

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
COĞRAFYA BİLİM DALI

BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE
DOĞAL ÂFETLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURHAN KOTAN

İSTANBUL – 2012

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
COĞRAFYA BİLİM DALI

BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE
DOĞAL ÂFETLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BURHAN KOTAN

DANIŞMAN : PROF. DR. ALİ SELÇUK BİRİCİK

İSTANBUL – 2012

Marmara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Tez Onay Belgesi

COĞRAFYA Anabilim Dalı COĞRAFYA Bilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi
BURHAN KOTAN'ın BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE DOĞAL ÂFETLER
adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı kararıyla oluşturulan
jüri tarafından oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

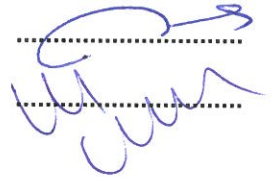
İmzası

Tez Savunma Tarihi : ..9...17...1...2017

1) Tez Danışmanı : PROF. DR. ALİ SELÇUK BİRİCİK

2) Jüri Üyesi : PROF. DR. NURTEN GÜNAL

3) Jüri Üyesi : ~~DOÇ.~~ DR. MERAL AVCI


.....

.....

ÖNSÖZ

Dünyada meydana gelen doğal âfetler nedeni ile birçok can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. Doğal âfetler; çalışma alanımız olan Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde de geçmişten günümüze dek birçok can ve mal kaybına sebebiyet vermiştir.

Bu çalışmada Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde meydana gelen doğal âfetleri inceledik ve bu âfetler sonucunda oluşan zararları ortaya koyduk. Ayrıca bu çalışmada bölgede meydana gelebilecek doğal âfetlerden korunma yolları ve âfetlerin zararlarını aza indirmek için alınacak önlemlere de değinilmiştir.

Bu çalışmada bilgileri bana ışık kaynağı olan ve çalışmalarımda sabırla bana rehberlik eden tez danışman hocam Prof. Dr. Ali SELÇUK BİRİCİK hocama teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Tübitak Marmara Araştırma Merkezi, Bolu Valiliği CBS Merkezi ve Bolu D.S.İ. Müdürlüğüne çalışmamda desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İstanbul 2012

Burhan KOTAN

ÖZET

Bolu Havzası Batı Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. Havza, yaklaşık 2000 m yükseklikteki dağlar ve bunların ortasında ortalama yükseltisi 725 olan bir ova (Bolu Ovası) vardır.

KAF Zonu Bolu Havzası'ndan geçmekte ve sözü edilen havza, aktif bir fay zonu üzerinde olduğu bilinmektedir. Burada zaman zaman vuku bulan depremler büyük ölçüde mal ve can kaybına sebep olmaktadır. 1944 tarihinde 7.2 şiddetinde meydana gelen Bolu Gerede Depreminde 3.900 kişi ölmüş, 20.865 bina hasar görmüştür. 1957 yılındaki Bolu Abant Depremi 52 kişinin ölümüne 4.200 binanın yıkık ya da hasarlı olmasına neden olmuştur. 7.4 şiddetindeki 1999 Marmara deprem ise o dönemde Bolu'ya bağlı olan Düzce ile birlikte 269 kişi hayatını yitirmiş, 1.954 bina yıkılmıştır. Yine aynı yılda 12 Kasım'da Kaynaşlı merkezinde olan ve 7.2 şiddetindeki deprem, bölgede 48 kişinin ölümüne 353 kişinin yaralanmasına neden olmuştur.

Bolu Havzası'nda zaman zaman heyelân olayları meydana gelmektedir. Özellikle havzanın KD kesiminde Büyüksu vadisinin her iki yamacında ve havzasının batı ucunu teşkil eden Abant Dağları'nda da birçok alanda heyelân alanlarına rastlanmaktadır.

Bolu Havzası yoğun bitki örtüsü ile örtülü olmasına rağmen günümüzde toprak erozyonu yaşanmaktadır. Bunun başlıca nedeni sağanak yağış ile birlikte eğime bağlı olarak toprağın yamaç aşağı sürülmesidir. Bolu Havzası batı kesimi erozyonun en fazla görüldüğü alandır.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde kuraklığın etkili olduğu söylenemez. Ancak gelecekte muhtemel küresel ısınmayı göz önünde bulundurduğumuzda, kuraklık ve su sıkıntısının olacağını görmekteyiz. İklim sınıflandırmasında Thornthwaite iklim sınıflandırmasında C grubu iklim sınıfı olan; yarı nemli iklim sınıfına girmektedir. Köppen'in iklim sınıflandırmasında; kışı ılık yazı sıcak her mevsim yağışlı iklim sınıfına, De Martonne'un iklim sınıflandırmasında; kurak ay bulunmamaktadır. Erinç'in iklim sınıflandırmasına göre ise yarı nemli park görünümlü kuru orman iklim sınıflamasına girmektedir.

Bolu Havzası'nda meydana gelen sel ve su baskınlarını önlemeye yönelik akarsu yatakları ve çevresinin ıslah çalışmaları hâlen sürmektedir. Çünkü 19-21 Mayıs 1998 de meydana gelen sel hafızalardan pek silinmiş değildir.

SUMMARY

Bolu Basin is situated in Western Black Sea region. It is surrounded by 2000-meter- high-mountains and in the middle of them there is a 725 meter-high- plain. Which is called Bolu Plain.

North Anatolian Fault Zone is situated in Bolu Basin. It is known that Bolu Basin is a tectonically active area. Earthquakes which result in great loss of life and property, occur in that area at that time. Bolu, Gerede Earthquake which happened in 1944 with the magnitude of 7.2 resulted in the death of 3.900 people and 20.865 seriously damaged buildings. On the other hand after Bolu, Abant Earthquake in 1957 the number of the people who died was 52 and 4200 buildings collapsed or got damaged in serious way. In 1999 after Marmara Earthquake the magnitude of which was 7.4. 269 people died and 1954 building were destroyed especially in Bolu and Düzce which was a district of Bolu at that time. During the same year on November 12 th, the earthquake happened in Kaynaşlı with the magnitude of 7.2 and after that disaster 48 people died and 353 buildings were seriously destroyed.

In Bolu Basin landslides are frequently observed especially on both falls of Büyüksu Valley which is situated on North –east part of the valley and at Abant Mountains that are on the west frontier of the plain.

Despite being covered with a lush, Bolu Basin still has a soil erosion. The main reason for that is tilling the soil downward and a heavy rain causing the loss of the soil. Despite that Bolu Basin is the area where erosion is mostly observed.

Drought is not observed in Bolu Basin or near surroundings, however taking global warming into consideration it is possible to assume that drought and water shortage might be two important problems in the future. According to the Thornthwaite climate classification system Bolu Basin takes place in category C that in other words is dry-summer subtropical climate. Köppen describes the climate in Bolu Basin as warm in winters, hot in summers and having enough rain each season. When analysed according to the De Martonne climate classification there is no dry month and Erinc tells that the climate in that basin is half humid and its plant cover is park scene forest.

As a precaution, brooks in Bolu Basin are reclaimed and still worked on. Especially the flood that was between 19 th and 21 st May 1998 caused numerous damages. Which still remains as a bad memory in people's mind.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖNSÖZ	I
ÖZET.....	II
SUMMARY.....	IV
TABLO LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ	XIV
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	XVI
KISALTMALAR.....	XX
GİRİŞ	1
ARAŞTIRMA SAHASININ YERİ VE SINIRLARI.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ.....	3
---	---

I - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN STRÜKTÜRAL ÖZELLİKLERİ.....	3
--	---

A - PREALPİN FORMASYONLAR.....	5
--------------------------------	---

B - ALPİN FORMASYONLAR.....	6
-----------------------------	---

C - POST ALPİN FORMASYONLAR.....	8
II - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN RÖLYEF ÖZELLİKLERİ.....	14
A - Dağlar.....	14
B - Platolar.....	16
C - Ovalar.....	18
D - Traverten konileri.....	20
III - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN İKLİM ÖZELLİKLERİ.....	22
A - Güneş Işınlarnının Geliş Açısı ve Güneşlenme Süresi.....	22
B - Coğrafi Konum ve Rölyefin İktime Etkisi.....	23
1 - İklim Unsurları.....	23
a) Sıcaklık.....	23
b) Yağış, Bulutluluk, Buharlaşıma ve Nemlilik	35
c) Basınç ve Rüzgârlar.....	40
IV - BOLU HAVZASI TOPRAK ÖZELLİKLERİ.....	45
A - AZONAL TOPRAKLAR.....	45
Alüvyal Topraklar.....	45

Kolüvyal Topraklar.....	46
B - ZONAL TOPRAKLAR.....	46
Kestanerengi Topraklar.....	46
Kahverengi Orman Toprakları.....	47
Gri Kahverengi Podzolik Topraklar.....	48
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları.....	48
C - İNTRAZONAL TOPRAKLAR.....	48
 V - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN BİTKİ ÖRTÜSÜ.....	 50
 VI - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ.....	 53
A - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki Akarsular.....	53
B - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki Göller.....	56
 İ K İ N C İ B Ö L Ü M	
 BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE DOĞAL ÂFETLER.....	 60
 I - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE DEPREMLER.....	 61
A - Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Özellikleri.....	73

B - Bolu Havzası ve Çevresi'ndeki Tektonik Birlikler ve Faylar.....	73
1 - Bolu Havzası'nın Güney Kesimindeki Faylar.....	74
2 - Bolu Havzası'nın Kuzey Kesimindeki Faylar.....	75
3 - Bolu Havzası'nın Doğu Kesimindeki Faylar.....	77
4 - Bolu Havzası'nın Batı Kesimindeki Faylar.....	78

II - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE SEL VE SU BASKINLARI.....87

A- Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki Akarsulara Özgü Debi Gözlemleri.....	92
B - Gölköy Barajı Feyeزânı.....	92
C - Büyüksu Feyeزânı	93
D - Mudurnusuyu Feyeزânı.....	94
E - Borazanlar Deresi Feyeزânı.....	95
F - Kuruçay Deresi Feyeزânı.....	95
G - Düdüklü Deresi Feyeزânı.....	95
H - Yer Altı Suyu Seviyesi Rasat Ölçümleri.....	96
İ - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Seller ve Nedenleri.....	96

III - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE EROZYON VE HEYELÂNLAR.....	105
A - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE EROZYON.....	105
B - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE HEYELÂNLAR....	112
Orta Miyosen Volkanitleri'nde Oluşan Heyelânlar.....	122
Eosen Yaşlı Fliş Birimi'nde Oluşan Heyelânlar.....	122
Kretase Yaşlı Fliş Birimi'nde Oluşan Heyelânlar.....	123
IV - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE KURAKLIK.....	125
A - İklim Sınıflandırmalarına Göre İnceleme Sahasının Yeri.....	126
1 - Thornthwaite Metodu 'na Göre.....	126
2 - Köppen Metodu 'na Göre.....	129
3 - De Martonne Metodu 'na Göre.....	129
4 - Erinç Metodu'na Göre.....	132
V - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE ORMAN TAHRÎBİ	134
SONUÇ.....	139
BİBLİYOGRAFYA.....	143

TABLO LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo : 1 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre, Gerçek Ortalama Sıcaklık ve Yıllık Amplitüd Değerleri.....	25
2 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Gerçek Ortalama Sıcaklık Yıllık Değerleri İle Yaklaşık Aynı Enlemlerdeki Bazı Merkezlerin Karşılaştırılması Değerleri.....	26
3 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Bulutlu Günlerin Günlük Ortalama Saat Sayısı.....	27
4 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Güneşli Günlerin Günlük Ortalama Saat Sayısı.....	28
5 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Aylık Ortalama Güneşli Saat Sayısı.....	28
6 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ortalama, Maksimum ve Minimum Sıcaklık Değerleri.....	30
7 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Maksimum Sıcaklık Değerleri (1939 – 2011).....	32
8 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Minimum Sıcaklık Değerleri	33
9 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerinde Ölçülmüş, Ayların Yıllara Göre En Düşük Sıcaklık Değerleri.....	34
10 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ortalama Donlu Geçen Gün Sayısı (1975–2011).....	34

11 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Yıllık Ortalam Yağış Miktarı	36
12 - Bolu Meteoroloji Verilerine Göre Aylık Bulutluluk Durumu.....	37
13 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ayların Ortalama Evapotanspirasyon Değerleri.....	38
14 - Bolu Meteoroloji Verilerine Göre Aylık Nisbî Nem Değerleri(%)....	39
15 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerinin Yıllara Göre Basınç değerleri (Mb).....	41
16 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Aylara Göre Rüzgâr Hızı ve Yönleri	43
17 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ayların Hâkim Rüzgâr Yönü.....	44
18 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Hafif Depremler ($M < 4$ (3 - 4,2))	79
19 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Hafif Depremler ($M < 4$ (4,3 - 4,8)).....	82
20 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Orta Şiddette Depremler (4,9 – 5,4).....	84
21 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Yıkıcı Depremler (5,5 – 6,1).....	84
22 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Çok Şiddetli Depremler ($M > 7$).....	85
23 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Büyük Âfet ($M > 7$).....	85

24 - Bolu Havzası Su Kaynakları Potansiyeli.....	89
25 - Bolu Havzası'ndaki Bir Kısım Akarsuların Debi Değeri.....	90
26 - Thornthwaite Metodu 'na Göre Bolu Havzası'nın Su Bilançosu.....	128
27 - De Martonne'a Göre Aylık ve Yıllık Sıcaklık, Yağış ve Kuraklık İndis Değerleri.....	132
28 - Bolu Havzası'nda ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Orman Yangınları Sayısı.....	136
29 - Bolu Havzası'nda ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Orman Yangınları Alanı (Hektar).....	137

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil : 1 - Araştırma Sahasının Lokasyon Haritası.....	2
2 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Jeoloji Haritası.....	13
3 - Bolu Havzası'na Farklı Tarihlerde Güneş Işınlarnın Yere Düşme Açısı....	22
4 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre, Ayların Gerçek Ortalama Sıcaklık Değerleri	25
5 - Bolu'ya Özgü Minimum Maksimum ve Ortalama Sıcaklık Değerleri.....	31
6 – Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Maksimum Sıcaklık Değerleri.....	32
7 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Minimum Sıcaklık Değerleri.	33
8 - Bolu Havzası'nda Yağışın Mevsimlik Değeri.....	35
9 - Bolu Havzası'nda Yağışın Aylara Göre Dağılım Miktarı (mm).....	36
10 - Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Basınç Değerleri.....	41
11 - Bolu Havzası'nda Rüzgârın Yönlere Göre Esme Sıklığı (1982 - 2011)....	42
12 - Bolu Havzası'nda Aylara Göre Rüzgâr Hızı.....	43
13 – Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Toprak Haritası.....	49
14 - Farklı Zemin Grupları Üzerinde Yüzey Dalgalarının Sarsıntıyı Büyütmesi	67
15 - a) Bolu Havzası'nın Musluklar-Çaygökpınar, b) Kürkçüler-Çaygökpınar Arasında Uzanan Enine Jeolojik Kesitleri.....	71
16 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi Zemin Mukavemeti Haritası.....	72

17 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Tektonik Haritası.....	86
18 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Akarsu ve Dere Yatağı Islah Durumu Haritası.....	91
19 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Erozyon Haritası.....	106
20 - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi Heyelân Haritası.....	121

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa No.

Foto : 1- Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Uydu Görüntüsü.....	4
2 - Bolu Havzası Güneyinde Kalkerli Arâzîde Yer Alan, Bolu Belediyesi'ne Âid Taş Ocağı	12
3 - Bolu Şehri Batıya Doğru Gelişmekte, Fotoğrafta Yeni Bazı Meskenlerin Yerleşim Görüntüsü	14
4 - Bolu'nun Batısında Yer Alan Abant Dağları'nın Bir Bölümü.....	15
5 - Bolu'nun Güneyinde Aladağlar Kesimindeki Sarı Alan Sahasında Yaylacılık Faaliyeti.....	16
6 - Aladağlar Yaylası'ndan Görünüm.....	17
7 - At Yaylası'ndan Bir Görünüm.....	18
8 - Bolu Ovası'nın Güneyden Görünümü.....	19
9 - Bolu-Mudurnu Yolu 10. km sinde Yer Alan Akkaya Travertleri Görüntüsü...	21
10 - Bolu'da Kış Görüntüsü.....	26
11 - Akkaya Tarverteni'nde Suyun Buz Tuttuğu Görüntüsü.....	27
12 - Çaydurt Yakınlarında Kestane Renkli Toprak Görüntüsü.....	47
13 - Bolu Şehir Merkezinin 10 km Kuzeyinde Kahve Renkli Orman Toprakları Görüntüsü.....	47
14 - Bolu Şehir Merkezine 10 km Kuzeyde; Karaçam-Meşe Ormanından Tahrîb ve Köklemeler Sonucu Ardıç, Kurak Otlaklar ve Step Bitkilerinin Geliştiği Alan Görüntüsü	51

15 - Mudurnusuyu'nun Gölköy Yakınlarından Bir Görünümü.....	54
16 - Borazanlar Deresi'nin Sümer Mahallesi'nden Bir Görünümü.....	55
17 - Abant Gölü'den Bir Görünüm.....	57
18 - Abant Gölü'nden çıkan Abantsuyu Görüntüsü.....	57
19 - Gölköy Göleti'nin stten Görünümü.....	58
20 - Gölcük Göleti'nin Kış Mevsiminden Bir Görünümü.....	59
21 - 1999 Depremlerinde (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Hasar Gören Binaların Görüntüsü.....	63
22 - 1999 Depreminde (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Yıkılan Bir Bina Görüntüsü.....	64
23 - Bolu'da 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası Kurulan adırların Görüntüsü.....	64
24 - Bolu'da 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası Kurulan Prefabrik Konutlar.....	65
25 - 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası, Depreme Uygun Yapılan Kalıcı Konutlar.....	65
26 - 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası Kalıcı Konutlarda Yapılan Deprem Anıtı.....	66
27 - Kürkçüler Mahallesi'nde 1. Derecede Sağlam Zemînde Yapılan Konutlar...	68
28 - 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası 4. Derecede Sağlam Zemînde (Bolu Şehir Merkezi'nde) Yıkılan Bir Bina Görüntüsü.....	69

29 - Bolu’da 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası Görüntü.....	70
30 - Kürkçüler Batısındaki Taş Ocağında Faylanmaya Bağlı Olarak Meydana Gelmiş Çatlak ve Yarık İzleri.....	76
31 - Bolu Belediyesi’nce Devlet Su İşleri’ne Ait Sulama Kanalı’nın Her İki Yanında Ulaşım Yolu Yapıldığı görüntüsü.....	93
32 - Büyüksu’yun Karacasu Mevkisinde Her İki Yamacını Kaplayan Bitki Örtüsü.....	94
33 - İzzet Baysal Mahlesi’nde Borazanlar Deresi Üzerinde Birbirine Kısa Mesafelerde Dere Üzerinde Yapılan 3 Adet Yapı Görüntüsü.....	98
34 - Borazanlar Deresi Köprü Altında Suyun Akışını Engelleyen İnşaat Atıkları Görüntüsü.....	99
35 - Bolu Mengen Yolu 56. km’sinde Sel Görüntüsü 20-05-2011.....	100
36 - Beşkavaklar Altgeçidi’nde Yağış Sonrası Biriken Suyun Ulaşımı Aksattığı Görüntüsü	101
37 - Bolu’da Altyapının Yetersiz Olması Nedeniyle Yağıştan Sonra Bir Binanın Zemînine Yağmur Sularının Dolduğu Görüntüsü.....	102
38 - Abant Su Fabrikasının Sel Sonrası Görüntüsü (16-07-2009).....	103
39 - Kürkçüler Deresi’nde Bitki Örtüsünün Su Akışını Engelleği Görüntüsü....	104
40 - Toki Memur-Sen Civarında OTOBAN Yapımı İçin Taş Çıkarılan ve Terk Edilen Taş Ocağı Görüntüsü.....	109
41 - Bolu’nun 10 km Kuzeyindeki Ormanlık Sahada, Toprak Yıkanması Görüntüsü.....	110

42 - 1999 Düzce Depreminde Bolu Dağı’da Meydana Gelen Heyelân Görüntüsü.....	115
43, 44 - Kartalkaya Yolunda Karların Erimesi ile Meydana Gelen Heyelân Görüntüsü.....	116
45, 46 - Karların Erimesiyle Abant Tabiat Parkı'na 8 Kilometre Mesafedeki Dereceören Köyü Yakınlarında Meydana Gelen Toprak Kayması Nedeniyle Çift Yönlü Olarak Yolun Ulaşımına kapandığı görüntüsü.....	118
47 - Bolu Mengen Yolunda Gökçesu Yakınlarında Meydana gelmiş Heyelânın Uydudan Görüntüsü.....	120
48 - Bolu Havzası Güneyinde Kalker Çıkarılan Ocakta Meydana Gelen Heyelân Görüntüsü.....	120

KISALTMALAR

B	: Batı
G	: Güney
D	: Doğu
D.M.İ.	: Devlet Meteoroloji İşleri
D.S.İ.	: Devlet Su İşleri
K	: Kuzey
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
km	: Kilometre
K.Y.K	: Kuzey Yarım Küre
m	: Metre
M	: Magnitüd
Md	: Süreye Bağlı Büyüklük
MI	: Yerel (Lokal) Büyüklük
Ms	: Yüzey Dalgası Büyüklüğü
M.T.A.	: Maden Tetkik ve Arama
M.Ö.	: Millattan Önce
T	: Tepe
TEFER	: Türkiye Sel ve Deprem Felaketi Acil Yardım Projesi
TOKİ	: Toplu Konut İdaresi Başkanlığı
TÜBİTAK M.A.M	: Tübitak Marmara Araştırma Merkezi
TEM OTO YOLU	: Polonya'dan başlayan Bağdat'a kadar giden bir otoyol bütününün adı (Trans European Motorways)

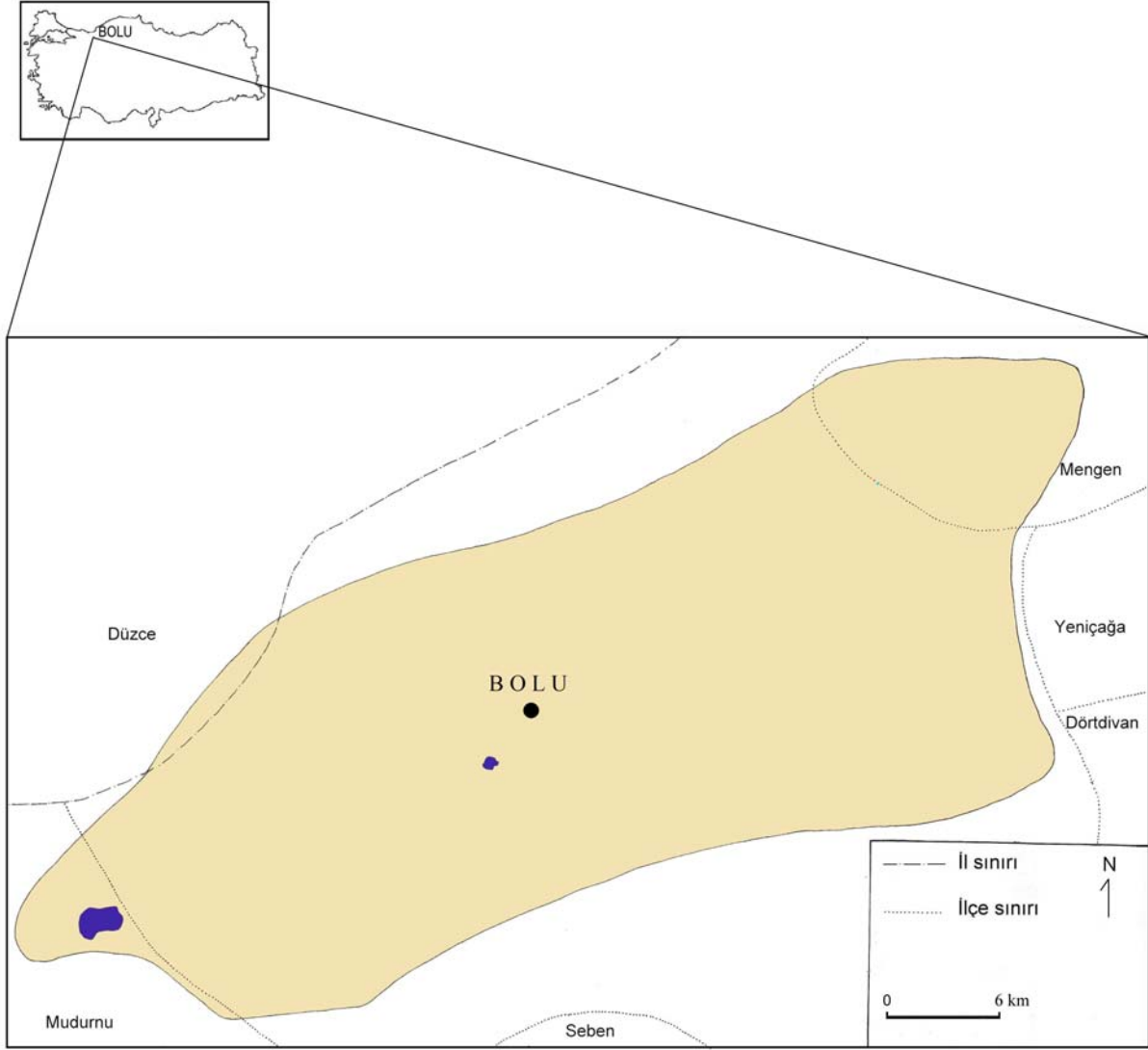
GİRİŞ

ARAŞTIRMA SAHASININ YERİ VE SINIRLARI

Çalışma alanı, Batı Karadenizin batı kesiminde yükseklikleri 2000 m'ye ulaşan dağlardan ve 725 m yükseklikteki düzlüklerden oluşan Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nden oluşmaktadır. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi; çevresine göre yükseltisi fazladır. Bu yüzden havza, fiziki coğrafya koşulları bakımından çevresine göre birçok farklılıklar göstermektedir.

Bolu Depresyon Alanı ve Yakın Çevresi; Kuzey Anadolu Fay hattının batı uzantısından müteşekkildir. Bolu Havzası batıda Abant Gölü ve bunu çevreleyen Abant Dağlarından başlayarak, kuzey doğuda yer alan Gökçesu'ya kadar devam etmektedir. Çalışma alanının kuzeyi ise Sünnice tepe (1800 m) oradan doğuya doğru Akgöynük Tepe (1500 m), Çele Doruğu (1900 m) Merkezler'in kuzeyinde, kuzey kesimi son bulmaktadır. Güney kesimi yine batıda Abant Dağlarından başlayarak doğuya doğru Arduç Tepe (1800 m), Ala Dağlar, Kara Tepe (1600 m), Kızılçuluk Tepe (1700 m), Karapınar Tepe (1800 m) den, Aydıncık doğu sınırını teşkil etmektedir.

Bolu Havzası GB-KD istikametinde uzanmaktadır. Havzanın ana akarsuyu Büyüksu'dur. Büyüksu; Abantsuyu, Mudurnusuyu ve Bolu Ovası'nı çevreleyen dağlardan kaynağını alan birçok dere ile birleşerek Bolu Çayı adını alarak havza alanını terk etmektedir. Büyüksu'yu besleyen birçok dere mevcuttur. Bu dereler batıda Bakırlı Deresi, Elmalık Deresi, Mudurnu Suyudur. Kuzeyde; Civrıl Deresi, Leylek Deresi ve Değirmenbeyli Deresidir. Güneyde ise; Kaşıklama Deresi, Şaman Deresi, Çaydurt Deresi, Sazakiçi Deresi su toplama alanlarını ve bunların yakın çevresini kapsamaktadır.



Şekil 1: Araştırma Sahasının Lokasyon Haritası

BİRİNCİ BÖLÜM

BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN

FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

I - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN STRÜKTÜRAL ÖZELLİKLERİ

Türkiye arazisi Alp-Himalaya kıvrım sistemi içerisinde toplu olarak yükselmeye marûz kalmış, güneyde Arap Levhası Kuzeyde Avrasya Levhası arasında sıkışmıştır. Bunun sonucunda arazide kıvrılmalar ve kırılmalar meydana gelmiştir.

Nitekim; Türkiye'nin kuzey kesiminde, Saros körfezinden başlayan, kuzey Marmara Çukuru ve Bolu-Gerede Depresyon alanını içine alan hat mevcuttur. Bu hat; Kelkit Vadisi, Erzincan, Erzurum Pasinler'i içine alarak Aras Çukurluğu ile Türkiye'den doğuya doğru devam etmektedir.

Bolu Havzası; Anadolu'nun kuzeyinde, doğu-batı istikametindeki tektonik arâzinin kuzeybatı'sında yer alır. 1. Derecedeki deprem riski içerisinde yer alan Bolu Havzası ve Yakın Çevresi aktif deprem kuşağı içinde bulunmaktadır. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi tektonik açıdan hareketli olan bir alanda olduğu için, bölgede sık sık depremler meydana gelmektedir. Bolu Havzası henüz tamamen oturmuş bir arazi değildir. Bu bakımdan konveksiyonel ve çökme hareketleri günümüzde de sık sık meydana gelmektedir. Çöküntü alanının bir bölümünü oluşturan Bolu Ovası; Alp Orojenezi sırasında vukua gelmiştir. Ovanın güneyi faylarla sınırlanmış ve kuzeyinde Bolu Masifi olarak adlandırılan Sünnice dağlarının yer aldığı senklinal alanı oluşmuştur. Arazinin temel yapısını Üst Kretase kalkerleri oluşturur. Bu kalkerler yapı üzerinde ikinci ve üçüncü jeolojik dönemlere ait oluşumlar yer almaktadır. Buna göre; bölgenin daha önceki jeolojik dönemde deniz altında yer aldığı görüşü ağırlık kazanmıştır. Bu dönemde ovanın derin bölümlerinde kalker tortullar oluşurken sık bölümlerinde de çakıl konglomeraların meydana geldiği söylenebilir. Üçüncü jeolojik zamanın birinci bölümü yani Eosen sonlarına doğru bölgenin epirojenik bir olay sonucu yükselerek su üstüne çıktığı, bunun sonucunda yatay tortul tabakalarının durumlarının

Bolu Havzası Eosen zamanında deniz yüzüne çıkmaya başlamış bölgede, üçüncü zamanın Neojen döneminde ise çukur bölümlerde bazı göller oluşmuştur. Bu göller akarsuların taşıdığı alüvyonlarla dolarak kurumuşlardır. Böylece Bolu Ovası'nın bugün ki görüntüsü ortaya çıkmıştır. Bolu Havzası'nın kuzeyi Eosen flišleri ve numilitik kalkerlerden müteşşekildir. Havzanın kuzeydoğusu; gabro, granit, siyenit gibi plutonik taşlardan, güneybatı kesimi; Kratese ile Üst ve Orta kratese flišlerinden, kuzeybatı bölümleri; yer yer Eosen ve Paleosen flišleri numilitik kalkerlerden oluşur. Bolu Ovası civarında kalkerlerin kalın oluşu Neojen göllerinin en derin yerlerinin burası olduğunu göstermektedir. Havzanın en geniş alanını kaplayan Bolu Ovası ise Kuaterner alüvyonları ile kaplıdır¹.



Foto 1: Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Uydu Görüntüsü

¹ BOLU VALİLİĞİ – 1998 : **Bolu İl Yıllığı** s. 29, Bolu.

A - PREALPİN FORMASYONLAR

Bolu Masifi : İnceleme alanının kuzeybatısında sık ormanlık alanda Esemey yaylası, Demirciler yaylası, Eğretiler Sırtı, Kale T., Çeledoruğu T., ve Dereköy Mah. yörelerinde yüzeyler. Birimin alt dokunağı belirsiz olup üstü Kuzviran formasyonu ve Kızılağıl formasyonu tarafından açılı uyumsuz örtülür. Birim ortognays, mikaşist, kakışist ve mermer ile temsil edilir. Birimin yaşını Kambriyen olarak kabul etmek yararlı olacaktır².

Kızılağıl Formasyonu : Formasyon çalışma alanının kuzeyinde batıdan doğuya doğru sırasıyla; Koca T., Çatak Köyü, Sivri T., Sarıçam ve Domuz Gölü yaylası yörelerinde yüzeyler. Birim Silüriyen yaşlı kayalar üzerine oturur. Formasyon ilk kez Canik (1977) tarafından adlandırılmıştır. Kayrak ve Marn aralanması ile Kahverenkli ve siyah renkli kireçtaşları aralanmaları yer alır. 700 m toplam stratigrafik kalınlıktaki bu birim, içerisinde fosillere göre Devoniyen yaşlıdır³.

Prealpin Formasyonlara Ait Kayaç Türlerinin Çalışma Alanı İçindeki Dağılımı

Metamorfitletler (Pzm) : Bolu'nun kuzeyinde yer alırlar. Ağaçlar yayla, Çakmaklar yayla ve Hamzabey köy hattının kuzeyindeki topoğrafik yükseklikler ve tepeler bu kayatürlerinden oluşmaktadır⁴. Birimin genellikle amfibolitgnays, ortognays, biyotitgnays, amfibolitışist, üst seviyelerde de kuvarsitlerden oluşmuştur. Yeşil şistler fasiyes koşulları altında metamorfizmaya uğrayarak kuvardeşistlere, marn ve benzeri kaya türleri; biotit ve muskovit şistlere dönüşmüştür⁵.

Arkoz, Kuvarsit, Metakonglomera ve diğerleri (Pzak) : Genelde Bolu Ovası'nın kuzeyinde yüzeyleşmişlerdir. Bolu Ovası'nın doğusunda ve batısında da dağınık yüzeylemeler halinde izlenir.

² İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ. - 2001 : **Bolu (İlave) Kalıcı Konut Alanı Jeolojik Jeoteknik Etüt ve Zemin Değerlendirme Raporu** s. 7, Ankara.

³ ÖZTÜRK, A., İNAN, S., TUTKUN, S. Z. - 1984 : **Abant – Yeniçağa (Bolu) Yöresinin Stratigrafisi** Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh. Böl. Yerbilimleri Dergisi C. 1 s. 5, Sivas.

⁴ ÖZMEN, B. - 2000 : **Düzce-Bolu Bölgesi'nin Jeolojisi, Diri Fayları ve Hasar Yapan Depremleri** s. 12, Ankara

⁵ ÖZTÜRK, A., vd. - 1984 : A. g. e., s. 1, Sivas.

Mermer (Pzmr) : Yüzeylemeleri Bolu Ovası'nın kuzeydoğusuna serpilmiş durumdadır. Batıdan itibaren Kürkçüler Mahallesi batısında, Alpagut köyü kuzey ve güneyinde, Musluklar köyü doğu ve batısında, küçük yüzeylemeler halinde yüzeylemiştir. Yine Aşağı Çandır Mahallesi güneyindeki Çolça tepesi ve daha doğuda Kollukbayır tepesi oluşturan yüzeylemelerinde oldukça geniş alanlar kaplamaktadır.

Kayrak, fillit (Dkf) : Bolu Ovası'nın kuzeyinde, B, GB-D, KD doğrultusunda dizilmiş dağınık yüzeylemeler şeklinde izlenmektedir. Batıdan doğuya Elmacık köyü kuzeyinde Elmalık ve Künerli dere vadilerinde, Çatak mahallesi ve Sincan yayla kuzeyinde, daha doğuda Gölcük köyü çevresinde gözlenmektedir.

Kalker (Dk) : Bolu'nun kuzeybatısında, Çatak mahallesi kuzeyinde yer yer yüzeylemişlerdir⁶. Bu birimin altında hangi birimin bulunduğu, tabanının yüzeylememiş olması nedeniyle belli değildir. Birim ortognays, mikaşist, kakışist ve metagabrolarla temsil edilir. Şistozite ve çatlaklanmalar bu kayalardaki başlıca süreksizliklerdir⁷. İnceleme alanının kuzeyinde batıdan doğuya doğru İkizintepe, Asarlıkkirise tepe, Seremet tepe ve Erenler tepe yörelerinde yüzeyler. Tip yeri Bayramışlar köyü civarındır⁸. Devoniyen yaşlı Kızılağıl Formasyonu üzerinde açılı uyumsuz olarak yer alır. Üzerine ise Paleosen yaşlı Sırakayalar Formasyonu yine açılı uyumsuzlukla gelir⁹.

B - ALPİN FORMASYONLAR

Kuzviran Formasyonu : Aşağı Örencik, Dereköy, Orta köy, Deliceler, Meşeköy, Gedikler, Musluklar, Çaygökpınar, Düvenlik, Bozca Armut ve Kuzviran köyler yörelerinde yüzeylemiştir. Altlarında yer alan Kayı formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak oturur. Birim derin deniz ortamında çökelmiş kumtaşı, marn ve kireçtaşı ardanlanmasıyla meydana gelir. Bunlara zaman zaman volkanik arakatkılar eşlik eder. Birim Alt Kratese yaşlıdır¹⁰.

⁶ ÖZMEN, B. - 2000 : A. g. e., s. 12, Ankara.

⁷ CANİK, B. -1997 : **Bolu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi** s. 25, Ankara.

⁸ ÖZTÜRK, A., vd. - 1984 : A. g. e., s. 1, Sivas.

⁹ İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ - 2001: A. g. e., s. 45, Ankara.

¹⁰ ÖZTÜRK, A., vd. - 1984 : A. g. e., s. 12, Sivas.

Kayı Formasyonu : İnceleme alanının güneybatısında Demirciler ve Çaygökpınar köyleri hattını güneyindeki alanda Tıraz tepe, Keltepe ve Dede tepe civarlarında yüzeyler. Alt sınır inceleme alanı içerisinde yüzeylenemez. 600 m toplam stratigrafik kalınlıktaki birim başlıca kireçtaşlarından meydana gelir. Oldukça derin bir denizin ürünü olan bu kireçtaşlarının yaşı içerisindeki fosillere göre Geç Jura-Erken Kretase'dir¹¹.

Bayramışlar Formasyonu : Birim Taşlı T., Taşlıburun T., İkizler T., Asarkirse T., Bayramışlar köyü, Gölçamlı T. ve Sarıçam T. Yörelerinde yüzeylenmektedir. 5- 6 m kalınlığa sahip çakıltaşlarının bileşenleri kuvarst, şist, kuvarsit, granodiyorit, mermer ve kireç taşlarından oluşmaktadır. Formasyon Geç Kretase yaşlıdır¹².

Arkotdağı Karmaşığı : Bir okyanusun kapanma sürecini temsileden ve okyanus hendeğinde tektonik karışmayla meydana gelmiş olan Arkotdağı karmaşığı çeşitli ortamları karakterize eden, çeşitli kaya türlerinin düzensiz bir karışımıdır. Gerek dikey gerekse yanal yönde sık sık değişkenlikler gösterir. Bu birim ilk kez Blumenthal (1948) tarafından Arkotdağı Formasyonu adı altında incelenmiştir. Birimin yaşı Geç Kretase'dir¹³.

Alpin Formasyonlara Ait Kayaç Türlerinin Çalışma Alanı İçindeki Dağılımı

Kalker (Kk) : Bolu'nun güneydoğusunda Tınaztepe, Dikmenköy tepe arasında yüzeylenmişlerdir. Ayrıca Dombaydere, Yukarıhacılar mahallesi güneyi, Bürnük güneyi ve Yenicezamettin köyü doğusunda da yüzeylemeleri gözlenmiştir.

Kalker, Marn, Kumtaşı, Çakıltaşı ve Miltaşı ardalanması (Kkkmkçm) : Bolu Ovası'nın güneyinde, batıda Bakırlı dereden çalışma alanı güney sınırına kadar uzanan; doğuda Saraycık, Kırha, Düvenlik, Mahmutlar köyleri çevrelerinde geniş yayılımları gözlenmektedir. Genelde fliş karakterinde olan kayatürleri diğer birimlerden

¹¹ İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ. - 2001: A. g. e., s. 27. Ankara.

¹² ÖZTÜRK, A., vd. - 1984 : A. g. e., s. 6, Sivas.

¹³ İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ. - 2001: A. g. e., s. 27, Ankara.

kolayca ayrılırlar¹⁴. Demirciler ve Çaygökpınar köyleri hattını güneyindeki alanda Tıraz tepe, Keltepe ve Dede tepe civarlarında üst sınırdaki Geç Kretase yaşlı Kuzviran Formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak örtülür. Kuzey Anadolu Fayı'nın ana kolu ovanın güneyine yakın geçerken ona paralel olan birçok kol da bu birimin içerisinde yer alır. Bu nedenle birçok yerde birim kayaları aşırı parçalanmış bir durum sergilerler. Oldukça derin bir denizin ürünü olan bu kireçtaşlarının yaşı içerisindeki fosillere göre Geç Jura-Erken Kretase'dir. Birim derin deniz ortamında çökelmiş kumtaşı, marn ve kireçtaşı ardanlanmasıyla meydana gelir. Bunlara zaman zaman volkanik arakatıklar eşlik eder¹⁵.

Kalker, Kumtaşı, Kilitaşı, Çakilitaşı ardalanması (Kkkç) : Çalışma alanının kuzeyinde, tüm alan boyunca batıdan doğuya uzanır. Kuzey'de temele ait eski birimler üzerine açıl uyumsuzlukla gelmiştir. Güneyde yer yer Neojen'in detritik seviyeleri ile örtülmüş, yer yerde Eosen'in detritikleri üzerine şarye olmuş durumda izlenmektedir. Genelde fliš karakterinde ve kesin sınırı ayrılamayan Kretase-Paleosen yaştaki sedimanlardan oluşmuştur.

C - POST ALPİN FORMASYONLAR

Vakıfgeçitviran Formasyonu : Başlıca bugünkü Büyüksu Çayı'ndan önceki akarsuların ve bunların meydana getirdikleri drenaj sistemine bağlı olarak meydana gelmiş ve akarsuların yataklarını genişletip kazarak daha alçak kotlarda akmaya başlamasıyla yüksekte kalmış depolanmalardır. Bu birim en iyi inceleme alanının güneydoğusunda, Vakıfgeçitviran köyü dolayında görülür. Görünür kalınlığı 60 m'yi bulmaktadır. Bu birimin tabanında çok sınırlı yayılımlı ve kalınlığı 5 m'yi geçmeyen bir gölsel kireçtaşı seviyesi yer alır. Birimin yaşı oransal stratigrafik durumu bakımından Üst Pliyosen-Kuaterner olarak alınabilir. Bir yüksek alan durumunda bulunan Bolu şehir merkez kısmı, muhtemelen bu taraça seviyesi üzerinde yer almaktadır. Ova ortasında bu seviyelerin yüksekte bulunmaları tektonik olarak yükseltilmiş olmaları (bir basınç sırtı) ile ilgili olabilir.

¹⁴ ÖZMEN, B. - 2000 : A. g. e., s. 33, Ankara.

¹⁵ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : **Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Abant-Gerede Arasında Kalan Bölümünün Neotektonik Özellikleri ve Paleosismisitesi** Ankara Ü. Fen Bil. Ens. Jeoloji Müh. Anabilim Dalı Yayınlanmamış Doktora Tezi s.18, Ankara.

Hariçgeçitviran Formasyonu : Daha düşük kotlarda fakat yine de bugünkü akarsu Feyezân ovası seviyesinin üzerinde bulunan taraça sedimentleridir. Çapraz katmanlı bağlantısız çakıl, kum, çakıllı kum ve killi tortullardır. En iyi mostra Bolu şehrinin doğusunda E5 karayolu üzerinde bulunan Filiz Makarna fabrikasının yakınındaki malzeme ocaklarıdır. Bu birimin yaşı Kuaternedir¹⁶.

Sırakayalar Formasyonu : İnceleme alanının kuzeyinde Esemen tepe, Pirahmetlerköy, Çakmaklarköy, Eğreltiyazı Tepe, Küçükyayla Tepe ve Fasılköy civarlarında yüzeyler. Birim Arkotdağı karmaşığı kayaları üzerinde açılı uyumsuz olarak yer alırken gerçekte üzerinde yeralan daha genç yaşlı Merkezler Formasyonu üzerine itilerek bindirmiştir. Birim konglomera, kumtaşı, marn, kilaşı ve kireçtaşı aralanmalarından meydana gelmiştir. Formasyonun kumtaşı, marn aralanmalarından meydana gelen üst seviyeleri oransal olarak derin denizin ürünleridir. Formasyona ait kayalar Bolu Ovası'nın içinde fakat kuzeyine doğru Salıbeyler köyü civarında genç birimlerin altından görünür. Formasyonun yaşı içindeki fosillere göre Orta-Genç Paleosen'dir¹⁷.

Merkezler Formasyonu : Formasyonun adı inceleme alanının kuzeydoğusunda yer alan Merkezler köyünden gelmektedir. İnceleme alanında Bakırılıcaşaköy, Yeniceköy, Yakuplarköy, Caşlar mahallesi kuzeyi, Apalar Mahallesi ve kuzeydoğuda Mustakimler köyü civarında yüzeyler. Formasyon kireçtaşı ve üst seviyelere doğru kumtaşı, marn aralanmaları ile temsil edilir. 800 m stratigrafik kalınlıktaki birim yer yer bazaltik kayalarla katedilmiştir. İçlerindeki fosillere göre birimin yaşı Lütésiye'n'dir¹⁸.

Ocuklar Formasyonu : Birim, Ocuklar köyü civarında tip kesit verir. İnceleme alanının kuzeybatısında ve Yeniçağa Gölü'nün kuzeybatısında geniş bir alanda yayılım gösterir. Formasyon, Bolu Havzası'nda kuzeyden güneye doğru, Kürkçüler Yaylası, Alpagut Yaylası, Çelegölcük ve Çobankaya, Karaköy, Alpagut, Dodurga, Yakuplar ve Pelitler, Ocuklar, A. Şıhlar, Alıçören, Vakıfgeçitviran ve Susuzkılık ve Yeniçağa Gölü kuzeybatısında, Hamzaköy ve Ören yörelerinde

¹⁶ İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ. - 2001: A. g. e., s. 14-15, Ankara.

¹⁷ ÖZTÜRK, A., vd. - 1984 : A. g. e., s. 1-18, Sivas.

¹⁸ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 15-16, Ankara.

yüzeilenmektedir. Formasyon, alt seviyelerde birkaç cm kalınlıkta ince bir taban çakıltaşı ile başlar ve üst seviyelere doğru kıltaşı, silttaşı, kumtaşı ardalanmasıyla devam eder. Stratigrafik konumu ve üst seviyelerde Kuaterner yaşlı çapraz tabakalı akarsu çökelleri tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmesi, formasyonun yaşının Pliyosen olabileceğini göstermektedir¹⁹.

Post Alpin Formasyonlara Ait Kayaç Türlerinin Çalışma Alanı İçindeki Dağılımı

Kalker, Kumtaşı, Kıltaşı ve Silttaşı ardalanması (Tkks) : Bolu Ovası'nın kuzeyinde ve B, GB-D, KD doğrultuda, gittikçe genişleyen ve kesiksiz devam eden yüzeylemesi vardır. Bunun dışında batıda Elmalık köyü kuzeyinde, Karamanlar ve Ağaççılar çevresinde de küçük ve süreksiz yüzeylemeleri gözlenmiştir.

Aglomera, Tüf, Tüfit (Tatt) : Bolu Havzası'nın kuzeydoğusunda, Kürtler mahallesi, Yukarıçandır mahallesi ve Banaz köyleri çevresinde yüzeylemiştir. Tüf ve tüfitlerle başlayan seviyeler, Eosen yaşta üst kırmızı kıltaşları ve gri mor kumtaşları ile ardalanmalı başlar, sonra tamamen volkanik elemanlı olarak devam eder.

Volkanik Hamurlu Bloklı Seri (Tp) : Bolu Havzası'nın güneybatısında, Yukarı ve Aşağı Yenice mahallesi ile Gölcük ve Softalar mahalleleri arasında yüzeylemiştir²⁰.

Bazalt, Andezit, Tüf ve Aglomera (Tv) : Köroğlu volkanit kütlelerinin K uzantısıdır. Mezozoik ve Tersiyer yaşlı oluşları örter. Bazalt en genç volkanizma ürünü olup kimi tepelerin üzerinde dar alanlarda mostradadır²¹.

Çakıltaşı, Kumtaşı, Kıltaşı ardalanması (Tçkk) : Bolu'da Bolu Ovası'nın kuzey kenarında, ovanın kuzeydoğusunda Ocuklar, Dadaniköy ve Yuvaköyü, Ayazlar mahallesi civarında, ovanın batısı ve güneyinde büyüklü küçüklü yüzeylemeler halinde gözlenmiştir.

¹⁹ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 15-16, Ankara.

²⁰ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 18, Ankara.

²¹ CANİK, B. - 1997 : A. g. e., s. 22, Ankara.

Çakıltası, Kumtaşı, Silttaşı ardalanması (Tçks) : Bolu Havzası'nın kuzeyinde B, GB-K, KD doğrultusunda uzanmakta ve metamorfitleerin güneyindeki tektonikle oluşmuş bir çukuru doldurmaktadır. Batıdan doğuya At yaylası, Alput yayla, Çakmaklar yayla, Bakırılıçansa yayla ve Çukurviran köyü çevresinde devamlı yüzeylemeler halindedir. Çakıltası Bolu Ovası'nın doğusunda Kuzey Anadolu Fayı ile Büyüksu arasında Hariçgeçitviran, Susuzkınık ve Oğuldoruk köyleri çevresinde yüzeylemiştir²².

Traverten (Qt) : Mostra doğrultusu faylı yapı ile uyumlu olarak KD, K, G, GB gidişlidir. Küçük mostraları Bolu Ovası'nın G'inde Üç tepelerde Karacasu Beldesi'nin GD'sunda ve kaplıcalar dolaylarındadır²³.

Yamaç Molozu (Qy) : Çalışma alanının kuzeyinde, topoğrafik olarak yükseklik gösteren metamorfik şistlerin eteklerinde ve güneydeki Mezozoyik yaştaki kireçtaşı ve genç volkanitlerin oluşturdukları yükseltilerin, Bolu Ovası'nın güney sınırı ile birleştikleri eteklerde yüzeylemişlerdir²⁴.

Alüvyon Konisi (Qk) : Büyüksu Çayı ve kollarının yatağında biriken sıkılaşmamış çakıl, kil, vb. oluşturur. Bolu Ovası'nda geniş alan kaplar. Çay ve dere boyundaki kimi yarmalarda yanıl geçiş ve çapraz katmanlama görülür²⁵.

Alüvyon (Qa) : Bolu Havzası ova kesiminde, yaklaşık 12 km uzunlukta ve 8 km genişlikteki büyük bir alanda yüzeylemişlerdir²⁶. Başlıca bugün kü Büyüksu Çayı'ndan önceki akarsuların ve bunların meydana getirdikleri drenaj sistemine bağlı olarak meydana gelmiş ve akarsuların yataklarını genişletip kazarak daha alçak kotlarda akmaya başlamasıyla yüksekte kalmış depolanmalardır. Bu birim en iyi inceleme alanının güneydoğusunda Vakıfgeçitviran köyü dolayında görülür. Görünür kalınlığı 60 m'yi bulamaktadır. Organize sanayii bölgesinde özel kuruluşlar tarafından yaptırılan sondajlarla kalınlığın 100 m'yi geçtiği saptanmıştır. Ovanın kuzey kesiminde bu taraça seviyesinin sınırı daha az belli olup ancak topoğrafik basamaklanma bu konuda bir fikir

²² ÖZMEN, B. - 2000 : A. g. e., s. 13, Ankara.

²³ CANİK, B. - 1997 : A. g. e., s. 30, Ankara.

²⁴ ÖZMEN, B. - 2000 : A. g. e., s. 14, Ankara.

²⁵ CANİK, B. - 1997 : A. g. e., s. 31, Ankara.

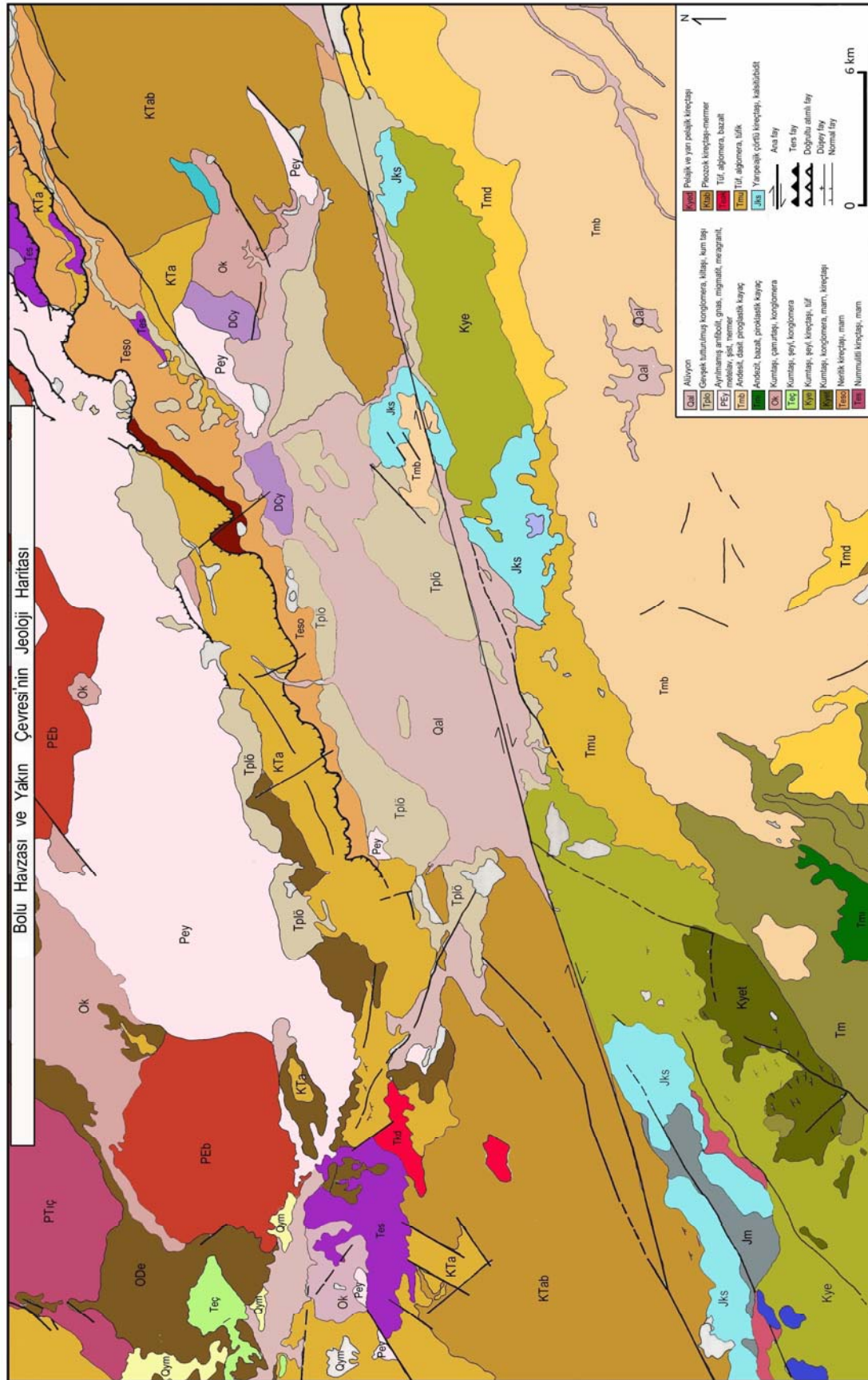
²⁶ ÖZMEN, B. - 2000 : A. g. e., s. 14, Ankara.

vermektedir. Bu birimin tabanında çok sınırlı yayımlı ve kalınlığı 5 m yi geçmeyen bir gölsel kireçtaşı seviyesi yer alır. Birim akarsu fasiyesinde bulunan bağlantısız çakıl, kum aralanmasından meydana gelir. Bolu şehir merkezi E5 kara yolu kuzeyinde kalan kesiminin yaklaşık olarak su kanalı çevresi ve kuzeyindeki kesiminde yapıların zemînini bu birim oluşturmaktadır. Burada da birim bağlantısız çakıl, çakıllı kum ve killi seviyelerin aralanmasından oluşur. Çökelme bir akarsu sistemi ürünü olduğu için çakıllı, kumlu ve killi seviyeler hem yanal hem de düşey olarak sık sık birbirlerine geçerler. Birimin yaşı oransal stratigrafik durumu bakımından Üst Pliyosen-Kuaterner olarak alınabilir. En iyi mostra şehrin doğusunda E5 karayolu üzerinde bulunan Filiz Makarna fabrikasının yakınındaki malzeme ocaklarıdır. Yine buralara özel kuruluşlarca yapılan su arama amaçlı sondajlarda 100 m den daha fazla kalınlıkta çakıl, kum aralanmasından oluşan seviyeler belirlenmiştir²⁷.



Foto 2 : Bolu Havzası Güneyinde Kalkerli Arâzide Yer Alan, Bolu Belediyesi'ne Âid Taş Ocağı

²⁷ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 26, Ankara.



Şekil 2 : Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Jeoloji Haritası

Kaynak : M.T.A. 1/500 000 Ölçekli Jeoloji Haritası G 26, G 27 Paftaları Tarafımızdan Yeniden Çizilmiştir

II - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN RÖLYEF ÖZELLİKLERİ

Bolu Havzası'nın bulunduğu Türkiye arazisi; Alp Dağ Oluşum Hareketleri Oligosen'de en şiddetli safhasına ulaşmıştır. Bundan sonra Miyosen'den itibaren Doğu Anadolu'nun sıkışmaya uğramasıyla Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu Yırtılma Fayları meydana gelmiştir. Buralarda gerek, Miyosen ve gerekse Pliyosen dönemlerinde çoğunluğu doğu batı yönünde uzanan ve bulunduğu sahaya göre faydalarla parçalanarak yüzlerce metre çöken oluk ve havzalar oluşmuştur²⁸. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin yeryüzü şekillerinin oluşmasında bu dönemin önemli etkileri vardır.



Foto 3: Bolu Şehri Batıya Doğru Gelişmekte, Fotoğrafta Yeni Bazı Meskenlerin Yerleşim Görüntüsü

A - Dağlar

Dağlar kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda sıralanan ve oluşumlarında Kuzey Anadolu Fay Kuşağı hareketinin etkisi bulunan ovalarla bölünmüştür. Bu kuşağın

²⁸ ATALAY, İ. – 1994 : Türkiye Coğrafyası Ege Üniversitesi Basımevi s. 27, İzmir.

kuzeyinde doğudan batıya Göçeler Dağı, Bolu Dağları ve Elmacık Dağı; güneyinde ise Köroğlu Dağları, Köroğlu Dağı, Abant Dağları yer almaktadır. Yükseklikler kuzeyden güneye ve batıdan doğuya gidildikçe artmaktadır²⁹.



Foto 4: Bolu'nun Batısında Yer Alan Abant Dağları'nın Bir Bölümü

Bolu Ovası denizden yükseklikleri 1000–2000 m olan bu dağ silsileleri ile kuşatılmış bir depresyon sahası içinde kalmıştır. Bu depresyonun kuzey tarafında Sünnice Dağı-Çal Doruğu kristalin silsileleri mevcuttur. Doğu istikametinde Gökdağ anasırtı vasıtası ile Mengen arazisine kadar devam eder. Çal Doruğu'ndaki yüksekliği 1865 m olan bu silsile batıya doğru uzanarak Çile (Çele) Doruğu 1954 m ile en yüksek noktasını bulmaktadır. Bu silsile Sünnice kesiminde 1800 m'ye Bolu Dağında ise 1436 m'ye düşmekte ve Bolu Ovası'nı Düzce Ovası'ndan ayırmaktadır.

Doğu da Salıpazarı-Mengen hattının güneyinde, denizden yüksekliği 1877 m olan Arkot Dağı silsilesi göze çarpmaktadır.

²⁹ BOLU VALİLİĞİ – 2009 : Bolu İl Gelişme Planı Çevre ve Mekansal Yapı Sektörü Raporu s. 7, Bolu.

Bolu Havzası güneyden Seben (1854 m) ve Ardiç (1743 m) dağlarından oluşan bir silsile çevrelemekte ve bu silsilenin arkasında da 2378 m yüksekliğindeki meşhur Köroğlu Tepesi ile kendini gösteren Aladağ silsilesi yükselmektedir³⁰.

B - Platolar

Plato; çevresine göre yüksekte olan, akarsular tarafından derince yarılmış geniş düzlüklerdir. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi rölyefinde plato önemli bir yere sahiptir.

Çalışma alanı içerisinde 1100 m'den başlayıp 1500 m ye kadar devam eden birçok plato bulunmaktadır. Bolu arazi yapısı, iklimi, su kaynakları ve doğal bitki örtüsü gibi özellikleriyle yayla zengini illerimizden biridir. Bolu yaylaları sayı bakımından fazlalığın yanında, doğal güzellik ve uygun iklim bakımından da, Türkiye'nin önde gelen yaylaları arasındadır. Sayının fazla olmasına karşın serinlik içinde geçmesi değil, fazla yağışlı olmaması da, Bolu yaylalarının kullanışlılığını artırmaktadır.



Foto 5 : Bolu'nun Güneyinde Aladağlar Kesimindeki Sarı Alan Sahasında Yaylacılık Faaliyeti

Kaynak : <http://kartalkayarehberi.blogspot.com/2008/09/kartalaya-saralan-yaylas-bolu.html>

³⁰ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998 : Bolu daki Sel Taşkın ve Heyelanların Nedenleri Ve Alınması Gerekli Önlemler s. 21, Bolu.

Bu yaylalara ulaşım olanakları genelde iyi durumdadır. Ayrıca çoğu yaylalar orman kenarı, kimileri de orman içi konuma sahiptir. Bütün bu olumlu özellikler, Bolu'yu yayla turizmi açısından önemli bir potansiyel bölge yapmaktadır ³¹.

Aladağ Yaylaları: Bolu'nun 25 km güneyindeki Köroğlu Dağları üzerinde, orman alanları arasında yer alırlar. Başlıcaları Değirmenözü, Sarıalan, Gölcük, Ardıçtepe ve Üstyaka yaylalarıdır.

Orman alanları arasında, yemyeşil düzlükleri ile piknik için de ideal olan bu yaylaların çevresinde Orman İşletme Tesisleri, Aladağ İzcilik Kampı ve Göleti ile Beşpınarlar Mevkiinde ülkemizin tek özgüven geliştirme ve doğa sporları merkezi olan Mountrain Camping bulunmaktadır. Bölgedeki yaylalar arasında trekking ve dağ bisikleti için uygun parkurlar vardır.

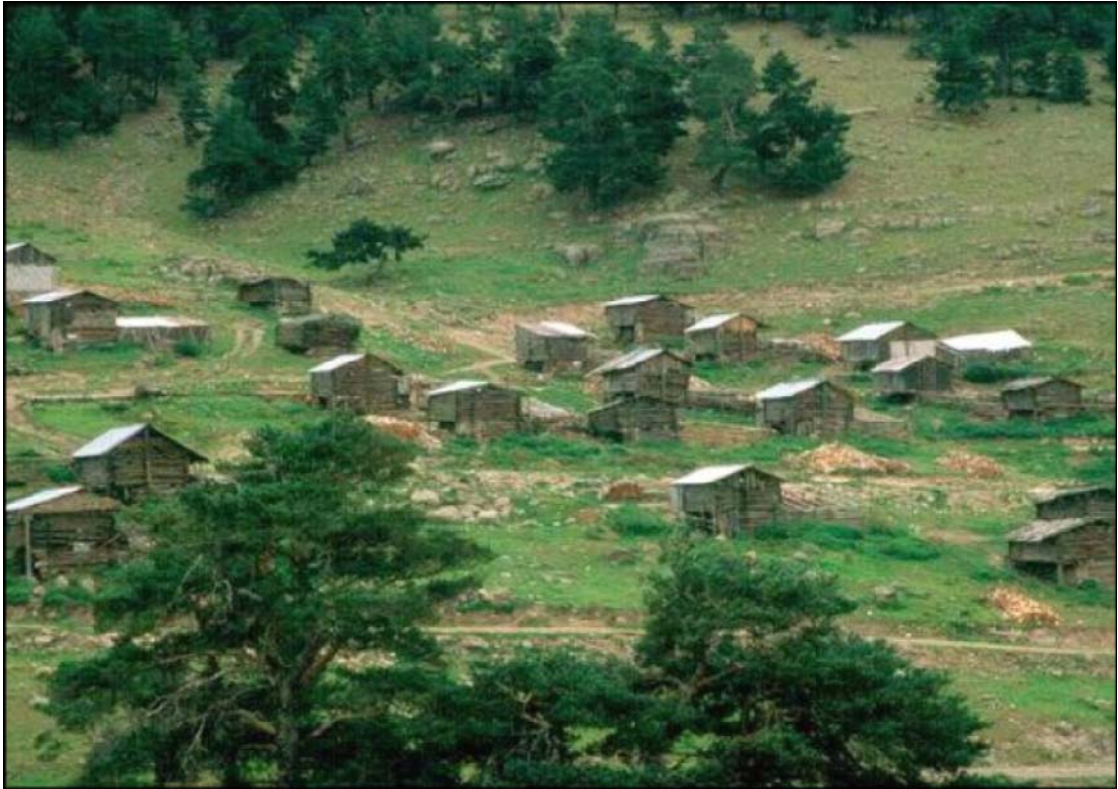


Foto 6 : Aladağlar Yaylası'ndan Görünüm

³¹ http://www.bolu.gov.tr/documents/genel_bilgiler

At Yaylası: Bolu Ovası kuzeybatısında, Bolu Dağları'nın ovaya bakan yamaçları üzerinde, Merkez ilçeye yakın mesafedeki bir yayladır. Bolu'nun 10 km kuzeyinde 1150 – 1250 m yükseltide 1 – 2 km aralıklarla 7 adet yayla bulunmaktadır. Özellikle kirazları ile ünlü olan bu yayla grubunun etrafında meyve bahçeleri vardır. Burada her yıl geleneksel kiraz bayramı şenlikleri yapılır³².



Foto 7 : At Yaylası'ndan Bir Görünüm

C - Ovalar

Bolu Ovası GB istikametinde; Abant Silsilesi, kuzeyde Sünnice Dağları ve güneyde ise Seben Ardıç Dağları gibi yükseklikleri 1000 - 2000 m arasında değişen dağ masifleri ile kapatılmış bulunmaktadır. Ova tektonik menşeyli bir çöküntü sahasını temsil etmekte ve arazi kuzeyde Bolu Masifi ve güneyde ise Seben ve Ardıç Dağları istikametinde mütemadi bir yükseliş göstermektedir³³. Çalışma sahası jeolojik yapısının

³² http://www.bolu.gov.tr/xcontent.aspx?id=akkaya_travertenleri&c=02&f=09

³³ IRMAK, A., SEVİM, M, GÜLCUR, F. – 1989 : **Bolu Aladağlar Orman Sahasında Pedolojik Araştırmalar** İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri. A Cilt. 39. s. 2, İstanbul.

sonucu olarak, dağlardan ovaya doğru gidildikçe basamaklar halinde alçalmakta, kayaçlar ise gençleşmektedir. Yerleşime en uygun alanı oluşturan ova temel koşulları yönünden en zayıf kayaçlardan oluştuğu halde, ovayı çevreleyen yamaçlara ve tepelere doğru gidildikçe temel kayaçların sağlamlaştığı, ancak eğimlerin dikleştiği, kısaca yerleşim koşullarının zorlaştığı görülür³⁴. Genellikle Neojen arazisi olup kalkerli bir depresyonun kum ve çakıl örtüleri ile kaplanması sonucu oluşmuştur. Karadeniz sıradağlarının ardında, yükseltisi fazla bir çanak içerisinde olan ova, deniz ikliminden yoksundur³⁵.



Foto 8 : Bolu Ovası'nın Güneyden Görünümü

Bolu İl Merkezinin de Bolu Ovası'nda kurulmuş olması, ovanın önemini arttırmaktadır. Rakımı 725 m kuzeydoğu-güneybatı boyutu yaklaşık 32 km, kuzeybatı-güneydoğu boyutu 15 km kadardır. Kabaca dörtgen biçimlidir ve alanı yaklaşık 460 km² kadardır. Güney kenarı Kuzey Anadolu Fayı ile sınırlı olan ova, bu fayın etkisiyle

³⁴ ERDOĞRAN, S. - 1993 : **Bolu İmar Planı Araştırma Raporu** Bolu Belediyesi s.18, Bolu.

³⁵ BOLU TARIM İL MÜDÜRLÜĞÜ. - 2000 : **Bolu Tarım Master Planı** s. 25, Bolu.

oluşmuş ve oldukça kalın alüvyon birikintisi ile dolmuştur. Yine fayın etkisinden dolayı güney kenarda dağ yamacı oldukça yüksek eğimlidir. Bolu Havzası'nın kuzeyinde rakımı yaklaşık 2000 m ye kadar çıkan Bolu Dağları, güneyinde Koroğlu Dağları bulunmaktadır. Kuzeydoğusu ve güneybatısındaki yükseltiler görece daha düşüktür ve topoğrafik anlamda birer boğaz niteliği taşırlar.

Bolu Havzası doğuda Ankara'ya, batıda İstanbul'a bu boğazlardan açılmaktadır. Ova bu boğazlardan rüzgâr da almaktadır. Ova yüzeyi güneye doğru yüzde 1-2 arasında bir eğime sahiptir.

Abantsuyu ve Mudurnusuyu'nun birleşmesi ile oluşan Büyüksu batıdan gelerek, ovanın bir kısmının güney kenarından geçmekte; daha sonra kuzeydoğuya yönelerek Gökçesu-Mengen yönünde ovadın çıkılmaktadır. Ovanın yeraltı suyu rezervi ise 255 hm³ olarak belirlenmiştir.

Ovayı daha geriden çevreleyen yüksek kütleler genellikle volkanik kütlelerden müteşekkildir. Ovanın güneyinde güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda 1500 m den başlayan ve doğuya doğru gidildikçe yükselen kütle andezitlerden oluşmuştur. Andezitler üzerinde iğne yapraklı hâkim vejetasyon teşkil ederken Kratese formasyonu üzerinde yayvan yapraklı ormanlar ile kısa boylu çalılar teşkil eder. Andezitlerin görüldüğü diğer bir saha ovanın kuzeydoğu kısmıdır. Ayrıca burada bazı kütlelerde granitlere rastlanır³⁶.

D - Traverten konileri

Özellikle Kuzey Anadolu Fayı boyunca gelişmiş çok sayıda travertenler yer almaktadır. Dış kısımları koyu gri, içi pembe renkli olan travertenler, yer yer de katmanlı bir yapıya sahiptirler³⁷. En iyi örneği çalışma alanının GB sında Çepni köy K' inde dir. Boyu 3 km eni 250-300 m kadardır. Çok ince orta kalınlı katmanlıdır³⁸. Mudurnu yolu üzerinde bulunan travertenler, "Bolu'nun Pamukkale'si" olarak görülmeğe değer güzelliğe sahiptir. Yemyeşil doğa ile bütünleşen bir manzara sergiler.

³⁶ GÖZENÇ, S. - 1997 : **Bolu depresyonu ve yakın çevresinde araziden faydalanma** İst.Ü.Yay. No: 2598 Coğ ENST. Yay no:108 s. 7-13, İstanbul.

³⁷ ÖZTÜRK, A., vd. - 1984 : A. g. e., s. 15, Sivas.

³⁸ CANİK, B. - 1997 : A. g. e., s. 30, Ankara.

Dinlenmek ve piknik yapmak isteyenler için ideal bir yer olan Akkaya Mevkii, hâlen özel sektörce işletilmektedir³⁹.

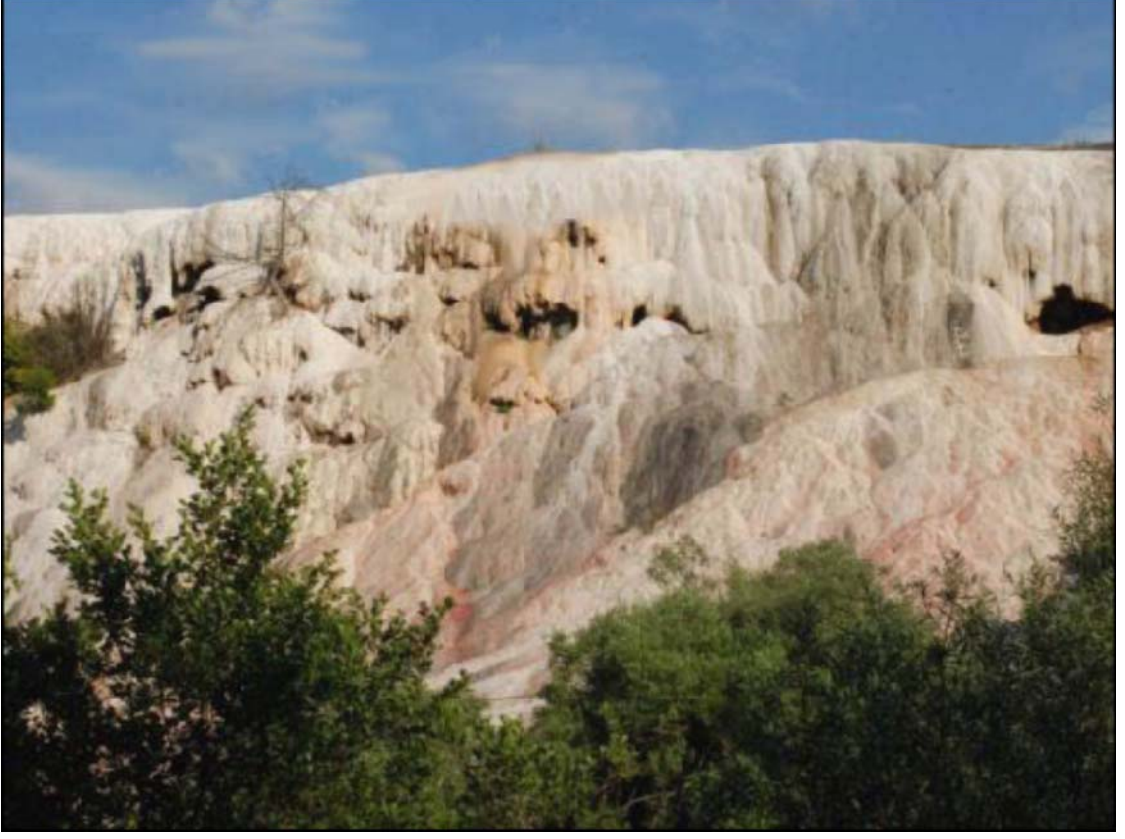


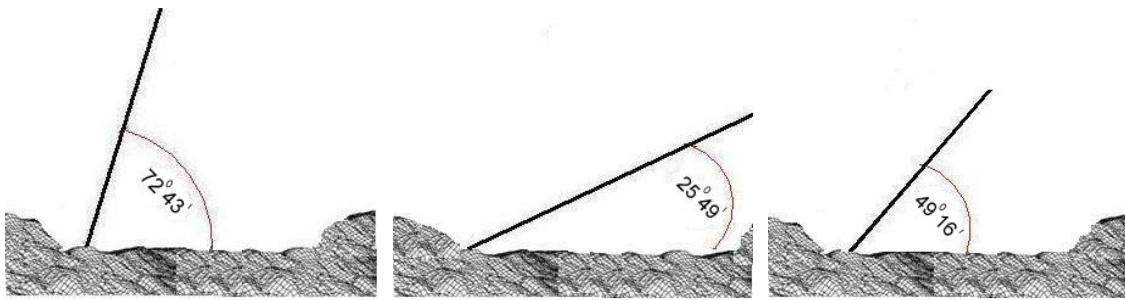
Foto 9 : Bolu-Mudurnu Yolu 10. km sinde Yer Alan Akkaya Travertleri Görüntüsü

³⁹ http://www.bolu.gov.tr/xcontent.aspx?id=akkaya_travertenleri&c=02&f=09 21.05.2011

III - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN İKLİM ÖZELLİKLERİ

A - Güneş Işınlarnn Geliş Açısı ve Güneşlenme Süresi

Belirli bir yüzeye farklı açı değeriyle gelen Güneş ışınlarnn getirdikleri enerji miktarları arasında belirgin bir fark vardır. Çünkü güneşten gelen bir ışın demeti dik ve dike çok yakın açılarla geldiğinde daha dar bir yüzeyi aydınlatıp ısıtırken, aynı miktarda enerji taşıyan ışın demeti yatık geldiğinde daha geniş bir alanı aydınlatır ve ısıtır. Böylece güneş ışınlarnn dik olarak temas ettiği yerler, yatık olarak ışın alan yerlerden daha fazla ısınır ve aydınlanır. İnceleme sahasına güneş ışınlarnn geliş açısı, farklı tarihler (gündönümü tarihleri) için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bilindiği gibi, Bolu Havzası 21 Haziran da güneşlenme süresinin en fazla olduğu tarihtir. Bolu Meteoroloji İstasyonu $40^{\circ} 44' K$ Enlem'i üzerinde yer almaktadır. Bu enlem derecesine göre güneş ışınlarnn geliş açısının maksimum değeri Bolu'da 21 Haziran da $72^{\circ} 43'$ olmaktadır ($90^{\circ} - 40^{\circ} 44' + (23^{\circ} 27') = 72^{\circ} 43'$). Buna karşılık 21 Aralık tarihi Bolu için en kısa gündür. Bu tarihte Bolu da güneş ışınlarnn geliş açısının minimum değeri $25^{\circ} 49'$ dır ($90^{\circ} - 40^{\circ} 44' - (23^{\circ} 27') = 25^{\circ} 49'$). 23 Eylül – 21 Mart (ekinoks) tarihlerinde ise $49^{\circ} 16'$ dır ($90^{\circ} - 40^{\circ} 44' = 49^{\circ} 16'$). Yüksek radyasyon genliği, bir yandan güneş ışınlarnn geliş açısına ve diğer yandan ise güneşli saatlerin çokluğuna bağlıdır.



21 Haziran

21 Aralık

21 Mart – 23 Eylül

Şekil 3 : Bolu Havzası'na Farklı Tarihlerde Güneş Işınlarnn Yere Düşme Açısı

B - Coğrafi Konum ve Rölyefin İklim Etkisi

Bilindiği gibi herhangi bir yerin iklimi üzerinde rol oynayan faktörlerin başında coğrafi konum ve yer şekillerinin etkisi gelmektedir. Sıcaklık, basınç, yağış, rüzgâr gibi iklim elemanları üzerinde coğrafi konum ve yer şekillerinin etkisi üzerinde kısaca değinilecektir.

Bolu Havzası Orta Kuşakta 40° 44' Kuzey Enlemi'nde ve 31° 31' Doğu Boylamı çevresinde yer alır. Araştırma sahamız Karadeniz bölgesinin batı bölümünde dağlarla çevrili Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'dir. Çevresine göre yükseltisinin fazla olması nedeniyle Karadeniz'in denizel iklimi bölgeye sokulamaz bu yüzden karasal geçiş iklimi özellikleri görülmektedir.

1 – İklim Unsurları

a) Sıcaklık

Sıcaklık iklim unsurlarının en önemli ve en başta gelenidir. Bütün iklim olaylarının oluşması sıcaklığın etkisi altındadır. Bir yerde basıncın azalması veya artması, nemlilik oranı ve bunun sonucunda yağışın oluşması, yağışların şekli, buharlaşma miktarı gibi unsurların hepsi sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Yeryüzü ancak güneşin uzaya yaydığı enerjinin ikimilyon da birini alır. Bu kadar enerji bile çok büyük bir toplam tutmaktadır (1,3.10²⁴ g / cal). Yeryüzü ne güneşten gelen bu enerji “solarkonstant” (güneş sabitesi) ile belirlenir⁴⁰.

Güneşten gelen enerji Atmosferde dağılımı:

% 25'i bulutlar ve atmosfer etkisi ile uzaya doğru yansır.

% 25'i atmosferde dağılmaya (difüzyona) uğrar.

% 15'i atmosfer tarafından emilir.

⁴⁰ EROL, O. – 1991 : **Genel Klimatoloji**, Gazi Büro Kitabevi, 4. Baskı, s. 29, Ankara.

% 8'i yere çarptıktan sonra uzaya yansır.

% 27'si de yeri ısıtır.

Güneşten gelen kısa dalgalı ışınların % 33'ü hiçbir değişikliğe uğramadan yine kısa dalgalı ışınlar halinde uzaya dönmektedir. Bu ışınların atmosfer ve yer üzerinde hiçbir etkileri olmamaktadır. Bu yerden, bulutlardan ve atmosferden yansıyan ışınlara albedo denilmektedir. Gelen ışınların albedo dan artakalan % 67 si atmosfer içinde ve yeryüzünde aydınlatıcı ve ısıtıcı bir rol oynar⁴¹. Yeryüzünün aldığı ısı miktarı; coğrafi enleme, güneşin ufuk üzerindeki yükseltisine, atmosfere, yükseltiye, yer şekillerine, kara ve denizlerin dağılışına, bitki örtüsüne ve hava kütleleri ile rüzgârlara bağlı olarak her tarafta aynı değildir⁴².

Yukardaki bilgilerin önemine bağlı olarak Bolu'da iklimin en önemli unsurunu teşkil eden sıcaklık şartlarının incelenmesine geçeceğiz. Bu kısım da yıllık ve aylık ortalama sıcaklıklar ile ekstrem değerler ve termik rejim şartları ayrı ayrı ele alınacak ve incelenmeye çalışılacaktır.

Yıllık Ortalama Sıcaklık

Bolu Havzası'nın yıllık ortalama sıcaklığını ortaya koyabilmek için Bolu Merkez Meteoroloji İstasyonunun verileri kullanılmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Bolu'da uzun yıllara ait meteorolojik gözlemler yapmıştır. Elimizde Bolu Havzası'na ait 1930 – 2011 yıllarını kapsayan aylık ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri mevcuttur.

Bu verilere göre Bolu'da yıllık ortalama sıcaklık 10.4 °C dir. Uzun yılların ortalamasına baktığımızda Bolu da aylık minimum ortalama sıcaklık 1964 yılında Ocak ayında -9.0 °C ölçülmüş, gün olarak da; 2 Şubat 1985 yılında; -22 °C olmuştur. Maksimum aylık ortalama sıcaklık ise 23.6 °C ile Ağustos 2006 yılına aittir. Gün olarak da 39.8 °C ile 6 Ağustos 2006 yılına aittir.

⁴¹ EROL, O. – 1991 : A. g. e., s. 27-29, Ankara.

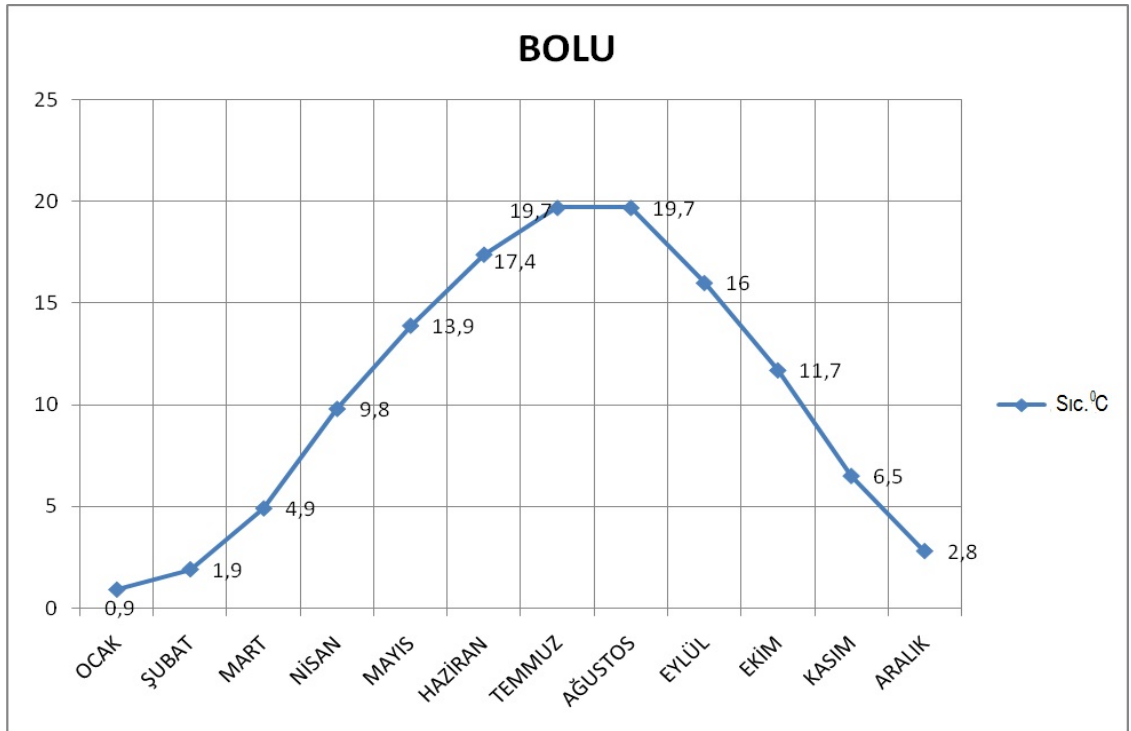
⁴² DÖNMEZ, Y. - 1979: **Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları** İ.Ü. Yay., No.:2506, s. 139, İstanbul.

Tablo 1

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre, Gerçek Ortalama Sıcaklık ve Yıllık Amplitüd Değerleri

	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Yıllık ort.	Yıllık Amplitüd
Bolu	0.9	1.9	4.9	9.8	13.9	17.4	19.7	19.7	16.0	11.7	6.5	2.8	10.4	18.8

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.



Şekil 4: Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre, Ayların Gerçek Ortalama Sıcaklık Değerleri

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Yukarıdaki tabloyu (Tablo 1) incelediğimizde; Bolu'da en yüksek yıllık ortalama sıcaklığın Temmuz ve Ağustos aylarında (19.7 °C) olduğunu görmekteyiz. Bilindiği gibi genel olarak K. Y. K. 'de Temmuz ayı en sıcak ay ve Ocak ayı da en soğuk ay olarak kabul edilir. Yukardaki ortalama değerlere baktığımızda Bolu Havzası'nda sıcaklıkların çok yüksek olmadığını görmekteyiz.



Foto 10 : Bolu'da Kış Görüntüsü

Tablo 2

**Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Gerçek Ortalama Sıcaklık Değerleri
İle Yaklaşık Aynı Enlemlerdeki Bazı Merkezlerin Karşılaştırılması Değerleri**

	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Yıllık °C
Bolu	0.9	1.9	4.9	9.8	13.9	17.4	19.7	19.7	16.0	11.7	6.5	2.8	10.4
Ankara	-1.4	-0.1	4.4	9.7	14.0	17.8	21.2	21.7	17.0	11.5	5.1	0.8	10.1
İstanbul	8.5	8.6	11.1	16.3	21.2	26.3	28.8	28.9	25.0	19.7	14.2	10.2	18.2

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.



Foto 11: Akkaya Traverteni’nde Suyun Buz Tuttuğu Görüntüsü

Kaynak: <http://www.haberler.com/bolu-da-travertenler-buz-tuttu-3166576-haberi/>

Yaklaşık olarak Bolu ile aynı enlemlere sahip olan merkezlerin yıllık sıcaklık ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 2 de gösterilmiştir. Tablo da (Tablo 2) görüldüğü gibi Türkiye’de doğuya doğru gidildikçe yükseltinin artmasına bağlı olarak sıcaklıklarında düştüğü görülmektedir. Ayrıca İstanbul’da denizelliğin etkisi de gözden kaçırılmaması gerekli. Türkiye’nin iç bölgeleri denizel etkiye kapalı olduğu için sıcaklıklar düşüktür. Bolu Havzası’da deniz etkisine kapalı olması nedeniyle ortalama sıcaklıkları düşüktür.

Tablo 3

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Bulutlu Günlerin Günlük Ortalama Saat Sayısı

Aylar	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Bolu	6.5	6.5	6.0	5.8	5.1	4.2	3.7	3.7	4.0	5.2	5.6	6.5

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Tablo 4

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Güneşli Günlerin Günlük Ortalama Saat Sayısı

Aylar	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Bolu	2.0	2.9	4.0	5.1	7.0	7.8	8.9	8.1	5.9	4.2	3.5	1.9

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Tablo 5

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Aylık Ortalama Güneşli Saat Sayısı

Aylar	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Yıllık
Bolu	56.7	72.0	111.8	139.8	192.0	210.6	250.6	226.0	167.3	116.6	93.6	50.7	1687.7

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Yukarda ki (Tablo 5) tabloyu incelediğimizde en az güneşli saat sayısının Aralık ayında (50.7) olduğunu görmekteyiz. Burada Bolu'nun K.Y.K. de olması, en kısa gün süresinin Aralık ayında olması ve Aralık ayında bulutluluk gün sayısının da fazla olması nedeniyle en az güneşli gün sayısı Aralık ayında olduğu görülmekte. Yine K.Y.K. de olması nedeniyle en uzun gündüz süresinin Haziran ayında ancak, Haziran ayında bulutluluk oranı Temmuzdan fazladır. Bu yüzden en fazla güneşli gün sayısı Temmuz ayında gerçekleşmekte (250.6 saat). Bunun nedeni bu ayın en uzun gündüz süresinin yaşandığı Haziran ayını takip etmesidir. Haziran ayında bulutluluk oranı Temmuz ayından fazla olduğundan en fazla güneşli gün sayısı Haziran ayında değil de Temmuz ayında gerçekleşmekte.

Günlük Sıcaklık

Sıcaklık incelemelerinde, günlük ortalama sıcaklıkların da çok önemli bir yeri vardır. Günlük hava sıcaklığı güneşten gelen enerji ile havadan ve özellikle yerden sıcaklık kaybının, yani ısımanın bir sonucu olarak belirir. Güneşten gelen enerjinin ısımadan fazla olduğu saatlerde yerde ve havada sıcaklık artar, yani hava ısınır. Yerden ısımanın güneşten gelen enerjiden fazla olduğu saatlerde ise hava soğur. Bu olay güneşin 24 saat içindeki durumuna göre sürekli değişiklikler gösterir⁴³.

Termik Rejim

Sıcaklığın yıl içerisindeki dağılımının incelendiğinde; Bolu'nun sıcaklık şartları hakkında bize önemli bilgiler verecektir. İnceleme sahamızda hava sıcaklığının yıl içerisindeki değişimleri daha çok güneşlenmenin kontrolü altındadır. Aralık ayından itibaren Haziran ayına doğru Bolu'ya güneş ışınları daha dik açıyla gelmeye başlar. Bunun sonucu olarak güneşten alınan günlük enerji miktarı da gittikçe artar. Kışın ilk aylarında bu enerji artışına karşın yerden sıcaklık kaybı henüz güneşlenme değerinden çok olduğu için havanın soğuması sürer. İlkbahara doğru gelen enerji değeri günlük ısıma değerini aşar, bu enerji fazlası yerde ve havada depo edilmeye, yani yer ve hava ısınmaya başlar. Bu şekilde gittikçe artarak güneşten alınan enerji 21 Haziranda, yani gündönümünde, en yüksek değerini bulduktan sonra azalmaya başladığı halde havanın ısınması olayı 21 Hazirandan 1-2 ay sonraya kadar sürer. Yani yıllık sıcaklığın en yüksek olduğu devrede güneşlenmeye oranla bir gecikme olur. Çünkü güneşten gelen enerji değeri 21 Haziranı izleyerek azalmasına rağmen, bir süre daha ısıma değerinden çoktur. Güze doğru sıcaklık dengesi ters döner, günlük enerji kaybı kazancını aşar ve havalar soğumaya başlar. 21 Aralık tarihinde güneş enerjisinin yeniden artmaya başlamasına karşın sıcaklık geliri ve gideri arasın da henüz negatif bir fark olduğu için havanın soğuması 21 Aralık tan bir iki ay sonraya kadar sürer. Bolu Çevresi'nde Ocak ve Şubat ayları, Aralık ayından daha düşük bir değer arz eder. Bu da sıcaklık gelir ve

⁴³ EROL, O. – 1991 : A. g. e., s. 74, Ankara.

gideri arasında bu ayda negatif bir fark olduğunu ortaya koyar. Sonuçta en yüksek sıcaklıklarda olduğu gibi, en düşük sıcaklıklarda da bir gecikme olur⁴⁴.

Aşağıdaki tablo da (Tablo 6) görüldüğü gibi en düşük sıcaklıklar Şubat ayında en yüksek değerlere de Ağustos ayında ulaşır.

Tablo 6

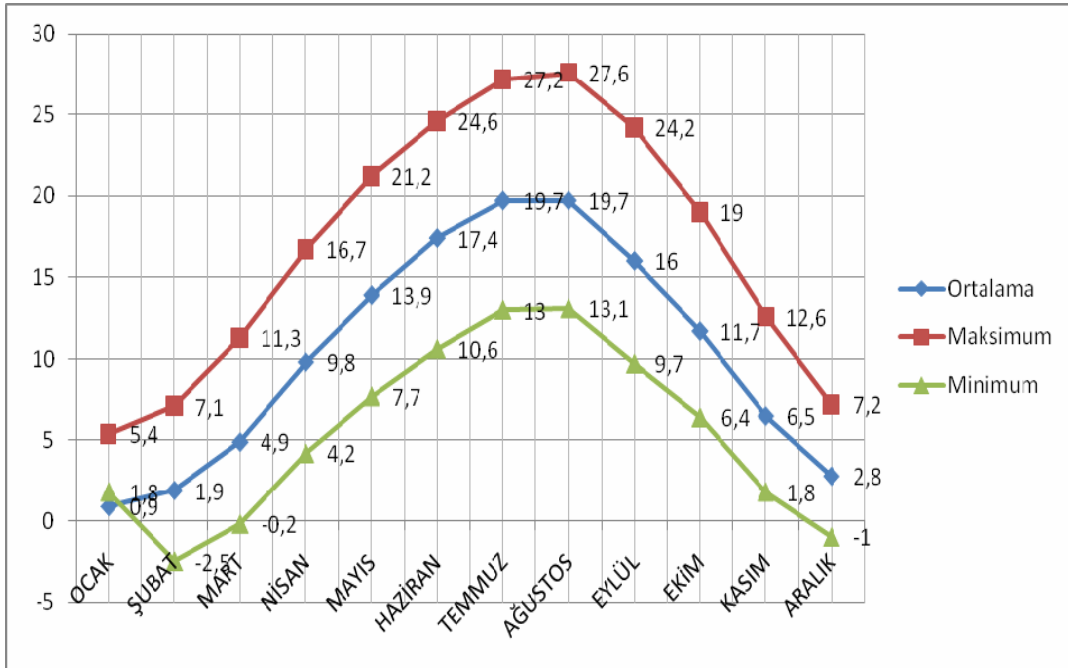
Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ortalama, Maksimum, Minimum Sıcaklık Değerleri

	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Yıl °C
Ort. Sic.	0.9	1.9	4.9	9.8	13.9	17.4	19.7	19.7	16.0	11.7	6.5	2.8	10.4
Max. Sic.	5.4	7.1	11.3	16.7	21.2	24.6	27.2	27.6	24.2	19.0	12.6	7.2	17
Min. Sic.	1.8	-2.5	-0.2	4.2	7.7	10.6	13.0	13.1	9.7	6.4	1.8	-1.0	5.3

Kaynak : Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Bolu’da sıcaklıklar Nisan ayından sonra yıllık ortalama değerlere ulaşır. Mayıs’tan Ekim’ayına kadar yıllık ortalama değerlerin üzerinde seyreder. Kasım ayından sonra da sıcaklıklar tekrar yıllık ortalamanın altına iner. Burada da görüldüğü gibi 6 aylık dönemde yıllık ortalamanın altında 6 aylık dönemde de yıllık ortalamanın üzerindedir. Ocak ayında sıcaklık değeri 0.9 °C Temmuz ayında da yıllık sıcaklık ortalaması 19.7 °C olduğu görülmektedir. Yıllık amplitüd değeri ise 18.8 °C dir.

⁴⁴ EROL, O. – 1991 : A. g. e., s. 74, Ankara.



Şekil 5: Bolu’ya Özgü Minimum Maksimum ve Ortalama Sıcaklık Değerleri

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Mutlak Ekstremler

Sıcaklığın incelenmesinde, ortalama sıcaklık değerlerinin yanı sıra ekstrem değerler de ayrı bir öneme sahiptir. Bolu’da mutlak ekstrem değerlerin dağılışı, ortalama aylık sıcaklıkların dağılışına büyük ölçüde uymaktadır.

Mutlak Maksimum Sıcaklıklar

Mutlak maksimum sıcaklıkların gidişini gösteren şekil (Şekil 6) incelendiğinde, mutlak maksimum değerlerin yıl içerisindeki gidişinin, yıllık ortalama sıcaklıkların gidişatıyla hemen hemen paralel olduğu görülmektedir. Bolu’da Şubat ayından itibaren yükselişe geçen eğri Ağustos ayına kadar yükselişini devam ettirmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarının değerleri birbirine çok yakındır. Eylül ayından itibaren eğri düşüşe geçmekte ve bu düşüş Ocak ayına kadar devam eder. Bolu da ele alınan rasat süresi içerisinde (1930 – 2011) ölçülmüş mutlak maksimum sıcaklık değeri 39.8 °C olup bu değer 2006 yılı Ağustos ayında ölçülmüştür. Bolu da mutlak maksimum eğrisi Ocak ayında 5.4 °C ile başlamakta Şubat ayından itibaren yükselişe

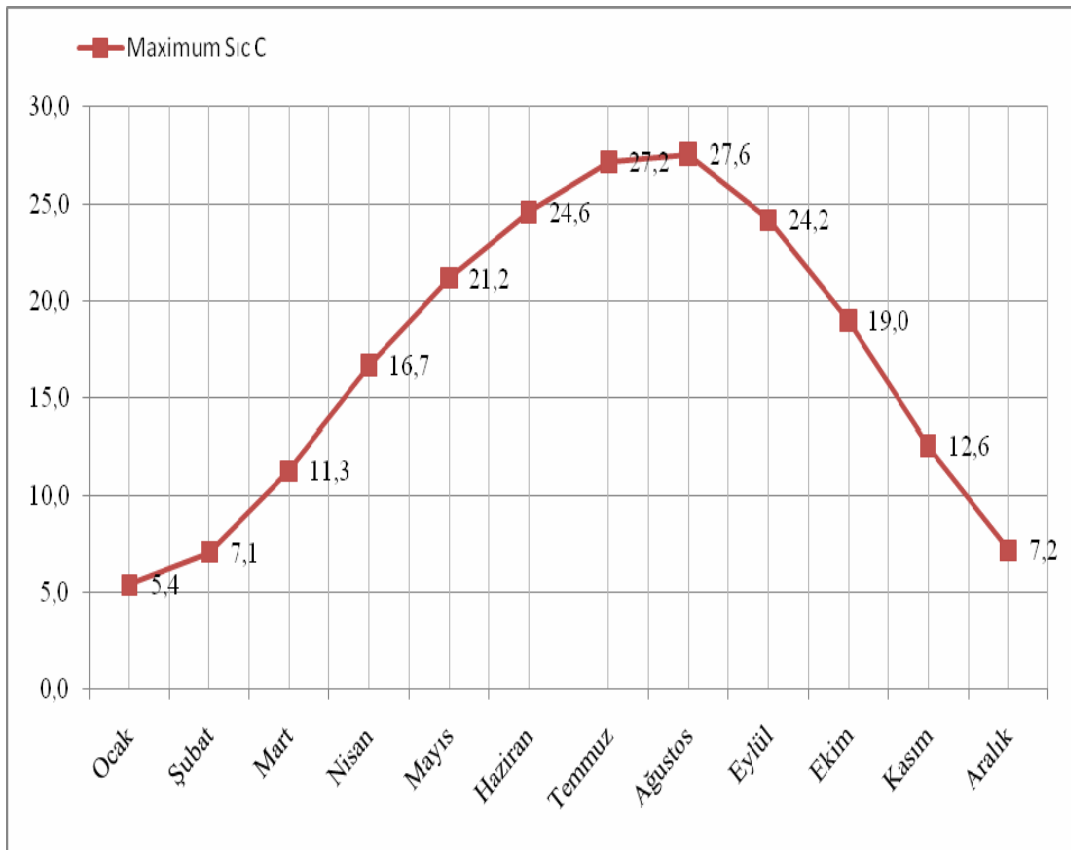
geçen eğri Ağustos ayına kadar tam bir dışbükey eğri çizmektedir. Bu aydan itibaren maksimum sıcaklıklar düzenli bir şekilde azalmakta.

Tablo 7

**Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Maksimum Sıcaklık Değerleri
(1939 – 2011)**

Bolu	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Maksimum	5,4	7,1	11,3	16,7	21,2	24,6	27,2	27,6	24,2	19,0	12,6	7,2

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.



Şekil 6: Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Maksimum Sıcaklık Değerleri

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Mutlak Minimum Sıcaklıklar

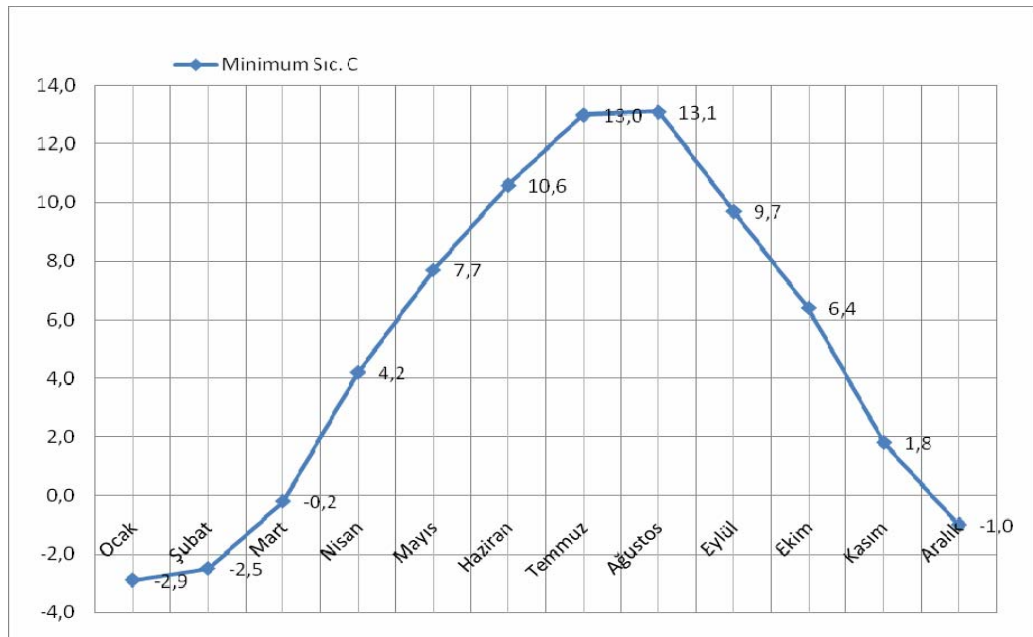
Mutlak Minimum sıcaklıklara ait tablo (Tablo 8) incelendiğinde Aralık - Ocak – Şubat ayları arasında mutlak minimumların değerlerinin düşük olduğu gözlenmektedir. Mart ayından itibaren yükselmeye başlayan değerler Ağustos ayında en yüksek değerine ulaşmaktadır. Eylül ayından itibaren değerler düşer ve Ocak ayında en düşük seviyesine ulaşır. Son 40 yılda ölçülmüş en düşük sıcaklıklar 1975’ te Şubat ayında -22 °C olarak ölçülmüş ve 1963 yılında Aralık Ocak ve Şubat ayları sıcaklıkları 0 °C nin altında olmuştur.

Tablo 8

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Minimum Sıcaklık Değerleri

Bolu	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Minimum	-2.9	-2.5	-0.2	4.2	7.7	10.6	13.0	13.1	9.7	6.4	1.8	-1.0

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.



Şekil 7: Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Minimum Sıcaklık Değerleri

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü

Tablo 9

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerinde Ölçülmüş, Ayların Yıllara Göre En Düşük Sıcaklık Değerleri

Bolu	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Yıllar	1976	1978	1985	1997	1981	1978	1979	1981	1992	1977	1995	1992
Minimum sic. (C ⁰)	-18.8	-22.0	-17.8	-10.0	-2.1	2.4	4.4	4.2	0.4	-4.2	-12.8	-22.6

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Donlu Geçen Günler Sayısı

Donlu geçen günler: Standart siperler içerisinde ölçülen hava sıcaklığının 0 °C ve altına düşmesiyle meydana gelen olaydır.

En erken don tarihi: Sonbahar döneminde görülen ilk don olayıdır.

En geç don tarihi: İlkbahar döneminde görülen son don olayıdır⁴⁵.

Tablo 10

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ortalama Donlu Geçen Gün Sayısı (1975–2011)

Bolu	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Ort. Donlu Geçen gün sayısı	22.2	19.8	15.7	3.6	0.3					1.1	10.1	17.7

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Bolu'nun 1975–2011 yıllarına ait donlu geçen günler sayılarına bakıldığında (Tablo 10) erken donlu gün Ekim ayında ortalama 1.1 gün olarak görülmüştür. En fazla

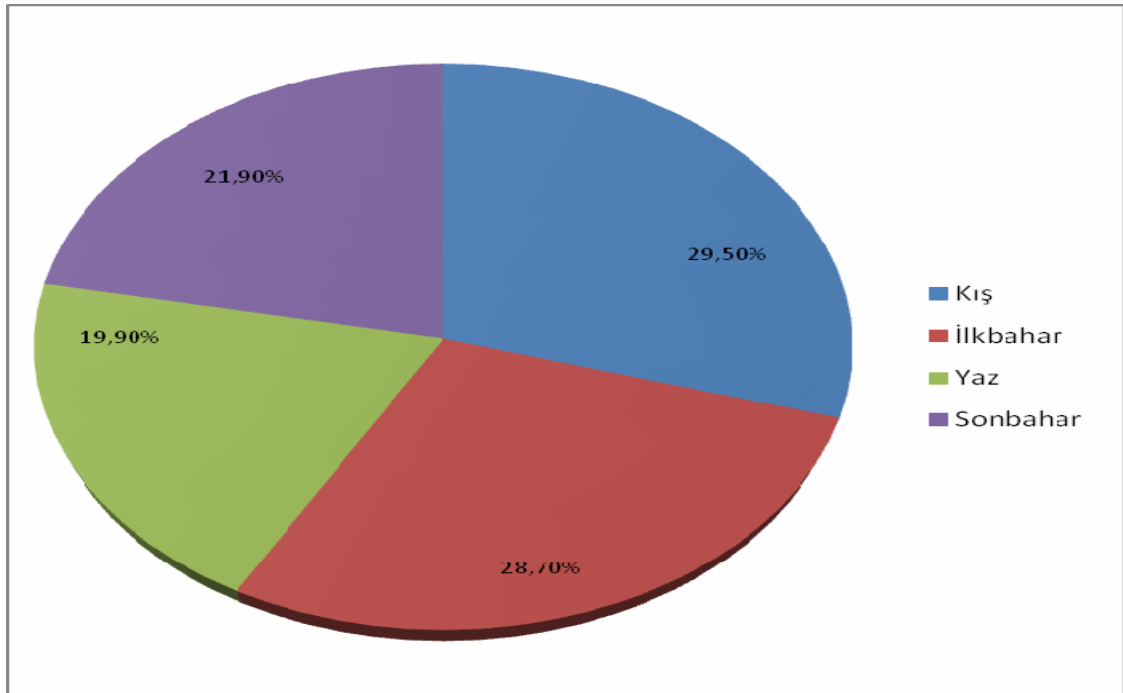
⁴⁵ <http://www.meteor.gov.tr/tarim/turkiye-don-takvimi.aspx> 10.09.2011

donlu gün sayısına hava sıcaklıklarının düştüğü Ocak ayında görülmektedir (Ortalama 22 gün). Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül aylarında donlu günler görülmemektedir.

b) Yağış, Bulutluluk, Buharlaşma ve Nemlilik

Yağış

Sis ve bulutları teşkil eden, 0,001 ilâ 0,040 mm çaplı, çok küçük su tanecikleri birleşerek veya yeni yoğunlaşmalarla irileşerek, 0,5 mm den daha büyük olup ağırlaşınca, bulutlarda mevcut dikey hava hareketlerine üstün gelebildikleri için yere doğru düşmeye başlarlar. İşte yere düşen bu tanelere yağış denir. Yağışı oluşturan taneler katı veya sıvı olabilir⁴⁶. Yağış öncelikle havadaki yoğunlaşma şartlarının yıl içerisindeki durumuyla ilgilidir. Bunun yanında yükselti, bakı gibi coğrafi faktörler de yağış miktarı üzerinde etkili olmaktadır. Bolu Meteoroloji İstasyonunun mevsimlere göre yıllık yağış miktarı dağılışı aşağıdaki şekilde (Şekil 8) gösterilmiştir.



Şekil 8: Bolu Havzası'nda Yağışın Mevsimlik Değeri

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

⁴⁶ EROL, O. – 1991 : A. g. e., s. 75, Ankara.

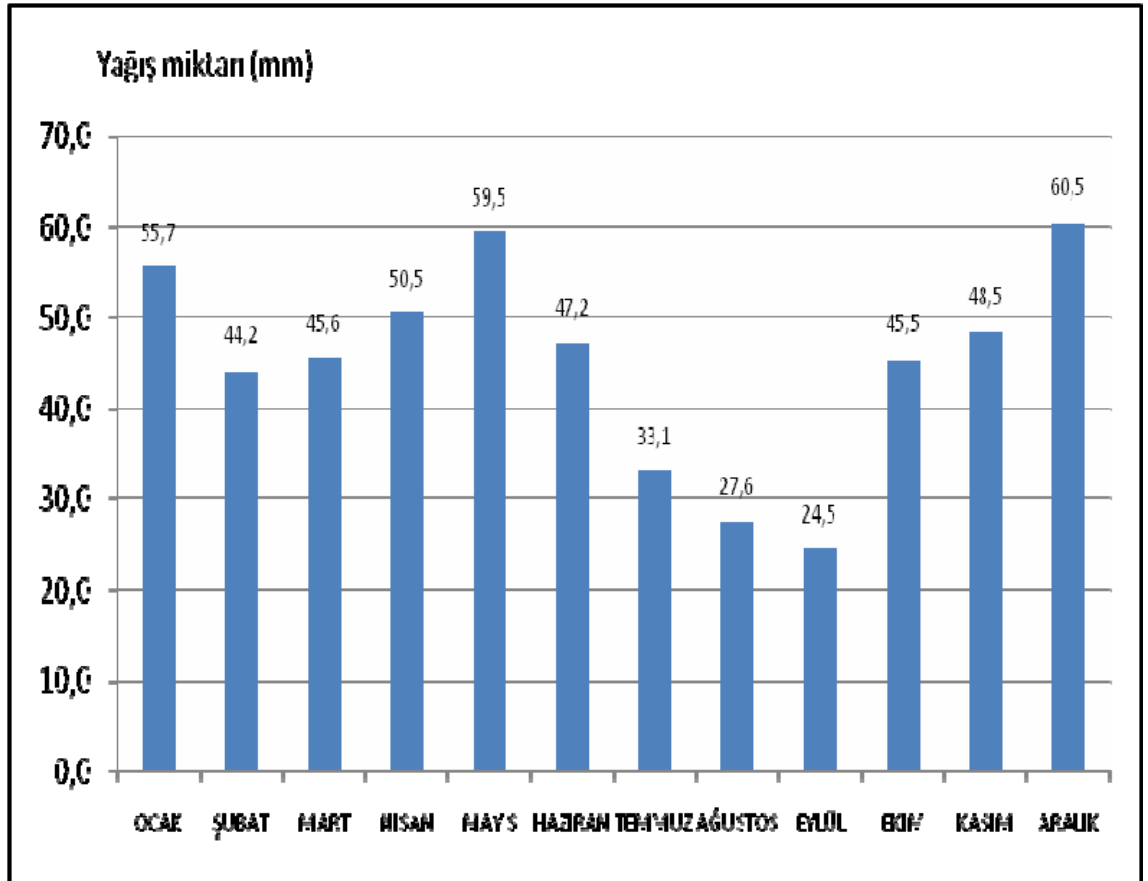
Tablo 11

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Yıllık Ortalam Yağış Miktarı

Bolu	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Yıl. Top.
Yağış mm	55,7	44,2	45,6	50,5	59,5	47,2	33,1	27,6	24,5	45,5	48,5	60,5	542,4

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Tablo’da (Tablo 11) görüldüğü gibi Bolu Havzası’nda yıllık ortalama yağış miktarı 542,4 mm dir. İnceleme sahamızda, bu rakam dan da anlaşılacağı gibi yıllık yağış miktarı düşük bir değer göstermektedir.



Şekil 9: Bolu Havzası’nda Yağışın Aylara Göre Dağılım Miktarı (mm)

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Bulutluluk

Atmosferdeki su buharının yoğunlaşmasından ileri gelen su, atmosferde küçük damlacıklar halinde asılı kalabilir. Çapları ortalama olarak milimetrenin ellide biri kadar olan bu damlacıkların bir araya gelmesi bulutları teşkil eder. Bolu’da ortalama bulutluluğa bakıldığında (Tablo 12) bulutluluğun kış ayında en fazla olduğu görülmektedir. Özellikle batıdan sokulan hava kütleleri dağ yamaçları boyunca yükselip bulutluğu arttırdığı görülmektedir.

Tabo 12

Bolu Meteoroloji Verilerine Göre Aylık Bulutluluk Durumu

	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Ortalama Bulutluluk	6.5	6.5	6.0	5.8	5.1	4.2	3.7	3.7	4.0	5.2	5.6	6.5
Ortalama Açık Günler Sayısı	3.5	3.3	4.2	3.4	4.6	7.3	9.3	9.3	7.8	5.5	5.0	3.2
Ortalama Bulutlu Günler Sayısı	14.0	14.1	16.3	18.5	21.8	20.4	20.1	20.0	19.4	18.7	16.4	15.7
Ortalama Kapalı Günler Sayısı	13.5	10.9	10.5	8.1	4.6	2.3	1.6	1.7	2.8	6.8	8.6	12.1

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Buharlaşma

Suyun sıvı halden gaz haline dönüşmesine buharlaşma denir. Su yüzeyindeki moneküller yeterli bir kinetik enerji kazandıkları zaman kendilerini tutmaya çalışan diğer moneküllerin çekiminden kurtulup su ortamından havaya fırlarlar su yüzeyi yakınında sürekli olarak sudan havaya, havadan suya geçen moneküllere rastlanır.

Sudan havaya geçen moneküllerin sayısı fazla ise buharlaşma olduğu kabul edilir⁴⁷. Zemînde yeterli ve devamlı su bulunduğu takdirde o yerdeki sıcaklık şartlarının meydana vereceği en çok buharlaşma miktarına potansiyel buharlaşma; yine aynı şartlar altında meydana gelebilecek evapotranspirasyon miktarına da potansiyel evapotranspirasyon denir. Potansiyel buharlaşma ile potansiyel evapotranspirasyon ancak yağışın buharlaşmadan ve evapotranspirasyon dan fazla olduğu, başka bir deyişle zemînin daima nemli olduğu zamanlarda meydana gelir⁴⁸.

Güneşin doğduğu anda en az olan buharlaşma öğleden sonra saat 12:00 – 15:00 arası en yüksek seviyeye çıkar. Yine soğuk mevsim de önem siz olan buharlaşma sıcak mevsimde büyük değer kazanır. Basıncın yükselmesi buharlaşmayı azaltır; basınç düşerse buharlaşmada artar. Basıncın daha düşük olduğu dağlarda buharlaşmanın fazlalığı bu yüzdendir⁴⁹.

Yukarıda yapılan genel açıklamalar çerçevesinde Bolu Havzası'nın buharlaşma özelliklerini incelemeye çalışacağız.

Potansiyel Evapotranspirasyon

İnceleme sahamızda potansiyel evapotranspirasyon kış aylarında düşük yaz aylarında arttığı görülmektedir. En fazla Temmuz ayında olduğu tespit edilmiştir. En az da Ocak ayında yıllık 355.9 mm dir (Tablo 13).

Tablo 13

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ayların Ortalama Evapotanspirasyon Değerleri

Bolu	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Yıllık (mm)
PE	1	1	5	17	35	60	75	75	50	27	8	1,9	355,9

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

⁴⁷ BAYAZIT, M - 2003: **Hidroloji** Birsen yayınevi s. 36, İstanbul.

⁴⁸ DÖNMEZ, Y. - 1979: A. g. e., s. 139 – 141, İstanbul.

⁴⁹ DÖNMEZ, Y. - 1979: A. g. e., s. 141, İstanbul.

Nisbî Nem

Atmosferdeki su buharına, hava nemliliği denir. Havanın nemliği iki şekilde ifade edilir. Bunlardan ilki mutlak nemdir. Mutlak nem; 1m³ hava içerisindeki su buharının gram olarak ağırlığına denir. Bu değer, atmosfer içindeki su buharı miktarını gösterir. İkincisi ise nisbî (bağıl) nemdir. Hava her zaman alabileceği kadar nem taşımaz. Su buharı atmosferde her zaman bulunan ve fakat miktarı yer ve zamana göre en fazla değişen bir gazdır. Atmosferdeki su buharının miktarı, % 0 ilâ % 5 arasında değişir ve ortalama değeri ise % 2 dir. Su buharının miktarı çok az olmasına karşılık iklim üzerinde çok önemli etkileri vardır.

Genellikle havada bulunan su buharı miktarıyla, doyma miktarı arasında bir fark, yani bir doyma açığı mevcuttur. Havada mevcut su buharı miktarının, havanın doymuşken alabileceği miktara oranına nisbî nem denir⁵⁰.

Bolu’da nisbî nemliliğin yıl içerisindeki durumuna baktığımızda (Tablo 14) kış aylarında nisbî nem oranlarının yüksek olduğu görülür. Nisbî nem oranları yaz aylarında düşüktür; çünkü bu aylarda sıcaklık yüksek, zemîn kuru ve bulutluluk da çok azdır. Buna karşılık kış aylarında ise yüksektir.

Tablo 14

Bolu Meteoroloji Verilerine Göre Aylık Nisbî Nem Değerleri (%)

Nisbî Nem %	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Ort.	77.2	74.1	70.9	68.7	70.7	70.4	69.8	69.8	70.7	74.4	75.3	77.8
Min.	27	19	10	10	11	13	9	6	10	8	17	21

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

⁵⁰ EROL, O. – 1991 : A. g. e., s. 180, Ankara.

Yukardaki tabloyu (Tablo 14) incelediğimizde Bolu Havzası'nda yıllık sıcaklık ortalamasının en yüksek olduğu aylarda nisbî nem değeri de düşüktür. Nisbî nem oranının en yüksek olduğu aylar Kasım, Aralık ve Ocak aylarıdır. Nisbî nem in en düşük olduğu ay ise Nisan ayıdır (% 68.7). Nisbî nem Şubat tan itibaren düşmektedir. Ancak Mayıs ayında biraz artsa da azalma Ağustos ayına kadar devam etmektedir. Eylül ayı ile birlikte nisbi nem oranı da artmaktadır.

Havanın sıcaklığı artarsa, nisbî nem oranı düşer, buna karşılık sıcaklık ne kadar azalırsa nisbî nem de o oranda artar. Nisbî nem oranı % 100 e ne kadar yakın ise o oranda yağış olma ihtimali de kuvvetlenir ve nihayet bağıl nem % 100 ü aştığında o yerde yoğunlaşma ve yağış meydana gelir.

İnceleme sahamızda bağıl nem değerlerinin en yüksek olduğu sonbahar ve kış aylarında yağış olma ihtimali de diğer aylara nisbetle daha yüksektir.

İnceleme sahamızda gün içerisinde en yüksek nisbî nem değerlerine sabahın ilk saatlerinde ve en düşük nisbî nem değerlerine ise öğle ve öğleden sonra rastlanmaktadır.

c) Basınç ve Rüzgârlar

Basınç

Bilindiği gibi Yerküre'yi çepeçevre saran ve bir gaz karışımı olan atmosfer yoğunlukları birbirinden farklı olan gazlardan oluşmaktadır. Bu gazların ağırlıklarından dolayı cisimler üzerine uyguladıkları bir basınç vardır. Hava basıncı, havanın yoğunluğuna ve sıcaklığına bağlı olarak değişmektedir. Diğer yandan bir cismin ağırlığının yer çekimine bağlı olduğunu da belirtmek gerekir.

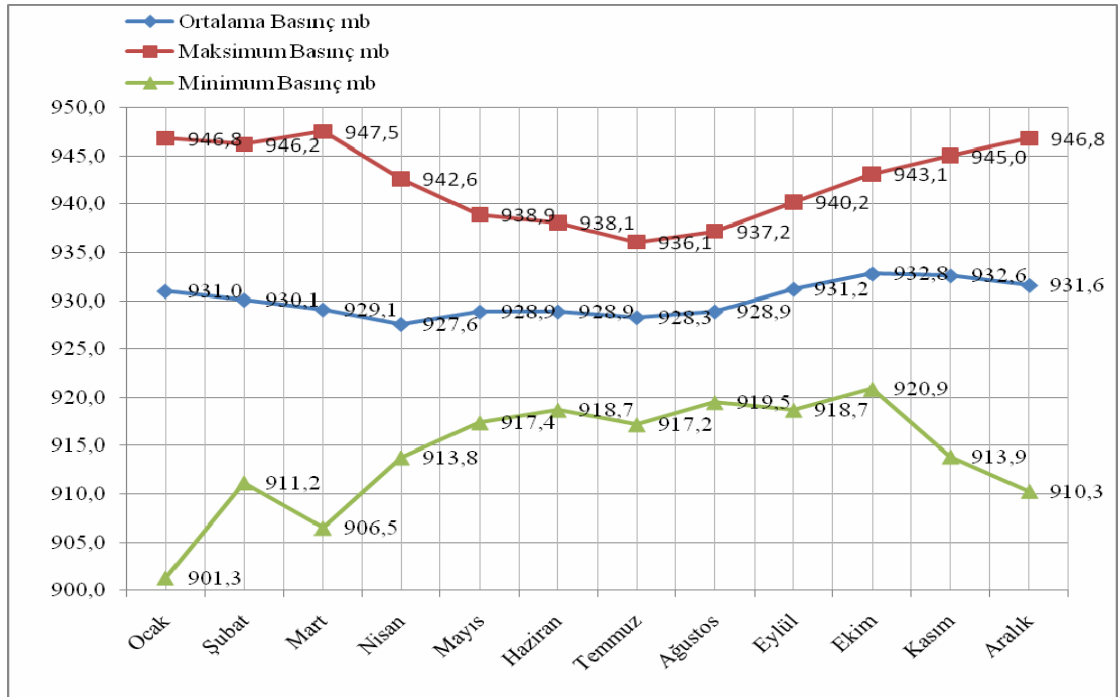
Elimizde Bolu Meteoroloji İstasyonuna ait (1975 – 2011) yıllık ortalama hava basıncı değerleri ile ölçülmüş olan en yüksek ve en düşük hava basınç değerleri mevcuttur (Tablo 15).

Tablo 15

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verileri Yıllara Göre Basıncı (Mb)

	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
Max.	946.8	946.2	947.5	942.6	938.9	938.1	936.1	937.2	940.2	943.1	945.0	946.8
Min.	901.3	911.2	906.5	913.8	917.4	918.7	917.2	919.5	918.7	920.9	913.9	910.3
Ort.	931.0	930.1	929.1	927.6	928.9	928.9	928.3	928.9	931.2	932.8	932.6	931.6

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.



Şekil 10: Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Basıncı Değerleri

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

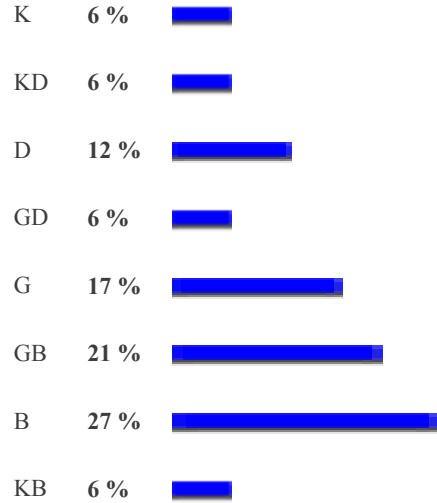
Ortalama yüksek değerler incelendiğinde en yüksek değerler 947.5 mb ile Mart ayında gerçekleşmiştir. Basıncın en düşük değeri ise Ocak ayında 901.3 mb olarak ölçülmüştür.

Rüzgâr

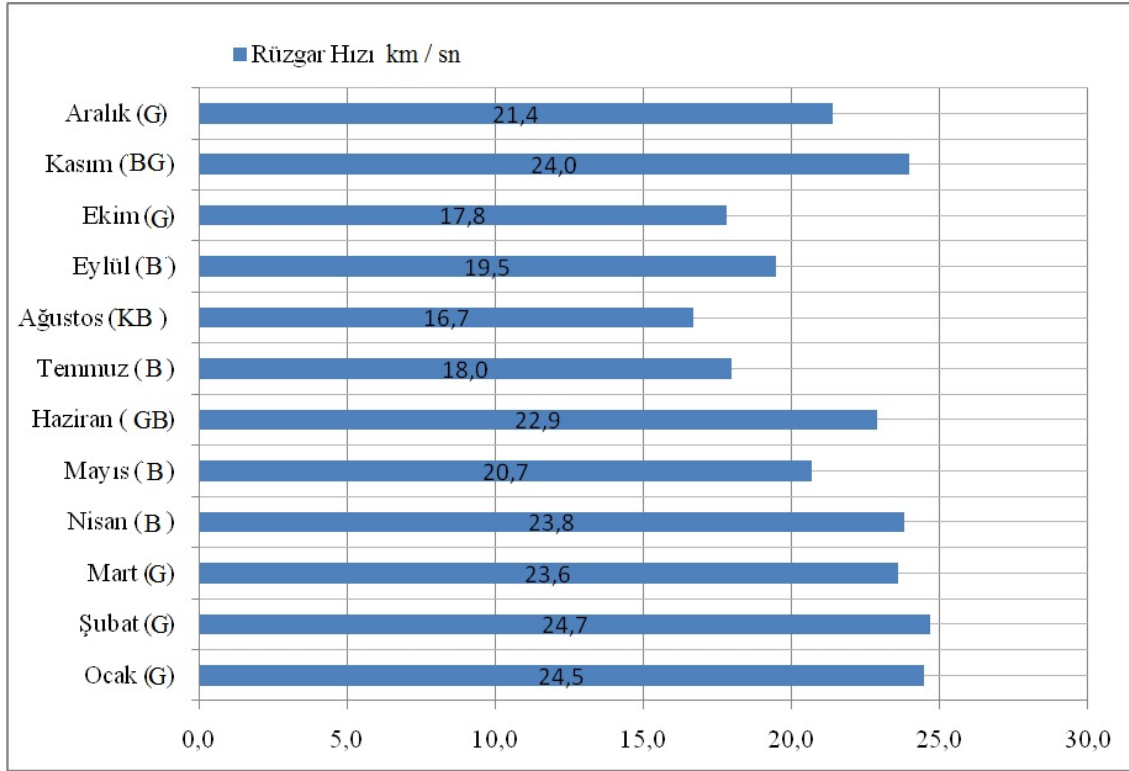
Rüzgâr yönü üzerinde etkili olan faktörler; yeryüzü şekilleri, basınç merkezlerini konumu ve dünyanın kendi etrafında dönmesi olduğu bilinmektedir. Bolu Havzası'nın yüzey şekillerine bakıldığında genelde dağlarla çevrili ova olduğu görülmektedir. Bu yüzden rüzgârın yönünü değiştirebilecek ve havanın kanalize olabileceği dağlar mevcuttur.

Hâkim Rüzgârlar ve Frekansları

Araştırma sahamızı teşkil eden Bolu Havzası çok rüzgârlı değildir. Araştırma sahasına tüm yönlerden rüzgâr esmektedir. Araştırma sahasının uydu fotoğrafı (Foto 1) incelendiğinde yeryüzü şekillerinin sade olmadığı ve rüzgârın kanalize olacağı yüzey şekilleri olduğu görülecektir. Aşağıdaki rüzgâr esme sıklığı incelendiğinde her yönden rüzgârın estiği görülmektedir. En az GD, K, KD, KB yönünde (% 6), en fazla B yönündedir (% 21). Yine aşağıda rüzgârın yönlere göre esme sıklığı (Şekil 12) incelendiğinde G, GB ve B yönlerinde fazla olduğu görülüyor.



Şekil 11 : Bolu Havzası'nda Rüzgârın Yönlere Göre Esme Sıklığı, (1982 - 2011).



Şekil 12 : Bolu Havzası'nda Aylara Göre Rüzgâr Hızı

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Tablo 16

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Aylara Göre Rüzgâr Hızı ve Yönleri

Aylar	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar	Ortalama km/s
Hız km/s	24.5	24.7	23.6	23.8	20.7	22.9	18.0	16.7	19.5	17.8	24.0	21.4	21.46
	G	G	G	B	B	GB	B	KB	B	G	BG	G	

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

Yukarda ki tablo yu (Tablo 16) incelendiğinde Bolu'ya ait aylara göre rüzgâr hızının en fazla olduğu ay, Şubat ayı (24.7 km/s), rüzgâr hızını en az olduğu ay Ekim ayı (17.8 km/s) olarak görülmektedir.

Tablo 17

Bolu Meteoroloji İstasyonu Verilerine Göre Ayların Hâkim Rüzgâr Yönü

Aylar	O	Ş	Mar	N	May	H	T	Ağ	Eyl	Ek	K	Ar
K	399	290	485	398	380	352	419	328	280	227	316	588
KD	831	706	715	680	852	956	1043	905	662	643	539	712
G	1295	947	662	658	742	814	970	911	797	713	737	1036
GD	1295	947	662	658	742	814	970	911	797	713	737	1036
D	1416	1390	1503	1575	1476	1107	1135	1412	1410	1467	1864	1353
GB	1998	1993	2686	2449	2140	2102	2255	2279	2332	2601	2222	2060
B	1535	1557	2009	2155	1767	1529	1335	1330	1403	1663	1868	1687
KB	731	632	677	687	660	542	327	516	479	449	616	749
Toplam	9500	8462	9399	9260	8759	8216	8454	8592	8160	8476	8899	9221

Kaynak: Bolu Meteoroloji Müdürlüğü, 2011.

IV - BOLU HAVZASI TOPRAK ÖZELLİKLERİ

Bolu Havzası ve Çevresi'nde üç tip toprak mevcuttur. Bunlardan ilki “Azonal Topraklar” grubuna giren alüvyal topraklardır. İkincisi “Zonal Topraklar” grubuna giren kahverengi orman toprakları, üçüncüsü ise “İntrazonal topraklar” dır. Bura da azonal (alüvyal ve kolüvyal topraklar) toprakları meydana getiren alüvyonlar eğim faktörünün etkisiyle daha ziyade ovanın tabanında görülür. Zonal (kestanerengi, gri kahverengi podzolik, kahverengi orman ve kireçsiz kahverengi orman toprakları) ve intrazonaller (Rendzina karakterindeki toprakla) ise çevredeki yüksek sahalarda yer alırlar⁵¹.

A - AZONAL TOPRAKLAR

Azonal toprak grubuna giren alüvyonlar düz denecek kadar az eğimli alanlarda mevcuttur. Tekstür bakımından genellikle kumlu, killi topraklar grubuna girerler. Kum oranları %50 civarındadır. Geçirgenlikleri 8,6 m/saat tır. Bu topraklar organik madde ve karbonat miktarına göre iki gruba ayrılırlar. Bunlardan ilki % 13–14 arasında karbonat ihtiva edip organik madde bakımından zengin olanlardır. Genellikle aşağı seviyeleri Büyüksu ve Mudurnusuyu arasında kalan sahaları kaplarlar. Özellikle pancar tohumu, patates, sebze ve meyve üretimine ayrılmıştır. Diğer grup ise daha ziyade ovanın kenar kısmında yamaçlara civar olan sahalarda görülürler. Bu topraklar alüvyal ve kolüvyal topraklardır.

Alüvyal Topraklar

Bu topraklar büyük bir oranda Bolu Ovası tabanında yayılmıştır. Batı da Ömerler Köyü'nden başlayarak doğuya doğru Abantsuyu boyunca ince şerit halinde uzanarak Bolu Ovası'na ulaşır. Ovada kabaca Karaköy, kuzeyde Bolu merkez ilçenin yakın kuzeyinde Aşağısoku'ya, güneyde Sultanbey ve Meçsiler köyleri arası, doğuda, Vakıfgeçitveren Köyü'nün batısına kadarki kısmı kaplar. Bundan sonra kuzeydoğuya doğru Büyüksu'ya katılan Çaydurt Deresi ve Beylikdere boyunda ince şeritler halinde bu topraklar uzanır.

⁵¹ GÖZENÇ, S. - 1979 : A.g.e., s. 29-30, İstanbul.

Kolüvyal Topraklar

Bu toprakların belli başlı özellikleri eğim ve yapı nedeniyle iyi drenajlı olmaları, bunun sonucu olarak da tuzluluk ve tuz oluşumu göstermemeleridir. Bu toprakların eğim %2'den fazladır. Kolüvyal topraklar, araştırma sahasında genellikle alüvyal toprakların çevresinde yer almaktadır. Güneybatıda Güvem ve Avdan Köyleri arasında dar bir alanda, Bolu Ovası'nın kuzeybatı ve kuzeydoğu ve doğusunda yer alır. Güneyde Karacasu'dan başlayarak doğuda Yenicezeametlin köyüne kadar geniş bir alanda yayılım gösterir.

B - ZONAL TOPRAKLAR

Zonal toprakları genellikle kahverengi orman topraklarıdır. Bu topraklar çok arızalı ve eğimli (%25-40) sahalarda yer alırlar. Sığ olan bu topraklarda derinlik 15-30 cm arasında değişir. Reaksiyonları orta derecede asittir PH değerleri 4.5-5.5 arasında değişir. Genellikle göknar mesçeresi altında gelişmiş olan bu topraklar, çok taşlı bir görünümündedir. Bu topraklar kestane rengi kahverengi orman, gri-kahverengi podzolik ve kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır⁵².

Kestanerengi Topraklar

Kestane rengi topraklar zonal topraklardır. Bu toprakların A horizonu oldukça kalın 30-50 cm, granüler bünyede dağılıbilirliği olan orta miktarda organik madde içermektedirler. Kil birikimi oluşturan yapısındaki B horizonu koyu kahverengi veya kırmızımsı kahverengindedir. Bu yapının altında kireç birikim horizonu bulunmaktadır. Bolu Ovası'nın doğusunda Çaydurt Deresi'nin çevresinde genişçe bir alanda yayılım gösterir.

⁵² ERDOĞRAN, S. ye göre DUMAN, A. İ.'dan (Bolu Ovasında Ekonomik Faaliyetler s. 39) Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Eğitimi Anabilimdalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi İstanbul.



Foto 12 : Çaydurt Yakınlarında Kestane Renkli Toprak Görüntüsü

Kahverengi Orman Toprakları

Kahverengi orman toprakları zonal topraklara göre oldukça az gelişmiş horizonları içermektedir. Bu horizonlar A,B,C şeklinde oluşmuş olup, birbirlerine tedrici olarak geçiş yapmaktadırlar. Yapıları gözenekli veya granüllerdir. A horizonunda organik madde mineral madde ile iyice karışmıştır. Bu topraklar üzerinde doğal bitki örtüsün yapraklarını döken çalılar ve ağaçlardır. Bu topraklar yukarıda bahsedilen alüvyal ve kolüvyal toprakların bulunduğu sahanın çevresini kuşatmıştır.



Foto 13 : Bolu Şehir merkezinin 10 km Kuzeyinde Kahve Renkli Orman Toprakları Görüntüsü

Gri Kahverengi Podzolik topraklar

Profili çok iyi gelişmiş topraklardır. A,B ve C zonal toprak horizonlarından A horizonu ince ve humus mineral madde ile iyice kompoze olmuştur. Çok zaman gri-kahverengi podzolik toprakların en belirgin özelliği yapısal B horizonu içermesidir. Bunun sonucu olarak da kil birikiminin bulunmasıdır. Yapraklarını döken orman bitki örtüsünü içermektedir⁵³.

Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları

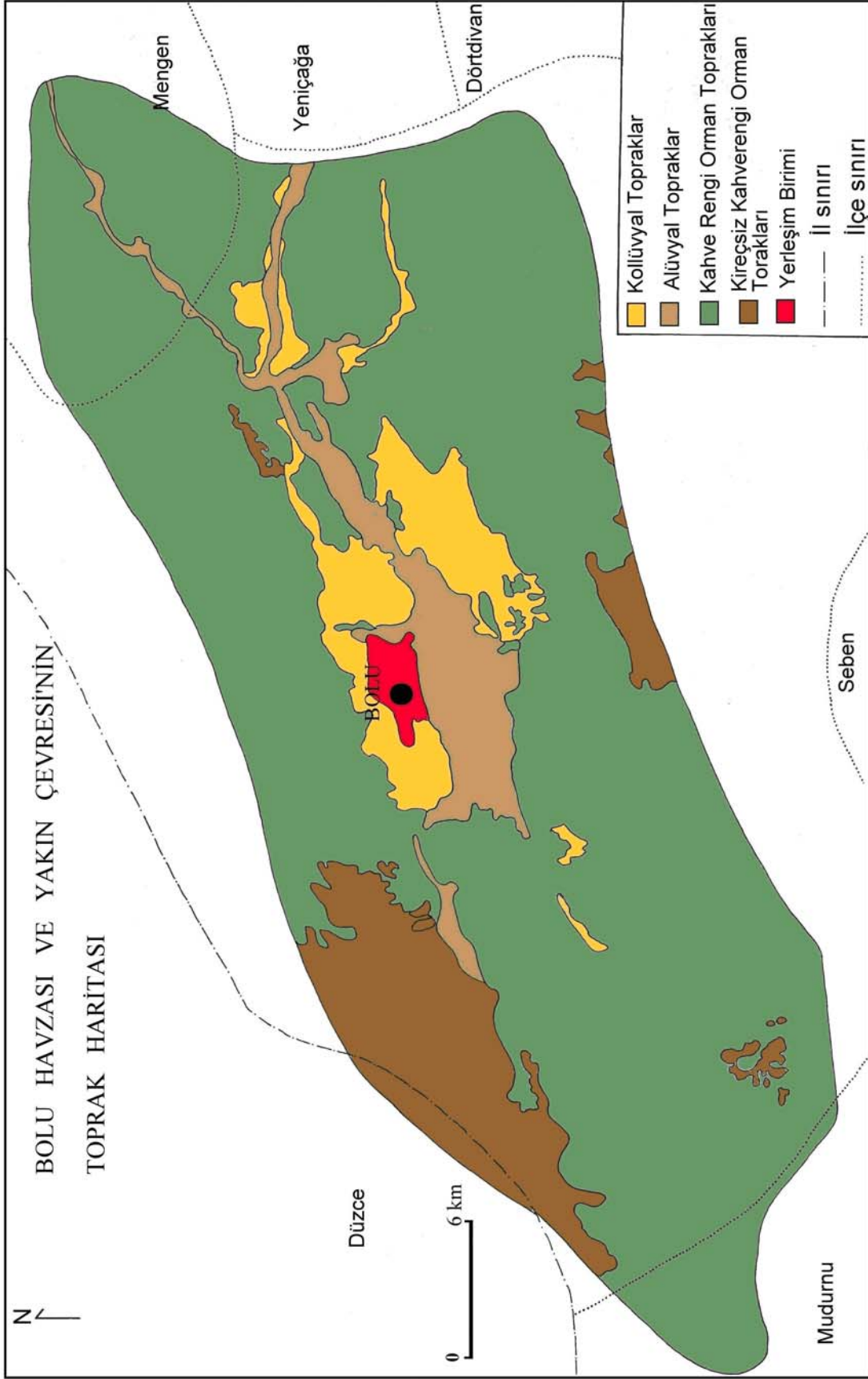
Yapı görünümüyle, A horizonu iyi gelişmiş gözenekli topraklardır. A,B,C profilini içermektedirler. Kil birikimi B horizonunda yok denecek kadar azdır. Yine B horizonu zayıf bir oluşumda kahverengi veya koyu kahverengi granüler veya yuvarlak köşeli blok yapı göstermektedir. Doğal bitki örtüsü temelde yaprağını döken orman ağaçlarıdır. Bu topraklar, Bolu Ovası'nın güney batısında yer alan Çepni Köyü çevresinde yer alır.

C - İNTRAZONAL TOPRAKLAR

Bu topraklar alüvyal sahaları çevreleyen tepelik ve hafif arızalı kısımlarda görülen rendzina karakterindeki topraklardır. Horizonları 25-40 cm kalınlıkta olan bu topraklar çok parçalanmamış iri kalker parçalarını ihtiva ederler. Karbonat muhtevaları %50 civarındadır ve PH değerleri yer yer 6.5-7.5 arasında değişir. Organik madde bakımından fakir olan bu toprakların kabili istifade su oranları %17-18 dir. Bunlar genellikle bodur ağaççıklarla, bozuk baltalık ve bazı yerlerde de karışık orman örtüsüyle kaplıdır⁵⁴.

⁵³ DUMAN, A. İ. - 2000 : A. g. e. s. 39. Bolu.

⁵⁴ GÖZENÇ, S. -1979 : **Bolu Depresyonu ve Yakın Çevresinde Araziden Faydalanma** İst.Ü.Yay.No:2598 Coğ ENST..Yay no:108 s. 30, İstanbul.



Şekil 13: Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Toprak Haritası

Kaynak : Bolu Valiliği CBS Merkezi Arşivinden Temin Edilerek Tarafımızdan Yeniden Düzenlenmiştir

V - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN BİTKİ ÖRTÜSÜ

Türkiye’de mevcut 7000’den fazla bitki türünün yarısından çoğu Karadeniz Bölgesi’nde toplanmıştır. Bu bitkiler Doğu Karadeniz’de ılıman iklim ve bol yağış nedeniyle 2200 metre yükseltiye kadar, Batı Karadeniz’de ise 1900-2000 metrelere kadar çeşitli türlerde yer alırlar.

Bolu Havzası’nda hâkim bitki örtüsü ormanlardır. Bolu Havzası bir orman denizi halinde saatlerce devam eden aynı boy ve cinsten ağaçlarla kaplıdır. Çoğu yerde insan kendini bitkilerden oluşmuş bir tünel içinde bulur ve bu hal uzun zaman devam eder. Karadere, Seben ve Aladağ ormanları flora ve vejetasyon bakımından yurdumuz için zenginlik kaynağıdır⁵⁵.

Bolu İli Türkiye’nin üç büyük fitocoğrafik bölgesinden biri olan Euro-Siberian bölgesinin Euksin (öksin) kesiminde yer almaktadır. Orman vejetasyonunda Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*), Avrupa Gürgeni (*Carpinus betulus L.*), Sapsız Meşe (*Quercus petraea subsp. İberica*), Saplı Meşe (*Quercus robur ssp. Robur*), İspir Meşesi (*Quercus macranthera Fish*), Anadolu Kestanesi (*Cestanea sativa Mill.*), Gümüşi İhlamur (*Tilia tomentosa Moench*), Gürgen Yapraklı Kayacık (*Ostrya crpinifolia Scop.*), Titrek Kavak (*Populus tremula L.*), Keçi Söğüdü (*Salix caprea L.*), Boylu Söğüt (*Salix excelsa*), Dağ Karaağacı (*Ulmus glabra Huds*) ve Adi Dişbudak (*Fraxinus exelcior L.*), Çınar Yapraklı Akçaağaç (*Acer platanoides L.*) gibi yapraklı ağaçlar bulunmaktadır. İğne yapraklılar Karaçam (*Pinus nigra Arnold*) ve Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana Mattf.*) suböksin ara dağlarda ya saf meşcereler halinde yayılış gösterirler.

Bolu Havzası’nda Karaçam-Meşe ormanından tahrip ve köklemeler sonucu ardıç kurak otlaklar ve step bitkileri yayılmıştır. Bolu Havzası’nda bulunan dağlarda Göknar kayın orman bölgesi sona erer. Yükseklerde Sarıçam yönünden zengin Kayın-Göknar ormanları ve aynı zamanda saf Göknar ormanları, alçak alanlarda egemen olan Karaçam ormanlarının yerini alır. Yüksek dağ basamakta Sarıçam ormanları da

⁵⁵ BOLU İL YILLIĞI – 1998 : A. g. e., s. 40, Bolu

görülür⁵⁶. Özellikle Kayın, Gökmar ve Sarıçamın karışık bulunduğu ormanlar oldukça yoğundur. 950–1600 m arasındaki yükseltilerde Kayın, 1600–1800 m arasında ise Gökmar egemendir. Güneye bakan yamaçlarda 1000–1500 m arasında Karaçam daha düşük yükseltilerde Meşe ve Gürgen yer alır. Kayınlar güney yamaçlarda, kuzey kesime göre daha yükseklerde görülür⁵⁷. Orman altı örtüsünün cılız olduğu, ormanlarla kaplı Köroğlu Dağları'nın güney yamaçları Gürgen ve Kayın, yüksek kesimleri iğne yapraklılarla örtülüdür. Yeniçağa ile Bolu arasında iğne yapraklıların yerini yayvan yapraklılar alır. Abant Dağları'ndaki ormanları da Kayın, Gökmar, Sarıçam ağaçları oluşturur⁵⁸.



Foto 14 : Bolu Şehir Merkezine 10 km Kuzeyde; Karaçam-Meşe Ormanından Tahrîb ve Köklemeler Sonucu Ardıç Kurak Otlaklar ve Step Bitkilerinin geliştiğı alan görüntüsü

Bolu Yöresinin kuru ve alçak rakımlı yetişme muhitlerinde Kantaronlar (*Hypericum sp.*), Sırım Bağı - Kurtbağı (*Daphne pont.*), Sütlüot (*Euphorbia amygdaloides*), alıç (*Cretagus ssp*), çobanpüsküllü (*İlex aquifolium*), böğürtlen (*Rubus sp.*) vs. yer alır. Yüksek bölgeler de noelgülü (*Helleborus niger*), (*Asperula*

⁵⁶ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e. s. 14, Bolu.

⁵⁷ Meydan Larousse Büyük Lugat ve Ansiklopedi (3: bas- cam) s. 297,

⁵⁸ İl-İl Büyük Türkiye Ansiklopedisi Cilt. 1. s. 240,

odorata), *Oxalis acetosella*, *Galium digitalis*, Kartal eğreltisi (*Pteridium aquilinum L.*), bilhassa sıkça Adi Şimşir (*Buxus sempervirens L.*) çalı tabakası olarak tavsif edilir. Bolu Yöresi'nde ağaç yapısında 1400 m'ye kadar çıkan Türk Fındığı (*Corylus colurna L.*) nesli tükenmeye yüz tutan türlerdendir. Bolu Yöresi'nde ormanlarda nesli azalan bir diğer türü olan Porsuk ağacı (*Taxus baccata L.*) son yıllarda ilaç sektörünce de aranan bir tür konumundadır⁵⁹.

⁵⁹ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 14, Bolu.

VI - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NİN HİDROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Bolu Havzası genel olarak akarsu bakımından zengin bilinir. Ancak Bolu Havzası'ndaki akarsular küçük akarsulardır. Tek başına nehir debisine ulaşan bir akarsu bulunmamaktadır⁶⁰. Ana akarsu olan Büyüksu birçok koldan oluşmaktadır. Büyüksu Filyos Havzası'na ait olan bir akarsudur. Büyüksu, Filyos Havzası'ndan Batı Karadeniz'e, oradan da Karadenize boşalmaktadır. Çalışma alanındaki akarsu yüzeylerinin toplamı 115 ha alana sahiptir. Bunun 95 hektarı Büyüksu Çayına, 20 hektarı da çevreden Büyüksuya karışan yan derelere aittir.

Çalışma alanındaki akarsuların Bolu Ovası'ndan çıkış debisi toplamda yaklaşık 500 hm³/ yıl dır. Çalışma alanında bulunan akarsular hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

Filyos Havzası'nın Bolu İli sınırları içindeki başlıca akarsuları Büyüksu, Mudurnusuyu ve Gerede Çayıdır (Ulus). Ancak Gerede Çayı çalışma alanı içerisine girmemektedir. Bu yüzden Gerede Çayı'na burada değinilmeyecektir.

A - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki Akarsular

Büyüksu Çayı

Bolu İli sınırlarında 70 km uzunluğa sahip Büyüksu; Mudurnusuyu ile Abant Deresinin Doğancı Köyü mevkiinde birleşmesinden başlayarak Bolu Ovası'na girer. Bu akarsu Gökçesu yakınlarında Çağa Deresi ve Mengen Çayı ile birleşir ve kuzeye doğru akarak Devrek Çayı ismini alır ve Yedi Göllerin 10 km kadar kuzeyinden il sınırlarını terk eder. Akarsu, Çaycuma'nın güneyden Filyos Çayı'na karışır. İldeki yağış alanı 182 km². Ortalama yükseltisi 775 m dir. En yüksek akım Şubat aylarında 38 m³/sn en düşük akım ise Eylül ayında 0,10 m³/sn'dir. Ortalama su seviyesi en yüksek Şubat'tadır (180 cm). Su seviyesi en az da Eylül ayında 19 cm olarak ölçülmüştür⁶¹.

⁶⁰ BOLU D.S.İ. - 2007 : **Etüt Plan Başmühendisliği Yayınlanmamış Rapor** s.13, Bolu.

⁶¹ BOLU D.S.İ. - 2010 : Yayınlanmamış Rapor Bolu.

Mudurnusuyu

Mudurnu ilçe merkezinin 20 km kadar kuzeydoğusundaki dağlardan kaynaklanır. Belirli bir kaynağı yoktur, küçük kaynaklardan ve yan derelerden beslenir. Aslında Bolu Ovası girişinde Büyüksu'ya karışan bir koldur ancak bu yakınlardan çevrilerek Gölköy barajına aktarılmıştır. Yağış alanı 124 km², ortalama yükseltisi 745 m dir. En yüksek akım Nisan'da 4,7 m³/sn, en düşük akım Ağustos'ta 0,57 m³/ sn dir. Ortalama su seviyesi en yüksek Nisan'da 80 cm, en düşük Ağustos'ta 27 cm ölçülmüştür⁶².



Foto 15 : Mudurnusuyu'nun Gölköy Yakınlarından Bir Görünümü

Borazanlar Deresi

Bolu İli At Yaylasında toplanan sularla başlayan Borazanlar Deresi, Küçükberk Mahallesinde Büyüksu'ya karışmaktadır.

⁶² YUSUF, T. - 2003 :. **Bolu İl Gelişme Planı Çevre ve Mekansal Yapı Bolu Valiliği** s. 54, Bolu.



Foto 16 : Borazanlar Deresi'nin Sümer Mahallesi'nden Bir Görünümü

Kuruçay Deresi

Bolu İli Yakuplar Yaylasından başlayan Kuruçay, Ovacık Mahallesi sınırlarında Büyüksu'ya karışmaktadır.

Düdüklü Deresi

Bolu İli Bozcaarmut ve Yukarıbaltalı Köyleri sınırlarından doğan ve genel olarak kaynaklarla beslenerek başlayan Düdüklü Deresi; Kuzören Deresine oradan da Büyüksu'ya karışmaktadır⁶³.

⁶³ BOLU D.S.İ. 2010 : Yayınlanmamış Rapor Bolu.

B - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki Göller

Abant Gölü

Abant Gölü Bolu'nun 34 km güneybatısında Abant Dağları üzerinde tabii bir göldür. Büyük bir heyelân kütlesi Abant suyu vadisinin önünü tıkamış ve bu suretle vadinin kaynak kollarının bulunduğu kısmı aşağı çığırından ayıran bir baraj teşekkül etmiştir. Abant Gölü suları bu baraj arkasında birikmesi neticesinde meydana gelmiş ve kaynak kolları olgun vadileri boyunca yığılması neticesinde meydana gelmiştir⁶⁴.

Abant Gölüne Ankara – İstanbul D-100 Karayolunun ve TEM otoyolunun 203. km'sinden ayrılan 22 km'lik asfalt yol ile ulaşılmaktadır. Bolu'ya 34 km, Ankara'ya 225 km, İstanbul'a 258 km uzaklıktadır. Alanı 125 hektar olan gölün denizden yüksekliği 1325 m dir. Yeraltı suları ile beslenir. En derin yeri 18 m, ortalama 10-15 m derinliktedir. Abant Gölü ve Çevresi'nin bitki zenginliği, ayrıca büyük bir açık hava rekreasyon potansiyeline sahip bulunması nedeniyle yörenin 1150 hektarlık bölümü, 1988 yılında "Tabiat Parkı" olarak koruma altına alınmıştır. Çevresi 7 km olan ve yılın her ayı ayrı güzelliklere sahip bulunan gölde; piknik, kamping, sportif olta balıkçılığı, yürüyüş, bisikletle, faytonla, atla gezinti vazgeçilmez aktivitelerdir. Park girişinde bulunan satış reyonlarında ise bölgede doğal olarak üretilen gıdalar ve hediyelik eşyalar satılmaktadır. Göl çevresi zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Sarı ve karaçam, kayın, meşe, kavak, dişbudak, gürgen, söğüt, ardıç ağaçları ve ormangülü, ılgın, fındık, muşmula, papazkulahı, alıç, çobanpüskülü, kuşburnu, eğrelti, böğürtlen, çilek, nane, ahududu, sarmaşık, ısırgan, atkuyruğu ve çayır otları başlıca ağaç ve ağaççıkları oluşturur. Gölün kenarları çeşitli su bitkileriyle ve nilüferlerle doludur. Abant Gölünün etrafında yükselen yamaçlarda ise Abant Çiğdemi (*Crocus Abantensis*) endemik olarak bulunmaktadır. Gölde bulunan ve endemik bir tür olan Abant Alabalığı (*Salmo Trutta Fario Varyette Abanticus*) olarak literatüre geçmiştir. Balık meraklıları yılın belirli zamanlarında, ücret ödeyerek olta ile balık avlayabilmektedirler⁶⁵.

⁶⁴ ERİNÇ, S., BİLGİN, T., BİLNER, M. – 1961 : **Abant Gölü'nün Menşei Hakkında** İst Üni. Coğ. Ens. Dergisi sayı 12 cilt: 6 s. 184-187, İstanbul.

⁶⁵ http://www.bolu.gov.tr/xcontent.aspx?id=abant_tabiat_parki&c=02&f=09 20.1.2011



Foto 17 : Abant Gölü’den Bir Görünüm



Foto 18: Abant Gölü’nden Çıkan Abantsuyu Görüntüsü

Gölköy Baraj Gölü

Bolu'nun 10 km batısında, D.S.İ. tarafından Bolu Ovası'nı sulamak amacıyla yapılmış Mudurnusuyu ve Büyüksu Çayları üzerinde kurulu 2 regülatör ve bunlardan çıkan çevirme kanallarıyla su nakledilmesi suretiyle beslenir⁶⁶. Su seviyesi yüksek olduğunda alanı 185 hektarı bulmaktadır. Çevresi ormanlarla kaplı olan gölde çeşitli balık türleri vardır. Şehir merkezine yakınlığı ve ulaşım kolaylığı nedeni ile piknik yapmak ve olta ile balık avlamak isteyenler tarafından yaz aylarında çok rağbet görmektedir. Bolu İli'ne içme, kullanma ve Bolu Ovası'na sulama suyu temini, buradan sağlanır. Göl rekreasyon tesis ve alanları ile ziyarete gelenlerin dinlenme, eğlenme, piknik gibi rekreatif faaliyetlerini karşılamaktadır. Gölköy Barajı sulama amaçlı kullanılmakta iken 01/08/2005 tarihli Başbakanlık Olur'u ile %30'unun içme suyu hissesi olarak belirlenmesi nedeniyle Bolu'da içme suyu temin amaçlı kullanılmaktadır.



Foto 19 : Gölköy Göleti'nin Üstten Görünümü

Kaynak : <http://www.turkish-media.com/forum/topic/179333-bolu-golkoy-baraj-golu> 01.12.2012

⁶⁶ BOLU TARIM İL MÜDÜRLÜĞÜ -1998: **Çalışma Raporu** s. 5, Bolu.

Gölcük Göleti

Bolu'nun 13 km güneyinde ormanlar arasında suni olarak yapılmış küçük ve şirin bir set gölüdür. Göle ulaşım şehir merkezinden kalkan Seben ve Kıbrıscık ilçe minibüsleri ile sağlanabilir. Yaz aylarında ise Kaplıca Birlik tarafından seferler düzenlenmektedir. Yükseltisi 1206 m olan gölün alanı 4,5 hektar, çevresi 1.300 m dir. Etrafı sarıçam ve göknar ağaçları ile kaplı gölün her mevsim görüntüsü muhteşemdir. Doğanın olağan üstü güzelliğiyle kaplı olan gölün hemen kenarında Orman Bakanlığı'nın misafirhanesi olan bir ev bulunmaktadır. Gölün etrafında bu tesisten başka kır gazinosu adıyla bir restaurant vardır. Göl ve etrafı “Orman İçi Dinlenme Yeri” olarak Milli Parklarca koruma altındadır. Gölün çevresine araçla girilmemektedir. Gölde yılın belirli zamanlarında ücret karşılığı sportif olta balıkçılığı yapılabilmektedir⁶⁷.



Foto 20 : Gölcük Göleti'nin Kış Mevsiminden Bir Görünümü

⁶⁷ http://www.bolu.gov.tr/xcontent.aspx?id=abant_tabiat_parki&c=02&f=09 20.1.2011

İKİNCİ BÖLÜM

BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE

DOĞAL ÂFETLER

Gerek iç dinamik gerekse dış dinamik amillere bağlı olarak meydana gelen doğal olaylar kendi işleyişi içinde doğaldır.

Volkanik faâliyet, Deprem, Heyelân, Kaya Düşmeleri, Sel karakterli akışlar, Su baskınları, Erozyon ve Sedimentasyon, Şiddetli kasırgalar, Kum fırtınaları, Şiddetli soğuk ve sıcaklar, Uzun süreli yoğun sisler, Donma hâdisesi gibi. Bunlar jeolojik zamanlar boyunca şiddet derecesi değişmekle birlikte sürekli ya da periyodik olarak vukû bulmuş ve hâlen devam etmektedir. Doğal dengenin tesisi için gerekli olan bu olaylar insan ve eserlerine zararlı olduğu ve bunları önlemede çaresiz kalındığı zaman âfet adını almaktadır. Volkanik faâliyet meskûn sahaları tehdit ediyor insan ve eserlerine zarar veriyorsa magmanın Yeryüzündeki bu aktivitesi doğal âfet olarak nitelendirilmektedir. Buna mukabil volkanik faâliyet insanın henüz yeryüzünde görülebildiği jeolojik mazide ya da bugün ıssız çöllerde Okyanus ortasında bulunuyorsa doğal âfet olarak değerlendirilmez⁶⁸. Bu çalışmada Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde vuku bulan veya oluşma ihtimâli yüksek olan doğal âfetler üzerinde durulmuştur. Bunlar deprem, sel, heyelân, orman tahribi, kuraklık, erozyon dur. Nitekim bu havzada vukua gelme ihtimali olmayan, ya da çok düşük olan doğal âfetler üzerinde durulmamıştır. Örneğin şiddetli kasırgalar çöl fırtınaları, volkanik faâliyetler gibi.

⁶⁸ SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : **Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji İle Hidrolojinin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri** Gonca yayınevi Cilt. 1. s. 423, İstanbul.

I - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE DEPREMLER

Yer kabuğunun ani olarak az veya çok şiddetli, sarsıntısına deprem denildiği bilinmektedir. Bu doğal bir olaydır. Sarsıntının şiddet derecesi, ya da magnitud'ü ne olursa olsun, etki alanı meskûn sahalar dışında kalıyorsa insan ve eserlerine, onun faydalandığı yerüstü ve yeraltı zenginliklerine zarar vermiyorsa depreme doğal âfet gözüyle bakılmaz. Ancak deprem, insan ve eserlerini tehdît ederek mal ve can kaybına sebep oluyorsa doğal âfet olarak nitelendirilir⁶⁹. 1960 lı yıllara kadar depremin neden meydana geldiği pek bilinmiyordu. Ancak levha tektoniği kuramının ortaya atılmasıyla depremlerin oluş nedenleri hakkında insanlar daha fazla bilgiye ulaştı. Tarihsel araştırmalar göstermiştir ki deprem bölgelerinde her yüzyılda bir ya da iki yıkıcı depremler meydana gelmektedir⁷⁰.

Bilindiği gibi Kuzey Anadolu Fayı, Bolu Ovası'nın güney kenarını kat etmektedir. Bugün Kuzey Anadolu Fayı'nın her an büyük depremlere neden olabilecek etkinlikte olduğu tüm yerbilimcilerce kabul edilmektedir⁷¹.

Bolu Havzası 1. Derecede Tehlikeli Deprem Bölgesinde olup Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin etkisi altındadır. Tarihsel dönemlerde yıkıcı depremlere marûz kalan Bolu İli'nde son yüzyılda ağır hasâra yol açan 1944 M= 7.2 Gerede Depremi, 1944 M= 5.6 Mudurnu Depremi, 1957 M= 7.1 Abant Depremi, 1967 M= 7.1 Mudurnu Depremleri meydana gelmiştir. 1999 yılında Marmara bölgesini etkileyen Marmara ve Düzce Depremi Bolu'da önemli hasâra yol açmıştır⁷².

1. Derece Deprem Bölgesi ve Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde yer alan Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde meydana gelen bazı depremler önemli kayıplara neden olmuştur.

Nitekim; 1944 tarihli 7.2 şiddetindeki Bolu-Gerede Depreminde 3.959 kişi ölmüş, 20.865 bina yıkık ve ağır derecede hasâr görmüştür.

⁶⁹ SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : A.g.e. s. 423, İstanbul.

⁷⁰ BOLT, B. A., - 1998: **Depremler** Tübitak Popüler Bilim Kitapları s. 41-43, Ankara.

⁷¹ AKTİMUR, H. T., ATEŞ, Ş., ORAL, A., - 1986 : **Bolu Çevresindeki Deprem Zararlarının Azaltılmasına Yönelik Sismik Zonlama** Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 29, s. 44, Ankara.

⁷² <http://www.depremgov.tr/sarbis/Shared/Anasayfa.aspx> 12.05.2011

Havzada zemîni oluşturan malzeme, kentin kuzey yönünde sıkışık, güneye inildikçe gevşektir, yer altı suyu yüzeye yakındır. Az hasârlı ya da hasârsız pek çok deprem bilinmektedir. Nitekim; 1944 yılındaki depremde kentteki yapıların çoğu ağır hasâr görmüştür. Güneyde, Ilıcalardan geçen ve çok faâl olduğu bilinen fay hattının yakın etkisine uğramamak ve gevşek zemînli kısımlardan kaçınmak için kentin güneye doğru gelişmemesi, jeolojik yönden uygun ve gerekli olduğu görülmüştür⁷³.

1944 Bolu-Gerede Depremi sonucunda, Bolu Ilıca yolu üzerinde Ilıcadan 1 kilometre kuzeyde doğu istikametinde şosedan geçmiş ve yolun güney kısmını üç metre batıya itmiştir. Burada, Gerede’de olduğu gibi fayın kuzey tarafı bir metre kadar çökmüştür.

Yer sarsıntısı tahrîbâtı Gerede’de % 73 kadar olduğu hâlde Bolu’da % 27 kadar olması fayın Gerede’de şehrin içinden geçtiği hâlde Bolu’da dört kilometre kadar güneyde olmasından ileri gelmiştir. Zirâ Bolu’nun güney köyleri, bilhassa zikredilen faya yakın olanlar pekçoğu harab olmuşlardır. Sultan köy’de harab olmayan ev kalmadığı gibi birçok insan ve hayvan telefâtı da olmuştur. Bolu’nun 5 kilometre güneyindeki küçük Ilıcanın suyu depremde kesilmiş, lâkin iki hafta sonra eskisinden fazla gelmeğe başlamıştır. Gerede’de ise şehrin güneyindeki köyler nispeten az hasâr görmüşlerdir⁷⁴.

1957 tarihli 7.1 şiddetindeki Bolu-Abant Depremi’nde, 52 kişi ölmüş, 4.200 bina yıkık ve ağır derecede hasâr görmüştür.

17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen ve 7 ilimizi etkileyen 7.4 şiddetindeki Marmara Depreminde ise, o zaman Bolu’ya bağlı olan Düzce ve diğer ilçelerle birlikte 269 ölü, 1.164 yaralı verilmiş, 1.954 bina yıkık ve ağır hasâr görmüştür.

Yerine göre hafif sarsıntılarla başlayan ve bir anda proksizmal safhaya erişen sarsıntı, bu şok etkiden sonra replikler halinde hafıfleyerek sönükleşir ve duyulmaz olur. Şiddetli depremler (magnitüdü 7’den büyük depremler) den sonra 17 Ağustos

⁷³ http://www.bolu.gov.tr/documents/genel_bilgiler 30.3.2011

⁷⁴ TAŞMAN, C. - 1944 : **Gerede Bolu Depremi** Maden Tetkik Arama Dergisi Sayı: 31. s. 135, Ankara.

1999 Marmara Bölgesi Depremi'nde olduğu gibi replikler birkaç yıl ve daha fazla devam edebilmekte ve nihayet duyulmaz hale gelmektedir⁷⁵.

12 Kasım Depreminde meydana gelen can ve mal kaybı (12 Kasım 1999 tarihinde meydana gelen 7.2 şiddetinde merkez üssü Kaynaşlı olan depremde); Can kaybı olarak; 48 vatandaşımız yaşamını yitirmiş, 353 vatandaşımız ise yaralanmıştır. Mal kaybı olarak; 2.399 konut Ağır hasârlı, 6.002 konut Orta hasârlı olmak üzere, Toplam 8.401 konut kullanılamayacak duruma gelmiştir. 5.797 konutun ise hafif hasârlı olduğu tespit edilmiştir.

İşyerlerinde; 220 işyeri Ağır hasâr, 894 işyeri Orta hasâr, 1.029 işyeri hafif hasâr görmüş, 3.224 işyerinin ise hasârsız olduğu tespit edilmiştir. Toplam 1.114 işyeri kullanılamayacak duruma gelmiştir. Yine toplam 464 resmi kurum binası ile 1.017 konutluk lojman binaları değişik oranlarda hasârlar görmüştür⁷⁶.



Foto 21 : 1999 Depremlerinde (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri)
Hasar Gören Binaların Görüntüsü

Kaynak: <http://www.boluajans.com/forum/archive/index.php/thread-6051.html>

⁷⁵ SELÇUK BİRİCİK, A., KORKMAZ, H., - 2001 : **Kahramanmaraş'ın Depremselliği** Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı: 3, Cilt: 1, s. 54, İstanbul.

⁷⁶ BOLU VALİLİĞİ ÂFET VE ACİL DURUM MÜDÜRLÜĞÜ - 2010 : **Bolu Valiliği Âfet ve Acil Durum Müdürlüğü Deprem Brifingi** s. 3, Bolu.



Foto 22 : 1999 Depremlerinde (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri)
Yıkılan Bir Bina Görüntüsü

Kaynak : <http://www.boluajans.com/forum/archive/index.php/thread-6051.html>

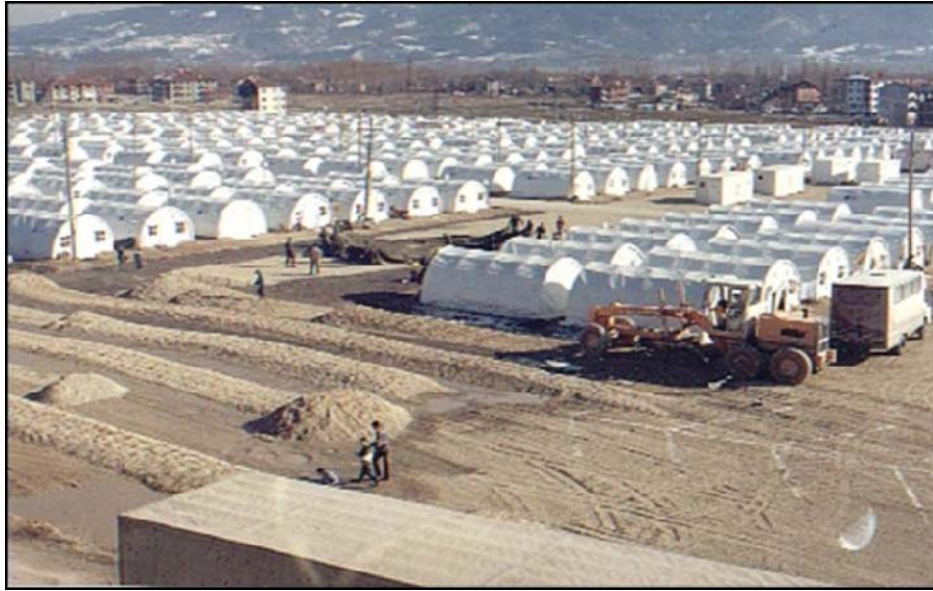


Foto 23 : Bolu'da 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce
Depremleri) Sonrası Kurulan Çadırların Görüntüsü

Kaynak: Bolu Valiliği İl Âfet ve Acil Bölge Müdürlüğü 1999 depremi
brifingi dosyasından



Foto 24 : Bolu’da 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası Kurulan Prefabrik Konutlar

Kaynak: Bolu Valiliği İl Âfet ve Acil Bölge Müdürlüğü 1999 Depremi Brifingi Dosyası



Foto 25 : 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası, Depreme Uygun Yapılan Kalıcı Konutlar



Foto 26 : 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri)
Sonrası Kalıcı Konutlarda Yapılan Deprem Anıtı

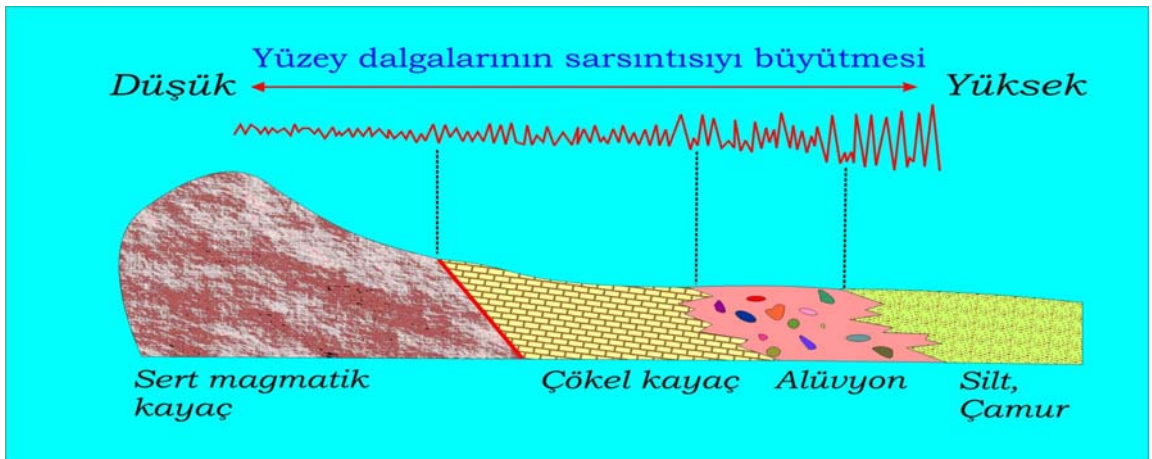
Bolu İli'nin kuzey ve güneyinde birbirinden farklı yaş ve kaya türlerinden meydana gelen kaya birimleri yüzeyler. Bu birimlerden Paleozoyik-Miyosen arasında meydana gelmiş bulunanlar Paleotektonik dönem kayaları olarak adlandırılır. Bolu civarı için söz konusu olmak üzere Kuzey Anadolu Fayı'nın meydana gelmeye başlamasıyla birlikte bu tektonik yapının kontrolünde meydana gelmiş olan ve başlıca Üst Pliyosen'den günümüze kadar meydana gelmiş olan birimler ise Neotektonik birimler olarak adlandırılır. Bolu İli büyük çoğunluğuyla bu Neotektonik dönem birimlerinden oluşan zemînler üzerinde yer alır⁷⁷.

Araziyi oluşturan formasyonların litolojik özellikleri ve bütünüyle zemîn tabiatı ile deprem şiddeti arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir. Nitekim bir bölgede depremin oluşturabileceği hasâr derecesinin çok çeşitli etkilere bağlı olarak değiştiği bunların başında ise deprem karakteristiği ve ayrıca arazinin jeolojik ve

⁷⁷ İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ. – 2001 : A. g. e., s. 33-45, Ankara.

jeomorfolojik özellikleri ile mühendislik yapılarının kalitesinin etkili olduğu bilinmektedir. Bunlardan zemîn, tabiatı olarak arazinin jeolojik yapısı ve jeomorfolojik karakterleri ayrıntılı olarak incelenir ve elde edilen bilgiler mutlaka dikkate alınır. Genellikle homojen litolojik birimlerden oluşan sağlam zemînler depremi aynen iletirken, yumuşak ve gevşek dokulu, ıslak zemînler deprem şiddetini 2-3 derece arttırmaktadır. Bir depremde rijit kayalık zemînler üzerine inşa edilen az katlı yapılar ile gevşek, yumuşak zemînler üzerine inşa edilen çok katlı yapılarda yüksek hasâr meydana gelmektedir. Çünkü depremde yer hareketleri, binaları da etkilemekte ve binalar kendine özgü salınım kazanmaktadır. Bina ve zemînin periyodu (bir gidip gelmesi) belirli bir süre içerisinde olur. Bu süre bina ve zemînin cinsine, binanın kat adetine, yüksekliğine bağlıdır. Binalar yükseldikçe periyotlar uzar. Örneğin tek katlı binada periyot 0,1 sn iken gökdelenlerde 1,5 sn kadardır. Binanın salınım periyodu ile zemînin salınım periyodu birbirine yakın olduğu durumlarda deprem hasârları beklenenin üzerinde gerçekleşebilmektedir⁷⁸. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi zemînlerini zemîn mukavemeti sınıflandırmasına göre olası bir depremde gösterecekleri tepkilere göre sınıflandırmak mümkündür.

Çalışma alanı zemîn mukavemetine göre 4 sınıfa ayrılmıştır. 1. Grupta sağlam zemînler yer almaktadır. 2.grupta orta derecede sağlam zemînler ayırt edilmiş. 3. Grupta zayıf zemînle, 4. Grupta da çok zayıf zemînler olarak sınıflandırılmıştır.



Şekil 14 : Farklı Zemîn Grupları Üzerinde Yüzey Dalgalarının Sarsıntıyı Büyütmesi⁷⁹.

⁷⁸ SELÇUK BİRİCİK, A., KORKMAZ, H., - 2001 : A.g.e., s. 54, İstanbul.

⁷⁹ Prof. Dr. Şükrü Ersoy

1. Grup Sağlam Zemînler; Masif volkanik kayaçlar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayaçlar yer alır. Çok sıkı kum çakıl set, kil ve şistli kil unsunlar dan oluşur⁸⁰. Genel olarak çalışma alanının kuzey kesimi Abant Gölünün güneyi ve Bolu Ovası'nın güney doğu kesiminde yer alır⁸¹. Bu alandaki yerleşim birimleri; Kürkçüler, Ağaççılar, Çömlekçiler, Bakırlı, Hamzabey, Musluklar, Banaz, Müstahkimler, Değirmenderesi, Değirmenbeyliği, Bağışlar, Semerciler, Avşar, Merkezler, Kayabaşı, Kayranlar, Güneygökçesu, Elemen, Turnaköy, Yukarıçamlı, Saraycık, Bürnük, Kuzörendağlı yer alırlar.



Foto 27 : Kürkçüler Mahallesi'nde 1. Derecede Sağlam Zemînde Yapılan Konutlar

2. Grup Orta Derece Sağlam Zemînler; Tüf ve alglomera gibi gerçek volkanik kayaçlar ve süreksizlik düzlemi bulunan ayrışmamış çimentolu tortul kayaçlardan oluşmaktadır⁸². Bu grub Üst Kamriyen Alt Eosen dönemine ait

⁸⁰ TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ – 2002 : **Bolu İli Coğrafi Bilgi Sistemi (BCBS) Temel Katmanların Kurulması ve Yerleşmeye Uygunluk Belirlenmesi** s. 16, Kocaeli.

⁸¹ TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ – 2002 : A.g.e., s. 16, Kocaeli.

⁸² TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ – 2002 : A.g.e., s. 16, Kocaeli.

formasyonlar bulunur⁸³. Bu alandaki yerleşim birimleri; Örencik, Sefa, Mangırlar, Feruz, Keçikıran, Güneyfelakettin, Topardıç, Ketenler, Belkaraağaç, Dereceören, Pelitçik, Kuzfındık, Saççılar, Güvem, Piroğlu, Yenisefa, Akçaalan, Baltalı, Kolköy, Kırha, Yuva, Çanakçılar, Afşar, Ericek, Küplüce, Kayışlar, Emirler, Kadılar, Mesçiler, Çobankaya, Yakabat, Musluklar, Hamzabey, Çukurören, Kozlu, Kızılağıl dır.

3. Grup Zayıf Zemînler; Yumuşak süreksiz düzlemleri bulunan çok ayrıışmış metamorfik kayaçlar ve çimentolu tortul kayaçlardan oluşmaktadır. Bu alanda orta sıkı kum, katı kil ve şistli kil yer alır⁸⁴. Bu alanda ki yerleşim birimleri; Çepni, Avdan dır.



Foto 28 : 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası 4. Derecede Sağlam Zemînde (Bolu Şehir Merkezi'nde) Yıkılan Bir Bina Görüntüsü

Kaynak : <http://www.boluajans.com/forum/archive/index.php/thread-6051.html>

4. Grup Çok Zayıf Zemînler; Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak kalın alüvyonları, gevşek kum, yumuşak kil şistli kil den müteşşekkil zemînlerden

⁸³ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 15, Ankara.

⁸⁴ TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ – 2002 : A.g.e., s. 16, Kocaeli.

oluşur⁸⁵. Bu alan Bolu Ovası'nın orta kesimlerini oluşturmaktadır. Bolu şehir merkezi yerleşmesinin bulunduğu alan 4. Gruptaki çok zayıf zemînler grubu içerisinde yer almaktadır. Depremde fazla hasârın olacağı alanlar bu alanlardır. Bu alandaki yerleşim birimleri; Elmalık, Yeşilköy, Yolçatı, Ömerler, Gölky, Karaköy, Paşaköy, Çampınar, Köprücüler, Hıdırşeyhler, Çayırköy, Dodurga, Berk, Ilıcakınık, Okçular, Çamyayla, Demirciler, Çaygökpınar, Örencik, Ovadüzü, Karaağaç, Ahmetler, Tatlar, Alıç ören, Çatakören, Aşağıçamlı, Yukarıçamlı, Karamanlar , Rüzgarlar, Afşar, Baltalı,



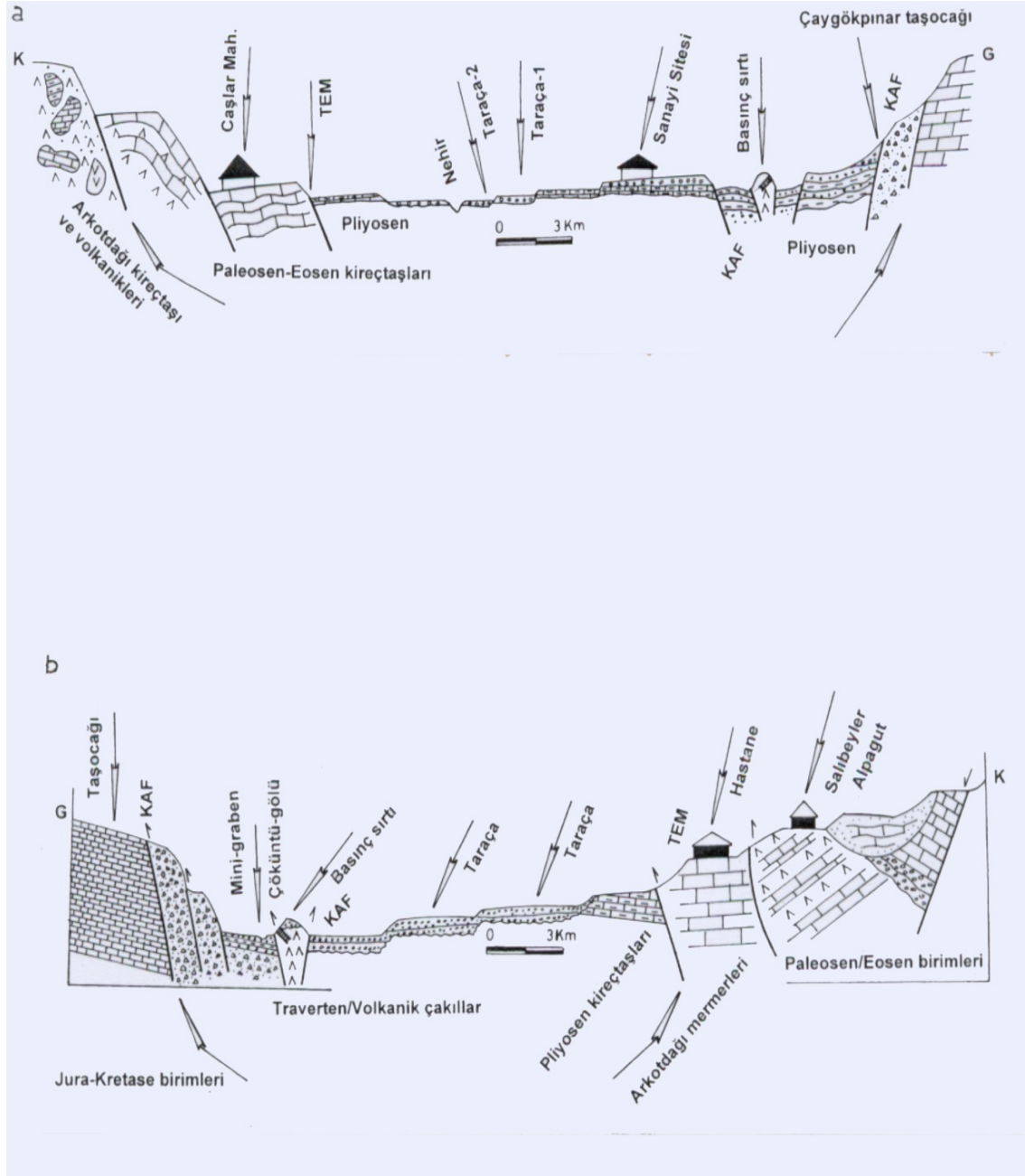
Foto 29 : Bolu'da 1999 Depremleri (17 Ağustos Marmara ve 12 Kasım Düzce Depremleri) Sonrası Görüntü

Kaynak : [Http://Www.Boluajans.Com/Forum/Archive/Index.Php/Thread-6051.Html](http://Www.Boluajans.Com/Forum/Archive/Index.Php/Thread-6051.Html)

Bilindiği gibi Kuzey Anadolu Fayı Bolu Ovası'nın güney kenarını kat etmektedir. Bugün Kuzey Anadolu Fayı'nın her an büyük depremlere neden olabilecek etkinlikte olduğu tüm yerbilimcilerce kabul edilmektedir. Bolu Havzası ve Çevresi'ni etkileyecek olan Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde meydana gelecek olası büyük depremlerin magnitüdlerinin 7.3 veya daha büyük olabileceği vurgulanmış, depremin

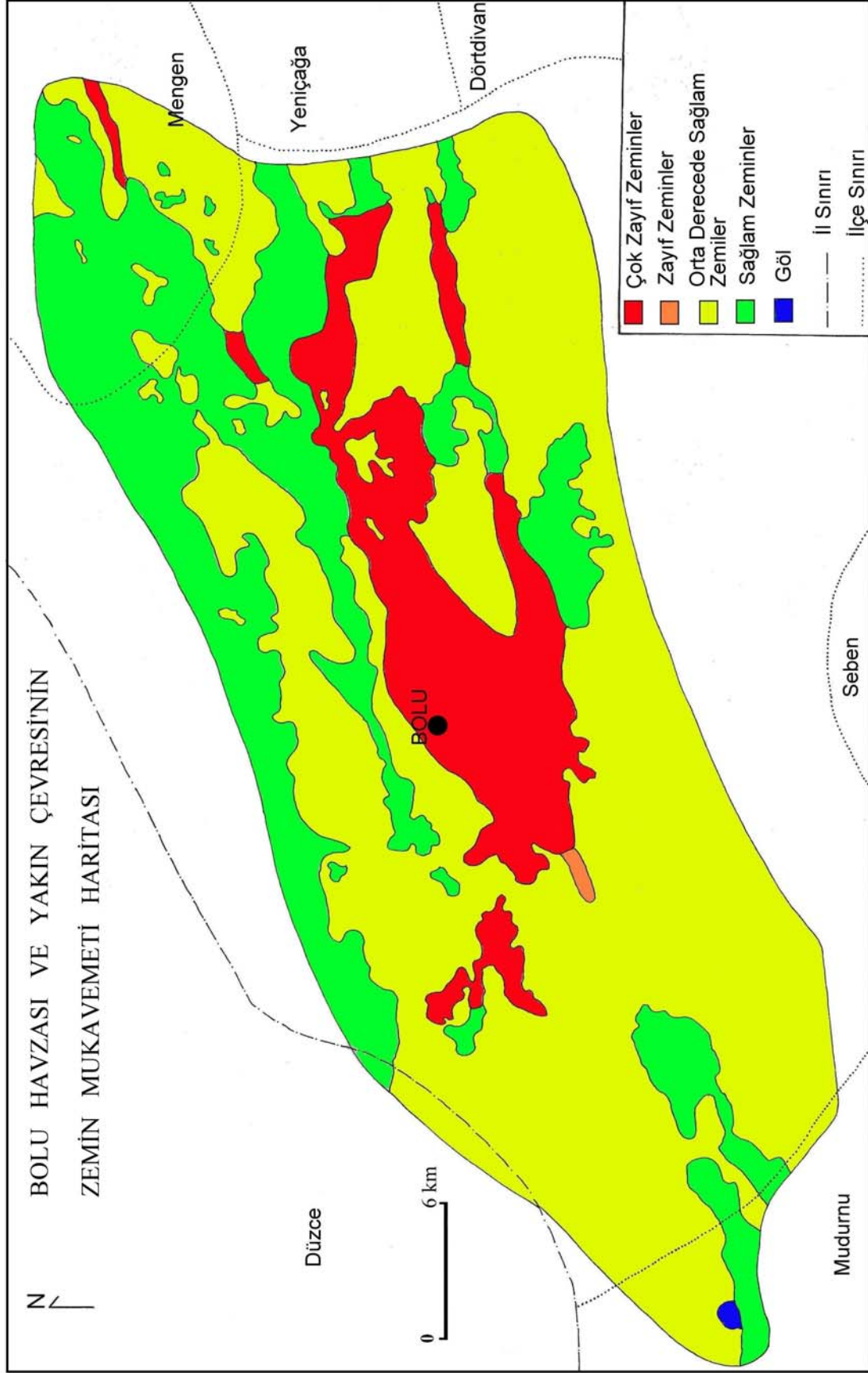
⁸⁵ TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ – 2002 : A.g.e., s. 16, Kocaeli.

merkez üssünün ise diri fay düzlemi üzerindeki her noktanın olabileceği kabul edilmiştir⁸⁶.



Şekil 15 : a) Bolu Havzası'nın Musluklar-Çaygökpınar, b) Kürkçüler-Çaygökpınar Arasında Uzanan Enine Jeolojik Kesitleri (DEMİRTAŞ, R. - 2000 s. 97 Göre ; Gökten Vd. 1998)

⁸⁶ AKTİMUR, H. T., ATEŞ, Ş., ORAL, A. - 1986 : **Bolu Çevresindeki Deprem Zararlarının Azaltılmasına Yönelik Sismik Zonlama** Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 29, s. 44-47, Ankara.



Şekil 16 : Bolu Havzası ve Yakın Çevresi Zemin Mukavemeti Haritası

Kaynak : Bolu Valiliği CBS Merkezi Arşivinden Temin Edilerek Tarafımızdan Yeniden Düzenlenmiştir

A - Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Özellikleri

Kuzeyde Asya-Avrupa levhası ile güneyde Anadolu levhacığını birbirinden ayıran Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), yaklaşık uzunluğu 1200 km olan doğrultu atımlı bir fay sistemi olup ülkemizin en önemli tektonik yapılarından biridir. Bolu Havzası bu fay üzerinde bulunmaktadır. KAFZ Bolu'nun batısında iki kola ayrılmıştır. Güneydeki kol ise Dokurcun'un batısında tekrar iki kola ayrılmıştır⁸⁷.

Kuzey Anadolu Fay kuşağı Bingöl, Karlıova, Ezincan, Suşehri, Niksar, Ladik, üzerinden gelen bu fay kuşağı; Gerede, Yeniçağa, Karacasu ve Abant hattı ile çalışma arazisinin ortasından geçerek, Dokurcun yakınından Sakarya iline girer. Batıya doğru Marmara üzerinden Saroz körfezine kadar uzanan bu ana fay kuşağının kollarından biri Akyazı'nın 5 km kadar güneyinden ana faydan ayrılır. Fay doğuya doğru Karadere Gölyaka, Efteni Göl, Düzce Beydibi Beldesi ve Kaynaşlı'dan geçerek Bolu İlinin 10 km kadar batısından Elmalık köyü yakınlarında sona erer⁸⁸.

Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) nun oluşumu; Orta Miyosen'den itibaren devam eden sıkışma, Erken Pliyosen'den itibaren batıya doğru kaçan Anadolu bloğunu kuzey ve güneyden sınırlayan Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) oluşmasına neden olmuştur. Böylece Türkiye'de Neotektonik dönem, Erken Pliyosen'in sonlarına doğru başlamıştır. Bölgede ise " Neotektonik dönem ", Geç Pliyosen'de başlayıp günümüzde hâlen sürmekte olan dönemi temsil eder. Bu nedenle Neotektonik dönem, bu dönemde bölgeyi boydan boya kateden KAFZ'nun meydana gelmesi ve etkinliği yüzünden çok önemlidir. Bu dönemdeki önemli yapısal unsurlar, KAFZ ile ilgili KD-GB ve KB-GD yönelimli doğrultu atımlı faylar ile bunlara bağlı olarak gelişmiş eğim atımlı normal faylardır⁸⁹.

B - Bolu Havzası ve Çevresi'ndeki Tektonik Birlikler ve Faylar

Bolu Havzası'nın Fay Takımı'nın en önemli fayları, Havzanın güneyinde; Karalar Fayı (KLF), Çaygökpınar Fayı (ÇGF), Üçtepeler Fayı (ÜF), Karacasu Fayı (KCF) ve Sultanbey Fayı yer alır. Kuzeyinde ise; Caşlar Fayı (CF), Çakmaklar Fayı

⁸⁷ ÖZMEN, B. - 2000 : A. g. e., s. 1-14, Ankara

⁸⁸ YUSUF, T. -2003 : A. g. e., s. 56, Bolu.

⁸⁹ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 60, Ankara.

(ÇF), Alpagut Fayı (AF) ve Kürkçüler fayı (KÜF) dır. Doğu kesiminde Bolu Mengen Fay Takımlar (BMF), Yenicepınar Fayı (YPF), Ocuklar Fayı (OF), Çalcatepe Fayı (ÇTF) ve Çatakhay Fayı (ÇF) bulunur. Havzanın batısında Bolu Abant Fay Takımları (Yenice Fayı (YF), Dereceören Fayı (DF)) yer alır. Aşağıda bu fay takımları özelliklerine ve bulundukları bölgelere değinilmiştir.

1 - Bolu Havzası'nın Güney Kesimindeki Faylar

Karalar Fayı (KLF)

İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Kındıra ve Berkgökpınar köyleri arasında uzanan fay, Karalar Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, KLF). Fay, bir fay vadisi oluşturarak Karalar Mahallesi'ni geçer. Karalar Mahallesi'nin güneyinde 1944 depremine ait birkaç cm'lik fay diklikler saptanmıştır.

Çaygökpınar Fayı (ÇGF)

Çaygökpınar, Demirciler, Mesciler ve Karacasu arasında uzanan fay, Çaygökpınar Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, ÇGF). Fay, Çaygökpınar köyü yakınında kuzeye doğru 1 km genişlikte bir sıçrama yaparak, Bolu Ovası güneyindeki alüvyonların içinden geçer. Fay, köyün batısında, Bolu Havzası'nı sınırlayan güneydeki dağ eteklerinden kuzeye doğru birbirine paralel ikincil faylar şeklinde ovanın içlerine doğru ilerler.

Üçtepeler Fayı (ÜF)

Bu fay, Öztürk vd. (1984) tarafından haritalanmış; ancak adlandırılmamıştır. İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir, Çaygökpınar Deresini izleyerek batıya doğru, Hacıbeyler Mahallesi ve Nuhlar köyü arazisinden geçerek Üçtepeler'e kadar devam eden fay Üçtepeler fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, ÜF). Bolu Şehir Merkezi'nin güneyinde, Üçtepeler mevkiinde fay birbirinden ayrılır ve tepeler'in iki tarafından geçerek D-B doğrultulu basınç sırtları oluşturur.

Karacasu Fayı (KCF)

Öztürk vd. (1984) tarafından Karacasu Fay'ı olarak adlandırılmıştır (Şekil 18, KCF). Bu fay doğuda Karacalar ile batıda Sultanbey köyleri arasında uzananır. Fay, Üçtepeler mevkiinden sonra Karacasu'nun hemen 100 m kuzeyinden geçer. Ilıca köyünde, fay izi boyunca sıcak su kaynakları çıkmaktadır. Ilıca'nın 1 km batısında, Gürcüler köyü'nün 50 m kuzeyinde fay, su kanalı ve iki kenarında dizilmiş kavak ve söğüt ağaçlarını yaklaşık 2.5 m sağ yanal olarak ötelemiştir. Bu yerdeğiştirme, 1944 deprem izi üzerinde olmuştur.

Sultanbey Fayı (SF)

Bu fay; Öztürk vd. (1984) tarafından sâdece 1944 Depremi izi olarak haritalanmış ve adlandırılmamıştır. İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir ve Sultanbey köy ile Çepniköy arasında uzanan fay, ayrıntılı olarak incelenerek Sultanbey Fay'ı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, SF). Fay, Gürcüler'den Sultanbey'e kadar olan kesimde tarım arazisi içinde yer almış ve fay çizgisinin tanımlanmasını güçleştirmiştir. Fay, Sultanbey ile Çepniköy arasında birkaç metre yükseklikte belirgin fay dikliği oluşturarak uzanmaktadır.

2 - Bolu Havzası'nın Kuzey Kesimindeki Faylar

Bolu Havzası'Kuzeyindeki Faylar Öztürk vd. (1984), Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın kuzeyindeki en önemli faylar, sırasıyla; Caşlar Fayı (CF), Çakmaklar Fayı (ÇF), Alpogut Fayı (AF) ve Kürkçüler Fayı (KÜF)'dir.

Alpagut Fayı (AF)

Bu fay ilk kez Öztürk vd. (1984) tarafından haritalanmış fakat adlandırılmamıştır. Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın kuzey kenarının KB'sında TEM Otoyolu'nun kenarında, Alpogut köyü içinden geçen KD-GB doğrultulu fay, Alpogut Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, AF).

Kürkçüler Fayı (KÜF)

Bu fay, ilk kez Öztürk vd. (1984) tarafından haritalanmış fakat adlandırılmamıştır. Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın KB'sında, Kürkçüler mahallesi Ağacli köyü arasında uzanan ve Alpagut fayına paralel olan bu fay, Kürkçüler Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, KÜF).



Foto 30 : Kürkçüler Batısındaki Taş Ocağında Faylanmaya Bağlı Olarak Meydana Gelmiş Çatlak ve Yarık İzleri

Fay izi boyunca gözlenen Arkotdağı Karmaşığı mermerleri içerisinde bir taşocağı açılmıştır. KD-GB yönlü bir sıkıştırma gerçekleştirtir. Bu nedenle, bu faylar da KAFZ ile ilgili olmayıp paleotektonik dönemin (Alt-Orta Eosen) ürünleri olarak ortaya çıkmışlardır.

Caşlar Fayı (CF)

İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın KD'sunda, Batıda Aşağı Hamza köyü ile doğuda Caşlar Mahallesi arasında birkaç km uzunlukta D-B doğrultulu verrev atımlı normal fay Caşlar Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, CF).

Çakmaklar Fayı (ÇF)

Bu fay ilk kez Öztürk vd. (1984) tarafından haritalanmış ve Çakmaklar Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, ÇF). Bolu'nun kuzeyinde Çakmaklar mevkiinden başlayıp TEM Oto yolu kuzeyinde Fasıl mevkiine kadar uzanmaktadır. Fay normal fay özelliği göstermektedir. Fay izi boyunca gözlenen tabakalı Paleosen serisi içinde bir taşocağı açılmıştır. Serinin tabanında moloz akmasıyla oluşmuş ofiyolitik çakıllı konglomeratik birim bulunmaktadır. Serinin üzerine kireç tabakaları, aralarda ise kireçtaşı, kumtaşı ve çakıltası katmanları yer almaktadır⁹⁰.

3 - Bolu Havzası'nın Doğu Kesimindeki Faylar

Bolu - Mengen Fay Takımı (BMF)

İlk kez Öztürk vd. (1984) tarafından haritalanmış ve detaylı olarak incelenmiştir. Fakat Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Fay doğrultu atımlı fay özelliği göstermektedir.

Çok az düşey hareket bileşenine sahip faylardır. Fay atım vektörü doğrultuya hemen hemen paraleldir. Faylar tipik olarak yüksek eğimli veya düşey dir. Bu fay Sultanbey civarında ana faydan ayrılarak KD'ya doğru bir çok kırıklı yapılar ile Büyüksu Vadisi boyunca uzanmaktadır. Fay Gökçesu'dan Mengen'e ve Mengen Çayı boyunca devam etmekte oradanda, Eskipaza doğru uzanmakta (Şekil 17, BMF).

Fay, Bolu Havzası içinde Pliyo-Kuaterner yaşlı havza dolgu çökelleri ile örtüldüğü için izlenmesi güçleşmektedir. Ancak, hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinde fayın çizgiselliği belirgin olarak gözlenmektedir. Fay, Havza kuzeydoğusunda, Büyüksu deresi boyunca Arkotdağı Karmaşığı ile Pliyo-Kuaterner yaşlı üst seki çökelleri arasındaki dokunağı oluşturur. Fay, kuzeydoğuya doğru, Kocasu deresi ve Bolu Çayı boyunca Lütésiyeen yaşlı birimlerle ile Arkotdağı Karmaşığı ve Paleosen yaşlı birimleri yanyana getirmiştir. Fay, Mengen Çayı boyunca ise Lütésiyeen yaşlı birimler ile Arkotdağı Karmaşığı arasındaki dokunağı izleyerek Mengen'e doğru devam eder. Bolu-Mengen arasında 30-50 km uzunlukta olan Bolu-Mengen Fayı, izleyen bölümde

⁹⁰ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 61-69, Ankara

bahsedileceği üzere Bolu Havzası'nın oluşması ve şekillenmesinde önemli rol oynamıştır.

Yenicepınar Fayı (YPF)

İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın iç kesiminde, ana fay izinin 3 km kuzeyinde, Tropiröntgen fabrikasının hemen arkasında uzanan fay Yenicepınar Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, YPF).

Ocuklar Fayı (OF)

Havzanın KD'sunda, KAFZ'nu ana hattının yaklaşık 8 km kuzeyinde, Ocuklar köyü yakınında uzanan fay Ocuklar Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, OF).

Çalcatepe Fayı (ÇTF)

İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın kuzeydoğusunda, KAFZ'nun ana izinin hemen kuzeyinde Çaydurt yakınlarında, Bolu Çimento Fabrikası'nın hemen arkasında, Çalca Tepe boyunca uzanan fay Çalcatepe Fay'ı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, ÇTF).

Çatakhan Fayı (CHF)

İlk kez Demirtaş (2000) tarafından isimlendirilmiştir. Bolu Havzası'nın kuzey kenarının KD sınırında, Ocuklar Taşocağı'nın bir kaç km doğusunda, uzanan D-B doğrultulu fay Çatakhan Fay'ı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, CHF).

4 - Bolu Havzası'nın Batı Kesimindeki Faylar

Bolu - Abant Gölü Fayları

Bu Fay Takımı Öztürk vd. (1984), Demirtaş (2000) tarafından haritalanmış ve detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca TÜBİTAK MAM tarafindanda 1/25000 ölçekli haritalar ile CBS yöntemiyle haritalanmıştır. Birçok fay kırığından meydana gelmektedir. Ancak bunlar içerisinde en düzenli ve belirgin uzantı gösteren Yenice Fayı ve Dereceören Fayı'dır.

Çepniköy'de, fay izi boyunca travertenler gözlenmiştir. Burada traverten oluşumları hala devam etmektedir. Fay, koyu renkli eski travertenleri keserek ötelemiştir. Bu fay takımının en önemli fayları, Yenice Fayı ve Dereceören Fayı'dır⁹¹.

Yenice Fayı (YF)

Bu Fay Abant Gölü güneyinden GB KD istikametinde Mudurnusuyu'nu takip etmektedir. Fay, Bolu'ya yaklaşık 10 km mesafede olan Sultanbey Fayı'na kadar uzanmakta ve Suntanbey Fayı ile burada ayrılmakta. Fay belirgin olarak izlenmektedir (Şekil 17, YF).

Dereceören Fayı (DF)

İlk kez Öztürk vd. (1984) tarafından Dereceören Köyü'nün ortasından akan dereyi izleyerek Abant Gölü'nün 2 km kuzeyine kadar çok belirgin olarak izlenen fay, Dereceören Fayı olarak adlandırılmıştır (Şekil 17, DF). Bu kesimde fay, yaklaşık 8 km uzunlukta uzamış bir tepenin kuzey ve güney sınırını izler. Ana fay izi, bu sırtın güneyinden geçer ve bir fay düzlüğü oluşturur. Bu fay düzlüğünün 2 km'si boyunca 1944 deprem izi belirgin olarak gözlenmektedir⁹².

Tablo 18

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Hafif Depremler

($M < 4$ (3 - 4,2))

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Md	Ml	Ms
1	5/30/1957	13:07	40,62	31,78	10	4.3	4.3	4.2
2	5/30/1957	14:29	40,65	31,24	10	4.3	4.3	4.2

⁹¹ DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 70, Ankara.

⁹² DEMİRTAŞ, R. - 2000 : A. g. e., s. 72, Ankara.

Tablo 18'in devamı

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Md	MI	Ms
3	12/13/1964	14:09	40,70	31,00	10	4.3	4.3	4.2
4	12/17/1990	06:47	40,37	31,33	10	4.1	4	3.6
5	8/17/1999	05:53	41,00	31,12	10	4.2	4.1	3.9
6	8/17/1999	08:32	40,91	31,11	10	4.1	4	3.6
7	8/17/1999	09:36	40,90	31,09	23	4.2	4.1	3.9
8	9/6/1999	07:00	40,79	31,01	7	4	4	3.8
9	9/6/1999	19:44	40,77	31,11	10	4	4	3.8
10	11/12/1999	17:06	40,79	31,30	10	4.4	4.4	4.2
11	11/12/1999	17:13	40,86	31,02	10	4.3	4.2	4
12	11/12/1999	17:26	40,74	31,51	10	4.4	4.4	4.2
13	11/12/1999	17:52	40,88	31,15	10	4	4	3.6
14	11/12/1999	17:54	40,61	31,40	24	4	4	3.6
15	11/12/1999	17:57	40,86	31,60	10	4	4	3.7
16	11/12/1999	18:07	40,77	31,20	10	4.1	4	3.6
17	11/12/1999	18:10	40,89	31,50	10	4.1	4	3.6
18	11/12/1999	18:23	40,80	31,07	10	4.1	4	3.6
19	11/12/1999	18:24	40,50	31,60	10	4.1	4	3.6
20	11/12/1999	18:59	40,89	31,02	11	4.2	4.1	3.9
21	11/12/1999	19:05	40,68	31,34	9	4.2	4	3.7
22	11/12/1999	19:06	40,77	31,17	10	4.4	4.2	4

Tablo 18'in devamı

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Md	MI	Ms
23	11/12/1999	19:09	40,83	31,36	12	4	4	3.8
24	11/12/1999	19:15	40,78	31,47	10	4.3	4.2	4
25	11/12/1999	20:44	40,90	31,46	9	4.1	4	3.6
26	11/12/1999	20:53	40,81	31,47	5	4.2	4	3.7
27	11/12/1999	20:54	41,00	31,40	10	4.1	4	3.6
28	11/12/1999	21:24	40,65	31,06	8	4	4	3.8
29	11/12/1999	21:38	40,84	31,08	11	4.4	4.4	4.2
30	11/12/1999	21:42	40,84	31,20	7	4.1	4	3.6
31	11/12/1999	22:01	40,82	31,34	10	4	4	3.6
32	11/13/1999	00:14	40,83	31,41	10	4	4.1	3.9
33	11/13/1999	01:03	40,89	31,40	10	4.3	4	3.6
34	11/13/1999	03:57	40,72	31,44	10	4	4	3.6
35	11/13/1999	04:10	40,83	31,45	7	4	4	3.6
36	11/13/1999	08:02	40,81	31,05	8	4	4	3.6
37	11/13/1999	08:33	40,82	31,39	7	4.1	4.1	3.9
38	11/13/1999	09:59	40,80	31,00	6	4.2	4	3.7
39	11/13/1999	10:10	40,83	31,51	12	4.1	4	3.6
40	11/13/1999	18:43	40,83	31,50	10	4	4	3.6
41	11/14/1999	22:55	40,89	31,48	10	4	4	3.6
42	1/15/1999	16:26	40,81	31,07	11	4	4	3.6

Tablo 18'in devamı

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Md	Ml	Ms
43	11/17/1999	03:36	40,76	31,35	10	4	4	3.7
44	11/20/1999	08:44	40,86	31,46	9	4.1	4	3.6
45	11/21/1999	22:27	40,75	31,50	9	4.3	4.2	4
46	1/5/2000	14:10	40,85	31,24	3	4.1	4	3.7
47	4/1/2001	01:18	40,92	31,08	12	4.1	4	3.6
48	7/25/2003	07:21	40,89	31,53	8	4	4.1	4
49	31/01/2009	02:02	40.84	31.87	7.09	4	-	3
50	06/03/2009	09:32	40.81	31.59	2.42	4	-	3
51	17/08/2010	00:27	40.82	31.51	8.45	4	-	3
52	13/05/2011	22:13	40.82	31.63	3.67	4	-	3
53	13/05/2011	22:28	40.82	31.50	5	4	-	3.7

Tablo 19**Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Hafif Depremler****(M < 4 (4,3 - 4,8))**

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Md	Ml	Ms
1	4/27/1929	22:18	40,51	31,43	70	4.8	4.8	4.8
2	5/27/1957	07:05	40,84	31,17	80	4.7	4.7	4.7
3	5/28/1957	05:33	40,57	31,02	40	4.7	4.7	4.7
4	5/29/1957	08:47	40,72	31,04	20	4.7	4.7	4.7

Tablo 19'un devamı

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Md	Ml	Ms
5	3/28/1968	17:12	40,50	31,34	6	4.6	4.6	4.5
6	6/28/1979	21:22	40,78	31,85	10	4.3	4.7	4.7
7	8/17/1999	06:28	40,72	31,09	10	4.1	4.8	4.6
8	8/17/1999	09:02	40,81	31,14	10	4.4	4.6	4.4
9	8/29/1999	10:15	40,76	31,07	14	4	4.5	4.3
10	11/12/1999	17:16	40,82	31,01	9	4.6	4.7	4.6
11	11/12/1999	17:22	40,78	31,09	19	4.5	4.6	4.4
12	11/12/1999	18:14	40,74	31,33	10	4.5	4.6	4.4
13	11/12/1999	20:04	40,74	31,14	10	4.3	4.5	4.3
14	11/12/1999	22:20	40,84	31,36	25	4.1	4.2	4.4
15	11/13/1999	00:54	40,77	31,02	5	4.7	4.9	4.5
16	11/16/1999	17:51	40,73	31,59	5	4.9	5	4.6
17	11/17/1999	08:15	40,83	31,49	7	5	4.7	4.5
18	11/19/1999	19:59	40,83	31,02	9	5	5	4.4
19	1/20/2000	10:35	40,82	31,32	13	4.3	4.6	4.4
20	8/26/2001	00:41	40,98	31,54	6	5	4.8	5.1
21	4/13/2004	21:47	40,75	31,64	10	4.5	4.6	4.3

Tablo 20

**Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Orta Şiddette Depremler
(M = 4,9 - 5,4)**

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik(km)	Md	Ml	Ms
1	10/22/1905	03:42	41,00	31,00	27	5.1	5.1	5.2
2	2/1/1944	06:08	40,70	31,27	10	5	4.9	5
3	2/2/1944	03:33	40,74	31,44	40	5	5	5.1
4	4/5/1944	04:40	40,84	31,12	10	5.4	5.3	5.5
5	2/9/1945	02:28	40,50	31,20	30	4.9	4.9	4.9
6	11/12/1999	17:17	40,75	31,08	28	5.2	5.3	5.3
7	11/12/1999	17:29	40,70	31,47	11	5.2	5	5
8	8/26/2001	00:41	40,98	31,54	6	5	4.8	5.1

Tablo 21

**Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Yıkıcı Depremler
(M = 5,5 - 6,1)**

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik(km)	Md	Ml	Ms
1	4/5/1944	04:40	40,84	31,12	10	5.4	5.3	5.5

Tablo 22

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Çok Şiddetli Depremler

($M > 7$)

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik(km)	Md	Ml	Ms
1	5/26/1957	06:33	40,67	31,00	10	6.6	6.6	7.1

Tablo 23

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Büyük Âfet ($M > 7$)

	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik(km)	Md	Ml	Ms
1	11/12/1999	16:57:19.8	40,81	31,19	10	6.5	6.8	7.4

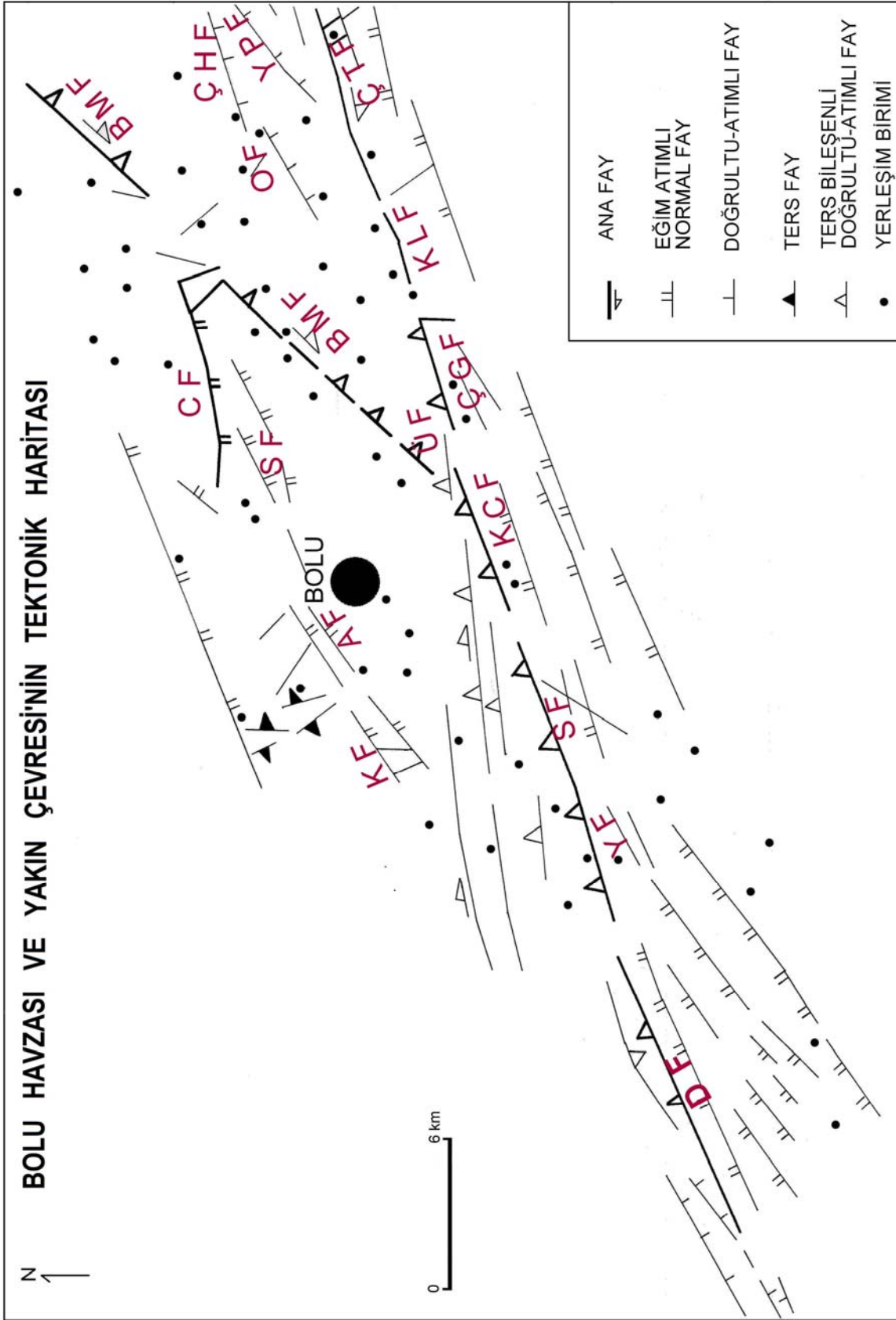
Kaynak: Başbakanlık Âfet Acil Durum Yönetim Başkanlığı Ankara, 2011.

M : Magnitüd

Md: Süreye Bağlı Büyüklük

Ml: Yerel (Lokal) Büyüklük

Ms: Yüzey Dalgası Büyüklüğü



Şekil 17 : Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Tektonik Haritası; Karalar Fayı (KLF), Çaygökpınar Fayı (ÇGF), Üçtepeler Fayı (ÜF), Karacasu Fayı (KCF), Sultanbey Fayı (SF), Caşlar Fayı (CF), Çakmaklar Fayı (ÇF), Alpagut Fayı (AF), Kürkçüler Fayı (KÜF) Bolu Mengen Fay Takımları (BMF), Yenicepınar Fayı (YPF), Ocuklar Fayı (OF), Çalçatepe Fayı (ÇTF), Çatakhan Fayı (ÇF). Havzanın batısında Bolu Abant Fay Takımları (Yenice Fayı (YF), Dereceören Fayı (DF)).

Kaynak : Öztürk vd. (1984), Demirtaş (2000), TÜBİTAK MAM Haritalarından Yararlanılıp Tarafımızdan Yeniden Çizilmiştir

II - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE SEL VE SU BASKINLARI

Sürekli ve şiddetli sağanak halinde yağmur ve dolu yağışlarıyla veya oldukça kalın kar örtülerinin âni erimesiyle oluşan suyun ya da bu ikisin birleşmesiyle akışa geçen muazzam miktardaki suların, coşkun akışlı haline sel denir. Çağlayanlı ve çalkantılı akış selin bir tür özelliği olup önüne geleni alıp götürür. Yerine göre ağaçları kökünden söker. Büyük kaya bloklarını sürükleye sürükleye uzun mesafelere taşır. Sel suları coşkun akışlı olmakla birlikte yatağına sığmaz; taşar⁹³.

Seller geçmişten beri önemli miktarda maddi ve manevi zararlara neden olmaktadır. Yaygın bir doğal âfet olmasına karşın sel, insan sağlığı üzerindeki etkileri özellikle ülkemizde yeterli şekilde değerlendirilmemiştir. Bu doğal âfetlerin neden olduğu zararlara ilgili sağlıklı veri eksikliği söz konusudur. Sellerin insan hayatı üzerindeki en önemli etkileri ölüm, yaralanmalar, sel sonrası meydana gelen hastalıklar vb. şeklinde kendini göstermektedir. Bu zararların azaltılması için sel öncesinde, sırasında ve sonrasında birtakım yapısal ve yapısal olmayan önlemler alınması gereklidir⁹⁴.

Akarsu suları Göl, Deniz ve Okyanus seviyesinde çeşitli faktörlerin etkisiyle vukû bulan belirgin bir kabarma ve yükselmenin sonucu olarak suların taşması çevreye yayılması da feyezândır.

Bu nedenle feyezân, bir tür su baskınıdır. Akarsu vâdisi boyunca yatağına sığmayarak taşan, çevresine yayılan sular vâdi boyu ovalarındaki zirâat sahalarını tehdit ettiği gibi buralardaki yerleşim birimleri için de zararlı olmaktadır.

Kara içlerindeki ova tabanlarında yüzeye yakın yeraltı sularının yükselmesi, kezâ Göl, Deniz ve Okyanus suları seviyesinde meydana gelen yükselmeler ile oluşan

⁹³ SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : A.g.e. S. 332. İstanbul.

⁹⁴ KORKANÇ YAŞAR, S., KORKANÇ, M – 2006 : Sel Ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri Z. K. Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi Yıl: 2006 Cilt:8 Sayı:9 s. 42. Bartın.

su baskınları kıyı ovalarında zirâat sahalarını ve buralardaki meskûn alanları tehdit etmekte ve bâzen büyük âfetlere sebep olmaktadır⁹⁵.

Ankara 5. Bölge Müdürlüğü 53. Şube Müdürlüğü bünyesinde yer alan Bolu İli'nde 1960 yılından beri 69 adet Feyezân koruma tesisi, 1 adet Baraj, 3 adet gölet, 2 adet regülatör ve TEFER ve TERRA kapsamında 12 adet rehabilitasyon projesi inşa edilmiştir. 2008 yılı Mayıs ayında yürürlüğe giren Bolu İli Taşkın Kontrol Tesisleri İşletme Tebliği ile tesislerde oluşacak olan Feyezânların can ve mal kaybına neden olmaması, amacına uygun işletilmesi ve korunması için, 6200 sayılı D.S.İ. Teşkilat ve Vazifeleri Kanunu, 4373 sayılı Sel Suları ve Su Baskınlarına Karşı Koruma Kanunun 1, 2 ve 3. maddeleri, 5393 sayılı Belediye Kanunu, Feyezân ve seller ile ilgili kanunlar gereği; ilgili kuruluş, görev, yetki, çalışma denetim esas ve usulleri ile ilgili kurumlar arası görev dağılımının yapılmasını esas almıştır. D.S.İ. tarafından inşa edilerek işletmeye açılmış, Feyezân kontrol tesisleri 6200 sayılı D.S.İ. Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkındaki Kanunun 20. maddesinin (k) fıkrası uyarınca, ilgili Belediyelere devredilmektedir. 1990'lı yıllarda hız kazanan devir çalışmaları sonucunda, Türkiye genelinde istenilen hedeflere ulaşmak amaçlanmıştır. Tesislerin işletme maliyetlerini düşürerek, otokontrol sisteminin uygulanması sonucunda tesislerin ekonomik ömürlerinin uzatılması amaçlanmıştır. İnşaat maliyetinin yüksek olması ve işletme güçlüğü nedeniyle kapalı sistem dere ıslahı yapılmamaktadır. Ayrıca bu gerekçelerden dolayı, İçişleri Bakanlığının 22.09.1998 tarih ve 5496 Genelgeleri ile ıslahı tamamlanan mevcut derelerin üzerinin kapatılması vurgulanmıştır. Bu sıkıntıları ortadan kaldırmak için, 05 Mayıs 2008 tarihinde yerel Köroğlu Gazetesinde yayımlan "Bolu İli Taşkın Kontrol Tesisleri İşletme Tebliği" ile oluşturulan Taşkın Koordinasyon Kuruluna, Tebliği Görev ve yetkilerini içeren 6. maddesinin (b) fıkrasına göre, D.S.İ. tarafından ıslahı tamamlanan Feyezân kontrol tesislerinin Belediye Başkanlıklarına devrinin yapılmasını sağlamak görevi verilmiştir. Böylelikle tesislerin işletilmesi, teknik özellikleri daha kontrollü olacaktır⁹⁶.

⁹⁵ <http://dauammarmara.edu.tr/sayfa/999/uygulama-ve-arastirma-birimleri/sel-ve-su-baskinlari-arastirmalari-birimi>

⁹⁶ BOLU D.S.İ.- 2007 : A.g.e., s.14, Bolu.

Bolu İli Merkez İlçesi sınırları içinde bulunan ve kontrol edilen Feyezân koruma tesisleri ile ilgili kısa bilgiler ve kurulan tesislerle ilgili tespitleri aşağıda açıklanmıştır.

Tablo 24
Bolu Havzası Su Kaynakları Potansiyeli

Yer üstü suyu İl çıkış toplam ort. Debi	1 250 hm ³ /yıl
Büyüksu Çayı Debisi	500 hm ³ / yıl
Doğal Göl Yüzeyleri Alanı	478,3 ha
Abant Gölü Alanı	126 ha
Gölköy Barajı Alanı	131 ha
Merkez-Gölcük Göleti Alanı	30 ha
Akarsu Yüzeyleri Alanı	115 ha
Büyüksu Çayı Alanı	95 ha
Diğer yan dereler Alanı	20 ha
Toplam Su Yüzeyi Alanı	383ha
Ortalama Akış Verimi	10,5 l/s / km ²
Ortalama Akış / Yağış Oranı	0,36

Kaynak: D.S.İ. Bolu Şubesi Arşivi

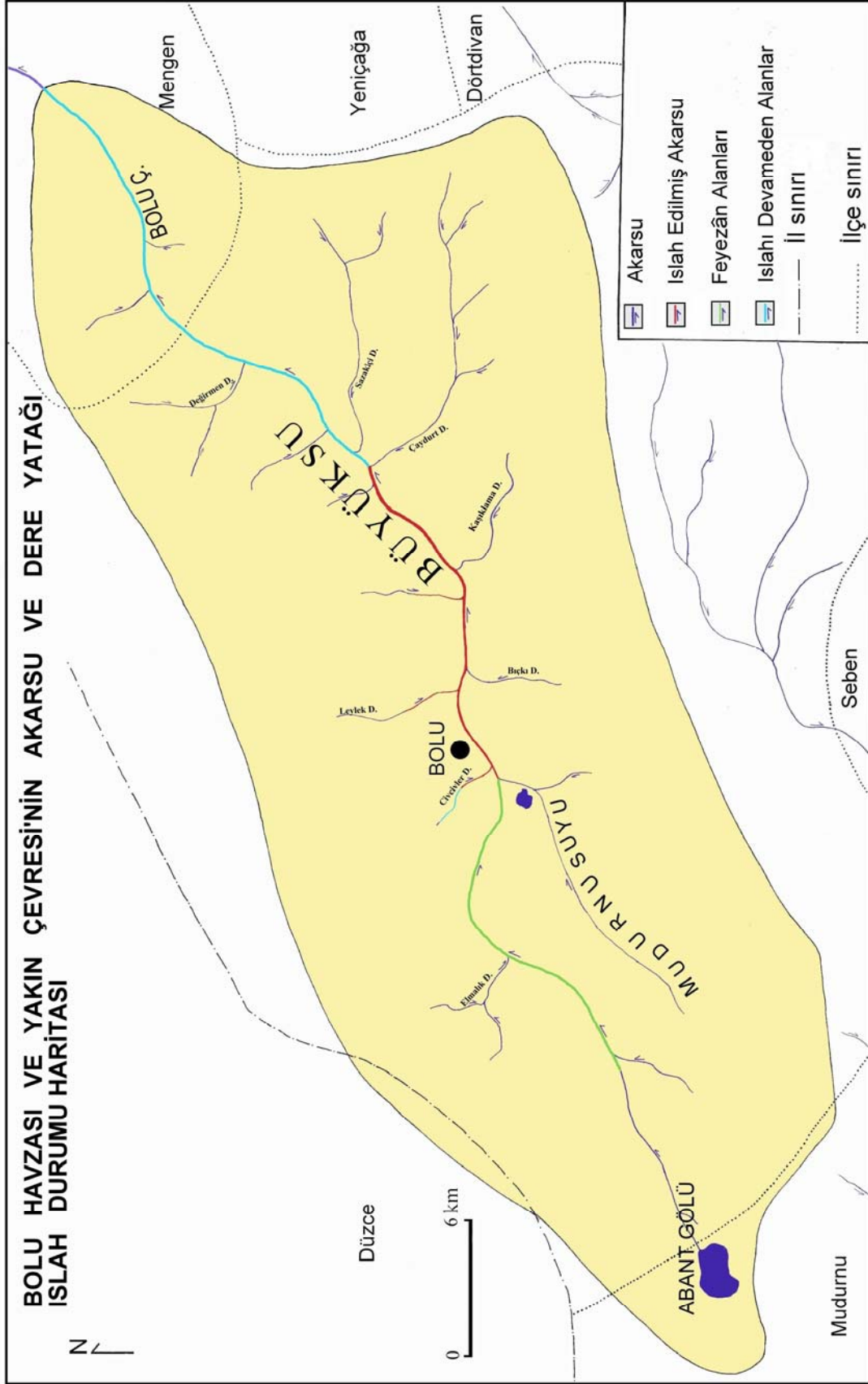
Tablo 25

Bolu Havzası’ndaki Bir Kısım Akarsuların Debi Değeri

AKARSU ADI	YILLIK ORTALAMA DEBİ (m³/sn)
Karadere (Merkez)	0,208
Karapınar Deresi (Merkez)	0,049
Hacıpınar Deresi (Merkez)	0,088
Fasıl Yayla Deresi (Merkez)	0,065
Alput Karapınar Deresi (Merkez)	0,104
Tohumluk Deresi (Merkez)	0,068
Alpagut Deresi (Merkez)	0,029
Kürkçüler Deresi (Merkez)	0,030
Kızılağıl Karamanlar Deresi (Merkez)	0,110
Bıçkı Deresi – Sultan Köyü (Merkez)	0,020
Halı Deresi – Sultanbey Köyü (Merkez)	0,005

Kaynak: D.S.İ. Bolu Şubesi, 2011.

Yukarıda belirtilen toplam 11 noktada aylık olarak akım gözlemleri yapılmakta olup, ölçülen değerler Bölge Müdürlüğü Etüd Plan Şube Müdürlüğüne bildirilmektedir.



Şekil 18 : Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Akarsu ve Dere Yatağı Islah Durumu Haritası

Kaynak : D.S.İ. Bolu Şubesi Arşivinden Alınarak Tarafımızdan Yeniden Düzenlenmiştir

A - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki Akasulara Özgü Debi

Gözlemleri

Elimizdeki veriler Bolu D. S. İ. Müdürlüğünce tesbit edilmiştir. Bolu Havzası'nda Devlet Su İşleri sık sık akım gözlemleri yapmaktadır. Yapılan bu çalışmalar, Özel İdareye ve Belediyeye kaynaklık etmektedir.

Devlet Su İşleri tarafından yıl içerisinde farklı noktada münferit olarak akım gözlemi yapılmaktadır. Özellikle kısa adı TEFER olan Türkiye Sel ve Deprem Felaketi Acil Yardım Projesi kapsamında 7 adet uydu bağlantılı akım gözlem istasyonu ve yağış sensörlü istasyon kurulmuş olup, değerler D.S.İ. Bölge Müdürlüğü tarafından değerlendirilmektedir.

B - Gölköy Barajı Feyezânı

Bolu İl Merkezine 10 km mesafede merkez ilçe hudutları içerisinde Gölköy Köyü arazilerine inşa edilmiştir. Bu alanda çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Bolu Ovası Sulama Birliği tarafından işletilmektedir. Ayrıca Bolu Ovası Sulaması içerisinde yer alan kanal, drenaj ve Feyezân tesislerinin bir kısmı yerleşim yerleri içinden geçmektedir. Bu bölgelerde can ve mal emniyetinin sağlanması gerekmektedir.

Sulama kanalı ve drenaj kanalları yanında yer alan D.S.İ'ye ait kimi servis yolları Bolu Belediyesince kullanılmaktadır⁹⁷. Bu yollar 2009 yılında yapılmış ve şehir içi ulaşım yapılmaktadır. İler ki dönemlerde kanal yatağını daraltacak ve aşırı yağışlar neticesinde su seviyesi, sel ve Feyezânlara sahne olabilir.

Çevre suları ve yağmur sularının ana kanallara deşarj edildiği görülmüştür. Bolu Belediyesi İçme suyu arıtma tesisi ve ham su isale hattı inşaatında deşarjların bir kısmının sulama kanalına verilmiş olduğu görülmüştür. Belediye sınırları içerisinde sulama kanallarına evsel ve kentsel atıkların atıldığı belirlenmiştir.

⁹⁷ BOLU D.S.İ. – 2009 : 5. Bölge 53. Şube Müdürlüğü Bolu İli Merkez İlçesi Sınırları İçerisinde Bulunan Taşkın Kontrol Tesisler ve Denetleme Sonuçları Yayınlanmamış Rapor Bolu.



Foto 31 : Bolu Belediyesi'nce Devlet Su İşleri'ne Ait Sulama Kanalı'nın Her İki Yanında Ulaşım Yolu Yapıldığı Görüntüsü

C - Büyüksu Feyezânı

Abant Deresi Abant Gölü'nden çıktıktan sonra, çevresindeki ormanlardan gelen Gavur Pınarı ve Elmalık Sularına akarak çevresindeki ormanlardan gelen sular ile birleşir. Abant Deresi daha ileride Akkaya Boğazı yanında, Mudurnusuyu ile birleşerek Bolu Ovası'na iner bu iki derenin birleşmesiyle Büyüksu adını alır⁹⁸.

Geçmiş dönemlerde Büyüksu yatağına birçok atık bırakılması başta çevre kirliliği ve sel riskini arttırsada 2007 yılından sonra yapılan dere yatağı çalışmaları neticesinde bu atıklar temizlenmiştir. Ancak D.S.İ tarafından TEFER projesi kapsamında Tatlar Köyünden, Doğancı Köyüne kadar ki kısımda 66.000 m² gabron şilte yapılmıştır. Oyulan, zarar gören kısımlara rastlanmamış çoğunlukla şevlerde çatlamalar

⁹⁸ BOLU D.S.İ. – 2009 : Yayınlanmamış rapor Bolu.

görülmüştür. Sultanköy Köprüsü civarında yer yer dereler hafriyat ve maloz atığı atıldığı tespit edilmiştir. Şevlere çuvallar ve çeşitli atıkların atıldığı görülmüştür⁹⁹.



Foto 32 : Büyüksu’yun Karacasu Mevkisinde Her İki Yamacını Kaplayan Bitki Örtüsü Görüntüsü

Gölköy baraj sularının akıtıldığı Büyüksu yatağında inşaat artıklarının dökülmesi ve yer yer de söğüt ve kavak ağaçlarının dere yatağına dikilmesi sonucu bazı alanlarda dere yatağı oldukça daraltılmış ve bu yüzden daraltılan alanlardan tarım arazilerine Feyezân neticesinde zarar olmuştur. Özellikle yıkılan Doğancı Köy Köprüsü’nün 1–2 km’lik ön kısmı çok daralmıştır.

D - Mudurnusuyu Feyezânı

Ardıç Dağının kuzey eteklerinden doğar. Belli bir kaynağı yoktur. Akkaya Boğazında Büyüksu ile birleşir. Mudurnusuyu’nun yer aldığı Bolu Ovası’nda 1998 deki selde zarar çok olmuştur. Bu tarihte Gölköy Barajında her hangi bir sorun olmamıştır.

⁹⁹ BOLU D.S.İ. – 2009: Yayınlanmamış rapor Bolu.

Yumrukaya regülatörü sel tarafından ağır hasâr görmüştür. Ayrıca toplam 5 köprü ağır şekilde hasâr görmüştür¹⁰⁰.

E - Borazanlar Akarsuyu Feyezânı

Borazanlar Deresi Bolu Şehir Merkezi'nin Feyezândan korunması amacıyla D.S.İ. tarafından ıslah edilmiş olup memba kısmında ıslahı devam etmektedir. Bolu Belediyesi yol genişletmesi yaparak, mevcut ana sulama kanalı altında bulunan 80'lik büzü 3 adet 50 cm lik PVC'si boruyla dereye uzatarak üzerine yol yaptığı görülmüştür. Dere kenarındaki rüsubat büz ağızları kapatmış dere akışı kısmen engellenmiştir. Boru içine kum, çakıl vs. girmesini önlenmesi için betondan kum önleyici yapılması gerekmektedir. D.S.İ tarafından yapılacak olan İzzet Baysal Mahallesinden memba kısma doğru olan bölgedeki dere kenarında yer alan ağaçların kesilmesi gerekmektedir.

F - Kuruçay Deresi Feyezânı

TEFER kapsamında Kuruçay Deresinde 5.300 m dere yatağı tanzimi, 8.000 m Feyezân koruma seddesi, 77.500 m² gabyon şilte ve 4.500 m³ istifli taş tahkimat yapılmıştır. Ayrıca 1 adedi yaya köprüsü olmak üzere 6 adet köprü yapılarak ulaşım açılmıştır.

Kuruçay Deresi dere akışında bir sorun tespit edilmemiştir. D.S.İ. tarafından TEFER projesi kapsamında yapılan gabyon şilte uygulaması incelenmiş oyulma ve zarar tespit edilmiştir. Memba kısmında çeşitli evsel atıkların dereye atıldığı tespit edilmiştir.

G - Düdüklü Deresi Feyezânı

Bolu İli Merkez İlçesi Düdüklü Deresi'ne 1999 yılında TEFER Projesi kapsamındaki kıyı oyulmaları ve rusûb hareketlerini önlemek için beton tersip bendi, seki ve birit yapılmıştır. Eğimi fazla olan derenin rusubat taşıyarak D-100 karayolu üzerinde bulunan menfez ve köprüleri tıkaması önlenmiştir¹⁰¹.

¹⁰⁰ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 27, Bolu.

¹⁰¹ BOLU D.S.İ. – 2009: A. g. e., Bolu.

H - Yer Altı Suyu Seviyesi Rasat Ölçümleri

Genel olarak çalışma alanı sınırlarında yer altı ve yer üstü akım gözlemleri D.S.İ. tarafından yapılmaktadır. Bu bölgede zaman zaman bilimsel çalışmaları için farklı kurum kuruluş ve kişiler de bu gözlemleri yapmaktadır. Ancak D.S.İ. her yıl Nisan ayında yeraltı suyu seviyesini ölçer ve ilgili birimlere bunu aktarır. Çalışma alanı sınırları içerisinde D.S.İ. tarafından birçok yeraltı suyu rasat kuyusu açmış ancak bunların birçoğu tahrib edilmiştir.

İ - Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Seller ve Nedenleri

Fizyografik etkenler sel oluşumunda önemli rol oynarlar. Toprak tipi, havza büyüklüğü, havzanın şekli, havzanın ortalama yüksekliği, havzanın ortalama eğimi, drenaj yoğunluğu gibi fizyografik etkenler üzerine insan etkisi bulunmamakla birlikte, arazi kullanma durumu; insanın değişikliğe uğratabileceği, bozabileceği bir konu olarak birinci derecede etken olmaktadır,

Bu nedenle bir havzada erozyon ve sellerin önlenmesi için arazi kullanım sınıflamasına uyulması önlemdir. Yanlış arazi kullanımı doğal dengeyi bozarak hem insanlara hem de doğaya zarar vermekte ve zararlar gün geçtikçe büyümektedir. Aşağı havzadaki dere ve nehir yataklarında geçmiş yıllarda yapılmış pek çok köprü, istinad duvarına ait inşaat kriterlerinin de yeniden irdelenmesi gerektiği akla getirilmelidir. Su yapılarında yapı ile anakaya bağlantıları çok iyi gözden geçirilmek durumundadır. Bu bağlantıların yapılmasında ek harcamalardan kaçınılmamalıdır. Cenevizlilerden, Rumlardan ve Osmanlılardan kalan sanat yapıları, bu bağlantıların sağlam yapılmasından dolayı zamanımıza kadar gelebilmişlerdir. Bolu Havzası'ndaki dere ve nehir yataklarında, ticari amaçlı kum üretiminin neden olduğu ekolojik denge bozulması sonucunda sel, feyezân ve heyelân zararları artışlar göstermiştir.

Nehir veya dere yatağından kumların kaçak olarak yağmalanması ile çiftçiye ve hazineye ait tarım arazileri erozyonuna uğramaktadır. Sıfır kot seviyesinin altında 7-8 m derinlikte oluşan devasa çukurların arazinin balans dengesini bozması ile yeraltı

sularının bu çukurlara kaymasına neden olmaktadır. Bu alanlar tarım arazilerinde su kaybı ve kuraklığa sebebiyet vermektedir. Yine bu alanlarda yapılan derinliğine yağmalama yatay olarak da sürdürülmektedir. Geçmişte 50 m genişlikte olan dere yatağı bu denetimsiz yağmalama nedeniyle 150-200 m kadar genişletilerek kıyı oyulmalarına ve bunun yanı sıra tarım arazilerinin ve karayollarının tahribine sebebiyet verilmiştir. Dereler yer yer yatak değiştirmek durumuna getirilmiştir.

Kum ocakları ile ilgili olarak taş ocakları nizamnamesi hükümlerine göre, İl Özel İdareleri'nce dere yataklarında verilmiş olan kum, çakıl ocak ruhsatları derhal iptal olunmalı ve bir daha ruhsat verilmemelidir. Ayrıca 2872 sayılı Çevre Kanununun 3416 sayılı kanunla değişik 9. Maddesi birinci fıkrasının öngördüğü, kırsal ve kentsel alanda arazi kullanım kararlarına uygun olarak tespit edilen koruma alanları kapsamına Bolu-Gökçesu, Mengen-Yeniçağ'a dereleri alınmalı ve uygulamalar koruma ve kullanım esasları yönetmeliği ile belirlenmelidir. Çevre Kanununun mülki idare amirlerine vermiş bulunduğu idari para cezası uygulama yetkileri bölgede tereddütsüz uygulanabilmelidir. Kum ticari faaliyetlerinden elde edilen gelirler yetkili ve görevli vergi dairelerince sıkı takibe alınmalı ve vergisiz kazanç yolu kapatılmalıdır.

Dere yataklarından kum almanın selde olumsuz etkileri görülmüştür. Ancak bundan dolayı kum alımına kökten karşı çıkmak doğru değildir. Uygun yerlerden uygun miktarda ve şekilde kum alınabilmelidir. Sel veya derenin normal akışı sırasında gelen kum, çakıl ve kaba materyal, eğimin düştüğü yerlerde dere ortasında birikir. Nitekim dereye akan su kıyıdaki yol, tarla ve yapılara zarar vermesine neden olmaktadır. Dere yataklarında önlemler aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

Maksimum debiler yeniden hesaplanıp, dere yatakları bu akımları geçirecek boyutta büyütülmelidir.

Niteki; Hasâr görmüş bazı su yapılarının (köprü, istinad duvarı vb.) kanat duvarları yoktur. Su yapıları, usûlüne uygun yapılmalı (Ana kaya ile temel bağlantıları

sağlanmalıdır). Köprü kanat veya yaklaşım duvarları eksik bırakılmamalıdır. Taşıntı barajları, ıslah sekileri yapılmalıdır¹⁰².

Bolu Ovası Sulaması içerisinde yer alan kanal, drenaj ve diğer Feyezân tesislerinin yerleşim yerleri içinden geçen kısımlarında can ve mal emniyetinin sağlanması için uyarıcı levhalar D.S.İ. tarafından dikilmiştir. Feyezân Tesislerine ve Derelere evsel ve kentsel atıkların atılması önlenmelidir. Atılmış olan bu atıklarında temizlenmesi gerekmektedir.



Foto 33 : İzzet Baysal Mahlesi’nde Borazanlar Deresi Üzerinde Birbirine Kısa Mesafelerde Dere Üzerinde Yapılan 3 Adet Yapı Görüntüsü

¹⁰² BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s.37, Bolu.

Islahı yapılan dere yataklarında yetişen ağaçların kesilmesi gerekmekte ve bazı bölgelerde meydana gelen yoğun yosunların temizlenmesi gerekmektedir.

Bolu Ovası Sulaması yer alan kanallara, çevreden bazı inşaat malzemesi atıldığı tespit edilmiş.



Foto 34 : Borazanlar Deresi Köprü Altında Suyun Akışını Engelleyen İnşaat Atıkları Görüntüsü

Sulama kanallarına izinsiz çevre atık suları ve yağmur sularının deşarj edildiği görülmüş olup deşarjların önlenmesi gerekmektedir.

Bolu Belediyesi Merkez İçme suyu arıtma tesisi ve ham su isale hattı inşaatında sulama kanalına verilen deşarj ünitelerinin sulama mevsiminde kullanılmaması gerekmektedir.

İzzet Baysal Mahallesinde Bolu İçme Suyu Arıtma Tesisleri kapsamında Borazanlar Deresine yapılan deşarjda boru içine kum, çakıl vs. girmesinin önlenmesi için betondan kum önleyici yapılması gerekmektedir.

Bazı mesken sitelerinin yaptırdığı rögarların deşarjını Borazanlar Deresine bağladığı belirlendiğinden derelere deşarjın önlenmesi ve gerekli cezai müeyyidelerin uygulanması sağlanmalıdır¹⁰³.



Foto 35 : Bolu Mengen Yolu 56 km’sinde Sel Görüntüsü 20-05-2011

Kaynak : Bolu Expres Gazetesi

Meydana gelen son Feyezân ve sellerde, D.S.İ. ve Köy Hizmetleri kuruluşlarına ait pek çok köprü, topuklu pere kaplamalar ve istinad duvarları kullanılmaz hale gelmiş veya dere yatağını doldurmuştur.

¹⁰³ BOLU D.S.İ. – 2009: Yayınlanmamış rapor. Bolu.



Foto 36 : Beşkavaklar Altgeçidi'nde Yağış Sonrası Biriken Suyun Ulaşımı Aksattığı Görüntüsü

Kaynak : [Http://Www.Bolununesi.Com/Icerik/Haber.Asp?Id=17317](http://Www.Bolununesi.Com/Icerik/Haber.Asp?Id=17317)kapandı

Ana dereler üzerinde planlanan ve programlara giren bir dizi projelerin gündemde olduğu varsayılırsa, öncelikle yan dereler üzerinde ve yukarı havzalarda toprak erozyonunu önleyici önlemlerin alınması uygulamalarına hız verilmesi gerekmektedir.

Ayrıca bu havzaların mecra bölümünde kıyı oyulmalarına ve Feyezânlara sebep veren kaçak ve düzensiz kum ocağı işletmesi, yerleşim veya işletme amacıyla dere yataklarına bina yapılması ve dere yamaçlarını tarımsal olarak kullanılmak üzere daraltılması kesinlikle önlenmelidir. İnceleme ve araştırma çalışmasında özellikle yukarı havza önlemlerinin neler olabileceği vurgulanarak çözüm önerileri verilmeye çalışılmıştır. Bu önlemlerin dikkate alınmaması durumunda dereler üzerine vadi ortalarında onlarca trilyon harcanarak yapılacak su yapıları ve ulaşım yapılarının sürekli tehdit altında kalacağı unutulmamalıdır.



Foto 37 : Bolu’da Altyapının Yetersiz Olması Nedeni ile Yağıştan Sonra Bir Binanın Zemînine Yağmur Sularının Dolduğu Görüntüsü

Kaynak : [Http://Www.Bolununsesi.Com/Icerik/Haber.Asp?Id=17317](http://Www.Bolununsesi.Com/Icerik/Haber.Asp?Id=17317)kapandı

Çalışma alanımız olan Bolu Havzası ve Yakın Çevresi’nde 19-21 Mayıs 1998 tarihinde meydana gelen sel olayı önemli miktarda zarara neden olmuştur. D.M.İ. Bolu Meteoroloji Müdürlüğünce 19-21 Mayıs 1998’deki sellerle ilgili olarak yapılan değerlendirmeye göre;

- Meydana gelen sürekli yağmur bütün Karadeniz Bölgesinde aynı günlerde ve aynı etkinlikte görülmüştür.
- 21 Mayıs 1998 sabahı ölçülen 57.5 mm lik yağış miktarı bugüne kadar tespit edilen en yüksek Mayıs ayı değeridir.
- Mayıs ayı uzun yıllar ortalaması 58.5 mm dir. 1998 Mayıs ayı toplam yağış ise 157.0 mm dir. Bu miktar aylık ortalamanın üç katı kadardır.

Ayrıca D.M.İ raporunda şu ibarelere yer verilmektedir; 19 Mayıs 1998 Salı günü öğle saatlerine başlayan sağanak yağış 20 Mayıs günü şiddetini arttırarak 21 Mayıs Perşembe gecesine kadar devam etmiştir. 19 Mayıs günü Ege Denizi üzerinde bulunan ve değeri 1008 mb olan alçak basınç merkezi ve cephe sistemi İç Ege ve İç

Anadolu üzerinden kuvvetlenerek 1004 mb olarak Orta Karadeniz bölgesine hareket etmiştir. Batı Karadeniz Bölgesi topoğrafik yapı itibarıyla kuzeyli rüzgârlar ile birlikte denizden gelen nemli havanın kara üzerinde yükselmesi sonucu etkili orografik yağışlara zemîn hazırlamıştır. Bunun sonucunda; bölgede ısınmaya bağlı oluşan konvektif yağışlara ilave olarak özellikle 20 ve 21 Mayıs günleri rüzgârın kuzey ve kuzeybatı yönlerine dönmesi sonucunda etkili orografik yağışlar görülmüştür.

Batı Karadeniz Bölgesi 21 Mayıs 1998 günü ölçülen 24 saatlik yağış miktarı tüm merkezlerde son 60 yılın uzun yıllar ekstrem değeridir. Mayıs ayının ilk 20 gününde ölçülen yağış miktarının uzun yıllar ortalamalarının üzerinde gerçekleşmesi ve buna ilave olarak son iki günde ekstrem yağışların kaydedilmesi bölgedeki meteorolojik kaynaklı doğal âfetin en büyük sebebi olarak değerlendirilmektedir¹⁰⁴.



Foto 38 : Abant Su Fabrikasında Sel Sonrası Görüntüsü (16-07-2009)

Kaynak: Bolunun Sesi Gazetesi

¹⁰⁴ DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ RAPORU – 1997 : D.M.İ 1997 Devlet Meteoroloji İşleri GN. MÜD. Nün. 04.03 .1997 tarih ve 543 sayılı yazısı

Büyüksu ve Mudurnusuyu'nun yer aldığı Bolu Ovası'nda 1998 deki selde zarar çok olmuştur. Gölköy Barajında her hangi bir sorun olmamıştır. Yumrukaya regülatörü sel tarafından ağır hasâr görmüştür. Ayrıca toplam 5 köprü ağır şekilde hasâr görmüştür¹⁰⁵.

Çeşitli uygarlıklarla başlayan ve günümüzde de süren orman tahrîbi sonucu seller yeniden artmıştır. Seller verdikleri zararlar sosyo-ekonomik dengeleri bozmakta, mal ve can kaybına neden olmaktadır. Ormanların düzenleyici etkisi ortadan kalkınca önce kuraklıkla karşılaşan insan seyrek ama şiddetli yağan yağmurla da sel zararına uğramaktadır¹⁰⁶.

Sellerde toprak nemi de önemli bir rol oynadığı bilinmekte keza, yağış öncesi toprak nemi yüksekse infiltrasyon kapasitesi az olacağından sel olasılığı yükselir. Bununla birlikte toprak nemin yüksek olduğu arazide şiddetli sağanak yağışlar sel oluşturur¹⁰⁷.



Foto 39 : Kürkçüler Deresi'nde Bitki Örtüsünün Su Akışını Engelleği Görüntüsü

¹⁰⁵ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 14, Bolu.

¹⁰⁶ ÇELİK, E.H. – 1991 : A.g.e., s. 1-13, Ankara.

¹⁰⁷ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 28, Bolu.

III - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE EROZYON VE HEYELÂNLAR

A - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE EROZYON

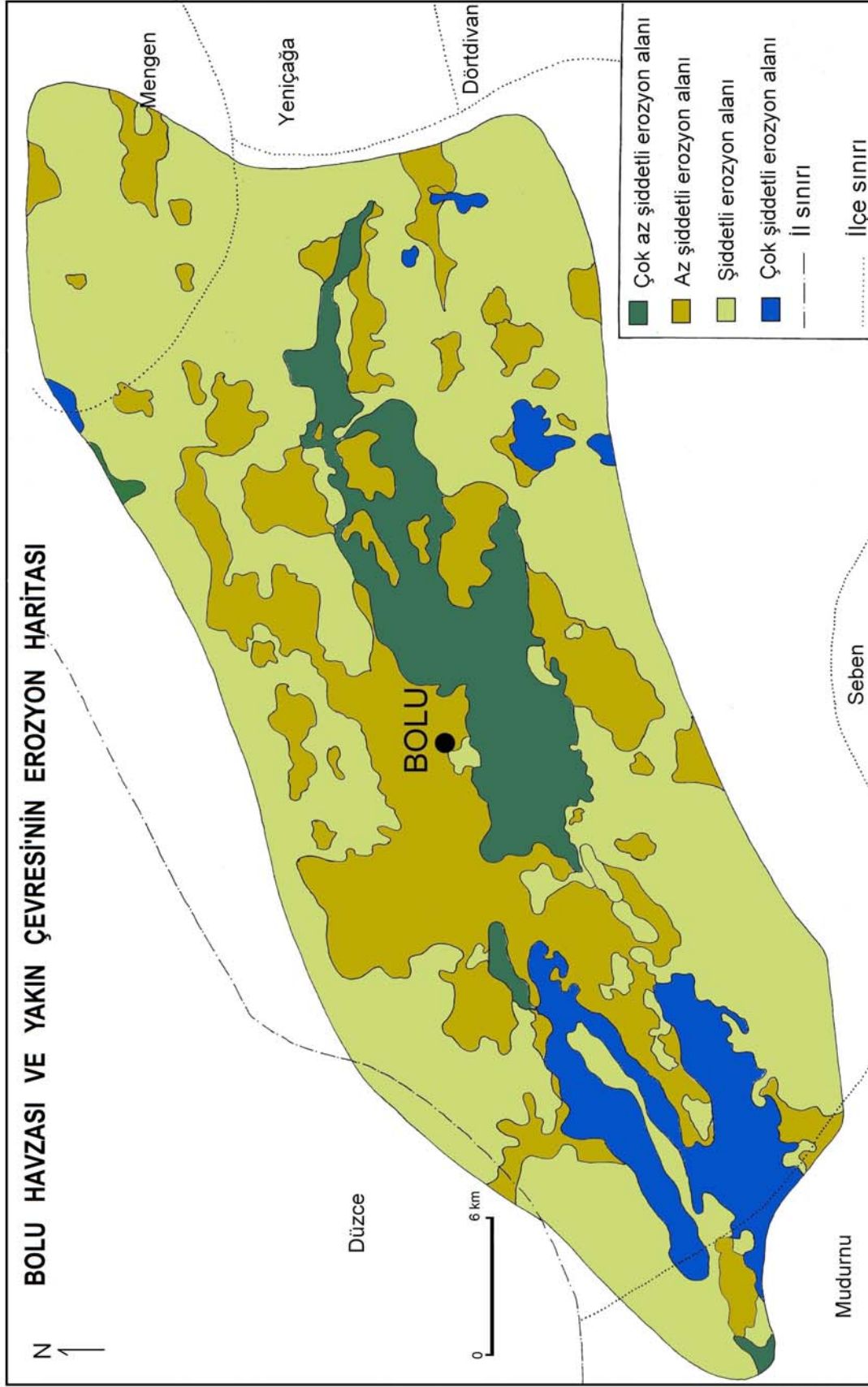
Sağanak halinde aşırı yağışlar ve bazen kar erimelerinin iştiraki ile meydana gelen seller özellikle çıplak dağlık sahalarında şiddetli erozyona hızlı akışlara sebep olur böylece gevşetilen zemînde koparılan unsurlar çamur ve kaya seli halinde eğimin azaldığı yerlere doğru sürüklerin. Çukur yerler de zamanla bir alüvyonlaşma ve bunun sonucunda da alüvyal ovalar meydana gelir. Yeryüzü'ndeki bugünkü ovaların çoğu tektonik depresyonların çukur alanlarının alüvyonlarla dolmasıyla meydana gelmiştir. Ovaların verimli sahaları olduğu da bilinen bir gerçektir. Ancak bilinmelidir ki bu jeomorfolojik gelişim başlangıcı erozyona dayanmaktadır. Ancak günümüzde erozyona bugün doğal âfet gözüyle bakılmaktadır¹⁰⁸.

Akarsular, rüzgârlar, buzullar ve ayrıca Göl, Deniz, Okyanuslar'a özgü dalga ve akıntı sistemleri erozyonal faâliyetle önemli bir yere sahiptir.

Sağanak hâlindeki, yağmur ve dolu yağışlarının zemîne çarpması ile oluşan erozyon, diğer yandan sathî akışlı sular ile kanalize olmuş suların yamaç arâzîlerde oluşturduğu fiziksel erozyon, ayrıca kimyasal reaksiyonla oluşan erozyon doğal zemînde tahrîbata yol açmaktadır. Tahrîbat, yerine göre oldukça büyük boyutlara erişmekle âfet hâlini almaktadır. Bu tür âfetler genel bir ifâde ile toprak erozyonu adıyla bilinmektedir. Toprak erozyonu eğimin fazla olduğu yamaç arâzîlerde had safhaya erişmekte ve büyük kayıplar olmaktadır¹⁰⁹. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde erozyon olayının temel nedenine baktığımızda farklı etkenlerin rol oynadığını görmekteyiz. Bunların başında eğim, sağanak yağışlar, ormanların tahrîbi, toprak türü, dere yataklarının dolması gelmektedir.

¹⁰⁸ SELÇUK BİRİCİK, A. -2009 : A.g.e., s. 424, İstanbul.

¹⁰⁹ <http://dauammarmara.edu.tr/sayfa/1001/uygulama-ve-arastirma-birimleri/erozyon-ve-heyelân-arastirmalari-birimi>



Şekil 19 : Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Erozyon Haritası

Kaynak : Bolu Valiliği CBS Merkezi Arşivinden Alınarak Tarafımızdan Yeniden Düzenlenmiştir

Bolu Havzası içerisinde ki ovanın (Bolu Ovası) toprak türüne baktığımızda, ova tabanı alüvyal malzemeden meydana geldiğini ve ovayı çevreleyen dağlarda kahverengi orman topraklarının yaygın olduğu görülmektedir. Toprak gevşek yapıya sahip ise bir biri ile bağı zayıf olacağından koparılıp süpürülmesi kolay olacaktır.

Çalışma alanı içerisinde ova tabanı toprakları nispeten erozyona daha uygun görünse de ova tabanı çevresindeki yüksek kesimlere göre erozyon olayı riskinin az olduğunu görmekteyiz. Bolu şehir yerleşmesi ova tabanına yayılmış bir yayılım göstermektedir. Burada şehrin güneyi erozyon riskinin en az olduğu alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Şehir yerleşmesinin kuzey kesimi güneye nisbeten erozyon şiddetinin daha fazla olduğu görülmektedir. Ovayı çevreleyen yüksek kesimleri ise erozyon şiddetinin en fazla olduğu alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun en önemli nedeni eğim ve sağanak şeklinde yağın yağışların toprağı yıkamasıdır. Sağanak şeklinde yağışlar özellikle yağmur damlaları toprağı hızlı çarparak toprağın bir biri ile bağını koparmakta ve toprağın kolay süpürülmesini sağlamakta. Ancak, ovayı çevreleyen alanlara baktığımızda farklı etkenlerinde devrede olduğunu görmekteyiz. Bu alanlar yoğun bitki örtüsünün olduğu alanlardır. Bu alanlarda ağaçların dalları, yaprakları toprağı düşen yağmur damlalarının hızını kesmekte ve yere düşen yağmur damlaları toprağın bir birinden ayrılma şiddeti azalmaktadır. Öteyandan bu bitki örtüsü olumsuz bir etki sergilemektedir. Bunun nedeni ölü bitki kalıntıları; yere düşen yapraklar, kırılan çürüyen dallar, ağaçlar, toprak tabakası üzerinde bir örtü vazifesi görmektedir. Bu da yağın yağmur sularını toprağı sızmasını engellemektedir. Bu ölü bitki örtüsü yukarı seviyelerde ormanaltı toprağı koruduğı halde, yüzeysel akışa geçen yağmur sularının ve eriyen kar sularının birleşmesiyle aşağı seviyelerde toprağın yıkanmasına neden olmaktadır. Bu olay aşağı seviyelerde toprak kaybı sebepleri arasında yer almaktadır. Eğer bitki kalıntıları temizlenmiş olsaydı, toprak yüzeyine düşen yağmur suları ve eriyen kar suları yavaş yavaş sızma ya geçecekti ve yüzeysel akış engellenecekti. Ancak bitki kalıntılarının tüm ormanlık alandan temizlenmesi teknik ve ekonomik olarak mümkün gözükmemektedir. Bunun için yapılması gereken bu orman alanları içerisinde suyun normal akışa geçebileceğı su yataklarının yapılması gereklidir. Eğer su kanalları belirli alanlarda açıldığı takdirde yüzeysel sular bu

alanlarda toplanıp buradan akışa geçerek zemînin tamamen yıkanmasına neden olacaktır¹¹⁰.

Otlak alanlarının Feyezân akışlara katkısı fazla olduğu halde, toprak kaybı çok azdır. Örneğin dağlık arazideki bir çiftliğin otlayan hayvanlar tarafından fazlasıyla çiğnenmiş otlak alanı çiftlik arazisinde oluşturduğu yüzeysel akışa % 60 oranında katkı sağladığı halde, toprak kaybının ancak 1/3 ü bu otlaktan gelmiştir¹¹¹.

Özellikle son yıllarda Bolu Belediyesi, D.S.İ. Bolu İl Özel İdaresi yapmış oldukları dere ıslahı önemli sonuçlar vermiştir.

Bolu Ovası'nda hafif eğimli arazilerde tarlaların yanlış sürülmesi nedeniyle de erozyon olayı hızlanmaktadır.

Çevrede taş ocakları kum ocakları da erozyonun nedenleri arasındadır. Bolu Ovası'ndan çevredeki dağlara bakıldığında çimento fabrikası için yapılan kalker alımı, otobanın yapımı için dolgu malzemesi ve yolların yapımında kullanılan mıcır için yapılan taş alımı, yamaçlarda büyük tahribata neden olmuştur. Bu alanlarda erozyon şiddetinin arttığını görmekteyiz. Bu alanlar tahrip olmakla kalmıyor yakın çevreleri de etkilenmekte ve erozyon artmakta. Bunu engellemek için çeşitli yasal düzenlemelerin getirilmesi gerekli. Çünkü taş ocaklarından yararlanıldıktan sonra bu alanlar olduğu gibi bırakılmış ve toprak erozyonu olmaktadır.

Bazı alanlarda bitki örtüsünün de tahribi erozyona neden olmaktadır. Bunun için denetimlerin sıklaştırılması ve tahrib olan bitki formasyonu yerine yeni ve o bölgeye uygun bitki formasyonunun dikilmesi gerekli. Ormanlık alanda meydana gelen yangınlar ve pek sık tekrarlanmayan kontrollü yakmalar, yüzeysel akış yaratmamakta ve erozyona neden olmamaktadır. Tekrarlanan ve ölü örtü ile humusu yok eden kontrollü yakmalar ise önemli miktarda yüzeysel akış oluşturabilmekte dolayısıyla erozyona ve sediment oluşumuna yol açabilmektedir¹¹².

¹¹⁰ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 21, Bolu.

¹¹¹ GÖRCELİOĞLU, E. - 1999 : Ormanların Erozyon ve Sedimentasyona Etkileri İ. Ü.Orman Fakültesi Dergisi Seri B Cilt: 47 s. 5, İstanbul.

¹¹² GÖRCELİOĞLU, E. - 1999 : A. g. e., s. 5, İstanbul.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ne Bolu Belediyesi, Orman İşletmeleri, Bolu Valiliği her yıl ağaçlandırma çalışmaları yapmaktadırlar. Ama burada yapılan en önemli yanlış orman altı bitki formasyonu dikilmeden ve tahrîb olan orman alanlarında gerekli çalışmalar yapılmadan ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Nitekim zamanla bu da olumlu sonuçlar vermemektedir. Dikilen fidanlar tutmamakta ya da toprak üstü çıplak kalmakta ve sonuçta erozyon önlenememekte. Öncelikle orman altı formasyonu dikilmeli, daha sonra ağaçlandırma çalışmaları yapılması gerekmekte. Ağaçlandırma faaliyetleri ve ağaç dikme işinin uzman kişilerin gözetiminde yapılması gerekmektedir. Bu da bize gösteriyorki iyi niyet ile Bolu Havzası'nda dikilen fidanlar erozyonun önlenmesinde olumlu sonuçlar vermemektedir. Havza ıslahı amacı ile yapılacak ağaçlandırmalar prodüktif orman yetiştirmek amacıyla yapılan genel ağaçlandırmalardan farklı kabul edilir. Toprak muhafaza amacı ile yapılacak ağaçlandırmalarda hâsıla değil örtünün en kısa zamanda en etkili şekilde toprakları koruyacak duruma gelmesi göz önünde bulundurulur. Mevcut örtünün yapraklı türlerinin bozulmuş, dejenere olmuş kısımları varsa bunlar kesilerek koruma altına alınır. Çevre köylerin geçim kaynağı olarak Devletçe sera, kümes yapılması vb. teşvikler alternatif olarak getirilmelidir.



Foto 40 : Toki Memur-Sen Civarında OTOBAN Yapımı İçin Taş Çıkarılan ve Terk Edilen Taş Ocağı Görüntüsü



Foto 41 : Bolu'nun 10 km Kuzeyindeki Ormanlık Sahada, Toprak Yıkanması Görüntüsü

Erozyonu önlemek için çevrede tarımla uğraşan kişiler bilinçlendirilmeli. Yamaç aşağı yapılan tarla sürme işlemi engellenmeli çünkü bu sürüm işlemi torağın yamaç aşağı hareketini kolaylaştırmaktadır. Tarım ile uğraşan çiftçilerle yapılan görüşmede aslında çoğunun bu bilgeye sahip olduğunu ancak, olayın önemini tam olarak kavrayamadıkları için kendilerine kolay geldiği şekilde tarlalarını sürdükleri görülmektedir. Bunu önlemenin en önemli yolu tarım ile uğraşan vatandaşların bilinçlendirilmesi olacaktır¹¹³.

Yine bu konuda Ziraat Mühendislerinin tarım alanlarında erozyona yol açacak hatalı sürüm ve yanlışlıkların önlenmesine, meraların ıslahı ve amenejesine sel havzalarına çok daha önem vererek çiftçilere eğitim vermeleri gerekir. Sel kontrolünde biyolojik tedbirler olarak başlıca; değişik karakterli ağaçlandırmalar; otlandırmalar,

¹¹³ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 21, Bolu.

otlak ıslahları, dere ıslahları ve tarım arazilerin de bünyelerine uygun teraslamalar ve diğer tarımsal tedbirler söz konusudur.

Yapılacak çalışmalar arasında çevre köylünün de bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle bazı köylüler geçimlerini ormancılık ve hayvancılıkla sağlamakta bu da ormanların tahrîbine, meraların aşırı otlatılmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda bitki örtüsünün yok olması ve erozyon oluşmasına neden olmaktadır. Bunun için; köylüler farklı alanlara yönlendirilebilir, arıcılık faâliyeti ya da ahır hayvancılığı gibi daha modern yöntemler le geçimlerini sağlayabilirler ve çevrenin tahrîbi de aza indirilmiş olacaktır.

Dere kenarlarındaki hatalı yapılaşmaların önlenmesi ve var olan yapılaşmanın kaldırılması için ilgili kuruluşlar koordineli çalışmalıdır. Yetki ve sorumluluklara açıklık getirilmelidir¹¹⁴.

¹¹⁴ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 23, Bolu.

B - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE HEYELÂNLAR

Toprak, taş veya bunların karışımından oluşan bir zemînin ya da çeşitli kayaların, bir yüzey üzerinde, aşağıya ve dışarıya hissedilebilir bir şekilde hareket etmesine heyelân denir¹¹⁵. Tabiatın kendi işleyişi içerisinde meydana gelen esas heyelân da budur. Böylece, Yeryüzü sathında ya da zemînde rölyef açısından önemli bazı değişiklikler olmaktadır. Bu çerçevede dağlık ve tepelik sahada özellikle eğimli yamaçlarında arazinin bir kısmının kayması, yer değiştirmesiyle daha alçak kesimlere doğru hareketi ve yığılması normal bir olaydır. Şayet, hareket eden bir kütle kara ve tren yolunu liman tesislerini meskûn alanları tehdit ediyor, mal ve can kaybına sebep oluyorsa âfet olarak değerlendirilir¹¹⁶.

Dünyada heyelânlar nedeniyle meydana gelen âfetler büyük hasârlara neden olmuştur. Bu âfetler milyon dolar maddi hasâr ve yüzlerce insanın hayatına mal olmaktadır. Birçok insan evsiz kalmaktadır. Heyelân risk alanlarının önceden bilinmesi bu heyelânlarının meydana getireceği zararları ve can kayıplarını aza indirecektir.

Heyelânların oluşmasında jeolojik faktörler en temel etkenler arasında gelir. Bu etkenler sırasıyla bölgenin sahip olduğu zayıf veya gevşek madde yapısı, hava içeriği yüksek madde yapısı, kesik, birleşik veya çatlak madde yapısı, zıt yönde etkileşen kütleler, maddelerin geçirgenlikleri arasındaki fark şeklinde sıralanabilir. Heyelânların oluşmasındaki bir diğer etkili unsur olan morfolojik etkenler de bölgenin etkisi altında olduğu tektonik veya volkanik faâliyetlerden kaynaklanan itmeler, buzul sekmeleri, eğim bitiminin veya yanal bölümlerinde meydana gelen nehir, dalga veya buzul aşınmaları, yeraltı aşınmaları, eğim üzerinde tortu birikmesi, bitki örtüsünün yok olması, erime, hava durumuna bağlı olarak gerçekleşen ani donma ve erime ile büzülme ve şişme kaynaklı aşınmalar olarak belirtilebilir¹¹⁷. Beşeri alanda doğaya yapılan müdahalelerinde heyelânları tetikleyen unsurlar arasında yer alır. Özellikle yol kenarında yapılan çalışmalar eğim dengesini bozmakta ve eğimli arazilerde yer çekiminin etkisine karşı koyamama nedeniyle kütleli olarak aşağı doğru toprak

¹¹⁵ MENTEŞE, Y. E., ERTURAÇ, K., ÖZCAN, O. - 2009 : **Rize İli Genelinde Heyelân Tehlikesi Altında Bulunan Bölgelerin Kullanım Türlerinin Belirlenmesi** Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1115, s. 2, Ankara.

¹¹⁶ SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : A.g.e., s. 2, İstanbul.

¹¹⁷ MENTEŞE, Y. E., ERTURAÇ, K., ÖZCAN, O. - 2009 : A.g.e. s. 3, Ankara.

hareketi gerçekleşmektedir. Yine bazı bölgelerde maden çıkarma esnasında yer altı dehlizlerinin oluşturmuş olduğu çöküntü nedeniyle heyelânlar oluşmaktadır. İnsanlar tarafından bilerek ya da bilmeyerek yapılan bitki örtüsünün tahribi de heyelânlara neden olan faktörler arasındadır. Çünkü bitkiler kökleri vasıtasıyla toprağın birbiriyle bağını sağlamaktadır.

Ülkemiz Heyelânların vukua geldiği bir yerdedir. Özellikle Karadeniz kıyı, kesimi bu bakımdan da faâldır. Nitekim heyelânlar yol güzergâhların meskûn alanların zaman zaman tahrip etmektedir¹¹⁸.

Nitekim Türkiye arazisi deprem, heyelân ve feyezân gibi doğal tehlikelerin sık yaşandığı bir coğrafyada yer alır. 1959-1994 yılları arasında doğal âfetlerden etkilenen yapı kayıpları göz önünde bulundurulduğunda, Heyelânlardan kaynaklanan kayıplar % 27 ile depremlerden sonra ikinci sırayı almaktadır. Bu bilgi haricinde heyelânların yol açtığı doğrudan veya dolaylı kayıp ve hasârlara ilişkin ulusal ölçekte literatürde veri bulunmamaktadır.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 1997 yılında bölgesel ve ulusal ölçekte heyelânlarla ilgili süreçlerin daha iyi anlaşılması ve ortaya konmasını amaçlayan ‘Türkiye Heyelân Haritası Projesi’ ne başlanmıştır. Bu proje ile orta (1/25 000), bölgesel (1/100 000) ve ulusal (1/500 000) ölçekte Heyelân envanteri haritalarının elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, mevcut heyelânlar ayrıntılı hava fotoğrafı analizi ve arazi incelemeleri sonucunda 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerine işlenmiş, elde edilen bu temel haritalar daha sonra sayısallaştırılarak Coğrafi Bilgi Sisteminde veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanı kullanılarak bölgesel ve ulusal ölçekte heyelân envanteri haritaları üretilebilmektedir. Bu çalışmada heyelânlar ana hareket tiplerine göre; düşme, devrilme, kayma ve akma şeklinde, aktivitesine göre de aktif ve aktif olmayan şeklinde iki sınıfta toplanmıştır. Aynı zamanda Heyelânlar, yenilenme yüzeylerinin derinliklerine göre sığ ($d < 5m$) ve derin ($d > 5m$) olmak üzere iki grup altında sınıflandırılmışlardır. Kretase ve Eosen yaşlı fliş birimleri ile Miyosen yaşlı

¹¹⁸ SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : A.g.e. s. 424, İstanbul.

volkanitler heyelânların en yoğun geliştiği birimler olup, sırasıyla heyelânlar % 24.7, % 29.6 ve % 8.7'si bu birimler içerisinde gözlenmiştir¹¹⁹.

Aşırı yağış, hızlı kar erimesi ve büyük depremlerin heyelânları tetiklediği bilinmektedir. Heyelânlarda yeni aktivite yaratabilecek veya yeni heyelânların oluşmasını sağlayabilecek aşırı yağış heyelânı tetikleyen unsurlar içerisinde. Batı Karadeniz bölgesinde, 19-21 Mayıs 1998 tarihinde özellikle Bolu ve Çevresinde etkili olan yağışlar sel, Feyezân ve heyelân olaylarına yol açmıştır. Âfete dönüşen bu meteorolojik olay sonucunda 10 kişi hayatını kaybetmiş ve çok sayıda yerleşim alanı, bina, alt yapı ve mühendislik yapısı hasâr görmüştür. Sosyal kayıpların yanında, ekonomik kayıpların 500 milyon civarında olduğu belirtilmiştir. Âfet sonrası yapılan arazi çalışmalarında özellikle Palaosen-Eosen ve Kretase yaşlı fliş birimler içerisinde binlerce toprak ve moloz akması şeklinde gelişen sığ heyelânlar gözlenmiştir. Yeni gelişen bu heyelânların yanı sıra, bölgedeki mevcut heyelânlarda aktiviteler gözlenmiştir.

Düzce depremi, Düzce Havzası ve Almacık tektonik bloğu sınırlayan Düzce Fayı üzerinde gelişmiştir. Düzce fayı boyunca, Almacık bloğunun kuzey tarafına bakan dik yamaçlar üzerinde 1999 Düzce Depremi sonucu heyelân haritalanmıştır. Bunlardan en büyük heyelân 7.5 km² lik bir alan kaplamaktadır. Deprem sonrasında yapılan arazi gözlemlerinde, deprem öncesi haritalanan heyelânların hemen hepsinde santimetre mertebesinde birkaç metreye kadar ulaşan yeniden hareketlenmeler gözlenmiştir. Bunlardan biri (0.002 km²), Bolu-İstanbul devlet karayolu, Bolu dağı geçişinde, trafik akışını günlerce etkileyen biçimde, yol dolgusunda gelişmiştir.

¹¹⁹ M.T.A. – 2005 : 1/500.000 Ölçekli Türkiye Heyelân Envanteri Haritası Zonguldak Paftası özel yayın serisi s. 10, Ankara.



Foto 42 : 1999 Düzce Depreminde Bolu Dağı’da Meydana Gelen Heyelân Görüntüsü
Kaynak : Doğan Kalafat

Meydana gelen diğer heyelânlar; granitik, volkano-sedimenter ve sedimenter kayaların güncel örtü malzemelerinde gelişmiştir. Deprem öncesi haritalanmış derin ve büyük heyelânlarda 2 m ye ulaşan yeniden hareketlenmeler gözlenmiştir. Heyelân toplukları üzerinde yer alan bazı köy yollarında hasârlar meydana gelmiştir¹²⁰.

¹²⁰ M.T.A. – 2005 : A.g. e. s. 21. Ankara.



Foto 43 - 44 : Kartalkaya Yolunda Karların Erimesiyle Meydana Gelen Heyelân Görüntüsü

Kaynak : Bolu Köroğlu Gazetesi 14.04.2011

Çalışma alanı içerisinde meydana gelen heyelânları ve heyelân aktivitelerini arazinin jeolojik özelliklerine göre incelenmiştir.

Genel olarak heyelân haritaları oluşturulurken hava ve uydu fotoğraflarından, arazinin jeolojik ve jomorfolojik özelliklerinden ve bizzat arazide gözlemler ve incelemeler yapılarak tespit edilen heyelân alanları haritalandırılır. Heyelân envanteri haritaları, heyelânların tiplerinin, yerlerinin eğer biliniyorsa oluşum zamanlarının belirtildiği haritalardır. Heyelân envanteri haritaların hazırlanmasında kullanılan yöntemler, çalışmanın amacına, çalışma alanının büyüklüğüne, heyelânların topoğrafik haritaların ve kullanılan hava fotoğraflarının ölçeğine ve eldeki mevcut alt yapı ve maddi olanaklara bağlı olarak değişmektedir.

Bu çalışmalar özellikle Maden Tetkik ve Aramanın hazırlamış olduğu 1/500.000 ölçekli Türkiye Heyelân Envanteri Zonguldak Paftası'ndan yararlanıp ve bu bölgelerde incelemeler yapılmıştır.

M.T.A. Bolu Havzası'nda meydana gelen heyelânları litolojik bilimlere ayrılmış ve genel olarak en sık olan 3 grup ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Havza heyelân açısından değerlendirildiğinde; Çalışma alanının büyük kesimi ovoid (Bolu Ovası) müteşekkildir. Bu yüzden bu arazinin düz olması engebenin olmaması bu bölgede heyelân riskinin az olduğu görülmektedir. Buna nisbeten ovayı çevreleyen alanlar yüksek, engebenin ve eğimin fazla olduğu araziye oluşturduğu için, heyelân riskinin bu alanlarda arttığını görmekteyiz. Bu yüksek ve engebeli arazide geçmişte birçok heyelân olmuş, günümüzde de yine aktif birçok heyelânlar olmaktadır. Bunların derinlikleri 5 m den daha büyüktür.

Nitekim; Bolu Havzası'nda meydana gelen heyelânları incelediğimizde eğimin ve engebenin artmış olduğu bölgelerde fazla olduğunu görmekteyiz. Özellikle çalışma alanının güney batısı (Abant Gölü'nün güneyini teşkil etmektedir) aktif kaymaların yoğun olduğu alanlardır. Aynı şekilde çalışma alanının kuzey batı kesiminde Yedigöller'e yakın bölge aktif kayma heyelânlarının görüldüğü alanlardır. Özellikle bu alan Paleozoik kireç taşları, şeyl, kalkerit, kum taşı, konglomera müteşekkili yapıya sahiptir. Bu alanlarda Aktif olan heyelânların oranı ve büyüklüğü oldukça fazladır.



Foto 45 - 46 : Karların Erimesiyle Abant Tabiat Parkı'na 8 Kilometre Mesafedeki Dereceören Köyü Yakınlarında Meydana Gelen Toprak Kayması Nedeniyle Çift Yönlü Olarak Yolun Ulaşımına kapandığı görüntüsü

Kaynak : <http://www.bolugundemcom/habergoster.php?id=55236> 25.03.2012

Çalışma alanının güneyini teşkil eden Aladağların kuzey yamaçları Bolu il merkezine 10 km uzaklıkta aktif olmayan kaymalar görülmektedir.

Bolu İl Merkezine yaklaşık 18 km güney batısında Abant yoluna yakın alanda Abantsuyu vadisinin her iki yamacında ve Abant'a doğru giderken sol tarafta büyüklü küçüklü birçok aktif kayma olayına rastlanmaktadır. Yüksek kesimlerde de yavaş akma faâliyetlerinin olduğu saptanmıştır.

Abant Gölü'nü çevreleyen dağlarda da aktif kayma ve aktif olmayan kaymalar görülmektedir. Özellikle Abant' ın doğu tarafındaki dağlarda (Bunların yüksekliği 1500 m ye kadar çıkıyor) her iki yamacında da aktif birçok büyük heyelân görülmektedir (Foto 43-44).

Bolu Havzası kuzeydoğu kesiminde Bolu'ya yaklaşık 50 km uzaklıkta aktif Heyelân alanları ve aktif olmayan heyelân alanlarına rastlanmaktadır. Özellikle Büyüksu vadisinin her iki yamacında görülmektedir. Bunların oluşum derinliği 5 m den daha büyüktür. Havzanın kuzeybatı kesiminde 20 km uzunluğunda bir alanda birbiriyle bağlantısı olmayan birçok heyelân meydana gelmiştir. Bu alanda heyelânlar 800 metreden 1400 metreye kadar olan yüksekliklerde görülmektedir. Bu alanlarda eğim derecesi % 20 den fazladır. Bu alanda birçok büyük heyelâna rastlanmaktadır. Bunların büyüklüğü 400 m² alanı bile geçmektedir. Bu şekilde aynı bölgede 3 tane büyük aktif heyelân alanları mevcuttur. Bunların içerisinde de birçok küçük aktif heyelân ve aktif olmayan daha önceki dönemlerde meydana gelmiş 10 m² daha küçük heyelânlara da rastlanmaktadır. Aynı bölgede Büyüksu'yun meydana getirmiş olduğu vadinin suyun akış yönünde sağ tarafta aktif olmayan heyelânlara rastlanmaktadır. Ancak burada meydana gelen heyelânlar büyük alanda etkili olmamışlar ve birçok küçük Heyelân olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Bolu İstanbul yolu Bolu'ya 10 km mesafede E 5 in kuzey kesiminde küçük alanlara sahip birçok aktif kayma heyelânlarına rastlanmaktadır.

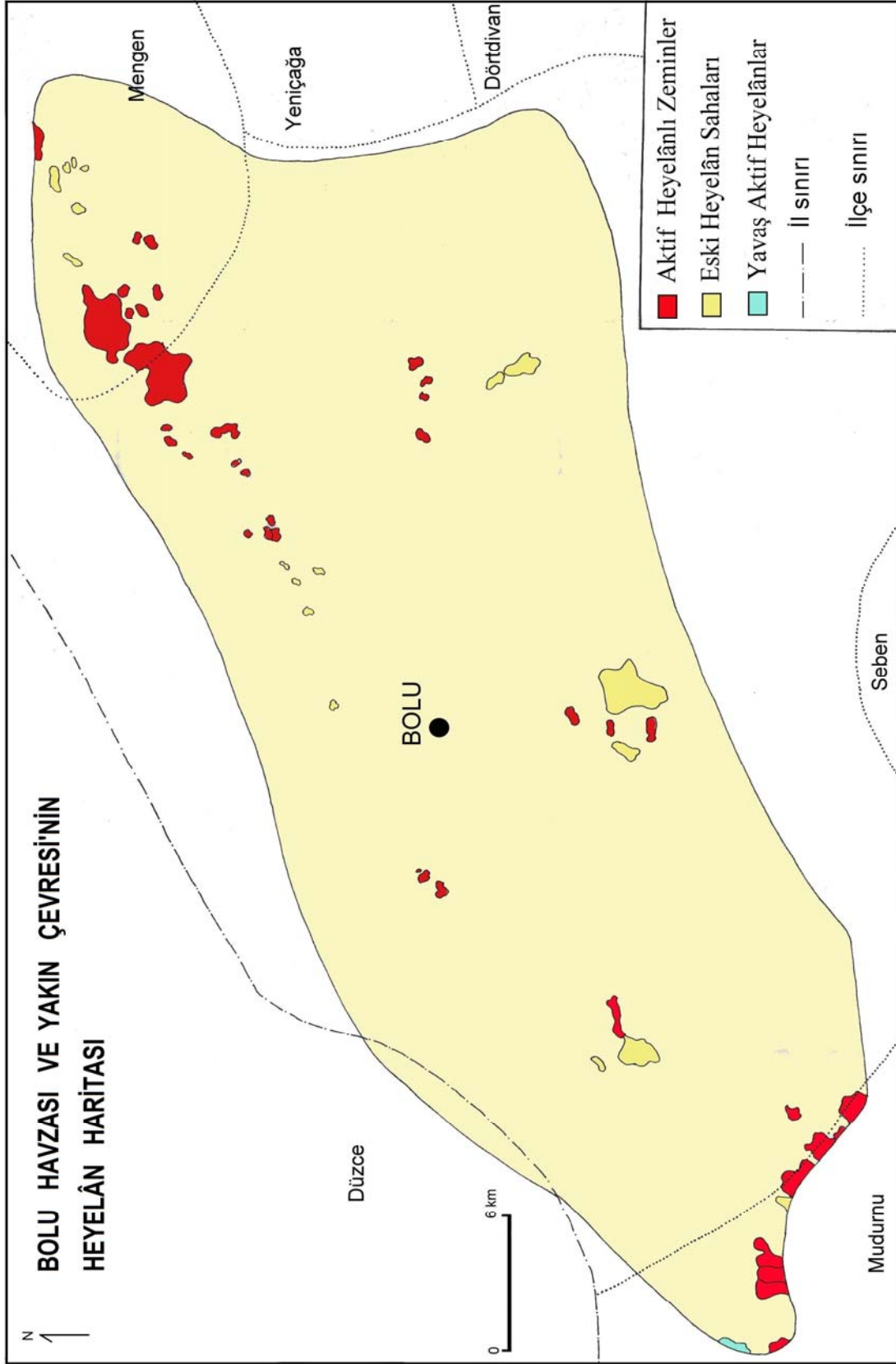


Foto 47 : Bolu Mengen Yolunda Gökçesu Yakınlarında Meydana gelmiş Heyelânın Uydudan Görüntüsü

Çalışma alanında en büyük heyelân Eosen yaşlı fliş birimi içerisinde gözlenmiştir. Bu dönemde başlayan vadi yarılmasına bağlı olarak geliştiği söylenebilir. Bu heyelânlar aktif olmayan heyelân sınıfındadır. Ancak, ana kütle içerisinde yerel olarak küçük ölçekli ikincil gelişmiş aktif heyelânlar bulunmaktadır. Heyelânın mekanizması karmaşık olup ana bileşen başlıca tabakalanma düzlemleri boyunca kontrol edilen bir düzlemsel kaymadır. Topoğrafik kesitlere göre ortalama kayma yüzeyi derinliği 130 m olarak tahmin edilmektedir.



Foto 48 : Bolu Havzası Güneyinde Kalker Çıkarılan Ocakta Meydana Gelen Heyelân Görüntüsü



Şekil 20 : Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin Heyelân Haritası

Kaynak : M.T.A. 1/500 000 Ölçekli Heyelân Haritası Zonguldak Paftası, Tarafımızdan Yeniden Düzenlenmiştir

Orta Miyosen Volkanitlerinde Oluşan Heyelânlar

Galatya volkanik provensi, Kuzey Anadolu bloğunun kuzey sınırında 250 km uzunluğunda bir Neojen yaşlı volkanik kuşaktır. Birimin kuzey sınırı KAFZ ile kontrol edilmektedir. Derin heyelânlardır. Heyelânlar genelde kalın tuf ve aglomera seviyelerinin yüzeylendiği kesimlerde yaygın olarak görülürler. Büyük derin kaymalar içerisinde Holosen yaşlı akaçlama sisteminin gelişmiş olması eski dönemlerden (Geç Pleistosen-Holosen) doğu ve güneybatı eteklerinde yoğunluk kazanır. Kuzeye bakan yamaçlarda melanj üzerinde lav ve piroklastik ardalanmasının oluşturduğu büyük kaymalar gözlenir. Bu kaymalar aktif gerileyen kayma tipindendir. Heyelân aktivitesi, heyelân kütlesi içerisindeki akaçlama sistemine yakın kesimlerde yoğun olarak izlenmektedir. Volkanik birimin doğu kesimlerde gözlenen heyelânlar kendi içerisinde gelişmiş olan derin dairesel kaymalardır. Tuf aglomera ve kalın lav ardalanmasından oluşan birimlerde derin kaymalar gözlenmektedir. Bir dağ yamacının kopması şeklinde oluşan büyük heyelânlar topoğrafyada belirgin büyük kabarma çökmeler oluşmaktadır. Bu tip heyelânlar eski kaymalar olup içerisinde Holosen akaçlama sistemi gelişmiştir¹²¹.

Eosen Yaşlı Fliş Biriminde Oluşan Heyelânlar

Eosen yaşlı fliş birimi sedimantolojik özellikleri bakımından dört fasiyes altında sınıflandırılmıştır. Çakıl taşı, kum taşı ve şeyl ardalanmaları en alt türbidit fasiyesini oluşturur. Bu fasiyes üzerine litik tuf, andezit bileşimli tuf breş ve volkanoklastik kum taşı, silt taşından oluşan bir volkanoklastik fasiyes gelmektedir. Bunun üzerine ise diğerlerinden daha ince olmakla birlikte, kristal ve vitrik tufle karakterize edilen üçüncü bir fasiyes yer almaktadır. En üstte ise Orta Eosen yaşlı genel olarak kum taşı, kil taşı ardalanmasından oluşan sığ denizel fasiyes yer almaktadır¹²². İnce, orta ve kalın tabakalanma düzlemleri birim içerisinde yaygın olarak görülmekte ve ana süreksizlik sistemini oluşturmaktadır. Özellikle yamaç eteklerinde kolüvyon veya sistli-killi zemînin kalınlığı 20 m'ye kadar ulaşmaktadır.

¹²¹ M.T.A. – 2005 : A.g. e., s. 12-16, Ankara

¹²² ILGAZ, A., ve ŞAHBAZ, A. - 1997 :Kusuri Formasyonu'nun fasiyes toplulukları (Batı Pontidler; Paleojen, Türkiye) Yerbilimleri. 19, 1-16 Akataran : M.T.A. – 2005 : A.g. e., s. 12, Ankara

Birim içerisinde genelde kayma türünde heyelân yaygın olup yağışlı mevsimlerde akma türü heyelânların da geliştiği gözlemlenmiştir. Kaymalar içerisinde tekil, dairesel ve karmaşık kaymalar olarak izlenmektedir. Bu tür heyelânlar daha çok birim içerisinde ince kum taşı ve zayıf dayanımlı kil taşı, silt taşı ardalanmasının bulunduğu kesimlerde gözlenmektedir. Derin kaymalar yamaç eğimlerinin genelde 10 derecenin üzerinde olduğu kesimlerde yoğunluk kazanmaktadır. Kalın tabakalı kum taşlarının killi seviyelerle ardalanmalı bulunduğu ve tabakalanmanın yamaç dışarı eğimli olduğu bölgelerde düzlemsel kaymalar gözlenmektedir. Kolüvyon türü zemînler yarılmamış ve az eğimli yamaçlarda 4-5 m kalınlığına ulaşmaktadırlar. Bu tür alanlarda krip ve karmaşık sığ heyelânlar yaygın olarak gözlenmektedirler.

Heyelânın az geliştiği alanda genelde eğim değerleri 10 derecenin altındaki yamaçlarda gözlenmektedir. Toprak ve moloz akması türündeki hareketler ise küçük ölçekli drenaj kanalları ile eski heyelân kütlelerin içerisinde gözlenmektedirler. Akmalarla ilgili belirtiler, yağışlı iklim koşulları nedeniyle kısa sürede bitki örtüsü ile kaplandığından, birkaç yıl sonra herhangi bir belirti sunmamaktadır.

Kretase Yaşlı Fliş Biriminde Oluşan Heyelânlar

Birimin orta seviyeleri pelajik killi kireç taşı, biyomikritik kireçtaşı ile şeyh, kum taşı, çakıl taşı ardalanmasından oluşmaktadır. Genelde akma ve kayma türündeki heyelânların alansal dağılımı, fasiyes değişimleri ile kontrol edilmektedir. Kireç taşı seviyeleri, iri taneli yelpaze ve kanal çökelleri içerisinde heyelân bulunmamaktadır. Birimin alt seviyelerine karşılık gelen çamur taşı, kil taşı ve silt taşı ardalanmasının bulunduğu bölgeler heyelânların en yoğun gözlemlendiği yerlerdir. Bu kesimlerde tabakalanma genelde ince, kaya malzemesi dayanımı düşüktür. Ayrıca, kaya kütlelerinin aşırı eklemli olmasından dolayı birim içerisinde tabakalanma yöneliminden bağımsız olarak, genelde dairesel kaymalar gözlenmektedir. Akmalar ise genelde yoğun ayrışmanın geliştiği kesimler ile üst toprak seviyelerinde gözlenmektedir. Moloz akmaları genelde dik eğimli yamaçlarda oluşurken toprak akmaları genelde daha az eğimli yamaçlarda gelişmektedir.

Sonuç olarak Bolu Havzası heyelân riskinin yüksek olduğu alanlar arasındadır. Yüksek engebeli arazinin varlığı, yağışlarla birlikte kar erimeleri zemînin suya doygun hale gelmesini sağlamakta ve arazinin litolojik özellikleriyle birlikte heyelân riskinin arttığı bir bölge olduğunu görmekteyiz. Alınacak önlemlerle zarar en askari düzeye çekilebilir. Bunu için, eski heyelânlar ve heyelânlı bölgelerin Âfet Müdürlüğü tarafından Âfet Bölgesi sayılması ve bu tür yerlere konut yapılmasının yasaklanması gerekmektedir. Yerleşim yerlerinde büyük çaptaki aktif heyelânları önlemek teknolojik yönden zor olduğu kadar çok fazla da ekonomik yük getirdiğinden koruma yöntemlerini uygulamak olanaksızdır.

Bu nedenle heyelânlı bölgelerde yerleşim alanları açılması yasaklanarak, âfet bölgesi ilan edilmesi gerekir. Belediyeler ve köy muhtarlıkları konut yapılırken mutlaka jeolojik rapor istemelidirler (aynı durum dağ turizmi nedeniyle köy tarım arazilerine yapılan villa ve dağ evi konutlarında mutlaka aranmalıdır)¹²³.

¹²³ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 40, Bolu

IV - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE KURAKLIK

Bir birlerinden belirgin özellikleriyle ayrılan iklim tipleri yanında sıcaklık, yağışta, rüzgârda ve buharlaşmada mevsim normallerine göre çok düşük ve çok yüksek değerlerinin olması insan hayatı üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Aşırı sıcaklık ve kuraklıklar dondurucu soğuklar şiddetli soğuk ve sıcak rüzgârlar kum ve toz fırtınaları yüksek dalgalar, kasırgalar sürekli aşırı sağanak yağışlar, yoğun sis zaman zaman âfet halini almaktadır¹²⁴.

Kuraklık, kaynak sularının azalmasına, yerine göre kurumasına, yeraltı suyu seviyesinin alçalmasına ve hattâ yeraltı suyu rezervlerinin yok olmasına, gölet ve barajlardaki suların çekilmesine sebep olmakla, oldukça tehlikeli âfetlere yol açmaktadır.

Toprağın kuraklıktan çatladığı, yarıldığı ve böylece zirâi faâliyetin yapılamadığı, insanların çaresiz kaldığı, kıtlığın baş göstermesiyle de halkın göçe zorlandığı, dolayısıyla normal hayatın kesintiye uğradığı bilinen gerçekler arasındadır.

Şiddetli kuraklık, bazen toplu ölümlere neden olmakla oldukça ciddi, köklü araştırmaların yapılması gereğini ortaya koymaktadır.

Yerine göre aşırı su çokluğu, kezâ aşırı su azlığı ve yokluğu da bir felâkettir. "Susuz hayat olmaz!" prensibinden hareket edildiğinde su yokluğunun bir âfet olduğu anlaşılmaktadır¹²⁵.

Bu bölümde Bolu Meteoroloji İstasyonu verilerinden yararlanarak Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ndeki iklim sınıflandırmaları tespit ettikten sonra çalışma alanının kuraklık derecesini tespit edeceğiz.

Önceki bölümde iklim elemanları ayrı ayrı incelenmiş ve özellikleri belirtilmiştir. Bu bölüm de ise, çeşitli araştırmacıların yaptığı iklim tasnifine göre sahanın taşıdığı iklim özelliği ele alınacaktır.

¹²⁴ SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : A.g.e. s. 426, İstanbul

¹²⁵ <http://dauammarmara.edu.tr/sayfa/1003/uygulama-ve-arastirma-birimleri/kuraklik-arastirmalari-birimi>

Yeryüzünün de birçok iklim tipi görülmektedir ve bu iklimler de, farklı etkiler yaratmaktadır.

Çok sayıda bilim adamı, çok çeşitli iklim sınıflandırmaları yapmıştır. Bilim adamları arasında bu konuda çok farklılıklar vardır. Bu durum çeşitli araştırmacıların görüşleri arasındaki ayrılıkları ortaya koyduğu gibi her alanda kusursuz sonuç vermiş bir formülün bulunamamış olması şeklinde de yorumlanabilir. Formüllerin bir kısmı çok basit, bir kısmı ise oldukça karmaşıktır. Fakat bu durum en uzun formül en doğru sonucu verecek şeklinde de yorumlanamaz. Araştırmacıların iklim analizinde dikkate aldığı kriterler farklıdır. Bunlardan bazıları; yağış – sıcaklık oranı, yağış – buharlaşma oranı, yağış rejimi ve bitki örtüsüdür¹²⁶.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin iklimini belirleyebilmek için, bugün en çok kullanılan **THORNTHWAİTE, KÖPPEN, DE MARTONNE** ve **ERİNÇ** formülleri üzerinde duracağız. Bu araştırmacılara ait formülleri Bolu Meteoroloji Verileri'ni uygulayarak, araştırma sahamız olan Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin iklimi hakkında bir sonuca ulaşmaya çalışacağız.

A - İklim Sınıflandırmalarına Göre İnceleme Sahasının Yeri

1 - Thornthwaite Metodu 'na Göre;

Thornthwaite iklim tasnifine göre herhangi bir yerin iklimini tayin için, önce o yerin su bilançosu'na ait tabloyu hazırlamak gerekir. Bir yerin su bilançosu'na ait tablo o yerin aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama yağış ve aylık evapotranspirasyon değerlerinden faydalanılarak hazırlanır¹²⁷. Bolu Meteoroloji Verileri sıcaklık ve yağış değerlerine ait veriler ve Thornthwaite'in iklim tasnifi formülleri kullanılarak su bilançosu tablosu hazırlanmıştır. Bu tablo, istasyona ait, toprakta birikmiş suyun aylık değişmesini, yıllık gerçek evapotranspirasyon miktarlarını, topraktaki su fazlasını, su noksanını, akışı ve nemlilik oranını gösterir.

¹²⁶ http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf

¹²⁷ DÖNMEZ, Y. – 1979 : A. g. e., s. 259, İstanbul.

Tablo çizilirken öncelikle aylık ortalama sıcaklık değerleri ilgili alana yazılmış ve sıcaklık indis değerleri tespit edilmiştir. Sonra bu değerler yardımıyla tashihsiz PE değerleri bulunmuştur, bulunan bu tashihsiz PE değerleri istasyonun coğrafi enlemi de dikkate alınarak düzenlenmiştir. İlgili alana yıllık yağış değerleri girilmiştir. Su bilançosunda toprakta birikmiş suyun aylık değişmesi ve toprakta birikmiş su birlikte hesaplanır. Bir yerde yağış miktarı, evapotranspirasyondan fazla ise bir miktar su, toprak doyuncaya kadar, toprakta toplanır ki, buna “birikmiş su” denir. Toprakta su birikmeye başladıktan sonraki devrede, evapotranspirasyon, yağıştan fazla ise, toprakta birikmiş su harcanmaya başlar ve bu durum suyun bitişine kadar devam eder. Yağış, yeniden evapotranspirasyon dan fazla olmaya başlayınca, fazla su yeniden toprakta birikir. İşte suyun toprakta aylara göre gösterdiği bu değişmelere “birikmiş suyun aylık değişmesi” denir¹²⁸.

Toprakta birikmiş suyun aylık değişmesi hesap edilirken, yağışın PE den fazla olduğu ilk aydan başlanır ki bu Bolu’da Ekim ayıdır. Yani Bolu’da yağışın PE den fazla olduğu Ekim ayından itibaren toprakta su birikmeye başlamaktadır. Bu durum Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan aylarında da devam etmektedir. Ancak yağışlar bu aylar boyunca devam etmekte ve bu aylarda su birikimi 100 mm dir. PE yağıştan fazla olduğu Mayıs, Haziran, Temmuz aylarında birikmiş su kullanılıyor ve Ağustos, Eylül aylarında toprakta su birikimi yoktur ve bu aylarda su noksanı var. Bolu Meteoroloji İstasyonu’na ait su bilanço su hazırlandıktan sonra, bu bilançodaki veriler kullanılarak istasyonun hangi iklim tipine girdiğini ortaya koymaya çalışacağız.

Thornthwaite tasnifindeki iklim tipleri dörder harfle ifade edilir. Bu harflerin her biri ayrı birer iklim elemanı olarak kabul edilir.

Thornthwaite Metodu’na Göre İklim Elemanları;

1. Yağış tesirlilik indisi
2. Sıcaklık tesirlilik indisi
3. Yağış rejimine göre ortaya konan indisler

¹²⁸ DÖNMEZ, Y. – 1979 : A. g. e., s. 262, İstanbul.

4. PE'nin üç yaz ayına nispet indisini gösteren harflerdir.

Bolu Havzası iklim verilerini ele aldığımızda Bolu Havzası ve Yakın Çevresi C Grubu iklim grubuna girmektedir.

Tablo 26

Thornthwaite Metodu 'na Göre Bolu Havzası'nın Su Bilançosu

BOLU	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	0.9	1.9	4.9	9.8	13.9	17.4	19.7	19.7	16.0	11.7	6.5	2.8	10.4
Sıcaklık Indisi	0.7	0.23	0.97	2.77	4.70	6.61	7.97	7.97	5.82	3.62	1.49	0.42	43.27
Tahsis PE	1	1	5	17	35	60	75	75	50	27	8	1,9	355.9
Tashihsiz PE	1	1	6	19	44	75	97	88	52	26	7	2	
Yağış	55.7	44,2	45,6	50,5	59,5	47,2	33,1	27,6	24,5	45,5	48,5	60,5	542,4
Birikmiş suyun aylık değişimi	0	0	0	0	0	-32,8	-63,9	-3,3	0	19,5	41,5	39	
Birikmiş su	100	100	100	100	100	72,2	8,3	0	0	19,5	61	100	
Hakiki evapotransp iresyon	1	1	6	19	44	75	97	30,9	24,5	26	7	2	
Su noksanı	0	0	0	0	0	0	0	57,1	27,5	0	0	0	84.6
Su fazlası	54,7	43,2	39,6	31,5	15,5	0	0	0	0	0	0	21,5	206
Akış	32,6	37,9	38,7	35,2	25,3	12,5	6	3	1	0	0	10,5	202.7
Nemlilik oranı	54,7	43,2	6,6	1,6	0,3	-0,3	-0.6	-9,7	-0,5	0,7	5,8	29	

Buna göre;

C Grubu, Ilıman İklimler: Thornthwaite şemasında bu kategori subtropikal iklimleri gösterir. 8 veya daha fazla ayın ortalama sıcaklığı 10°C'nin üzerindedir. Cs ve Cw Köppen sistemiyle aynı anlama gelir. Fakat subtropikal iklimin Köppen sistemindeki (Cf) kadar kesin bir kurak sınırı yoktur. Ortalama yıllık yağış miktarı 890 mm'den az olmalıdır.

İlave olarak kurak yaz ayları 30 mm'den az yağış almalı ve ıslak kış aylarındaki yağışın 1/3'ünden az olmalıdır¹²⁹.

2 - Köppen Metodu 'na Göre;

Köppen'in iklim sınıflandırması aylık ve yıllık sıcaklıklar, yıllık yağış miktarı, yağışın yıl içindeki dağılışı ve yağış ile sıcaklığın doğal bitki örtüsü ile olan ilişkilerine dayanmaktadır. Bunun için Köppen'in sınıflandırması bitki örtüsüne dayalı iklim sınıflandırmasına kabaca uymaktadır. Köppen sınıflandırmasına göre iklimler 5 ana kuşakta, 24 tipte toplanmıştır. Ana kuşaklar A, B, C, D ve E harfleri ile ifade edilirken iklim tipleri de bu harflere eklenen ikinci, üçüncü ve bazen dördüncü harfle belirtilmiştir. 2. harfler bölgenin yağış rejimini, 3. harfler sıcaklık karakterini, 4. harfler de özel durumları gösterir.

Orta iklimler kuşağı en soğuk ayın ortalama sıcaklığı 18°C den az, fakat -3°C den çoktur. En sıcak ayın ortalama sıcaklığı 10 °C nin üstündedir. Kışlar kısadır. Fakat birkaç ay toprak donabilir veya karla örtülebilir. Bu kuşak 7 iklim tipine ayrılır. Köppen sınıflandırması Bolu'nun iklimi, **Cfb** (kış ılık yazı sıcak her mevsim yağışlı iklim) iklimi olarak sınıflandırılabilir.

3 - De Martonne Metodu'na Göre;

De Martonne'un İklim Sınıflandırmasında diğer parametrelerin yanında sıcaklık ve yağış da dikkate alınmıştır. Yıllık ortalama yağış ve sıcaklığın yanında, Temmuz ve Ocak ayı sıcaklık ve yağış ortalamaları arasındaki ilişki hesaplamada göz

¹²⁹ http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf

önünde tutulmaktadır. Yıllık yağış miktarı yağışlı ve kurak iklimleri ayırmaya imkân verir. Kurak devrelerin tespitinde aylık yağışların yanında buharlaşma da önemli bir parametredir. Özellikle de sıcaklık ve yağış dikkate alınarak yapılmıştır.

Burada De Martonne'un 1942 formülünü uyguladık.

$$Ia = (P / (T + 10) + (12 \times p / (t + 10))) / 2$$

10 = Sıcaklığın 0°C'nin altında olduğu yerlerde t'yi pozitif yapmaya yarayan sabit sayı

P = Uzun yıllar toplam yağış (mm)

T = Uzun yıllar ortalama hava sıcaklığı (°C)

p = En kurak ayın yağışı (mm)

t = En kurak ayın ortalama sıcaklığı (°C)

İklim Tipi Kuraklık İndeksi

Çöl 0 – 5

Step(Yarı Kurak) 5 – 10

Step-Nemli arası 10 - 20

Yarı Nemli 20 - 28

Nemli 28 - 35

Çok Nemli 35 - 55

Islak > 55

Kutupsal < 0 (T < -5 C)

Bu formülü Bolu için uygularsak;

$I_a = (542.4 / (10.4 + 10) + (12 \times 24.5 / (20.6 + 10))) / 2 = 18$ bulunur. Bu duruma göre Bolu Step -Nemli arası iklim bölgesindedir.

Yine son 10 yılın sonucunu 1942 formülüne tatbik ettiğimizde De Martonne un aylık kuraklık indisi formülü kurak aylarla yağışlı ayların tespit edilmesinde kullanılır. Araştırma sahamıza ait verileri kullanılarak bu formül her ay için tek tek uygulanmış ve aylık kuraklık indisi değerleri tespit edilip, bir tablo hazırlanmıştır.

De Martonne'a göre, kuraklık indisi;

10 dan az olan aylar kurak aylar

10 –20 arasında olanlar yarı kurak ay

20 – 30 arasında olanlar yarı nemli ay

30 un üzerinde olan aylar ise yağışlı (nemli) ay olarak nitelendirilir.

$$I = (p / t + 10) \times 12$$

I= Aylık kuraklık indisi

P=Aylık yağış miktarı (mm)

t=Aylık ortalama sıcaklık (⁰C)

Tablo 27

De Martonne’a Göre Aylık ve Yıllık Sıcaklık, Yağış ve Kuraklık İndis Değerleri

Bolu	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Sıcaklık	0.9	1.9	4.9	9.8	13.9	17.4	19.7	19.7	16.0	11.7	6.5	2.8	10.4 °C
Yağış(mm)	55.7	44,2	45,6	50,5	59,5	47,2	33,1	27,6	24,5	45,5	48,5	60,5	542,4 mm
Kuraklık indisi	61.3	44.5	36.7	30.6	29.8	20,6	13.3	11.1	11.3	25.1	35.2	56,7	12.08

Bu sınıflandırmaya göre Bolu Havzası’nda 1939’dan günümüze iklim verilerini aldığımızda kurak ay bulunmamaktadır. Ağustos ve Eylül ayları yarı kurak, Mayıs, Haziran, Temmuz, Ekim ayları yarı nemli, Kasım, Aralık, Ocak, Şubat, Mart, Nisan ayları da nemli ay olarak nitelenmektedir.

4 - Erinç Metodu’na Göre

Erinç 1965 yılın da etkinliği konusunda bir formül ortaya koymuştur. Biz de araştırma sahamıza bu formülü uyguladık ve indis değerini de 18,8 olarak bulduk. Elde edilen bu değere göre araştırma sahamız step iklim tipine girer.

Erinç’in Yağış etkinlik indisi

$$I_m = P / T_{om}$$

I_m = Yağış etkinlik indisi

P = Yıllık toplam yağış (mm)

T_{om} = yıllık ortalama maksimum sıcaklık

$$Im = 542.4 / 17$$

$$Im = 31.9$$

İklim sınıfı İndis değeri (Im) Bitki Örtüsü

Tam kurak <8	Çöl
Kurak 8-15	Çöl-step
Yarı kurak 15-23	Step
Yarı nemli 23-40	Park görünümlü kuru orman
Nemli 40-55	Nemli orman
Çok nemli >55	Çok nemli orman

Erinç Metodu'na Göre 31,9 Yarı nemli park görünümlü kuru orman sınıflamasına girmektedir.

Yukarda ki iklim sınıflandırmaları gösteriyor ki; Bolu Havzası ve Yakın Çevresi kuraklık tehdidi ile karşı karşıya değildir. Ancak yine de çok su fazlası olan bir bölge de değildir. Günümüz sorunlarından olan küresel ısınma ihtimalinin gelecekte yaratacağı etki hesaba katılırsa, su kaynakların daha verimli ve düzenli kullanılması gerektiği görülecektir. Gelecekte dünyanın karşısına çıkabilecek olan kuraklık Bolu Havzası'nda da etkili olacaktır.

V - BOLU HAVZASI VE YAKIN ÇEVRESİ'NDE ORMAN TAHRİBİ

Orman alanlarının tahrib edilmesi sonucu ekolojik ve hidrolojik dengenin bozulması, toplumun bugününe ve geleceğine büyük zararlar vermektedir. Havzaların yukarı kesimlerinde eğimli alanlarda ormanların açılması sonucu şiddetli yağışlarda aniden oluşan ve yukarı kesimlerde toplanan seller derelerin çıkış bölümündeki kentlere, yollara, köprülere yapılara büyük zararlar vermektedir. Böylece derelerin aşağı kesimlerinde yaşayan ve yukarıdaki kesimlerdeki orman tahriplerinde katkısı olmayan insanlar, buna sebep olan insanlardan daha fazla zarar görmektedir. Dolayısıyla orman tahripleri ve seller herkesin sorunu olmaktadır¹³⁰.

Batı ülkelerinde özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde sel ve feyzân zararlarının azaltılmasında ormanların rolü konusunda tartışmalar 1900'lerde başlamıştır. İyi nitelikteki orman örtüsünün feyzân etkisini azalttığına ilişkin genel kanı, bunu kanıtlayan bilimsel verilerin elde bulunmaması nedeniyle karşıt görüş sahiplerince acımasızca eleştirilmiştir. Ancak 1940'lardan bu yana havza araştırmalarında sağlanan veriler sayesinde günümüzde durum, tartışmaya yer bırakmayacak şekilde açıklığa kavuşturulmuştur¹³¹. Nitekim orman tahribi arttıkça sellerin etkilerinde arttığı görülmüştür.

Bolu Yöresi, ormanlarının tarihine bakıldığında; EVLİYA ÇELEBİ (M.S. 1611–1682) bu yörede çok çam olduğunu ve halkının çam tahtası ticareti yaptığını anlatır. Bolu tahtasının İstanbul'da çok beğenildiğini İzmit ve Akçakoca iskeleleri vasıtasıyla İstanbul'a nakledildiğini anlatır¹³².

Bolu İli hudutlarındaki iki turbalık sanki orman müzesi görevi yapmıştır. Bu iki turbalıkta yapılan polen analizlerini özetle irdelenecek olursak; Yeniçağa Gölü M.Ö. 3000–4000 yıllarında oluşmaya başlamıştır. Yaklaşık 7.5 metreye kadar derinlikte saptanmış olan Doğu Kayını ve Uludağ Göknarı polen oranı nispeten yüksektir. Ancak Meşe ve Gürgen poleni de oldukça fazla bulunmuştur. Çam polen miktarı ise %50 civarındadır. M.Ö. 2000 yıllarında Göknar + Kayın ormanları önemli ölçüde gerilemiş

¹³⁰ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e., s. 44, Bolu.

¹³¹ GÖRCELİOĞLU, E.-1996 : **Ormanların Sel ve Taşkınlar Üzerine Etkileri** İ. Ü.Orman Fakültesi Dergisi Seri. B. Cilt: 46. s. 1, İstanbul.

¹³² ÇELEBİ, E.: **Seyahatname** çeviri: Üçdal neşriyat Çemberlitaş, Cilt. 1-2. s. 520, İstanbul.

ve belirgin olarak am egemen olmuştur. Meşe ve Ardıç da nispeten yüksek değere ulaşmıştır. Gökna ve Kayın ormanlarının gerileyişinde en başta iklim etkeni neden olarak görülebilir. M.Ö. 2400 dolayında Yakınoğı’da iklimin daha kurak ve sıcak olduğunu ve bu yüzden alçaklardaki Gökna ve Kayın’ın yerini çamın aldığını stratigrafik olarak kanıtlamıştır. Polen analizlerinde 1.0-3.7 m derinlikteki tortullarda sedir poleni bulunuşu enteresandır. Bu ağaç türü bugün de Güney Anadolu’da Toroslarda geniş yayılış gösterir. Kuzeydeki en son kalıntısı ise, Bolu’dan yaklaşık 350 km doğuda Erbaa ve Niksar yakınında küçük yayılış halinde bulunmaktadır¹³³. Aynı zamanda gittikçe artan antropojen (açma, yaralama, otlatma ve yangın) baskıların da bu yönde etki etmiş olabileceğı belirtilmiştir. M.Ö. 300 yıllarının sonuna doğru Hint Avrupalıların Anadolu’ya büyük göçü olmuştur. Bunun sonucunda da orman alanlarında tahrîbat artmıştır.

Kızılçam’da Sedir gibi kalıntı olarak göze çarpar. Abant Gölü profili (1298 m); Gökna ve Kayın alt katmanlarda büyük bir paya ulaşmaktadır. Üst kesimde çamın payı artmakta, %70-80’ne ulaşmaktadır. Burada Gökna ve Kayın %10’a bile erişememekte, Ardıç ise %2’nin altında kalmaktadır. Bu göl turbalığında da M.Ö. 2000 dolayında iklim değışikliğinin, profilin yaklaşık 3-4 metreler arasındaki derinliğinde olduğu kabul edilebilir.

Türkiye ve yakın ölkelerdeki orman yangınlarına baktığımızda Bolu Havzası’nda yangınlardan dolayı meydana gelen tahrîbatın az olduğunu görmekteyiz. Aşağıda 1998-2011 yıllarına ait Bolu Havzası ve Yakın Çevresi’ne ait orman yangın alanları ve yangın sayısı verileri mevcuttur (Tablo 28, 29).

Aşağıda ki tabloyu (Tablo 28) incelediğimizde Bolu Havzası’nda orman yangın sayısının azaldığını görmekteyiz. Ancak yakın çevresine baktığımızda (2009 yılı hariç) orman yangın sayılarının arttığını görmekteyiz.

¹³³ BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998: A.g.e. s. 44, Bolu.

Tablo 28

Bolu Havzası'nda ve Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Orman Yangınları Sayısı

Yıllar	Bolu Havzası'nda Meydana Gelen Yangın Sayısı	Bolu Havzası Yakın Çevresi'nde Meydana Gelen Yangın Sayısı
1998	5	20
1999	1	33
2000	-	35
2001	5	55
2002	-	24
2003	4	5
2004	-	21
2005	-	17
2006	2	55
2007	3	58
2008	-	46
2009	-	19
2010	-	29
2011	-	34
Toplam	20	451

Kaynak: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, 2011

Tablo 29
Bolu Havzası’nda ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Orman Yangınları Alanı
(Hektar)

Yıllar	Bolu Havzası’nda Meydana Gelen Yangın Sayısı	Bolu Havzası Yakın Çevresi’nde Meydana Gelen Yangın Sayısı
1998	1,42	27,695
1999	2	110,316
2000	-	192,48
2001	5,2	59,81
2002	-	27,25
2003	7,15	381,95
2004	-	21
2005	-	17
2006	2,05	55
2007	0,0250	58
2008	-	46
2009	-	19
2010	-	29
2011	-	34
Toplam	17,85	451

Kaynak: Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, 2011

Yukarda ki tabloyu (Tablo 29) incelediğimizde son yıllara doğru Bolu Havzası’nda meydana gelen orman yangın alanlarında azalma olduğu görülmektedir. Bunun nedeni insanların daha bilinçli olması, jandarma ve orman işletmeleri personelinin denetimi sıklaştırması gelmektedir. Özellikle orman alanlarında yapılan çalışmalarda yangın çıkabilecek alanlarda çalışmalar daha titizlikle yapılmaktadır.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde ormanlık alanda böcek, mantar ve diğer canlıların meydana getirdikleri zararlar içerisinde böcek zararları önemli yer tutmaktadır. Bu nedenle orman zararlıları ile mücadele çalışmaları daha çok zararlı böceklerle mücadele konusunda yoğunlaşmaktadır. Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde ormanlarında tahribata neden olan 10 tür dolayında böcek ve yaprak biti zararlıları mevcuttur. Bu zararlılar; 2009 yılında 10 626 ha alanda etkili olmuş, mücadele çalışmalarında 34.926 TL harcama yapılmıştır. Orman zararlılarına karşı mücadelede teknolojiye gelişmeler de dikkate alınarak biyolojik ve mekanik mücadele yöntemlerine ağırlık verilmektedir. Biyolojik çeşitliliğinin korunmasına özen gösterilmekte, zararlı böceklerle karşı faydalı böcekler korunup çoğaltılmakta, ayrıca karışık meşcereler kurmak suretiyle ormanlarımız zararlılara karşı dayanıklı hale getirilmeye çalışılmaktadır¹³⁴.

¹³⁴ BOLU ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

SONUÇ

Doğal âfetler; insanların hazırlıksız yakalandığı can ve mal kaybına neden olan doğal olaylardır. Dünyada doğal âfetlerden dolayı birçok can ve mal kaybı yaşanmıştır ve hâlen de yaşanmaktadır. Doğal âfetlerin nedenleri bilimsel olarak tespit edilmiş olmasına rağmen ihmalkârlık ve yeterli önlemlerin alınmaması nedeniyle âfetin zararı giderek artmaktadır.

Çalışma alanı olan *Bolu Havzası ve Yakın Çevresi*'nde birçok kez meydana gelen doğal âfetler büyük ölçüde can ve mal kaybına yol açmıştır.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'ni tehdit eden doğal âfetler arasında Depremler, Sel ve su baskınları, Heyelânlar, Erozyon ve Yangılar yer almaktadır. Bunun yanında gelecekte kullanılabilir su kaynaklarının azalacağını göz önünde bulundurursak, Bolu Havzası için olması muhtemel kuraklık da âfetler içerisinde değerlendirilebilir.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde en büyük zarara yol açan doğal âfet Depremlerdir. Nitekim Havza, KAF Zonu içerisinde olduğu için sık sık depremler yaşanmaktadır. Bu depremlerin büyüklüğü bazen 7 magnitüd'ün üzerine çıkmakta ve hasarın boyutları artmaktadır. Magnitüdü 7 nin üzerinde olan (1900'lerden günümüze) depremlerin büyüklüğünü incelediğimizde; 4,2 magnitüdü altında havza içerisinde ve yakın çevresinde 53 adet deprem meydana gelmiştir. 4,3 ile 4,8 arasında 21 depremin olduğu, 4,9 ile 5,4 arasında 8 adet deprem meydana gelmiştir. 7 nin üzerinde ise 4 büyük depremin meydana geldiği kaydedilmiştir. Bu depremlerde toplam 4.265 kişi hayatını kaybetmiştir. 27000 den fazla konut yıkılmış ya da hasâr görmüştür.

Meydana gelen depremler insanların daha fazla tedbir almasına yol açmıştır. Bunun için Bolu Valiliği, Bayındırlık Müdürlüğü, Belediyeler ile Üniversiteler çeşitli araştırmalar ve çalışmalar yapmışlardır. Bölgede zemîn etütleri yapılmış, meydana gelebilecek depremlerde zarârın enaza indirilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda fay hatları ve zemînin litolojik özellikleri tespit edilmiştir. Bu çerçevede havzada KAF uzantısı olan fay hatları isimlendirilmiştir.

Zemîn direnci için yapılan tespitlerde ise havzanın iç kesimini oluşturan Bolu Ovası zemînin en zayıf olduğu alanı oluşturmaktadır. Burası zemîn mukavemeti açısından 4. grupta yer alan Çok Zayıf Zemînler grubuna girmektedir. Burada zemîn kalın alüvyonlar ile gevşek kum, killi, şistli killerden oluşmaktadır.

Ova kesiminden (Bolu Ovası) dağlık alanlara doğru geçildikçe zemînin daha sağlamlaştığı görülmektedir. En sağlam zemînler 1. grup içersinde yer almaktadır. Burası havzanın K kesiminde Sağlam Zemînlerdir. Buraların volkanik ve metamorfik kayalardan oluştuğu görülmektedir.

Deprem zararlarını azaltmak için yeni yapılar sağlam zemînli alanlara yönlendirilmiş özellikle TOKİ konukları bu alanda yapılmıştır. Diğer yandan hasâr gören ve sağlamlığı az olan yapılar da ise güçlendirme çalışmaları yapılmıştır.

Havza içersinde ve yakın çevresinde **erozyon** olayının fazla olmadığını görmekteyiz. Ancak yine de meydana gelen erozyonun şiddetine göre incelediğimizde çok şiddetli erozyonun havzanın batı kesiminde Abant Gölü'nü çevreleyen dağlarda oluştuğunu görmekteyiz. Bunun nedeni; bu alanda bitki örtüsünün zayıf ve eğimin fazla olması ve böylece toprak yıkanmasının arttığını görmekteyiz. Havzayı çevreleyen dağlık alanlar az şiddetli erozyon alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu alanlarda erozyonun nedeni olarak bu alandaki yoğun ormanlardan kalan ölü bitki kalıntılarının toprağın üzerini kaplaması ve yağışlarla meydana gelen suyun bu toprak tabakası üzerinde zemînden sızmasını ve yüzeysel akışa geçmesidir. Yamaçlarda eğiminde fazla olması nedeniyle toprağın yıkanması artmaktadır. Erozyonun az olduğu alan Bolu şehrinin güneyinde yer almaktadır. Bu alan eğimi az ve bitki örtüsünün toprağın birbiri ile bağını sağladığını ve dolayısıyla toprağın dış etkenlerle süpürülmesi zayıflamakta.

Havzada taş ocakları sayısının fazla olması erozyonun bu alanlarda kuvvetli olmasını sağlamakta, bulanlarla birlikte taş ocaklarının yakın çevrelerini erozyon tehdidi içerisine sokmaktadır.

Çalışma alanı içersinde sık sık **heyelânlar** meydana gelmektedir. Eğimin fazla olması ve zemînin suyla doymuş hâle gelmesi sonucunda arazi kütleli olarak eğim

yönünde aşağı doğru hareket etmektedir. Bunun sonucunda ise başta insan hayatını tehdit etmekte ve maddi zararlara (yol, köprü, bina vb. alanlara) sebebiyet vermektedir.

Ayrıca heyelânların meydana geldiği alanlarda bitki örtüsü tahrîb olmuştur. Meydana gelen heyelânların oluşturdıkları birimlere göre sınıflama yaptığımızda: 1 - Orta Miyosen volkanitlerinde oluşan heyelanlardır. Bunlar derin heyelân grubunda yer alır. Kalın tûf ve alglomera seviyelerinin yüzeylenmelerinde görülür. En büyük örnekleri çalışma alanının kuzeyinde görülür. 2 - Eosen yaşlı fliş birimlerin de oluşan heyelânlar; Bu fasiyes incelendiğinde en üstte kum taşı, kil taşı, ikinci sırada kristal ve vitril tûf, üçüncü sırada litik tûf, andezit bileşenli tûf breş, volkanoklastik kum taşı, silt taşı ve en altta ise çakıl taşı, kum taşı ve şeyl ardalanmaları gelir. 3 - Kratese yaşlı fliş birimlerinden oluşan heyelânlar; bunlar genelde akma ve kayma türündedir. Pelajik killi kireç taşı şeyl, kum taşı ve çakıl taşı ardalanmasından oluşur.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi her haliyle tipik kurak bir alan değildir. Nitekim Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre; yarı nemli iklim sınıflandırmasına girmekte. Köppen'e göre; kışı ılık yazı sıcak her mevsim yağışlı iklim tipini görmekteyiz. De Martonne göre; kurak ay bulunmamakta. Erinç iklim sınıflandırmasına göre de; yarı nemli park görünümde kuru orman iklim sınıflandırmasına girmekte.

Bu iklim sınıflandırmaları bize gösteriyor ki Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nin de su kaynaklarının fazla olmadığını, eğer kaynaklar düzenli kullanılmaz ise su sıkıntısının yaşanabileceğini göstermektedir. Bunun için kurum ve kuruluşların birlikte çalışması sonucunda insanların bilinçlendirilmesi, su kaynaklarının kirletilmemesi ve yasal tedbirlerin alınması gerekli görülmektedir.

Bolu Havzası ve Yakın Çevresi'nde meydana gelen **sel ve fezeyanlar** yerleşim birimleri için tehlike oluşturmaktadır. Aslında, Bolu Havzası'nda büyük akarsu bulunmamaktadır. Ancak yan derelerle birleşen Büyüksu; bazen aşırı yağışlar ve kar erimeleri ile birlikte su miktarı fazla olmakta, yerleşim birimleri ve tarımsal alanlar için tehdit oluşturmaktadır.

Sel ve fezeyanların zararlarını azaltmak için başta D.S.İ. olmak üzere diğer kurum ve kuruluşlar önlem almaktadır. Bunun için dere yatakları ıslah çalışmaları

yapılmış, dere içleri temizlenmiştir. Ancak, bazen denetimlerin yeterli yapılmayışı dere yataklarına çöp dökülmesi derede su akışını engellemektedir. Derelerin bazı kısımlarında ise ve bitki örtüsü de bazen derede su akışını engellemekte ve suyun yönünü değiştirmekte. Nitekim Bolu Havzası'nda 1998 yılında meydana gelen sel birçok maddi hasâra neden olmuştur.

BİBLOGRAFYA

ATALAY, İ.- 1994 : **Türkiye Coğrafyası** Ege Üniversitesi Basımevi İzmir.

AKTİMUR, H. T., ATEŞ. Ş., ORAL A., - 1986 : **Bolu Çevresindeki Deprem Zararlarının Azaltılmasına Yönelik Sismik Zonlama** Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, C. 29. Ankara. 43 - 49

BAYAZIT, M. - 2003: **Hidroloji** Birsen Yayın evi İstanbul.

ÂFET VE ACİL DURUM MÜDÜRLÜĞÜ - 2010 : **Bolu Valiliği Âfet ve Acil Durum Müdürlüğü Deprem Brifingi** Bolu.

BAŞBAKANLIK ÂFET ACİL DURUM YÖNETİM BAŞKANLIĞI Ankara.

BOLT, B. A.- 1998 : **Depremler** Tübitak Popüler Bilim Kitapları Ankara.

BOLU TARIM İL MÜDÜRLÜĞÜ -1998: **Çalışma Raporu** Bolu.

BOLU D.S.İ. – 2009 : 5. Bölge 53. Şube Müdürlüğü **Bolu İli Merkez İlçesi Sınırları İçerisinde Bulunan Taşkın Kontrol Tesisleri ve Denetleme Sonuçları** yayınlanmamış rapor Bolu.

BOLU D.S.İ.- 2007 : **Etüt Plan Başmühendisliği Yayınlanmamış Rapor** Bolu.

BOLU D.S.İ. 2010 : **Yayınlanmamış Rapor** Bolu.

BOLU TARIM İL MÜDÜRLÜĞÜ. - 2000 : **Bolu Tarım Master Planı** Bolu.

BOLU VALİLİĞİ – 2009 : **Bolu İl Gelişme Planı Çevre ve Mekansal Yapı Sektörü Raporu** Bolu.

BOLU VALİLİĞİ – 1998: **Bolu 1998 İl Yıllığı** Bolu.

BOLU VALİLİĞİ (Komisyon) – 1998 : **Bolu daki Sel Taşkın ve Heyelanların Nedenleri ve Alınması Gerekli Önlemler** Bolu.

BOLU ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ

CANİK, B. - 1997 : **Bolu Sıcak Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi**
Ankara.

ÇELEBİ, E. : **Seyahatname** çeviri: Üçdal neşriyat Çemberlitaş, Cilt. 1-2.
İSTANBUL.

ÇELİK, E. H. - 1991 : **Bitki örtüsünün seller üzerindeki etkileri**, Yağış Sel
Heyelân sempozyumu bildirisi, Ankara.

DEMİRTAŞ, R. - 2000 : **Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Abant-Gerede
Arasında Kalan Bölümünün Neotektonik Özellikleri ve Paleosismisitesi** Jeoloji
Mühendisliği Anabilim Dalı Yayınlanmamış Doktora Tezi Ankara.

DEVLET METEOROLOJİ İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ – 1997 :
D.M.İ.1997 Devlet Meteoroloji İşleri GN. MÜD. Nün. 04.03 .1997 tarih ve 543 sayılı
yazısı Ankara.

DÖNMEZ, Y. – 1979 : **Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları** İstanbul
Üniversitesi Yayın No.2506, İstanbul.

DUMAN, A. İ. - 2000 : **Bolu Ovası'nda Ekonomik Faâliyetler** Marmara
Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Eğitimi Anabilimdalı Yayınlanmamış
Yüksek Lisans Tezi İstanbul.

ERDOĞRAN, S. - 1993 : **Bolu İmar Planı Araştırma Raporu** Bolu
Belediyesi Bolu.

ERİNÇ, S., BİLGİN, T., BİLNER, M – 1961 : **Abant Gölü'nün Menşei
Hakkında** İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi sayısı: 12 Cilt: 6 İstanbul.

EROL, O. – 1991 : **Genel Klimatoloji**, Gazi Büro Kitabevi, 4. Baskı, Ankara.

GÖRCELİOĞLU, E.-1996 : **Ormanların Sel ve Taşkınlar Üzerine Etkileri**
İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri. B. Cilt. 46. İstanbul. 16 - 25

GÖRCELİOĞLU, E. - 1999 : **Ormanların Erozyon ve Sedimentasyona Etkileri** İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri. B Cilt: 47 İstanbul. 1 - 14

GÖZENÇ, S. - 1979 : **Bolu Depresyonu ve Yakın Çevresi'nde Araziden faydalanma** İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yay no:108 İstanbul.

İVESKO İNŞ. SAN. MÜŞ. HİZ. LMT. ŞTİ. - 2001 : **Bolu (İlave) Kalıcı Konut Alanı Jeolojik Jeoteknik Etüt ve Zemîn Değerlendirme Raporu** Ankara.

IRMAK, A., SEVİM, M, GÜLCUR, F. – 1989 : **Bolu Aladağlar Orman Sahasında Pedolojik Araştırmalar** İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri. A Cilt. 39. İstanbul. 1- 14

ILGAZ, A., ŞAHBAZ, A. - 1997 : **Kusuri Formasyonu'nun Fasiyes Toplulukları (Batı Pontidler; Paleojen, Türkiye)** Yerbilimleri Sayı 19. Ankara. 1-16

KORKANÇ, Y. S., KORKANÇ M. – 2006 : **Sel ve Taşkınların İnsan Hayatı Üzerindeki Etkileri** Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi Yıl. 2006 Cilt: 8 Sayı. 9. Bartın. 42-50

MENTEŞE, Y. E., ERTURAÇ, K., ÖZCAN, O. - 2009 : **Rize İli Genelinde Heyelân Tehlikesi Altında Bulunan Bölgelerin Kullanım Türlerinin Belirlenmesi** Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 1115, Ankara.

M.T.A. – 2005 : **1/500.000 Ölçekli Türkiye Heyelân Envanteri Haritası Zonguldak Paftası** Özel Yayın Serisi Ankara.

ÖZTÜRK, A., İNAN, S., TUTKUN, S. Z. - 1984 : **Abant – Yeniçağa (Bolu) Yöresinin Stratigrafisi** Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölölümü Yerbilimleri Dergisi Sivas. 1 - 18

ÖZMEN, B. - 2000 : **Düzce-Bolu Bölgesi'nin Jeolojisi, Diri Fayları ve Hasâr Yapan Depremleri** Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara. 1 - 14

SELÇUK BİRİCİK, A. - 2009 : **Fiziki Coğrafya-Jeomorfoloji İle Hidrolojinin Temel Prensipleri ve Araştırma Yöntemleri** Gonca Yayınevi Cilt. 1 İstanbul.

SELÇUK BİRİCİK, A., KORKMAZ, H. - 2001 : **Kahramanmaraş'ın Depremselliği** Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı. 3. Cilt. 1 İstanbul. 53 - 82

TAŞMAN, C. - 1944 : **Gerede Bolu Depremi** Maden Tetkik Arama Dergisi Sayı. 31. Ankara. 134 - 136

TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ – 2002 : **Bolu İli Coğrafi Bilgi Sistemi (BCBS) Temel Katmanların Kurulması ve Yerleşmeye Uygunluk Belirlenmesi** Kocaeli.

YUSUF, T. - 2003 : **Bolu İl Gelişme Planı Çevre ve Mekansal Yapı Bolu Valiliği** Bolu.

ANSİKLOPEDİLER

Meydan Larousse **Büyük Lugat ve Ansiklopedi** (3: bas- cam)

İl-İl Büyük Türkiye Ansiklopedisi Cilt: 1.

MUHTELİF WEB (İNTERNET) SAYFALARI

http://www.bolu.gov.tr/documents/genel_bilgiler

http://www.bolu.gov.tr/xcontent.aspx?id=akkaya_travertenleri&c=02&f=09

<Http://Www.Bolununesi.Com/Icerik/Haber.Asp?Id=17317kapandı>

<Http://Www.Boluajans.Com/Forum/Archive/Index.Php/Thread-6051.Html>

<http://www.bolugundemcom/habergoster.php?id=55236>

<http://dauammarmara.edu.tr/sayfa/1003/uygulama-ve-arastirma-birimleri/kuraklik-arastirmalari-birimi>

http://www.dmi.gov.tr/FILES/iklim/iklim_siniflandirmalari.pdf

<http://dauammarmara.edu.tr/sayfa/999/uygulama-ve-arastirma-birimleri/sel-ve-su-baskinlari-arastirmalari-birimi>

<http://www.depremgov.tr/sarbis/Shared/Anasayfa.aspx>

http://www.bolu.gov.tr/documents/genel_bilgiler

<http://dauammarmara.edu.tr/sayfa/1001/uygulama-ve-arastirma-birimleri/erozyon-ve-heyelân-arastirmalari-birimi>

<http://www.meteor.gov.tr/tarim/turkiye-don-takvimi.aspx>

<http://www.haberler.com/bolu-da-travertenler-buz-tuttu-3166576-haberi/>