halkın geçimini sağlamak için yeni tarım alanları

açmak yerine hayvancılık ile uğraşmasını ve orman alanlarına verilecek zararların önüne geçilmesini sağlayacaktır.

Havzada yaşayan insanların katılımı da sağlanarak havza alanında yapılacak erozyon ve ağaçlandırma projeleri ile ilgili etkinlikler düzenlenmeli, erozyon kontrolü sahalarında birebir orman köylüsü istihdam edilerek, yerel halkın kalkındırılması ve çevre konusunda daha bilinçli bir seviyeye ulaşmaları sağlanmalıdır.

Ülkemizde toprak kaybının hesaplanmasında son yıllarda kullanımı artan RUSLE ve WEPP gibi modellerin tüm ana havzalara uyarlanmasına yönelik çalışmalar desteklenmelidir. Bu durum, özellikle demografik yapımızdaki değişimlerin ülkemizin arazi kullanımı ve dolayısıyla toprak erozyonu üzerindeki etkilerinin bilimsel verilerle ortaya konulması açısından son derece önemlidir.

Borçka Barajı Havzasında yürütülen bu çalışmanın toprak erozyonu ve sediment verimi hakkında daha hızlı, güvenilir ve güncel veriler elde edilmesine olanak sağladığından, ileriki dönemlerde benzer çalışmaların tüm Çoruh Nehri Havzası'na uyarlanması sağlanmalıdır.

Ayrıca WEPP modelinin yürütülmesi için elde edilen arazi kullanımı, iklim, eğim, toprak ve diğer fizyografik faktörlere ait detaylı veri ve haritaların Borçka Barajı Havzası'nda mikro havza bazlı daha spesifik bilimsel çalışmaların gerçekleştirilmesinde kullanılması desteklenmelidir.

Son olarak, modelleme çalışmalarının ana temalarından biri olan ileriye yönelik çeşitli senaryolar (barajların mikro-iklime etkisi, arazi kullanımındaki değişimlere dair planlamalar, barajların kullanım ömrü, vb.) üretilerek havzada toprak erozyonu veya sediment veriminin nasıl etkileneceğine yönelik projeksiyonların yapılmasına olanak sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Acar, H., 1998. Transport Tekniği ve Tesisleri Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 56.
- Akgül, E., 1975. Türkiye'de Doğu Ladininin (*Picea Orientalis* Link. ve Carr.) Yayılış Sahası Topraklarında Tespit Edilen Başlıca Özelliklerle Bunlar Arasındaki İlişkiler. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Teknik Bülten No: 71.
- Albaradeyia, I., Hani, A. and Shahrour, I., 2011. WEPP and ANN models for simulating soil loss and runoff in a semi-arid Mediterranean region. *Environ Monit Assess*, 180 (1-4), 537-556.
- Altun, L., Günlü, A., Yılmaz, M., ve Usta, A., 2006. Genya Dağı (Artvin) Yöresinde Ayırt Edilen Ekolojik Toprak Serileri İle Verimlilik Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10-2, 202-212.
- An, S., Mentler, A., Mayer, H. and Blum, W. E. H., 2010. Soil aggregation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau, China. *CATENA*, 81, 226-233.
- Andre, J. E. and Anderson, H. W., 1961. Variation of Soil Erodibility with Geology, Geographic Zone, Elevation and Vegetation Type in Northern California Wildlands. *Journal of Geophysical Research*, 66(10), 3351-3358.
- Anonim, 1984. Çoruh Havzası Toprakları, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, 756, Ankara.
- Anonim., 1985. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Atila İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (1985-2004).
- Anonim, 1990. Artvin İli Arazi Varlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 08, Ankara.
- Anonim, 2003. DSİ Çoruh Projeleri XXVI. Bölge Müdürlüğü 2003 Yılı Programı Takdim Raporu.
- Anonim, 2005. Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.
- Anonim, 2006a. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin İşletme Müdürlüğü, Saçınka İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).
- Anonim, 2006b. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Artvin İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).

- Anonim, 2006c. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü, Başköy İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).
- Anonim, 2006d. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü, Borçka İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).
- Anonim, 2006e. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü, Göktaş İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).
- Anonim, 2006f. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü, Kabaca İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2006-2025).
- Anonim, 2007a. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Taşlıca İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2007-2026).
- Anonim, 2007b. Havza Karakteristikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ders Notları.
- Anonim, 2010. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Tütüncüler İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı (2010-2029).
- Anonim, 2011. Harita-Tapu-Kadastro Coğrafi Bilgi Sistemini Planlama. Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara.
- Anonim, 2014a. Artvin İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Çiftçi Kayıt Sistemi Verileri.
- Anonim, 2014b. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Artvin İli'nin 1954-2013 Yılları Arasındaki Bazı İklim Verileri, Ankara.
- Anonim, 2014c. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi, Erozyon ve CBS İzleme 3. Ara Raporu (1 Kasım 2013-30 Nisan 2014).
- Anonim, 2014d. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, OGM, Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi, Erozyon ve CBS İzleme 4. Ara Raporu (1 Mayıs 2014-30 Ekim 2014).
- Anonim, 2015a. Anakayaların Toprak Verme Özellikleri ve Ağaçlandırma Açısından Yorumlanması, AGM, Etüt ve Proje Şube Müdürlüğü.
- Anonim, 2015b. DSİ Genel Müdürlüğü, Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı, Su ve Toprak Laboratuvarı Şube Müdürlüğü, Sediment Gözlem İstasyonu Verileri.
- Anşin, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vegetasyon Tipleri (The Floristic Regions and the Major Vegetation Types of Turkey). KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 6(2), 318-339.

- Anşin, R., Özkan, Z., C. ve Eminağaoğlu, Ö., 2002. Doğu Karadeniz Bölgesi Endemik Taksonları. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler kitabı, II. Cilt, 565-573.
- Ascough II, J. C., Nearing, M. A., Baffaut, C. and Liu, B. Y., 1997. The WEPP Watershed Model: I. Hydrology and Erosion. Transactions American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 40(4), 921-933.
- Atalay, İ., 1986. Uygulamalı Hidrografiya-I. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayın No: 38.
- Atalay, İ., 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası: Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayını, 3. Baskı.
- Aydemir, H., 1973. Bolu Masifinde Araziden Faydalanma Biçimlerinde Yüzeysel Akışla Su Kaybı ve Toprak Taşınması Üzerine Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten, Yayın No: 54, Ankara.
- Aydın, M., 2007. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasından Taşınan Toprak Miktarının Wepp Ortamında Belirlenmesi ve Çözümleri Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Baffaut, C., Nearing, M. A., Ascough II, J. C. and Liu, B., 1997. The WEPP Watershed Model: II. Sensitivity Analysis and Discretization on Small Watersheds Transactions American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 40(4), 935-943.
- Baigorria, G. A. and Romero, C. C., 2007. Assessment of erosion hotspots in a watershed: Integrating the WEPP model and GIS in a case study in the Peruvian Andes. Environmental Modelling & Software, 22, 1175-1183.
- Balcı, A. N., 1973. İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite İle İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 195, İstanbul.
- Balcı, A. N., 1978. Erodibility Characteristics of Some Forest Soils Developed under the Influence of Arid and Humid Climatic Conditions, . İstanbul Üniversitesi Orman Fak. Yayınları, Orm. Fak. Yayın No: 248, İstanbul.
- Balcı, A. N., 1996. Toprak Koruması, . İ.Ü. Yayın No: 3947, Orman Fak. Yayın No: 439, İstanbul.
- Balcı, N., 1983. İç Anadolu'da Jeolojik Yapı, Topografik Durum (Bakı) ve Toprak Derinliği Faktörlerinin Erodibilite ile İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri. , İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 348, İstanbul.
- Balcı, N. ve Özyuvacı, N., 1988. Havza Amenajmanı II. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul.

- Baldwin, M., Kellogg, C. E. and Thorp, J., 1938. Soil Classification.
- Başıyığıt, L. ve Dinç, U., 2003. Eğirdir Gölü Su Toplama Havzasında Oluşan Toprak Kayıplarını Tahmin Etmeye Yönelik Bir Çalışma. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 51-60.
- Baydar, H., 1994. Tarla Bitkilerine Giriş. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü.
- Bharati, L., Lee, K., Isenhardt, T. and Schultz, R., 2002. Soil-water infiltration under crops, pasture, and established riparian buffer in Midwestern USA. Agroforestry Systems, 56, 249-257.
- Bhuyan, S. J., Kalita, P. K., Janssen, K. A. and Barnes, P. L., 2002. Soil loss predictions with three erosion simulation models. Environmental Modelling & Software, 17(2), 137-146.
- Bingner, R. L., Murphree, C. E. and Mutchler, C. K., 1989. Comparison of Sediment Yield Models on Watersheds in Mississippi. Trans. of the ASAE, 32 (2), 529-534.
- Bocco, G., Palacio, J. and Valenzuela, C. R., 1990. Gully erosion modelling using GIS and geomorphologic knowledge. ITC-Journal, 3, 253-261.
- Bouyoucos, G. J., 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal, 43, 434-438.
- Buol, S. W., Hole, F. D. and Mc Cracken, R. J., 1973. Soil Genesis and Classification. The Iowa State Univer. Press. Ame. 360 p.
- Çelik, I., 2005. Land-Use Effects on Organic Matter and Physical Properties of Soil in a Southern Mediterranean Highland of Turkey. Soil Tillage & Research, 83, 270-277.
- Çepel, N. ve Karaveli, A., 1990. Uludağ Milli Parkı'nın üst Toprağına Ait Tekstür ve Asitlik Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A-40(1).
- Ceylan, S., 1995. Artvin Yöresinin Coğrafi Etüdü. (Doktora Tezi), Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum.
- Cochrane, T. and Flanagan, D., 1999. Assessing water erosion in small watershed using WEPP with GIS and DEMs. Journal of Soil and Water Conservation, 54(4), 678-685.
- Culley, J. L. B., 1993. Density and Compressibility, Soil Sampling and Methods of Analysis; In M.R. Carter: Canadian Society of Soil Science, 529-539.
- D. C. Flanagan, J. E. Gilley and Franti, T. G., 2007. Water Erosion Prediction Project (WEPP) Development History, Model Capabilities and Future Enhancements. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 50(5), 1603-1612.

- De Baets, S., Poesen, J., Knapen, A., Barberá, G. and Navarro, J., 2007. Root characteristics of representative Mediterranean plant species and their erosion-reducing potential during concentrated runoff. *Plant and Soil*, 294, 169-183.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H. ve Şenol, S., 1987. Toprak Genesisi ve Sınıflandırması, Ç.Ü. Yayınları Ders Kitabı 7.1.3. ÇÜ Basımevi, Adana.
- Dixon, J. B. and Weed, S. B., 1989. *Minerals in Soil Environments*, 2nd edn: Soil Science Society of America, Madison.
- Efe, R., 1999. Güney Marmara Bölümü Batısında Toprak Oluşumunu Etkileyen Coğrafi Faktörler ve Toprakların Özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 34, 193-209.
- El-Hassanin, A. S., Labib, T. M. and Gaber, E. I., 1993. Effect of vegetation cover and land slope on runoff and soil losses from the watersheds of Burundi. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 43(3-4), 301-308.
- El Kateb, H., Zhang, H., Zhang, P. and Mosandl, R., 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: A field experiment in Southern Shaanxi Province, China. *CATENA*, 105(0), 1-10.
- Elliot, W. J., Hall, D. E. and Scheele, D. L., 2000. WEPP Interface for Disturbed Forest and Range Runoff, Erosion and Sediment Delivery. USDA Forest Service Rocky Mountain Rerearch Station and San Dimas Technology an Development Center, USA.
- Erdaş, O., 2008. *Transport Tekniği*. KSÜ Rektörlüğü, Kahramanmaraş, Yayın No: 130/20
- Erdoğan Yüksel, E., 2009. Artvin-Saçınka Yöresindeki Orman ve Otlak Arazilerinde Bazı Toprak Özelliklerinin Yükselti ve Derinlik Kademelerine Göre Değişiminin İrdelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Eroğlu, H., Çakır, G., Sivrikaya, F. and Akay, A. E., 2010. Using high resolution images and elevation data in classifying erosion risks of bare soil areas in the Hatila Valley Natural Protected Area, Turkey. *Stoch Environ Res Risk Assess*, 24, 699-704.
- Erpul, G. ve ark., 2009. RUSLE Teknolojisi ile Eldivan Sarayköy Göleti Su Toplama Havzasına Gelebilecek Sediment Miktarının Tahmin Edilmesi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje Numarası: 07B4347001.
- Erskine, W. D., Mahmoudzadeh, A., Browning, C. M. and Myers, C., 2003. Sediment yields and soil loss rates from different land uses on Triassic shales in western Sydney, NSW. *Australian Journal of Soil Research*, 41(1), 127 - 140

- Erskine, W. D., Mahmoudzadeh, A. and Myers, C., 2002. Land use effects on sediment yields and soil loss rates in small basins of Triassic sandstone near Sydney, NSW, Australia. *CATENA*, 49(4), 271-287.
- Fairfield, J. and Leymarie, P., 1991. Drainage Networks from Grid Digital Elevation Models. *Water Resources Research*, 27(5), 709-717.
- Flanagan, D. C. and Livingston, S. J., 1995. WEPP User Summary (USDA-Water Erosion Prediction Project): National Soil Erosion Research Laboratory, Report No:11.
- Flanagan, D., Renschler, C. and Cochrane, T., 2000. Application of the WEPP model with digital geographic information. Paper presented at the 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4): Problems, Prospects and Research Needs., Banff, Alberta, Canada.
- Flanagan, D. C. and Frankenberger, J., 2001. Format of Cligen weather station statistics input files, for Cligen versions 4.1 - 5.1 as of 6/2001 (D.C. Flanagan), updated 12/11/2008 - Jim Frankenberger.
- Flanagan, D. C. and Nearing, M. A., 1995. USDA-Water Erosion Prediction project: Hillslope profile and watershed model documentation. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette.
- Flanagan, D. C. and Nearing, M. A., 2000. Sediment Particle Sorting on Hillslope Profiles in the WEPP Model, . *Transactions American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*, 43 (3), 573-583.
- Flanagan, D. C., Renschler, C. S. and Cochrane, T. A., 2002. Application of the WEPP model with Digital Geographic Information. 4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling (GIS/EM4) Probemes, Prospects and Research Needs, Banff, Alberta, Canada.
- Foster, G. R. and Lane, L. J., 1987. User requirements UDSA-Water Erosion Prediction Project (WEPP),. NSERL Report no. 1USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN 47097-1196.
- Fox, D. M. and Bryan, R. B., 2000. The relationship of soil loss by interrill erosion to slope gradient. *CATENA*, 38(3), 211-222.
- Fox, D. M., Bryan, R. B. and Price, A. G., 1997. The influence of slope angle on final infiltration rate for interrill conditions. *Geoderma*, 80(1-2), 181-194.
- Garbrecht, J. and Martz, L. W., 1999. TOPAZ: An Automated Digital Landscape Analysis Tool for Topographic Evaluation, Drainage Identification, Watershe Segmentation and Subcatchment Parameterization; TOPAZ Overview. USDA-ARS Publication No. GRL 9-I.
- Gattinger, T. E., 1962. Explonatory Text of Geological Map of Turkey. MTA Publications, Ankara.



- Göl, C., 2002. Çankırı-Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri İle Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gülçur, F., 1972. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları: İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 201.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 201, İstanbul.
- Guptil, C. S., 1989. Evaluating Geografie Information Technology, Photogrammetrie Engineering and Remote Sensing. 55(11), 1583-1587.
- Hacısalıhoğlu, S., Kalay, H. Z. ve Oktan, E., 2008. Toprak Aşınımı (Erozyon) Benzetim (Simülasyon) Modelleri. TMMOB Orman Mühendisleri Odası Dergisi, 45(10-11-12), 40-45.
- Hayakawa, A., Nakata, M., Jiang, R., Kuramochi, K. and Hatano, R., 2012. Spatial variation of denitrification potential of grassland, windbreak forest, and riparian forest soils in an agricultural catchment in eastern Hokkaido, Japan. Ecological Engineering, 47(0), 92-100.
- Haynes, R. J., Swift, R. S. and Stephen, R. C., 1991. Influence of mixed cropping rotations (pasture-arable) on organic matter content, water stable aggregation and clod porosity in a group of soils. Soil and Tillage Research, 19(1), 77-87.
- Hızal, A., 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması. İ.Ü. Yayın No: 3144 O.F. Yayın No: 341, İstanbul.
- Hofmann, L. and Ries, R. E., 1991. Relationship of Soil and Plant Characteristics to Erosion and Runoff on Pasture and Range. Journal of soil and Water Conservation, 46(2).
- Irmak, A., 1972. Toprak İlmi: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 184.
- Irmak, A. ve Gülçur, F., 1964. Uludağ'da Granit Anataşı Üzerinde Gelişmiş Olan Bazı Toprak Profillerinde Etüdler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A-14(2).
- Irmak, A., Gülçur, F. and Mitchell, W. A., 1967. Some Granitic and Andesitic Soils in North-West Turkey. . II Analytical and Mineralogical Studies, Agrochimica, Vol: XI No: 3., 176-183.
- Iroume, A. B., Gayoso, J. A. and Infante, L., 1989. Water Erosion and Site Disturbance in Clear Felling Operations. Revue d'Ecologie et de Biologie du Sol, 26(2).
- İrvem, A., Topaloğlu, F. ve Uygur, V., 2007. Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan River Basin in Turkey. Journal of Hydrology, 336(1-2), 30-37.

- İrvem, A. ve Tülücü, K., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi İle Toprak Kaybı ve Sediment Verimi Tahmin Modelinin (EST) Oluşturulması ve Seyhan Körkün Alt Havzasına Uygulanması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13.
- Jha, M. N. and Ruthor, R. K., 1981. Erodibility of Soil in Shifting Cultivation Areas of Tripura and Orissa. The Indian Forester, 107(5).
- JMP, 2005. SAS Institute Inc. Carry NC.
- Kacar, B., 1996. Toprak Analizleri (Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III). Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3.
- Kalay, H. Z. ve Yüksek, T., 2001. Artvin-Kafkasör Yöresinde Orman ve Orman İçi Otlak Alanındaki Toprakların Bazı Fiziksel ve Hidrofiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Paper presented at the III. Ulusal Hidroloji Kongresi, İzmir, 535-544.
- Kantarcı, M. D., 1980. Ilıman İklim Koşullarında Toprak Kesitinde Kilin Taşınması ve Birikmesi Olayı Üzerine Araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A-30(2).
- Kantarcı, M. D., 1981. Kuzey Trakya Orman Yetiştirme Bölgesinde Granit Anataşı Üstündeki Bir Toprak Katenasının Analitik Olarak İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A-31(1), 167-191.
- Kantarcı, M. D., 2000. Toprak İlmi: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yay. No: 4261, Orman Fakültesi Yay. No: 462, İstanbul.
- Karabulut, M. ve Küçükönder, M., 2008. Kahramanmaraş Ovası ve çevresinde CBS kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 11(2), 14-22.
- Karaburun, A., Demirci, A. ve Karakuyu, M., 2009. Erozyon Tahmininde CBS Tabanlı RUSLE Metodunun Kullanılması: Büyükçekmece Örneği, . 3. Ulusal DEÜ CBS Sempozyumu, CBS ve Bilgi Teknolojileri Bildiriler Kitabı, 43-49, İzmir.
- Karagül, R., 1994. Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şartları Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri İle Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması. (Doktora Tezi), K.T.Ü., Trabzon.
- Karagül, R., 1999. Trabzon-Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, 53-68.
- Karaöz, Ö., 1989. Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin (pH, Karbonat, Tuzluluk, Organik Madde, Total Azot, Yararlanılabilir Fosfor) Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B-39(3), 64-82.

- Karaş, E., 2005. Küçükermalı ve Güvenç Havzalarının Su ve Sediment Verimine Göre Sürdürülebilir Yönetimi (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.
- Ketin, İ., 1949. Artvin Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Memuar,. MTA Enstitü Yayınları, Ankara.
- Ketin, İ., 1954. Artvin Bölgesinin Jeolojik Etüdü Hakkında Memuar. MTA Rapor No: 1951, Ankara.
- Kim, N., Mickelson, J. B., Brenner, B. E., Haws, C. A., Yurgelun-Todd, D. A. and Renshaw, P. F., 2011. Altitude, Gun Ownership, Rural Areas, and Suicide. *American Journal of Psychiatry*, 168(1), 49-54.
- Kırnak, H., 2002. Comparison of Erosion and Runoff Predicted by WEPP and AGNPS Models Using a Geographic Information System. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26, 261-268.
- Koç, A., 1993. Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Veriler ve Elde Ediliş Yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 43 (B)(1-2), 18.
- Koulouri, M. and Giourga, C., 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *CATENA*, 69(3), 274-281.
- Kulabaş, E. ve Kılıcı, M., 1998. Anakayalar ve Toprakların Karakteristik Özellikleri, Orman Bakanlığı, Ege Bölgesi Orman Toprak Laboratuvar Müdürlüğü. Bak. Yay. No: 042, Müd. Yay. No: 2.
- Lafien, J. M., Elliot, W. J., Simanton, J. R., Holzhey, C. S. and Kohl, K. D., 1991. WEPP Soil Erodibility Experiments for Rangeland and Cropland Soils. *Journal of Soil and Water Conservation*, 46(1), 39-44.
- Lafien, J. M. and Flanagan, D. C., 2013. The development of U. S. soil erosion prediction and modeling. *International Soil and Water Conservation Research*, 1(2), 1-11.
- Lal, R., 1994. Soil erosion research method, 2nd edn. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA, USA., 352.
- Liu, B. Y., Nearing, M. A., Baffaut, C. and Ascough II., J. C., 1997. The WEPP Watershed Model: III. Comparisons to Measured Data from Small Watersheds. *Transactions American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*, 40(4), 945-952.
- Liu, B. Y., Nearing, M. A. and Risse, L. M., 1994. Slope Gradient Effects On Soil Loss For Steep Slopes. *Transactions American Society of Agricultural Engineers (ASAE)*, 37(6), 135-1840.

- Liu, D., She, D., Yu, S. e., Shao, G. and Chen, D., 2015. Rainfall intensity and slope gradient effects on sediment losses and splash from a saline–sodic soil under coastal reclamation. *CATENA*, 128(0), 54-62.
- Loughran, R. J., Elliot, G. L., McFarlane, D. J. and Campbell, B.L., 2004. A Survey of Soil Erosion in Australia Using Caesium-137 *Australian Geographical Studies*, 42(2), 221-233.
- Lyon, J. G., 2003. *GIS for Water Resources and Watershed Management*, Taylor&Francis Group, ISBN: 0-203-21791-8.
- Maalim, F.K., Melesse, A.M., Belmont, P. and Gran, K.B., 2013. Modeling the Impact of Land Use Changes on Runoff and Sediment Yield in the Le Sueur Watershed, Minnesota Using GeoWEPP. *CATENA*, 107, 35-45.
- Mapfumo, E., Chanasyk, D. S., Baron, V. S. and Naeth, M. A., 2000. Grazing Impacts on Selected Soil Parameters Under Short-Term Forage Sequences. *Journal of Range Management.*, 53, 5., 466-470.
- Martz, L. W. and Garbrecht, J., 1992. Numerical Definition of Drainage Network and Subcatchment Areas from Digital Elevation Models. *Computers and Geosciences*, 18(6), 747-761.
- Martz, L. W. and Garbrecht, J., 1993. Automated Extraction Of Drainage Network And Watershed Data From Digital Elevation Models. *Journal of the American Water Resources Association*, 29(6), 901-908.
- Martz, L. W. and Garbrecht, J., 1995. Automated recognition of valley lines and drainage networks from grid digital elevation models: a review and a new method — Comment. *Journal of Hydrology*, 167(1–4), 393-396.
- Martz, L. W. and Garbrecht, J., 1998. The Treatment of Flat Areas and Depressions in Automated Drainage Analysis of Raster Digital Elevation Models. *Hydrologic Perrocessing*, 12, 843-855.
- McConkey, B. G., Ulrich, D. J. and Dyck, F. B., 1997. Slope position and subsoiling effects on soil water and spring wheat yield. *Canadian Journal of Soil Science*, 77(1), 83-90.
- Naef, F., Scherrer, S. and Weiler, M., 2002. A process based assessment of the potential to reduce flood runoff by land use change. *Journal of Hydrology*, 267, 74-79.
- Nearing, M. A., 1997. A single, continuous function for slope steepness influence on soil loss. *Soil Science Society of America Journal*, 61, 917-919.
- Nearing, M. A., Foster, G. R., Lane, L. J. and Finkner, S. C., 1989. A process based soil erosion model for USDA-Water Erosion Prediction Project technology. *Trans. ASAE.*, 32(5), 1587-1593.

- Nearing, M. A., Lane, L.J. and Lopes, V.L., 1994. Modeling Soil Erosion. In: Soil Erosion Research Methods (Second Edition), R. Lal (Editor). Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, pp.127-156.
- Oğuz, H., 2008. Gümüşhane Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Toprak Bilgisi Ders Notu.
- Okatan, A., 1986. Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Meralarının Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri ile Vejetasyon yapısı Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özalp, M., Erdoğan Yüksel, E. and Yüksek, T., 2015. Soil Property Changes After Conversion from Forest to Pasture in Mount Sacinka, Artvin, Turkey. Land Degradation & Development. doi: DOI: 10.1002/ldr.2353
- Özhan, S., 1976. Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etkenlere Göre Değişimi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A-26(1).
- Özhan, S., 2004. Havza Amenajmanı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481.
- Öziş, Ü., 1983. Su Yapıları Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Yayınları No:54. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, İzmir.
- Özyuvacı, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 221.
- Özyuvacı, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:233, İstanbul.
- Papini, R., Valboa, G., Favilli, F. and L'Abate, G., 2011. Influence of land use on organic carbon pool and chemical properties of Vertic Cambisols in central and southern Italy. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140, 68-79.
- Pieri, L., Bittelli, M., Wu, J. Q., Dun, S., Flanagan, D. C., Pisa, P. R., Ventura, F. and Salvatorelli, F., 2007. Using the Water Erosion Prediction Project (WEPP) model to simulate field-observed runoff and erosion in the Apennines mountain range, Italy. Journal of Hydrology, 336, 84-97.
- Prichett, W. and Fisher, R., 1987. Properties and management of forest soils. Second Edition. John Wiley & Sons: New York.
- Reddy, G. P. O., Maji, A. K. and Gajbhiye, K. S., 2004. Drainage Morphometry and its Influence on Landform Characteristics in a Basaltic Terrain, Central India- A Remote Sensing and GIS Approach. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, (6):1-16.

- Reynolds, W. D., 1993. Saturated Hydraulic Conductivity: Laboratory Measurement, Soil Sampling and Methods of Analysis: Canadian Society of Soil Science, 589-598.
- Robinson, A. R., 1977. Relation between soil erosion and sediment delivery, Proceedings of the Paris Symposium On Erosion And Solid Matter Transport In Inland Waters, Dorking Surrey. UK., 122, 159-167.
- Sarangi, A., Madramootoo, C. A. and Enright, P., 2003. Development of User Interface in ArcGIS for Watershed Geomorphology. CSAE (The Canada Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems), Paper No.03-120.
- Sarı, M., 2006. Erozyon, Doğa ve Çevre; Arazi Kullanımı ve Erozyon İlişkisi. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayın No: 51.
- Schnick, L. H., 2005. Using a Geographic Information System (GIS) and The Water Erosion Prediction Project Model (WEPP) to Obtain Soil Erodibility Parameters for Predicting Sediment Yields from Urbanizing Sub-Basins in Montgomery County, Maryland, U.S.A. (Master Thesis).
- Scott, H. D., 2000. Soil Physics, Agricultural and Environmental Applications: Iowa State University Press/Ames.
- Şengönül, K., 1984. Marmara Bölgesi-Armutlu Yarımadası Koşullarında Güç İslanan Toprakların Oluşumu Üzerinde Etkili Faktörler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 363, İstanbul.
- Sevim, M., 1956. Belgrad Ormanının Bazı Meşcerelerinde Üst Toprağın Şimik Özellikleri Üzerine Araştırmalar,. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A-6(1).
- Singh, R. K., Panda, R. K., Satapathy, K. K. and Ngachan, S. V., 2011. Simulation of runoff and sediment yield from a hilly watershed in the eastern Himalaya, India using the WEPP model. Journal of Hydrology, 405(3-4), 261-276.
- Strahler, A. N., 1964. Handbook of Applied Hydrology, Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks, .
- Sucu, S. ve Dinç, T., 2008. Çoruh Havzası Projeleri. TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi, Ankara., 33-38.
- Tate, R. L., 1995. Soil Microbiology. John Wiley & Sons, New York.
- Tecim, V., 2008. CBS Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi, 1. Bası ISBN 978 – 605-60047-0-4, Ankara.
- Tüfekçioğlu, A. ve Güner, S., 2009. Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi, Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak İslahı ve Erozyonu Önleme Yönlerinden Araştırılması, TÜBİTAK-TOVAG, Proje No: 106O418.

- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Duman, A. ve Küçük, M., 2008. Murgul-Akasya Ağaçlandırmalarının Yüzeysel Akış ve Sediment Taşınmasını Önlemedeki Etkileri ve Bunun Su Yönetimi-Kuraklık İlişkileri Bakımından İrdelenmesi. Kuraklık ve Su Yönetimi Bildiriler Kitabı , 15-16 Mayıs, Ankara,, 254-259.
- TÜİK, 2014. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sİstemİ (ADNKS) Verİ Tabanı, Şehir, Belde ve Köy Nüfusları.
- Türkmen, F., 2011. Ordu İli Topraklarının Jeokimyasal Özellikleri, Genesisi ve Sınıflandırması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türüdü, Ö. A., 1981. Trabzon İli Hamsiköyü Yöresinde Yüksek Arazide Aynı Bakıda Bulunan Ladin Ormanı, Kayın Ormanı, Çayır ve Mısır Tarlası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 13, Trabzon.
- Ulu, F., 1998. Trabzon Uzungöl-Haldizen Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Hidrolojik Özellikleri ile Erozyon Eğilimleri Üzerine Araştırmalar. (Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- URL-1. <http://www.swac.umn.edu/classes/soil2125/doc/s12ch2.htm>.
- USDA-ARS, 2003. Using Climate Data in the WEPP Windows Interface, USDA-ARS National Soil Erosion Laboratory September 25, 2003 (Updated May 19, 2006).
- Wischmeier, W. H. and Smith, D. D., 1965. Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: guide for selection of practices for soil and water conservation, (Vol. 282): US Department Agricultural Handbook.
- Yazıdhi, B., 2003. A Comparative Study of Soil Erosion Modelling in Lom Kao-Phetchabun, Thailand.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, ISBN: 975-97369-0-X. İstanbul.
- Yomralıoğlu, T., 2002. GIS Activities in Turkey. Paper presented at the International Symposium on GIS, 23-26 September, Istanbul.
- Yüksek, T., 2001. Rize-Pazar Deresi Yağış Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri İle Aşınım Eğilimi Değerlerinin Araştırılması. (Doktora Tezi), K.T.Ü., Trabzon.
- Yüksek, T., Güner, S. ve Yener, İ., 2002. Artvin Kafkasör Mevkiinde Quercus petraea ve Carpinus orientalis Büklerinin Eko-Silvikültürel Özellikleri Üzerine Bir Çalışma,. II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler kitabı II. Cilt, 770-779, Artvin.

- Yüksek, T. ve Okatan, A., 2000. Trabzon Limni Deresi Yağış Havzası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Erozyon Eğilimi Değerlerinin Araştırılması. Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1(1).
- Yüksek, T. ve Ölmez, Z., 2002. Artvin Yöresinin İklim, Toprak Yapısı, Orman Alanları, Ağaç Serveti ve Ormancılık Çalışmalarıyla İlgili Genel Bir Değerlendirme. Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 3(1).
- Yüksel, A., 2001. K.Maraş Ayvalı Barajı Yağış Havzasının CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) Ortamında Havza Amenajmanı Bakımından Planlanması Üzerine Araştırmalar. (Doktora Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yüksel, A., Akay, A. E., Gündoğan, R., Reis, M. and Çetiner, M., 2008. Application of GeoWEPP for Determining Sediment Yield and Runoff in the Orcan Creek Watershed in Kahramanmaraş, Turkey. Sensors, 8, 1222-1236.
- Yüksel, A., Gündoğan, R. and Akay, A. E., 2008. Using the remote sensing and GIS technology for erosion risk mapping of Kartalkaya dam watershed in Kahramanmaraş, Turkey. Sensors 8, 4851–4865.
- Zhang, X. C., Nearing, M., A., Risse, L. M. and McGregor, K. C., 1996. Evaluation of WEPP Runoff and Soil Loss Predictions Using Natural Runoff Plot Data. Transactions American Society of Agricultural Engineers (ASAE), 39(3), 855-863.
- Zhongming, W., Lees, B. G., Feng, J., Wanning, L. and Haijing, S., 2010. Stratified vegetation cover index: A new way to assess vegetation impact on soil erosion. CATENA, 83(1), 87-93.



## EKLER

WEPP modelinin yürütülmesi için gereken toprak dosyasının hazırlamasında gerekli olan bazı fiziksel ve hidrofiziksel toprak özelliklerinin hesaplanmasında WEPP programının kullandığı formüller yanında literatürde başvurulan aşağıdaki formüller de kullanılmıştır:

Hidrolik iletkenlik (Flanagan & Livingston, 1995)

Kil içeriği  $\leq 40\%$  olan topraklar için

$$K_b = -0.265 + 0.0086 * SAND^{1.8} + 11.46 * CEC^{-0.75}$$

Kil içeriği  $> 40\%$  olan topraklar için

$$K_b = 0.0066 \exp(244/CLAY)$$

Albedo (Flanagan & Livingston, 1995)

$$SALB = 0.6 / \exp(0.4 * ORGMAT)$$

Erodibilite değerleri ve kesme direnci (Flanagan & Livingston, 1995)

% 30 ve üzerinde kum içeren tarım toprakları için

$$K_i = 2728000 + 192100 * VFS$$

$$K_r = 0.00197 + 0.00030 * VFS + 0.03863 * \exp(-1.84 * ORGMAT)$$

$$\tau_c = 2.67 + 0.065 * CLAY - 0.058 * VFS$$

% 30'dan daha az kum içeren tarım toprakları için

$$K_i = 6054000 - 55130 * CLAY$$

$$K_r = 0.0069 + 0.134 * \exp(-0.20 * CLAY) \quad \tau_c = 3.5$$

Mera toprakları için

$$K_i = 1810000 - 19100 * \text{SAND} - 63270 * \text{ORGMAT} - 846000 * f_c$$

$$K_r = [ 0.000024 * \text{CLAY} - 0.000088 * \text{ORGMAT} - 0.00088 * \text{BD}_{\text{dry}} - 0.00048 * \text{ROOT10} ] + 0.0017$$

$$\tau_c = 3.23 - 0.056 * \text{SAND} - 0.244 * \text{ORGMAT} + 0.9 * \text{BD}_{\text{dry}}$$

Saturasyon Seviyesi (Flanagan & Livingston, 1995)

$$(\text{SOILWA}, \text{ m/layer}) = (\text{SAT} * \text{POR} * \text{RFG}) * \text{DG}$$

Initial plant available water content

$$(\text{ST}, \text{ m/layer}) = ((\text{SAT} * \text{POR} * (1 - \text{RFG})) - \text{thetdr}) * \text{DG}$$

$$\text{POR} = \text{layer's porosity cm}^3/\text{cm}^3 = 1 - \text{bd}/2.65$$

RFG=correction of porosity for rock content, fraction by volume

DG=thickness of soil layer, m

thetdr= volumetric soil water content at 1500Kpa tension, m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

Katyon Değişim Kapasitesi (URL-1; Yüksel, 2001)

$$\text{KDK} = (\% \text{ O.M} * 2.5) + (\% \text{ kil} * 0,57)$$

Ek Tablo 1. Bazı toprak örneği noktalarına ait tanımlayıcı bilgiler

Arcgis Nokta No	Sıra Nokta No	Nokta Adı	Haritadaki Nokta Koordinat	Bölme No - Meşcere No	Mevki Adı	Örnek Alınan Fiili Koordinat	Örnek Alınan Toprak Derinliğine Ait Silindir No		Örnek Alınan Bölgeye Ait Toprak Üstü Flora
							Silindir No (0-10cm.)	Silindir No (10- 30cm.)	
198	81	and_orm_gun 16-2	734.906,304 4.574.520,980	17- MLbc3		733980 - 4574394	4---	9---	sarıçam, meşe, 3 kapalı
200	82	and_orm_gun 16-3	734.609,970 4.574.520,980	16- MLbc3		733987 - 4574396	15---	21---	sarıçam, meşe, 3 kapalı
231	83	and_tar_gun 16-2	734.403,595 4.574.457,480	15-BÇsM		734016 - 4574400	7---	24---	findık bahçesi
230	84	and_tar_gun 16-1	734.213,094 4.574.568,605	15-BÇsM		734016 - 4574399	6---	11---	findık bahçesi
84	85	Riyod_orm_g un 42-1	723940 - 4563328 (MP)	197- ÇBKbt- KnL	tütüncüler-ericek mah.	723952 - 4563371	22-	24-	yoğun orman gülü, 2 kapalı
85	86	Riyod_orm_g un 42-2	723744 - 4563054 (MP)	185- ÇBKbt- KnL	tütüncüler-ericek mah.	723678 - 4563069	4-	23-	yoğun orman gülü, 1 kapalı, ladin, kayın, akçaağaç, eğim % 80
82	87	Riyod_orm_g ol 42-2	724.043,152 4.562.937,498	53- ÇBLGDy MP	tütüncüler-yukarı mez.		17-	19-	ladin, kızılğaç, kestane, 1 kapalı,diri örtü çok fazla (böğürtlen), eğim fazla
86	88	Riyod_orm_g un 42-3	724.102,683 4.563.314,530	46- LKnc2 MP	tütüncüler-yukarı mez.		10-	18-	ladin, gürgen, kayın, yoğun orman gülü var, eğim % 80
81	89	Riyod_orm_g ol 42-1	723.765,339 4.563.628,724	41-BLKn (Taşlıca)	yukarı mez.dan vadi içine doğru dere kenarı		8-	12-	yoğun orman gülü, böğürtlen, eğim % 70
83	90	Riyod_orm_g ol 42-3	723.576,823 4.563.873,464	40-BLKn	yukarı mez.dan vadi içine doğru dere kenarı	723848 - 4563612	9-	20-	yoğun orman gülü, böğürtlen, eğim % 70

Ek Tablo 1 (Devamı). Bazı toprak örneği noktalarına ait tanımlayıcı bilgiler

35	91	Riyod_mer_g ol 42-1	721.357,626 4.562.715,909	47 - Me	Golohora yay.dan komarlık mevkiine doğru		1-	13-	gruplar halinde lokal olarak orman gülü var, çayır otları yoğunlukta
40	92	Riyod_mer_g un 42-1	721.463,459 4.563.076,405	43 - Me	Golohora yay.dan komarlık mevkiine doğru		15-	16-	çayır otları yoğunlukta, münferit halde ardıç var
38	93	Riyod_mer_g ol 42-2	721.274,943 4.563.278,150	36-OT-T	Golohora yay.dan komarlık mevkiine doğru	721594 - 4562466	11-	21-	çayır otları yoğunlukta, münferit halde ardıç var
39	94	Riyod_mer_g ol 42-3	721.099,656 4.563.718,021	36-OT-T	Golohora yay.dan komarlık mevkiine doğru		3-	6.-	
42	95	Riyod_mer_g un 42-3	720.884,682 4.565.196,383	152- Me	tilazor yay. (Tütüncüler)		2-	7-	
41	96	Riyod_mer_g un 42-2	721.223,349 4.565.328,675	152- Me	kartla yay. (Tütüncüler)		5-	14-	
152	97	Baz_mer_gol 5-1	720.566,036 4.569.769,141	OT-T	Naplat mev. Göktaş	720099 - 4569316	2	19	orman gülü
153	98	Baz_mer_gol 5-2	720.645,412 4.569.868,360	OT-T	Naplat mev. Göktaş	720173 - 4569242	14	24	böğürtlen
154	99	Baz_mer_gol 5-3	720.499,890 4.569.845,209	110-OT- T	Naplat mev. GÖKTAŞ	720183 - 4569120	8	12	
155	100	Baz_mer_gu n 5-1	724.499,208 4.571.420,643	122-OT	Ambarlı yaylası,Göktaş şefliğinden yol var, Tütüncüler	74886 - 4570293	2---	22	böğürtlen
156	101	Baz_mer_gu n 5-2	724.810,623 4.571.348,147	122-OT	Ambarlı yaylası,Göktaş şefliğinden yol var	724926 - 4570281	1	18	

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ERDOĞAN YÜKSEL, Esin  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve Yeri : 01/01/1984 – EDREMİT  
Medeni Hali : Evli  
Telefon : 0 (505) 403 1378  
Faks : --  
e-mail : eeyuksel@artvin.edu.tr - e\_sin84@hotmail.com

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Başlangıç-Bitiş
Doktora	Artvin Çoruh Ünv./Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2009–2015
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Ünv./Orman Mühendisliği Anabilim Dalı	2007–2009
Lisans	Süleyman Demirel Ünv./Orman Mühendisliği Bölümü	2001–2005
Lise	Edremit Lisesi/BALIKESİR	1997–2000

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2006 – ...	Artvin Çoruh Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

### Yabancı Dil

İngilizce

## Yayınlar

### SCI, SCI- Expanded, SSCI veya AHCI Tarafından Taranan Dergilerde Yayınlanan Makaleler

- Yüksek, T., Göl, C., Yüksek, F., Erdoğan Yüksel, E., The effects of land-use changes on soil properties: The conversion of alder coppice to tea plantations in the Humid Northern Blacksea Region., "African Journal of Agricultural Research ", Vol. 4 (7), 665-674, (2009).
- Özalp, M., Erdoğan Yüksel, E., Yüksek T., Soil Property Changes After Conversion from Forest to Pasture in Mount Sacinka, Artvin, Turkey, Land Degradation&Development, DOI: 10.1002/ldr.2353, (2015).

### Uluslararası Bir Kurum/Kuruluş Tarafından Düzenlenmiş, Hakemli Bir Kongre/Sempozyum 'da Sunulmuş ve Kongre Bildiriler Kitabında Veya Bildiriler CD'sinde Yer Alan Bir Tam Tebliğ

- Yüksek, T., Yüksek, F., Eyüpreisoğlu, M., Erdoğan Yüksel, E., Sütü, E., Effect Of Visitor Activities On Topsoil Hydrophysical Properties In Two Protected Areas In Northern Blacksea Region, "1st International Turkey & Japan Environment And Forestry Symposium ", 264-280, (2010).
- Yüksek. T., Yavuz Özalp. A., Özalp. M., Yüksek, F., Erdoğan Yüksel, E., Determination of Snow Water Equivalent (SWE) According to Elevation and Its Importance for Water Resources in Semi-Humid Region of Turkey, International Caucasian Forestry Symposium, 159-166, (2013).
- Özalp. M., Turgut. B., Erdoğan Yüksel. E., Yıldırım, S., Changes on Soil Properties Associated with Soil Depth in Eroded Areas: A Case Study of Pamukcular Watershed.. International Caucasian Forestry Symposium, 103-107, (2013).

### Uluslararası İndekslerce Taranan Dergiler Dışında Ulusal Hakemli ve Süreli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

- Yılmaz, H., Kardeş, B., Erdoğan Yüksel, E., Gülez Yöntemine Göre Kafkasör Kent Ormanının Rekreatif Potansiyelinin Değerlendirilmesi, "Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi ", Cil:10, Sayı: 1, 53-62., (2009).

### Ulusal Bir Kurum/Kuruluş Tarafından Düzenlenen Hakemli Bir Kongre/Sempozyum'da Sunulmuş ve Konferans Bildiri Kitabında veya Bildiriler CD'sinde Yer Alan Basılmış Bir Tam Tebliğ

- Yıldırım, S., Özalp, M., Erdoğan Yüksel, E., Çoruh Nehri Üzerindeki Baraj Projelerinin Neden Olduğu Arazi Kullanım Değişiminin Corine Arazi Örtüsü ve Meşcere Haritaları Kullanılarak Belirlenmesi, I. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu, 60-67, (2014).

- Erdoğan Yüksel E., Şahin A., Yüksel E., Metin M., Türkiye ve Kanada'nın İlköğretim, Ortaöğretim ve Üniversite Düzeyindeki Öğretim Programlarında Çevre ve Ormancılık eğitimiyle İlgili İçeriğin Karşılaştırılması, Eğitim Odağında Artvin Sempozyumu, 1, 665-682, (2012).
- Yüksek, T., Özalp, M., Yüksek, F., Erdoğan Yüksel, E., Dehşet, F., İnanlı, E., Erozyon Kontrol Sahalarında Kullanılan Yalancı Akasyanın (*Robinia Pseudoacacia L.*) Toprak Özelliklerine Etkisi (Artvin-Pamukçular Havzası Örneği), "III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı ", II. Cilt, 708-715, (2010).
- Özalp, M., Kurdoğlu, O., Erdoğan Yüksel, E., Yıldırım, S., Artvin'de Nehir Tipi Hidroelektrik Santrallerin Neden Olduğu/Olacağı Ekolojik Ve Sosyal Sorunlar, "III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı ", II. Cilt, 677-687, (2010).
- Yüksek, F., Küçük, M., Erdoğan Yüksel, E., Güner, S., Artvin Merkez Seyitler Köyünde Erozyon Kontrol Amaçlı Yapılan Ağaçlandırma Çalışmasının Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi, "III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı ", III. Cilt, 973-980, (2010).
- Mihli, A., Ergül Bozkurt, A., Küçük, M., Erdoğan Yüksel, E., Artvin-Kafkasör Mevkiinde Gençlik Sahası ve Yaşlı Orman Alanının Bitki, Toprak ve Kuş Faunası Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması, "I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi ", (2009).
- Yüksek, F., Yüksek, T., Erdoğan Yüksel, E., Artvin İli Seyitler Köyünde Farklı Arazi Yönetim Şekillerinin Ot Verimi ve Botanik Kompozisyon Üzerine Etkileri, "Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi ", (2009).