



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KASTAMONU YÖRESİNDE ORMAN – KAR
İLİŞKİLERİNİN HİDROLOJİK İŞLEVLER VE ÇİĞ
KONTROLÜ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Orman Yük. Müh. Halil GERÇEK

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Havza Amenajmanı Programı

Danışman

Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL

Eylül, 2007

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KASTAMONU YÖRESİNDE ORMAN – KAR
İLİŞKİLERİNİN HİDROLOJİK İŞLEVLER VE ÇİĞ
KONTROLÜ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Orman Yük. Müh. Halil GERÇEK

**Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Havza Amenajmanı Programı**

Danışman

Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL

Eylül, 2007

İSTANBUL

Bu çalışma 18/09/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliğı Anabilim Dalı Havza Amenajmanı programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Kamil **ŞENGÖNÜL** (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Prof. Dr. Refik **KARAGÜL**
Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi

Prof. Dr. Ahmet **HIZAL**
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Doç.Dr. Ferhat **GÖKBULAK**
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi

Doç. Dr. Lokman **ALTUN**
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Orman Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.
Proje No: T-165 / 241095.

ÖNSÖZ

“Kastamonu Yöresinde Orman-Kar İlişkilerinin Hidrolojik İşlevler ve Çığ Kontrolü Yönünden Değerlendirilmesi” adlı bu çalışma İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı’nda 1995-2007 yılları arasında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu, uzun süreli ve zorlu kış koşullarında çalışmayı gerektiren araştırmamda, araştırmamın planlanması, yürütülmesi ve bir tez olarak meydana gelmesinde değerli katkı ve desteklerini esirgemeyen, çalışmayı titizlik ve sabırla yönlendiren doktora danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Kamil ŞENGÖNÜL ile tezin ilk aşamalarında desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Necdet ÖZYUVACI’ya da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusu belirleme aşamasında; kar hidrolojisi ve çığ konusunun Türkiye için önemini bilen ve bu konuda yeterli eğitim ve öğrenim almak amacıyla 18 ay süreyle Avusturya Hükümeti’nden (Österreichische Austauschdienst – ÖAD) burs almamı sağlayan ve değerli emekli hocam sayın Prof. Dr. Selman USLU’ya ayrıca teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Kar, kar meteorolojisi, kar hidrolojisi, çığ, çığ tehlike zonlaması, çığdan korunma yapıları, çığ uyarı servisi, hava fotoğrafları ve uydu verileri yardımıyla kar miktarı ve çığ tehlike bölgelerinin belirlenmesi ve daha nice konularda gerek Enstitü (Universität für Bodenkultur-BOKU Institut für Wildbach- und Lawinenschutz) ve gerekse Avusturya Sel ve Çıglarda Korunma Teşkilatı’nın (Wildbach- und Lawinendienst) ve diğer olanaklardan yararlanmamı sağlayan, birincisi kışın (Mart ’94) ikincisi yazın (Temmuz-Ağustos ’94) minimum birer aylık tüm ülkenin kar ve çığ tehdidi altında bulunan Tirol ve Voralberg eyaletlerinde olmak üzere iki büyük ekskürsiyon ve bu arada sayısız kısa dönemli ekskürsiyonlar ve araştırma gezilerine katılmamı sağlayan, yine gerek Almanya’da ve gerekse de İtalya’daki çığ tehlike alanlarını ve çığdan

korunma yapılarını yetkililerden yerinde görmemi ve bilgi almamı sağlamak için birer haftalık ekskürsiyonlar ve organizasyonlar yapan sayın emekli hocam danışmanım ve enstitü eski başkanı O.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. H.W. WEINMEISTER 'a ve nezdinde asistanı Dr.Dipl.Ing. Karl KLEEMAYR'a sonsuz teşekkürleri sunmayı bir görev sayarım.

Bu bağlamda Almanya Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft Enstitüsüne ve Enstitü çalışanlarından sayın Dr. Bernhard ZENKE ve Dr. Hans KONETSCHNY 'e gerek büro eğitimlerinden ve gerekse de Güney Almanya Alplerine yaptığımız ekskürsiyonlardan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

İtalya'daki çığ yapılarını ve sorunu yerinde görmem ve bilgilenmem için yapılan organizasyonda Bozen-Südtirol Eyaleti Sonderbetrieb für Bodenschutz Wildbach- und Lawinenverbauung direktörü Dr. Alois KARNER'e ile mühendisler Dr. Sandro GUI, Dr. Paul von HERPERGER ve Dr. Rudolf POLLINGER 'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde görüş ve düşünceleri ile yardımlarını gördüğüm Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi ve Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof. Dr. İbrahim GÜRER'e teşekkür ederim.

Yine çalışmanın yürütülmesinde görüş ve düşünceleri ile maddi ve manevi desteklerini gördüğüm İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Süleyman ÖZHAN, Sayın Prof. Dr. Ahmet HIZAL'a, Doç. Dr. Ferhat GÖKBULAK ve Yrd. Doç. Dr. Yusuf SERENGİL'e, emekli hocam Sayın A. Nihat BALCI'ya teşekkürü borç bilirim. Aynı Anabilim Dalında görev yapmış emekli Kimya Müh. Mecbure UTKU'ya, da teşekkür ederim.

Çalışmanın yazım ve diğer aşamalarında yardım ve büyük desteğini gördüğüm sayın değerli arkadaşım Doç.Dr. Doğanay TOLUNAY'a, uydu görüntülerinin değerlendirilmesinde büyük katkıları olan Doç.Dr. Hakan YENER ve Yard. Doç.Dr. Muhittin İNAN 'a teşekkür ederim.

Araştırmanın arazi ölçüm, inceleme ve gözlemlerinin devam ettiği 4 yıl (1995-1999) boyunca her türlü desteği sağlayan Kastamonu Bölge Müdürlüğü'ne, Bölge Müdür Yardımcısı Sayın Bahattin KARAKAYA'ya ve Ilgaz Milli Parklar Mühendisi sayın İsmail MENTEŞ ve çalışanları ile adlarını anamadığım Kastamonu Merkez, Küre, Bozkurt, Azdavay, Daday Orman İşletme Müdürlerine ve Müdürlük çalışanları ile burada anamadığım ve yardımcı olan herkese teşekkürü bir borç bilirim.

Uzun yıllar süren çalışmam boyunca doktora tezimi bitirmem için her türlü destek ve göstermiş olduğu sonsuz sabırdan ötürü sevgili eşim Kader DOLU GERÇEK ile aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Temmuz, 2007

Halil GERÇEK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	xii
SEMBOL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xviii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR	14
2.1. KAR HİDROLOJİSİNDE KULLANILAN TERİMLER	14
2.2. YAĞIŞ ÇEŞİTLERİ VE SİSTEMATİK ÖLÇÜM HATALARI	16
2.2.1. Yağış.....	17
2.2.2. Kar ve Karışık Yağışların Ölçümlerinde Yapılan Sistemik Hatalar....	18
2.3. KAR ÖRTÜSÜNÜN ÖZELLİKLERİ.....	19
2.3.1. Kar Örtüsünün Bileşimi ve Strüktürü.....	20
2.3.2. Kar Su Eşdeğeri.....	21
2.3.3. Kar Yoğunluğu	23
2.3.4. Kar Derinliği.....	25
2.3.5. Kar Örtüsü Güzergahı	25
2.3.6. Bir Kar Örtüsünün Isı İçeriği ve Termik Özellikleri.....	26
2.3.7. Kar Örtüsünün Hidrolik Özellikleri.....	28
2.3.7.1. Kar Örtüsünün Akıcı Suyu Tutma Kabiliyeti	29
2.3.7.2. Kar Tabakasındaki Su Hareketi	29
2.3.8. Bir Kar Tabakasının Kütleli Yapısı.....	31
2.4. KAR HİDROLOJİSİNDE SÜREÇ DİNAMİĞİ.....	32

2.4.1. Kar Örtüsünde Birikme ve Çözünme Süreci	32
2.4.1.1. Kar Birikmesi ve Dağılımı	33
2.4.1.2. Kalıcı Kar Kütlesindeki Başkalaşım (Metamorföz).....	35
2.4.1.3. Kar Örtüsünde Kayıplar	40
2.4.2. Kar Hidrolojisi Süreç Dinamiğinin Hidrolojik Anlamı	44
2.4.3. Kar Hidrolojisi Modellemeleri.....	47
2.5. ÇİĞ	48
2.5.1. Çığların Oluşum Nedenleri	48
2.5.1.1. İklim Özellikleri.....	48
2.5.1.2. Yamaç Eğimi	49
2.5.1.3. Yamaç Bakısı	50
2.5.1.4. Kar Tabakalarının Yapısı	50
2.5.1.5. Vejetasyon Örtüsü	51
2.5.1.6. Yamaçların Jeolojik ve Toprak Özellikleri	51
2.5.2. Çığ Alanlarının Önemli Kısımları	51
2.5.2.1. Çığ Toplama Havzası	51
2.5.2.2. Çığ Başlangıç Zonu (Kopma Zonu).....	52
2.5.2.3. Çığır (Çığ Güzergahı).....	52
2.5.2.4. Çığ Bitim Zonu	52
2.5.3. Çığların Sınıflandırılması.....	52
2.5.3.1. Çığların Kar Örtüsünün Gevşek veya Sıkışmış Tabakalı Olmasına Göre Sınıflandırması.....	53
2.5.3.2. Kar Örtüsünün İçerdiği Su Miktarına Göre Sınıflandırma	53
2.5.3.3. Çığ Oluşan Arazinin Özelliklerine Göre Sınıflandırma	53
2.5.3.4. Kayma Düzleminin Durumuna ve Tabakalaşma Sayısına Göre Sınıflandırma	54
2.5.3.5. Arazide Kalış Süresine Göre Sınıflandırma.....	54
2.5.4. Çığ Önleme ve Durdurma Yapıları	54
2.5.4.1. Pasif Yöntemler	54
2.5.4.2. Aktif Yöntemler.....	55
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	56
3.1. ARAŞTIRMA ALANININ TANIMI.....	56
3.1.1. Kastamonu İlinin Yetiştirme Ortamı Koşulları	56

3.1.1.1. Coğrafiik Özellikleri	56
3.1.1.2. İklim	58
3.1.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak	71
3.1.1.4. Akarsular.....	76
3.1.1.5. Vejetasyon ve Orman Durumu	77
3.2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	86
3.2.1. Büroda Uygulanan Yöntemler	86
3.2.1.1. Deneme Alanlarının Seçimi.....	86
3.2.2. Deneme Alanlarında Yapılan Çalışmalar ile Kar Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	88
3.2.2.1. Kar Ölçümleri ve Etüdləri.....	89
3.2.2.2. Kar Derinlik Ölçümleri.....	90
3.2.2.3. Kar yoğunluğunun Belirlenmesi.....	91
3.2.2.4. Kar Su Eşdeğerinin Belirlenmesi	93
3.2.2.5. Kar Örtüsünde Yükseltiyle Değişiminin Belirlenmesi	94
3.2.3. Deneme Alanlarında Kar Erimesinin Belirlenmesi.....	94
3.2.3.1. Beklenebilecek En Yüksek Yağış ve Kar Erimesi	95
3.2.3.2. Araştırma Alanlarının Bulunduğu Havzalardaki Hidrometeorolojik Gözlemler	95
3.2.3.3. Kar Erimesi Belirlenmesi.....	96
3.2.4. Çığ Potansiyelinin Belirlenmesi Yöntem ve Çalışmaları	101
3.2.4.1. Kar Profilinin Çıkartılması.....	101
3.2.4.2. Çığ Potansiyelinin Belirlenmesi.....	102
3.2.5. İstatistik Değerlendirmeler	105
4. BULGULAR	106
4.1. DENEME ALANLARININ BAZI KARAKTERİSTİKLERİNE AİT BULGULAR.....	106
4.1.1. Deneme Alanlarının Tanıtımı	106
4.1.1.1. Azdavay Merkez	106
4.1.1.2. Azdavay Sabuncular Mevkii.....	107
4.1.1.3. Küre Masruf Mevkii	107
4.1.1.4. Azdavay Sökü Mevkii	108
4.1.1.5. Daday Soğucaova Mevkii.....	108

4.1.1.6. Küre Kirazcık Mevkii.....	108
4.1.1.7. Bozkurt Göynük Dağı	109
4.1.1.8. Ilgaz Dağı Güney Bakı	109
4.1.1.9. Ilgaz Dağı Kuzey Bakı	109
4.2. HAVZA VE DENEME ALANLARININ BAZI KARAKTERİSTİKLERİNE AİT BULGULAR.....	109
4.2.1. Havza Yüksekliklerine Ait Bulgular.....	110
4.2.1.1. 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay Havzasına Ait Bulgular	110
4.2.1.2. 15-24 Gökırmak – Kuyluş Havzasına Ait Bulgular.....	112
4.2.2. Havza Eğimlerine Ait Bulgular.....	112
4.2.2.1. 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay Havzasına Ait Bulgular	112
4.2.2.2. 15-24 Gökırmak – Kuyluş Havzasına Ait Bulgular.....	117
4.2.3. Havza Bakısına Ait Bulgular	117
4.2.3.1. 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay Havzasına Ait Bulgular	117
4.2.3.2. 15-24 Gökırmak – Kuyluş Havzasına Ait Bulgular.....	117
4.2.4. Havza Alan – Yükseklik (Hipsometrik) Eğrileri.....	124
4.3. KAR YAĞIŞINA AİT BULGULAR	125
4.3.1. Kar Derinliğine (Birikimine) Ait Bulgular	125
4.3.2. Kar Yoğunluğuna Ait Bulgular	133
4.3.3. Kar Su Eşdeğerine Ait Bulgular	141
4.4. KAR ERİME AKIMINA AİT BULGULAR.....	149
4.4.1. Havza Akım Değerlerine Ait Bulgular	149
4.4.2. Kar Erimesinin Belirlenmesi.....	159
4.5. ÇIĞ OLUŞUMUNA AİT BULGULAR.....	168
4.5.1. Meteorolojik Bulgular	168
4.5.1.1. Rüzgar Özellikleri.....	168
4.5.1.2. Sıcaklık Özellikleri.....	170
4.5.2. Bitki Örtüsüne Ait Bulgular.....	170
4.5.3. 13-07 Devrekani Çayı –Azdavay Havzası Çığ Oluşumuna Ait Bulgular	171
4.5.4. 13-24 Gökırmak - Kuyluş Havzası Çığ Oluşumuna Ait Bulgular	171
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	180
5.1. KAR DERİNLİĞİNE (BİRİKİMİNE) AİT SONUÇLAR.....	181

5.2. KAR YOĞUNLUĞUNA AİT SONUÇLAR.....	185
5.3. KAR SU EŞDEĞERİNE AİT SONUÇLAR.....	187
5.4. KAR ERİME AKIMINA AİT SONUÇLAR.....	189
5.5. ÇIĞ OLUŞUMUNA AİT SONUÇLAR.....	190
5.6. ÖNERİLER	191
KAYNAKLAR	194
EKLER	207
ÖZGEÇMİŞ	234

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	: Türkiye'nin su ihtiyacı	2
Şekil 1.2	: 2003 yılı mevcut su kullanımı ve 2030 yılı projeksiyonuna göre su ihtiyacı	3
Şekil 1.3	: Yıllara göre kişi başı su ihtiyacındaki değişim	4
Şekil 1.4	: Çığ olayı sonucunda oluşan insan kayıplarının yıllara göre dağılımı	7
Şekil 1.5	: Türkiye'nin illere göre çığ dağılım haritası	8
Şekil 1.6	: Türkiye'de çığ olaylarının yerleri	8
Şekil 2.1	: Hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak farklı yağış şekillerinin safhaları.....	18
Şekil 2.2	: İnce bir kar örtüsünün şematik temsili	20
Şekil 2.3	: Çeşitli yükselti basamaklarına, bakıya ve orman içi ve açık alanlara göre Hessen orta dağlık bölgesindeki maksimum Kar Su Eşdeğerleri.....	22
Şekil 2.4	: Kar örtüsündeki maksimum enerji akışları ve günlük enerji değişimi....	28
Şekil 2.5	: Ampirik araştırmalar sonucunda bulunan kar yoğunluğuna bağlı olarak bir kar örtüsündeki su tutma kapasitesi ilişkisi gösterilmiştir.....	30
Şekil 2.6	: Bir kar kristalinin es sıcaklık başkalaşımına bağlı olarak kar tanesine değişim süreci. sayılar birikmenin başlamasından sonra geçen süreyi gün olarak ifade etmektedir	37
Şekil 2.7	: Donma noktasına yakın hava sıcaklıklarına bağlı olarak bir kar tabakasındaki oturma	39
Şekil 2.8	: Çeşitli safhalardaki geçişler arasındaki enerji ihtiyacı	40
Şekil 2.9	: Gün seyri içerisinde su buharı bilânçosundaki değişim	41
Şekil 2.10	: Orta dağlık Avrupa bölgelerinde yapılan araştırmalara göre kar erime akımlarının şematik olarak gösterimi	45
Şekil 3.1	: Araştırma alanının ve deneme sahalarının genel mevkii.....	56
Şekil 3.2	: Thornthwaite yöntemine göre Kastamonu'nun su bilançosu grafiği	63
Şekil 3.3	: Thornthwaite yöntemine göre Ilgaz'ın su bilançosu grafiği.....	64
Şekil 3.4	: Kastamonu yöresinin ara ve ana yönlerden esen rüzgârların yıllık esme sayısı oranları (%) olarak	68
Şekil 3.5	: Ilgaz yöresinin ara ve ana yönlerden esen rüzgârların yıllık esme sayısı oranları (%) olarak.....	68
Şekil 3.6	: Kastamonu yöresinde ara ve ana yönlerden esen rüzgârların aylık esme sayısı oranları (%) olarak	69
Şekil 3.7	: Ilgaz yöresinde ara ve ana yönlerden esen rüzgârların aylık esme sayısı oranları (%) olarak.....	70
Şekil 3.8	: Kastamonu Bölgesi Jeoloji Haritası	72
Şekil 3.9	: Türkiye Ekolojik Bölgeler Haritası	78
Şekil 3.10	: Kastamonu Vejetasyon Haritası.....	82
Şekil 3.11	: Kastamonu İli Orman Durumu (%) olarak	83
Şekil 3.12	: Kar yağışı derinlik ölçümlerinde kullanılan sabit eşeler	91

Şekil 3.13	: Orman altı ve açık alan kar profillerinde kar özelliklerinin belirlenmesi.....	92
Şekil 3.14	: Bazı kar özelliklerinin ölçümü.....	93
Şekil 3.15	: Bir yağış havzasında derece-gün değerleri ile erime arasındaki ilişki.....	100
Şekil 3.16	: Kar Profillerinde başkalaşimleri belirlemek için kullanılan abaklar....	101
Şekil 3.17	: Kar Profili alma ve Ramm Direnci abağı	102
Şekil 4.1	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının yükselti basamakları	111
Şekil 4.2	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının yükselti - % grafiği	112
Şekil 4.3	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının SAM haritası	113
Şekil 4.4	: Kastamonu ilinin SAM haritası.....	114
Şekil 4.5	: 15-24 Gökırmak-Kuyluş havzasının yükselti basamakları.....	116
Şekil 4.6	: 15-24 Gökırmak-Kuyluş havzasının yükselti - % grafiği.....	117
Şekil 4.7	: 15-24 Gökırmak-Kuyluş havzasının SAM haritası	119
Şekil 4.8	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının eğim grupları haritası...	120
Şekil 4.9	: 15-24 Gökırmak-Kuyluş havzasının eğim grupları haritası	121
Şekil 4.10	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının bakı haritası.....	122
Şekil 4.11	: 15-24 Gökırmak-Kuyluş havzasının bakı haritası.....	123
Şekil 4.12	: 13-07 Devrakani-Azdavay havzasının yükselti – alan (hipsometrik) eğrisi	124
Şekil 4.13	: 15-24 Gökırmak - Kuyluş havzasının yükselti – alan (hipsometrik) eğrisi	124
Şekil 4.14	: Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar derinlik ölçümlerinin yıllara göre ortalamalarının karşılaştırılması	132
Şekil 4.15	: Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar yoğunluk ölçümlerinin yıllar itibariyle ortalamalarının karşılaştırılması	140
Şekil 4.16	: Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar su eşdeğeri ölçümlerinin yıllar itibariyle ortalamalarının karşılaştırılması	147
Şekil 4.17	: EİEİ 13-07 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri	156
Şekil 4.18	: EİEİ 13-07 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akım değerleri	156
Şekil 4.19	: EİEİ 13-07 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akış yüksekliği değerleri	156
Şekil 4.20	: EİEİ 15-24 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri	157
Şekil 4.21	: EİEİ 15-24 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akım değerleri	157
Şekil 4.22	: EİEİ 15-24 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akış yüksekliği değerleri	157
Şekil 4.23	: DSİ 13-15 nolu akım ölçme istasyonu verilerine göre uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri	158
Şekil 4.24	: DSİ 15-226 nolu akım ölçme istasyonu verilerine göre uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri	158
Şekil 4.25	: DSİ 15-25 nolu akım ölçme istasyonu verilerine göre uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri.....	158
Şekil 4.26	: 13-07 Devrakani Çayı-Azdavay havzasının 1996 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).....	163

Şekil 4.27	: 13-07 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1997 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).....	163
Şekil 4.28	: 13-07 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1998 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).....	164
Şekil 4.29	: 13-07 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1999 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).....	164
Şekil 4.30	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1996 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği)....	165
Şekil 4.31	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1997 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği)....	165
Şekil 4.32	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1998 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği)....	166
Şekil 4.33	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1999 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği)....	166
Şekil 4. 34	: Küre Masruf 06.02.97 tarihli kar profil grafiği.....	172
Şekil 4. 35	: Küre Masruf 17.04.97 tarihli kar profil grafiği.....	172
Şekil 4. 36	: Göynük Dağı 13.03.96 tarihli kar profil grafiği.....	173
Şekil 4. 37	: Göynük Dağı 16.04.97 tarihli kar profil grafiği.....	174
Şekil 4. 38	: Göynük Dağı 04.03.98 tarihli kar profil grafiği.....	174
Şekil 4. 39	: Göynük Dağı 10.02.99 tarihli kar profil grafiği.....	175
Şekil 4. 40	: Ilgaz Dağı Kuzey Bakı 09.02.96 tarihli kar profil grafiği.....	175
Şekil 4. 41	: Ilgaz Dağı Kuzey Bakı 07.02.97 tarihli kar profil grafiği.....	176
Şekil 4. 42	: Ilgaz Dağı Kuzey Bakı 13.02.98 tarihli kar profil grafiği.....	176
Şekil 4. 43	: Ilgaz Dağı Kuzey Bakı 12.02.99 tarihli kar profil grafiği.....	177
Şekil 4. 44	: Ilgaz Dağı Güney Bakı 18.04.97 tarihli kar profil grafiği.....	177
Şekil 4. 45	: Ilgaz Dağı Güney Bakı 18.04.97 tarihli kar profil grafiği.....	178
Şekil 4. 46	: Ilgaz Dağı Güney Bakı 18.04.97 tarihli kar profil grafiği.....	178
Şekil 4. 47	: Ilgaz Dağı Güney Bakı 27.03.98 tarihli kar profil grafiği.....	179

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	: Kar tiplerine göre karın yoğunluk ve özgül ağırlık değerleri	24
Tablo 2.2	: Çığ Oluşum nedenlerine toplu bakış	49
Tablo 3.1	: Kastamonu Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar.....	59
Tablo 3.2	: Ilgaz Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar ..	60
Tablo 3.3	: Thornthwaite metoduna göre Kastamonu Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine dayanılarak hazırlanan su bilançosu.	61
Tablo 3.4	: Thornthwaite metoduna göre Ilgaz Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine dayanılarak hazırlanan su bilançosu.	62
Tablo 3.5	: Kastamonu Orman Durumu.....	83
Tablo 3.6	: Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünde ormanlık alanların koru ve baltalık ormanlara göre dağılımı.	84
Tablo 3.7	: Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünde ormanlık alanların ağaç türlerine göre dağılımı.	85
Tablo 3.8	: Araştırmada kullanılan hidrometeoroloji istasyonları.....	96
Tablo 3.9	: Derece – gün faktörü (mm/ °C).....	99
Tablo 3.10	: Kar tabakasının tane formu.....	103
Tablo 3.11	: Kar tabakasının sertliği.....	104
Tablo 3.12	: Kar tabakasının nem içeriği	104
Tablo 3.13	: Avrupa Çığ Tehlike Skalası.....	104
Tablo 4.1	: Kastamonu yöresindeki deneme alanlarında kar gözlemleri yapılan istasyonların deniz seviyesinden yükseltileri, coğrafik koordinatları ve meteorolojik gözlem süreleri	107
Tablo 4.2	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının yükselti basamakları	110
Tablo 4.3	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının yükselti basamakları.....	115
Tablo 4.4	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay ve 15-24 Gökırmak Kuyuluş havzasının eğim grupları.....	115
Tablo 4.5	: 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay ve 15-24 Gökırmak Kuyuluş havzasının bakı durumları.....	118
Tablo 4.6	: 1995-1996 Kış sezonu kar derinlik ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	126
Tablo 4.7	: 1996-1997 Kış sezonu kar derinlik ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	127
Tablo 4.8	: 1997-1998 Kış sezonu kar derinlik ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	129
Tablo 4.9	: 1998-1999 Kış sezonu kar derinlik ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	131
Tablo 4.10	: 1995-1996 Kış sezonu kar yoğunluk ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	134
Tablo 4.11	: 1996-1997 Kış sezonu kar yoğunluk ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	135

Tablo 4.12	: 1997-1998 Kış sezonu kar yoğunluk ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	138
Tablo 4.13	: 1998-1999 Kış sezonu kar yoğunluk ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	139
Tablo 4.14	: 1995-1996 Kış sezonu kar su eşdeğeri ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	142
Tablo 4.15	: 1996-1997 Kış sezonu kar der su eşdeğeri ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	143
Tablo 4.16	: 1997-1998 Kış sezonu kar su eşdeğeri ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	145
Tablo 4.17	: 1998-1999 Kış sezonu kar su eşdeğeri ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler.....	146
Tablo 4.18	: Orman altı ve açık alanlarda belirlenen özelliklerin ölçüm yapılan kış sezonuna göre istatistiksel analiz sonuçları	148
Tablo 4.19	: Araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları (x106 m ³) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları	149
Tablo 4.20	: Araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak-Kuyuluş akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları (x106 m ³) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları ..	150
Tablo 4.21	: 1980-1995 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları (106 x m ³) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları.....	150
Tablo 4.22	: 1980-1999 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak - Kuyuluş akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları (106 x m ³) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları.....	151
Tablo 4.23	: 1963-2004 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı ve Mart-Haziran arasındaki kar erime döneminde toplam akımları (x106 m ³) ve bu dönemin % olarak yıllık akıma oranı.....	152
Tablo 4.24	: 1954-1999 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak - Kuyuluş akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı ve Mart-Haziran arasındaki kar erime döneminde toplam akımları (x106 m ³) ve bu dönemin % olarak yıllık akıma oranı.....	153
Tablo 4.25	: Araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince standart sapma değerleri	154
Tablo 4.26	: Araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince korelasyon değerleri	154

Tablo 4.27	: Araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak-Kuyuluş akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince standart sapma değerleri	154
Tablo 4.28	: Araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak-Kuyuluş akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince korelasyon değerleri ...	155
Tablo 4.29	: Deneme sahalarına göre Derece-Gün faktörleri.....	160
Tablo 4.30	: Kastamonu Meteoroloji istasyonu kar erime dönemine ait günlük sıcaklık değerleri (°C)	161
Tablo 4.31	: Ilgaz Meteoroloji istasyonu kar erime dönemine ait günlük sıcaklık değerleri (°C)	162
Tablo 4.32	: 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay Havzası kar erime potansiyeli korelasyon analizi.....	160
Tablo 4.33	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş Havzası kar erime potansiyeli korelasyon analizi.....	160
Tablo 4.34	: 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay Havzası kar erime potansiyeli bazı istatistiki analizleri.....	167
Tablo 4.35	: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş Havzası kar erime potansiyeli bazı istatistiki analizleri.....	167
Tablo 4.36	: Kastamonu ve Ilgaz Meteoroloji İstasyonlarının şubat-haziran arası ve yıllık hakim esme yönü, esme sayıları ve şiddeti	169

SEMBOL LİSTESİ

(B)	: bir kar tabakasının kütlesi
(D)	: bir kar tabakasındaki kayıplar
(E)	: bir kar tabakasındaki birikme
A	: kar numune alma tüpünün yüzey alanı
Ae	: buharlaşma ve sublimasyondan kütle kaybı
AGİ	: aAkım Gözlem İstasyonu
Am	: kar örtüsündeki sıvı akışından kaynaklanan kütle kaybı
Bw	: kütle değişimi
Cc	: kondenzasyon ve Sublimasyondan kütle kazanımı
Cı	: sıvı yağıştan kütle kazanımı
Cs	: katı yağıştan kütle kazanımı
ÇOB	: Çevre ve Orman Bakanlığı
D	: Kar kristalinin çapı
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
f	: tokmağın düşüş yüksekliği
F	: Kar tabakasının tane formu
F	: ormanla kaplı alan
G	: kar yoğunluğu
G	: kar sütununun ağırlığı
H	: tokmağın kütlesi
Hi	: güneş radyasyonu
K	: Kar tabakasının sertliği
K	: havza karakteristiklerini yansıtan derece gün faktörü
k	: havza katsayısı (orta kapalılıkta ormanlık
M	: günlük potansiyel kar erime miktarı
N	: tokmakla yapılan darbe sayısı
Na	: kontrol istasyonu veya istasyonlarının normal yıllık yağışı
Nb	: havzanın yıllık Yağışı
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
P	: n sayıdaki darbe sonunda nüfuz derecesi (cm)
P	: günlük yağış miktarı
Pa	: yağış havzası,
Pb	: havza yağışı
Qc	: kar örtüsündeki ısı değişikliklerinden ortaya çıkan enerji
Qe	: gizli ve türbulant ısı bilançosu
Qg	: kar tabakası ile toprak arasında ısı alışverişi
Qh	: hissedilen ısı yoğunluğu
Qm	: erimeden ortaya çıkan enerji
Qn	: güneş radyasyonu (ışınım) bilançosu
Qp	: yağış ile ortaya çıkan ısı

Q_w	: tbn yoğunluğu
Q_{yl}	: yıllık akım değerleri
Q_{II-VI}	: şubat-haziran dönemi kar erimesinden oluşan toplam akım
Q_{III-VI}	: mart-haziran dönemi kar erimesinden oluşan toplam akım
Q_{IV-VI}	: nisan-haziran dönemi kar erimesinden oluşan toplam akım
Q_{V-VI}	: mayıs-haziran dönemi kar erimesinden oluşan toplam akım
PE	: potansiyel evapotranspirasyon
R	: ramm direnci
Sh	: kar derinliği
Sw/e	: kar su eşdeğeri
S_γ	: kar yoğunluğu
T	: borunun kütlesi
T	: günlük ortalama sıcaklık
TK (°C)	: Kar sıcaklığı
UN	: United Nation
v	: rüzgar hızı
v	: kar numunesinin hacmi
W	: Kar tabakasının nem iğeriği
W	: kar su eşdeğeri
W	: kar numunesinin brüt ağırlığı
W_{brüt}	: kar numunesinin brüt ağırlığı
W_{net}	: kar numunesinin net ağırlığı
α	: kar yüzeyinin albedosu

ÖZET

KASTAMONU YÖRESİNDE ORMAN – KAR İLİŞKİLERİNİN HİDROLOJİK İŞLEVLER VE ÇIĞ KONTROLÜ YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

21. yy. hemen başlarında kırkın üzerindeki ülkede insanların hayatlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan sudan mahrum olacakları, 2 milyar civarındaki insanın ise su ihtiyacını zor karşılayacakları beklenmektedir. Ortadoğu'daki akarsuların hemen hepsinin yalnızca bir iki devlet tarafından paylaşılmakta olduğu göz önünde tutulduğunda, su üzerindeki tasarruf hakları iddialarının oldukça tehlikeli bir duruma yol açabileceği ve önümüzdeki yıllar itibari ile bu bölgedeki devletler arasında savaş sebebi dahi sayılabileceği ortadadır.

Birleşmiş Milletler ve Devlet Su İşleri'nin yaptığı projeksiyona göre 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını ve kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1 000 m³/yıl ün altına inileceği tahmin edilmektedir. Suyun ana kaynağı ise orman ve mera hidrolojisinin uğraş alanına giren, orman ve mera gibi doğal vejetasyonlarla kaplı yukarı havzalar oluşturmaktadır. Bu nedenlerdir ki günümüzde su sorununa ilişkin yapılan çalışmalarda orman örtüsü-su ilişkileri üzerinde önemle durulmaktadır.

Dünyada birçok bölgede çeşitli kullanma yerleri için gerekli suyun büyük bir kısmını kış mevsiminde yüksek dağlık ve ormanlık havzalarda tutulan kar erimelerinden sağlamaktadır.

Bu amaçla yukarı havzaların önemli bir kısmının ormanla kaplı olduğu, önceki yıllarda yoğun kar yağışının bulunduğu, zaman zaman çığ olaylarının da meydana geldiği Kastamonu yöresi araştırma alanı olarak seçilmiştir. Kastamonu yöresinde değişik yükselti basamaklarında orman içi ve açık alanlarda deneme alanları alınmıştır. Kastamonu, Daday, Azdavay, Küre, Bozkurt ilçeleri ve Ilgaz dağı kapsayan alanlarda kar hidrolojisine ait bazı özelliklerin incelenmesi ve orman-kar ilişkileri; ağaç türü itibariyle ormanlık alan ve açık alanda kar ölçmeleriyle, karın su eşdeğeri, kar hidrolojisi ve çığ arasındaki ilişkilerin belirlenmesi planlanmıştır. Deneme alanlarındaki arazi çalışmaları 1995–1999 yılları arasında her yıl 4 kış dönemi boyunca yapılan ölçmelere ait veriler değerlendirilmiştir.

Bakıların ve yükselti basamaklarının kar yağışı dispozisyonunda yer alan elamanlardan orman altı ve açık alan kar yağışının değişimi, kar kütlesine ait bazı özelliklerden kar birikmesi ve erimesi, kar özgül ağırlığı, su eşdeğeri, kar profili ve profilde meydana gelen başkalaşımın incelenmiştir. Elde edilen veriler DMİ verileri ve EİEİ ve DSİ tarafından yürütülen akım ölçme istasyonlardaki verilerle orman-kar ilişkisi açısından kavza kar erime hesapları amprik formüllere göre hidrolojik olarak incelenmiş ve ayrıca çığ kontrolü yönünden değerlendirilmeye çalışılmıştır

SUMMARY

EVALUATION OF FOREST AND SNOW RELATIONS IN TERMS OF HYDROLOGICAL FUNCTIONS AND AVALANCE CONTROL AROUND KASTAMONU

At the beginning of 21 st century, it is expected that people over forty countries will face difficulties for meeting water demand to sustain their livelihood and around two billion people will meet hardly their water needs. When water resources in Middle East being shared by only a few countries are considered, this situation may cause problems and can be a reason for war between countries.

According to projections made by United Nations and Directorate Water Hydraulic Works, it is predicted that human population in Turkey will be around 100 million and water consumption per person will be less than 1000 m³/ year. On the other hand, fresh waters comes mostly from natural vegetation like forest and rangelands covered watersheds. Therefore, studies related with water problems mainly focuses on water - forest vegetation relations.

In many places around the world, huge amount of water needed for using in several areas is gained from snow melt which comes from snow falling on high mountainous areas during the winter months.

For this purpose, study site was selected around Kastamonu where most of the uplands are covered with forest vegetation, heavy snow falls exist, and avalanche events occur time to time. Study plots were selected from different altitudes both within forestland and from forest openings or gaps in Kastamonu city; Daday, Azdavay, Küre, and Bozkurt counties and Ilgaz Mountain. In these sites, some parameters of snow hydrology and snow-forest relations were investigated and snow depth, snow water equivalent, snow hydrology-avalanche relations were studied. Study was carried out in a period from 1995 to 1999 years in winter months.

In each study site, snow depth, snow accumulation and melting, snow particle density, water equivalent, snow profile and metamorphose in these profiles were examined. Data were evaluated according to data collected by Directorate of State Meteorological Office, EİEİ and Directorate of State Hydraulic Works in streamflow measurement stations, and snow-melting process was estimated with using empiric formulas with respect to forest-snow relations and avalanche control.

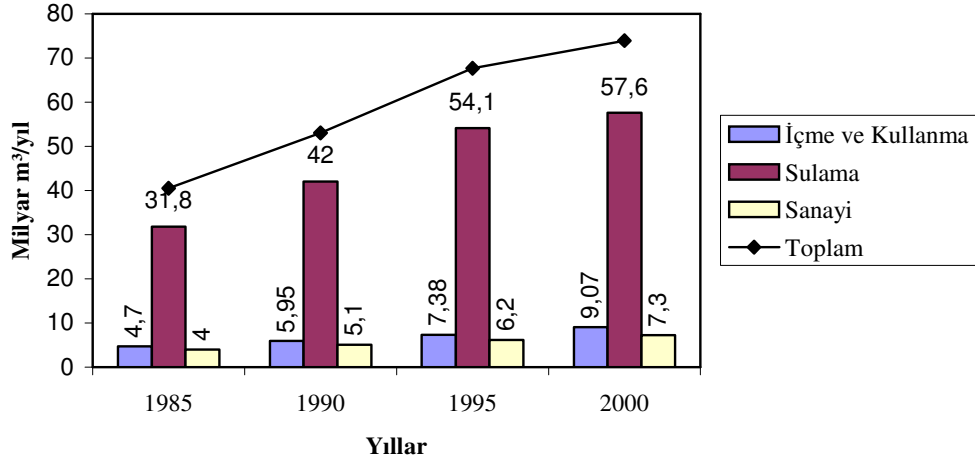
1. GİRİŞ

Canlılar için büyük önem taşıyan su, hayatın temel taşıdır. Dünyada tükenmeyen bir kaynak olarak bulunan su, yeryüzündeki dağılımının bir sonucu olarak bölgesel tükenebilirlik ve kalite kaybı ile kullanım dışı kalma özelliğine sahiptir. Yeryüzündeki kaynakları besleyen ana unsur ise yeryüzüne inen atmosferik sudur.

Dünyanın, yarı kurak bölgesinde yer alan Türkiye'deki su varlığına ait Devlet Su İşleri (DSİ) verilerine göre (DSİ, 1990; DSİ, 2003). Türkiye'nin yıllık yağış ortalaması 642,6 mm dir. Yağışların bölgelere göre yıllık ortalaması sırasıyla; Karadeniz'de 816,5 mm, Akdeniz'de 750.7 mm, Ege'de 672,2 mm, Marmara'da 640,6 mm, Doğu Anadolu'da 611,2 mm, Güneydoğu Anadolu'da 609,8, İç Anadolu'da ise 388,8 mm dir. Ülkemize düşen yıllık yağışın karşılığı olan su potansiyeli 501 milyar m³ tür. Bu miktarın akış haline geçen kısmı 238 mm veya 186 milyar m³ tür. Buna göre Türkiye'de ortalama akış katsayısı % 37 olmaktadır. Yağışlarla düşen suyun % 54,7'sini oluşturan 274 milyar m³ lük kısmı buharlaşma, bitkisel terleme (transpirasyon) ile, % 8,18'i yeraltına sızma vb gibi nedenlerle olmak üzere yaklaşık % 63'ü yüzeysel akışa geçmemektedir (DSİ, 1990; DPT, 2001; DSİ, 2003; Can, 2003; DSİ, 2007a; ÇOB, 2007a).

Yıllık su potansiyeli olan 193 milyar m³ lük (186 akış haline geçen su + 7 milyar m³ komşu ülkelerden gelen su) suyun tamamını kullanma olasılığı da yoktur. Nehir ve çaylardaki su hayatının devamı, kirlenmenin önlenmesi veya azaltılabilmesi, nehir ulaşımına olanak sağlamak vb. sebepler için bir miktar suyun sürekli olarak yataklarda kalması gerekmektedir. Diğer taraftan bazı havzalarda topografik ve jeolojik koşullardan dolayı baraj inşa etmeye uygun olamamaktadırlar. Bu gibi nedenlerden dolayı tüketim amacıyla kullanılamayacak olan suların miktarı ortalama olarak yılda 100 milyar m³ civarındadır (Zengin, 1997). Kullanılabilir su miktarının %16'sı içme ve kullanmada, %12'si sanayide ve %72'si de tarımsal sulamada tüketilmektedir (DSİ, 1990; Zengin, 1997; DPT, 2001; DSİ, 2003; Can, 2003; DSİ, 2007a; ÇOB, 2007a)

Toplam yeraltı su rezervimizin 14 milyar m³/yıl olduğu tahmin edilmektedir (DSİ, 1995). Sonuç olarak ülkemizde kullanılabilecek yeraltı ve yerüstü su rezervlerinin toplam miktarının 112 milyar m³/yıl civarında olduğu söylenebilir. Türkiye'nin yıllara göre su ihtiyacındaki değişim Şekil 1.1'de gösterilmiştir (Zengin, 1997).

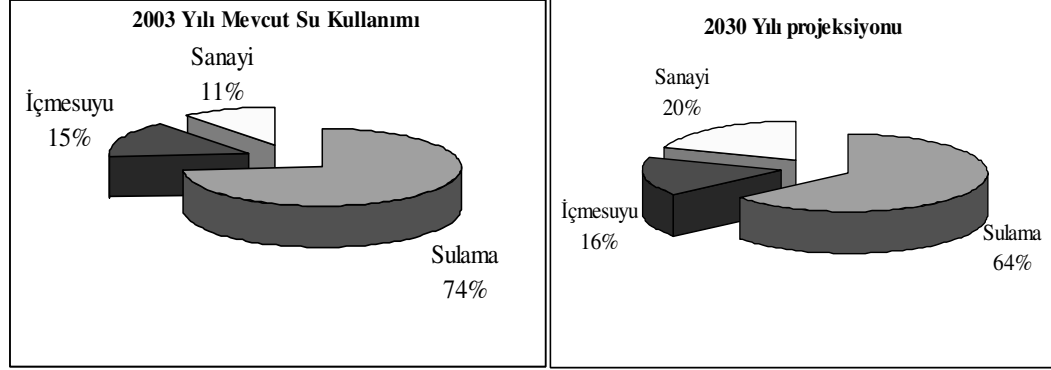


Şekil 1.1 : Türkiye'nin su ihtiyacı (Zengin, 1997)

2003 yılı itibariyle sulama sektöründe 29,6 milyar m³, içme suyu sektöründe 6,2 milyar m³, sanayide 4,3 milyar m³ olmak üzere toplam 40,1 milyar m³ su tüketildiği hesaplanmaktadır. Bu durum mevcut su potansiyelimiz olan 112 milyar m³ ün ancak % 36'sını kullanabildiğimizi göstermektedir. Yapılan planlamalara göre 2030 yılında elverişli su potansiyelimizden azami oranda yararlanılması hedeflenmektedir (Şekil 1.2) (DSİ, 1990; Teker, 1997; Zengin, 1997; Can, 2003; DSİ, 2007a).

21. yy. hemen başlarında kırkın üzerindeki ülkede insanların hayatlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan sudan mahrum olacakları, 2 milyar civarındaki insanın ise su ihtiyacını zor karşılayacakları beklenmektedir (Zengin 1997; Can, 2003; DSİ, 2007a). Yalnızca bu sayısal veriler dünya nüfusuyla karşılaştırıldığında önümüze vahim bir tablonun çıkacağı açıktır. Ortadoğu 'da yer alan 14 ülkeden 9'u su kıtlığı çekenler arasındadır. Susuzluğun dünya üzerinde en yoğun olarak hissedildiği bölge buralardır. Bu devletlerden bazılarının nüfusunun 25 yıl içerisinde iki katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Ortadoğu'daki akarsuların hemen hepsinin yalnızca bir iki devlet tarafından paylaşılmakta olduğu göz önünde tutulduğunda, su üzerindeki tasarruf hakları iddialarının oldukça tehlikeli bir duruma yol açabileceği ve önümüzdeki yıllar

itibari ile bu bölgedeki devletler arasında savaş sebebi dahi sayılabileceği ortadadır.(DPT, 1997; DSİ, 2006; DSİ, 2007a)

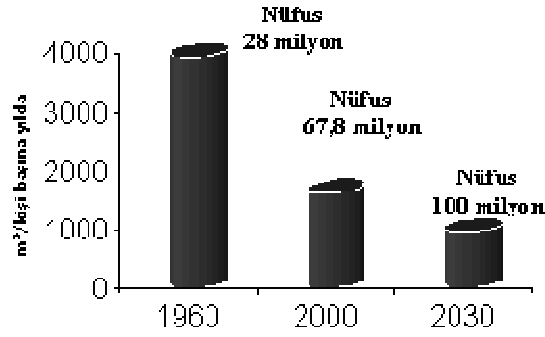


Sektörel Su Kullanımları

Sektör	2003	2030
Sulama	29,60 milyar m ³	72,00 milyar m ³
İçmesuyu	6,20 milyar m ³	18,00 milyar m ³
Sanayi	4,30 milyar m ³	22,00 milyar m ³
Toplam	40,10 milyar m³	112,00 milyar m³

Şekil 1.2 : 2003 yılı mevcut su kullanımı ve 2030 yılı projeksiyonuna göre su ihtiyacı (DSİ,2007a 'dan değiştirilerek)

Devlet İstatistik Enstitüsü 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1000 m³/yıl civarında olacağı söylenebilir (Şekil 1.3). Mevcut büyüme hızı, su tüketim alışkanlıklarının değişmesi gibi faktörlerin etkisi ile su kaynakları üzerine olabilecek baskıları tahmin etmek mümkündür. Ayrıca bütün bu tahminler mevcut su kaynaklarının 25 yıl sonrasına hiç tahrip edilmeden aktarılması durumunda söz konusu olabilecektir. Diğer taraftan Birleşmiş Milletler 'in (UN) tüm dünya için yaptığı projeksiyona göre ise Türkiye'de ise kişi başına düşecek yıllık su miktarının 2025 yılına kadar 1000 m³ ün altına inileceği tahmin edilmektedir (UN, 2003a). Dolayısıyla Türkiye'nin gelecek nesillere sağlıklı ve yeterli su bırakabilmesi için kaynakların çok iyi korunup, akılcı kullanılması gerekmektedir.



Şekil 1.3 : Yıllara göre kişi başı su ihtiyacındaki değişim (DSİ, 2007a)

Bütün bu hesaplama ve tahminler göstermektedir ki özellikle önümüzdeki 10 yıllık periyotta Türkiye'nin ve komşularımızın su gereksinimi gerçekten önemli büyüklükte olacaktır. Bu sorunun çözümünde en önemli unsur sulama, elektrik üretimi ve taşkın kontrolü gibi amaçlar için aşağı havzalarda inşa edilmiş olan ve depolama ile su dağıtım merkezi işlevi gören barajlarda depolanan sudur (Can, 2003). Bu suyun ana kaynağını ise orman ve mera hidrolojisinin uğraş alanına giren, orman ve mera gibi doğal vejetasyonlarla kaplı yukarı havzalar oluşturmaktadır (Balcı ve Özyuvacı, 1988). Her bir havza küçük bir su fabrikasıdır. Dolayısıyla yalnızca aşağı havzalarda yapılacak mühendislik tesisleri ülkenin su sorununu çözmede tek başına etkili olamayacağı ve yukarı havzalarda öncelikle gerekli havza geliştirme projelerinin yapılmasının kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Su verimini ve kalitesini arttırmak için yukarı havzalar ve bu havzalardaki ormanların hidrolojik fonksiyonları üzerinde ısrarla durulması gerekmektedir. Yukarı havzalardaki toprak kaynağını ve toprağı örten bitki örtüsünü kullanma şekilleri ve havzadaki diğer kaynakların kullanımının planlanması aşağı havzalardaki tesislerin düzenli, yeterli ve devamlı ölçüde su ile beslenmesine ve bu suyun kalitesi üzerinde etkili olmaktadır.

Bu nedenlerledir ki günümüzde su sorununa ilişkin yapılan çalışmalarda orman örtüsü-su ilişkileri üzerinde önemle durulmaktadır. Buna paralel olarak orman-su ilişkilerinin yerel koşullara göre değişim göstermesi ve farklı yörelere ilişkin bulguların elde edilmesinin gerekli olması, bu alanda çok sayıda araştırmanın yapılmasını da gündeme getirmektedir (Özhan, 1982).

Türkiye’de bugüne dek gerek içme gerekse kullanma suyu ihtiyacının karşılanmasında, kar şeklinde düşen yağış pek fazla incelenmemiştir. Yüksek dağlık su havzalarında, belli mevsimlerde fazlaca bir su akışı oluşmakta, bunun düzensiz ve kontrolsüz bir şekilde havza çıkışına ulaşması nedeniyle bu potansiyelden yararlanılamamaktadır. Bu bölgelerde, gerek yıl içindeki kar yağışlarının düzensiz ve toprağın su tutma kapasitesinin düşük olması (toprağın genelde sıg ve taşlı olması) gerekse de arazinin çok dik ve sarp olmasından dolayı çoğunlukla sel ve taşkınlar oluşmaktadır. Bu ekstrem akışlar; sonuçta havzaların alt kısımlarında ve vadi tabanlarında yalnızca zararlara neden olmakla kalmamakta, aynı zamanda ülke ekonomisi için olumsuz sonuçlar da doğurmaktadır.

Yukarı havzalar, yüksek dağlık kesimlerde bulunduğundan yağış genellikle kar şeklinde düşmekte ve özellikle karın ani bir şekilde erimesi sonucunda taşkınlar oluşmaktadır. Kar erimelerinden meydana gelen akış, özellikle Türkiye gibi dağlık ve engebeli (özellikle doğu bölümlerinde) bir coğrafyaya sahip ülkelerde son derece önemlidir. Amerika’nın Colorado eyaletindeki Rocky Dağları, bölgenin su talebinin yaklaşık %90’ını sağlamaktadır (Malkoç, 2002). Aynı şekilde Avrupa Alp’leri kar erimelerinden önemli oranda su girdisi sağlamaktadır (Baumgartner ve Rango, 1995). Türkiye’nin Doğu ve Güneydoğu bölgeleri ele alındığında bu bölgelerdeki barajlar (Atatürk, Keban, Karakaya vb.) önemli ölçüde kar suları ile beslenmektedir. Kar erimelerinden meydana gelecek akışların doğru ve güvenilir tahminleri, bölgedeki barajların daha ekonomik olarak işletilmesine ve bölgedeki tarımsal faaliyetlere daha büyük katkıda bulunması açısından önemlidir (Malkoç, 2002).

Brechtel (1970)’e göre bu gibi alanlarda kar şeklinde tutulan suyun 300 lt/m² ‘ye ulaşabildiği belirtilmektedir. Ülkemizdeki su havzalarının büyük bir kısmı yüksek dağlık karakterdedir. Dolayısıyla buralara düşen yağışın büyük bir bölümü de kar şeklinde olmaktadır. Havza amenajmanı metodlarından yararlanılarak ve kar hidrolojisi ile ilgili bilgiler kullanılarak, bu su potansiyelinden faydalanmak ve oluşacak zararları önlemek mümkün görülmektedir.

Akarsuların su verim kaynağı havza alanına düşen yağıştır. Yağış yağmur (sıvı) veya kar (katı) şeklinde olmaktadır. Yağmur sularının oluşturduğu akımlar, akarsuları kısa süreler için besleyebilmektedir. Hâlbuki kar erimesinin yavaş yavaş olması ve dolayısıyla kar erimesinden kaynaklanan akımın zamana yayılması sebebiyle su veriminin yönetilebildiğinde, nispeten düzenli ve önemli bir kaynağı kar örtüsüdür. Yarı kurak bölgelerde yıllık akımın % 80'i kar erimesinden oluşmaktadır. Fırat nehrinin Keban barajı çıkışındaki yıllık akımın % 70'i mart-haziran arasındaki kar erimesidir (Kutoğlu, 1979). Ancak iklim koşullarına bağlı olarak ani kar erimleri taşkın tehlikesini de ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle kar oluşumu, dağılımı ve erimesi kar hidrolojisi konusu içerisinde önemli konular olarak ele alınmaktadır.

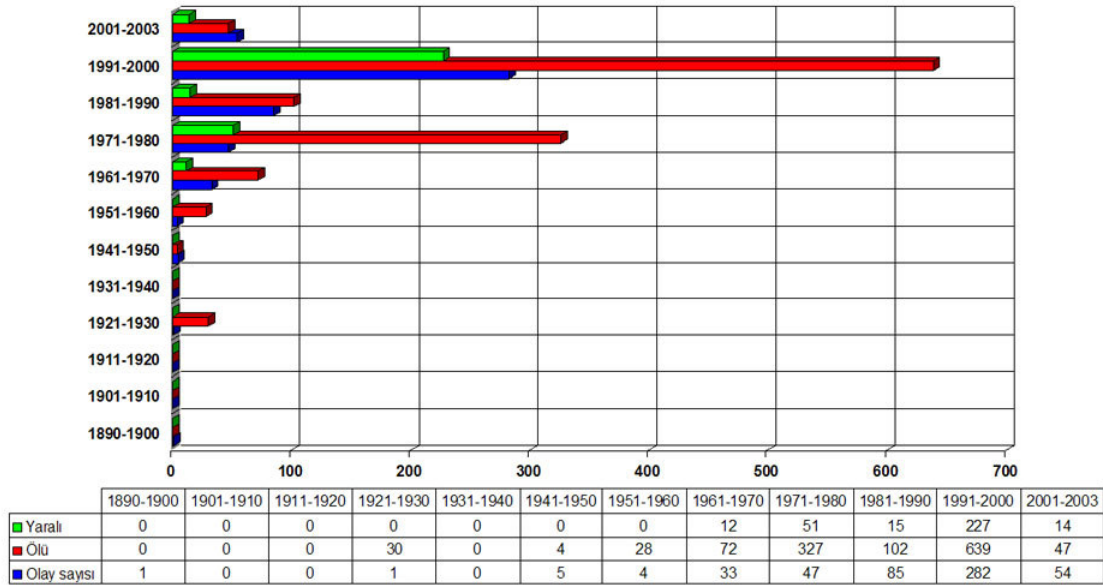
Bu cümleden olarak kar erimesi sonucu oluşan ilkbahar taşkın tahminlerinin hazırlanması ayrı bir önem arz etmektedir. Bu konuda en önemli faktör havzaların kar örtüsünde depolanmış olarak havaların ısınmasını ve erimeyi bekleyen ve akışa geçmeye hazır su kitlesidir (Gürer, 1982). Bu nedenlerledir ki yukarı havzalarda kar halinde bulunan su potansiyelinin amenajmanı büyük önem taşımaktadır.

Kar erimleri sonucu oluşan ilkbahar taşkınlarının yanında, kar kütlesinin yukarı havzalarda zaman zaman oluşturduğu çığlar da önemli sorunlara yol açmaktadır.

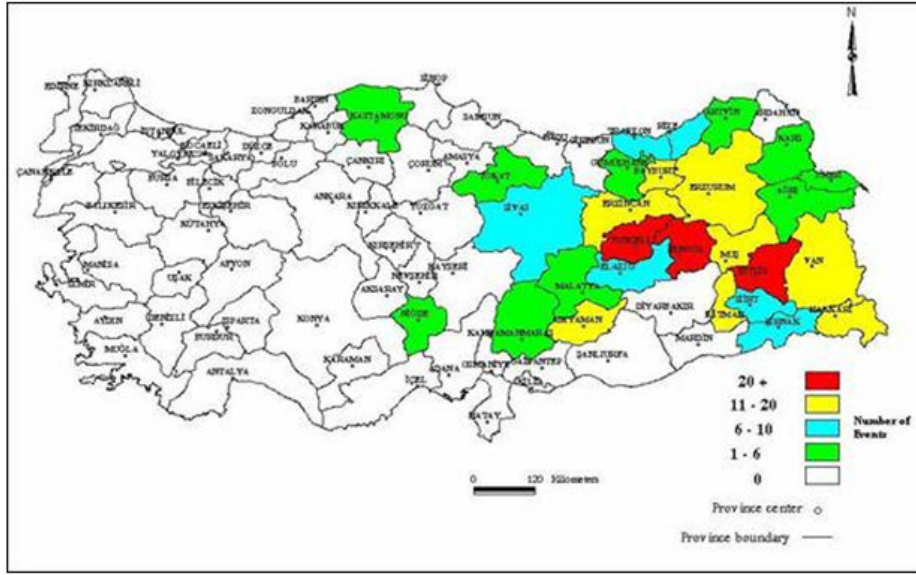
Dünyanın diğer yüksek dağlık ve engebeli bölgelerinde olduğu gibi Türkiye'de de kar yağışının fazla olduğu kış mevsimlerinde çığ olayları yaşanmaktadır. Çığlar, dağlık bölgelerdeki kırsal yaşamı, yerleşim alanlarını, ulaşımı ve iletişimi tehdit etmekte, can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Afet İşleri Genel Müdürlüğü istatistiklerine bakıldığında, çığ olaylarının özellikle son yıllarda yoğunlaştığı gözlenmektedir (Gürer, 1994a; Gürer, 1994b; Gürer, 1994c; Varol ve Yavaş, 2005; Taştekin, 2006). Türkiye'de son yıllarda çığ olaylarında görülen bu artış ve buna bağlı olarak bu tip doğal afetlerde can ve mal kayıplarının da artması sebebiyle konunun önemi anlaşılmış ve gündemdeki yerini almıştır.

Çığ ile ilgili olarak ilk resmi kayıtlar 1890 yılında tutulmaya başlanmış olmasına rağmen, eski ve kısmen düzenli kayıtların 1950 yılından itibaren tutulmaya başlandığı görülmektedir. Bu kayıtlara göre 1890-2005 yılları arasında ülkemizde toplam 701 çığ

olayı gerçekleşmiş ve 1361 kişi hayatını kaybetmiştir (Şekil 1.4) (Varol ve Yavaş, 2005) . Mevcut istatistiki verilere göre (Gürer, 1992; Gürer ve ark., 1992; Toprak, 1992; Gürer ve Sayın, 1993; Gürer, 1994a; Gürer, 1994b; Gürer, 1994c) 1958-1990 yılları arasındaki kış mevsimlerinde meydana gelen 165 çığ olayında toplam 319 kişi hayatını kaybetmiş iken 1991-1992 kış mevsimindeki toplam 112 çığ olayında 328 kişi, 1992-1993 kış mevsiminde toplam 135 kişi, 1993-1994 kış mevsiminde ise 27 kişi hayatını kaybetmiştir (Tavşanoğlu, 1965; Tunçel, 1990; Gürer, 1992; Toprak, 1992; Tunçel, 1994; Türksöy, 1997; Taştekin ve Kömüşçü, 2002; Taştekin, 2006). Maddi kayıplar hakkında yalnızca nakledilen hane sayısı mevcuttur. Mal kayıpları hakkında ise kesin bir bilgi vermek mümkün değildir. Anadolu'daki çığ olaylarının % 80'i Ocak (% 39,6) ve Şubat (% 40,0) aylarında ve hemen hemen tamamı kuzeydoğu, doğu ve güneydoğu Anadolu'nun dağlık kesimlerinde meydana gelmektedir (Tunçel, 1994; Yavaş ve ark., 1998; Varol ve Yavaş, 2005) (Şekil 1.5; Şekil 1.6).

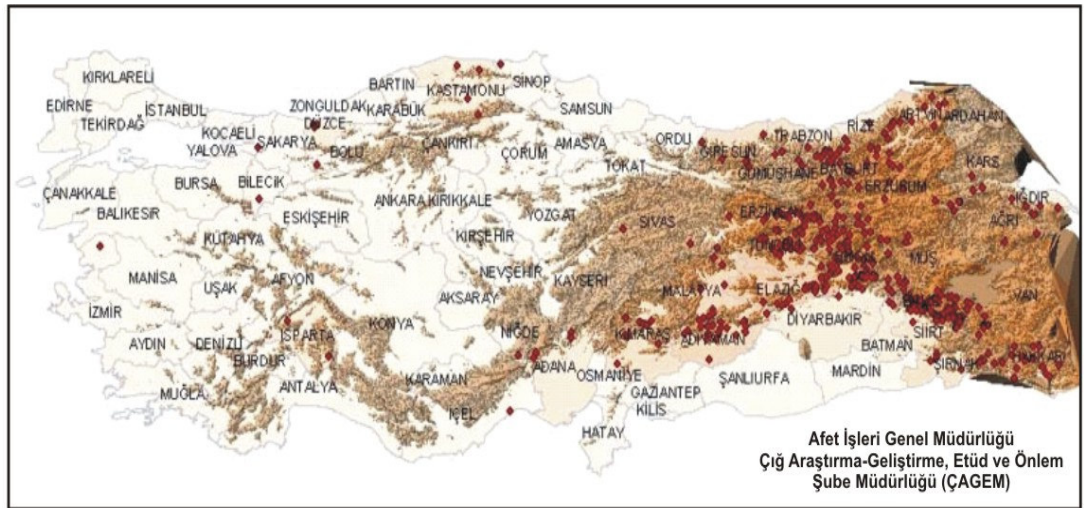


Şekil 1.4 : Çığ olayı sonucunda oluşan insan kayıplarının yıllara göre dağılımı (Varol ve Yavaş, 2005)



Şekil 1.5 : Türkiye'nin illere göre çığ dağılım haritası (Taştekin, 2006)

Doğal bir afet olan çığ olaylarında son yıllarda görülen bu artış sebebiyle, ilk planda tüm Türkiye için potansiyel çığ tehlike haritalarının yapılması ve çığ tehlike zonlarının oluşturulması, gerekli hallerde çığ yapılarının kullanılması, çığ tahmin yöntemleri ve bunun için gerekli alt yapının oluşturularak, çığların önlenmesi veya etkisinin azaltılması için gerekli tedbirlerin alınması önem arz etmektedir.



Şekil 1.6 : Türkiye'de çığ olaylarının yerleri (Varol ve Yavaş, 2005)

Bir yerin çığ tehlike potansiyelini belirleyebilmek için gerekli olan hava-kar ve çığ gözlemlerinin yapılabilmesi için ölçüm ve gözlem istasyonu verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bölgesel ığ tahminlerinde genellikle hava koşulları, kar kütlesinin dengesi, yükseklik, yönelim, yamaç eğimine göre değerlendirme yapılmaktadır. ığların oluşumuna etki eden faktörler aşağıda belirtildiği şekilde incelenebilir:

1. Meteorolojik Faktörler:
 - a. Yağış
 - b. Sıcaklık
 - c. Rüzgâr
2. Topografik Faktörler
 - a. Yükselti
 - b. Yamaç eğim açısı
 - c. Bakı
3. Vejetasyon örtüsünün özellikleri (rtnn cinsi, kapalılığı vb.)
4. Kar örtüsünün özellikleri
 - a. Zayıf kar tabakaları
 - b. Başkalaşım

Hassas ığ, tahminleri güvenilir hava tahminleri ve kar kütlesinin özellikleri ile kar tabakasına ait bazı parametrelerin bilinmesi ile yakından ilişkilidir. rnek olarak ABD Colorado ığ Enstitüsü 32 adet istasyon aracılığı ile veri toplayıp çığ tahminleri yapmakta olduğu görülmektedir (Gürer, 1994a). Keza Avusturya Innsbruck'taki çığ uyarı merkezine bağlı 12 adet gözlem istasyonu, 9 adet tam otomatik meteoroloji istasyonu ile evre ülkelerden İtalya, Almanya ve İsviçre'den de aldığı verilerle; yine Almanya'da 11 gözlem istasyonu ve 20 kar ölçüm istasyonu ve 36 çığ uyarı komisyonu ile çığ tahminleri yapmakta (MAYR, 1993) ve bu bilgiler günlük çığ tahmin bültenleri olarak radyo, televizyon gibi çeşitli iletişim araçları ile duyurulmaktadır. Ülkemizde henüz çığ komisyonları, çığ gözlem istasyonları gibi konu ile ilgili veri toplayacak, gerekli önlemleri alacak ve uyarıları yapacak kuruluşlar oluşturulmamıştır.

Genel olarak kar yağışı ve kar erimesi yönünden yükseltiler önemli bir faktördür. Yüksek dağlık ve ormanlık sahalarda yağışın büyük bir kısmı kar olarak düşer. Bu yörelerde biriken kar, ilkbaharda erimeye başlayarak mansaba doğru akışa geçer. Genel olarak erime olayı daha alçak yükseltilerden başlayarak yükseklerle doğru yavaş yavaş gelişir. Bu olayın sonucunda da kar kütleleri uzun bir periyotta erimekte ve dolayısı ile bu sahaları drene eden akarsularda akım büyük ölçüde düzenli olmaktadır. Ayrıca, erimenin gecikmesi mansapta yer alan bitki örtüsünün vejetasyon döneminde ihtiyaç duyulan suyun temini bakımından son derece önemlidir.

Dünyada birçok bölgede çeşitli kullanma yerleri için gerekli suyun büyük bir kısmını kış mevsiminde yüksek dağlık ve ormanlık havzalarda tutulan kar erimelerinden sağlamaktadır. Yurdumuz gibi dağlık topografyanın yaygın olduğu ülkelerin hidrolik potansiyelinde kar yağışlarının taşıdığı ağırlık nedeniyle kalıcı kar kütlelerinin yoğunluk kazandığı alanlar üzerinde önemle durulmakta ve geliştirilme olanakları araştırılmaktadır (Özyuvacı, 2001). Ormanlık havzalarda karın ağaçlar tarafından tutulması bu nedenle de ağaç türü ve sıklığının kar yığılmasına etkileri üzerine birçok araştırma başlatılmıştır. İlk olarak yapılan araştırmalarda çeşitli orman amenajman metotları denenerek kar yığılma, tutulma ve erime ile su verimi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Silvikültürel uygulamalar ile de ağaç türü ve gelişme evrelerinin de tesirleri araştırılmıştır.

Bu değerlendirmeler ışığında, yüksek dağlık ve ormanlık alanlar, tabiatın oluşturduğu rezervuarlar olarak değerlendirilebilirler. Ülkemizin coğrafik konumu, yağışları ve topografik şartları göz önüne alınarak, kar birikmesi ve kar erimesi ile oluşan akışların düzenlenmesi özel bir önem taşımaktadır.

Genel olarak yapraklı veya ibreli ormanlar kar halinde yeryüzüne ulaşan yağışı tepe taşlarında intersepsiyonla tutarak fazla miktarda evaporasyona neden olmaktadır. Bununla beraber ormanın altına ulaşabilen kar kütlesi gölge bir ortam bulur ve güneşin direkt etkisinden korunmuş olur. Diğer taraftan yaprağını döken ağaçlar ibreli ağaçlara nazaran daha az miktarda kar intersepsiyonuna müsaade ederler. Yine yaprağını döken ağaçlar özellikle kış mevsiminde güneş ışınlarına karşı çok az siper meydana getirerek erimeyi kolaylaştırırlar. Her iki tip ormanda da kar örtüsünün rüzgâr tesiri ile taşınması

söz konusu değildir. Yapraklarını döken ormanlarda da erken kar erimesi söz konusudur.

Ülkemizin, yüksek havzalarında genellikle iğne yapraklı ormanlar hâkimdir. Kar genellikle kuru tanecikler halinde yağmakta ve dallar arasından kolayca geçerek orman altına ulaşmaktadır. Bu durum evaporasyon kayıplarını azaltmaktadır. Değişik kapalılıktaki ormanlık örtüsünün kar tutma kapasitesinde de farklı farklı olacağı açıktır. (Gürer, 1981; Gürer ve Koçyiğit, 1995).

Kar hidrolojisi ve kar erimelerinin yol açtığı taşkınlar ile çığlar üzerinde yapılan araştırmalar daha çok ABD ile Orta Avrupa’da Alp Dağları çevresindeki ülkelerde ve Sovyetler Birliğinde yoğunlaştığı görülmektedir (Brechtel, 1969; Brechtel, 1970; Brechtel, 1971a; Brechtel, 1971b; Brechtel, 1976; Altan, 1979; Kılınç, 1979; Üçüncü, 1979)

Türkiye’de ise kar konusunda çalışmalar 1963 yılında Keban havzasına ait kar gözlem istasyonları kurulmasıyla başlamıştır. 1963–1969 arası genellikle bilgi birikim dönemi olarak tanımlanabilir. Daha sonraki yıllarda özellikle Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) ve Devlet Su İşleri’nin (DSİ) tarafından çeşitli baraj havzalarında su potansiyelinin belirlenmesi amacıyla kar hidrolojisi ile ilgili bazı ölçümler yapılmaya başlanılmıştır. Konu ile ilgili çeşitli tarihlerde sempozyumlar düzenlenmiştir. Ancak çalışmalar genelde derlemeler şeklinde kalmıştır. Önemli bir konu olmasına rağmen kar hidrolojisi ile ilgili çalışmaların az olmasının sebebi konunun öneminin geç anlaşılmış olması olarak özetlenebilir. Ülkemizde konu ile ilgili kapsamlı ilk çalışmalardan biri İbrahim Gürer (1982) tarafından yapılan “Kar Erimesi ve Akımı (Uludağ Örneği)” konulu doçentlik çalışmasıdır.

Bu kısa açıklamalar dikkate alındığında, ülkemizde ihmal edilmiş bulunan kar hidrolojisi ve çığ kontrolü konuları üzerinde önemle durulması ve geliştirilmeleri gereken konular aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Gözlem sonuçları dahil yöresel verilerin gözden geçirilmesi,
- Kalıcı kar kütlelerinde depolanan su miktarı ile bunun hidrolojik denge içersindeki ilişkilerinin belirlenmesi,

- Kar erimesindeki etkili faktörlerin teorik olarak değerlendirilmesi,
- Bir yağış havzasında erime sonucu oluşacak su miktarının belirlenmesinde kullanılacak indislerin uygulama yöntemlerinin açıklanması,
- Kalıcı kar kütlelerindeki alansal gerilemelerin (azalmanın) ve derinlik ile alansal gerileme arasındaki ilişkilerin yaklaşık biçimde ortaya konulması,
- Kalıcı kar kütlelerinde depolanan ve buradan akışa geçen su miktarı üzerinde etkili olan faktörlerin belirlenmesi,
- Kalıcı kar kütlelerinde erime, örtü durumu, yağışlar ve kütlenin akım üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve dere akımı hidrografının elde edilmesi ile ilgili tekniklerin uygulanması
- Taşkın akımı belirleme tekniklerinin uygulanması,
- Mevsimlik akım tahminlerinde kar, su ve hidrolojik denge arasındaki ilişkilerin uygulanmaya konulması,
- Tüm Türkiye için çok tehlike haritalarının çıkartılması,
- Bu haritalara göre çığ önlemesi için alınabilecek silvikültürel ve teknik önlemlerin belirlenmesi

Bu amaçla yukarı havzaların önemli bir kısmının ormanla kaplı olduğu, önceki yıllarda yoğun kar yağışının bulunduğu, zaman zaman çığ olaylarının da meydana geldiği, ayrıca kış koşullarında ulaşım ve çalışma imkanı da bulunan Kastamonu yöresi araştırma alanı olarak seçilmiştir. Kastamonu yöresinde değişik yükselti basamaklarında orman içi ve açık alanlarda deneme alanları alınarak kar hidrolojisine ait bazı özellikler incelenmiş ve orman-kar ilişkileri, kar hidrolojisi ve çığ arasındaki ilişkilerin belirlenmesine çalışılmıştır. Deneme alanlarındaki arazi çalışmaları 1995–1999 yılları arasında her yıl 4 kış dönemi boyunca yapılan ölçmelere ait veriler değerlendirilmiştir.

Bu amaçla 9 ayrı deneme alanı seçilerek, bu alanlarda;

- Kar hidrolojisinde asıl belirleyici nitelikler,
- Yükselti basamaklarına göre kar hidrolojisi sınıflandırması,
- Açık alan ve orman altı alanlarda kar birikim özellikleri,
- Açık alan ve orman altı alanlardaki kar özellikleri arasında fark,
- Açık alan ve orman altı alanlardaki karın hidrolojik önemi,

- Yükselti basamaklarına göre kar yağışı dağılımının ne yönde olduğu,
 - Kar özelliklerinin bakıya göre değişip değişmediği,
 - Akım gözlemleri ile kar birikimi ve erimesi arasındaki ilişkinin ne olduğu,
 - Çığ potansiyelinin ortaya konabilmesi amacıyla Ramm profilleri çıkartılması
- soruları yanıtlanmaya çalışılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

Hidrolojinin bir kolu olan “Kar Hidrolojisi” konusunda ülkemizde çalışmaların nispeten az yapılmış olması ve kar hidrolojisi konusunda yapılan yayınlarda farklı kaynaklardan yararlanılması aynı zamanda bir terminoloji ve anlam karışıklığına da neden olmuştur. Bu kısımda aynı zamanda kar hidrolojisi ve çığ kavramlarına açıklık getirmek hedeflenmiştir. Bu amaçla ilk olarak yağış çeşitlerinin belirlenmesi ve kar yağışı ölçümlerinde yapılan sistematik ölçüm hataları tartışılmıştır. Bunun içinde önemli bazı kar örtüsü özelliklerinin tanımlanmasına, özellikle de kar tabakasındaki sıcaklık ve kar kütesinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle kalıcı kar kütlelerindeki birikim ve başkalaşımı ve bu süreçteki dinamik süreçler ile bunun havzalardaki hidrolojik olaylara etkileri söz konusu edilmeye çalışılmıştır. Bunun için çeşitli kar hidrolojisi modelleri irdelenmiş, “Çığ” bölümünde çığların sınıflandırılması, çığ alanının önemli kısımları ve çığ tahmin yöntemleri açıklanmıştır. Son olarak da çığ kontrolünde, ormanların ve meteorolojik verilerin önemi değerlendirilmiştir.

Araştırma sonuçları değerlendirilmesinde, açıklayıcı olacağı düşüncesiyle, bazı kar hidrolojisi ve çığ terimleri tanımlanmıştır..

2.1. KAR HİDROLOJİSİNDE KULLANILAN TERİMLER

Konu ile ilgili açıklamalarda kullanılan terimlerde birliktelik sağlamak amacıyla ve uluslararası literatüre de uyumu bakımından kar hidrolojisi kavramları; Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), Alman Meteoroloji Örgütü (DWB) ile kar hidrolojisi konusunda önemli çalışmalar yapmış Alman araştırmacılardan Baumgartner ve Liebscher (2001) kullandığı kavram ve terimler baz alınmıştır.

Kar, sıcaklığın 0 °C in altına düşmesiyle meydana gelen yağış şeklidir. Bulutları meydana getiren su buharı 0 °C in altındaki sıcaklıklarda donar. Bu donma sonucu su buharı iğne şeklinde buz kristalleri halini alırlar. Bunların birbirlerine birleşmeleri

neticesinde de düzgün altıgen şeklinde kar kristalleri meydana gelir. Buz kristalleri şeklinde oluşan yağışlara genel olarak kar denilmektedir. Kar kristallerinin bozulmadan yere ulaşmaları için geçtikleri hava tabakalarının sıcaklıklarının 0 °C'nin altında olması gerekir (Baumgartner ve Liebscher 2001; Anon, 2007).

Yüzeyleri, en az 1 cm yüksekliğinde örten kar birikimleri Kar Örtüsü olarak adlandırılır. Kar örtüsü sınıflandırılmasında farklı kriterlerden bahsedilebilir. Buna göre sınıflandırmada aşağıdaki kriterlere göre ayırım yapılabilir;

- bir yüzeyin karla örtülme derecesi,
- kalma süresi ve
- kar çeşidi

Yüzeyin karla örtülme derecesi, kaplama derecesine göre 0 – 1.0 olarak tanımlanır veya % olarak ta ifade edilebilir. Bu durumda bir alanın 100 % olarak karla örtülü olması durumunda *tamamen kapalı kar örtüsü*'nden (1.0) bahsedilir.

Kısmen kaplı kar örtüsü ile kaplama derecesi 0.5 – 1.0 keza % 50 den az bir karla örtülme anlaşılır.

Kar kütleleri, % 50 den daha az bir kar örtüsü (0.1 den 0.5 e kadar) ile kaplı olması durumuna,

Kar artığı ise %10 dan küçük (< 0.1) orandaki karla kaplı yüzeyler için kullanılmaktadır.

Kar örtüsünün diğer bir karakteristiği de *kalma süresi*'dir. Bir kaç saatten birkaç güne kadar kalan kar için *kısa süreli kar örtüsü*, soğuk havanın hüküm sürdüğü periyotlarda aylar boyunca kalan kar *geçici veya sezonluk kar örtüsü*, tüm yıl boyunca kalan kar için ise *daimi kar örtüsü* terimi kullanılmaktadır.

Belirli bir gözlem süresi içerisinde düşen yeni kar ile önceden yağan ve biriken eski kar'ı birbirinden ayırmak içinde *kar çeşidi*'nden bahsedilir.

Kar Yağışlı Gün, bir günde yağan kar miktarının en az 0.1 mm olduğu gün olarak tanımlanır.

Karla Kaplı Gün, kar örtüsünün kısmen veya tamamen bulunduğu gün anlaşılır.

Karla kaplı periyot veya karla kaplı dönem ise çok sayıda birbirini izleyen karla kaplı günü belirtmek için kullanılır. Bunun yanında karla kaplı bir dönemde çok sayıda birikme ve çözülme safhalarından da bahsedilebilir.

Kar birikme periyodu veya dönemi, bir karla kaplı dönem içerisinde kar örtüsü içerisinde bulunan bağlı su rezervinin minimumdan maksimuma kadar ulaştığı zaman aralığıdır.

Kar çözülme periyodu veya dönemi, bir karla kaplı dönem içerisinde kar örtüsü içerisinde bulunan bağlı su rezervinin maksimumdan minimuma kadar ulaştığı zaman aralığıdır.

Karla Kaplı Süre, belli bir gözlem süresi içerisindeki karla kaplı gün sayısıdır.

Karla Kaplı Zaman; karla kaplı ilk gün ile son gün arasındaki zaman aralığıdır.

2.2. YAĞIŞ ÇEŞİTLERİ VE SİSTEMATİK ÖLÇÜM HATALARI

Kar oluşumunda, iki önemli temel prosedür belirleyicidir. Bergon işlemi adı verilen açıklamaya göre doğal koşullarda bir yağışın oluşabilmesi için ortamda su buharı, buz kristalleri ve aşırı derecede soğumuş su damlacıklarının bir arada bulunması gerekir (Özyuvacı, 1999). Böyle bir ortamı oluşturan bulutlarda yağışın başlayabilmesi için ise, bulut içerisinde termodinamik olarak iki önemli evrenin ardışık bir şekilde gerçekleşmesi gereklidir. Bu evrelerden ilki buz kristallerinin ve aşırı derecede soğumuş su damlacıklarının oluşmasıdır. İkincisi ise bu damlacıkların birleşmesidir. Kar hidrolojisi çalışmalarında, yeryüzüne ulaştığında yağışın hangi formda olduğu önemlidir.

Bu nedenle kar hidrolojisi çalışmalarda söz konusu edilen bölgelerdeki yağışın ölçülmesinde; yağmur, kar ve karışık yağışlar olarak birbirinden ayrılması gerekir. Özellikle katı yağışların ölçülmesinde yağışın şeklinden kaynaklanan ölçüm hatalarının belirlenmesi gerekmektedir.

2.2.1. Yağış

Yağışın şekli gerek oluştuğu bulut ortamı, gerekse düşerken içerisinden geçtiği hava katmanlarının nem ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak değişim gösterir. Burada önemli olan yağışın yeryüzüne yağmur yada kar şeklinde ulaştığıdır (Özyuvacı 1999; Gray ve Prowse, 1993). Bu durumda atmosferdeki 0 °C sınırı önemli bir rol oynar. Bununla beraber çok karmaşık bir prosedür olmasından dolayı diğer meteorolojik olaylar da kar yağışı oluşumunda etkili rol oynar. Bu koşulların saptanması çok zor olduğundan yer yüzeyindeki hava sıcaklığı asıl belirleyici rolü oynamaktadır (Braun 1985; Rachner ve diğ. 1997).

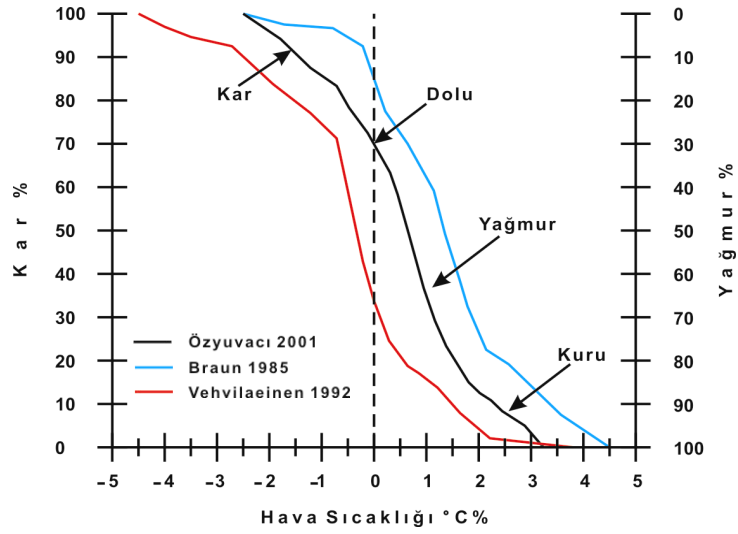
Rachner ve diğ. (1997) ne göre yağışın yağmur veya kar şeklinde olmasında asıl belirleyici olan hava sıcaklığıdır. Sevrük (1984) yağışlardaki oransal kar kısmının azalan her 1 °C lik sıcaklık değişimi ile % 4.5 arttığını belirtmiştir. Bu ise 0 °C deki sınır değerinde daha büyük bir etkiye sahiptir. Yine de kar yağışı oluşumunda ancak %68 bir varyasyonla sıcaklığın etkisi açıklanabilmektedir (Sevrük, 1984).

Braun (1985)'e göre Lauscher (1982) Viyana'daki 300 ün üzerindeki farklı meteoroloji istasyonu verilerine göre yaptıkları çalışmalara göre katı ve sıvı formadaki yağışların geçiş sürecinde hava sıcaklığının etkisini belirlemiştir. Sınır sıcaklıklarda mevsimlik değişiklikler olmaktadır. Buna göre ortalama değer ocak ayında 1,4 °C en düşük ve ekim ve nisan da da 2,2 °C ve 2,6 °C ile en yüksek sıcaklık değerini saptamıştır. Bundan kar oluşumunun 1,74 °C ortalama değerin altında oluştuğunu ve 1,5 °C lik bir standart sapma değeri gösterdiğini saptamıştır.

Arazinin yüksekliği ve mevsimsel değişiklikler de kar oluşumu için önemlidir (Sevrük, 1984). Özellikle bu sıcaklık süresi düşük rakımlarda yükseklerle nazaran daha etkilidir. Sıcaklığın düşük olduğu kasımdan şubata kadar olan zaman da sıcaklık daha çok donma

noktasına yakındır, burada geçiş ayları olarak ta mart-mayıs ve eylül-ekim ayları sayılmaktadır.

+4,0 °C ile – 2,0 °C arasındaki hava sıcaklıklarında kar ile yağış arasındaki geçiş te yağmur-kar yağışı gerçekleşir (Braun, 1985). Ekstrem durumlarda -4,0 °C de yağmur, +5,0 °C de kar yağışı görülebilir. 0 °C civarında %75 ve -1,2 °C de ise %90 olasılıkla kar yağışı beklenir. Yapılan araştırma sonuçlarına göre Braun (1985), Vehviläinen (1992) ve Özyuvacı (2001) e göre değiştirilerek kar yağışından yağmura geçiş süreci ve sınır değer Şekil 2.1 de gösterilmiştir.



Şekil 2.1 : Hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak farklı yağış şekillerinin safhaları (Braun 1985, Vehviläinen 1992 ve Özyuvacı 2001 göre değiştirilerek)

Richter (1995) e göre yağışların bölgesel dağılımında kar veya karışık yağış şeklinde oluşmasında arazi yükseltisi belirleyici rol oynar. Artan yükseklikle beraber yağış, kar şekline dönüşür. Orta dağlık kesimlerde 700 m yükseklikteki Kuzey bakılı alanlarda yağışın büyük kısmı kar olarak yağar, Alpler ve ülkemizdeki gibi dağlık alanlarında 1500 m kuzey bakılı alanlarda yağış kar olarak gerçekleşir.

2.2.2. Kar ve Karışık Yağışların Ölçümlerinde Yapılan Sistematik Hatalar

Genel olarak kış aylarında yaz aylarına oranla daha belirgin bir şekilde sistematik ölçüm hataları yapılır. Bunda rüzgârın yanıltıcı etkisi büyüktür. Rüzgârla düşen kar ve karışık yağış ölçümlerinde hata payı artar. Ölçüm yerlerindeki savrulmayı meteoroloji istasyonunun yeri, yağışın yoğunluğu ve yağış içerisindeki su formunun oranı belirler.

Meteorolojik istasyonun yerinin konumu, yağmur şiddetindeki azalma ve yağış içerisinde giderek artan kar oranı sistematik ölçüm hatalarının artmasına sebep olur (Baumgartner ve Liebscher 1996; WMO, 2000).

Orografik etkenlerin ölçüm hatalarındaki etkisi yıllık ortalama baz alındığında oldukça düşüktür. Bunda özellikle yüksek dağlık alanlarda yağın kar ve karla karışık yağmur şeklindeki yağışta büyük oranda hataları azaltıcı etki yapan yağış şiddetinin etkisidir. Richter (1995) e göre 700 m nin üzerindeki orta dağlık bölgelerin kuzey bakılı alanlardaki yağış ölçüm hataları yazın % 10 ve kışın % 35 kadardır. İyi şekilde korunaklı istasyonlarda bu oran % 8-18'e kadar azalır. Orta dağlık alanlarda yapılan kar ve karışık yağış ölçümlerinde ortalama olarak bu değerler % 15-30 arasında, doğu bakılı orta dağlık alanlarda ise % 20 ile % 40 üzerine çıkabilmektedir.

2.3. KAR ÖRTÜSÜNÜN ÖZELLİKLERİ

Kar örtüsü, oldukça karmaşık bir dinamik sürecin sebep ve sonucu olarak çok çeşitli spesifik özellikler gösterir. Karın önemli fiziksel özellikleri, dinamik gelişimi ve alansal dağılımı, kar hidrolojisi sistemlerinin modellenmesinin belirlenmesinde ve tanımlanmasında bilinmesi en gerekli temel özelliklerdir. Hidrolojik bakış açısından kar, oluşturduğu örtünün temel özelliklerinin sonucu olarak; meteorolojik koşullara, bölgesel ve yerel arazi faktörlerine bağlı olmakla beraber suyu geçici olarak depolar, yağışı tutar ve tedrici bir gecikme ile hidrolojik döngüye geri verir (Baumgartner ve Liebscher, 1996).

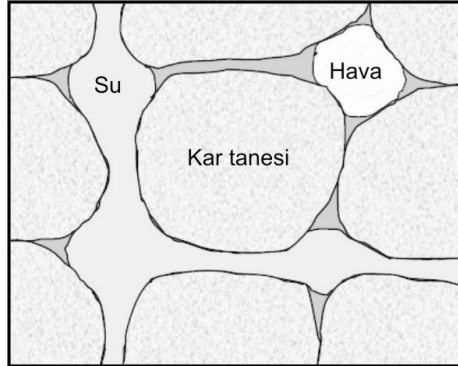
Bu saptama ışığında, bir taraftan kar örtüsündeki kütle ve diğer taraftan sıcaklık içeriğini belirleyen temel hidrolojik karakteristikler irdelenecek olursa, bunlar;

- Kar örtüsünün bileşimi ve strüktürü
- Kar Su Eşdeğeri
- Kar yoğunluğu
- Kar Derinliği
- Bir kar kütlelerinin ısı içeriği ve termik özellikleri,
- Hidrolojik özellikleri,
- Bir kar tabakasının kütleli yapısı.

2.3.1. Kar Örtüsünün Bileşimi ve Strüktürü

Bütün kar örtüleri buz, hava ve akışkan su karışımından oluşur. Wohlrab (1992)'e göre bir kar kütesinin yaklaşık olarak % 10-40 buz, % 60-90 hava ve % 0-30 da sudan oluşur. Bu bileşimlerin oranı, dış faktörlere, kar örtüsündeki içsel faktörlere ve diğer koşullara göre değişiklik gösterir. Mesela -2°C den düşük çevresel sıcaklıklarda ve kar birikimi esnasındaki çok düşük hava neminde ince kristalli ve hava boşluklu bir strüktüre sahip kuru yeni kar oluşur. Buna karşılık donma noktasına yakın ve üzerindeki sıcaklıklarda yüksek akışkan su içerikli ağır kar örtüleri oluşur. Colbeckt ve diğ. (1990), Nakawo ve Hayakawa (1998) ile Gubler (1995) tarafından kar örtüsündeki strüktür ve sınıflama ve kardaki başkalaşım hakkında detaylı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Kuhn (1984) bir kar örtüsünün bileşimini ve strüktür yapısını genel olarak kaba tekstürlü bir toprağa benzetmektedir. Bir kar örtüsünün tekstürü şematik olarak Şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2.2 : İnce bir kar örtüsünün şematik temsili: kar taneleri; kar tanelerinin yüzey gerilimleri arasında tutulan akışkan su ve havayla dolu gözeneklerden oluşur (Kuhn, 1984 göre)

Kar örtüsünün bileşimi ve strüktürü için en önemli belirleyici etkenler Wohlrab ve diğ. (1992), Baumgartner ve Liebscher (1996) a göre aşağıda verilmiştir.

- Yağış esnasındaki ve kar birikmesi sonrasındaki farklı hava tabakalarındaki (yüzeye yakın ve çeşitli yüksekliklerdeki bulutlarda) çevre sıcaklığı
- Kar örtüsünün kendi sıcaklığı (soğuk içeriği, spesifik sıcaklıklar)
- Nem

- Işıma (radyasyon)
- Rüzgâr ilişkileri
- Bir kar örtüsünün birikme süresi, kar yoğunluğuna etki eden faktör olarak

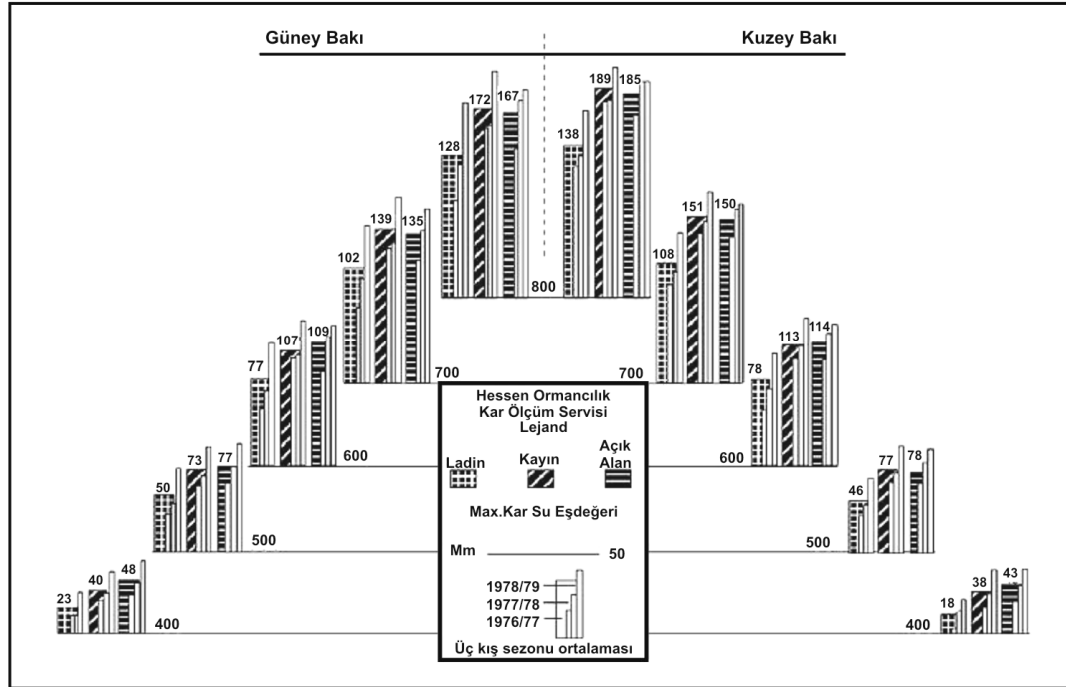
2.3.2. Kar Su Eşdeğeri

Kar Su Eşdeğeri ($S_{w/e}$), hidrolojik olarak en önemli kar özelliğidir. Kar Su Eşdeğeri ($S_{w/e}$), bir kar örtüsündeki gerek katı haldeki gerekse sıvı haldeki toplam içerdiği su miktarı olarak tanımlanır ve mm, l/m² veya kg/m² olarak ölçülür (Brechtel 1970; Anon, 1991; Wohlrab ve diğ. 1992; Baumgartner ve Liebscher 1996) ve kar örtüsünün yoğunluğu ile derinliğinin çarpımına eşittir (Özyuvacı, 2001). Kar derinliği tek bir etken olarak kardaki suyu belirlemesi bakımından yeterli değildir (Gürer, 1980). Bunun nedenleri ise;

- yeni yağın karın derinliği arttırması,
- yoğunluğun artması halinde derinlik azalması,
- buharlaşmadan dolayı da derinliği azalmasıdır.

Karın su eşdeğeri birçok bölgesel ve yerel faktörlere de bağlıdır. Amprik modellemelerde yükseltinin artması ile kar su eşdeğeri ($S_{w/e}$)'i arasında doğrusal bir ilişki ortaya konmuştur (Brechtel, 1970; Brechtel ve Balazs, 1976; Schwarz, 1982). Martinec ve Rango (1991) e göre 2800 m yüksekliği, artık $S_{w/e}$ nin değişmediği sınır olarak belirtmektedir.

Yüksekliğin bu derece dominant etken olması nedeniyle bazı bölgesel faktörlerin de coğrafik konum, topografya ve vejetasyon gibi kar su eşdeğeri üzerinde belirleyici olduğu kolayca söylenebilir. Yoğun orman tabakası, kar örtüsünün yapısında özellikle de kar su eşdeğerini önemli derecede düşüren bir etkiye sahiptir. Buna karşın bakının, kar erimesindeki etkisi de göz önüne alındığında su eşdeğeri oluşumuna kuvvetli etki eden bir faktör olduğu anlaşılır. Yüksekliğin çeşitli orman tipleri ve bakının kar su eşdeğeri üzerindeki etkileri Hessen orta dağlık bölgesinde (Almanya) yapılan bir çalışma ile (Şekil 2.3) ortaya konmuştur (Herpertz, 2001).



Şekil 2.3 : Çeşitli yükselti basamaklarına, bakıya ve orman içi ve açık alanlara göre Hessen orta dağlık bölgesindeki maksimum Kar Su Eşdeğerleri (Schwarz 1982 ye göre Herpertz, 2001)

Kar su eşdeğeri daha çok arazide belli noktalarda yapılan noktasal ölçümlerle tespit edilmektedir. Bu konuda Amerika Birleşik Devletler’inde SNOTEL örnek alma ağı kullanılarak hemen hemen tüm yüzeyleri temsil eden bir kar su eşdeğeri belirlenebilmektedir (Herpertz, 2001). Uzaktan algılama ve radar tekniği yöntemlerindeki gelişmeler sayesinde de kar su eşdeğeri için doğrudan alansal tespitler yapmak mümkün olmaktadır (Herpertz, 2001; Malkoç, 2002). Hemen her örnekleme yönteminde az miktardaki kar ve ıslak kar örtülerinde bir hatadan bahsetmek mümkündür. Ormanlık alanlarda alınan sinyallerde bozulmalardan bahsedilmekte, uzaktan algılama tekniklerindeki alım frekansları ve yüzeysel alan örtü derecelerinin belirlenmesinin sınırlı kaldığı ifade edilmektedir.

Bu yöntemdeki kısıtlılıklar nedeniyle halen kar su eşdeğeri en çok yağış yüksekliğine bağlı olarak belirlenmekte, bundan dolayı da kar su eşdeğeri daha çok kar yoğunluğu ile kar derinliğine göre belirlenmektedir. Buna göre kar su eşdeğeri;

$$S_{w/e} = S_h \times S_\gamma \text{ (mm)} \quad (2.1)$$

$S_{w/e}$: Kar Su Eşdeğeri (mm)

S_h : Kar Derinliği (cm)

S_γ : Kar Yoğunluğu (g/cm³)

2.3.3. Kar Yoğunluğu

Kar yoğunluğu, bir kar örtüsünün birikim yoğunluğu olarak tanımlanır. Bir kar kütlesi içerisindeki toplam hacmin hava ile dolu gözeneklerin oranına, kar örneğindeki kütleli orana ve hacmine göre ifade edilir. Sonuç olarak kar yoğunluğu (S_h), Kar Su Eşdeğeri eşitliğinden çekilmek suretiyle Kar derinliğinin (S_h) kar su eşdeğerine ($S_{w/e}$) oranlanmasıyla bulunur (g/cm³ veya kg/m³). Buna göre;

$$S_\gamma = \frac{w}{v} \quad (2.2)$$

S_γ : Kar Yoğunluğu (g/cm³ = t/m³)

Bu değeri kg/m³ e dönüştürmek için 1000 ile çarpılır,

w : Kar numunesinin ağırlığı (g)

(Kar numune alma tüpüyle birlikte ölçüldüyse $w = w_{\text{brüt}} - w_{\text{net}}$ olarak hesaplanır)

v : kar numunesinin hacmi (cm³),

Yerdeki kar örtüsünün yoğunluğu oldukça geniş bir değişim gösterir. Gürer (1980) e göre örneğin 1904-1905 kış sezonunda ABD Iowa eyaletinde yapılan ölçmelerde 0,05 yoğunluğunda, 1917-1918 kış sezonunda Finlandiya’da 0,04 yoğunluğunda kar yağmıştır. Yeni yağmış karın yoğunluğu ortalama olarak % 10 kabul edilebilir (Gürer, 1980). Erimeden kar bekledikçe yoğunluğu artar ve % 50 - % 60 a kadar yükselir. Kar örtüsünün üzerine düşen yağmur, kar yoğunluğunu % 90 a kadar çıkarabilir. Yoğunluk % 40 - % 50 değerine çıktığında kar suyu akışa geçer. Kar sıkışması ile oluşan buzullarda maksimum kar yoğunluğu % 91 olarak ölçülmüştür (Gürer, 1980).

Kar kristalinin birikmeye başladığı andan itibaren başkalaşım da başlar ve kar örtüsünün yoğunluğu ve başkalaşımında dinamik bir sürece girilir. Birçok hidrolojik modellemede yeni yağan karın yoğunluğu ile eski kar örtüsünün yoğunluğunun birbirinden ayrı olarak belirlendiği görülmektedir (Braun, 1985; Baumgartner ve Liebscher, 1996; Herpertz, 2001).

Kar yoğunluğu, kar birikmesi sırasındaki bir dizi iklimik faktörün etkisi altında (hava sıcaklığı, havadaki nem veya rüzgâr hızı) değişir. Bu cümleden olarak donma noktasına yakın sıcaklıklarda oluşan ıslak karlarda, soğuk ve kuru kar birikmelerine oranla çok daha yüksek kar yoğunlukları oluştuğu görülür.

Kar yoğunluğunun oluşum sürecinde, çok karmaşık meteorolojik, mevsimsel ve yerel ilişkiler belirlenmiştir (Braun, 1985; Nakawo ve Hayakawa, 1998). Dingman (1994) kar yoğunluğu ile rüzgâr arasında kuvvetli bir ilişki belirlemiş, buna karşın Braun (1985) kar yoğunluğu ile yükselti veya kar derinliği gibi bazı faktörler arasında doğrusal bir ilişki bulamamıştır.

Çeşitli ampirik modellemelere göre (Tablo 2.1), yeni yağan bir kar örtüsü yoğunluğunun 0,05 ile 0,3 g/cm³ arasında değiştiği belirtilmektedir (Gürer, 1980). Eski kar birikmelerinde ise 0,3 ile 0,7 g/cm³ lük bir yoğunluktan bahsedilmektedir (Herpertz, 2001).

Tablo 2.1 : Kar tiplerine göre karın yoğunluk ve özgül ağırlık değerleri (Gürer, 1980)

Kar Cinsi	Yoğunluk (kg/m ³)	Özgül Ağırlık(g/cm ³)
Havadaki kar	3	0.003
Hafif yağıştaki yeni kar	30	0.03
Yeni kar (rüzgârsız)	100	0.10
Rüzgârla taşınan Kar	250	0.25
Korniş; kar balkonu	400	0.40
Sert kar	600	0.60
Buzul	800	0.80

Kar yoğunluğu birim hacimdeki ağırlığı ile ölçülür. Yoğun kar daha ağırdır ve bu karla oluşan çığın şiddeti ve etkisi çok daha yüksektir. Yoğun kar içerisinde daha az hava boşlukları barındırdığından, çığ altında kalanların solunumu da zorlaşır.

Karın yoğunluğunu hava koşulları belirler. Az yoğun kar soğuk ve sakın havalarda, yoğun kar çok soğuk havalarda, kar kristallerinin donup sıkışması ile yada -7 ile 0°C arasında yağan kar ile oluşur. Nemli bölgelerde kar yağışı çoğunlukla bu sıcaklıklarda oluşur (Gürer, 1980).

2.3.4. Kar Derinliği

Kar Derinliği, bir kar örtüsünün düşey olarak yüksekliğidir (Baumgartner ve Liebscher 1996). Kar Derinliği standart meteorolojik veri olarak cm olarak ölçülür. Kar Derinliği, kar hidrolojisinde en kolay ölçülebilen bir veridir. Diğer fiziksel kar özelliklerinde olduğu gibi, kar derinliği de farklı iklimatik, topografik ve vejetatif faktörlerle zaman ve mekânsal olarak kuvvetli değişim gösterir.

2.3.5. Kar Örtüsü Güzergahı

Kar örtüsünün ölçülmesi, karla örtülü alanın ve bu alanı temsil eden kar güzergahı üzerindeki kalınlık ve yoğunluk değişimlerinin belirlenmesini içermektedir. Su verimi yönünden; kar yağışı ve birikimi, dağılım deseni, su bilançosu ile ilişkisi, erime süreci, kalıcı kar kütlelerinde suyun depolanması ve iletimi, çığ kontrolü yönünden ise; kalıcı kar kütlelerinin yapısı, kar sıcaklık gradyanı, başkalaşım aşamaları, kar direnci, profil özellikleri, akma ve kaymalar vb. gibi verileri sağlayacak gözlemler biçiminde gruplandırıldıkları görülür (Özyuvacı, 2001).

Kar güzergahı, kalıcı kar kütleleri üzerinde kar gözlemlerinin her yıl tekrarlanması için değişmez bir biçimde işaretlenerek ayrıldığı bir ölçüm alanı olarak tanımlanabilir. Özyuvacı (2001) e göre dağlık bir arazide kar güzergahı oluşturabilecek ideal yerler aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- Mevsimlik toplam birikimin ölçülmesi söz konusu ise; kar birikiminin maksimum değere ulaşmasından önce erimenin çok az veya hiç olmadığı yükselti ve bakılar.
- Gözlemlerin sürekliliğini etkilemeyecek ulaşım olanaklarına sahip yerler.

- Orman içinde en az bir hektarlık bir alana sahip açıklıklar ve tepeler arasında rüzgara karşı korunak oluşturabilen ve karın intersepsiyon kaybına uğramadan yeryüzüne ulaşabilmesini sağlayacak büyüklükte bir açıklık oluşturabilen yerler.
- Güzergah üzerinde yapılacak ölçümler gruplandırılarak ortalamaları alındığında belli bir yükselti ve bakıyı temsil edebilecek nitelikteki yerler.

2.3.6. Bir Kar Örtüsünün Isı İçeriği ve Termik Özellikleri

Bir kar örtüsünün ısı veya enerji içeriği, başkalaşım, erime ve kar kütlesindeki buharlaşma veya yoğunlaşmanın ana oluşum nedenidir. Bir kar kütlesi devamlı olarak çevresiyle ısı değişimi içerisinde. Bir kar örtüsünün yüzeyinde bu ısı alışverişi güneş radyasyonu (ışınım) bilançosu (Q_n), hissedilen ısı yoğunluğu (Q_h), gizli ve türbulant ısı bilançosu (Q_e) ve yağış ile ortaya çıkan ısı (Q_p) ile oluşur. Kar örtüsünün alt kısmında da kar tabakası ile toprak arasında ısı alışverişi (Q_g) oluşur. Bu ısı alışverişleri (Q_c) sonucunda kar örtüsü içerisindeki sıcaklıklar değişerek erimeden dolayı ortaya çıkan enerji (Q_m) gerçekleşir. Her durumda kar örtüsü içerisindeki ısı içeriği değişir. Buna göre (Baumgartner ve Liebscher 1996);

$$Q_n + Q_h + Q_e + Q_p + Q_g = Q_c + Q_m \quad (2.3)$$

Q_n	: güneş radyasyonu (ışınım) bilançosu
Q_h	: hissedilen ısı yoğunluğu
Q_p	: yağış ile ortaya çıkan ısı
Q_e	: gizli ve türbulant ısı bilançosu
Q_g	: kar tabakası ile toprak arasında ısı alışverişi
Q_c	: kar örtüsündeki ısı değişikliklerinden ortaya çıkan enerji
Q_m	: erimeden ortaya çıkan enerji

Yapılan araştırmalar sonucunda aşağıda belirtilen saptamalar yapılabilir (Kuhn, 1984; Blöschl ve diğ., 1987):

- Bir kar örtüsünde net radyasyon asıl dominant enerji kaynağıdır. Kar erimesinde güneş radyasyonunun etkisi en fazladır.
- Kar örtüsünün üst yüzeyindeki devamlı hava tabakalarının türbülansı enerji alışverişini artırarak erimde büyük bir rol oynar. Bu şekildeki yoğun

türbülanslı enerji alışverişinde (rüzgâr gibi) çok yüksek bir kar erimesi gerçekleşir.

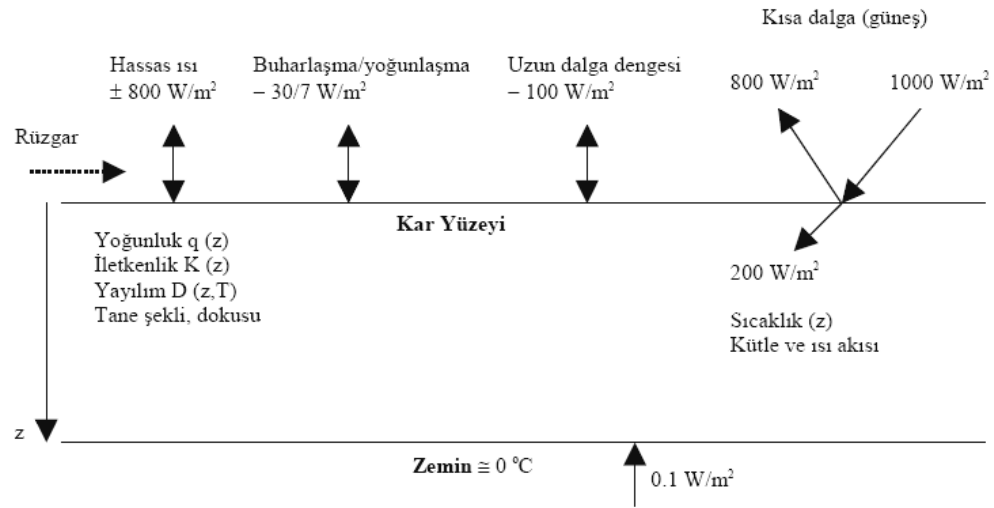
- Buna karşın kar örtüsünde, yağmur sonucunda veya toprak yüzeyinden ısınma ile enerji girişi çok düşüktür. Gözlemlenen olgu yağışlı havalardaki en yüksek kar erimesinin daha çok yağın yağmurun miktarına bağlı olarak gerçekleşmesidir. Yağışın enerjisi bunda (ısı içeriği) daha az bir rol oynamıştır.
- Kar erimesi esnasındaki net radyasyon ve hissedilebilir ısı akımı çoğunlukla pozitif bir etki oluşturmaktadır.
- Kar erimesinde gizli ısı akımları ne pozitif ne de negatif bir etki göstermektedirler, bunlar daha çok bölgelere ve günlük seyrine göre kuvvetli ama kural olarak az etki etmektedirler.
- Bulutlu veya yağmurlu günlerde hissedilen ısı dalgası artar.

Net ışımanın belirlenmesinde kar örtüsünün yüzeyindeki albedo en önemli belirleyici faktördür (Herpertz, 2001). Kar örtüsünün su içeriği ve kar örtüsünün yüzeyindeki kirlenmeden dolayı albedo da enerji içeriğinin belirlenmesi için sınırlı bir etken olarak kalmaktadır (Blöschl, 1991).

0 °C deki karın ısı kapasitesi 2106 J/(kg*K)'dır. Sıcaklığın düşmesiyle beraber ısı kapasitesi de düşer. Kar örtüsündeki ısı iletiminde karmaşık süreçlerden dolayı ısı iletme yeteneği de strüktür ve tekstüre büyük ölçüde bağlıdır (Herpertz, 2001). Bir kar örtüsü yüksek bir izolasyon özelliği gösterir (Baumgartner ve Liebscher, 1996).

Yüksek ve açık arazilerde bir kar örtüsü içerisindeki sıcaklık dağılımı çok değişkendir. Bir kar örtüsünde soğuk kar tanımı; kar örtüsünün üst kısımlarındaki sıcaklığın hava sıcaklığının 10 °C'ye kadar altında olması ve sıcaklık gradyanının 10 °C/10 cm'ye ulaşması olarak tanımlanır. Toprak yüzeyine doğru sıcaklık gradyanı yaklaşık olarak 1 °C/10 cm olarak azalma gösterir (Baumgartner ve Liebscher, 1996). Düşük yükseltilerde ve orman altındaki kar örtülerinde 0 °C'lik yeknesak bir sıcaklık profilinden söz edilir ki Baumgartner ve Liebscher (1996) bunu eş sıcaklıklı kar örtüsü olarak tanımlamıştır.

Kardaki enerji ve kütle dengesi, kar tabakalarının özelliklerini belirleme de aktif etkeni meteorolojik kökenli olan bir fiziksel süreçler bütünüdür. Kar, yüzeyinde oluşan fazla kısa dalga boyu albedosu, fazla kızılötesi emisyonu ve düşük ısı iletim özelliği ile karakteristiktir. Albedo gelen ışığın dalga boyuna, karın tane çapına ve kirliliğine bağlıdır. Kar kristallerindeki toz zerreciği olan çekirdek albedoyu düşürür. Kar örtüsündeki maksimum enerji akışları ve günlük enerji değişimi Şekil 2.4 te verilmiştir (Warren, 1984 e göre Erenbilge ve Yavaş, 2005). Kar yüzeyinde kısa süreli yüzlerce W/m^2 lik enerji akışı değişimleri, karla kaplı zeminde $1 W/m^2$ den daha az bir değişime neden olur (Gubler, 1992).



Şekil 2.4 : Kar örtüsündeki maksimum enerji akışları ve günlük enerji değişimi (Gubler, 1992 ye göre Erenbilge ve Yavaş 2000)

2.3.7. Kar Örtüsünün Hidrolik Özellikleri

Bir kar örtüsündeki hava ile dolu olan gözenekler eriyen kar sularını ve yağış sularını tutma özelliklerine sahiptir. Bununla birlikte bir kar örtüsünde akışkan suyun bir kısmı adhezyon veya kapılar kuvvetleriyle devamlı olarak tutulur. Suyun önemli bir kısmı ise bu gözeneklerde geçici olarak tutulur ve “serbest su” olarak adlandırılan su bu boşluklar içerisinde hareket eder (Nakavo ve Hayakawa, 1998). Akışkan suyun miktarı bir su tabakasının aynı zamanda nem derecesini belirler. Bu akışkan su miktarı; su kütlesini hacim, kütle veya ağırlık birimi veya mutlak Kar Derinliği olarak verir (hacim, % Kütle, g/kg, mm) (Braun 1985, Baumgartner ve Liebscher 1996, Nakavo ve Hayakawa 1998).

2.3.7.1. Kar Örtüsünün Akıcı Suyu Tutma Kabiliyeti

Bir kar örtüsünün su, retensiyon (su tutma) süresi ve tutma hacmi zamana ve mekâna bağlı olarak değişiklik gösterir ve karın strüktürüyle sıkıca bağlıdır. Baumgartner ve Liebscher (1996) bir kar örtüsünün strüktürel veya mekanik su tutma kapasitesini bir kar örtüsündeki sıvı formda tutulan maksimum bir su yüksekliği (mm) olarak tanımlamaktadır. Su tutma konsepti olarak kar örtüsünden hangi zamandan sonra, ne kadar erime suyu ya da ne kadar yağmur suyu serbest bırakıldığı belirlenmektedir.

Ampirik metodlar ile su tutma (retensiyon) sapmalarının kar su eşdeğerinin % 2 ila %20 si arasında olduğunu saptanmıştır (Şekil 2.5). Araştırmacılar su tutma kapasitesi ile kar yoğunluğu arasında bir ilişki ve bir kar örtüsündeki mevcut boşluk hacminin geri tutma derecesini belirlediğini saptamışlardır (Herpertz, 2001).

Buna karşın Braun (1985) İsviçre' nin yukarı havzalarında yaptığı araştırmalarda ise bir kar örtüsünde kar yoğunluğu ile su tutma arasında belirli bir ilişki bulamamıştır.

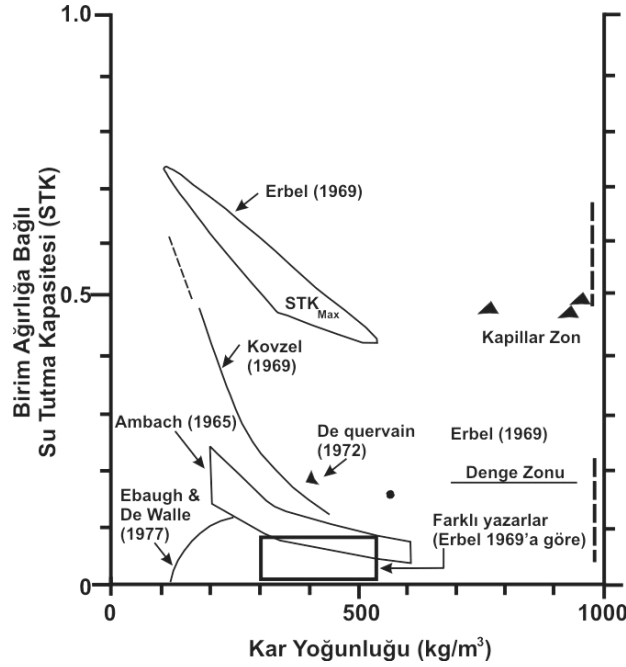
Braun (1985) kar örtüsündeki boşluk formlarının ve büyüklüklerinin; strüktürel değişikliği ve bununla bağlantılı olarak sıvı geçirgenliğinin su tutma kapasitesi kabiliyetini etkilediğini ortaya koymuştur.

Herrmann ve Rau (1984) Alpin rejyonda ve orta dağlık bölgede yapılan araştırma sonuçlarının kıyaslanmasında kaba strüktürlü ince kar tabakalarında yüksek akışkanlıktan dolayı düşük bir su tutma kapasitesi kabiliyeti görüldüğünü belirlemiştir. Buna göre toplam kar su eşdeğerinin ancak %3-5 i gibi çok düşük bir miktarının su tutma kapasitesi olduğunu saptamıştır. Rachner ve diğ.(1997) de bundan yola çıkarak düşük kar tabakalarında su tutma kapasitesinin çok düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Şekil 2.5).

2.3.7.2. Kar Tabakasındaki Su Hareketi

Bir kar tabakasının veya kar kütesinin su tutma kapasitesi aşıldığında, kar tabakası içerisinde bir su hareketi başlar (Nakavo ve Hayakawa 1998). Bir kar tabakasının permeabilitesi onun boşluk hacmine, strüktürüne, tekstürüne ve aynı zamanda yoğunluğuna bağlıdır (Baumgartner ve Liebscher 1996).

Colbeck ve diğ. (1979) kardaki su hareketini iri gözenekli bir topraktaki su hareketine benzetmektedirler. Oldukça homojen yapıdaki bir kar tabakasında düşey su hareketi (Şekil 2.5) üç perkolasyon mekanizması ile ayırt edilebilir (Nakavo ve Hayakawa 1998, Baumgartner ve Liebscher 1996;Herpertz, 2001):



Şekil 2.5 : Ampirik araştırmalar sonucunda bulunan kar yoğunluğuna bağlı olarak bir kar örtüsündeki su tutma kapasitesi ilişkisi gösterilmiştir (Herpertz, 2001 e göre değiştirilerek).

- Su filmi akışı: buz çekirdekleri üzerindeki film tabakası üzerinde oluşan akıştır. Bu düşey yöndeki su hareketinin filtrasyon hızı 10^{-4} cm/sn (Baumgartner ve Liebscher 1996) ile 0.55 cm/dk (Nakavo ve Hayakawa 1998) olup çok düşüktür.
- Boru akımı; kar tabakası içerisindeki kapillar borucuklarda film tabakasıyla toplanmış suyun düzensiz bir şekilde oluşmuş boru şeklindeki boşluklardan 1 cm/sn den 2,5 cm/sn hıza kadar filtrasyonla aşağı doğru hareketidir (Baumgartner ve Liebscher 1996). Daha kalın kar tabakalarında su daha sık olarak kendine akış yolu bulur, bunda perkolasyon hızı etkilidir.
- Darcy kanununa göre doymuş veya doymamış akımlar; suyun kar içindeki hareket değeri direkt olarak kar yoğunluğu ve kar örtüsünün suyu tutma kabiliyetine bağlıdır (Baumgartner ve Liebscher 1996). Bu şekilde hesaplanan

filtrasyon hızı 2,0 ile 3,0 cm/sn arasındadır (Nakavo ve Hayakawa 1998). Baumgartner ve Liebscher (1996) göre ise yoğunluğu $0,37 \text{ g/cm}^3$ olan bir kar tabakasında bu hızın 0,56 ile 2,2 cm/sn arasında değişmektedir.

Heterojen olarak oturmuş bir kar tabakasının içerisinde meydana gelen su hareketinin hızı çok geniş bir aralıkta (0,5 ile 60,0 cm/dk) değişir. Bu çok yüksek aralıktaki değişim, kar tabakasındaki çok farklı strüktürel, hidrolojik ve enerji koşullarından dolayı oluşmaktadır.

Eriyen kar suyunun perkolasyon hızının aşırı yağmur sonucu oluşan su hareketinden farklı bir olgu olduğu unutulmamalıdır.

Heterojen bir kar tabakasındaki su hızının daha detaylı olarak hesaplanabilmesi için sızmanın gerçek değeri ve kar örtüsünün veya kar kütesinin efektif boşluk hacimlerinin bilinmesi gereklidir ki bu alansal değerleri saptamak mümkün değildir. Yapılan çok çeşitli araştırmalara rağmen halen bir kar tabakasındaki perkolasyon mekanizmasıyla ilgili çok az süreçler anlaşılabilmektedir.

2.3.8. Bir Kar Tabakasının Kütleli Yapısı

Bir kar tabakasının kütlesi (B), kar örtüsünün oluşmasına ve başkalaşımına eşlik eden süreçlerden birikme (E) ile kayıpların (D) toplamına eşittir.

$$B = E + D \text{ (kg)} \quad (2.4)$$

Baumgartner ve Liebscher (1996) ya göre bilânço elemanı olan “birikme” tanımı ile tüm katı yağışlar, savrulan kar birikmesi, çığ birikmeleri, atmosferik su buharının yoğunlaşması ve donan yağmur suyu kastedilmektedir. “kayıplar” olarak ise erimeler, buharlaşmalar, toz karı erozyonları ve çığ ile parçalanmalar olarak sayılabilir. Kar kütlesi suyun spesifik yoğunluğu sebebiyle basitleştirilerek mm veya kg/m^2 olarak ifade edilebilir. Bu durumda aşağıdaki eşitlik verilebilir (Baumgartner ve Liebscher 1996);

$$B_w = C_s + C_1 + C_c + A_m + A_e \quad (2.5)$$

B_w	: kütle değişimi
C_s	: katı yağıştan kütle kazanımı
C_1	: sıvı yağıştan kütle kazanımı
C_c	: kondenzasyon ve sublimasyondan kütle kazanımı
A_m	: kar örtüsündeki sıvı akışından kaynaklanan kütle kaybı
A_e	: buharlaşma ve sublimasyondan kütle kaybı

Tüm bu eşitliklerdeki parametreler iklimatik, topografik ve bölgesel faktörler tarafından belirlenir.

2.4. KAR HİDROLOJİSİNDE SÜREÇ DİNAMİĞİ

Bir kar örtüsü devamlı olarak; kar birikmeleri, karın oturması, kristal oluşumu ve erime, rüzgârla taşınma, evaporasyon ve sublimasyondan dolayı kütle kayıpları ile dinamik bir sürecin etkisi altındadır.

Kar hidrolojisi sisteminin çeşitli modellemeler ile belirlenmesi çok karmaşık olan kar hidrolojisi dinamiğinin işleyişinin anlaşılması ile yakından ilişkilidir. Kar kütlelerinin yapısı, kar örtüsünün gelişimi ve başkalaşım bu kısımda etraflıca açıklanmaya çalışılmıştır.

2.4.1. Kar Örtüsünde Birikme ve Çözünme Süreci

Katı yağış formu ile bitkilerin veya toprağın üzerine birikimler olur ve bununla yağışın geçici olarak tutulması gerçekleşir. Kar taneleri ile ilk birikme tabakasının oluşumunda meteorolojik ve birikme alanın özelliklerine bağlı olarak kar örtüsünde bir başkalaşım süreci başlamış olur. Kar tabakasındaki pozitif yönde bir enerji bilançosu oluşumu sonucunda erime süreçleri başlar. Bu hem kar strüktürüne hem de başkalaşımına etki ederek kar örtüsü içerisindeki su miktarında değişikliklere sebep olup böylece kar su erimesine neden olur (bk. bölüm 2.3.5-2.3.7). Kar örtüsündeki süreçler tek tek ele alındıklarında o zaman karmaşık üç aşamadan bahsedilebilir (Dingman, 1994; Rachner ve diğ., 1997; Özyuvacı 2001)

- birikme (yapı ve dağılımı)
- metamorfoz (gelişim/başkalaşım)
- kayıplar (çözünme/evaporasyon/erime)

2.4.1.1. Kar Birikmesi ve Dağılımı

Kar birikmesi süreci; toprak yüzeyi, vejetasyon veya aynı şekilde mevcut kar üzerine kar yağışının birikimi olarak tanımlanabilir. Birikme sürecinin zamansal değişimi, kar birikiminin derinliği ve mekânsal kar dağılımı daha çok yetiştirme ortamı koşullarına bağlı olarak değişim gösterir ve bu sebeple önemli ölçüde zaman ve alana bağlıdır. Bu hususta aşağıdaki ana etken faktörlerden bahsedilebilir ki bu etkiler kar birikmesinde veya dağılımında kısmen karşılıklı olarak ta etki ederler.

- Genel arazi özellikleri: bunda her şeyden önce bağımsız değişken olarak arazinin yüksekliği, bakı, taşlılık, engebeli arazi yapısı, çukur ve yamaç eteği olması sayılabilir.
- Vejetasyon: özellikle orman gibi yüksek boylu bitkilerin etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.
- Klimatik faktörler: kar yağışında belirleyici olan hava sıcaklığı ama özellikle de rüzgârın kar birikimi üzerindeki etkisi sayılabilir.

Arazi özelliklerinden özellikle arazinin yükseltisi, bir havzada meydana gelen kar birikme ve dağılımında vejetasyon ve rüzgârın da etkisiyle çok büyük bir öneme sahiptir. Arazi yükseltisinin artmasıyla birlikte hava sıcaklığı gradyanındaki düşmeden dolayı kar birikiminde de bir artış beklenir (Brechtel, 1979; Schwarz, 1982).

Rohrer (1992) Alplerde yaptığı bir araştırma sonucunda, kar birikimi esnasında yamaçlarda kar şu eşdeğeri arasında hiçbir farklılık olmadığını saptamıştır. Keza Brechtel ve Balazs (1976) Hessen ortadağlık bölgesinde yaptıkları bir araştırmada özellikle arazinin yükseltisinin de azalmasıyla beraber kar birikimine bakının bir etkisinin olmadığını saptamışlardır. Topografik arazi özellikleri olarak sayılabilen çukurluklar, tepelikler, yamaçlar kar birikimi ile dağılımı üzerinde daha çok rüzgâr üzerine ve kütleye bağlı olarak gerçekleşen rüzgârla taşınma/birikme olayının etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Ormanın kar birikimi üzerine etkisi daha tam net değildir (Dingman, 1994). Yapılan araştırma sonuçları da göstermiştir ki, hedeflenen ampirik sonuçlar daha çok lokal yetiştirme ortamı özelliklerini temsil etmektedir.

Bir ormanda, ormanın türü, yaşı, meşcere sıklığı ve topografik mevki gibi etkenler kar birikimi üzerine, açık alanla karşılaştırıldığında farklı etkiler oluşturlar. (Brechtel ve diğ., 1984; Dingman 1994).

Genelde doğada olan olaylara bakıldığında en az kar birikimlerinin orta yaşlı ve yaşlı daimi yeşil iğne yapraklı ormanlarda gerçekleştiği gözlenmiştir (Brechtel ve diğ. 1979; Schwarz 1983).

Brechtel ve Balazs (1976) Hessen ladin ormanlarında, açık alana nazaran çok az bir kar birikimi olduğunu saptamışlardır. Bunda karın daha çok sık tepe tacından intersepsiyonla atmosfere geri dönmesinin etkili olduğu gözlemlenmiştir. Yine intersepsiyon sonucunda orman altı alanlarda toplam yağışta % 90 oranında bir azalma olduğu tesbit etmişlerdir. Pomeray ve diğ. (1998) özellikle iğne yapraklı ormanlarda bölgenin kar tutma kapasitesine kar intersepsiyonun çok önemli bir etkisi olduğunu vurgulamaktadırlar. Kar intersepsiyonunun türü ve miktarının da yağmur intersepsiyonundan ayrı tutulması gerektiğini belirtmişlerdir. Ormanlık bir alanda kar intersepsiyonunun yağmur intersepsiyonundan çok daha büyük bir değer taşıdığı ortaya konmuştur. İskoçya’da yapılan bir çalışmaya göre aynı yükseltideki ve özellikteki bir iğne yapraklı ladin ormanında yağmur intersepsiyonu 2 mm olmasına karşın kar intersepsiyonu miktarı 14 mm dir (Calder,1990). Pomeray ve diğ. (1998) e göre tepe tacı özelliklerine ve sıklığına bağlı olarak kar intersepsiyonu 30 mm ye kadar çıkabilmektedir.

Buna karşın yaprağını döken geniş yapraklı ormanlarda ise aynı özelliklerdeki açık alana göre kar dinamiği bakımından herhangi bir fark bulunmamaktadır (Brechtel ve Balazs 1976; Schwarz 1982). Yapraklı ormanlarda çok az bir intersepsiyon olmakta, bu da açık alandaki ışık alan yüzeyler ile çıplak yüzeylerdeki rüzgâr etkisi gibi bir etkiyi ancak oluşturmaktadır. Ormanlık alanların karı tutma etkisi ile tutulan kar açık alanlara kıyasla çok daha yüksek bir kar su eşdeğerine sebep olmaktadır (Brechtel 1979;

Schwarz 1982). Bu etki rüzgâr altı tarafta da devam etmekte ve orman kenarlarında; çevresindeki araziye kıyasla açıkça görülecek fazla kar birikmesine sebep olmaktadır. Bundan da havalanma ve taşıma ile rüzgâr etkisinin kar birikimi üzerindeki etkisinin mikro düzeyde, küçük alanlarda meydana geldiği görülmektedir (Rachner ve diğ., 1997).

Bir bölgedeki kar dağılımı, bir havzadaki kar erime hesaplamalarında sıklıkla en önemli etken olarak kullanılmıştır. Bu nedenle heterojen bir yapıdaki kar dağılımının doğru olarak tespit edilmesi ancak çok sayıda yersel kar ölçümleri ve uzaktan algılama tekniklerinin (örn. LANDSAT) kullanılmasıyla belirlenebilir. Birçok uzaktan algılama tekniklerinde verilerin alımı sırasındaki bulutlanma sorun olmaktadır. Bu sorun halen çözümlenememiştir. Simpson ve diğ. (1998) bu gibi problemlerden dolayı kar ile örtülü alanların belirlenmesinin tespiti için farklı bir metot olan AVHRR yi önermektedirler; bu yöntemle kar ve bulut yüzeyleri birbirlerinden ayrılabilir. Bu yöntem daha çok polar bölgeler için uygulanabilmektedir. Bu arada yeni yağmış çok ince kar tabakalarının tespiti halen bir problemdir. Uzaktan algılama tekniklerinin veri alma frekansları ve çözünürlükleri halen az kar ile örtülü ortadağlık alanlardaki kar örtülerinin tespitinde yeterli olmamaktadır. (Braun 1995; Kanawo ve Hayakawa 1998; Blösch ve Kimbauer 1992). Malkoç (2002) CHIPS, IDRISI, INTERGRAPH IMAGE ANALYSYS uydu görüntüleri ve MAP INFO GIS yazılımı ile havza karakteristiklerini ortaya koymuştur.

2.4.1.2. Kalıcı Kar Kütlesindeki Başkalaşım (Metamorföz)

Kar örtüsündeki yapısal değişim ve metamorföz kavramıyla; biriken kar kütlesinde basınç, su buharı difüzyonu, erime/donma ve boşluklarda oluşan konveksiyon etkisiyle meydana gelen dinamik bir süreç olan başkalaşım anlaşılır (Baumgartner ve Liebscher 1996; Nakawo ve Hayakawa 1998). Karın (kar kristallerinin) birikmesinin başlamasıyla beraber; karın kristal yapısında bozulmalarla meydana gelmeye başlar ve böylece karışık bir başkalaşım süreci de başlamış olur. Bunun sonucu olarak ta kar kristalleri üzerinde meydana gelen birikmeyle birlikte kar örtüsünün yığılması (oturması) başlamaktadır. Karın birikme sürecinde ve oturmaının oluşmasında aşağıdaki dinamik süreçler etkili olmaktadır (Baumgartner ve Liebscher 1996; Nakawo ve Hayakawa 1998);

- Kar kristallerinde rüzgâr etkisiyle bozulma
- Kar kütleindeki boşluklarda su buharının sebep olduğu difüzyon
- Kar kütleinin kendi ağırlığı ile oturması
- Erime süreçleri
- Erime suyunun ve yağmur suyunun iletimi ile akımı
- Erime suyunun ve yağmur suyunun tekrar donma süreci

Karın başkalaşım sürecinin karmaşık yapısı, zamansal-mekânsal heterojenliği ve çok sayıdaki tekil başkalaşım etkenleri, morfolojik bir dizi sınıflandırmaların yapılmasına neden olmuştur (Colbeck 1987; Colbek ve diğ. 1990; Nakawo ve Hayakawa 1998; Baumgartner ve Liebscher 1996; Özyuvacı 2001).

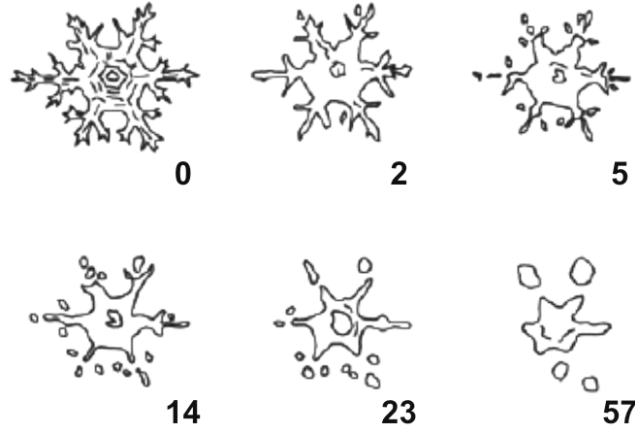
Eldeki termik ve hidrolik bilgiler doğrultusunda bir kar kütleindeki başkalaşım süreçleri basitleştirilerek eş sıcaklık başkalaşımı, sıcaklık gradyanı başkalaşımı ve erime donma başkalaşımı olarak üçe ayrılmıştır (Baumgartner ve Liebscher, 1996; Özyuvacı, 2001). Bunun haricinde özellikle akışkan suyun karın başkalaşımı üzerindeki etkisi ayrıca belirtilmiştir.

İlk iki başkalaşım; eş sıcaklık başkalaşımı ve sıcaklık gradyanı başkalaşımı “kuru başkalaşım olarak” tanımlanmaktadır. Her iki süreçte de kar kristallerinin yapısının bozulması ile daha yuvarlak ve iri taneli kar taneleri strüktürüne doğru bir başkalaşım mevcuttur. 0 °C deki kar tabakalarının eş sıcaklık yapılarından dolayı üst katmanlardaki kar tabakasında üçüncü bir kar başkalaşımı oluşmaktadır. Kardaki erime ve donma süreçleri sonucunda kar tanesinde strüktürel bir yapı değişikliği oluşur. Bu başkalaşım erime donma başkalaşımı olarak tanımlanır (Baumgartner ve Liebscher 1996; Nakawo ve Hayakawa 1998).

Eş Sıcaklık Başkalaşımı

Kar birikimi ile başlayan ilk başkalaşım çeşididir. İnce kristal yapıdaki yeni kar bu süreçle kar tanelerine dönüşür. Kar kristallerinin dışbükey ve içbükey üst yüzey kısımlarından kütle taşınması sonucunda kar tanelerinin oluşturduğu gruplar meydana getirmektedir. Bunun sonucunda kar kütleinde tabakalaşma (birikim) olur ve bu da kar kütlelerinde oturma meydana getirir. Eğer süreçte sıcaklık gradyanı yerine karın yapısal

eğilimi nedeniyle şekli basitleşiyor ve kaynaşma yoluyla daha sıkı ve dayanıklı tekstür oluşuyorsa bu sürece de eş sıcaklık başkalaşımı (ES) - (equitemperature metamorphism) adı verilir (Özyuvacı 2001). Şekil 2.6 de bir kar kristalinin kar tanesine doğru başkalaşımı şematik olarak aşamalarıyla gösterilmektedir.



Şekil 2.6 : Bir kar kristalinin es sıcaklık başkalaşımına bağlı olarak kar tanesine değişim süreci. sayılar birikmenin başlamasından sonra geçen süreyi gün olarak ifade etmektedir (Baumgartner ve Liebscher, 1996)

Sıcaklık Gradyanı Başkalaşımı

Bir kar örtüsü içerisindeki kuvvetli sıcaklık düşüşü ile oluşan başkalaşım Sıcaklık Gradyanı Başkalaşımı olarak adlandırılır. Kuru, o mevsime ait bir kalıcı kar kütleğinde iki tip başkalaşım söz etmek yerinde olur. Eğer başkalaşım kuvvetli bir sıcaklık gradyanına cevap olarak meydana geliyorsa bu işleme sıcaklık gradyanı başkalaşımı (SG)-(Temperature - gradient metamorphism) denir (Özyuvacı, 2001). Bu başkalaşımda da ilk kar kristalleri birikme ile bozulmaya başlar ve kar taneleri meydana gelir. Kar tabakasının üst yüzeyinde oluşan sıcaklık ve buhar gradyanı sonucunda tabaka içerisinde aşağıdan yukarıya doğru bir su buharı akımı oluşur. Kar tanelerindeki erime ve donmalar kar tanelerinin yapısında büyümelere sebep olurlar ve bununla kar taneleri daha iri bir strüktüre dönüşür. Eğer atmosferik olaylar izin verirse, sıcaklık gradyanı kar tabakasındaki iç difüzyon süreçleriyle birlikte zamanla oluşur ve bunun sonucunda da izotermal bir durum ortaya çıkar. Sıcaklık başkalaşimleri sonucunda bir kar tabakasında donan perkolasyon suyuyla kar içerisinde donmuş buz kabuğu (tabakalarının) oluşur.

Bu da kar örtüsünün su tutma kapasitesi ile su iletme kapasitesinde ve tabaka çığlarının oluşmasında büyük oranda etkili olur.

Erime Donma Başkalaşımı

Bir kar örtüsünün yüzeye yakın kısımları çok değişken dış etkenlerin etkisi altındadır. Gün içerisinde eriyen kar tabakası; kar ile hava arasındaki tabakada negatif bir enerji bilançosu oluştuğunda tekrar donar. Erime donma başkalaşımı bu şekilde kar örtüsündeki serbest suyun tekrar donması ve erimesi ile kar yapısında da kristal yapıdan ve tane strüktüründeki değişimlere etki eden buz parçacıklarının erime sürecini tanımlamak için kullanılır. Erime donma başkalaşımı; özellikle kış sezonunun sonunda olan, sıcaklığı düşük karlarda ve seyrek kar birikimlerinde her kış gerçekleşen karakteristik bir oluşumdur.

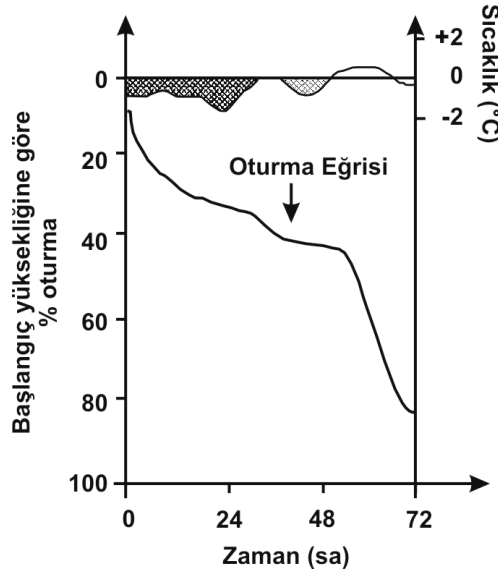
Kalıcı kar kütesinin sıcaklığı 0°C' ye eriştiğinde, yüzey kar katmanlarında sık sık erime-donma devreleri oluşuyorsa üçüncü tip bir başkalaşım söz konusu olur. Bu şartlar altında, yüzeydeki daha küçük buz daneleri gün boyunca erir ve eriyen su geceleyin tekrar donar. Tekrarlanan erime-donma devreleri sonucu geniş, yuvarlak buz tanesi kümeleri oluşur. Bu işleme erime - donma başkalaşımı (ED) - (melt-freeze metamorphism) adı verilir (Özyuvacı, 2001)

Erime süreci kar kristallerinde deformasyon ve başkalaşım ile tane gruplarının ve boşluklardaki serbest suyun az veya çok olarak ıslaklık derecesine göre bağlı olarak çok kristalli yuvarlaklaşmış tanelerin oluşumuna sebep olur. Boşluklardaki serbest suyun tekrar donmasıyla, boşlukların dolmasını ve kar örtüsünün yoğunluğunun artmasını sağlayan buz kütleleri oluşur. Bir kar kütesi içerisindeki enerji açığı ne kadar fazla olursa karın tekrar erimesi için o kadar enerji girdisine gereksinim olur. Bu da kar örtüsünde erime suyu akımı oluşumunda bir gecikmeye sebep olur. Baumgartner ve Liebscher (1996) göre yüksek derecedeki erime donma sonucunda; kardaki oturma gün içerisinde birkaç cm yi ve yoğunluk ta 0,7 g/cm³ ü bulabilir.

Islaklığın Kar Örtüsü Oluşumuna Etkileri

Kuru safha kavramı ile bir kar kütesinin başkalaşımdaki en temel faktör olarak birikme sürecinden bahsedilir. Kardaki yoğunluk artışının (oturmanın) asıl sebebi zamanında etkisiyle erime sürecinde meydana geldiği görülmektedir (Herpertz, 2001). Ampirik bir çalışmaya göre donma noktasına yakın sıcaklıkların baskısı ile yüksek bir erime eğilimi gerçekleşir (Rohrer 1992). Araştırmalarla 0 °C sınır değerine yakın hava sıcaklıklarında kar örtüsünde ani, hızlı yoğunluk artışları oluşmaktadır. Şekil 2.7 de kar örtüsündeki bu hızlı ani yoğunluk artışı temsil edilmiştir.

Karın ıslanmasının sonucu olarak birbiri üstüne birikmesi ve bunu hızlandırıcı etkisinin bir sonucu kar yoğunluğunun bu şekildeki artmasına sebep olur. Islanma kar kristalinde fazlaca bir deformasyona sebep olmakta ve kar kütesi içerisindeki serbest su için su tutma kapasitesini azaltmakta ve eriyen suyun akışını arttırmaktadır.

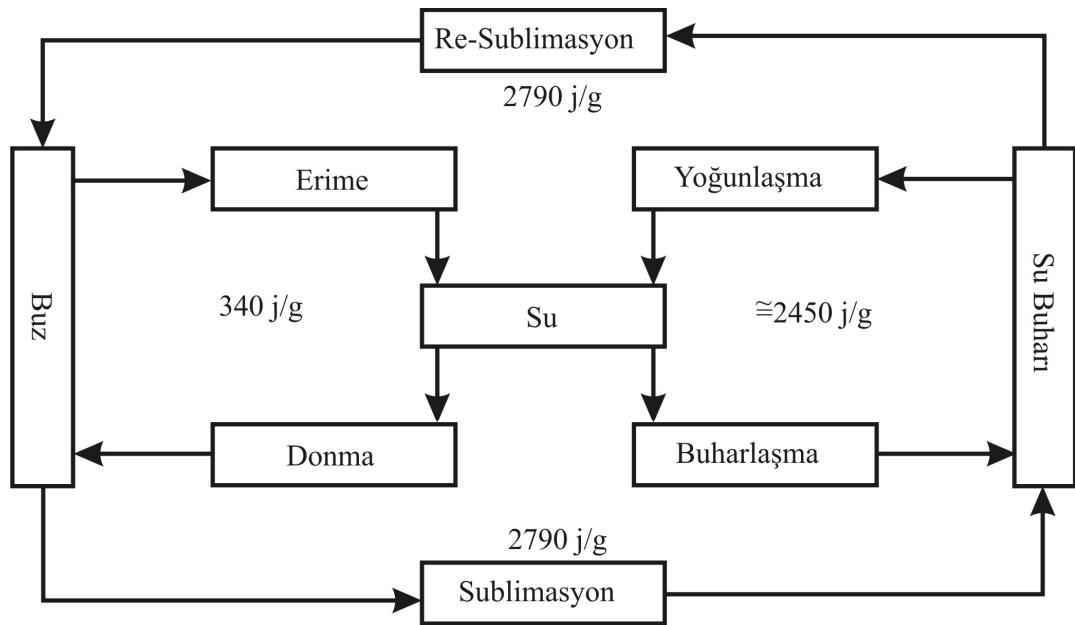


Şekil 2.7 : Donma noktasına yakın hava sıcaklıklarına bağlı olarak bir kar tabakasındaki oturma (Rohrer 1992'e göre Herpertz, 2001).

Kar örtüsündeki eriyen suyun artması; kar kütesinde oluşan başkalaşım sürecine katılan yağmur suyunun yoğunluğunu ve miktarını belirtir (Rachner ve diğ. 1997; Gude 1997). Kar örtüsünün kalınlığı ne kadar ince ise, yağmurun etkisi de o derece etkili olmaktadır.

2.4.1.3. Kar Örtüsünde Kayıplar

Kar örtüsündeki kayıplar terimi ile erime ve karda meydana gelen buharlaşma ile sublimasyon, su ve kütle kayıpları süreci anlaşılmaktadır (Baumgartner ve Liebscher 1996). Kar örtüsündeki bu kayıplara eşlik eden süreçlerde farklı enerji çıkışı olur; buzdan suya geçişte (erime: 340 j/gr), buzdan su buharına (sublimasyon: 2790 j/gr) ve sudan su buharına geçişte (evaporasyon: 2450 j/gr). Şekil 2.8 de buharlaşma ve sublimasyon sürecinde yüksek enerji istekleri ve erime ile karşılaştırılması gösterilmektedir (Herpertz, 2001).

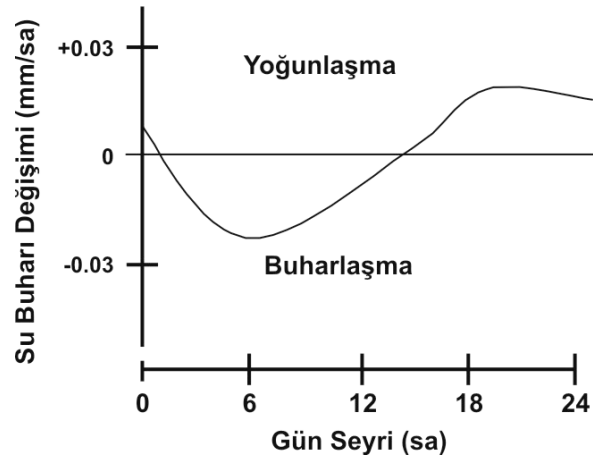


Şekil 2.8 : Çeşitli safhalardaki geçişler arasındaki enerji ihtiyacı (Herpertz, 2001)

Kar Yüzeyinden Buharlaşma

Kar yüzeyinden buharlaşma (sublimasyon) süreci; yaklaşık olarak 2790 joule/g kar enerjisinin harcandığı kar yüzeyinden enerji çıkışıdır. Kardan buharlaşmanın asıl sebebi, tüm diğer buharlaşma süreçlerinde olduğu gibi net ısı radyasyonudur. Güneşin durumu, coğrafik enlem, arazi yükseltisi, arazi bakışı ve vejetasyonun boyu, rüzgâr hızı, hava sıcaklığı, havadaki su buharı basıncı gibi meteorolojik faktörler coğrafik karakteristikler ve yerel farklılıklar kar yüzeyinden buharlaşmanın derecesini belirlerler. Baumgartner ve Liebscher (1996) yüksek dağlık alanlardaki kar örtülerinde düşük yükseltilerdeki alanlara oranla daha yüksek derecede buharlaşma oranı beklemektedirler. Bunu ise daha çok yüksek dağlık bölgelerdeki havadaki daha elverişli buhar basıncı ilişkilerinden ve

daha yoğun bir güneş radyasyonundan saptamaktadırlar. Kapalı ve nemli koşullar altında ise kar yüzeyindeki buharlaşma buna karşılık hızlı bir şekilde azalmaktadır. Baumgartner ve Liebscher (1996) a göre bunun sebebi ise; havadaki su buharı basıncı 0°C de (6,1 hpa) havanın su buharıyla doyma noktasının altında olduğunda ancak kar yüzeyinden buharlaşmanın oluşmasıdır. Daha yüksek buhar basınçlarında ise buna karşın kar yüzeyinde günün seyri içerisinde evaporasyon kayıpları meydana gelmekte, tekrardan yoğunlaşma ve kırağı oluşumu gerçekleşmektedir. Şekil 2.9’ da bu ilişki gösterilmektedir.



Şekil 2.9 : Gün seyri içerisinde su buharı bilançosundaki değişim (Baumgartner ve Liebscher 1996).

Birçok araştırmada kar yüzeyinden oluşan buharlaşmalar sebebiyle kar örtüsünde oluşan kayıplar göz ardı edilmektedir. Bunda kar örtülerinden olan buharlaşma ile oluşan kayıplara ilişkin verilerin çok az olması da etkilidir.

Calder (1990) toprak yüzeyindeki bir kar örtüsünden evaporasyonun saatte maksimum 0,06 mm olduğunu belirtmektedir. Wohlrab ve diğ. (1992) ise farklı araştırma sonuçlarından yola çıkarak toprak yüzeyindeki bir kar örtüsünden evaporasyonun ocak ayında maksimum 0,1 mm, şubat ayında ise 0,2-0,3 mm kar su eşdeğerine denk olduğunu ampirik olarak hesaplamışlardır.

Toprak yüzeyindeki bir kar örtüsünden evaporasyonun göz ardı edilebilecek derecede az olmasına karşın son yapılan araştırmalara göre iğne yapraklı ağaçların tepe tacından

olan kar buharlaşmalarının havza hidrolojisi bakımından kayda değer miktarda olduğu saptanmıştır (Calder, 1990'e göre Herpertz, 2001; Pomeroy ve diğ, 1998).

Wohlrab ve diğ. (1992) ye göre iğne yapraklı ağaçların kar ile örtülü tepe tacında intersepsiyon yolu ile su kaybının, kar su eşdeğeri olarak günde 1,5 mm ve ayda da 30 mm kadar olduğunu varsaymaktadırlar. Pomeroy ve diğ. (1998) intersepsiyon karında olan evaporasyonun günlük olarak maksimum 7 mm'lik bir değere kadar olabildiğini ve uzun yıllar ortalamasının da 2,4 mm/gün olduğunu ampirik olarak saptamıştır. Calder (1990) ağaçların tepe tacındaki kardan intersepsiyon kaybının yağışın %90'ı kadar olabileceğini ve bununda yağışla olan intersepsiyon miktarının üzerinde olduğunu belirtmiştir.

Kar Erimesi

Kar erimesi, kar örtüsündeki katı formdaki kısımların (buz kristalleri, buz taneleri) sıvı, serbest suya dönüşmesi olarak tanımlanır ve her gram kar için 340 joule bir enerjiye ihtiyaç vardır. Kar erime sürecinin başlaması kar örtüsündeki enerji bilânçosu ile belirlenir. Kar örtüsü içerisindeki enerji bilânçosu büyük ölçüde atmosferik ve mikro klimatolojik faktörler tarafından belirlendiğinden, kar erimesi temel olarak kar örtüsünün üst yüzeyinde (kar ile hava arasındaki sınır çizgide) olur (Baumgartner ve Liebscher, 1996). Kardaki sıcaklığı erime noktasına getirmek için gereken enerji miktarı kar örtüsündeki soğuk içeriğinden karşılanır. Söz konusu olan kar kütlesi içerisinde 0 °C de izotermal eşitliğe ulaşıldıktan sonra sisteme tüm enerji girişleri erimeye sebep olur. Kar erimesinin oluşmasındaki enerji bilançosunda asıl belirleyici faktörler kısa dalga radyasyonu ve hissedilen sıcak hava akımıdır (Kuhn, 1984; Dingman, 1994; Rachner ve diğ., 1997).

Kar erimesi için gerekli tüm enerji bileşenleri aslen havanın durumuna bağlıdır (Blöschl ve diğ., 1987). Alpin ve polar alanlardaki kar örtülerinde kar erimesinde asıl etki eden faktör güneş radyasyonudur (güneş radyasyonu erimesi). Güneşin durumundan dolayı asıl önemli erime ilkbahar olmaktadır (Braun 1985). Baumgartner ve Liebscher (1996) göre karla kaplı alanlardaki erime enerjisinin %80'nini güneş radyasyonu oluşturmaktadır. Daha çok nemli havanın hüküm sürdüğü alçak yükseltilerdeki kar örtülerinde ise bunun aksine kar erimesinin %50'sini hissedilen ve saklı sıcak hava

akımı oluşturmaktadır. Genel olarak alçak yükseltilerde ve orta dağlık alanlarda yüksek hava sıcaklığı, yüksek hava nemi ve kuvvetli rüzgâr kar erimesinde asıl belirleyici faktör olarak karşımıza çıkar (Kuhn 1984; Blösch ve diğ., 1987; Baumgartner ve Liebscher 1996).

Yağış, Topografya ve Ormanın Etkileri

Erime dinamiği bakımından ve kar örtüsündeki suyun tekrar serbest bırakılmasında kar kütlesi içerisine nüfuz eden yağmur suyunun etkisi büyüktür. Yağışın miktarı, yoğunluğu ve süresine bağlı olarak, aynı şekilde kar örtüsünün durumuna ve mevcut kar örtüsünün ıslaklığına bağlı olarak erime süreci hızla artabilir. İnce kar tabakalarında orta şiddetteki yağmur karın tamamıyla erimesine sebep olabilir (Baumgartner ve Liebscher 1996). Özellikle çok değişik hava koşullarının hüküm sürdüğü karlı alanlarda farklı yazarlara göre kar erimesindeki en önemli faktör yağmur şeklindeki yağıştır (Wohlrab ve diğ., 1992; Rachner ve diğ., 1997). Buna karşın erime sürecine yağışın enerji katkısı çok küçüktür (Baumgartner ve Liebscher 1996).

Kar örtüsündeki başkalaşım; arazi yükseltisi, bakı ve eğim ile orman durumu, zaman ve mekâna bağlı olarak değişim göstermektedir. Ortamdaki etki eden faktörlerin çok spesifik ve değişken olmasından dolayı, ancak niteliksel etmenler ölçülebilmektedir. Etki eden faktörlerin genel olarak sınıflandırılması tam olarak mümkün değildir (Brechtel ve Balazs 1976; Brechtel 1979; Schwarz 1982; Brechtel ve diğ. 1984; Herrmann ve Rau 1984; Braun 1985; Blöschl ve Kirnbauer 1992; Baumgartner ve Liebscher 1996; Rachner ve diğ., 1997).

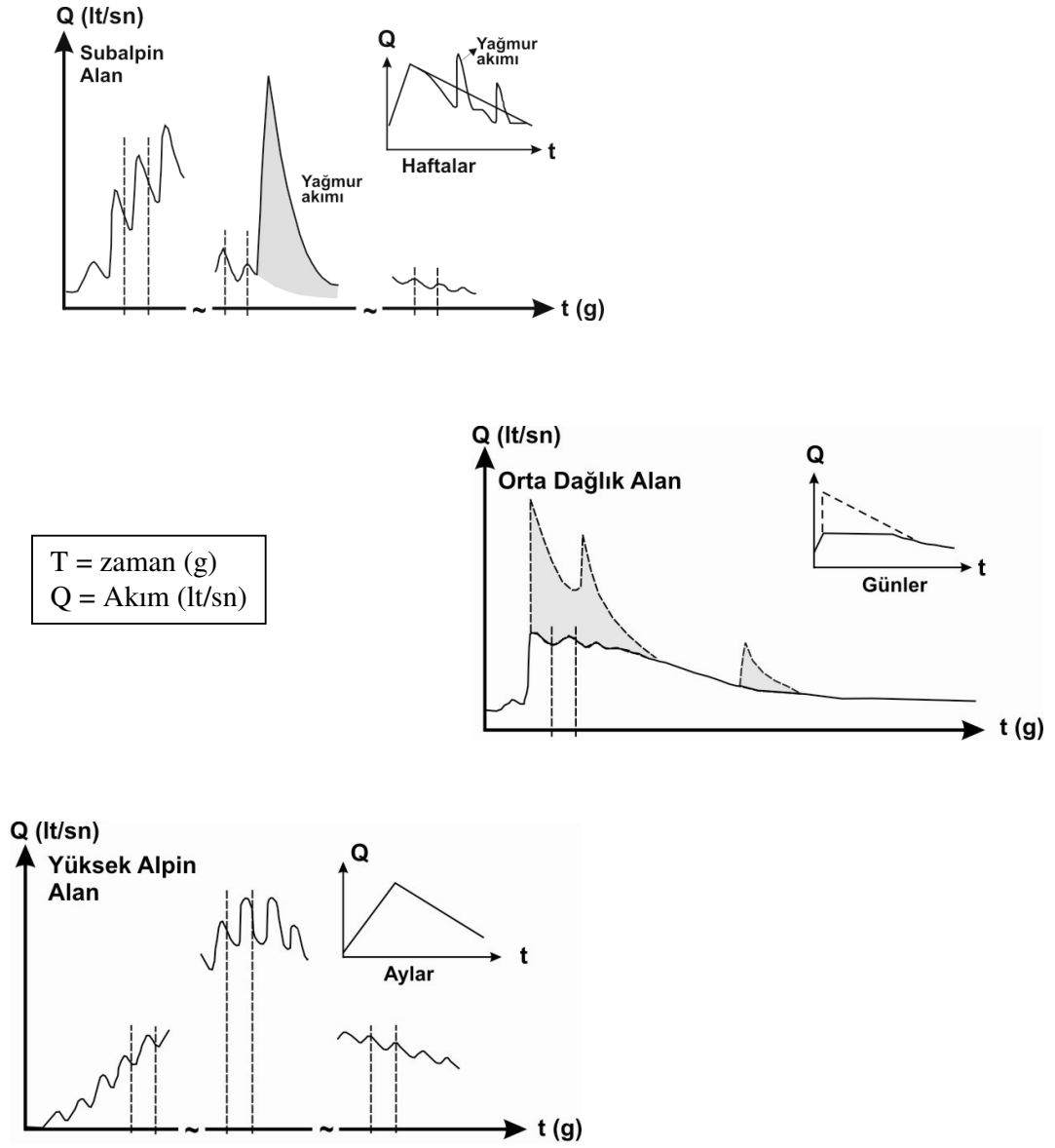
Arazi yükseltisinin etkisi; yükseltiyle beraber hava sıcaklığının azalması ve güneş radyasyonu enerjisinin artmasıyla, başka bir ifadeyle ortamda hüküm süren iklim özellikleriyle açıklanabilir (Baumgartner ve Liebscher 1996; Rachner ve diğ., 1997). Yüksek dağlık alanlardaki daha çok güneş radyasyonu etkisiyle oluşan kalın tabakalı kar örtülerindeki kar erimesi kural itibarıyla tedricidir. Buna karşılık ise daha değişken hava koşullarının hüküm sürdüğü düşük yükseltilerdeki arazilerde ise çoğunlukla daha ince yapıdaki kar örtülerinde erime oluşur (Baumgartner ve Liebscher 1996).

Arazi eğimi ve bakışının kar erimesindeki etkisi özellikle güneşli havalarda kuzey bakılı yamaçlarda güney bakılı yamaçlara oranla nispeten daha düşük enerji girdisi olmasından dolayı daha etkili olmaktadır. Aynı yükseltideki bir arazide kuzey bakılı yamaçlarda yavaşlatıcı ve güney bakılı yamaçlarda ise hızlanan bir erime gerçekleşir (Schwarz 1982; Braun 1985; Blöschl ve Kirnbauer 1992).

Ağaç tepe çatısının sıklığına bağlı olarak bazı herdem yeşil orman meşcerelerinde açık alanlara nazaran, gecikmeli ve daha az bir erimeden bahsedilebilir. Buna karşılık yaprağını döken meşcerelerde kar erimesi bakımından açık alanla herhangi bir fark bulunmamaktadır. Kar erimelerindeki azalma çoğunlukla daha düşük kar birikmelerinden dolayı, örneğin ormanlık alanlarda yüksek intersepsiyon kayıplarından ve yüksek buharlaşma kayıplarından dolayı meydana gelmektedir. Kar erimesindeki gecikme daha çok tepe tacının gölge oluşturma derecesiyle orantılı olarak artmaktadır (Brechtel ve Balazs 1976; Brechtel 1979; Schwarz 1982; Brechtel ve diğ. 1984; Herrmann ve Rau 1984; Braun 1985; Blöschl ve Kirnbauer 1992; Baumgartner ve Liebscher 1996; Rachner ve diğ., 1997).

2.4.2. Kar Hidrolojisi Süreç Dinamiğinin Hidrolojik Anlamı

2.4.1. bölümünde verilen kar örtüsünün oluşumu ve çözülmesi süreci daha çok kışın ve ilkbaharda oluşan akış dinamiğinden etkilenmektedir. Bununla birlikte akımların düzenliliğine, zamansal dağılımına ve miktarına etki eden bölgesel temel farklılıklardan kaynaklanan akış rejiminin de etkisi büyüktür. Akımların oluşmalarındaki bölgesel farklılıklar, daha çok yerel faktörler ve tipik meteorolojik koşulların sonucunda meydana gelir. Burada erime sürecinde etkili olan subalpin, ortadağlık ve düşük yükseltili alanlardaki hava olaylarının etkisi ve özellikle yağışın etkisi önemlidir (Baumgartner ve Liebscher 1996). Yüksek yoğunluktaki yağış, kar örtüsünde kısa bir birikme sürecinden sonra etkili bir erime oluşumuna sebep olur. Oluşan yoğun yağış sonucunda, aynı yükseltilerdeki alanlarda oluşan ince kar örtülerinde taşkınlara sebep olur (Baumgartner ve Liebscher 1996). Herrmann ve Rau (1984) Orta Avrupa'da farklı bölgelerdeki araştırma sonucuna göre aşağıda Şekil 2.10 ile gösterilen karakteristik kar erime akımlarını tanımlamaktadırlar.



akımlar üzerinde etkili olan kar birikim ve erime süreçleri gerçekleşebilir. Düşük yükseltili bölgelerin en belirgin karakteristiği yağmur etkisiyle ani erimelerin oluşmasıdır. Bir kar kütleğinde meydana gelen ve akıma etkisi önemli olan bir erime günlük periyotlarda daha belirgindir (Baumgartner ve Liebscher, 1996; Herrman ve Rau 1984).

Hidrolojik olarak kar etkisinin sebep olduğu süreç dinamiği irdelendiğinde aşağıdaki şekilde bir özet çıkartılabilir:

- Bir kar örtüsü geçici bir kar rezervuarı vazifesi görür. Bunun sonucu olarak kar örtüsün gelişim süreciyle beraber, kar örtüsü, akımın zaman ve mekân bakımından dağılımında ve miktarı üzerinde etkisi olur.
- Bir kar örtüsünde su çıktısı, belirli bir gözlem süresi içerisinde net yağış girdisi ile mevcut (kar) yağışının sonucunda oluşan akım girdisidir..
- Bir kar örtüsü prensip olarak serbest su içinde bir ara depolama vazifesi görür (Gude 1997). Bunda belirleyici olan kar örtüsünün farklı özelliklerine bağlı olarak değişebilen su tutma kapasitesi ile serbest suyu tutma kapasitesidir (Bölschl ve Kirnbauer 1992).
- Serbest suyun tutulması; bir taraftan bir kar örtüsündeki erime süreçlerinin ve su çıktısının bir zamana yayılmasına sebep olur. Diğer taraftan kar kütleğinde; yağmur yağışında kar tabakası suyla doyuncaya kadar bir akış gecikmesine sebep olur (Blöschl ve Kirnbauer 1992; Gude 1997)
- Bir kar örtüsü ne kadar çok ince yapılı ve suyla doymuş ise, o kar örtüsünün sebep olacağı geciktirme etkisi de o kadar az olacaktır. Çoğunlukla ince yapılı kar tabakaları üzerine yağın yoğun bir yağmur, kar tabakasının tamamen erimesine sebep olur ve karda serbest halde bulunan su ile etkili yağışlarla oluşan akımlarla beraber taşkın akımları oluşmasına sebep olurlar (Baumgartner ve Liebscher, 1996)

- Kalın kalıcı kar kütlelerinde de yağmur yağışı erimenin artmasına ve kar örtüsünde suyun serbest kalmasına sebep olurlar (Herpertz, 2001).
- Arazinin özelliklerinden yükselti, bakı ve coğrafi enlemi bir bölgenin akım özellikleri üzerine etkisi büyüktür. Yüksek coğrafik enlemdeki Kuzey bakılı yamaçlarda nispeten daha az güneş radyasyonunun da etkisiyle zamana yayılan gecikmeli bir erime meydana gelir. Tersine kuzey bakılı ve düşey alanlara nazaran güney bakılı yamaçlarda kar erimesiyle oluşan akımlar daha erken ve daha hızlı oluşur (Brechtel ve Balazs 1976; Schwarz 1982; Herpertz, 2001)

2.4.3. Kar Hidrolojisi Modellemeleri

Dünyanın birçok yerinde kar örtülerinden oluşan erime suyu su ihtiyacının karşılanmasında ve taşkın akımları oluşmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenledir ki devamlı kar örtüsü altındaki alpin ve polar alanlarda kar erime akımlarının önceden belirlenebilmesi için 25 yıldan uzun bir zamandır bir dizi modelleme çalışması yürütülmektedir (Martinec, 1975; WMO, 1986; Singh, 1995; Malkoç, 2002). Kar hidrolojisi modellemeleri içerisinde bugünde en çok kullanılan ve 1970’li yıllarda Martinec (1975) tarafından Alpler için geliştirilen “Snowmelt Runoff Model – Kar Erimesi Akım Modellemesi” (SRM) ve “İsviçre Meteoroloji ve Hidroloji Enstitüsü” nün kar özelliklerine göre geliştirdiği HBV Model’i sayılabilir (Herpertz, 2001; Özyuvacı, 2001; Malkoç, 2002). Diğer bölgeler için de kar örtülerinden oluşan akımların belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir (Brechtel ve diğ. 1984; Herrmann ve Rau 1984; Braun ve Lang 1986). Kar hidrolojisi modellemeleri, çoğunlukla yeni teknolojik gelişmelerin sonucu eldeki verilerin çeşitliliğinin artmasıyla daha kesin sonuçlar vermektedir. Özellikle teknolojiye paralel olarak araziden daha çok verinin alınabilmesi ve bunların çok karmaşık olan kar hidrolojisi sistemlerinde mekânsal ve zamansal dağılımlarının belirlenmesi mümkün olmaya başlamıştır.

Kar hidrolojisi modellemeleri bir taraftan bilimsel olarak kışın oluşan süreçlerin tanımlanmasında, diğer taraftan ise su bilimi amaçları bakımından kar su eşdeğerinin önceden belirlenmesi, zamansal gelişimi ve bir kar örtüsündeki erime potansiyelinin tahmini açısından önemlidir.

2.5. ÇIĞ

Çığ, genellikle boylu bitki örtüsü (orman) çok seyrek veya bulunmayan engebeli, dağlık ve eğimli arazilerdeki tabakalar halinde birikmiş olan kar kütlesinin iç ve dış kuvvetler etkisi ile başlayan bir ilk hareket sonucu vadi tabanına doğru hızla akması veya kütle halinde yuvarlanmasıdır (Gürer, 1994a; Gürer ve Koçyiğit, 1995; Yavaş ve diğ., 1998; Özyuvacı, 2001; Göl, 2005;). Birikmiş kar kütlesinin; çığ başlangıç zonunda (kopma zonu) kopması ile başlayan ve bu süreçteki tüm hareket anlaşılır (Anon, 1991).

Topoğrafik açıdan 35° eğimden daha dik, genellikle güneye bakan, rüzgar altı olan çıplak yamaçlar doğal çığ güzergahlarıdır. Meteorolojik açıdan, şiddetli tipi sonrası gelen ılık havanın 36 saatten uzun olması, kar örtüsü üzerine yağmur yağması, bir defada 25 cm den daha kalın bir kar tabakası oluşması, tipinin 24 saatten uzun süre 7 m/sn den daha büyük bir hızla esmesi çığ oluşumunda etkindir (Göl, 2005).

2.5.1. Çığların Oluşum Nedenleri

Çığ oluşma nedenleri genel olarak 6 başlık altında incelenmektedir (Tablo 2.2) (Tavşanoğlu, 1974; Göl, 2005; Taştekin, 2006). Bunlar; iklim özellikleri, yamaç eğimi, bakı, kar tabakalarının yapısı, yamaç örtüsü, yamaçların jeolojik ve toprak özellikleridir.

2.5.1.1. İklim Özellikleri

Yavaş ve diğ (1998) iklim özellikleri bakımından çığ oluşumunda etken olan ana faktörleri aşağıdaki şekilde özetlemişlerdir;

- a. Şiddetli tipi sonrası gelen ılık havanın 36 saatten uzun olması,
- b. Kar örtüsü üzerine yağmur yağması,
- c. Bir seferde 25 cm den daha kalın yeni bir kar tabakası oluşması,
- d. Tipinin 24 saatten uzun bir süre 7 m/sn den daha büyük bir hızla yağması
- e. Örtü üzerine yağmur yağması,

Göl (2005) e göre ise; iklim özelliklerinden yağışı, kar ve yağmur olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Kar yağışı çığ oluşumunda çok önemli bir parametredir. Özellikle, mevcut kar örtüsü üzerinde bir defada 20-25 cm den fazla kar yağması durumunda yeni yağın bu karın sadece kendisi bile kısa süre içinde bir çığı meydana getirebilmektedir.

Tablo 2.2 : Çığ Oluşum nedenlerine toplu bakış (Taştekin, 2003)

Meteorolojik	Topografik	Kar Tabakası	Suni	Bitki Örtüsü
Şiddetli tipi sonrası 36 saatten uzun süren ılık bir havanın esmesi	Genellikle 35 derece eğimden daha dik yamaçlar	Sert alt tabaka ile üst tabaka(ların) arasındaki oluşumlar	İnsan (kayakçı, araç vb.)	Bitki örtüsünün olmaması
Kar örtüsü üzerinde yağmurun yağması	Yamaç üzerindeki doğal yapılar	Zemin ile kar tabakası arasındaki ilişki	Yüksek şiddetli ses kaynağı	Geniş yapraklı bodur veya otsu bitkiler
Bir defada 25 cm den daha kalın yeni kar tabakasının oluşması	Rüzgar altı olan yamaçlar	Tabaka içindeki süreksizlikler	Titreşim (deprem vb.)	
Ilık bir günün ardından ani sıcaklık düşüşü	Teraslama gerektirecek şekilde yüzey pürüzlülüğünün az olması	Kar örtüsü içindeki gerilim paterni		
Tipinin 24 saat'ten uzun bir süre 7m/sn'den daha hızlı esmesi		Kar tabakası üzerindeki ani yükleme		

Yağmur yağışı ise, kar örtüsüne ısı kazandırmasının yanında, örtüdeki su içeriğinin artması sonucu örtünün yoğunluğu dolayısı ile tabakanın ağırlığını arttırmaktadır. Bu durum, tabakalar arasındaki gerilim dengesini bozabilecek niteliktedir. Bu tip çığlar, özellikle ilkbahar aylarına girerken yağın yağmur nedeniyle oluşmaktadır.

Rüzgarın çığ oluşumunda en önemli faktörlerden biri olması, rüzgarsız bir havada yağın kar yağışından 10 kat daha fazla kar biriktirebilmesi özelliğinden kaynaklanmaktadır. Dağlık alanlarda rüzgarın yağışı kontrol eden düşey bileşeni ile kar taşınımını ve taşıdığı yeri kontrol etmesi açısından yatay bileşeni (rüzgar yönü ve hızı) çığ oluşumunda önemli bir etkiye sahip bulunmaktadır (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

2.5.1.2. Yamaç Eğimi

Yamaç eğimi, başta çığların kopma hatlarının konumu olmak üzere çığ riskini belirleyen en önemli etkenlerden biridir. Çığların meydana geldiği yamaçların eğim değerlerinin istatistiksel olarak incelenmesi sonucu en riskli eğim değerleri 28° ile 45° arasında bulunmaktadır (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005). Yamaç eğiminin artmasıyla tehlike de büyümektedir ki çığ oluşumu için en önemli eğimler 20° - 60° arasındadır (Anon, 1991). 50° nin üstündeki yamaçlarda kar çok fazla tutunamaz ve eğer kar yağışı var ise kısa aralıklarla küçük boyutlu akmlar ve çığlar oluşmaktadır (okyanus kıyısındaki denizel iklimlere sahip bölgeler hariç). 25° nin altında ise özellikle binalar için fazla

tehlikeli olmayan daha çok insanları ve araçları etkileyebilecek çok küçük çaplı çığlar oluşmaktadır.

2.5.1.3. Yamaç Bakısı

Farklı bakılardaki yamaçlarda her şey aynı gibi gözüktüğü de kar yüzeyinin altında bir çok temel farklılıklar vardır. Yapılan istatistiklere göre en fazla yıkıcı etkiyi yapan ve daha sık çığ oluşumuna meydan veren yamaçlar kuzeybatı ve güneydoğu bakıları arasındaki bir yelpaze olmaktadır. Topografik açıdan 28° den daha dik genellikle kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu, doğu ve güneydoğuya bakan, rüzgar altı olan çıplak yamaçlar doğal çığ patikalarıdır

2.5.1.4. Kar Tabakalarının Yapısı

Çığ patikalarının başlangıç bölgelerinde çığa sebebiyet verebilecek bazı özel oluşumlar meydana gelmektedir. Bunların en önemlisi kar balkonu, korniş isimleri de verilen saçaklardır. Saçaklar, tane büyüklüğü 0,1 mm civarında olan kar kristallerinin 5-25 m/sn (18-90 m/sa) hızındaki rüzgarlar ile yamaçların sırt kesimlerinde yamaç üstüne doğru çıkıntılı olacak şekilde görünüm veren sert ve yoğun kar oluşumlarından ileri gelmektedir (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

Çığ olayının başlangıcında, kar kütlelerini etkileyen kuvvetlerin dengesi incelendiğinde, olayın sebebinin doğal veya yapay olduğu görülür (Gürer ve Yavaş, 1994):

- a-Yamacın normalden fazla kar tutması,
- b-Kar tabakasını yerinde tutan desteğin ortadan kalkması,
- c-Deprem vs.'den dolayı oluşan titreşim,
- d-Dahili gerilim kuvvetlerindeki dengesizliğin yenilmeye neden olacak şekilde oluşması,
- e-Bunların birkaçının aynı anda gerçekleşmesi çığ olayı için ön koşuldur.

Yamaçtaki kar örtüsünün üzerinde normalden fazla yüklenmesi;

- a-Devamlı yağan kar ile,
- b-Kırıları düşen saçak kardan,
- c-Ağaçlardan düşen kardan,
- d-Bir kayakçının ağırlığından,

e-Kar temizleme makinesinin gürültüsünden olabilmektedir ve bu yüklemenin türü arazi gözlemleri sırasında belirlenebilmektedir (Gürer ve Yavaş, 1994).

2.5.1.5. *Vejetasyon Örtüsü*

Düz ve otlu yamaçlar, çığ oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Nemli ot vejetasyonu, çığların hareketini hızlandıran bir kayma düzlemi meydana getirmektedirler. Küçük çalılarla kaplı araziler, kış aylarında bir kararlılık durumu göstermektedirler. Fakat bunlar karı, henüz sıg iken tutabilmektedirler. Boylu ağaçlarla kaplı ormanlar, çığ oluşumunun önlenmesinde çok önemli görevleri üstlenirler; çünkü ağaçlar, kar kitlesinin harekete başlamasını engellediği için çığ oluşumu, başlamadan durdurmaktadırlar (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

2.5.1.6. *Yamaçların Jeolojik ve Toprak Özellikleri*

Anakaya veya toprak tabakalarının diziliş biçimleri ve toprağın hareketli olması durumu çığ oluşmasında etkili olmaktadır. Genellikle fiziksel ayrışmanın ilerlemiş olduğu yamaçlarda çığ oluşma tehlikesi fazladır. Düzgün yüzeyli çıplak kayalık alanlar, pürüzlü alanlara göre çığ oluşumuna daha uygundur. Su tutma kapasitesi yüksek, killi topraklar kaygan zemin oluşturarak çığ oluşumunu etkileyebilmektedirler

2.5.2. **Çığ Alanlarının Önemli Kısımları**

Bir çığ alanı; çığ toplama havzası, çığ başlangıç zonu, çığır ve çığ bitim zonu olmak üzere dört bölümde incelenir (Özyuvacı, 2001).

2.5.2.1. *Çığ Toplama Havzası*

Çığ alanlarının üst kısımlarına “Çığ Toplama Havzası” adı verilmektedir. Bunlar çoğunlukla şiddetli rüzgarların derin kar birikimleri oluşturduğu çanak şeklinde, dik yamaçlı ve orman sınırının üzerinde yer alan kesimlerdir. Bazı hallerde, bu havzaların topoğrafik bakımdan çevrelerinden pek ayırt edilemeyen geniş ve tek düze alanlardan oluştukları da gözlenmektedir. Genel olarak “çığ güzergahı”, kar kütlesinin toplandığı hareket başlangıcı (kopma), dar vadi veya daha nadiren yamaç olan akış “çığır” ve çığın yayıldığı ve durduğu yer olan toplanma “topuk” bölgelerinden oluşmaktadır (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

2.5.2.2. *Çığ Başlangıç Zonu (Kopma Zonu)*

Bir çığ toplama havzası içerisinde, çığların harekete başladığı ilk kesimlere Başlangıç Noktaları veya Başlangıç Zonu adı verilmektedir. Başlangıç zonuna Kırılma Zonu da denmektedir. Çığ başlangıç zonlarının büyüklüğü çok küçük noktalardan çok daha yaygın alanlara kadar değişen boyutlarda olabilmektedir. Genel olarak, bu zon çığ yolunun en yüksek eğimli bölgesidir ve eğim % 58-173 arasında değişmektedir (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

2.5.2.3. *Çığır (Çığ Güzergahı)*

Kar kütleleri ilk kez harekete geçtiklerinde, yamaç üzerindeki oluğa benzer çukurlar içerisinde sıkı bir katman halinde aşağı doğru akar ve momenti arttıkça oyuntu, yarıntı veya başka şekilde oluşmuş izler boyunca yoğunluk kazanmaktadırlar. İşte çığın izlediği akış yoluna genellikle Çığır, Çığ Güzergahı veya Akma Zonu adı verilmektedir. Çığ yolunun bu bölümünde eğim genel olarak % 36-47 arasındadır. Çığ yatağı bazen hafif eğimli hatta eğimsiz yamaçlarda da oluşabilmektedir (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

2.5.2.4. *Çığ Bitim Zonu*

Çığların kendiliğinden durdukları yerlere Çığ Bitim Zonu adı verilmektedir. Çığların aynı çığır içinde oluşturdukları bitim zonlarının sınırları çığın büyüklük ve tipine bağlı olarak değişim göstermektedir. Çığ bitim zonlarının yer aldığı tipik arazi şekilleri şöyle sıralanabilir. Bir çığ yamacında eğimin tatlılaştığı alt uç, bir oyuntunun birikinti yelpazesi ve düz vadi tabanlarıdır. Genel bir ifade ile bu bölümde eğim % 1-2 ve uzunluğu 300-500 m uzunlukta olabilmektedir (Özyuvacı, 2001; Göl, 2005).

2.5.3. **Çığların Sınıflandırılması**

Çığlar; kar örtüsünün gevşek ve sıkı olmasına, su içeriğine, arazide kalış süresine, tabakalaşma sayısına, açık arazide veya vadi içerisinde oluşmasına, kayma zeminin özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. (Tavşanoğlu, 1974; Gürer ve Koçyiğit, 1995; Anonim, 1991; Görecelioğlu, 2003; Göl, 2005)

Çığlar, yapısal kontrol amaçları açısından değerlendirildiklerinde; gevşek kar çığları, heyelan tipi çığlar ve ilk bahar veya ıslak kar çığları olmak üzere başlıca üç grupta incelenmektedir (Özyuvacı, 2001).

2.5.3.1. Çığların Kar Örtüsünün Gevşek veya Sıkışmış Tabakalı Olmasına Göre Sınıflandırması

Çığlar, kar örtüsünün gevşek veya sıkışmış olmasına ve kopma sınırının durumuna göre; blok (tabaka) çığ ve toz (gevşek) çığ (kopma sınırı nokta halinde) olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Blok çığlar, kayan kar kütlesi üst kesimdeki durağan kar katmanından belirgin bir kırılma hattı boyunca koparak uzaklaşır. Bu tip çığlarda kar katmanının yeni yağmış veya düşük yoğunlukta eski kardan oluşmasına göre sert veya yumuşak blok çığ olarak da alt tiplerinden söz edilmektedir.

Toz çığlarda, kar örtüsünün adeta kepek gibi gevşek olması halinde tanelerin birbirlerine yapışma özelliği olmamaktadır. Bu tip çığlar, iç kohezyonu bulunmayan veya çok az olan kar katmanlarını içermektedir. Gevşek kar çığları genellikle çok dik, gayri muntazam yamaçlar üzerinde ve karın henüz tüy gibi yumuşak olduğu yağış esnasında veya ondan hemen sonra meydana gelmektedir. Bir çatlama veya kırılma çizgisi olmadığı için başlangıç zonunu belirlemek güç olmaktadır.

2.5.3.2. Kar Örtüsünün İçerdiği Su Miktarına Göre Sınıflandırma

Çığın meydana geldiği arazideki kar örtüsünün içerdiği serbest su miktarına göre çığlar; kuru kar çığları, nemli kar çığları ve ıslak kar çığları olarak üç gruba ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma, çığın başladığı üst yamaçlarda geçerlidir. Kuru kar çığları genellikle düşme, nemli kar çığları zeminde kayma, ıslak çığlar ise düşme ve kayma karışımı şeklinde hareket etmektedir.

İlkbahar çığları veya ıslak çığlar, çok az kohezyona sahip ıslak kar katmanlarından oluşmaktadır. Çığın hareketi; içerdiği su nedeniyle, viskozitesi yüksek bir sıvı gibi olmaktadır. Yoğunluğu 200 kg.m^3 ile 600 kg.m^3 arasındadır. Kar kütlesinin sıcaklığı 0°C dir.

2.5.3.3. Çığ Oluşan Arazinin Özelliklerine Göre Sınıflandırma

Çığlar, üzerinde oluştukları arazinin özelliklerine göre; açık (yayvan, sınırlanmamış) arazi çığları ve vadi (yatak, kanalizе olmuş) çığları olarak iki grupta incelenmektedirler.

Arazi incelemeleri sırasında, o bölgede hangi tip çığ oluşabileceğini belirlemek mümkündür. Bu konu, çığlara karşı alınacak önlemlerde ilk adımı oluşturmaktadır. Ayrıca, arazi etütlerinde çığların izleyeceği güzergah tespit edilerek önlemler buna göre planlanmaktadır.

2.5.3.4. Kayma Düzleminin Durumuna ve Tabakalaşma Sayısına Göre Sınıflandırma

Kar örtüsü belirli zaman aralıkları ile yağan kardan oluşmaktadır. Kar örtüsünde yoğunluk bakımından değişik tabaklar oluşmaktadır. Böyle durumlarda üst tabaka(lar), alttaki tabaka(lar) ile birlikte veya ayrı ayrı kayabilir. Bu duruma göre çığlar; yüzey çığları ve taban çığları olarak iki grupta ele alınmaktadır. Bazı kaynaklarda bu sınıflandırma değiştirilerek yüzey çığları, ara tabaka çığları ve zemin çığları olarak sınıflandırılmaktadır.

2.5.3.5. Arazide Kalış Süresine Göre Sınıflandırma

Çığ düşmeden önce arazideki kar örtüsünün uzun zaman kalarak iklim etmenlerinden dolayı değişime uğramış olması veya tek bir kar tipiyle gelen çok fazla kar düşmesinden meydana gelmesi oluşacak çığların türünü etkilemektedir. Bu özellikleri dikkate alınarak çığlar; doğrudan çığ (direkt) ve olgun çığ (gecikmiş, tam) olarak sınıflandırılır. En son kar yağışı ile oluşan çığ gecikmemiştir ve doğrudan oluşmuştur.

Çığ tahmininde kullanılan modeller, meteorolojik ve topografik tabanlıdır çığ önleme ve durdurma yapıları da, aktif ve pasif yöntemler olarak sınıflandırılabilir.

2.5.4. Çığ Önleme ve Durdurma Yapıları

Çığ önleminde veya durdurulmasında kullanılan yöntemleri başlıca 2 gruba ayırmak mümkündür. Bunlar ;

2.5.4.1. Pasif Yöntemler

Pasif yöntemler kendi içinde kullanımı kısıtlama ve bariyer kullanımı şeklinde ayrılmaktadır. Kullanımı kısıtlama, çığ tehlikesinin veya riskinin bulunduğu alanları geçici olarak kullanıma kapatmak (karayolunun trafiğe kapatılması gibi) ile gerçekleştirilmektedir. Fakat bu yöntemin uygulamasında, uygulama süresi çok önemlidir. Halkın veya ilgililerin tepkisini almamak, için önceden uyarı yapmak gerekmektedir. Aynı şekilde bu uyarıların yerleşim yerlerinde tehlikeli dönemlerde de yapılması gerekmektedir. Diğer bir yöntem olan bariyer kullanımı çok eski bir

yöntemdir ve çeşitli uygulama türü bulunmaktadır. Ağır örme duvarlar, çığ tünelleri , saptırma duvarları, balık sırtı şeklinde bariyerler, toprak dolgular, çığ kapanları ve kar barajları kullanılarak küçük binaların, enerji hatlarının, karayollarının korunabilmesi mümkün olmaktadır. Ayrıca, arazi ile uyumlu yapılan çatılar ve çığ tehlikesi olanyerlerde kar ve çığ rasatlarının yapılması da önemli rol oynamaktadır

2.5.4.2. Aktif Yöntemler

Çığ oluşumunu engellemek, kar örtüsünün oluşma ve oluşma sonrası, kar bloklarının meydana gelmesini engelleyecek şekilde arazideki karı düzenlemektir. Bu amaçla uygulanan yöntemler arasında aktif yöntemler şu şekilde sıralanabilir (Gürer ve Yavaş, 1994):

- Kar üzerinde yürüyerek, patlayıcı ve palet kullanarak sıkıştırmak büyük blok oluşumunu engeller.
- Blok çığ oluşumunu engellemek, kaymayı durdurmak için bariyer kullanmak (kar çitleri, kar perdeleri, teraslama, şaşırtmacalı kazıklar, tripodlar ve ağlar)
- Yapay çığ oluşturmak. Bunun için mekanik tahrik ediciler, buldozer ve dinamit kullanılabilir. CATEX ismi verilen yöntem, bu yönetime bir örnektir ve her 30 cm yeni kar birikiminde tekrar uygulanmaktadır. Ancak, her türlü hava koşullarında kullanılamadığı için uygulama alanı gittikçe azalmaktadır. Aynı işlem ses üreten hovitzer veya havan topları ile de yapılabilir. Son yıllarda çığ kontrolünde en çok kullandığı yöntem GAZ.EX olarak isimlendirilir. Bu yöntemde oksijen ve propan gazları karıştırılıp, kontrollü olarak patlatılarak daha önceden belirlenen çığ güzergahlarında yapay çığ meydana getirilir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

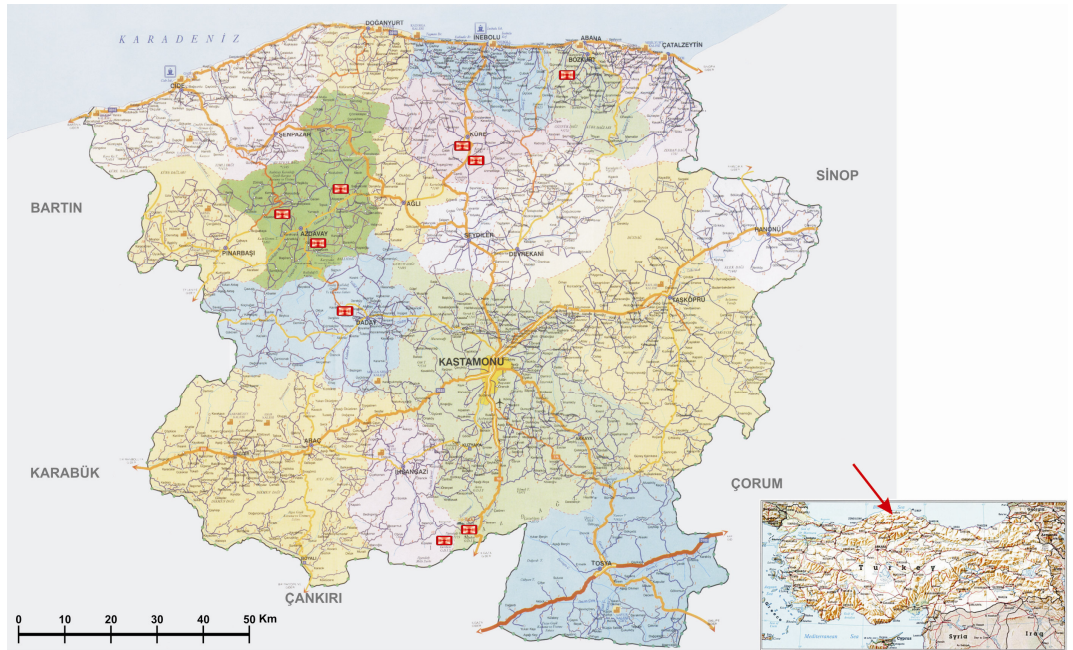
3.1. ARAŞTIRMA ALANININ TANIMI

Bu araştırma Kastamonu il hududları içerisinde yer alan 9 adet deneme alanında yapılmıştır. Bu nedenle aşağıdaki kısımlarda öncelikle Kastamonu ili genel araştırma alanı olarak tanıtılmış ve bundan sonra deneme alanlarının tanıtımına geçilmiştir.

3.1.1. Kastamonu İlinin Yetiştirme Ortamı Koşulları

3.1.1.1. Coğrafik Özellikleri

Karadeniz Bölgesi'nin batı kesiminde yer alan Kastamonu, batısında Karabük, güneyinde Çankırı, doğusunda Çorum ve Sinop illeri ile komşudur. Kuzeyinde Karadeniz yer alır (Şekil 3.1). Kastamonu mintıkası Kuzey Anadolu'nun orta kısmını oluşturmaktadır.



Şekil 3.1 : Araştırma alanının ve deneme sahalarının genel mevkii (Anon, 2006 den değiştirilerek)

Türkiye'nin Karadeniz'e doğru uzanan çıkıntısının büyük bir kısmını kaplar. 40° 48' - 42° 02' kuzey enlemleri ile 32° 43' - 34° 37' doğu boylamları arasında kalmaktadır.

Kastamonu genel olarak dağlık bir yapıya sahiptir. 13.213,40 km² alan üzerinde yer alan Kastamonu Türkiye topraklarının yaklaşık % 1,7 'sini oluşturmaktadır. Kastamonu'nun yüzölçümünün %74,6 'sı dağlık ve ormanlık, %21,6 'sı plato %3,8 'i ovadan oluşmaktadır. İlin kuzeyinde sahil boyunca İsfendiyar dağları, güneyinde Çankırı ve Ankara istikametinde yüksek Ilgaz dağları vardır. Kastamonu İlinde dağlar denize paralel olarak uzanır (ÇOB, 2004a). Zengin bitki örtüsüne sahip olmakla birlikte alanın % 60 'ı ormanlarla kaplıdır.

Kızılırmak'ın büyük kollarından Gökırmak ve Devrez çayı bölgenin başlıca büyük akarsularını oluştururlar. Batıda Araç çayı bu bölgenin sularını Karabük yakınından geçerek Hisarönü'nden Filyos Irmağına oradan da Karadeniz akıtır. Devrakani çayı Koca çay ile birleşerek Cide yakınlarından Karadeniz'e dökülür. Bölgede genellikle doğu-batı istikametinde uzanan ve büyük vadilerle birbirlerinden ayrılan dağ silsileleri kuzeyden güneye doğru aşağıda açıklandığı şekilde sıralanırlar (Aykut, 1978) :

Kıyı dağları: Karadeniz sahiline paralel olarak uzanan ve güneyde Gökırmak ile sınırlanan bu silsilede en yüksek noktalar 1500-1800 m ye kadar ulaşırlar. Bunların başlıcaları batıdan doğuya doğru Isırganlı dağ, Kart dağ (1345 m), Ballı dağ, Güruh dağ (1493 m), Dikmen dağ (1741 m), Harami dağ, Göynük dağ (1800 m), Yaralığöz dağ (2019m) ve Çangal dağ sayılabilir.

Ilgaz dağları: Bölgenin en yüksek ve en devamlı silsilesi olup kuzeyde Gökırmak ve Araç çayı, güneyde ise Devrez çayı ile sınırlanmıştır. Merkez kesimindeki zirveler 2565 m 'ye ulaşır. Fakat dağ kitlesinin büyük kısmı 2000 m yüksekliktedir. Silsilenin batıya doğru devamında Bulancık dağ ve Kocadağ bulunur.

Yukarıda adı geçen silsileler arasında bunlara paralel olarak teşekkül etmiş birçok depresyonlar-havzalar mevcuttur. Bunların en önemli olanları kuzeyden güneye doğru aşağıdaki biçimde sıralanmıştır (Aykut, 1978).

Batıda müstakil Araç havzası ve Gökırmak vadisi boyunca oluşmuş olan Daday-Kastamonu-Taşköprü-Boyabat havzası, Devrez çayı vadisi boyunca yer yer teşekkül etmiş olan Ilgaz ve Tosya havzalarıdır.

3.1.1.2. İklim

Kastamonu mintıkasının iklimini iki bölümde incelemek gereklidir. Birinci bölüm batı Karadeniz iklim mintıkasına dahil olan bölüm, ikinci bölüm ise İç Anadolu iklim mintıkasına dahil olan bölümdür.

Karadeniz mintıkasının orta kısımlarında sahil dağlarının yüksekliği azalmakta ve bu nedenle denizin etkisi Yeşilırmak havzasını da içine alacak biçimde iç kısımlara kadar sokulabilmektedir. Daha batıya gelindiğinde Kastamonu ve Bolu'nun kuzeyindeki dağları sınır olarak kabul etmek gerekmektedir. Birinci Coğrafya Kongresinin yayınlamış bulunduğu raporda da bu kısımlardan güneye gittikçe ormanın azaldığı ve step sahaların çoğaldığı bildirilmektedir (ÇOB, 2007a).

Karadeniz mintıkasında yüksek dağların üst kısmından itibaren bir hat geçirilecek olursa, sahile bakan kısımlarda yağışlar daha fazla ve sürekli, iç kısımlara bakan kesimlerde ise daha azdır. Bunun sonucunda kuzeye bakan yamaçlarda orman alanları daha fazla ve daha yoğun, iç kısımlarda ise daha azdır (ÇOB, 2007a).

Araştırma sahasına en yakın meteoroloji istasyonları Kastamonu ve Ilgaz Meteoroloji istasyonlarıdır. Bu istasyonlarda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar Tablo 3.1 ve 3.2'de verilmiştir. DMİ (2005) verilerine göre Kastamonu ve Ilgaz Meteoroloji istasyonlarının ayrıntılı bazı elamanları Ek Tablo 10 ve 11 de verilmiştir.

Ayrıca yine her iki istasyon için Thornthwaite metoduna göre su bilançosu ve grafiği hazırlanmış ve bu bilançoya göre iklim tipi belirlenmiştir (Tablo 3.3 ve 3.4, Şekil 3.2 ve 3.3). Buna göre Kastamonu (B4D'rc2) nemli, tundra iklime sahip, yıllık su açığı yok veya çok az, karasal iklim etkisine yakın özellikler gösteren iklime sahiptir. Ilgaz ise, kurak - az nemli, su fazlası yok veya pek az okyanussal iklim etkisine yakın iklim (CIBI'db3') özelliği göstermektedir.

Tablo 3.1 : Kastamonu Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar (DMI 2007)

Rasat Süresi: 1975 - 2005

Yükseklik : 800 m

Enlem : 41° 22' N

Boylam: 33° 46' E

METEOROLOJİK ELEMANLAR	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (C)	-0,7	0,6	4,3	9,5	13,8	17,4	20,3	19,7	15,5	10,4	4,5	0,6	9,7
Ortalama Yüksek Sıcaklık	3,2	5,9	10,9	16,3	20,8	24,4	27,7	27,6	23,7	17,6	10	4,3	16
En Yüksek Sıcaklık (C)	17,3	20,2	26,4	30,9	32,5	35,9	42,2	38	36,5	32,5	24,6	17,2	42,2
Ortalama Düşük Sıcaklık	-4,1	-3,6	-1	3,7	7,5	10,4	12,7	12,5	9	5,2	0,6	-2,4	4,2
En Düşük Sıcaklık (C)	-18,9	-20,9	-19,7	-8,5	-3,6	2,2	3,8	4	0	-5,3	-11,3	-18,2	-20,9
Ortalama Yağış Miktarı (mm)	30,4	23,6	31,9	58,7	72,3	56,6	36,4	35,7	30,7	39,8	32	38,3	486,4
Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm)	23,5	26,7	26,5	32,7	44,5	71,4	38	48,4	73,6	36,1	24,2	37,2	73,6
Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı	9,7	8,1	6,3	1,3	0,1					0,3	3,2	6,7	35,7
En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	38	35	26	17							10	29	38
Ortalama Bağıl Nem (%)	75	70	66	65	65	63	60	61	65	71	75	77	67
En düşük Bağıl Nem (%)	25	21	16	14	19	11	17	13	14	20	17	16	11
Ortalama Bulutluluk (0-10)	6,8	6,2	5,6	5,8	5,3	4	3,2	3,1	3,6	4,7	5,7	7,1	5,1
Günlük Ort. Güneşlenme Süresi (saat,dakika)	02:18	03:38	04:46	05:33	07:21	08:45	09:54	09:22	07:25	05:30	03:34	01:50	05:49
Günlük Ort. Güneşlenme Şidt.(cal/cm ² .dak)	118,42	189,43	268,33	323,49	389,97	441,15	444,39	399,33	322,27	213,98	136,39	94,02	278,43
Aylık En Yük. Güneşlenme Şidt.(cal/cm ² .dak)	1,01	1,54	1,4	1,59	1,62	1,75	1,57	1,69	1,47	1,26	1,1	0,86	1,75
Ortalama Buhar Basıncı (hPa)	4,6	4,7	5,5	7,6	10,2	12,3	13,8	13,5	11,1	8,9	6,6	5,2	8,7
Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3
En Hızlı Esen Rüzgârın Yönü	WSW	SSW	SSW	SW	WSW	W	SW	W	SW	W	SSW	SSW	SSW
En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/s)	20,5	20,3	26,2	21,2	20,2	25,1	17,4	16,7	17,2	16,1	22,1	21,2	26,2
Ort. Fırtınalı Gün Say. (rüz.hız>=17.2 m/s)	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0		0,1		0,2	0,3	1,8
Ort. Kuv.Rüz. Gün Say. (rüz.hız 10.8-17.1 m/s)	2	2,4	3,5	4,9	2,9	3	2,9	2,2	2,2	1,3	2,2	1,9	31,4
Ortalama Buharlaşma (mm)				66,5	108,8	135	170,6	153,8	99,7	53,6	12,2		
Günlük En Çok Buharlaşma (mm)	0	0	0	8,5	8	10,8	12,5	11	7,4	7,3	2,4	0	12
Ortalama Yerel Basıncı (hPa)	924,4	923,3	922,4	920,9	922,3	922,2	921,7	922,5	924,7	926,5	926,2	925	923,5
En Yüksek Yerel Basıncı (hPa)	940	939,5	943,2	935,7	932,1	932	930,5	931,4	934,9	937,8	938,5	937,7	943
En Düşük Yerel Basıncı (hPa)	897,5	902,9	900,4	907,1	910,7	910,9	910,9	913,4	910,8	914,8	907,2	904,7	897,5

Tablo 3.2 : Ilgaz Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar (DMI, 2007)

Rasat Süresi: 1975 - 2005

Yükseklik : 885 m

Enlem : 40° 55' N

Boylam: 33° 38' E

METEOROLOJİK ELEMANLAR	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Sıcaklık (C)	- 0.5	0.5	4.5	9.8	14.1	17.6	21.0	20.7	16.5	11.2	5.2	1.2	10.2
Ortalama Yüksek Sıcaklık	4.1	5.7	10.5	15.9	20.8	24.7	28.6	28.6	24.9	18.8	11.4	5.5	16.6
En Yüksek Sıcaklık (C)	16.4	18.0	27.8	29.8	31.4	36.0	41.4	37.3	36.4	33.0	25.2	16.2	41.4
Ortalama Düşük Sıcaklık	- 4.3	- 3.8	- 0.8	3.9	7.5	10.4	13.0	12.8	9.0	5.1	0.4	- 2.3	4.2
En Düşük Sıcaklık (C)	-19.0	-20.6	-16.8	- 9.4	- 2.4	1.8	4.0	4.5	- 0.4	- 5.80	-10.5	-17.6	-20.6
Ortalama Yağış Miktarı (mm)	43.9	30.6	35.2	52.0	60.6	43.5	26.0	22.9	18.4	31.5	31.7	44.8	441.1
Günlük En Çok Yağış Miktarı (mm)	51.4	31.4	25.7	32.7	47.1	25.4	48.8	30.5	27.7	34.1	30.4	36.7	51.4
Ortalama Kar Yağışlı Günler Sayısı	8.2	6.3	3.8	1.0	0.1					0.0	2.3	5.3	26.2
En Yüksek Kar Örtüsü Kalınlığı (cm)	44.0	27.0	33.0	6.0						2.0	16.0	17.0	44.0
Ortalama Bağıl Nem (%)	74	72	66	65	64	62	57	58	61	66	72	77	66
En düşük Bağıl Nem (%)	14	3	2	1	11	13	7	2	6	1	3	12	1
Ortalama Bulutluluk (0-10)	6.9	6.4	5.8	5.9	5.2	4.2	3.3	3.4	3.5	4.8	5.9	6.9	5.2
Günlük Ort. Güneşlenme Süresi (saat,dakika)	03:07	04:08	05:31	06:03	07:34	09:06	10:27	10:01	08:31	06:01	04:16	02:34	06:27
Günlük Ort. Güneşlenme Şidt.(cal/cm ² .dak)	183.11	263.41	373.35	424.78	513.73	571.48	594.20	541.95	446.57	307.15	204.57	148.53	381.07
Aylık En Yük. Güneşlenme Şidt.(cal/cm ² .dak)	1.99	1.44	1.84	1.77	1.93	1.82	1.70	1.71	1.56	1.70	1.84	1.40	1.99
Ortalama Buhar Basıncı (hPa)	4.7	4.8	5.7	7.8	10.2	12.2	13.9	13.7	11.1	8.8	6.5	5.3	8.7
Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	1.5	1.8	2.2	2.1	2.0	1.9	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.5	1.8
En Hızlı Esen Rüzgârın Yonu	SE	ESE	ESE	SE	S	WSW	SSW	S	S	SSW	SW	SW	WSW
En Hızlı Esen Rüzgârın Hızı (m/s)	15.5	21.6	19.6	19.8	22.8	28.4	18.2	18.1	18.1	15.3	21.4	16.5	28.4
Ort. Fırtınalı Gün Say. (rüz.hız>=17.2 m/s)		0.2	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1		0.3		2.2
Ort. Kuv.Rüz. Gün Say. (rüz.hız 10.8-17.1 m/s)	1.8	2.2	4.7	5.8	5.6	3.9	2.1	2.5	2.1	2.1	2.1	2.5	37.4
Ortalama Buharlaşma (mm)				53.7	116.2	144.9	191.4	192.3	136.3	74.4	13.3		
Günlük En Çok Buharlaşma (mm)	0.0	0.0	0.0	8.6	9.8	10.2	11.2	12.0	10.0	10.0	2.7	0.0	12.0
Ortalama Yerel Basıncı (hPa)	916.1	914.5	913.2	912.0	913.2	913.0	912.4	913.3	915.3	917.2	917.2	916.3	914.5
En Yüksek Yerel Basıncı (hPa)	930.7	929.2	933.3	924.9	924.0	922.1	920.2	919.8	925.2	926.9	928.6	930.8	933.0
En Düşük Yerel Basıncı (hPa)	891.9	894.0	892.6	896.9	900.9	902.2	904.1	904.0	902.8	905.3	895.7	898.6	891.9

Tablo 3.3 : Thornthwaite metoduna göre Kastamonu Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine dayanılarak hazırlanan su bilançosu.

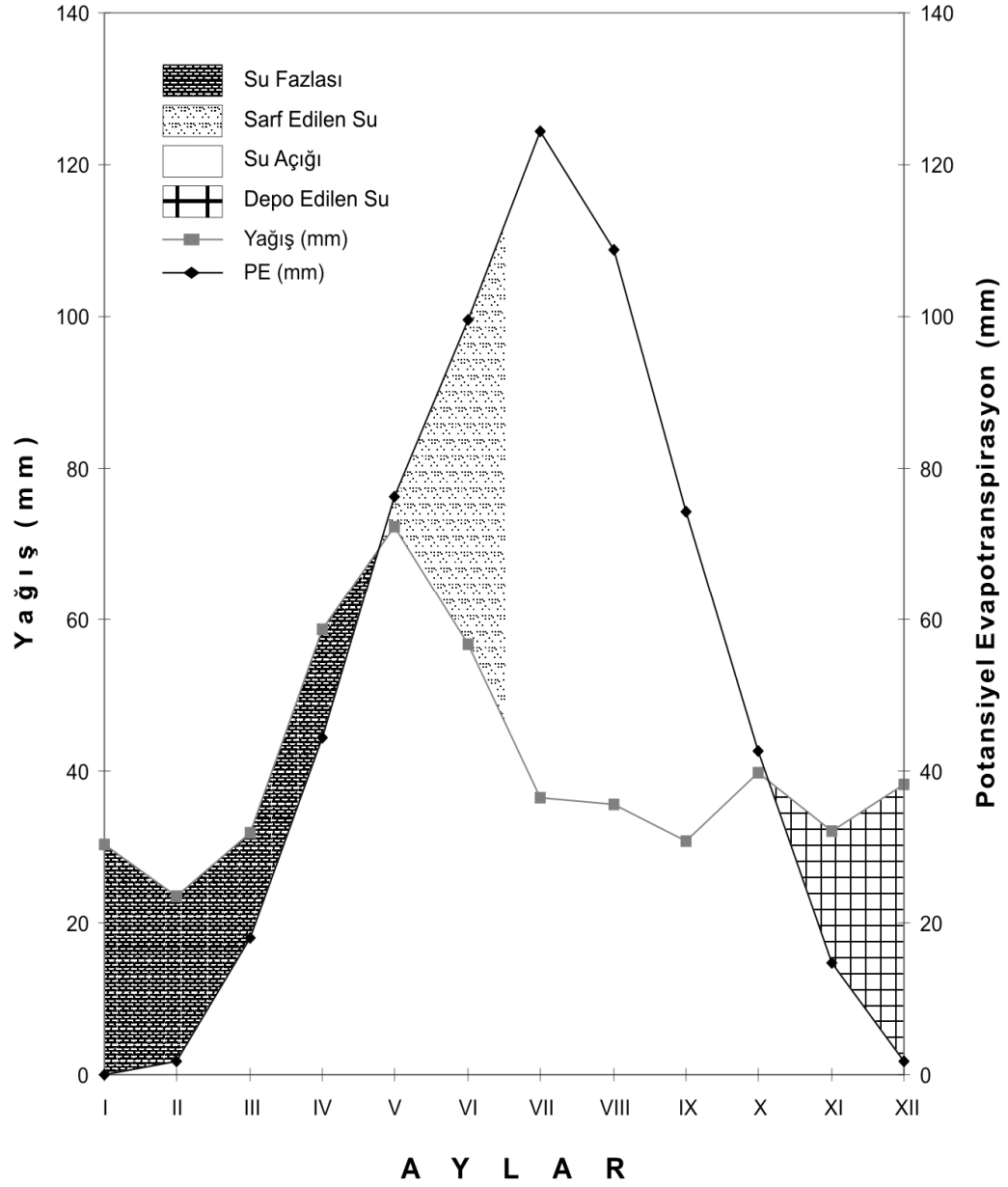
Meteorolojik Eleman Adı	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık (°C)	-0,7	0,6	4,3	9,5	13,8	17,4	20,3	19,7	15,5	10,4	4,5	0,6	9,7
Sıcaklık İndisi	0,00	0,04	0,80	2,64	4,65	6,61	8,34	7,97	5,55	3,03	0,85	0,04	40,52
Düzeltilmemiş PE (mm)		2,10	17,50	40,00	61,00	79,00	98,00	91,50	71,50	44,50	18,00	2,10	
Düzeltilmiş PE (mm)	0,00	1,74	18,03	44,40	76,25	99,54	124,46	108,89	74,36	42,72	14,76	1,68	606,82
Yağış (mm)	30,40	23,60	31,90	58,70	72,30	56,60	36,40	35,70	30,70	39,80	32,00	38,30	486,40
Depo Edilen Suyun Aylık Değişimi (mm)	30,40	21,86	0,00	0,00	-3,95	-42,94	-88,06	-73,19	-43,66	-2,92	17,24	36,62	
Depo Edilen Su (mm)	84,26	100,00	100,00	100,00	96,05	53,11	0,00	0,00	0,00	0,00	17,24	53,86	
Gerçek Evapotranspirasyon (mm)	0,00	1,74	18,03	44,40	76,25	99,54	89,51	35,70	30,70	39,80	14,76	1,68	452,11
Su Açığı (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,95	73,19	43,66	2,92	0,00	0,00	154,72
Su Fazlası (mm)	0,00	6,12	13,88	14,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,29
Yüzeysel Akış (mm)	0,00	3,06	8,47	11,38	5,69	2,85	1,42	0,71	0,36	0,18	0,09	0,04	34,25
Nemlilik Oranı	0,00	12,54	0,77	0,32	-0,05	-0,43	-0,71	-0,67	-0,59	-0,07	1,17	21,80	34,08

Kastamonu; (B4D'rc2) Nemli, tundra iklime sahip, yıllık su açığı yok veya çok az, karasal iklim etkisine yakın özellikler gösteren iklime sahiptir.

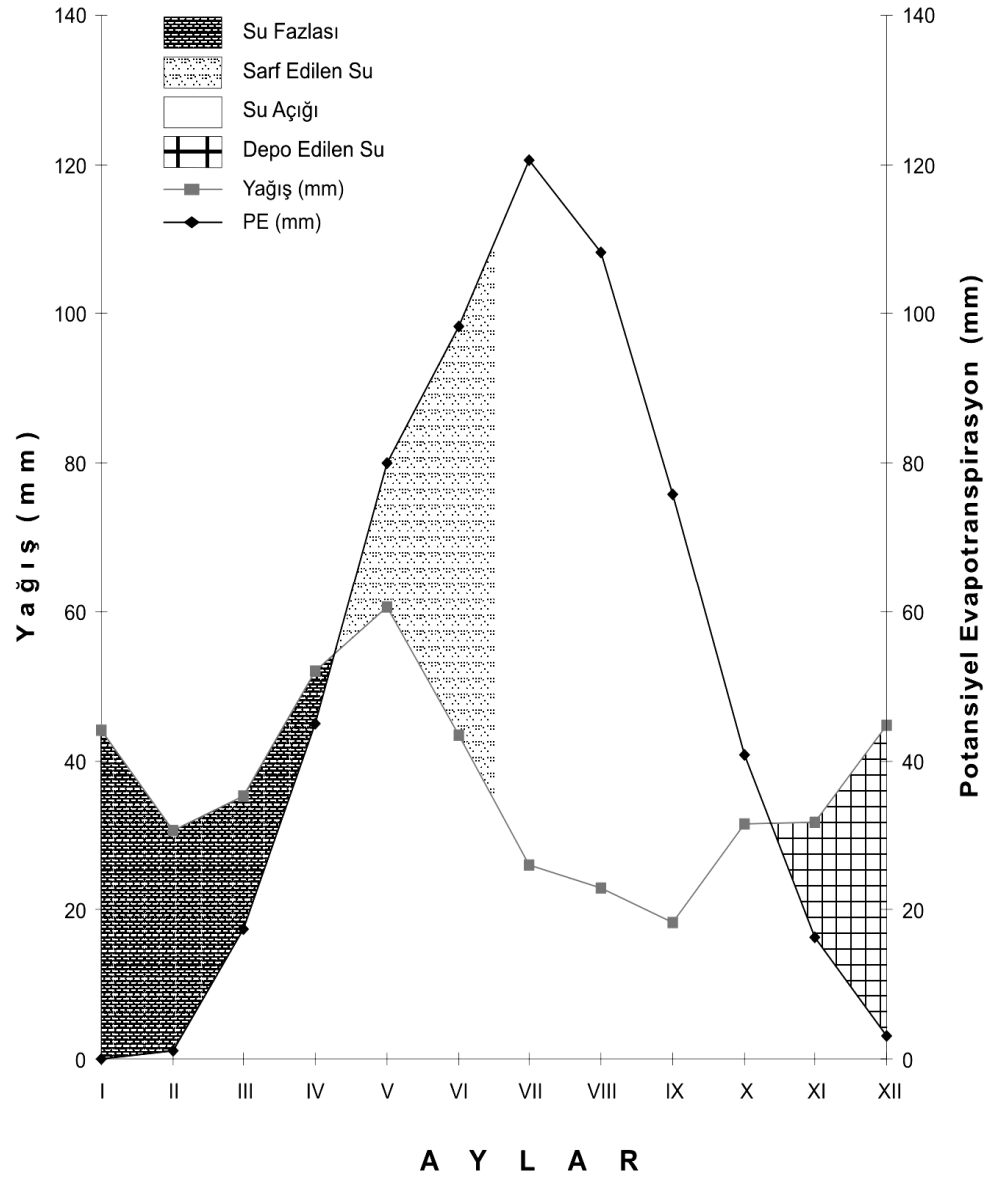
Tablo 3.4 : Thornthwaite metoduna göre Ilgaz Meteoroloji İstasyonu'nun verilerine dayanılarak hazırlanan su bilançosu.

Meteorolojik Eleman Adı		A Y L A R												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	(°C)	- 0.5	0.5	4.5	9.8	14.1	17.6	21.0	20.7	16.5	11.2	5.2	1.2	10.2
Sıcaklık İndisi		0,00	0,04	0,80	2,64	4,65	6,61	8,34	7,97	5,55	3,03	0,85	0,04	40,52
Düzeltilmemiş PE	(mm)		2,10	17,50	40,00	61,00	79,00	98,00	91,50	71,50	44,50	18,00	2,10	
Düzeltilmiş PE	(mm)	0,00	1,74	18,03	44,40	76,25	99,54	124,46	108,89	74,36	42,72	14,76	1,68	606,82
Yağış (mm)	(mm)	44,00	30,60	35,20	52,00	60,60	43,50	26,00	22,90	18,40	31,50	31,70	44,80	441,20
Depo Edilen Suyun Aylık Değişimi	(mm)	44,00	28,86	0,00	0,00	-15,65	-56,04	-98,46	-85,99	-55,96	-11,22	16,94	43,12	
Depo Edilen Su	(mm)	104,06	100,00	100,00	100,00	84,35	28,31	0,00	0,00	0,00	0,00	16,94	60,06	
Gerçek Evapotranspirasyon	(mm)	0,00	1,74	18,03	44,40	76,25	99,54	54,31	22,90	18,40	31,50	14,76	1,68	383,51
Su Açığı	(mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,15	85,99	55,96	11,22	0,00	0,00	223,32
Su Fazlası	(mm)	0,00	32,92	17,18	7,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,69
Yüzeysel Akış	(mm)	0,00	16,46	16,82	12,21	6,10	3,05	1,53	0,76	0,38	0,19	0,10	0,05	57,64
Nemlilik Oranı		0,00	16,56	0,95	0,17	-0,21	-0,56	-0,79	-0,79	-0,75	-0,26	1,15	25,67	41,13

Ilgaz; (CIBI'db3') Kurak az nemli, su fazlası yok veya pek az okyanussal iklim etkisine yakın iklime sahiptir.



Şekil 3.2 : Thornthwaite yöntemine göre Kastamonu'nun su bilançosu grafiği



Şekil 3.3 : Thornthwaite yöntemine göre Ilgaz'ın su bilançosu grafiği

Sıcaklık

Kastamonu özellikle sıcaklık faktörü bakımından Karadeniz'den ayrılmakta, İç Anadolu'ya daha çok yaklaşmaktadır. Bu nedenle en doğru yaklaşım bu sahayı Karadeniz'le İç Anadolu iklim mıntıkası arasında bir geçiş şeridi olarak kabul etmektir. Bu yüzden Kastamonu İç Anadolu'nun ikinci bölgesi içine dahildir. Bu bölgenin kuzey kısımlarını teşkil eden Kastamonu ve Bolu iklim itibariyle İç Anadolu'ya uymakla beraber bitki örtüsü bakımından daha zengindir. Karadeniz mıntıkasının yıllık sıcaklık ortalaması 13,2–14,3 °C arasında değişirken Kastamonu'nun 9,7 °C dir (Tablo 3.1). Bu da bu merkezin iklim bakımından ve iklimin en önemli faktörü olan sıcaklık açısından Karadeniz iklim mıntıkasından ayrıldığını göstermektedir (ÇOB, 2004a).

Kastamonu yöresinde 1975-2005 yılları arasında yapılan 31 yıllık gözlemlerin sonucuna göre elde edilen yıllık ortalama sıcaklık 9,7 °C'dir. Ortalama en soğuk ay Ocak (-0,7 °C), en sıcak ay ise Temmuz (20,3 °C)'dur. Ortalama yüksek sıcaklıkta en yüksek ay Temmuz (27,7 °C) ortalama düşük sıcaklıkta en düşük ay Ocak (-4,1 °C) dir. 31 yıllık gözlem sonuçlarına göre en yüksek sıcaklık ve günü 42,2 °C ile 30.07.2000, en düşük sıcaklık günü ise -20,9 °C ile 23.02.1985 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.1, Ek Tablo 10).

Ilgaz ilçesinde, yurdumuzun iki iklim bölgesi arasında geçiş karakteri gösterir. Kuzeydeki Karadeniz iklimiyle, güneydeki kara iklimi arasında, iklim olayları açısından geçişin gözlemlendiği bir alandır. Ilgaz sınırları içinde görülen iklimi biçimlendiren en önemli etki, yer şekilleridir. Kısa mesafelerde farklı yükseltilerin varlığı, oluk şeklinde bir çöküntü alanı (Devrez vadisi) ve bunun etrafını oluşturan dağlık alanlar, ilçe ikliminin özelliklerini etkiler. Öncelikle Karadeniz üzerinden gelen nemli hava kütleleri, kıyıya paralel dağ sıralarının ilkinin, yükseklikleri fazla olmadığından aşsa bile, Ilgazların ortalama 2000 m.lik yükseltisi karşısında iç kısımlara sokulamazlar. Nemli hava kütleleri, ancak batıdan oluk boyunca (Devrez vadisi) kanalize olabilirse etkili olur. Devrez vadisine soğuk havanın kanalize olması dolayısıyla bu yerlerde don olaylarının fazla görülmesine neden olmaktadır (http://ilgaz.gov.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=34). İlçenin iklimi, sıcaklık özellikleri bakımından kara iklimine, yağış özellikleri yani yağışın yıl içindeki dağılışı bakımından Karadeniz iklimine benzerlik göstermektedir (Tablo 3.2, Ek Tablo 11).

Ilgaz yöresinde 1975-2005 yılları arasında yapılan 31 yıllık gözlemlerin sonucuna göre elde edilen yıllık ortalama sıcaklık 10,2 °C'dir. Ortalama en soğuk ay Ocak (-0.5 °C), en sıcak ay ise Temmuz (21,0 °C)'dur. Ortalama yüksek sıcaklıkta en yüksek ay Temmuz ve Ağustos (28,6 °C) ortalama düşük sıcaklıkta en düşük ay Ocak (4,1 °C) dir. 31 yıllık gözlem sonuçlarına göre en yüksek sıcaklık ve günü 41,4 °C ile 30.07.2000, en düşük sıcaklık günü ise -20,6 °C ile 15.02.2004 olarak belirlenmiştir (Tablo 3.2, Ek Tablo 11).

Yağış

1975-2005 yılları arasındaki 31 yıllık ölçümlere göre Kastamonu'da yıllık ortalama yağış 486,4 mm dir. Yağış hemen hemen tüm mevsimlere eşit dağılmıştır. Ortalama değerlere göre en az şubat (23,1 mm) en çok mayıs (72,3 mm) ayında düşmektedir (Tablo 3.1). Ortalama değerlere göre yaz dönemi olarak kabul ettiğimiz 1 mayıs – 31 ekim arasında 271,5 mm (%55,82), kış dönemi olarak kabul ettiğimiz 1 kasım – 30 nisan arasında ise 214,9 mm (%44,18) yağış düşmektedir. Yöre, yılda 120 gün yağış almaktadır. Yağışların büyük kısmı ilkbahar (%33,49) ve yaz (%26,46) mevsimlerine isabet etmekte, kış (%18,98) ve sonbahar (%21,06) ise nispeten azalmaktadır (Tablo 3.1, Ek Tablo 10).

Ilgaz'da ise keza 1975-2005 yılları arasında yapılan 31 yıllık ölçümlere göre yıllık ortalama yağış 441,1 mm dir. Ortalama değerlere göre en az eylül (18,4 mm) en çok mayıs (60,6 mm) ayında düşmektedir (Tablo 3.2). Ortalama değerlere göre yaz dönemi olarak kabul ettiğimiz 1 mayıs – 31 ekim arasında 202,9 mm (%46), kış dönemi olarak kabul ettiğimiz 1 kasım – 30 nisan arasında ise 238,2 mm (%44,18) yağış düşmektedir. Yöre yılda 118 gün yağış almaktadır. Yağışların büyük kısmı ilkbahar mevsimine (%35,4) isabet etmekte, kış (%24,9) ve sonbahar (%24,5) mevsimleri yine nispeten yağışlı geçmektedir. Yaz mevsiminde ise (%15,3) nispeten azalmaktadır (Tablo 3.2, Ek Tablo 11).

Ocak, şubat, mart, nisan, kasım ve aralık aylarında kar yağmakta ve ortalama olarak 26,2 günlük bir süre kar yağışlı olmaktadır. Bahsi geçen aylarda 33,5 günlük bir süre toprak yüzeyi karla örtülü olmaktadır. 31 yıllık ortalamaya göre yıllık sisli günler sayısı toplam 13,6 gündür. Yine burada ölçülen en yüksek kar kalınlığı 44 cm dir (Ek Tablo 11). Ancak Ilgaz ilçesinden Ilgaz dağlarına doğru yükseklerle çıkıldıkça kar yağışının daha da artacağı unutulmamalıdır.

Mıntıkanın sahil kısımlarından içeri doğru gelindikçe, belli mesafeden sonra yağış karakterinin değiştiği, daha açık bir ifade ile yağışların azalmaya başladığı görülmektedir. Bunun nedeni bol rutubet ihtiva eden hava kitlelerinin sahillere rutubetlerini bırakıp, içlerlere daha kuru bir biçimde girmeleridir. Bu değerler iç kısmın karakter itibariyle Karadeniz’ den ayrıldığını, İç Anadolu mintıkasına kaydığını ifade etmektedir. Bu nedenle daha önce de ifade edildiği gibi, bu sahayı bir geçiş şeridi olarak kabul etmek daha doğru olur. Karadeniz mintıkasının iç kısımlarında görülen bu yağış azlığı özellikle bu mintıkanın doğu kesimlerinde yüksek dağların arasında kalmış olan çukurlarda daha fazladır. Mıntıkada yağışların vadilerden içlerlere nüfuz imkânlarının bulunmayışı bu duruma neden olmaktadır (ÇOB, 2004a, ÇOB, 2007a).

Kastamonu ve çevresinde iklim özelliklerini saptamakta reliyef ana çizgilerinin geniş ölçüde rol oynadığı görülür. Şöyle ki, havza karakterli sahalarda, yükselti bakımından alçak yerlerde, denizin etkisinin çok az hissedilmesi nedeniyle, karasal karakterleri ağır basan, daha çok İç Anadolu bölgesi iklimine uyan ve hatta ondan kısmen daha fazla karasal bir karakter taşıyan iklim hüküm sürmektedir. Buna karşılık depresyonları çevreleyen yükseklikler üzerinde daha az sıcak, daha nemli, kısaca biraz daha Karadeniz iklimine yakınlık söz konusudur. O halde bu sahada Karadeniz iklimine uyan ve onun özelliğini aksettiren bir iklimin mevcut olduğu iddia edilemez. Karadeniz iklimi esas manada, ancak İsfendiyar (Küre) dağlarından itibaren kuzeye doru kendini hissettirir. Ayrıca mıntıka içinde yüksek kısımlarda hissedilebilir (ÇOB, 2004a, ÇOB, 2007a).

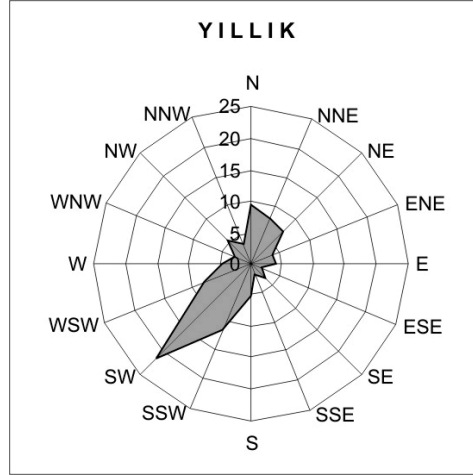
Bağıl Nem

Yörede ortalama bağıl nem Kastamonu’da % 67, Ilgaz’da %66’dır. Yıl içerisinde aylık ortalama en yüksek bağıl nem Kastamonu’da ve Ilgaz’da aralık (%77) ayı, en düşük olduğu ay ise Kastamonu’da (%60) ve Ilgaz’da ise (%57) ile temmuz ayında görülmektedir (Tablo 3.1 ve 3.2).

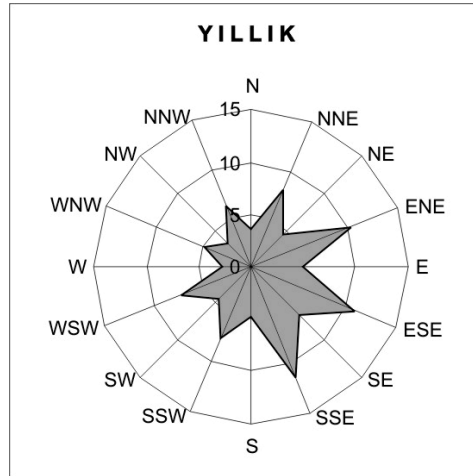
Rüzgar

Kastamonu yöresinde hakim rüzgâr yönü güney güneybatıdır (GGB). Yıllık ortalama rüzgâr kuvveti (bofor) ise 1,3 m/sn olup, 1,1 m/sn ile 1,5 m/sn arasında değişmektedir. Kastamonu ve Ilgaz yöresinde ara ve ana yönlerden esen rüzgârların yıllık esme sayısı oranları (%)

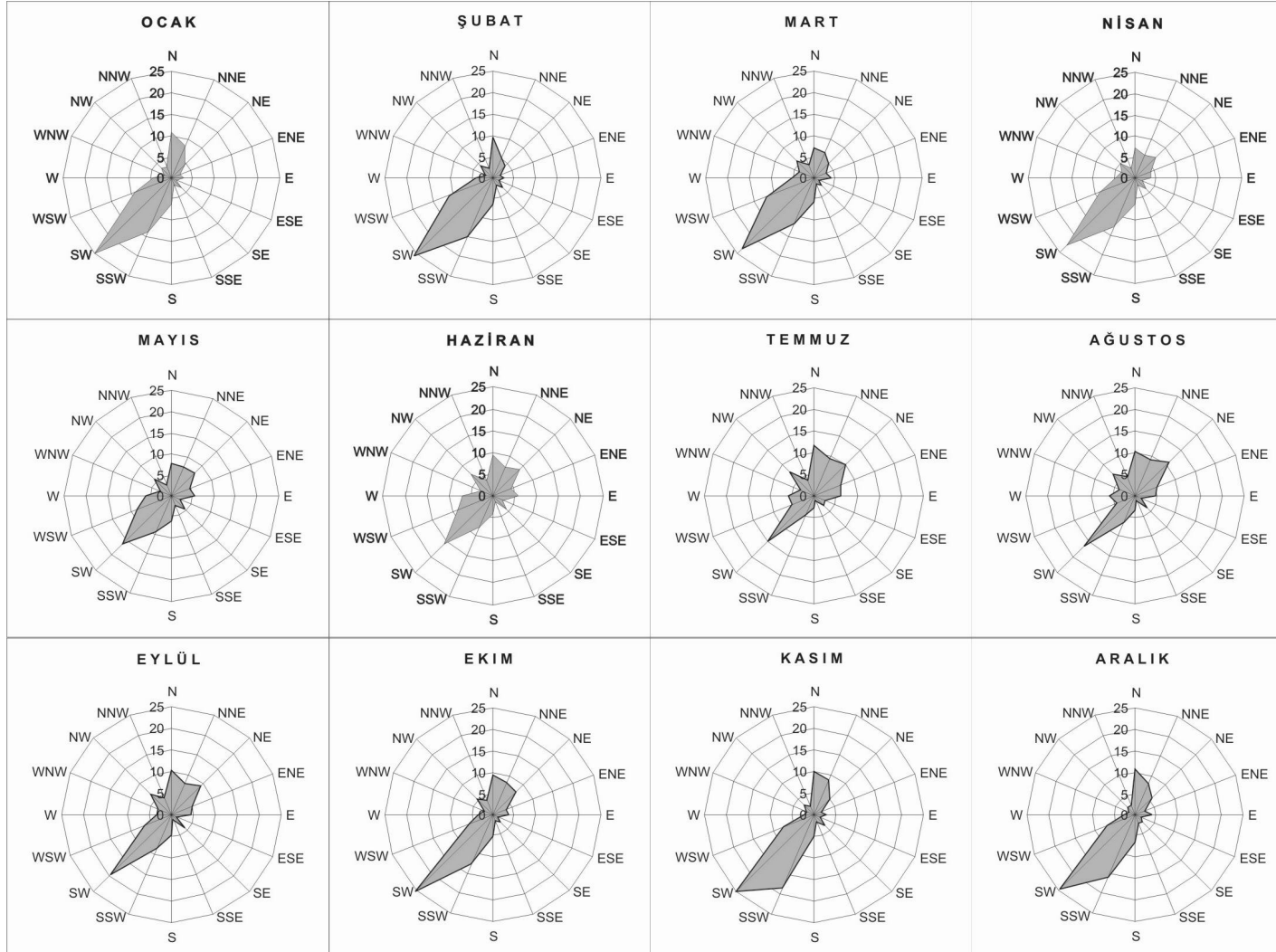
olarak Şekil 3.4 ve Şekil 3.5 te, ara ve ana yönlerden esen rüzgarların aylık esme sayıları oranları ise Şekil 3.6 ve Şekil 3.7 te verilmiştir. Bu verilere göre Kastamonu’da hakim rüzgar yönü güney batı (SW) ve Ilgaz’da hakim rüzgar yönü güney güneydoğu (SSE) ile doğu kuzeydoğu (ENE) arasındadır.



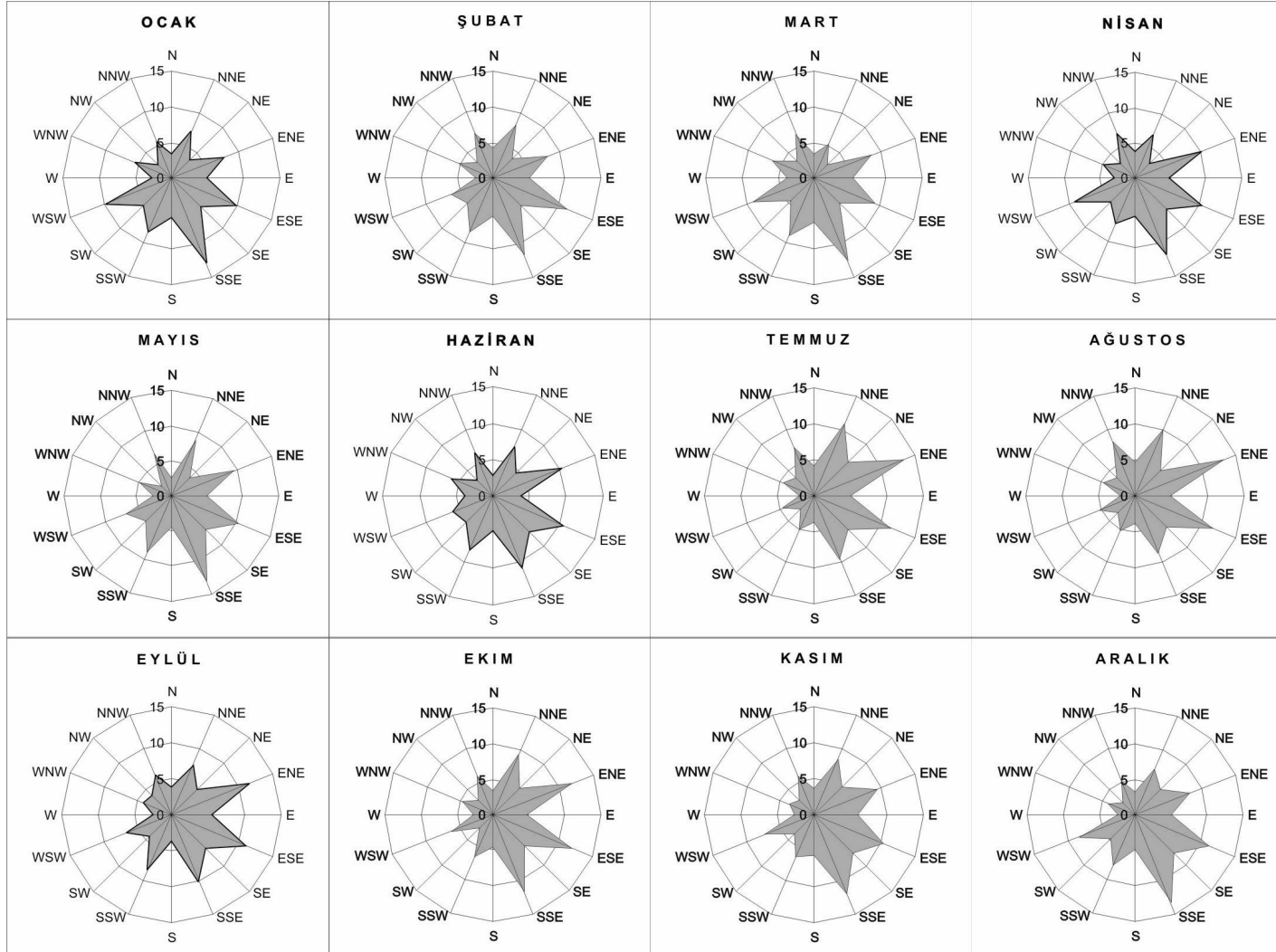
Şekil 3.4 : Kastamonu yöresinin ara ve ana yönlerden esen rüzgârların yıllık esme sayısı oranları (%) olarak (DMI 2005 verilerine göre hesaplanarak)



Şekil 3.5 : Ilgaz yöresinin ara ve ana yönlerden esen rüzgârların yıllık esme sayısı oranları (%) olarak (DMI 2005 verilerine göre hesaplanarak)



Şekil 3.6 : Kastamonu yöresinde ara ve ana yönlerden esen rüzgârların aylık esme sayısı oranları (%) olarak (DMI, 2005 verilerine göre hesaplanarak)



Şekil 3.7 : Ilgaz yöresinde ara ve ana yönlerden esen rüzgârların aylık esme sayısı oranları (%) olarak (DMI, 2005 verilerine göre hesaplanarak)

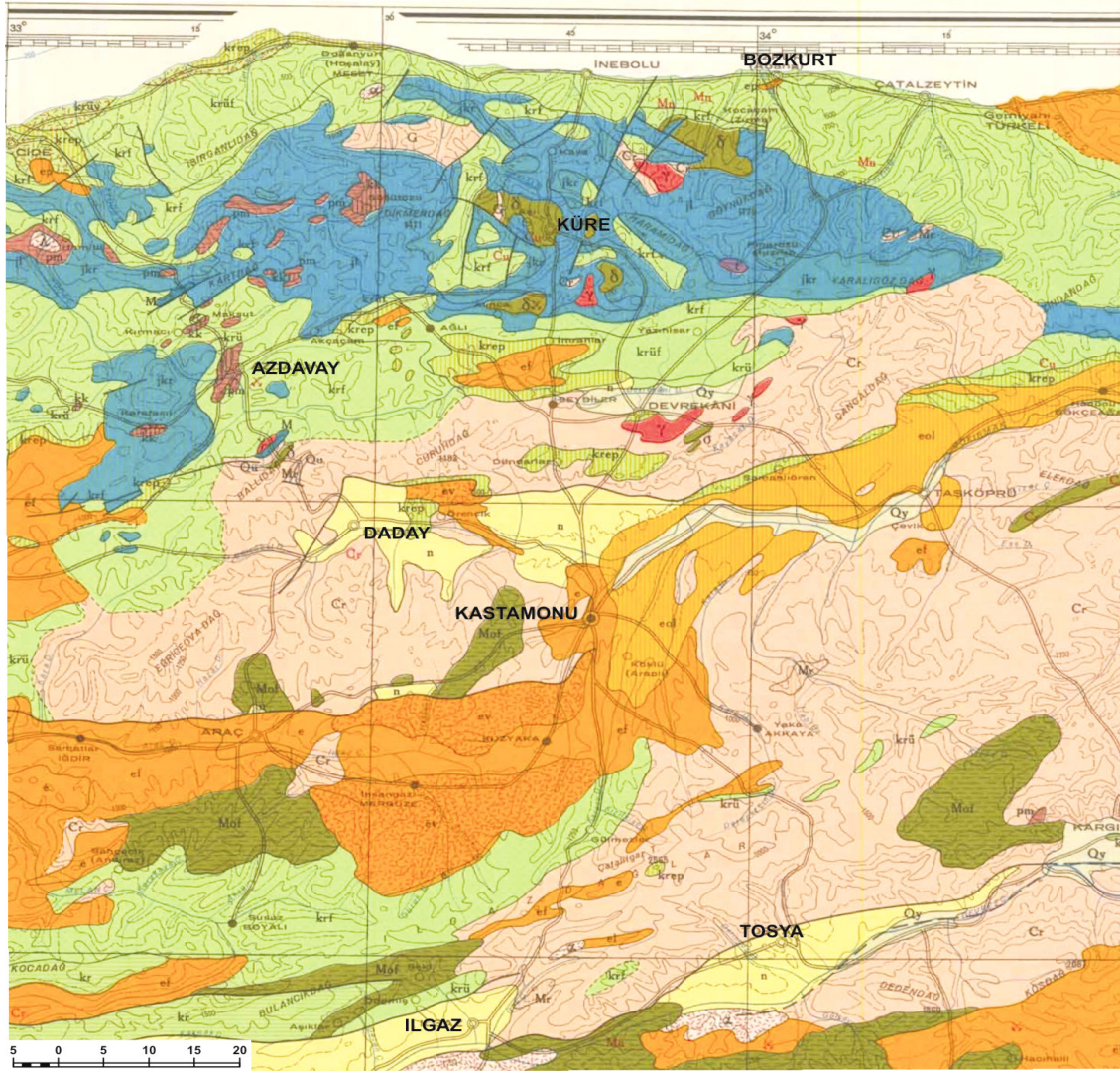
3.1.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak

Genel Jeoloji

Çalışma alanında iki ayrı tip jeolojik temel vardır. Daday-İnebolu hattının doğusunda, fillit, sleyt ve metaofiyolitlerden kurulu temel, Triyas-Alt Jura yaşındadır. Bunlar, derinlik ve yüzey kayaçları tarafından, Erken Dogger'de kesilmiş, Paleotetis birimleridir. Prekambriyen ve Paleozoik yaşlı birimler, Daday-İnebolu hattının batısındaki Karadere de yüzeye çıkarlar. Karadere de, Üst Kambriyen-Alt Ordovisiyen birimleri Prekambriyen birimlerini, birincil stratigrafik dokanakla üstlerler. Kambriyen'den, Üst Karbonifer'e kadar olan Paleozoyik birimler iki regresif istif gösterirler. Karasal ortamda çökelmiş olan Permo-Triyas birimleri, kendinden yaşlı tüm birimleri açısız uyumsuzlukla üstlerler. Gondwana ve Lavrasya kıtalarının çarpışması bindirmelere neden olduğundan dolayı Gondwana kıtasına ait Paleozoyik birlikler, az metamorfik fliş fasiyesi ve ofiyolit-metaofiyolitlerden kurulu Paleotetis birlikleri üzerine, erken Dogger zamanında, G-GB'dan, K-KD'ya doğru bindirmişlerdir. Üst Liyastan genç birimler, bu tektoniği ve yaşlı birimleri transgresif olarak örtmüşlerdir. Transgresyon, Paleosen'e kadar devam etmiştir. Kuzeye eğimli Neotetis dalma-batma zonunun, Pontidler altına dalmasıyla ilgili ada yayı volkanizması, Albiyen öncesinde başlamıştır. Kendinden yaşlı sedimentler üzerine açısız uyumsuzluklarla gelen Eosen birimleri, sahada, değişik fasiyesler sunar. Neojen döneminde karasal birimler oluşmuştur. Bunları genç alüvyonlar izler (Şekil 3.8) (ÇOB, 2007a den değiştirilerek).

İnceleme alanında daha önce yapılmış çalışmalara bakıldığında, bunların, başlıca Arpat ve diğ.,(1978), Aydın ve diğ., (1986, 1987) tarafından gerçekleştirilmiş çalışmalar oldukları görülmektedir.

Diğer taraftan, çalışma alanı yakınlarında çeşitli araştırmacılar (Blumenthal, 1948; Yılmaz, 1979, 1980, 1981, 1983; İlhan, 1976; Boztuğ, 1983; Boztuğ ve Yılmaz, 1983; Boztuğ ve diğ., 1984; Yılmaz ve Boztuğ, 1985, 1986, 1987; Yılmaz ve Tüysüz, 1984; Tüysüz, 1985, 1986; Yılmaz ve Tüysüz, 1988; Şengün ve diğ., 1990; Erol, 1991) tarafından temel jeolojik, mineralojik-petrografik, jeokimyasal ve jeodinamik evrim modellemelerine ilişkin çalışmalar yapılmıştır (ÇOB, 2007a).



LEJAND

Q	KUATERNER KARASAL, AYRILMAMIŞ	krp	ÜST KRETASE - PALEOSEN	Cr	METAMORFİK SERİ, AYRILMAMIŞ
Qd	KUATERNER DENİZEL AYRILMAMIŞ	Muf	MESOZOİK, EKSERİYİ KRETASE	Mr	MERMER, KRISTARİZE KALKER VE DOLOMIT
Qy	HOLOSEN, YENİ ALUVYON	kl	MESOZOİK, AYRILMAMIŞ, EKS. KALKER	Qu	KUARSİT
Qe	PLEİSTOSEN, ESKİ ALUVYON	kr	KRETASE, AYRILMAMIŞ	G	GNİYAS, MIKAŞİT, AMFİBOLİY
n	NEOJEN KARASAL, Ü AYRILMAMIŞ	krf	KRETASE, FLİŞ	Y	GRANİT, GRANODİORİT, KUARSİT DİORİT
nj	NEOJEN JİPSLİ	krü	ÜST KRETASE	İ	DİORİT, GABRO, DİABAZ
pl	PLİOSEN, KARASAL	krüf	ÜST KRETASE, FLİŞ	S	SERPANTİN
olm	OLİGO-MİOSEN, JİPSLİ FASİES	krüv	ÜST KRETASE, VOLKANİK FASİES	λ	RIYOLİT, DASİT
eol	EEOSEN - OLİGOSEN	İkr	JURA - KRETASE	α	ANDEZİT, SPİLİT, PORFİRİT
e	EEOSEN, AYRILMAMIŞ	İ	LIAS	β	BAZALT, DOLERİT
ev	EEOSEN, VOLKANİK FASİES	T	TRİAS		FORMASYON SINIRI
ef	EEOSEN, FLİŞ	Pm	PERMIEN - MESEZOİK		MUHEMEL FORMASYON SINIRI
el	ORTA EEOSEN, LUTESİEN	Pm	PERMIEN		SARIYAJ, BİNDİRME, FAY
ep	ALT EEOSEN, PALEOSEN	K	KARBONİFER (KOMURLU)		MUHEMEL SARIYAJ, BİNDİRME, FAY
Cr	KROM				SICAK SU, MADEN SUYU KAYNAĞI
Mn	MANGANEZ	Pb	KURŞUN	Ag	GÜMÜŞ
		Na	KAYA TUZU	Asb	ASBEST, AMYANT
			X		LİNYİT VE TAŞKÖMÜRÜ
			Cu		BAKIR

Şekil 3.8 : Kastamonu Bölgesi Jeoloji Haritası (ÇOB, 2007 a ve b ‘den değiştirilerek)

Daday masifi Araç' ın kuzeyinde daha kristallofilien bir kompleks halini almaktadır. Burada bu kompleksin hakim unsuru, kristalen kalkerlerin ve ofiolitik sahirelerin (serpantin, hornblentli gabro vb.) iştirak ettiği koyu renkli fillitlerdir. Araç'ın kuzeybatısında sarp yamaçlı ve ormanlık yüksek sırtlar esas itibariyle beyaz kuvarsitlerden oluşmuştur. Muhtelif yerlerde bu eski masifin üstünde Mesozoik teşekkülleri kaplamaları vardır. Güneyde Daday masifi boyunca uzanan Tersiyer flişi koridoru, Safranbolu-Araç havzasını Kastamonu havzası ile birleştirir (ÇOB, 2007b).

Daday'ın kuzeydoğu kesimlerinde Triasic kireç taşı ile birlikte daha genç kireç taşları görülmektedir. Azdavay bölgesi ile Çangal dağları arasında kalan alanda Jura formasyonları ve bazalt daykları ile kesilen koyu renkli kil taşları vardır. Küreye yakın bölgelerde granit ve dioritler bulunur (İlhan, 1976)

Çalışma alanında miosen ve pliosen yaşlı aşınım ve dolgu düzlükleri dikkati çeker (Erol 1991). Bölge kuzeyde derin vadilerle ayrılmıştır.

Geniş Tersier havzaları şeridi (Safranbolu-Boyabat) batıda ve doğuda, paralelin istikametine çok yaklaştığı halde, Kastamonu kesimi meridyen istikametinde uzaklaşmaktadır. Doğuda Ilgaz dağı masifi kuzeye doğru genişlemekte, batıda ise Daday masifinin çevreleri bu çeşit depresyonu sınırlamaktadır. Kastamonu yüksekliğinde Eosen havzasında bir senklinal tertibi vardır. Bu senklinalin ekseni şehrin biraz doğusundan geçmektedir. Kastamonu' daki greli-kalkerli kaide Tersieri hafifçe dalgalanmış bir haldedir. Kastamonu havzasının asıl üst senklinal kısmı Nümmülit bakımından zengin greli kalkerler ya da kalkerli sarı greler taşımaktadır. Bu kısımda pek çok volkanik malzeme de vardır (ÇOB, 2007a).

Taşköprü dolaylarındaki Tersier flişi sahasının genel tertibi Kastamonu'nunkinin aynıdır. Tersier teşekkülleri, eski kaide dağlarının güney istikametinde uzaklara kadar girmekte ve çakıl tabakaları Ilgaz dağı masifiyle kuzeydeki Daday masifi arasındaki küvetin en geç imlasını temsil etmektedir. Diğer enteresan bir olay da havzanın kuzey kenarının hayli uzun bir mesafe içinde çok meyilli bir yamaç halinde kıvrılmış bulunmasıdır (ÇOB, 2007a).

Boyabat dolaylarında Tersier flişi sahası, Taşköprü ile Boyabat arasındaki, Küre çayı-Espir köprü yüksekliğinde çok daralmakta ve böylece doğudaki kısım, yani Boyabat Tersier havzası iyice ayrılmış bir durumda bulunmaktadır. Boyabat havzası bünye bakımından asimetrik bir tertip göstermektedir. Güney yamacının (Boyabat bölgesi) tabakaları eski taban üzerinde daha büyük bir açıyla durmaktadırlar. Buna karşılık kuzeyde genellikle daha seçik bir dikleşme vardır. Bu dikleşme yalnız Kretase’ de değil aynı zamanda Tersier flišinin oldukça geniş bir şeridinde de görülmektedir.

Ilgaz dağı masifinde metamorfik rüsuplar arasında en yaygın olanları çeşitli türleriyle fillit tipidir (Kloritli şistler, grafitik şistler, kuvarşlı şistler ya da özellikle serizit bakımından daha zengin olan şistler). Diğer sahalarda daha bariz bir biçimde ayrılırlar. Nitekim bütün güney kenarı boyunca, Tosya’ dan Kargı’ ya kadar, ince ince yapraklaşmış ve parlak renkli kırmızı, yeşil eflatuni ya da siyah fillitler görülmektedir. Ilgaz dağının Mesozoik teşekkülleri kısmen bu dağı ihata eden rusubi çerçevede kısmen de taban üzerinde, az çok yaygın münferir kaplamalar halinde bulunmaktadır. Karışık tipin gelişmiş olduğu bölgeler bir yana bırakılacak olursa eski masifin çerçevesinde ve özellikle güney kenarında, littoral fasiesli bir Kretase vardır. Tersier (eosen) arazisi iki sahaya ayrılmaktadır. Bu sahalardan biri kuzeydeki eosen flişi havzaları dizisini içine alan ve Araç vadisinden Gökırmak mansbına kadar uzanan kuzey kenarı bölgesini temsil eder. Daha küçük olan diğer saha Lütésien’ e ait Nümmülit’ ler taşıyan beyaz kalker falezleriyle ara silsilenin zirvesini süsler.

Devrekani havzası zeminini teşkil eden tabakalar, dalgalanmadan pek az farklı gayet hafif dalgalanmalar gösterirler. Az dalgalanmanın sonucu olması muhtemel aldatici bir intiba halinde greli kalkerli fasiesleri Neojen tabakalarına çok benzerler. Fakat gerçekte daha önce sözü edilen Daday masifinin güney kenarında yine aynı masifi örten Senonien sahil fasiesi söz konusudur.

Toprak Türleri

Kastamonu İli’nde iklim, topoğrafya ve anakaya farklılıkları nedeniyle çeşitli büyük toprak grupları oluşmuştur. Bunların yanı sıra toprak örtüsünden yoksun bazı arazi tipleri de görülmektedir. ÇOB (2004a) ve ÇOB (2007b)’ye göre araştırma sahasında başlıca aşağıda belirtilen toprak türlerinden bahsedilebilir.

Aliivyal Topraklar

Bu topraklar, akarsular tarafından taşınıp depolanan materyaller üzerinde oluşan genç topraklardır. Mineral bileşimleri akarsu havzasının litolojik bileşimi ile jeolojik periyotlarda yer alan toprak gelişimi sırasındaki erozyon ve birikme devirlerine bağlı olup heterojendir. Çoğu yıkanan kireççe zengindir.

Hidromorfik Aliivyal Topraklar

Hidromorfik Aliivyal, oluşumlarını su etkisi altında sürdüren interzonal topraklardır. Topografyaları düz veya çukur olduğundan taban suyu yüksektir. Hatta bazı mevsimlerde su satha kadar çıkabilir.

Kollüvyal Topraklar

Genellikle dik eğimlerin eteklerinde ve vadi ağızlarında yer alırlar. Yer çekimi, toprak kayması, yüzey akışı ve yan derelerle taşınarak biriken materyaller üzerinde oluşmuş genç topraklardır. Dik eğimler ve vadi ağızlarında bulunanlar çoğunlukla az topraklı olup kaba tas ve molozları içerirler.

Esmer Orman Toprakları

Esmer orman toprakları yüksek kireç içeriğine sahip anakaya üzerinde oluşurlar. Koyu kahverenginde ve dağılgandır. Gözenekli veya granüler bir yapıya sahiptir. Reaksiyonu genellikle alkali bazen de nötrdür.

Gri Kahverengi Podzolik Topraklar

Bu topraklar serin ve yağışlı iklimlerde, çoğunlukla yaprağını döken, kısmen de iğne yapraklı orman örtüsü altında ve değişik anakaya üzerinde oluşurlar. Renk grimsi kahve ile sarımsı kahverengi arasında değişir.

Kırmızı - Sarı Podzolik Topraklar

Kırmızı - Sarı Podzolik topraklar iyi gelişmiş ve iyi drene olan asit topraklardır. Doğal bitki örtüsü yaprağını döken veya iğne yapraklı yahut ikisinin karışımı ormandır. Anakaya az çok silisli ve kalsiyumca fakirdir.

Kestane Rengi Topraklar

Kestane rengi topraklar ot-çalı veya seyrek ağaç örtüsü altında kalsifikasyon sonucu oluşurlar. Kestane rengi topraklar orta derecede kireçlidir. CaCO_3 miktarı alt katlara doğru artış gösterir. Bunlarda biyolojik etkinlik fazla ve doğal drenaj iyidir. Üzerindeki bitki örtüsü tahrip olduğunda kolayca erozyona uğrarlar.

Kireçsiz Esmer Orman Toprakları

Şistler, serpantin ve kristal kireçtaşı üzerinde; orman ve çalı örtüsü altında, zayıf-ileri derecede katmanlaşmış kireçsiz esmer orman toprakları oluşmuştur. Kireçsiz kahverengi oluşumu gösteren sert kalkerler eski olup Permien yaşlıdır. Şistler devoniyene ve serpantin mesozoike aittir. Serpantin ve bazı şistlerden ayrılan materyal serbest kireçten yoksundur.

Kırmızı Kahverengi Topraklar

Bunlar kahverengi topraklara göre ısıнын daha fazla olduğu yerlerde bulunurlar. Ayrıca fazla ısı organik maddenin aşırı parçalanmasına yol açtığından organik madde açısından fakirdir.

3.1.1.4. Akarsular

Akarsular bakımından Kastamonu İli bütünüyle Karadeniz aklanına girer. İl topraklarının güneydoğu kesiminde sular Devrez ve Gökırmak aracılığıyla Kızılırmak'a gider. Güneybatıdakiler Filyos ırmağının Araç ve Soğanlı kollarına katılır. Kuzeydeki akarsular ise doğrudan doğruya Karadenize iner. Bunların en önemlisi Cide batısında Kocaçay adıyla denize dökülen Devrekani çayı'dır. Daha doğuda ise Aydos, Terme, Uzunöz, Zine ve Çatalzeytin dereleri vardır.

İnceleme alanındaki formosyanların Alt-Üst ilişkileri topografyada yüzeylemeleri veya örtülü olmaları, doğrultu-eğimleri, senklinal-antiklinal yapı sunmaları, faylı olmaları başka süreksizliklerin olup, olmaması alterasyon durumları ve günlenme ürünlerinin kalındığı gibi pek çok parametreyi göre, su tutma veya hazne kaya olma özellikleri değişmektedir. Ayrıca yörenin akarsularla derin bir şekilde yarılmış olması alüvyal tabanlı vadilerin bulunması, yağış, rejim ve niteliği gibi iklimik etkenlerin durumları ve jeomorfolojik karakterler su durumunu etkilemektedir. Buna göre inceleme alanındaki formasyonların hidrojeolojik durumları kısaca aşağıdaki gibidir. Devrekani Metamorfiti, Yunus Metamorfiti, Akgöl formasyonu, Boyalı Formasyonu, Susuz Formasyonu, Karaevli Formasyonu, Aksu

Formasyonu, Karaboya Formasyonu yer altı suyu yönünden genellikle fakirdir. Ancak bunların içerisindeki, örneğin Devrekani Metamorfizindeki mermerler Susuz Formasyonu'nun kireçtaşı üyesi Budamış Formasyonu'nun kırıntılı kireçtaşı düzeyleri Karaboya Formasyonundaki bazı düzeyler konumları uygun olduğu takdirde göreceli olarak yeraltı suyu içermektedirler (ÇOB, 2004a; ÇOB, 2004b; ÇOB, 2007a).

İldeki en büyük akarsu Kızılırmak'ın bir kolu olan Gökırmak'ın toplak bölümüdür ve Filyos Irmağı ile olan su bölümü hattı saha içindedir. Dolayısı ile batı yönünde drene olan dereler Filyos'un toplak alanına aittir (ÇatakDere, Hanönü Dere, Pazar Dere, Batman Deresi, Taşlıca Deresi). Gökırmak'ın toplak alanında ise Daday çayı'nın aşağı bölümü ve yan dereleri, Karaçomak çayı ve Kara Dere bulunmaktadır. Bu çay ve dereler Gölpazarı kesiminden itibaren Gökırmak adını alırlar (ÇOB, 2004a; ÇOB, 2004b; ÇOB, 2007a).

Gökırmak'ın yukarı kesiminde formasyonların tektonik yapının ve morfolojik karakterin gereği vadi yoğunluğu nedeniyle akarsu ağı sıktır. Ayrıca ana ırmak batıdan doğuya akarken, bütün yan kollar kuzeybatıdan güneydoğuya veya güneybatıdan kuzeydoğuya akmaktadır. Halbuki Filyos'un dereleri kuzeydoğudan güneybatıya ve güneydoğudan kuzeybatıya akmakta olup, yoğunlukları da fazladır. Bu dağılım paterni akarsuların tektonik yapı ile denetlendiğini göstermektedir.

Kastamonu'da bulunan akarsular Kızılırmak'ın kollarıdır. İlin başlıca su kaynakları Gökırmak, Devrez çayı, Devrekani çayı, Valay çayı, Araç çayı, Daday çayı, Karaçomak çayı, Karasu, Kumluca, Karadere, Başören ve Dona Dereleri'dir (ÇOB, 2004a; ÇOB, 2004b; ÇOB, 2007a).

3.1.1.5. Vejetasyon ve Orman Durumu

Karadeniz iklim bölgesi Karadeniz kıyı dağlarının kuzey kesimini kapsayan “Kıyı Bölgesi” ve “Karadenizardı” bölge olmak üzere iki bölgeye ayrılmaktadır. Kıyı bölgesinin yaklaşık 1000 m'ye yükselen alt kesiminde nemli ılıman geniş yapraklı orman bölümü ve üst kesiminde Karadeniz kıyı dağları nemli soğuk iğne yapraklı orman bölümü yer almaktadır (Şekil 3.9) (Atalay, 2002).

Karadeniz ardı Bölgesi'nin plato ve dağlarında yarı nemli iğne yapraklı orman bölümü ve yarı kurak iklim koşullarının egemen olduğu derin vadi ve olukların tabanlarında çalı kuru orman bölümü yer almaktadır. Ağaç yetiştirme sınırının üzerinde ise Karadeniz dağ çayırları bölümü bulunmaktadır (Mayer ve Aksoy, 1998).

Karadeniz Bölgesi'nde bitki örtüsü yerel ölçüde iklimde meydana gelen değişmeye ve insanın bitki örtüsü üzerindeki etkisine bağlı olarak değişmektedir. (Mayer ve Aksoy, 1998).



Şekil 3.9 : Türkiye Ekolojik Bölgeler Haritası (Atalay, 2002' den değiştirilerek)

Orman Ekosistemi

Cide güneyindeki kuytu ortamları oluşturan karstik çukurlarda ve vadiler içerisinde sonderece nemli ortamı karakterize eden şimşir (*Buxus sempervirens*), kayacık (*Ostrya carpinifolia*), üvez (*Sorbus aucuparia*), fındık (*Corylus colurna*, *Corylus avellana*), mürver (*Sambucus ebulus*), çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides*), çoban püskülü (*İlex aquifolium*) toplulukları bulunur (Atalay, 2002).

Sarıçam ormanları Karadeniz kıyı dağları bölümünde, genellikle dağların yüksek kesimlerinde güneye bakan yamaçlar üzerinde yer alır .

Küre dağları'nda göknar ormanları 800-1600 m arasında yaygın olarak görülür. 1500m'den sonra dağların üst kısımlarında sarıçam, göknar ve kayın karışık ormanlarla karşılaşılır. Karakuz (Cide) dağının kuzeye bakan yamaçları boyunca saf göknar ormanları ile yer yer kayın ve nadiren sarıçam görülür (Atalay, 2002).

Araç oluşunda kuzeye bakan yamaçlar üzerinde alttan üste doğru meşe karaçam, göknar, sarıçam ve saf göknar meşcereleri bulunur. Bu oluşun güney kesiminde kuzeydoğuya bakan yamaçta 1300-1400m arasında kayın ve karaçam topluluklarına geçilir. Burada kuzeydoğuya bakan vadi yamacında karaçam, sarıçam ve göknar karışık meşcereleri mevcuttur (Atalay, 2002).

Orman Vegetasyonu

Karadeniz bölgesinin vegetasyonu üç kısma ayrılır.

A) Batı Kısmı

Bu kısım Bulgaristan sınırından başlar. Sinop'a kadar devam eder. Bölgede özellikle *Fagus orientalis* ormanları egemendir. Alt seviyelerde ise *Carpinus orientalis* ve *C. betulus* görülür; öksin türler çoğunluktadır. Vegetasyon bütünü ile yalnız kalker anakayalar üzerinde gelişen Buxo-Staphyllion alyansı hariç Quercu-fagetea sınıfı ve buna ait Rhododendro-Fagetalia Orientalis ordosuna bağlanır (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

B) Merkez Kısmı

Bu kısım Samsun-Sinop ve Samsun-Ünye çevrelerini içermektedir ve yorumlanması oldukça zordur (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

C) Karadeniz Bölgesi'nin Kıyı Kesimindeki Akdenizli Yerler

Oseyanik iklim genellikle Karadeniz Bölgesinin kuzeye bakan yamaçlarında görülmekle birlikte, bu bölgenin özellikle kıyı kesimindeki birçok noktalarında Akdeniz eğilimli ya da en azından Akdeniz yağış rejimi gösteren yerler bulunur (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman,

1995). Sinop-Dikmen, Çatalzeytin ve Ayancık ile Kastamonu-Doğanyurt, İnebolu ve Abana bunlara örnektir.

Kızılçam Ormanları (*Pinus brutia*): Türkiye'deki en yaygın çam türüdür. Karadeniz'de ise Karadeniz sahil şeridinde, Bafra'nın batısında Çamgölü civarında başlar, Sinop'un güneydoğusunda Dikmen vadisi tabanında 17 km uzanan geniş bir saha kaplar. Orta ve batı Karadeniz kıyıları boyunca devam eder. Kastamonu'da Kızılçam ormanlarının yoğun olarak yer aldığı bölge, ilin doğusunda, Hanönü İlçesi kuzeyindeki Küre dağları uzantılarıdır (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Karaçam Ormanları (*Pinus nigra*): Yaygın bir türdür ve ibreleri en uzun olan çam cinsidir. İbrelerin rengi koyu yeşil ve kabuğu da çatlaktır. Sedir, göknar ve meşelerle karışık orman kurar. Kuzey Anadolu dağlarında 400-1400m arasında gözüktür. Kastamonu'da Karaçam ormanlarına yoğun olarak Ilgaz dağları'nda ve bu dağ uzantılarının Küre dağları ile kesiştiği noktada rastlanmaktadır (Daday, Azdavay, Araç, Merkez ve Tosya İlçeleri civarları) (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Sarıçam (*Pinus sylvestris*): Sarıçam, Kuzey Anadolu'nun yüksek dağlık kesimlerinde saf ya da karışık ormanlar kurmakla birlikte, küçük adacıklar halinde iç ve güney bölgelerine kadar ulaşır. Sarıçam altında bulunan bitki topluluğuna göre de sınıflandırılır. Doğu Karadeniz dağlarında nemli sarıçam ormanları görülür. Karaçam ormanları da Kızılçam gibi ilin güney kesimlerindeki Ilgaz dağları'nda sıklıkla yer almaktadır (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Göknar (*Abies sp.*): 40m'ye kadar boylanabilen göknarlar, kendine özgü formu, gövde kabuğu iğne yaprakları ve hatta kokusu ile Çamgiller familyasının diğer türlerinden ayırt edilebilir. Genellikle 1200-1800 arasında bulunur. Nadiren saf olarak bulunurlar. Göknar Kastamonu'da daha az rastlanan bir türdür. Genelde ilin güneyinde Tosya ve Ilgaz İlçeleri'nin kuzey kesimleri ile kuzeyde Azdavay İlçesi civarında bu tür topluluklara rastlanabilmektedir (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Kayın (*Fagus sp.*): Daha çok kuzey bölgelerde doğal yayılış göstermekle birlikte kayın ağacı güneydeki Amanoslar'da da yayılış gösterir. Saf ya da göknar, ladin, çam ve meşelerle karışık geniş ormanlar kurar. Türkiye’de 713.842 ha koru ve 1.555 ha baltalık kayın ormanı bulunmaktadır. Karadeniz bitki coğrafyasının bir parçası olarak kabul edilir. Kastamonu’da Kayın topluluklarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler Küre dağları’dır (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Meşe (*Quercus sp.*): Türkiye’nin hemen her bölgesinde türlerine bağlı olarak yayılış gösterir. kuru orman türleri arasındadır. diğer türlerle Bolu Filyos arasında yayılış gösterir. İlde Meşe topluluklarının sıklıkla yer aldığı bölgeler Batı Küre dağları’dır (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

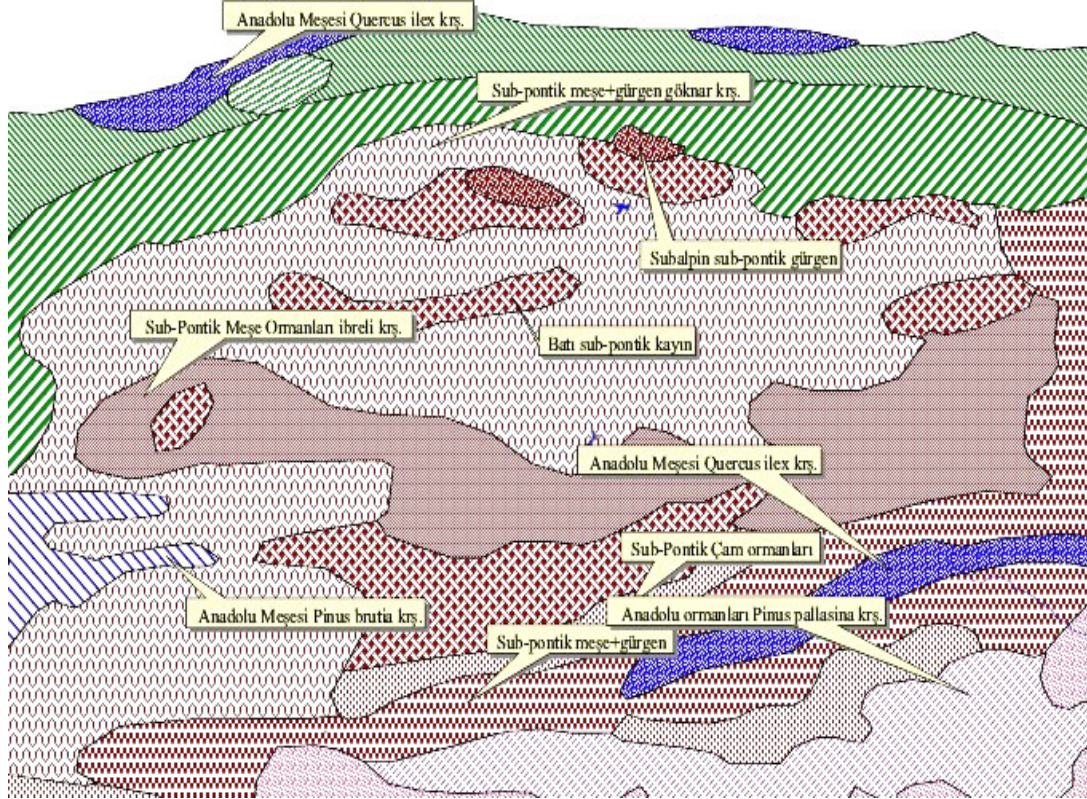
Ardıç (*Juniperus sp.*): Sürüngen çalılarından büyük ağaçlara kadar çok çeşitli türleri olan ardıç, hemen hemen bütün bölgelerde yüksek dağlık kesimlerinde doğal yayılış gösterir. Bazıları servi gibi pul yapraklara, bazıları da batıcı iğne yapraklara (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Karadeniz Kıyısındaki Pseudomaki Toplulukları:

Karadeniz kıyıları boyunca etek ormanlarının sürekli olarak tahrip edildiği ve hayvan otlatıldığı yerlerde geniş yapraklı ormanlar çalı formunda kalmaktadır. Ayrıca, alanda Akdeniz kökenli bitkiler bulunur. Karadeniz ve Akdeniz fitocoğrafyaya ait olan topluluklar, tahribin yoğun olduğu alanlarda pseudomaki formasyonunu meydana getirir. Karadeniz kıyı kesiminde, Akdeniz elemanına ait olan başlıca pseudomaki elemanları; defne, melengiç, kocayemiş, sandal, funda, akçakesme, sumak, ateş diken, zeytin, karaçalı, katran ardıcı, mersin, erguvan Karadeniz Bölgesi’ne ait olanlar ise; kurtbağrı, muşmula, ayıüzümü, kayacık, çobanpüskülü, geyik diken, orman gülü, kızılıçık, şimşir ile bölgeye özgü çalı formunda kalmış ağaçlar (fındık, dişbudak, kayın, ıhlamur vb.). Karadeniz kıyısı boyunca yer yer yaygın olarak görülür (Tatlı, 2002; Atalay, 1994; Akman, 1995).

Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü’nün toplam ormanlık sahası 702.877,70 hektardır. Toplam 15 Orman İşletme Müdürlüğü olan Kastamonu’nun ne geniş orman alanı Taşköprü Orman İşletme Müdürlüğüdür. Ormanlık alanın 702.877.70 hektarı Kuru orman, 82.677

hektarı baltalık ormandır. 702.877,70 ha olan kuru ormanı sahasını 493.423,70 hektarı normal kuru, 209.454,00 hektarı bozuk kuru ormandır. Kuru ormanlarının önemli bir bölümünü ibreli türler oluşturmaktadır. Yapraklı türler ise çok daha az bir alanda yayılış göstermektedir. 82.677,10 hektar olan baltalık orman sahasının 10.074,50 hektarı normal baltalık, 72.602,60 hektarı bozuk baltalık alandır (Tablo 3.5; Şekil 3.10) (OGM, 2007).



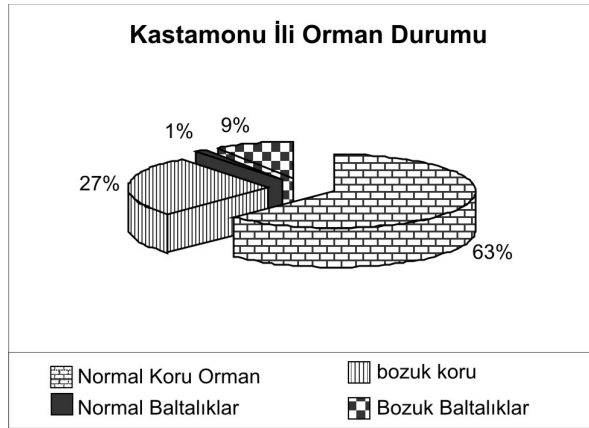
Şekil 3.10 : Kastamonu Vejetasyon Haritası (OGM, 2007)

Yörede yayılış gösteren en önemli tür karaçamdır. Tüm orman alanının 189.333 ha'ında karaçam saf olarak orman kurmaktadır. Karaçamdan sonra geniş alan kaplayan diğer türler sarıçam, kayın, göknar ve meşedir (Tablo 3.6; 3.7; Şekil 3.11). 1980 yılı verileri incelendiğinde ise Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü'nün toplam orman alanı 731.544 ha'dır. Bu ormanlık alanın 564.092 ha'ı kuru ormanı olup, 167.542 ha'ı ise baltalık ve maki alanıdır (Tablo 3.6). Kuru ormanlarının önemli bir bölümünü (409.777 ha) ibreli türler oluşturmaktadır. Yapraklı türler ise çok daha az bir alanda (88.941 ha) yayılış göstermektedir. Yine kuru ormanlarının 382.040 ha'lık bölümü normal kapalılıktadır.

Yörede yayılış gösteren en önemli tür karaçamdır. Tüm orman alanının 189.333 ha'ında karaçam saf olarak orman kurmaktadır. Karaçamdan sonra geniş alan kaplayan diğer türler sarıçam, kayın, göknar ve meşedir (Tablo 3.7).

Tablo 3.5 : Kastamonu Orman Durumu (OGM, 2007)

KASTAMONU İLİ ORMAN DURUMU	
Normal Koru Ormanı (ha)	493.423,70
Bozuk Koru Ormanı (ha)	209.454,00
TOPLAM KORU ORMANI (ha)	702.877,70
Normal Baltalık Ormanı (ha)	10.074,50
Bozuk Baltalık Ormanı (ha)	72.602,60
TOPLAM BALTALIK ORMANI (ha)	82.677,10
Açıklık Alanı (ha)	545.216,80
Toplam Ormanlık Alanı (ha)	785.554,80
Genel Saha (ha)	1.330.771,60
Ormanlık Oranı (%)	59,03



Şekil 3.11 : Kastamonu İli Orman Durumu (%) olarak (OGM, 2007)

Tablo 3.6 : Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünde ormanlık alanların koru ve baltalık ormanlara göre dağılımı (OGM, 1980).

İŞLETME ADI	KORU ALANI (ha)												BALTALIK ALAN (ha)			ORMANLIK ALAN (ha)		
	İbreliler			Yapraklılar			İbrelili+Yapraklı Karışık			Koru Toplam			normal	bozuk	toplam	normal	bozuk	toplam
	normal	bozuk	toplam	normal	bozuk	toplam	normal	bozuk	toplam	normal	bozuk	toplam						
Araç	25098	9545	34643	29		29	1907	8	1915	27034	9553	36587		6785	6785	27034	16338	43372
Azdavay	11783	5933	17716	4841	2220	7061	8801	1676	10477	25425	9829	35254	667	8554	9221	26092	18383	44475
Çatalzeytin	3535	437	3972	4429	887	5316	658	619	1277	8622	1943	10565		6244	6244	8622	8187	16809
Cide	458	425	883	20338	6236	26574	7442	536	7978	28238	7197	35435	6368	8344	14712	34606	15541	50147
Daday	26388	18091	44479	75	133	208	1685	139	1824	28148	18363	46511	4474	11447	15921	32622	29810	62432
İhsangazi	16030	6631	22661		941	941		117	117	16030	7689	23719	71	3820	3891	16101	11509	27610
İnebolu	1741	892	2633	21821	5027	26848	2896	1075	3971	26458	6994	33452		5645	5645	26458	12639	39097
Kastamonu	53528	19578	73106	426	63	489	1647	96	1743	55601	19737	75338		21557	21557	55601	41294	96895
Küre	21009	9294	30303	1815	2443	4258	4404	2913	7317	27228	14650	41878		17355	17355	27228	32005	59233
Samatlar	10420	18452	28872	632		632	3781	177	3958	14833	18629	33462		6508	6508	14833	25137	39970
Taşköprü	50476	35781	86257	487	1558	2045	4510	2573	7083	55473	39912	95385		31353	31353	55473	71265	126738
Tosya	35441	15576	51017	42		42			0	35483	15576	51059		14534	14534	35483	30110	65593
Bozkurt	910	10	920	8079	2404	10483	494	1249	1743	9483	3663	13146		4467	4467	9483	8130	17613
Pınarbaşı	7468	4847	12315	3017	998	4015	13499	2472	15971	23984	8317	32301		9259	9259	23984	17576	41560
Toplam	264285	145492	409777	66031	22910	88941	51724	13650	65374	382040	182052	564092	11580	155872	167452	393620	337924	731544

Tablo 3.7 : Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğünde ormanlık alanların ağaç türlerine göre dağılımı (OGM, 1980).

Ağaç Türü	Araç	Azdavay	Çatalzeytin	Cide	Daday	İhsangazi	İnebolu	Kastamonu	Küre	Samatlar	Taşköprü	Tosya	Bozkurt	Pınarbaşı	Toplam
Kızılçam	59			20						66	3304	160		0	3609
Karaçam	16785	7555	49	344	21277	14689	851	37190	748	20245	48175	17435		3990	189333
Sarıçam	2726	678	986	24	8213	813	326	9283	12454	179	9542	5698	238	136	51296
Gökmar	1121	3856	1568	174	734	1230	573	4118	10202	712	658	1576	556	2251	29329
Ardıç											34				34
İbrelî Karışık	13952	5627	1369	321	14255	5929	883	22515	6899	7670	24544	26148	126	5938	136176
İbrelî Toplam	34643	17716	3972	883	44479	22661	2633	73106	30303	28872	86257	51017	920	12315	409777
Kayın		2118	4196	7104	60		16054	465	2415	379	602		8317	2012	43722
Meşe	24	2424	651	1156	96	805	1527		597	174	1159	42	581	541	9777
Gürgen				155			138								293
Kavak	5			6			3								14
Kestane				868			127								995
Kayacık				247											247
Yapraklı Karışık	0	2519	469	17038	52	136	8999	24	1246	79	284		1585	1462	33893
Yapraklı Toplam	29	7061	5316	26574	208	941	26848	489	4258	632	2045	42	10483	4015	88941
İbrelî+Yapraklı Karışık	1915	10477	1277	7978	1824	117	3971	1743	7317	3958	7083		1743	15971	65374
Koru Toplam	36587	35254	10565	35435	46511	23719	33452	75338	41878	33462	95385	51059	13146	32301	564092
Meşe	127	109		153				1235	1294	2029				447	5394
Kayın								227							227
Karışık	6658	9112	6244	13797	15921	3891	5645	20095	16061	4479	30334	14534	4467	8769	160007
Maki	0			762							1019			43	1824
Baltalık Toplam	6785	9221	6244	14712	15921	3891	5645	21557	17355	6508	31353	14534	4467	9259	167452
Ormanlık Saha	43372	44475	16809	50147	62432	27610	39097	96895	59233	39970	126738	65593	17613	41560	731544

3.2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

3.2.1. Büroda Uygulanan Yöntemler

3.2.1.1. Deneme Alanlarının Seçimi

Araştırma alanı olarak; orman kar ilişkilerini ortaya koyabilmek amacıyla, topografik yapı bakımından engebeli, yoğun kar örtüsü oluşup, kar gözlem periyodu uzun olabilecek, özellikle yükseklik faktörünün de etkisini incelemek amacıyla geniş bir yükseklik ve ağaç türü içerisine yayılmış havzalar aranmıştır. Kesintisiz ölçümlerin yapılabilmesi için kış iklim koşullarında ulaşımı nispeten kolay, kar yağışının bol olduğu ve ormanlık alan bakımından da uygun olabilecek bir araştırma alanı seçilmesi hedeflenmiştir.

Yapılan ön incelemelerden sonra Kastamonu yöresinin söz konusu araştırmalar için uygun olacağına karar verilmiştir. Çalışma alanında hidrolojik ilişkilerin ortaya konmasında önemli veri kaynağı olan akım ölçme istasyonlarının bulunduğu havzaların bulunmasına da özen gösterilmiştir. Araştırma alanının Kastamonu yöresi olarak seçilmesinde, orman kar ilişkilerinin çığ kontrolünü yönünden değerlendirilmesinde, bu yörede geçmiş kış periyotlarında çığ olayının meydana gelmesi de ayrıca etkili olmuştur.

Daha sonra Kastamonu yöresinde, haritalar üzerinde incelemeler yapılarak ve canlı görgü şahitlerinden kar yağışının olduğu en düşük ve üst yüksek yükselti sınırları tespit edilmiştir ve yükselti basamaklarına göre örnek alanların yerlerine karar verilmiştir (bakınız sayfa 56 Şekil 3.1).

Deneme alanlarının seçiminde göz önünde bulundurulmuş hususlar; (1) arazide karın uzun bir dönem toprak üzerinde kalması, (2) orman ve açık alanların birbirine yakın olarak bulunması, (3) geniş bir yükselti basamağını temsil edebilmesi ve (4) kış iklim koşullarında ulaşımın nispeten kolay olmasıdır.

Bütün bunlar göz önünde tutularak 800-1800 m arasındaki yükselti basamağı içerisinde 9 deneme noktası tespit edilmiştir. Her deneme noktasında hem açık alanda hem de orman altında olmak üzere 2 örnekleme noktası belirlenmiştir. Böylece toplam 18 noktada ölçüm yapılmıştır. Bu deneme alanları aşağıda verilmiştir:

1. Azdavay Merkez (800 m)
2. Azdavay Sabuncular Mevki (950 m)
3. Küre Masruf Mevkii (1100 m)
4. Azdavay Sökü Mevkii (1200 m)
5. Daday Soğucaova Mevkii (1350 m)
6. Küre Kirazcık Mevkii (1350 m)
7. Bozkurt Göynük Dağı (Gülükutlu) (1750m)
8. Ilgaz Dağı Kuzey Bakı (1800 m)
9. Ilgaz Dağı Güney Bakı (1800 m)

Bu deneme alanlarından Azdavay Merkez, Azdavay Sabuncular, Azdavay Sökü, Küre Masruf ve Küre Kirazcık Eİİİ 'nin 13 nolu Münferit Batı Karadeniz havzası 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzası ve Daday Soğucaova , Bozkurt Göynük Dağı ve Ilgaz deneme sahaları (Ilgaz Kuzey ve Güney Bakı) ise 15 nolu Kızılırmak havzası 15-24 Gökırmak – Kuyluş havzası sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle deneme alanları seçildikten sonra hem bu deneme alanlarının bulunduğu havzaların hemde deneme alanlarının kar hidrolojisi ve yağ oluşumu açısından önemli meteorolojik, topografik ve bitki örtüsü özellikleri belirlenmiştir.

Bu özelliklerden topografik yapıya ilişkin özellikler için aşağıda açıklanan çalışmalar yapılmıştır. Bu alanlara ait sayısal topografik paftalardan yararlanılarak araştırma alanının ortalama yüksekliği ve yükselti grupları, eğim grupları ve bazı havza özellikleri saptanmıştır. Harita Genel Komutanlığı'ndan tedarik edilen 1/250.000 ölçekli UTM koordinat sistemli ve 50 m eş yükselti eğrili topografik haritalardan da yararlanılarak, vektör harita çalışmalarında ARC/INFO, sayısallaştırma işlemlerinde ERDAS, harita düzenleme ve baskı işlemlerinde ise ARC/VIEW yazılımları kullanılmıştır.

Diğer taraftan meteorolojik ögelerin ve bitki örtüsü özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da kısmen, bu amaçla yapılan daha önceki çalışmalardan yararlanılmıştır. Örneğin: DMİ yayınları ile Orman Amenajman haritaları gibi. Bu ögelere ilişkin veriler büro çalışmalarıyla değerlendirilerek bunlara ilişkin bulgular sağlanmıştır.

3.2.2. Deneme Alanlarında Yapılan Çalışmalar ile Kar Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

DMİ (1986) kış mevsimlerinin başlama ve son bulma tarihleri ile kış mevsiminin sınıflandırılmasına ve DSİ (2007) Kastamonu yöresinde akım gözlem ölçümleri sonuç değerlendirilmesine göre uzun yıllar ortalaması olarak kış dönemi aralık başı – mart sonu, erime dönemi ise mart-haziran arasındır.

Araştırma planlanırken Aralık-Nisan periyodunda (5 ay) her ay 2 defa olmak üzere araziye gidilerek seçilen deneme alanlarında gerekli ölçümler yapılmıştır. Araştırma iki yıl devam eden ölçmelere dayandırılması eldeki verilerin yeterli olmamasından dolayı iki yıl daha devam edilerek toplam dört yıla çıkartılmıştır.

Kar verilerinin analizinde havza meteoroloji istasyonlarının 10 günlük dönemlere ait plüviyometre ile ölçülen yağış toplamaları en yakın kar gözlem istasyonlarında ölçülen kar su eşdeğeri ($S_{w/e}$) ile korelasyona sokularak karşılaştırma yapılmıştır. Havzalardaki kar gözlem istasyonlarında ölçülen kar derinlik, kar yoğunluk ve kar su eşdeğeri verilerin ölçüm sonuçlarının bu işleme sokulmadan önce hata analizleri yapılarak büyük sapma gösteren ölçümlerin ayıklanması gerekmektedir (Gürer, 1977a). Ölçüm sırasında yapılan hatalar, yoğunluk homojenizasyonu yapılarak, gerektiğinde daha fazla noktada kar numunesi almak suretiyle hemen o anda düzeltilmiştir. Araştırma alanında; yerde biriken kar kalınlığı, yeni kar kalınlığı ölçümleri yapılmıştır.

Türkiye’de kar gözlemlerinde meteoroloji istasyonlarında kar tablası ile yeni kar miktarı, kar eşeli ile kalıcı kar örtüsü derinliği, kar gözlem istasyonlarında kar numune alma tüpleriyle kar derinliği (S_d), kar su eşdeğeri ($S_{w/e}$) ve kar yoğunluğu (S_γ) ölçülmektedir.

Havzanın bitki örtüsü, açık alan veya değişik türde orman ile kaplı olması, meteorolojik faktörlerin etkisi ile kar'ı etkiler. Açık alanlarda kalıcı kar örtüsü daha erken oluşur, ormanlık alanlarda ağaç türüne göre daha geç oluşmasının sebebi ağaçların karı tutmasıdır. Kış mevsimi sonunda ise, açık alanda radyasyon, rüzgâr etkisi daha belirgin olduğundan erime erken olurken, orman içinde kar örtüsü, yapraklarını döken ağaçlar veya dökmeyen ağaçlar olma durumuna, ormanın sıklığına, coğrafik konum ve enlem derecesine göre bir süre daha geç kalkar. Ayrıca havza orman düzenlemeleri de kar örtüsü ve akımını etkilemektedir (Gary, 1975; Gürer, 1982; Özyuvacı, 2001)

İncelemede önce araştırma dönemi olarak seçilen periyot, yıllık ortalama yağışa göre tanımlanmıştır. Yağış türünün meteorolojik ve topografik faktörlerden en etkeni olarak tanımlanan yükseklik faktörüne göre değişimi belirlenmiştir. Kar örtüsünün fiziksel parametrelerinin zaman içerisinde ve yerel dağılımları incelenmiş, kar erime oranları, derece-gün faktörleri belirlenmiştir. Kar istasyonları arasındaki korelasyonlar sıcaklık, yükseklik farkı ve eğim ilişkileri araştırılmıştır.

Uzun vadeli tahminlerde etken faktör kar birikim endeksidir (Gürer, 1982). Kar birikim endeksinin belirlenmesinde, havza alan kot bağıntısı, kar su eşdeğeri, toplam yağış ve türü ve ortalama sıcaklığın yükseltiye göre değişimidir.

Kar Özelliklerinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Bu bilgiler ışığında arazide yapılan çalışmalar aşağıdaki şekilde belirtilmiştir;

3.2.2.1. Kar Ölçümleri ve Etüdleri

Kar ölçümlerinde, kar verilerinin elde edilmesi için gereken gözlemler yapılır. Bunlar, kar'ın tipini, başlangıç ve bitim tarihini, derinliğini, yoğunluğunu ve su eşdeğerini içerir. Kar ölçümleri dendiğinde kar yağışı ve kar örtüsünün ölçülmesidir. Belli bir sürede yüzeyde biriken taze kar örtüsü esas alınarak gerçekleştirilmektedir. Yeni kar ölçümü kar tablası kullanılarak yapılmıştır. Kar tablası ile ölçümler literatürde diğer ülkelerde de aynı amaçlara yönelik olarak yapılmakta ve özellikle erimenin az olduğu kuzey ülkelerinde gerçeğe daha yakın sonuçlar alınmaktadır (Gürer, 1982; Baumgartner ve Liebscher, 1996; Herpertz, 2001).

Kar örtüsünün ölçülmesi, karla örtülü alanın ve bu alanı temsil eden kar güzergahı üzerindeki kalınlık ve yoğunluk değişimlerinin belirlenmesini içermektedir. Su verimi yönünden; kar yağışı ve birikimi, dağılım deseni, su bilançosu ile ilişkisi, erime süreci, kalıcı kar kütlelerinde suyun depolanması ve iletimi, çığ kontrolü yönünden ise; kalıcı kar kütlelerinin yapısı, kar sıcaklık gradyanı, başkalaşım aşamaları, kar direnci, profil özellikleri, akma ve kaymalar vb. verileri sağlayacak gözlemler biçiminde gruplandırıldıkları görülür.

Diğer meteorolojik verilerden yağmur, sıcaklık, bulutluluk, buharlaşma vs DMİ nin Kastamonu (Daday, Azdavay, Devrekani, Küre, Bozkurt) ve Çankırı-Ilgaz meteoroloji istasyonlarındaki verileri alınarak değerlendirilmiştir.

3.2.2.2. Kar Derinlik Ölçümleri

Kar yağışı sonucunda yüzeyde biriken kar örtüsünün savrulma veya sürüklenmeye maruz kalmadığı yerlerde, yeterli sayıda yapılan düşey derinlik ölçümlerinin ortalaması, ortalama kar derinliği olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.12 – 3.14).

Bu amaçla kar derinliğinin belirlenmesi için deneme noktalarında sabit eşelerden yararlanılmıştır (Şekil 3.12). Ayrıca kar profilleri açılarak ve numune alma borusu ile de kar derinliği belirlenmiştir (Şekil 3.13). Yapılan bu çalışmaların ortalaması alınarak derinlik tesbit edilmiştir. Yeni yağın kar miktarı ise arazide tesbit edilen yerlere yerleştirilen 1,0 m x 1,0 m lik tablalar vasıtasıyla belirlenmiştir.

Yağış ölçmeleri, araştırma metoduna uygun olarak deneme alanlarında biri açık alanda diğeri orman altında olmak üzere her bir deneme noktasında iki adet yağış ölçer ile kar yağışının belirlenmesi için düz bir zemin seçilerek kar tablası yerleştirilmiş ve aynı zamanda değişik yerlerde kar eşelleri dikilmiştir (Şekil 3.12). Eşeller yardımıyla inceleme yapılan tarihteki toplam kar yüksekliği belirlenmiştir.

Havzanın kar durumu ve veriminin tespit edilmesi için kar gözlem şebekeleri tesis edilir. Bu şebekelerde üç ayrı maksatla kar gözlemleri yapılır. Bu maksatlar meteorolojik, hidrolojik ve işletme içindir. Meteorolojik amaçlı kar gözlemleri; yerdeki mevcut kar kalınlığı ölçüleri, yeni kar ölçüleri, kar yoğunluk ölçüleri, plüviyometre ile kar yağışlarının ölçümü ve kar plüviyometreleri ile yapılan ölçümleri içerir. Hidrolojik

gayeler için yapılan kar gözlemleri; kar-su eşdeğeri cinsinden kar ölçü tüpleri vasıtası ile yapılır. Kar derinlik bilgileri eşel, kar direkleri, hava fotoğrafları ile; kar örtü sınırları ise yer ve hava fotoğrafları ve de yapay uydu görüntüleri ile belirlenir. Hidrolojik gayeler için çalıştırılan kar gözlem istasyonlarında kar derinliği, karın su muhteviyatı, kar yoğunluğu, kar örtüsü sınırı, kar ve hava sıcaklıkları ölçümleri yapılır. Hidrolojik gözlem şebekesi içinde havzayı temsil edebilecek, kar indeks değerlerinin toplanmasını sağlayan rasatların yapıldığı kar gözlem istasyonlarında 15 günde veya ayda bir periyotlarla ölçümler yapılır (Gray ve Male, 1981; Malkoç, 2002).



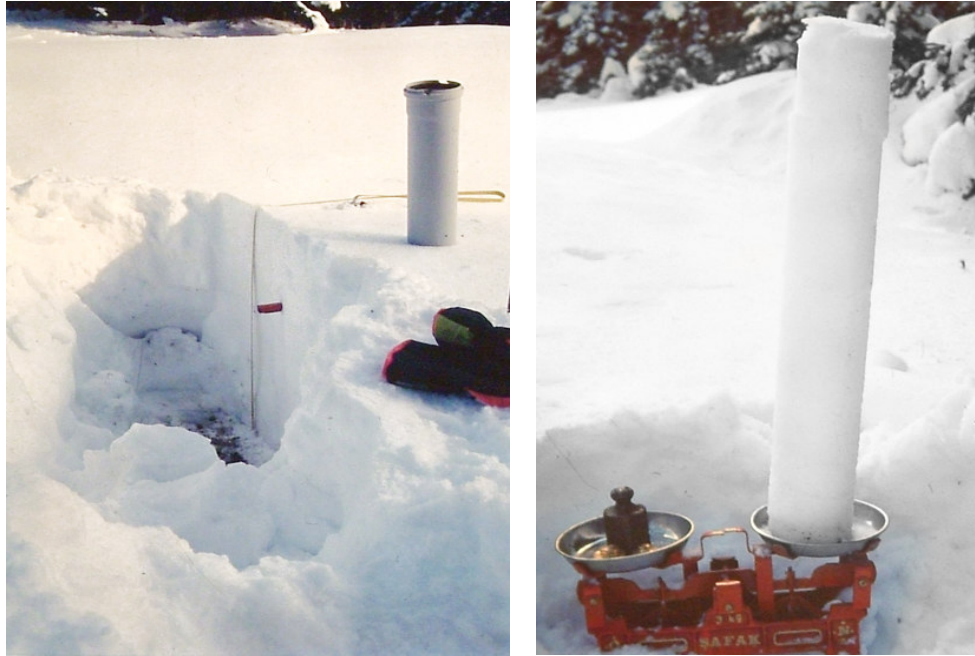
Şekil 3.12 : Kar yağışı derinlik ölçümlerinde kullanılan sabit eşeler

3.2.2.3. Kar yoğunluğunun Belirlenmesi

Kar yoğunluğu, bir kar örtüsünün birikim yoğunluğu olarak tanımlanır. Kar yoğunluğu belli hacimdeki kütle olarak ifade edilmektedir (kg/m^3 , gr/cm^3) (Özyuvacı, 2001). Kar su eşdeğeri ve yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla belli bir yüzey alanına sahip ve belli hacimdeki borular kullanılarak (Şekil 3.14) kar numuneleri alınmış, hacmi ve ağırlığı tesbit edilerek bu veriler yardımıyla amprik formüller yardımıyla kar su eşdeğeri ve yoğunluğu tesbit edilmiştir.



Şekil 3.13 : Orman altı ve açık alan kar profillerinde kar özelliklerinin belirlenmesi



Şekil 3.14 : Bazı kar özelliklerinin ölçümü

Bir kar kütlesi içerisindeki toplam hacmin hava ile dolu gözeneklerin oranına, kar örneğindeki kütleli orana ve hacmine göre ifade edilir. Sonuç olarak kar yoğunluğu (S_h), Kar Su Eşdeğeri eşitliğinden çekilmek suretiyle Kar derinliğinin (S_h) kar su eşdeğerine ($S_{w/e}$) oranlanmasıyla bulunur (g/cm^3 veya kg/m^3). Buna göre;

$$S\gamma = \frac{w}{v} \quad (3.1)$$

$S\gamma$: Kar Yoğunluğu ($g/cm^3 = t/m^3$)

w : Kar numunesinin ağırlığı (g)

v : kar numunesinin hacmi (cm^3)

Türkiye’de; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne havza kar gözlemlerinde “Mount Rose” tipi kar ölçüm aleti; Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün de “OSK 771” tipi kar ölçüm aleti kullanılmaktadır. Bu çalışmada ise literatürde adı geçen “Mount Rose”, “OSK 771”, “Vogelsberg” gibi ölçüm aletlerden yola çıkılarak çapı ve darası belli olan bir PVC boru ve terazi yardımıyla birim hacimdeki kar ağırlığı belirlenmiştir (Şekil 3.13; 3.14).

3.2.2.4. Kar Su Eşdeğerinin Belirlenmesi

Bir kar örtüsü içinde yağış olarak depolanan suyun toplam miktarı kar su eşdeğeri olarak tanımlanır, mm. veya cm. olarak verilir . Aynı kar derinliği olan tabakalarda kar su eşdeğeri birikme yoğunluğuna bağlı olarak değişir (Brechtel, 1969). Kar derinliği yalnız başına kar su eşdeğerini belirlemede yeterli değildir. Çünkü: yeni yağan kar derinliği arttırır, yoğunluğun artması halinde derinlik azalır, buharlaşmadan dolayı derinlik azalır .Kar yağışlarıyla oluşan kalıcı kar kütlelerinde su verimi açısından ağırlıklı olarak ilgi duyulan öğeleri veya hidrometeorolojik parametreleri, kar örtüsünün kapladığı alan ile bu alandaki kar derinliği ve kar yoğunluğunun belirlenmesi oluşturmaktadır. Zira, burada açığa çıkacak akış hacminin belirlenmesi karda su eşdeğerinin yani erime sonucunda oluşacak su sütunu yüksekliğine bağlı bulunmaktadır. Karın su eşdeğeri ise kar örtüsünün yoğunluğu ile derinliğinin çarpımına eşittir. Gereksinim duyulan bu verileri sağlamak üzere sürdürülen gözlemlerde ölçümler, seçilen örnekleme noktalarında kar örnekleme setleriyle gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.14).

Pratikte kar örtüsünün kar su eşdeğeri tayini şu şekilde yapılmaktadır:

$$W = \frac{10}{qw} * \frac{G}{A} \quad (3.2)$$

W : Kar su eşdeğeri (mm),

G : Kar sütununun ağırlığı (gr),

A : Kar numune alma tüpünün yüzey alanı (cm²),

q_w : Tübün yoğunluğu (gr/cm³) (q_w≅1~gr/cm³)

3.2.2.5. Kar Örtüsünde Yükseltiyle Değişiminin Belirlenmesi

Kar örtüsünün yükseltiyle değişiminin belirlenmesi amacıyla her deneme noktasına gidildiğinde arazide ilk karın görüldüğü kottan başlanarak her 50 m de bir kar derinlikleri ölçülmüştür.

Devamlı kar örtüsünün derinliği kar eşelleri (direkleri) kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaca göre gözlem her gün veya beş günlük aralarla yapılabileceği gibi, erişilmesi güç olan yerlerde dürbün, helikopter vb. vasıtalar kullanılarak 15 veya 30 günde bir yapılır. Bu çalışmada araziye gidilen 15 günlük periyotlarla yapılan ölçümlerle kar örtüsünün yükseklik değişimi belirlenmiştir. Bu şekilde ölçülen derinlikler devamlı kar örtüsü derinliğidir ve kar örtüsü derinliğinin zamana göre değişimini verir (Gürer, 1982).

Mevsimsel kar örtüsünün alansal genişliğinin tedrici olarak kar erimesi sezonunda azalması dağ havzalarının tipik özelliğidir. Kar örtüsünün azalma eğrileri, SRM (Snowmelt Runoff Model) 'e önemli bir girdi değişkeni olarak günlük değerlerin kestirilebilmesi için, periyodik kar örtüsü haritasından enterpole edilir. Kar örtüsü; karasal gözlemlerden (çok küçük havzalar), uçak (hava) fotoğraflarından (özellikle bir taşkın teklikesinde) ve en etkin olarak ta özellikle de büyük havzalar için uydularla tesbit edilebilir (Malkoç, 2002).

3.2.3. Deneme Alanlarında Kar Erimesinin Belirlenmesi

Mart-haziran dönemi günlük akış yükseklikleri ile havza kar erime miktarları karşılaştırılmış, akış yüksekliği ile sıcaklık, kar erime miktarı, havza kar örtüsü ve toplam yağış arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Böylece kar örtüsü oluşumu, erimesi ve akımı analiz edilmiştir.

3.2.3.1. Beklenebilecek En Yüksek Yağış ve Kar Erimesi

Geniş yağış havzalarında, yüksek enlemlerde yer almaları halinde beklenebilecek en yüksek taşkınların nedenini, yağmur şeklinde düşen yağışlardan çok kar erimesi oluşturmaktadır. Taşkın akımının miktarı ve zamansal dağılımı bir ölçüde sağanak yağışların maksimizasyonuna eşdeğer tutulabilecek şekilde en yüksek sıcaklık, rüzgâr, yoğunlaşma noktası sıcaklığı ve güneşlenme değerlerinden hesaplanan kar erime miktarları esas alınarak belirlenebilmektedir.

Daha aşağı enlemlerde, beklenebilecek en yüksek taşkın akımlarının oluşumunda temel etken genellikle yağmur şeklinde düşen yağışlar olmakta kar erimesi ise maksimum taşkın hidrografına kısmen yaptığı etki ile gündeme gelmektedir. Maksimize edilen sağanak yağışlara eşlik eden sinoptik koşullardan yararlanılarak belirlenen kar erime miktarları maksimize edilen yağış miktarlarına ilave edilebilmektedir. Bazı yağış havzalarında en yüksek taşkın akımını soğuk mevsimde karşılaşılan bir sağanak yağışının kar erimesi ile birlikte mi yoksa daha yoğun, ancak mantıksal olarak kar erimesinin eşlik etmesinin söz konusu olmadığı bir yaz yağışının mı oluşturduğu konusu ancak ayrıntılı analizlerden sonra ortaya konabilmektedir (Özyuvacı, 2001).

3.2.3.2. Araştırma Alanlarının Bulunduğu Havzalardaki Hidrometeorolojik Gözlemler

Araştırma alanlarının bulunduğu havzalarda ve komşu havzalarda DSİ ve EİEİ tarafından çeşitli akım ölçme gözlemleri yapılmaktadır. Bu istasyonların bir kısmı çalışma döneminden önce kapatılmış bir kısmı da halen ölçmelere devam edilmektedir. Bu havzalarda yapılan akım ölçmelerinden yararlanılarak yukarı havzalardaki kar erimleri hakkında sonuçlara varılmaya çalışılmıştır (Tablo 3.8).

Kış mevsiminde daha çok yüksek rakımlı yerlerde görülen kar örtüsü daima belli bir potansiyele sahiptir. İlkbaharda havaların ısınmasıyla beraber kar önce toprağı nem bakımından doyurur, sızma, derine sızma ile yeraltı su tabakası maksimum seviyesine ulaşır. Yüzeysel akışın başlamasıyla, nehirler, göller, barajlar vb. dolmaya başlar.

Türkiye, birçok ılıman iklime sahip ve dağlık arazisi olan yerlerde olduğu gibi akışın büyük bir kısmı doğrudan doğruya kar yağışından oluşmakta, özellikle ilkbahar taşkınları karların erimesinden meydana gelmektedir. İlkbahar taşkınlarının tahminleri esas olarak havzaların yukarı kesimlerine yerleştirilmiş kar ölçüm noktalarındaki

periyodik rasatlara dayanmaktadır. Bir hidrolog açısından kar örtüsü yüksek yerlerdeki su depolamasıdır.

Tablo 3.8 : Araştırmada kullanılan hidrometeoroloji istasyonları

İstasyon Adı	Nosu	Tipi	Enlem ve Boylam	Yükseltisi
Kastamonu	17074	Mİ	41° 22' N - 33° 47' E	800 m
Ilgaz	17648	Mİ	40° 55' N - 33° 38' E	885 m
Devrekani Çayı - Azdavay	13-07	EİEİ - AGİ	41° 38' 30" N - 33° 18' 04" E	815 m
Gökırmak - Kuyluş	15-24	EİEİ - AGİ	41° 35' 07" N - 34° 20' 12" E	475 m
Gökırmak - Pürtülü	15-45	EİEİ - AGİ	41° 35' 58" N - 34° 15' 52" E	895 m
Devrekani Çayı - Cürümören	13-15	DSİ - AGİ	41° 35' 58" N - 33° 30' 08" E	925 m
Karasu Ç. - Değirmenözü	15-25	DSİ - AGİ	41° 16' N - 33° 49' E	895 m
Daday Ç. - Goncalar	15-226	DSİ - AGİ	41° 28' N - 33° 35' E	805 m

Kar hidrolojisi taşkın hidrografları analizleri ile ilgili olarak, değişik hava şartları, bitki örtüsü arazi şartları altında kar erime hızlarını belirler (Gürer, 1982; Gürsu ve diğ., 1995). Kar hidrolojisi, kar örtüsünün su eşdeğerini tespit ettikten sonra, kar erime mevsimi sonunda baraj, suni göl veya benzeri depolama tesisine havzadan gelecek toplam su hacmini hesap etmekle yükümlüdür. Hesap edilecek husus toplam su hacmi olmayıp maksimum debi, belirli bir kesitte maksimum su seviyesi olabilir. Bazen de maksimum su seviyesinin tarihini belirlemek gerekebilir (Gürer, 1982).

3.2.3.3. Kar Erimesi Belirlenmesi

Bir hidrolog açısından kar örtüsü yüksek yerlerdeki su depolamasıdır. Bu cümleden olarak kar erimesi hidrolojik açıdan zamansal ve miktar olarak çok önemlidir. Aşağı havzaya gidecek su miktarı kar erimesinin hızlandırılarak ve yavaşlatılarak kontrol altına alarak havza amenajmanı ve hidrolojik bakımından önemli bir unsurdur (Özyuvacı, 2001). Bu nedenle kar erime ölçüm ve gözlemleri yapmak amacıyla kar örtüsünün fiziksel parametrelerinin zaman içinde ve yerel dağılımları incelenmiş, kar erime oranları belirlenmiştir.

Malkoç (2002) 'ye göre en çok kullanılan kar erimesi akış modelleri UBC (Kanada), NAM (Danimarka), SSARR (ABD), PRMS (ABD), NWSRFS (ABD), HBV (İsveç), CEQUEAU (Kanada), TANK (Japonya) ve SRM (İsviçre) 'dir. Bu modellerin çoğu kar erime hesaplamaları için sıcaklık indisi yaklaşımını kullanır.

Kar erimesi, kar kütlesi ve çevresi arasında ısı transferinin farklı birçok işlemleri sonucu meydana gelir. Coğrafik, jeolojik, topografik ve vejetatif faktörler kar erime işlemlerinde önemli etkilere sahiptir. Kar erimesi miktarı, ayrıca kar kütlesinin kendi durumuna da bağlıdır. Netice olarak, kar erime miktarını belirlemek oldukça karmaşıktır ve belirli basitleştirici kabuller kar erimesinde pratik hesaplamalarda kullanılır (Malkoç, 2002).

Kalıcı kar kütlelerinin erime sürecinde açığa çıkacak su içeriğini güneş radyasyonu, hava sıcaklığı, rüzgâr hızı ve buhar basıncının fonksiyonu olarak enerji dengesi yöntemi ile tahmin etmek mümkündür. Ancak bu faktörlerin havza içersinde büyük ölçüde yerel değişimler göstermesi ve saptanmalarında karşılaşılan güçlükler daha basit ve kullanılmaları kolay olan ampirik yöntemler ile oluşturulan denklemlerin tercih edilmesine neden olmaktadır.

Araştırmada derece gün yöntemi ile kar erimesi tahmin yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem;

Derece – Gün Yöntemi

Kar erimesinin havza bazında tahmininde en yaygın uygulama olarak derece - gün yöntemi kullanılmaktadır. Sıcaklık ile ilgili verilerin genellikle mevcut oluşu ve bir yağış havzası üzerindeki sıcaklık değişimlerinin kolaylıkla belirlenebilmesi derece - gün faktörünün saptanma ve uygulanması açısından avantaj sağlamaktadır. Burada kar yüzeyine yakın hava tabakasının sıcaklığının kar erimesinde etkin ısı alış verişinde rol oynayan etkenlerle geniş ölçüde uyum gösteren fiziksel bir entegrasyon oluşturması, rüzgar hızının çok fazla olduğu anormal durumlar hariç tutulduğunda ısı alış verişinde her aşamanın hava sıcaklığı ile ilişkiye getirilebilecek bir özellik taşıması da bu yaklaşımın iki yönlü olarak geçerlilik kazandığını ortaya koymaktadır. Örneğin; yoğunlaşma sonucu erimede, buhar basıncı gradyanını belirleyen yoğunlaşma noktası sıcaklığı ile minimum günlük hava sıcaklığı arasında yüksek bir korelasyonun varlığı dikkat çekmektedir. Maksimum günlük sıcaklık veya sıcaklıktaki değişim sınırları güneş radyasyonunda bir indeks olarak alınabilmektedir. Yine uzun dalga radyasyonu normal koşullar altında hava sıcaklığının doğrusal bir fonksiyonu olarak açıklanabilmektedir.

Bu konuda, derece-gün faktörü olarak 0°C dışında bir taban oluşturmak üzere maksimum ve minimum günlük sıcaklık değerlerine değişik ölçüde ağırlık veren bir yaklaşıma ulaşmak için bir hayli çaba sarf edilmiştir. Ancak, kar erimesi ve sıcaklık alışverişinin gün içersinde gösterdiği değişim göz önünde tutulduğunda derece-gün faktörünün belirlenmesinde günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların, 0°C nin baz olarak alındığı bir yaklaşımla günlük süreler için bir birim olarak değerlendirilmesinin en uygun ve mantıklı çözüm olabileceğini söylemek mümkündür.

Derece Gün yöntemi 'nde, günlük kar erimesiyle meydana gelecek su yüksekliğinin, o günde gelen radyasyon, rüzgar ve nem etkisini birlikte ifade eden ortalama sıcaklık derecesi ile orantılı olduğu kabul edilir. Bu ilişkiden hareketle kar erimesinin tahmininde aşağıdaki genel denklemden yararlanılır:

$$M = K T \quad (3.3)$$

M : Günlük potansiyel kar erime miktarı (mm)

K : Havza karakteristiklerini yansıtan derece gün faktörü

T : Günlük ortalama sıcaklık (°C) dır.

Denklemden yer alan Derece-Gün Faktörü günlük maksimum ve minimum sıcaklıkların, 0 °C baz alınarak değerlendirildiği bir katsayıdır. Erime süreci ilerledikçe artan bir değere sahiptir. 1 ile 10 arasında değişir. Ortalama değer olarak 2-4 alınabilir. Hesaplamalarda, eriyen karın bir kısmının önce kendi bünyesi içindeki boşluklarda ve oluşan kapillar kanallarda tutulduğu, ancak belirli bir nem yüzdesine ulaşıldıktan sonra akış haline geçtiği gözden uzak tutulmamalıdır. Bu şekilde tutulabilen suyun karın su eşdeğerine oranı 0,1 ila 0,3 arasında değişmektedir. Burada üzerinde durulması gereken bir diğer hususta, kar erimesinin tahmin edileceği alanda yükselti büyük ölçüde değişiyorsa, yükseltinin kar derinliği ve sıcaklık derecesi üzerindeki etkisinin de dikkate alınmasıdır. Bu gibi alanlarda yükselti basamakları uygun kademelere (300-500 m vb) ayrılmalı ve kar erimesi bu kademeler için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

Ayrıca, erimenin yağış havzasının infiltrasyon özelliği de dikkate alınarak tahmin edilmesi durumunda aşağıdaki tablodan da (Tablo 3.9) yararlanmak mümkündür (Özyuvacı, 2001 e göre Bayazıt ve diğ., 1997).

Tablo 3.9 : Derece – gün faktörü (mm/ °C)

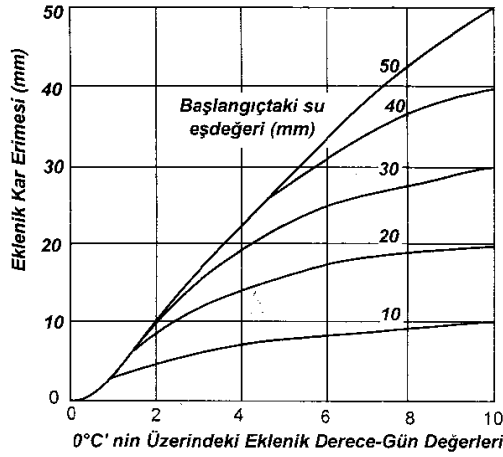
Havzanın Durumu	
Düşük akış potansiyeli	1
Ormanlık bölgeler; kuzeye bakan açık yamaçlar	2-3
Ortalama akış potansiyeli	3
Ormanlık güneye bakan yamaçlar; açık arazi	3-4
Yüksek akış potansiyeli	15

Diğer taraftan, sık kalıcı kar kütlelerinde depolanma ve erime sonucu oluşan suyun kar kütlesi içersinden geçerken uğradığı gecikme, toprak katmanı ile karşılaştırıldığında erime sürecinin kendi içinde açıklanması güç belirsizlikler nedeniyle genellikle farklılıklar göstermektedir. Bir kar kütlesi içersinde erime sonucu oluşan suyun profil içinden akabilir hale gelebilmesi için yaklaşık bir saat geçmesi ve buna ayrıca her 50 cm’lik kar derinliği için bir saat daha ilave edilmesi gerekmektedir. Erime döneminde, erime miktarlarındaki alansal değişimler ve karla kaplı alanların dağılımı ve kapladıkları alanlardaki azalma, büyük ölçüde topografik yapı ve bitki örtüsünün dağılımı vb. değişmeyen havza karakteristiklerine bağlı bulunmaktadır. Bu nedenle bir havzadaki erime miktarı, erime dönemindeki kalıcı kar kütlelerinin kapladığı ve katkıda bulunduğu alanlardaki koşulların etkisinde oldukça değişmez bir eğilim göstermektedir. Bu trendin ampirik olarak S-eğrileri ile tanımlandığı ilişkilerinde eğrilerin şekli üzerinde de etkili olduğu gözlenmektedir (Şekil 3.15). Böylelikle ortalama erime miktarı, başlangıçta az olmakta ancak katkıda bulunan alanlar fazlaştıkça artmaktadır. Erime döneminin sonuna doğru, erimeye katkıda bulunan alanın azalması nedeniyle eğrilerin eğimi büyük ölçüde düşmektedir (Şekil 3.15). Eğrilerde eğimin en fazla olduğu bölümler katkıda bulunan alanların en fazla, dolayısıyla erime koşullarının en uygun olduğu döneme rastlamaktadır. Oransal erime miktarları, sonraki dönemlerde kar örtüsünün alansal olarak daha geniş bir alana katkıda bulunması nedeniyle başlangıçtaki kar miktarı ile karşılaştırıldığında daha büyük çıkmaktadır. Eğrilerde eğimin fazla olduğu bölümler daha önce verilen tablolardaki (Tablo 3.9) değerlere tekabül etmektedir. Kalıcı kar kütlelerindeki evaporasyon kaybı, kısa dönemler alındığında ihmal edilebilecek kadar az

olmakta hatta bundan fazlası kar yüzeyinde yoğunlaşma ile karşılanarak dengeye getirilmektedir.

Dağlık alanlarda büyük miktarda kar birikimi söz konusu olduğundan erime mevsimi bir kaç ayı kapsayabilir ve erime koşulları geniş sınırlar içerisinde değişen yükselti nedeniyle büyük farklılıklar gösterebilir. Dolayısıyla, bu gibi alanlara ait derece-gün değerleriyle erime arasındaki ilişkileri veren eğrilerden (Şekil 3.15) ancak sınırlı ölçüde yararlanılabilir.

Evaporasyon kaybı uzun ılık dönemlerde önemli olabilmektedir. Erime mevsiminde birbirini izleyen gözlemlerle, karla kaplı alanlardaki ve meteorolojik faktörlerdeki değişimlerin yorumlanması sonucunda saptanan erime miktarlarında yükseltiye bağlı olarak ortaya çıkan farklılıklar açıklanabilmektedir. Böylece havza içerisindeki yükselti basamaklarında su verimine kar erimesinden sağlanan katkılar belirlenebilmektedir. Ancak dağlık alanlardaki kar kütlelerinde derinliğin fazla olduğu kesimlerde eriyen kardan açığa çıkan suyun, kar kütlesi içindeki retansiyonla tutulan kısmı üzerinde de önemle durulması gerekmektedir. Rüzgâr hızı ve nemliliğin yüksek olduğu olağandışı hallerde, derece-gün faktörü değerleri ortalama daha yüksek olarak alınmalıdır.



Şekil 3.15 : Bir yağış havzasında derece-gün değerleri ile erime arasındaki ilişki (Özyuvacı, 2001 e göre WMO, 1970)

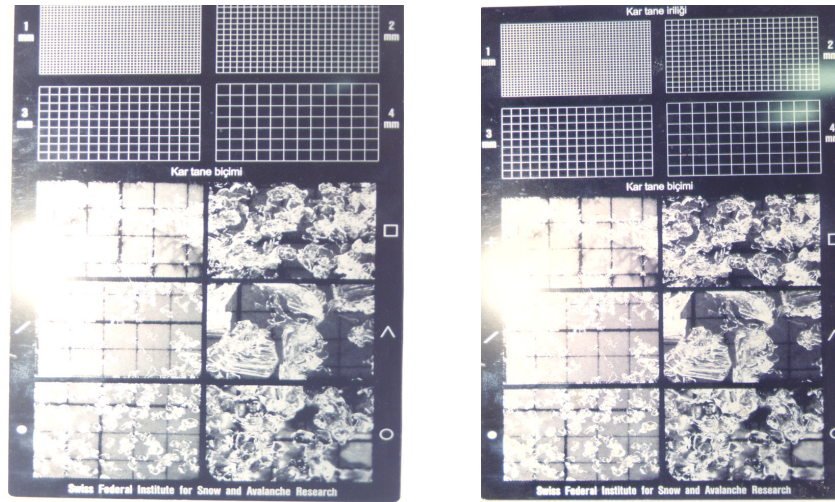
3.2.4. Çığ Potansiyelinin Belirlenmesi Yöntem ve Çalışmaları

3.2.4.1. Kar Profilinin Çıkartılması

Kar profili çığ potansiyelinin belirlenmesi amacıyla çıkartılmıştır. Bununla bağlantılı olarak yapılan çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Kar Profilinde Yapılan Çalışmalar

Kar profilinin çıkartılması; daha önceden yağan ve yeni yağan kar miktarı ile özelliklerinin belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca kar profillerinde örnekleme yapılması çok daha kolay olmaktadır. Bunun için 20 m x 20 m =400 m² büyüklüğündeki deneme noktalarında merkezde bir tane ve deneme alanlarının köşelerinde 4 tane olmak üzere toplam 5 tane kar profili alınmıştır. Her profilde 1 m genişliğinde, toprak yüzeyine ulaşılan kadar kar çukur şeklinde kazılmıştır. Kar tabakası içerisinde başkalaşım gerek çığ oluşumunda ve gerekse de kar tabakasının su eşdeğeri ve erimesinde etkili olduğundan önemlidir. Kar profilindeki birikme yoğunluğu; kar kütlesi ve ağırlığı, ısınma ve sıcaklık, rüzgar hızı ve esme yönü ve yağışa bağlı olarak değişim gösterir (Gürer, 1977b). Bir kar profilinde, toprak profilinde yapılan incelemelere benzer şekilde çalışılmaktadır (Şekil 3.13; 3.14). Bir metre yardımıyla karın toplam derinliği belirlenmiştir. Daha sonra horizonlar ayırt edilmiştir ve bir 20x Lup yardımıyla kar tabakasında başkalaşım ve erimelere bağlı olarak oluşan horizonların kesin sınırları ayırt edilmiş ve kalınlıkları ölçülmüştür. Bunun için Şekil 3.16 verilen abaklardan yararlanılmıştır.



Şekil 3.16 : Kar Profillerinde başkalaşımları belirlemek için kullanılan abaklar

3.2.4.2. Çığ Potansiyelinin Belirlenmesi

Kar örtüsündeki başkalaşımın ve çığ potansiyelinin belirlenmesi amacıyla deneme alanları içerisinde veya yakınlarında çığ oluşumu bakımından müsait olan yerlerde yeteri kadar karın örtüsünün bulunduğu zamanlarda kar profilleri açılarak kar tabakasının horizon sınırları, horizonlardaki başkalaşım, kar örtüsündeki başkalaşım, kar tabakalarındaki sıcaklıklar, kar tane yapısı, sertliği, nem içeriği ve ramm dirençleri belirlenmiştir. Bu amaçla aşağıda belirtilen kar profili alma abaklarından (Şekil 3.17), ramm profilinden ve Avrupa çığ tehlike sınıflaması 'ndan faydalanılmıştır.

KAR PROFİLİ										Kış Sezonu : _____									
Yer : _____		Yükselti : _____		Bakı : _____		Bulutlanma : _____		Rüzgar : _____		Tarih : _____									
Gözlemci : _____		Hava D. : _____		Hava Sıcaklığı : _____ °C		Sağ : _____		Kar Yüksekliği : _____ cm											
R > 1200	R (N)	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0	H	F	D	K	W	G	Not
T _k (°C)	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	0	cm	mm			g/cm ³		
													230						
													220						
													210						
													200						
													190						
													180						
													170						
													160						
													150						
													140						
													130						
													120						
													110						
													100						
													90						
													80						
													70						
													60						
													50						
													40						
													30						
													20						
													10						
													0						
R > 1200	R (N)	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100	0	0						
T _k (°C)	-20	-18	-16	-14	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	0							

Şekil 3.17 : Kar Profili alma ve Ramm Direnci abağı (Bayer, 1994 e göre)

Kar profili alma ve ramm direnci belirleme abağında kullanılan kısaltmaların açıklamaları aşağıdaki şekildedir ;

R (N)	: Ramm direnci (Newton olarak, 10 N = 1 kg)
T _K (°C)	: Kar sıcaklığı (°C)
F	: Kar tabakasının tane formu (bkz. Tablo 3.10)
D	: Kar kristalinin çapı (mm)
K	: Kar tabakasının sertliği (bkz. Tablo 3.11)
W	: Kar tabakasının nem içeriği (bkz. Tablo 3.12)
G	: kar yoğunluğu kg/m ³)
Not	: Açıklamalar (Kar tabakasındaki başkalaşım, vb)

Ramm direnci aşağıdaki formül yoluyla ve kar tabakasının sertliğini belirlemede kullanılan el testi (Tablo 3.11) sonuçlarına göre belirlenmiştir.

$$R = T + H + (n.f.H/P) \quad (3.4)$$

R	: ramm direnci (kg)
T	: borunun kütlesi (kg)
H	: tokmağın kütlesi (kg)
N	: tokmakla yapılan darbe sayısı
f	: tokmağın düşüş yüksekliği (cm)
P	: n sayıdaki darbe sonunda nüfuz derecesi (cm) belirtmektedir.

Tablo 3.10 : Kar tabakasının tane formu

Adı	Açıklama	Sembolü	Tanıma Kodu
Yeni Kar	Kar orjinal kristal yapıda, ø 7 mm e kadar	+++	1
Düzensiz kar, Filzig	Düzensiz yapıdaki kar, Filzig kar (eş sıcaklık başkalaşımının başlaması), eş sıcaklık başkalaşımının başlangıcı, yaklaşık ø 1-3 mm		2
Yuvarlak şekilli kar	Küçük yuvarlak, hemen hemen küre şeklinde (eş sıcaklık başkalaşımının sonu, eski kar), yaklaşık ø 1 mm		3
Kenarlı kaba kristalli kar	Tek tek keb-narlar veya yüzey ve kenarlar tanınabilir (sıcaklık gradyanı başkalaşımının başlaması), sıcaklık gradyanı başkalaşımı başlangıcı, yaklaşık ø 1,5-3 mm		4
Şeker karı, Erimiş kar	Oyuk kısımlarında düz yüzeyler ve belirgin kenarlar, kısmen kırık taneler, sıcaklık gradyanı başkalaşımı sonu, yaklaşık ø 2-5 mm		5
Erime formu	Yuvarlak, birleşmiş taneler, oldukça büyük ve şeffaf, ø yaklaşık 1-3 mm		6
Yüzek çiği, yüzey şekeri	İnce, tıvrıllı veya düz yüzeyli kar kristali, çoğunlukla tümleşik yapıda		7
Buz lameli, ince buz	Sert fakat oldukça ince buz tabakası, birkaç cm den daha kalın	E	8

Tablo 3.11 : Kar tabakasının sertliği

Adı	Açıklama		Sembolü	Tanıma Kodu
	El Testi	Ram direnci (N)		
Çok yumuşak	Yumruk	0-20	—	1
Yumuşak	4 parmak	20-150	/	2
Orta sert	1 parmak	150-500	X	3
Sert	Kurşunkalem	500-1000	//	4
Çok sert	Bıçak	1000 üzeri	XX	5
Buz	----	----	E	6

Tablo 3.12 : Kar tabakasının nem içeriği

Adı	Açıklama	Sembolü	Tanıma Kodu
Kuru	Kar sıcaklığı 0 °C ,nin altında	—	1
Az nemli	Kar sıcaklığı 0 °C civarında, su belli değil	I	2
Nemli	Su içeriği belli, su akışı yok	II	3
Islak	Su içeriği tanınır, su akışı var	III	4
Çok ıslak	Suyla doygun	IIII	5

Çığ tehlikesinin sınıflandırılması „Avrupa Çığ Tehlike Skalası“ (Bayen, 1994) na göre değerlendirilmiştir (Tablo 3.13).

Tablo 3.13 : Avrupa Çığ Tehlike Skalası

Tehlike Sınıfı	Kar Örtüsü Stabilitesi	Çığ oluşma ihtimali
1 az	Kar örtüsünde, genelinde iyi bir stabilite ve sıkı bağlılık mevcut	Çığların oluşması ancak büyük ^{**}) ekstra yüklerle çok küçük, ekstrem dik yamaçlarda ancak mümkündür. Kendiliğinden ancak yalnızca küçük çığlar (kaymalar) beklenir.
2 orta	Kar örtüsünde, bazı ^{*)} dik yamaçlarda orta derecede bir sıkı bağlılık mevcut onun haricinde iyi bir sıkı bağlılık var	Çığların oluşması ancak büyük ^{**}) ekstra yüklerle ancak bahsedilen dik yamaçlarda muhtemeldir. Büyük kendiliğinden oluşabilecek çığlar beklenmez.
3 önemli	Kar örtüsünde birçok ^{*)} dik yamaçlarda orta dereceden zayıf dereceye kadar bir sıkılık var	Çığların oluşması düşük ^{**}) ekstra yüklerle ancak bahsedilen dik yamaçlarda muhtemeldir. Kendiliğinden bazı orta derecedeki, tektük büyük çığlarda söz konusudur
4 büyük	Kar örtüsünde çoğu ^{*)} dik yamaçlarda zayıf bir sıkılık mevcut	Çığların oluşması her halükarda düşük ^{**}) ekstra yüklerle birçok dik yamaçlarda muhtemeldir. Kendiliğinden birçok orta derecedeki, ancak çoğunlukla da büyük çığlar söz konusudur
5 çok büyük	Kar örtüsünde genellikle zayıf bir sıkı bağlılık mevcut ve çoğunlukla stabil değil	Kendiliğinden çok sayıda büyük çığlar, kuvvetli eğime sahip dik yamaçlı arazilerde derecedeki beklenir.

^{*)} Çığ durum raporlarında genellikle detaylı olarak tarif edilir (yükseltisi, bakışı, arazi yüzey şekli vs)

“dik yamaçlar” ile 30 derecenin üzerindeki dik yamaçlar anlatılmaktadır.

^{**}) ekstra yük

Büyük : örneğin; birbirlerine çok yakın kayakçı grupları, pist araçları, çığ yaratma elemaları

Az : örneğin; tek kayakçı, yaya gezen

Tanımlar : “kendiliğinden” insan etkisi olmadan

“ekstrem dik yamaçlar” özellikle uygun olmayan yamaçlarda eğim, arazi yüzey şekli, tepeye yakın yerler ve yer yüzeyinin prüzülülüğü anlaşılır

Sıcaklık Ölçmeleri

Standart cıvalı termometre kar profilleri açıldıktan sonra her horizonun karın sıcaklığı ölçülmüştür. Ayrıca bu ölçüm sırasında kar sıcaklığı ölçülürken ayrı bir termometre yardımıyla da hava sıcaklığı ve toprakla temastaki sıcaklık ölçülmüştür (Şekil 3.13; 3.14).

3.2.5. İstatistik Değerlendirmeler

Çalışmada açık alanda ve orman altı için ayrı ayrı belirlenen verilerin karşılaştırılması için nonparametrik yöntemlerden Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Bunun için her kış sezonunda aynı yükselti basamağındaki orman altı ve açık alan değerleri arasında fark olup olmadığı incelenmiştir. Buna ek olarak yükselti farkları gözetilmeden aynı sezondaki orman altı ve açık alana ait verilerin karşılaştırılması da yapılmıştır. Ek olarak yine aynı sezon içindeki orman altı ve açık alan verileri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile incelenmiştir. Korelasyon analizinde Pearson's correlation coefficient yöntemi kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 15 (Statistical Package for the Socical Science) bilgisayar paket programından yararlanılmış olup, veriler 0,05 güven düzeyinde karşılaştırılmış ve ilgili tablolarda gösterilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. DENEME ALANLARININ BAZI KARAKTERİSTİKLERİNE AİT BULGULAR

4.1.1. Deneme Alanlarının Tanıtımı

Daha önceki bölümlerde, çalışmanın amacı ve çalışma ile elde edilmek istenen sonuçlar açıklanmıştı. Kısaca çalışmanın amacı şimdiye kadar kar, kar hidrolojisi ve çığ ile ilgili yapılmış literatürlerin irdelenmesi ve yükselti basamaklarına göre kuzey-güney istikametinde seçilen deneme alanlarında ormanlık ve açık alanlardaki bazı kar özelliklerinin belirlenmesi ve hidrolojik olarak öneminin ortaya çıkartılmasıdır.

Bu amaçla deneme alanı olarak belirlenen Kastamonu yöresindeki farklı yükseklik basamaklarında yer alan ve uzun süreli meteorolojik gözlemleri içeren deneme alanları seçilmiş (Tablo 4.1) ve bu alanlarda özellikle orman altı ve açık alan kar yağıışı, kar derinlik, kar yoğunluk ve kar su eşdeğerli, hava ve kar örtüsündeki çeşitli kademelerdeki sıcaklıklar ölçülmüştür (Ek Tablo 1-9). Meteorolojik veriler DMİ Kastamonu ve Ilgaz istasyonlarından alınmıştır. Kar erime akımlarının belirlenmesi amacıyla EİEİ ve DSİ akım ölçme istasyonu verileri kullanılarak amprik formüllerden hesaplanmıştır. Ayrıca, deneme alanların içerisinde yer aldığı havzaların hidrolojisi ve çığ oluşumu açısından önemli olan bazı karakteristikleri incelenmiştir. Yukarıda açıklanan hususlara ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

4.1.1.1. Azdavay Merkez

Azdavay Merkez deneme sahası Kastamonu'nun Azdavay ilçesinde Merkez Orman işletme şefliğinden sınırları içerisinde 800 m yükseltide çok hafif dalgalı arazi genelde düze yakın bir topografya sahiptir. Deneme alanı 41° 38' 23" kuzey enlemi ile 33° 17' 56" doğu boylamındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56, sayfa 56). Açık alanda merkez odun deposu bulunup oldukça geniş bir arazi üzerindedir. Eski orman amenajman planına göre arazide B/C çağında sarıçam (*Pinus silvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra*

Arnold) ve göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.), 50-80 / 60 yaşlarında, 0,4-0,9 kapalılıkta bulunmaktadır.

4.1.1.2. Azdavay Sabuncular Mevkii

Azdavay Sabuncular deneme sahası Azdavay Kastamonu yolu üzerinde (18. km sinde), Sabuncular mevkiinde ve 950 m yükseltidedir. Arazi hafif eğime (% 5-8) sahip olup hakim bakı kuzeydir. Deneme sahası 41° 41' 30" kuzey enlemleri ve 33° 23' 51" doğu boylamları arsındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56). Sahada bozuk baltalık formunda sıklık çağında meşe (*Quercus* sp.) ve gürgen (*Carpinus* sp.) bulunmaktadır.

Tablo 4.1 : Kastamonu yöresindeki deneme alanlarında kar gözlemleri yapılan istasyonların deniz seviyesinden yükselteleri, coğrafik koordinatları ve meteorolojik gözlem süreleri .

Deneme Alanının Adı	Denizden Yüksekliği (m)	Coğrafik Koordinatları		Gözlem Süresi
Azdavay Merkez	800	41° 38' 23" N	33° 17' 56" E	1995-1999
Azdavay Sabuncular Mevkii	950	41° 41' 30" N	33° 23' 51" E	1995-1999
Küre Masruf Mevkii	1.100	41° 45' 35" N	33° 42' 35" E	1995-1999
Azdavay Sökü Mevkii	1.200	41° 38' 08" N	33° 16' 56" E	1995-1999
Daday Soğucaova Mevkii	1.350	41° 27' 46" N	33° 29' 47" E	1995-1999
Küre Kirazcık Mevkii	1.350	41° 46' 37" N	33° 42' 52" E	1995-1999
Bozkurt Göynük Dağı (Gülükutlu Mevkii)	1.750	41° 50' 00" N	33° 59' 00" E	1995-1999
İlgaz Dağı Kuzey Bakı	1.800	41° 04' 52" N	33° 43' 56" E	1995-1999
İlgaz Dağı Güney Bakı	1.800	41° 04' 52" N	33° 43' 56" E	1995-1999

4.1.1.3. Küre Masruf Mevkii

Masruf deneme sahası Küre-Kastamonu yolunun 17. km sinde Ambarlı mahallesinde 1100 m rakımdadır. Arazi hafif eğime (% 5) sahip olup hakim bakı huney batıdır. Deneme sahası 41° 45' 35" kuzey enlemleri ve 33° 42' 35" doğu boylamları arsındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56).

Eski orman amenajman planına göre sahada hakim ağaç türü sarıçam (*Pinus silvestris* L.) 50-80 / 60 yaşlarında, 0,4-0,9 kapalılıkta bulunmaktadır. Buna göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.), kayın (*Fagus* sp.) ve meşe (*Quercus* sp.) yer yer eşlik eder. Sahada çok az da olsa karaçam (*Pinus nigra* Arnold) da bulunmaktadır.

4.1.1.4. Azdavay Sökü Mevkii

Sökü deneme sahası, Azdavay ilçesinin kuzey batı istikametinde 41° 38' 08'' kuzey enlemleri ile 33° 16' 56'' doğu boylamlarındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56.). Deneme sahasında orman işletmesinin odun deposu bulunmaktadır. Arazi hafif dalgalı eğime (%5-10) sahip olup, 1200 m rakımdadır.

Eski orman amenajman planına göre arazide B/C çağında sarıçam (*Pinus silvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.), 50-90 / 80 yaşlarında, 0,5-1,0 / 8 kapalılıkta bulunmaktadır.

4.1.1.5. Daday Soğucaova Mevkii

Soğucaova deneme sahası, Daday ilçesinin kuzey batı istikametinde 41° 27' 46'' kuzey enlemleri ile 33° 29' 47'' doğu boylamlarındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56). Deneme alanı Ballıdağ orman yangın gözetleme kulesi mevkiinde, olup 1350 m yükseltidedir.

Eski orman amenajman planına göre arazide koru formunda göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.), ağırlıklı (0,8) ve sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold) (0,2) ve 50-90 / 80 yaşlarında, 0,5-1,0 / 8 kapalılıkta bulunmaktadır.

4.1.1.6. Küre Kirazcık Mevkii

Masruf deneme sahası Küre-Kastamonu yolunun 38. km sinde kuzey batıya doğru içeri 6 km girildiğinde Yayla mahallesinde bulunan orman gözetleme (1350 m rakımdaki) sahasındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56). Saha hafif dalgalı bir araziye (%3-5 eğim) sahip olup, hakim yön güney batıdır.

Eski orman amenajman planına göre sahada hakim ağaç türü sarıçam (*Pinus silvestris* L.) 60-100 / 80 yaşlarında, 0,6-0,9 / 0,7 kapalılıkta bulunmaktadır. Buna göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold), kayın (*Fagus* sp.) ve meşe (*Quercus* sp.) yer yer eşlik eder.

4.1.1.7. Bozkurt Göynük Dağı

Kastamonu Bozkurt ilçesinde Göynük (Gülükutlu) mevkiinde, 41° 50' 00" kuzey enlemi ve 33° 59' 00" doğu boylamındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56). Deneme alanı Gülükutlu orman gözetleme kulesi mevkiinde, olup 1750 m yükseltidedir.

Eski orman amenajman planına göre arzide koru formunda 0,7-0,8 kapalılıkta, 60-110 / 90 yaşlarında, saf göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) bulunmaktadır.

4.1.1.8. Ilgaz Dağı Güney Bakı

Deneme sahası Ilgaz kayak merkezindeki oteller bölgesinde 1800 m rakımda, 41° 04' 52" kuzey enlemleri ile 33° 43' 56" doğu boylamlarındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56). Arazi hakim yönü güney bakılı olup, ortalama %10-15 eğime sahiptir.

Eski orman amenajman planına göre arazide Koru formunda göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ağırlıklı (0,6-0,8) ve sarıçam (*Pinus silvestris* L.) (0,3-0,4) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold) (0,2-0,3) ve 60-110 / 90 yaşlarında, 0,7-1,0 / 9 kapalılıkta bulunmaktadır.

4.1.1.9. Ilgaz Dağı Kuzey Bakı

Deneme sahası Ilgaz kayak merkezindeki oteller bölgesinde 1800 m rakımda, 41° 04' 52" kuzey enlemleri ile 33° 43' 56" doğu boylamlarındadır (Tablo 4.1; Şekil 3.1, sayfa 56.). Arazi hakim yönü kuzey bakılı olup, ortalama %5-8 eğime sahiptir.

Eski orman amenajman planına göre arazide Koru formunda göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ağırlıklı (0,6-0,8) ve sarıçam (*Pinus silvestris* L.) (0,3-0,4) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold) (0,2-0,3) ve 60-110 / 90 yaşlarında, 0,7-1,0 / 9 kapalılıkta bulunmaktadır.

4.2. HAVZA VE DENEME ALANLARININ BAZI KARAKTERİSTİKLERİNE AİT BULGULAR

Araştırma alanını bulunduğu Kastamonu ilindeki deneme alanlarından Azdavay Merkez, Azdavay Sabuncular, Azdavay Sökü, Küre Masruf ve Küre Kirazcık Eİİİ 'nin 13 nolu Münferit Batı Karadeniz havzası 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzası ve Daday Soğucaova , Bozkurt Göynük Dağı ve Ilgaz deneme sahaları (Ilgaz Kuzey ve

Güney Bakı) ise 15 nolu Kızılırmak havzası 15-24 Gökırmak – Kuyluş havzası sınırları içerisinde bulunmaktadı. Buna göre bu havzalara ait bazı özellikler aşağıdaki şekilde bulunmuştur.

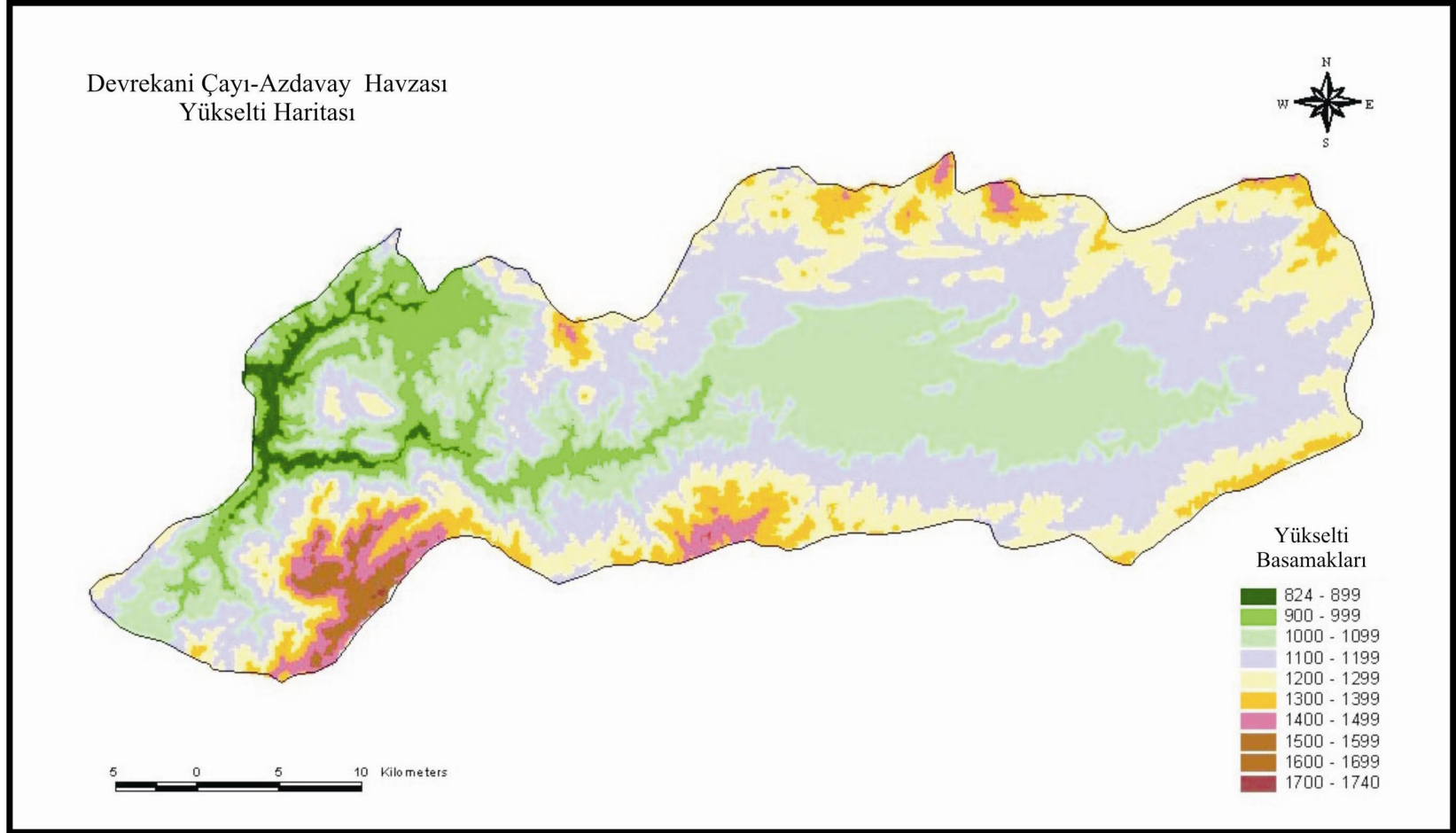
4.2.1. Havza Yüksekliklerine Ait Bulgular

4.2.1.1. 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay Havzasına Ait Bulgular

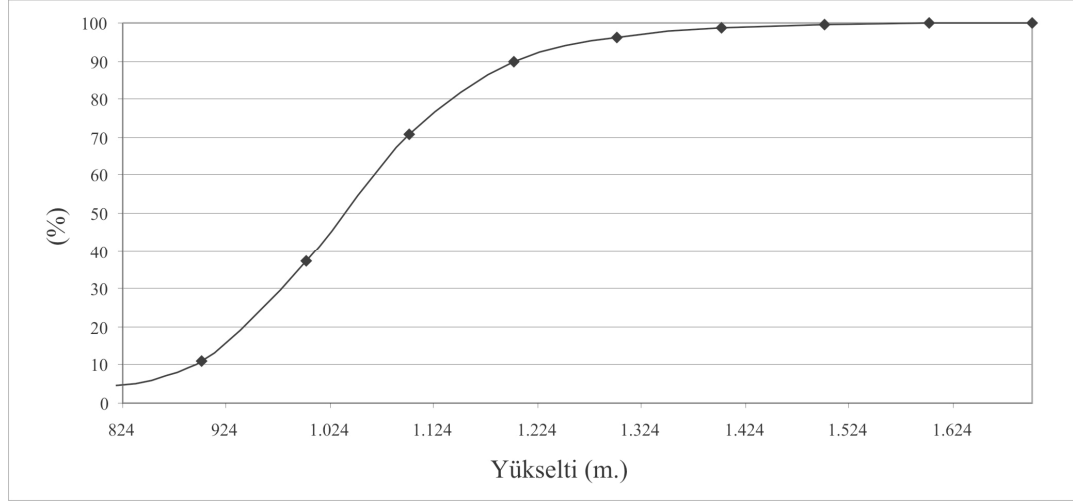
Havzanın ortalama yüksekliği 1.140 m dir. 100 m lik yükselti dilimlerine göre hazırlanan yükselti grupları Tablo 4.2 de verilmiştir. Havzanın egemen yükselti grubunun 36367,74 ha (%33,13) la 1100-1199 m, 29021,66 ha (%26,44) la 1000-1099 m ve 21335,23 ha (%19,44) la 1200-1299 m lik yükselti basamaklarının izlediği tablodan anlaşılmaktadır. Havza alanında 1000 m den daha düşük kotlu alanların 12074,34 ha la alanın %11 ni ve 1300 m den yüksek alanların da 10961,01 ha ile alanın % 9,99 unu oluşturduğu belirlenmiştir. Havzanın yükselti haritası Şekil 4.1 de, yükselti-% grafiği ise şekil 4.2 de görülmektedir. Arazi yapısı bakımından fikir verebilmesi için havzanın ve tüm Kastamonu ilinin 3D Sayısal Arazi Modeli (SAM) kabartma rölyefli haritası da çıkartılmıştır (Şekil 4.3 ve 4.4).

Tablo 4.2 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının yükselti basamakları

Yükselti Basamakları (m)	Y.B. Arası Alan (ha)	Kümülatif Alan D. (ha)	Toplam Alana oranı (%)
0 - 0	2.862,00	109.760,00	2,61
824 - 899	1.676,18	106.898,00	1,53
900 - 999	7.536,16	105.221,82	6,87
1000 - 1099	29.021,66	97.685,66	26,44
1100 - 1199	36.367,74	68.664,00	33,13
1200 - 1299	21.335,23	32.296,27	19,44
1300 - 1399	6.877,73	10.961,03	6,27
1400 - 1499	2.620,92	4.083,30	2,39
1500 - 1599	1.163,27	1.462,38	1,06
1600 - 1699	271,15	299,11	0,25
1700 - 1740	27,97	27,96	0,03
Toplam	109.760,01		100,00



Şekil 4.1 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının yükselti basamakları



Şekil 4.2 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının yükselti - % grafiği

4.2.1.2. 15-24 Gökırmak – Kuyluş Havzasına Ait Bulgular

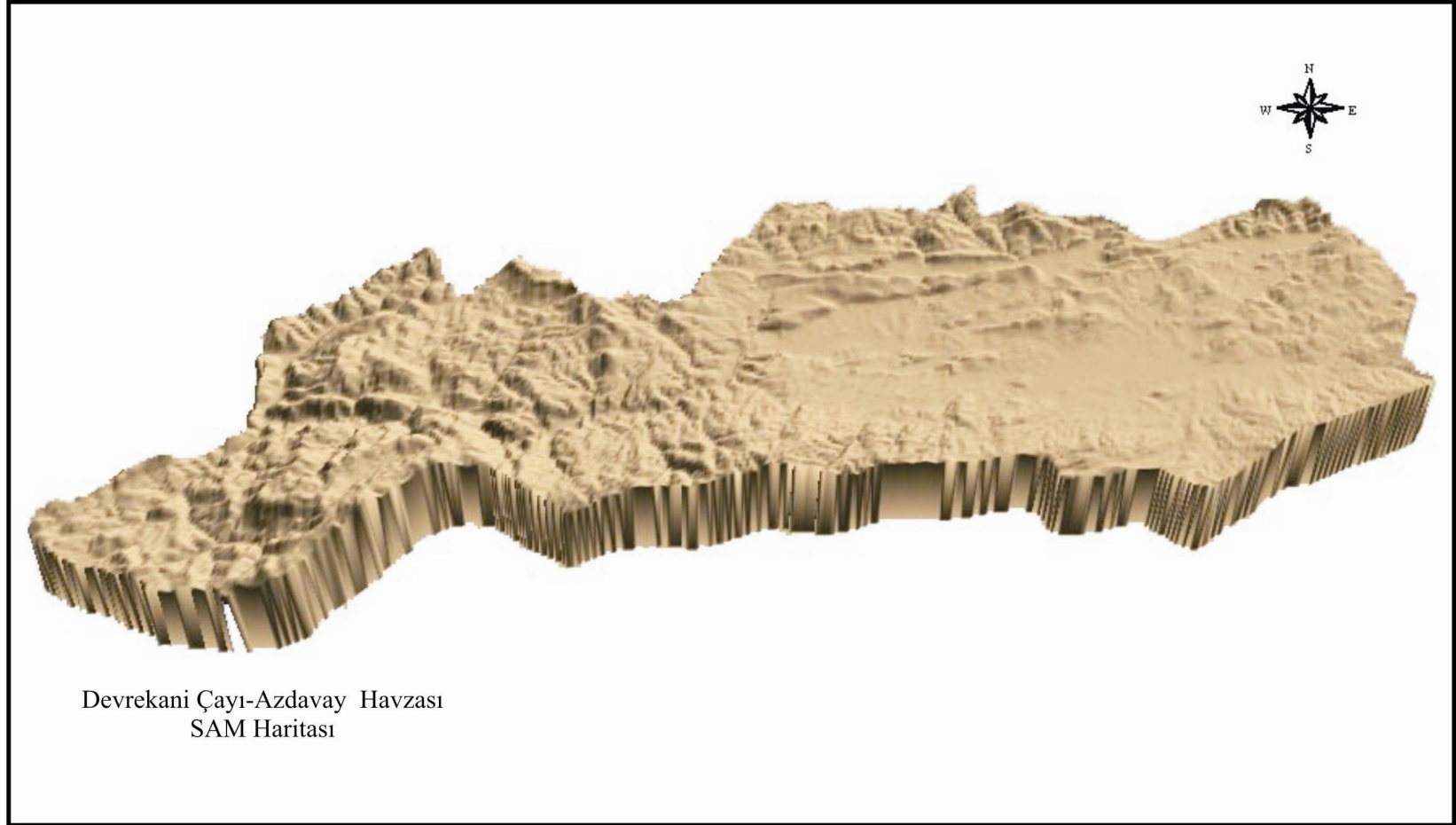
100 m lik yükselti dilimlerine göre hazırlanan yükselti grupları Tablo 4.3 de Şekil 4.5 de verilmiştir. Havzanın ortalama yüksekliği 1.125 m dir (Şekil 4.6).. 24.142,05 ha (% 5,76) la 600 – 699 m, 33.422,22 ha (% 7,97) la 700 – 799 m, 38.182,59 ha (% 9,11) la 800 – 899 m, 46.311,75 ha (%11,05) la 900 – 999 , 50.792,67 ha (% 12,12) la 1000 – 1099 m, 50.303,43 ha (% 12,00) la 1100 – 1199 m, 51.827,85 ha (% 12,36) la 1200 – 1299 m, 37.071,27 ha (% 8,84) la 1300 – 1399 m, 24.195,51 ha (% 5,77) la 1400 – 1499 m, 18.601,65 ha (% 4,44) la 1500 – 1599 m, 15.051,42 ha (% 3,59) la 1600 – 1699 m lik yükseltileri kapsadığı görülmektedir. 600 m nin altındaki yükseltilerin 9760,70 ha ile %2,33 ve 1700 m den yüksek alanların ise 19576,69 ha ile % 4,67 sini oluşturduğu belirlenmektedir (Tablo 4.3). Havzanın ve Kastamonu ilinin 3D SAM kabartma rölyefli haritası da çıkartılmıştır (Şekil 4.7 ve 4.4).

4.2.2. Havza Eğimlerine Ait Bulgular

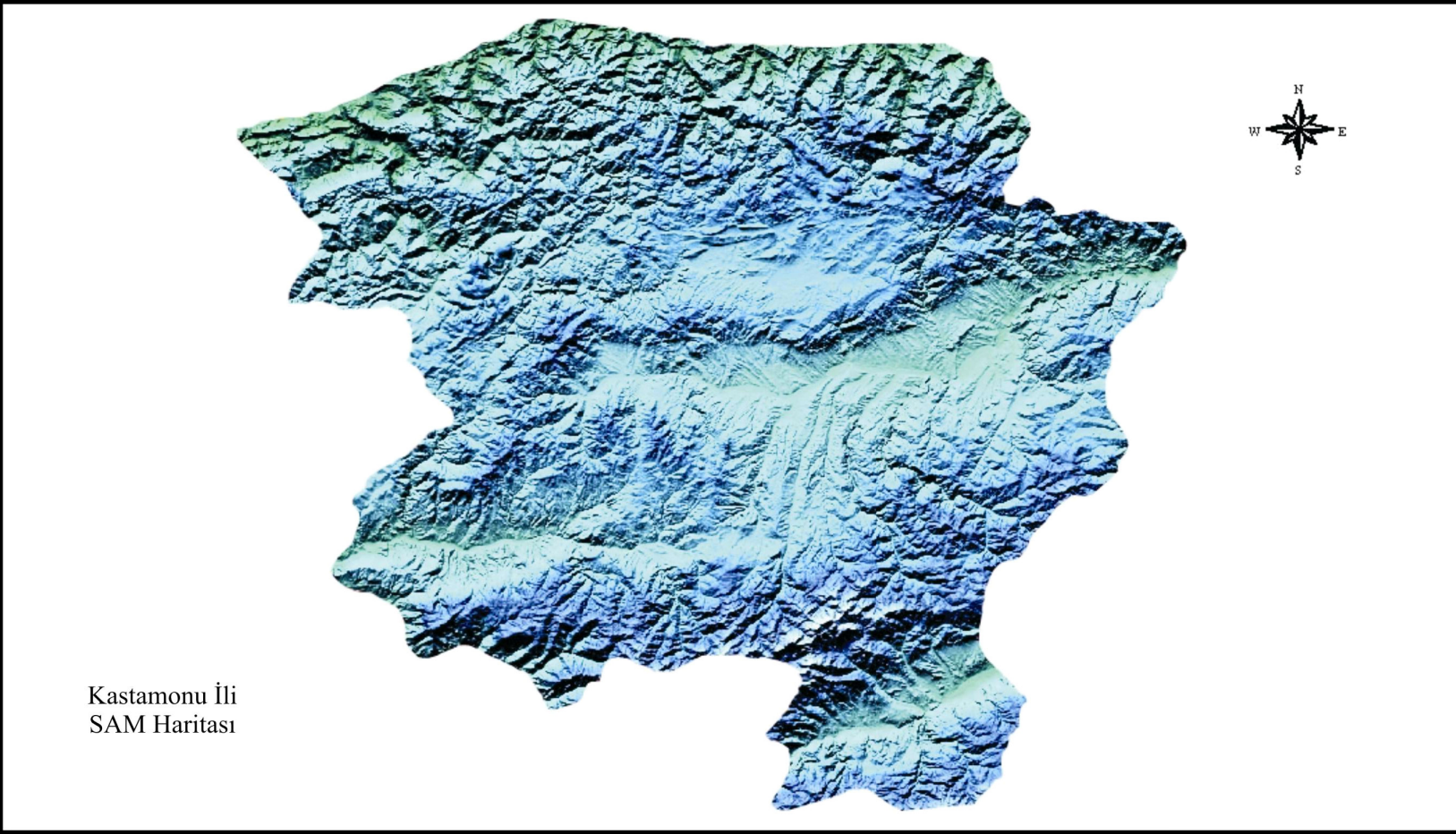
Eğim, grupları çık oluşum riskine göre belirlenmiştir.

4.2.2.1. 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay Havzasına Ait Bulgular

109760 ha lık havzanın 34912,75 ha %10-19 (dik eğimli), 20555,49 ha ı % 6-9 (orta eğimli), 16519,14 ha ı %20-29 (çok dik eğimli) ve 16142,90 ha ı %3-5 (hafif eğimli) arazi karakterindedir. Havzanın 10046,89 ha i yani %9,15 i 0-2 arasındaki düz arazi tanımına girmektedir. %83 ten büyük arazi miktarı 4379,07 ha ile havzanın %3,99 unu kapsamaktadır (Tablo 4.4 ve Şekil 4.8).



Şekil 4.3 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının SAM haritası



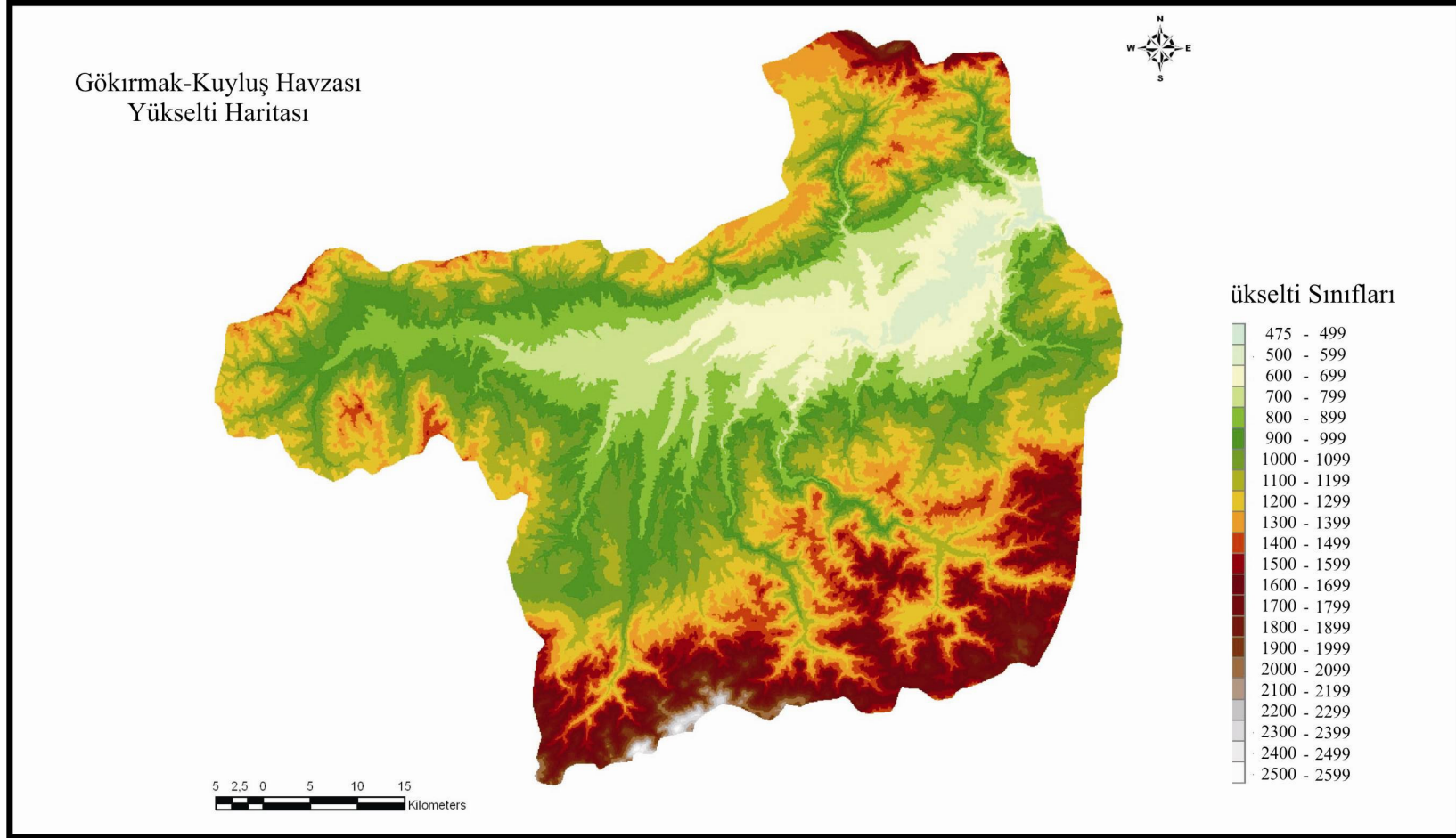
Şekil 4.4 : Kastamonu ilinin SAM haritası

Tablo 4.3 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının yükselti basamakları

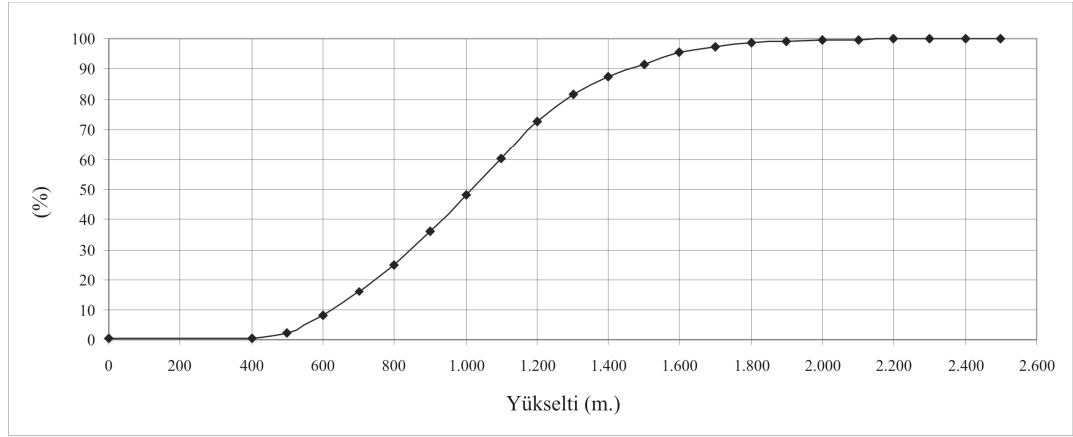
Yükselti Basamağı	Y.B. Arası Alan (ha)	Kümülatif Alan D. (ha)	Toplam Alana oranı (%)
0 - 0	2.115,11	419.240,00	0,50
475 - 499	123,12	417.124,89	0,03
500 - 599	7.522,47	417.001,77	1,79
600 - 699	24.142,05	409.479,30	5,76
700 - 799	33.422,22	385.337,25	7,97
800 - 899	38.182,59	351.915,03	9,11
900 - 999	46.311,75	313.732,44	11,05
1000 - 1099	50.792,67	267.420,69	12,12
1100 - 1199	50.303,43	216.628,02	12,00
1200 - 1299	51.827,85	166.324,59	12,36
1300 - 1399	37.071,27	114.496,74	8,84
1400 - 1499	24.195,51	77.425,47	5,77
1500 - 1599	18.601,65	53.229,96	4,44
1600 - 1699	15.051,42	34.628,31	3,59
1700 - 1799	8.638,65	19.576,89	2,06
1800 - 1899	4.761,99	10.938,24	1,14
1900 - 1999	2.815,56	6.176,25	0,67
2000 - 2099	1.618,38	3.360,69	0,39
2100 - 2199	701,46	1.742,31	0,17
2200 - 2299	465,75	1.040,85	0,11
2300 - 2399	392,04	575,10	0,09
2400 - 2499	143,37	183,06	0,03
2500 - 2599	39,69	39,69	0,01
Toplam	419.240,00		100,00

Tablo 4.4 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay ve 15-24 Gökırmak Kuyuluş havzasının eğim grupları

Eğim Grupları (%)	Devrekani Çayı - Azdavay Havzası		Gökırmak - Kuyuluş Havzası	
	Alan (ha)	Toplam Alana oranı (%)	Alan (ha)	Toplam Alana oranı (%)
0 - 2	10046,89	9,15	18855,76	4,50
3 - 5	16142,90	14,71	42650,89	10,17
6 - 9	20555,49	18,73	65236,43	15,56
10 - 19	34912,75	31,81	142055,61	33,88
20 - 29	16519,14	15,05	83639,32	19,95
30 - 83	7203,77	6,56	59252,02	14,13
> 83	4379,07	3,99	7549,96	1,80
Toplam	109760,01	100	419240,00	100,00



Şekil 4.5 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının yükselti basamakları



Şekil 4.6 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının yükselti - % grafiği

4.2.2.2. 15-24 Gökırmak – Kuyuluş Havzasına Ait Bulgular

419240,00 ha lık havzanın %33,88 'i ile 142055,61 ha ı %10-19 eğimde (dik eğimli) dir. Bunu %19,95 ile 83639,32 ha ı %20-29 eğim grubunda (çok dik eğimli), düz ve hafif eğimli araziler ise %25,73 ünü kapsamaktadır. Sarp arazi oranı %14,13 ve ekstrem dik yerler ise %1,80 ini oluşturmaktadır (Tablo 4.4 ve Şekil 4.9).

4.2.3. Havza Bakısına Ait Bulgular

4.2.3.1. 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay Havzasına Ait Bulgular

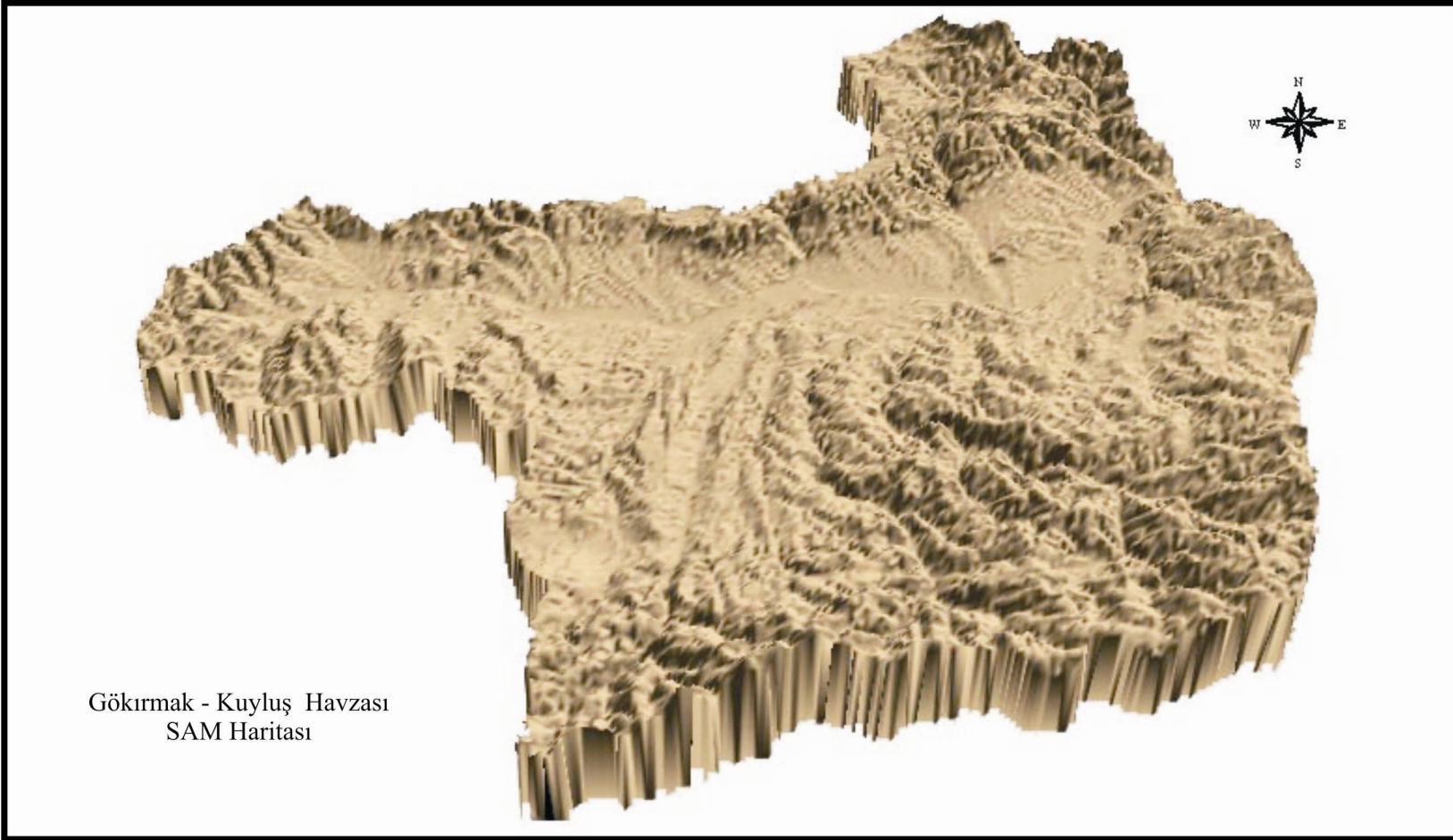
109759,99 ha lık havzanın 16749,18 ha ını kapsayan (%15,26) sı kuzey batı bakılı olmasına rağmen Tablo 4.5 incelendiğinde bakıların havzaya orantılı olarak dağıldığı görülmüştür. %14,49 u kuzey, %14,22 si güney, %13,04 ü güney doğu, %10,91 sı kuzey doğu, % 10,81 i batı, % 10,39 u güney batı ve %10,26 sı doğu bakılıdır (Tablo 4.5 ve Şekil 4.10) .

4.2.3.2. 15-24 Gökırmak – Kuyuluş Havzasına Ait Bulgular

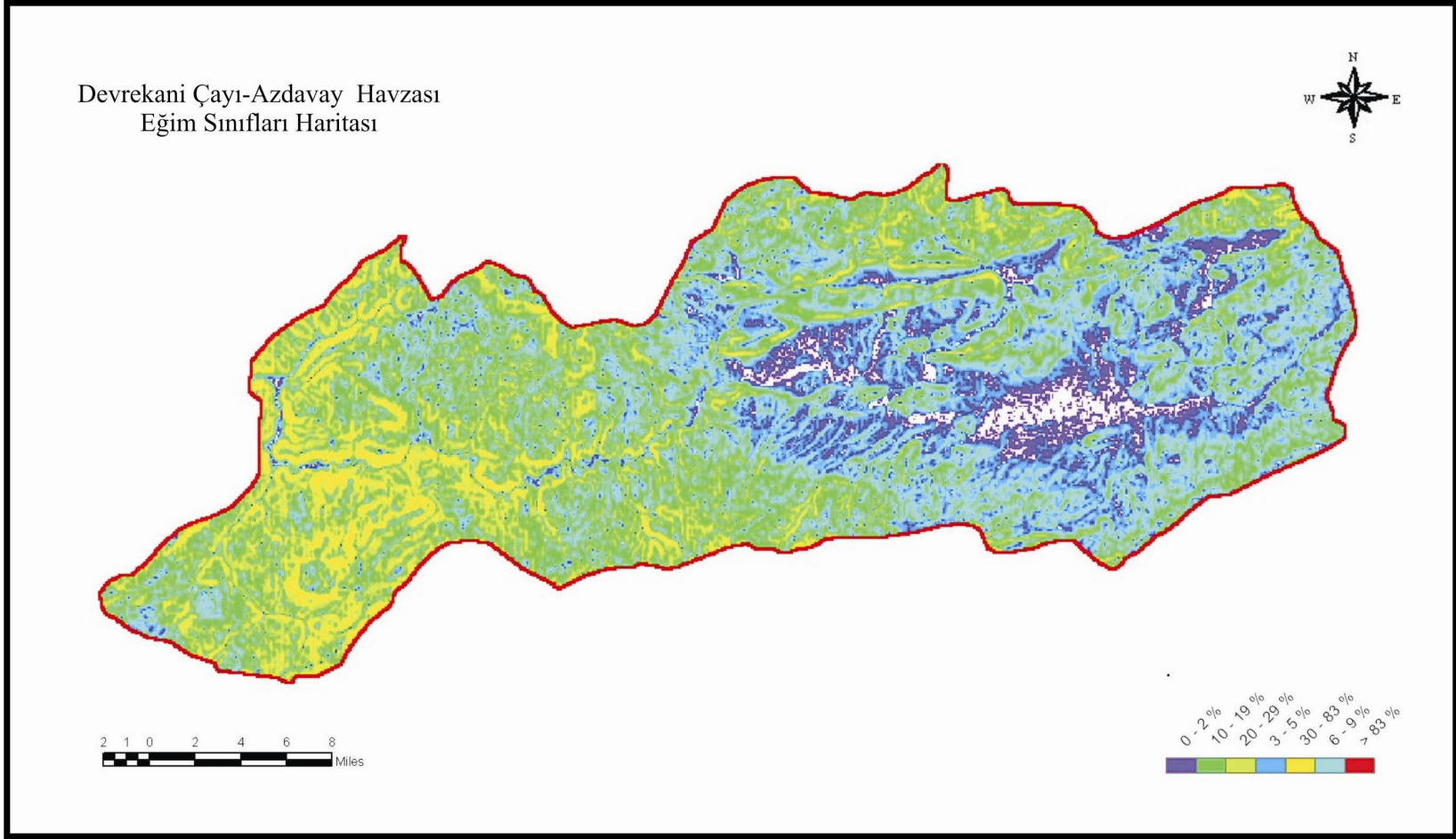
Araştırma alanının ve Kastamonu ilinin en büyük ve 2. havzası olan Gökırmak Kuyuluş havzası incelendiğinde, bakıların orantılı bir şekilde dağılım gösterdiği görülmüştür (Tablo 4.5. ve Şekil 4.11). Havza alanının % 13,04 ü kuzey, %12,16 sı güney, %11,63 ü batı ve % 13,27 si doğu bakılıdır (Tablo 4.5 ve Şekil.4.11) .

Tablo 4.5 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay ve 15-24 Gökırmak Kuyluş havzasının bakı durumları

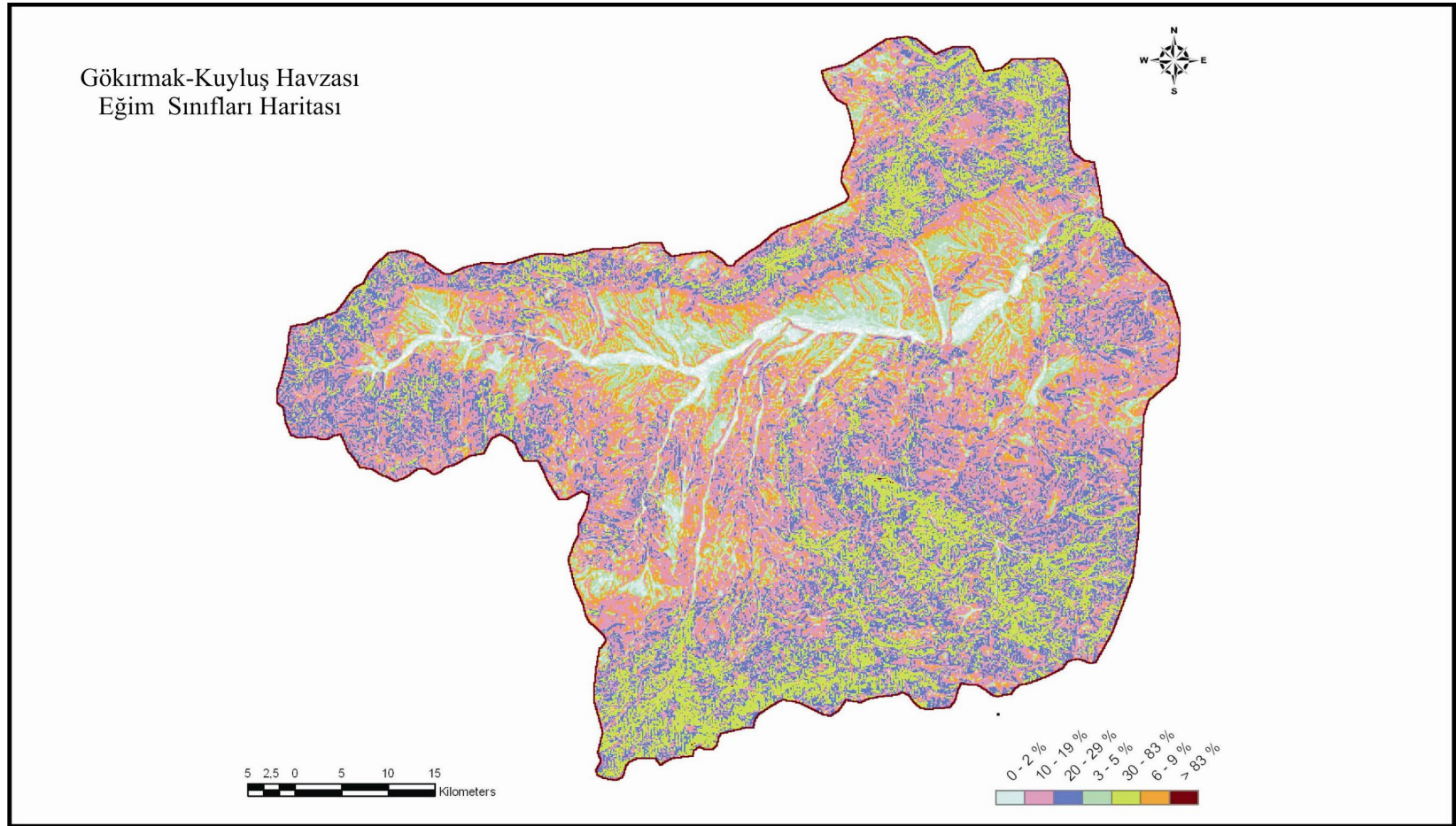
Bakı Grupları (%)	Devrekani Çayı - Azdavay Havzası		Gökırmak - Kuyluş Havzası	
	Alan (ha)	Toplam Alana oranı (%)	Alan (ha)	Toplam Alana oranı (%)
Kuzey	15909,21	14,49	54671,13	13,04
Kuzey Doğu	11970,99	10,91	50089,08	11,95
Doğu	11259,81	10,26	55617,83	13,27
Güney Doğu	14308,65	13,04	54800,85	13,07
Güney	15607,08	14,22	50966,50	12,16
Güney Batı	11399,13	10,39	44533,75	10,62
Batı	11860,83	10,81	48773,37	11,63
Kuzey Batı	16749,18	15,26	59096,06	14,10
Düzlük	695,11	0,63	691,42	0,16
Toplam	109759,99	100,00	419240,00	100,00



şekil 4.7 : 15-24 Gökırmak-Kuyluş havzasının SAM haritası

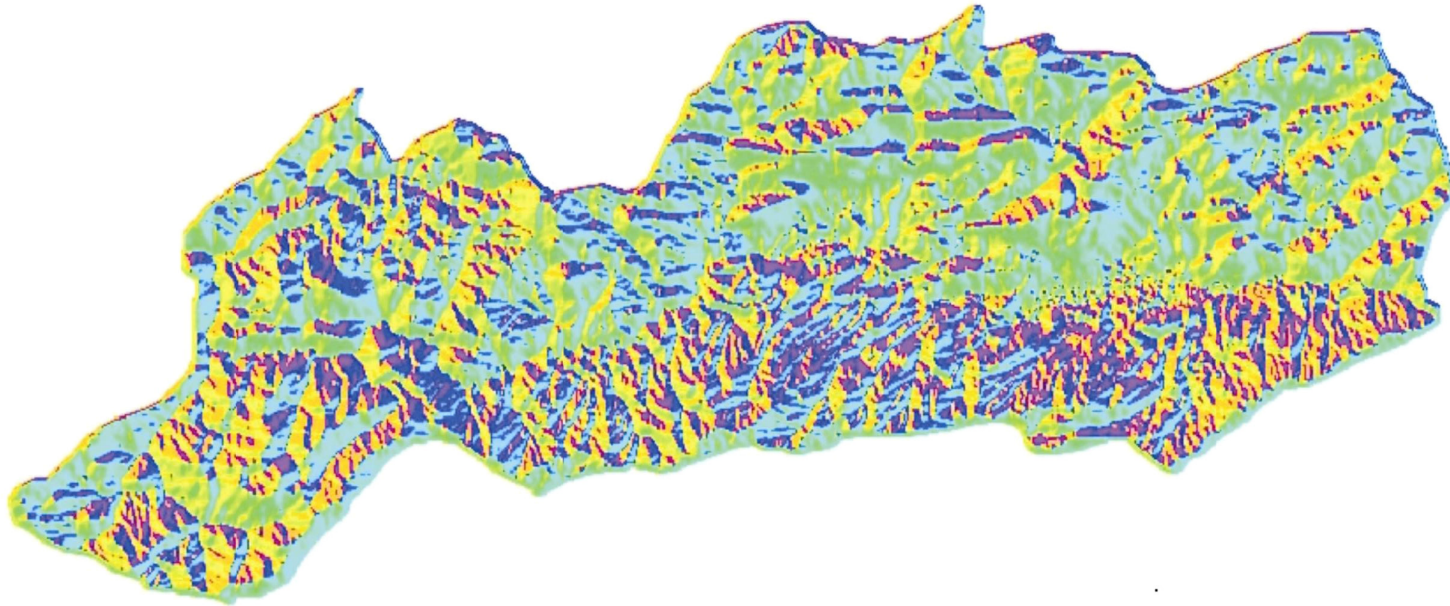


Şekil 4.8 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının eğim grupları haritası



Şekil 4.9 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının eğim grupları haritası

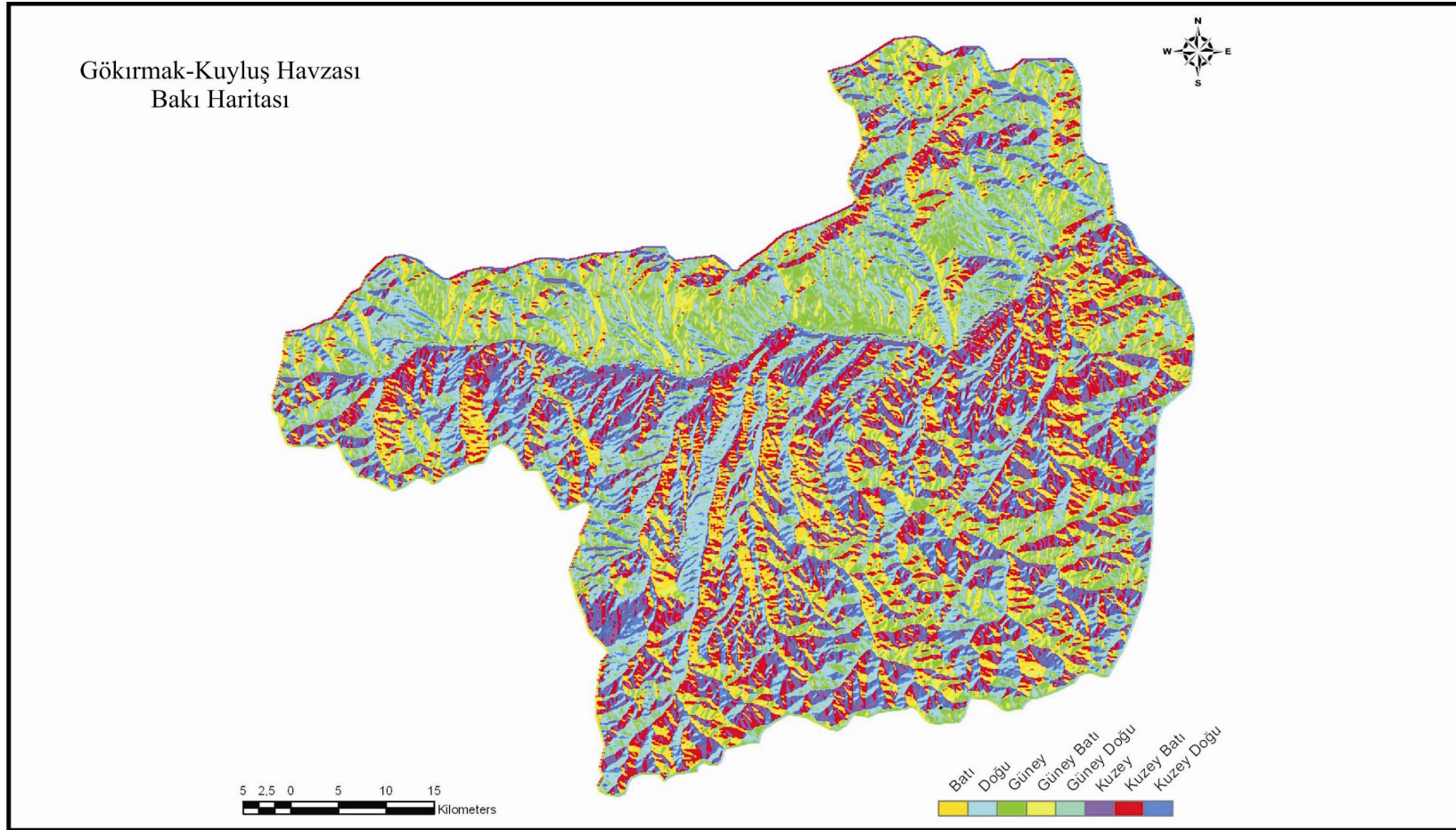
Devrekani Çayı-Azdavay Havzası
Bakı Haritası



0 2 4 8 12 16
Kilometers

Batı Doğu Güney Güney Batı Güney Doğu Kuzey Kuzey Batı Kuzey Doğu

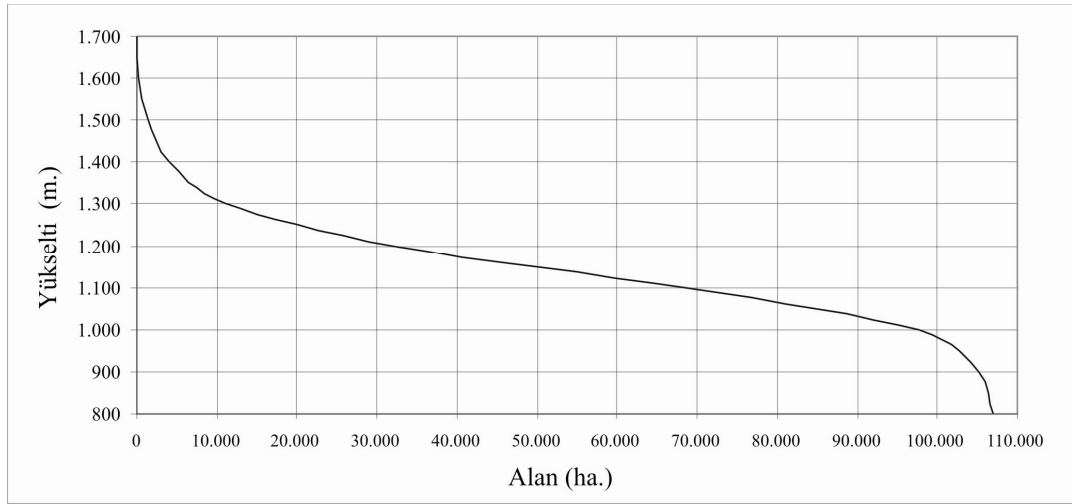
Şekil 4.10 : 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzasının bakı haritası



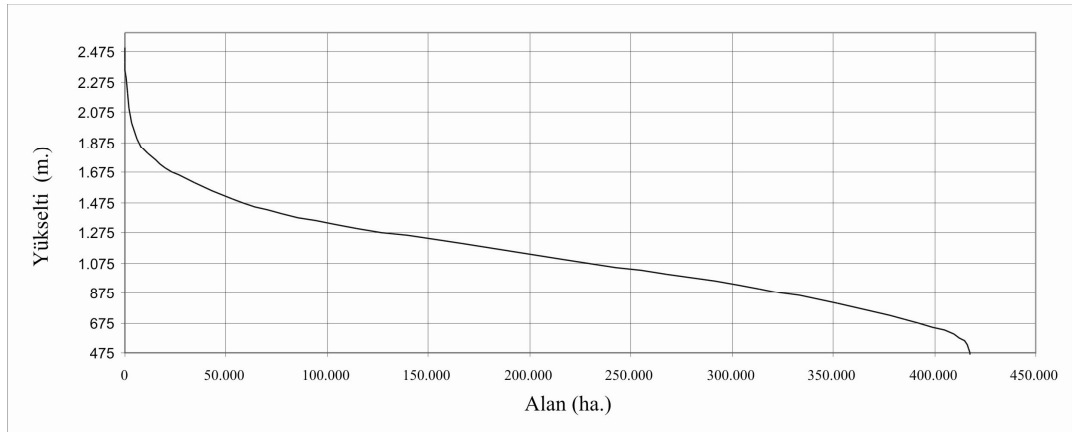
Şekil 4.11 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının bakı haritası

4.2.4. Havza Alan – Yükseklik (Hipsometrik) Eğrileri

Havzanın yükseklik haritası kullanılarak alan-yükseklik eğrileri (hipsometrik eğriler) her bir havza için belirlenmiştir (Şekil 4.12 ve 4.13). hipsometrik eğri şekilleri incelendiğinde aynı zamanda havza alanının yükseklik itibariyle dağılımı da görülmektedir. Buna göre 13-07 Devrekani çayı-Azdavay havzasında havza alanının büyük kısmının (yaklaşık 90000 ha ının) 1100 ile 1300 m arasında olduğu belirlenmiştir. Keza 15-24 nolu Gökırmak-Kuyuluş havzasında ise havza alanının neredeyse tamamının 675 ile 1775 m arasında orantılı olarak dağıldığı görülmektedir.



Şekil 4.12 : 13-07 Devrekani-Azdavay havzasının yükselti – alan (hipsometrik) eğrisi



Şekil 4.13 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının yükselti – alan (hipsometrik) eğrisi

4.3. KAR YAĞIŞINA AİT BULGULAR

4.3.1. Kar Derinliğine (Birikimine) Ait Bulgular

1995-1996 kış sezonunda açık alanda en yüksek kar derinliği 156,4 cm ile 1800 m de Göynük'te, en düşük ise 5,0 cm ile 1100 m de Sökü'de bulunmuştur. Ölçüm verileri incelendiğinde genel olarak yükseltiyle birlikte kar birikiminin arttığı tespit edilmiştir. Orman altı kar derinlik ölçümlerinde de benzer bir ilişki gözlenmiştir. Orman altında en yüksek kar ölçümü 124,5 cm ile 1800 m de, en düşük kar ölçümü 3,2 cm ile 1100 m de Masruf'ta bulunmuştur. Bu sezonda alt yükselti kademelerinde (800, 950 m) aralık, ocak aylarında kar ölçümü yapılamamıştır. Yine alt yükselti kademelerinde bazı tarihlerde açık alanda kar mevcutken orman altında olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca gerek orman altı gerekse açık alanda belirlenen kar derinliklerinin sezon içerisinde sürekli artmadığı bazen azalan bazen artan bir seyir gösterdiği saptanmıştır. Aynı yükseltideki açık alan ve orman altı kar derinlikleri arasındaki korelasyon sonuçları incelendiğinde orman altı ve açık alan verileri arasında kuvvetli bir ilişki olduğu saptanmıştır (Tablo 4.6)

1995-1996 kış sezonunda orman altı ve açık alan değerleri karşılaştırıldığında genel olarak açık alandaki kar derinliği daha fazla olmasına sadece Ilgaz Dağının kuzey bakılı yamacında istatistiksel anlamda açık alan ile orman altı arasında fark bulunmuştur (Tablo 4.6). Bu kış sezonu bütün olarak değerlendirildiğinde ise 0,05 düzeyinde açık alandaki kar miktarı orman altına göre fazladır. Tüm kış sezonu için orman altı ve açık alandaki kar derinliği arasında ise 0,001 düzeyinde önemli bir ilişki mevcuttur (Tablo 4.18).

1996-1997 kış sezonunda ocak-nisan ayları arasında örnek alınmıştır. Örnek alanların tamamında örnek alma tarihlerinde kar örtüsünün bulunduğu tespit edilmiştir. 96-97 sezonu içinde açık alanda en düşük kar derinliği 12,5 cm ile Sabuncular'da , en yüksek kar derinliği ise 186,6 cm ile Ilgaz dağı kuzey bakılı yamaçlarda belirlenmiştir. Orman altındaki kar derinlikleri ise 6,7 cm (Ilgaz Güney) en yüksek 168,5 cm (Göynük) arasındadır. Bu sezon içerisinde baktığımızda örnek alma tarihleri itibarıyla kar derinliklerinin yükselti ile birlikte düzenli olarak artmadığı dikkat çekmektedir.

Tablo 4.6 : 1995-1996 Kış sezonu kar derinlik ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler

Mevki	Tarih	Kar Derinliği (cm)		Ortalama (cm)		Maksimum (cm) ve Tarihi		Minimum (cm) ve Tarihi		Standart Sapma		Korelasyon	Mann-Whitney U Asymp.
		Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan		
Azdavay (800 m.)	19.12.1995			10,15	19,37	12,5 12.3.96	33,6 12.3.96	7,8 9.4.96	8,9 27.2.96	2,35	10,43	1,00	0,127
	18.01.1996												
	08.02.1996												
	27.02.1996		8,9										
	12.03.1996	12,5	33,6										
	09.04.1996	7,8	15,6										
Sabuncular (950 m.)	19.12.1995			9,77	18,15	15,9 12.3.96	38,6 12.3.96	4,8 27.2.96	8,6 8.2.96	5,64	13,97	0,86	0,191
	18.01.1996												
	08.02.1996		8,6										
	27.02.1996	4,8	15,6										
	12.03.1996	15,9	38,6										
	09.04.1996	8,6	9,8										
Masruf (1.100 m.)	21.12.1995			28,86	39,26	49,2 11.4.96	58,4 11.4.96	3,2 6.2.96	10,7 6.2.96	20,73	21,71	0,98	0,175
	16.01.1996	10,2	21,5										
	06.02.1996	3,2	10,7										
	29.02.1996	38,5	55,9										
	14.03.1996	43,2	49,8										
	11.04.1996	49,2	58,4										
Sökü (1.200 m.)	19.12.1995			7,43	10,75	9,9 12.3.96	14,3 8.2.96	5,6 8.2.96	5,0 18.1.96	2,22	4,22	-1,00	0,149
	18.01.1996		5,0										
	08.02.1996	5,6	14,3										
	27.02.1996	6,8	13,5										
	12.03.1996	9,9	10,2										
	09.04.1996												
Soğucova (1.350 m.)	18.12.1995			33,90	39,33	44,8 11.3.96	52,1 11.3.96	15,4 5.2.96	28,7 5.2.96	13,44	10,65	0,63	0,564
	15.01.1996												
	05.02.1996	15,4	28,7										
	26.02.1996	32,6	43,8										
	11.03.1996	44,8	52,1										
	08.04.1996	42,8	32,7										
Kırazlık (1.350 m.)	21.12.1995	12,0	28,0	32,32	45,72	78,4 11.4.96	89,6 11.4.96	3,8 16.1.96	8,4 16.1.96	32,63	34,27	0,99	0,337
	16.01.1996	3,8	8,4										
	06.02.1996	8,6	20,3										
	29.02.1996	68,6	85,5										
	14.03.1996	22,5	42,5										
	11.04.1996	78,4	89,6										
Göynük (1.750 m.)	20.12.1995			66,62	84,14	124,5 13.3.96	156,4 13.3.96	6,1 17.1.96	9,4 17.1.96	52,01	61,82	0,99	0,465
	17.01.1996	6,1	9,4										
	07.02.1996	17,6	33,6										
	28.02.1996	98,4	126,8										
	13.03.1996	124,5	156,4										
	10.04.1996	86,5	94,5										
Ilgaz Güney (1.800 m.)	22.12.1995	8,2	13,9	46,57	59,97	70,5 9.2.96	106,5 19.1.96	8,2 22.12.95	13,9 22.12.95	22,99	31,62	0,89	0,337
	19.01.1996	62,5	106,5										
	09.02.1996	70,5	80,4										
	01.03.1996	33,4	45,8										
	15.03.1996	59,6	62,6										
	12.04.1996	45,2	50,6										
Ilgaz Kuzey (1.800 m.)	22.12.1995	8,6	15,6	47,95	70,95	62,6 15.3.96	106,5 19.1.96	8,6 22.12.95	15,6 22.12.95	20,44	31,97	0,81	0,037*
	19.01.1996	62,5	106,5										
	09.02.1996	48,6	98,5										
	01.03.1996	46,8	68,9										
	15.03.1996	62,6	69,5										
	12.04.1996	58,6	66,7										

Orman altı ile açık alanlardaki kar derinlikleri karşılaştırıldıkları zaman genel olarak açık alanlardaki kar derinliklerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.7).

1996-1997 kış sezonunda da genel olarak açık alandaki kar derinlikleri orman altına oranla fazla olmasına rağmen örnek alanlara göre bir değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan fark bulunamamıştır (Tablo 4.18). Ancak sezon değerlendirmesinde anlamlı bir fark vardır. Korelasyon analizinde de 0,001 düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 4.18).

1997-1998 sezonunda örnek alımına aralık ayına başlanmıştır ancak bu ayda Kirazcık, Göynük ve Ilgaz dağlarında örnek alınabilmiştir, daha düşük yükseltilerdeki örnek alanlarında kar örtüsü tespit edilememiştir. 97-98 kış sezonunda açık alanlarındaki kar derinliklerinin 8,9 cm (Kirazcık) ile 189,9 cm (Ilgaz Kuzey) arasında değiştiği belirlenmiştir. Orman altındaki kar derinlikleri ise en düşük 5,6 cm ile yine Kirazcık'ta, en yüksek kar derinliği 168,6 cm ile açık alana benzer şekilde Ilgaz kuzey bakıda ölçülmüştür. Yine diğer sezonlarda olduğu gibi bu sezonda da yükselti ile birlikte doğrusal bir ilişki bulunmamıştır (Tablo 4.8).

1997-1998 kış sezonunda açık alan ve orman altındaki kar derinlikleri arasındaki farkın sadece Azdavay'daki örnek alanda önemli olduğu diğer örnek alanların kendi aralarında ve tüm sezon değerleri arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.8 ve Tablo 4.18). Bu sezon içinde diğer kış sezonları gibi çok önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

1998-1999 yılda araziye kasım ayından itibaren çıkılmıştır ancak tüm örnek alanlarda bu tarihte kar örtüsünün bulunmadığı tespit edilmiştir. Daha sonraki yapılan ölçüm tarihlerinde yapılan arazi çalışmalarında yine düşük yükseltilerdeki örnek alanlarda (Azdavay ve Sabuncular) kar örtüsü bulunmamıştır.

Çalışma periyodumuzun son sezonu olan 98-99 sezonunda açık alanlardaki örnek alanlarımızda en düşük kar derinliğinin 3,2 cm ile Sökü'de, en yüksek kar derinliğinin 195,6 cm ile Göynük'te olduğu belirlenmiştir. Orman altında ise kar örneği alınan tarihlerde kar derinliklerinin 3,8 cm (Sabuncular) – 143,5 cm (Göynük) arasındadır (Tablo 4.9).

1998-1999 kış sezonunda da genel olarak açık alandaki kar derinlikleri orman altına oranla fazla olmasına rağmen örnek alanlara göre bir değerlendirme yapıldığında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunamamıştır (Tablo 4.9).

Bu sezonda da açık alandaki kar derinlikleri orman altına göre daha yüksek olmuştur. Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar derinlik ölçümlerinin yıllar itibariyle ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması (Şekil 4.14) de verilmiştir

Ortalama değerlere bakıldığında açık alanlardaki kar derinliklerinin orman altındakilere nazaran daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Ancak tüm örnek alanlarda mart sonu nisan başında yapılan örneklemelerde orman altındaki kar derinlikleri açık alandakinden daha fazladır.

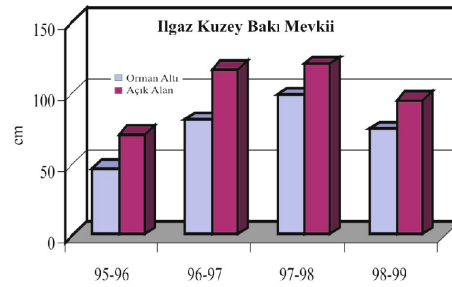
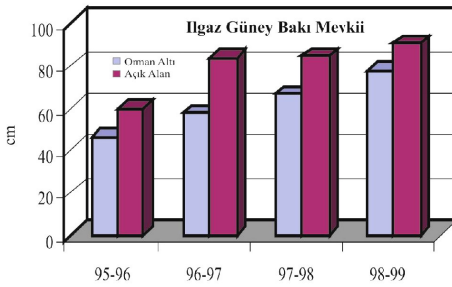
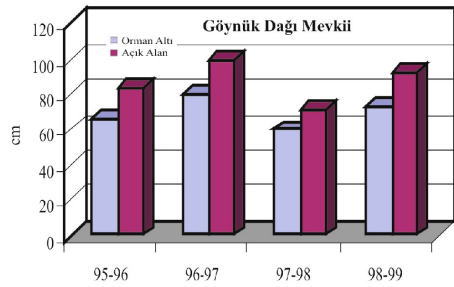
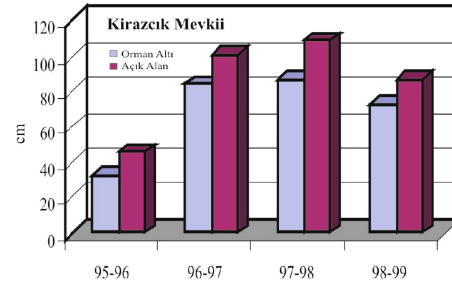
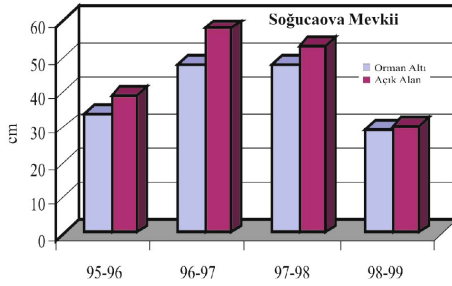
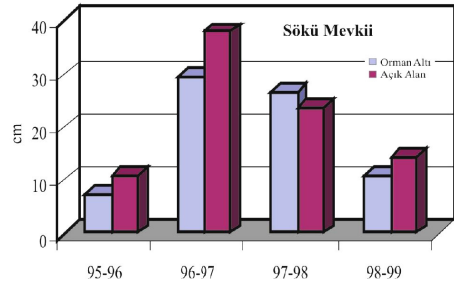
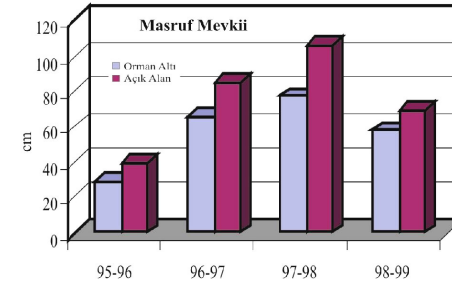
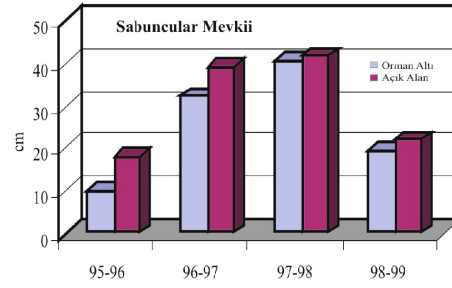
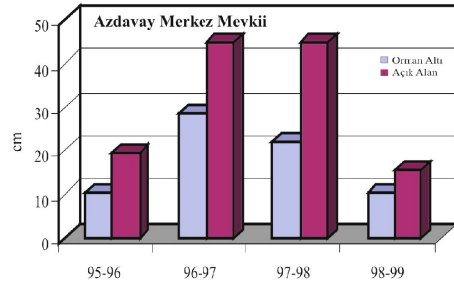
Ancak araştırmayı yürüttüğümüz dört yıl boyunca kar yağışının önceki yıllara oranla daha düşük olduğu bölgede yaşayanlar tarafından ifade edilmiştir. Yine yörede yaşayanlarca önceki yıllarda alçak yükseltilerde dahi kasım ve aralık ayında kar yağışlarının başladığı ancak son yıllarda kar yağışlarının ocak ve şubat aylarına sarktığı belirtilmiştir. Genel olarak dört sezonluk yaptığımız kar incelemeleri sonucunda 97-98 sezonunun diğer sezonlara göre biraz daha karlı yağışlı geçtiği ve buna bağlı olarak kar derinliklerini biraz daha fazla olduğu gözlenmiştir. Orman altı ve açık alanlardaki kar derinlikleri karşılaştırıldığında genel olarak açık alanlarda daha fazla kar birikiminin olduğu belirlenmiştir (Bakınız Tablo 4.6, 4.7, 4.8, 4.9).

Bu dört sezon içerisinde dikkat çeken başka bir hususta kar derinliklerinin yükselti ile birlikte doğru orantılı olarak artmamasıdır. Örneğin 1100 m yükseltideki Masruf 'ta ve 1350 m yükseltideki Kirazcık'ta kar derinliklerinin daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Çalışmamızda bakı farklarının kar derinliği üzerindeki etkisinin olup olmadığı ancak Ilgaz Dağı'nın güney ve kuzey bakılı yamaçlarındaki kar derinlikleri incelenerek ortaya konulabilmiştir. Dört kış sezonunda orman altı ve açık alanda Ilgaz dağı'nın kuzey bakılı yamaçlarında kar derinlikleri güney bakılı yamaca oranla yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.9 : 1998-1999 Kış sezonu kar derinlik ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler

Mevki	Tarih	Kar Derinliği (cm)		Ortalama (cm)		Maksimum (cm) ve Tarihi		Minimum (cm) ve Tarihi		Standart Sapma		Korelasyon	Mann-Whitney U Asymp. Sig.2 tailed
		Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan		
Azdavay (800 m.)	24.11.1998			10,17	15,83	18,5 2.3.99	31,5 2.3.99	5,0 30.3.99	3,5 30.3.99	5,95	11,67	0,98	0,827
	15.12.1998												
	12.01.1999												
	09.02.1999	7	12,5										
	02.03.1999	18,5	31,5										
	30.03.1999	5	3,5										
Sabuncular (950 m.)	24.11.1998			19,43	22,08	38,9 2.3.99	42,5 2.3.99	3,8 12.1.99	7,8 12.1.99	15,06	15,84	0,78	0,773
	15.12.1998												
	12.01.1999	3,8	7,8										
	09.02.1999	12,5	26,5										
	02.03.1999	38,9	42,5										
	30.03.1999	22,5	11,5										
Masruf (1.100 m.)	26.11.1998			58,25	69,73	89,5 4.3.99	112,4 4.3.99	29,2 14.1.99	35,6 14.1.99	27,65	31,84	0,85	0,773
	17.12.1998												
	14.01.1999	29,2	35,6										
	11.02.1999	41,8	68,5										
	04.03.1999	89,5	112,4										
	01.04.1999	72,5	62,4										
Sökü (1.200 m.)	24.11.1998			11,00	14,40	26,2 2.3.99	32,3 2.3.99	4,2 12.1.99	3,2 30.3.99	10,31	12,71	0,97	0,773
	15.12.1998												
	12.01.1999	4,2	8,2										
	09.02.1999	8,6	13,9										
	02.03.1999	26,2	32,3										
	30.03.1999	5	3,2										
Soğucuova (1.350 m.)	23.11.1998			29,66	30,48	56,5 1.3.99	48,9 1.3.99	9,5 14.12.98	17,4 14.12.98	18,55	13,47	0,91	0,754
	14.12.1998	9,5	17,4										
	11.01.1999	15,6	18,7										
	08.02.1999	29,8	39										
	01.03.1999	56,5	48,9										
	29.03.1999	36,9	28,4										
Kırazlık (1.350 m.)	26.11.1998			73,20	87,38	113,5 4.3.99	136,4 4.3.99	33,6 14.1.99	48,6 14.1.99	32,78	38,79	0,89	0,773
	17.12.1998												
	14.01.1999	33,6	48,6										
	11.02.1999	68,9	98,9										
	04.03.1999	113,5	136,4										
	01.04.1999	76,8	65,6										
Göynük (1.750 m.)	25.11.1998			73,58	92,26	143,5 13.1.99	195,6 13.1.99	33,6 31.3.99	28,4 31.3.99	46,60	66,72	0,99	0,754
	16.12.1998	35,4	47,9										
	13.01.1999	143,5	195,6										
	10.02.1999	96,5	117,8										
	03.03.1999	58,9	71,6										
	31.03.1999	33,6	28,4										
Ilgaz Güney (1.800 m.)	27.11.1998			78,10	90,90	117,8 12.2.99	133,6 12.2.99	16,4 18.12.98	19,7 18.12.98	38,59	50,24	0,95	0,347
	18.12.1998	16,4	19,7										
	15.01.1999	92,4	121,5										
	12.02.1999	117,8	133,6										
	05.03.1999	95	123,5										
	02.04.1999	68,9	56,2										
Ilgaz Kuzey (1.800 m.)	27.11.1998			74,94	96,72	118,9 12.2.99	156,8 12.2.99	8,7 18.12.98	16,5 18.12.98	42,94	57,45	0,97	0,465
	18.12.1998	8,7	16,5										
	15.01.1999	75,6	113,2										
	12.02.1999	118,9	156,8										
	05.03.1999	106	136,5										
	02.04.1999	65,5	60,6										



Şekil 4.14 : Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar derinlik ölçümlerinin yıllara göre ortalamalarının karşılaştırılması

4.3.2. Kar Yoğunluğuna Ait Bulgular

1995-1996 kış periyodu kar yoğunluk ölçüm verileri incelendiğinde, özellikle kış sezonunun çok mülayim geçtiği bu sezonda kar yoğunluk verilerinin orman altında ölçülen kar numunelerinde 0,05-0,44 g/cm³, açık alanda ise 0,04 – 0,37 g/cm³ arasında değiştiği gözlenmiştir.

Kar yoğunluğu orman altında en düşük 0,05 g/cm³ ile kış periyodunda ölçümüş, ilk yapılabilinen zamanda ve kar örtüsünün görülebildiği ilk en düşük kot olan 1100 m de (Masruf) ölçülmüştür. En yüksek kar yoğunluğu ise kış sezonunun sonuna doğru özellikle geç kış mevsiminde, en yüksek rakıma sahip olan mevkiilerden birinde olan 1750 m ile Göynükte tespit edilmiştir. Aynı ilişki açık alanda yapılan kar yoğunluk ölçmelerinde de tespit edilmiştir. Buna göre en düşük kar yoğunluğu 0,04 g/cm³ ile 1100 m de Masruf mevkiinde, en yüksek kar yoğunluğu ise 0,37 g/cm³ ile 1750 m de Göynük mevkiinde ölçülmüştür (Tablo 4.10).

1995-1996 kış sezonu orman altı ve açık alan yoğunlukları karşılaştırıldığında sadece Kirazcık mevkiinde düşük bir korelasyon ilişkisi (0,73) tespit edilmiştir. Bunun haricindeki deneme alanlarında yüksek bir korelasyon ilişkisi bulunmuştur (Tablo 4.10). Ölçümlerin yapıldığı kış sezonu süresince orman altı ile açık alan arasında 0,001 düzeyinde anlamlı bir ilişki bulunmuştur (Tablo 4.18).

1996-1997 kış periyodu kar yoğunluk ölçüm sonuçları irdelendiğinde değerlerin orman altında 0,12-0,42 g/cm³ arasında, açık alanda ise 0,12-0,49 g/cm³ arasında olduğu görülmüştür.

Buna göre orman altı kar yoğunluğu en düşük 0,12 g/cm³ ile 800 m de Azdavay'da, en yüksek ise 0,42 g/cm³ 1800 m deki Ilgaz Dağı kuzey bakıda ölçülmüştür. Açık alanda ise en düşük kar yoğunluğu 0,12 g/cm³ ile (800 m de Azdavay, 950 m deki Sabuncular ve 1750 m deki Göynük Dağı'nda) kış sezonunda kar yağışının ilk başladığı zamana denk geldi dikkati çekmektedir. En yüksek kar yoğunluk değerleri ise 0,49 g/cm³ ile 950 m de Sabuncular mevkiinde tespit edilmiştir (Tablo 4.11).

Kış sezonunda orman altı ve açık alan kar yoğunluk değerleri arasında örnek alanlara göre istatistiksel bir değerlendirme yapıldığında yüksek bir ilişki olduğu, en düşük değerlere ise Ilgaz Güney (0,522) ve bunu sırasıyla Masruf (0,575), Göynük Dağı (0,630) ve Soğucaova'nın (0,631) izlediği bulunmuştur (Tablo 4.11). Sezon değerlendirilmesindeki ise korelasyon analizinde 0,001 düzeyinde bir anlamlı ilişki mevcuttur (Tablo 4. 18). Buna göre istatistiki açıdan önemli bir ilişki mevcut değildir.

1997-1998 kış sezonu verileri incelendiğinde; kar yoğunluk verilerinin orman altında 0,09-0,50 g/cm³ arasında, açık alanda ise 0,09-0,47 g/cm³ arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Ölçüm yapılan önceki diğer yıllarda olduğu gibi bu sezonda da kar yoğunluk değerlerindeki en düşük ölçümlerinin kış sezonunda en düşük kota sahip deneme alanına düşen ilk karda ölçüldüğü belirlenmiştir. Buna göre orman altında ölçülen en düşük yoğunluklu kar ölçüm değeri 0,09 g/cm³ ile 1350 m deki Kirazcık ta, en yüksek yoğunluklu kar değeri ise 0,50 g/cm³ ile 1800 m deki Ilgaz Kuzey Bakı da sezon sonunda tespit edilmiştir. Açık alan kar yoğunluk değerleri irdelendiğinde en düşük değer yine 0,09 g/cm³ ile 1350 m deki Kirazcık mevkiinde, en yüksek değer ise 0,47 g/cm³ ile Ilgaz Dağı kuzey mevkiinde olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.12).

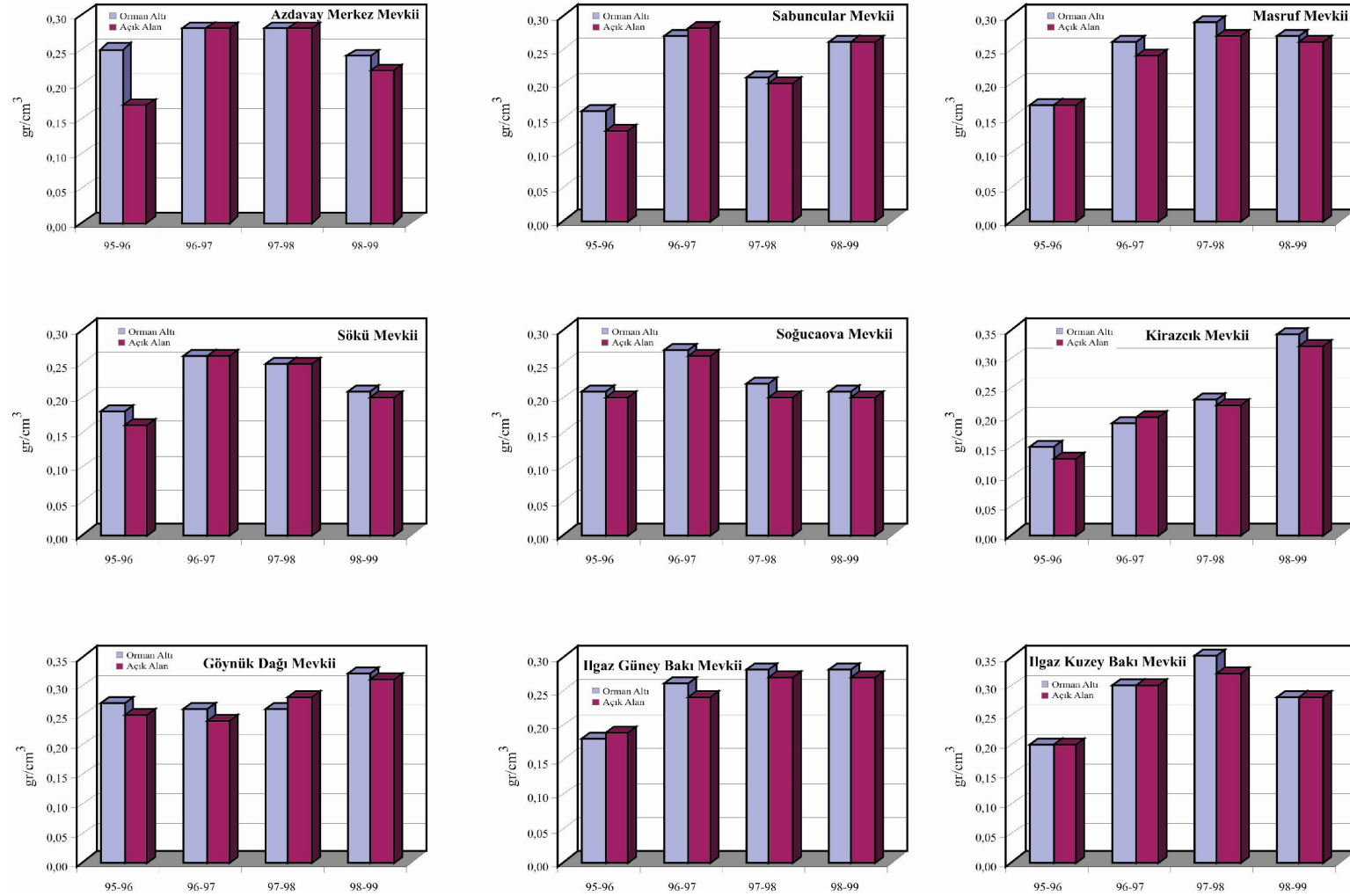
1997-1998 kış sezonunda açık alan ve orman altındaki kar yoğunlukları arasındaki fark incelendiğinde özellikle Azdavay Merkez de diğer deneme alanlarıyla arasında çok yüksek (1,000) bir ilişki olduğu görülmüştür (Tablo 4.12). Tüm araştırmanın yapıldığı sezon boyunca tüm örnek alanlarında kendi aralarında ve tüm sezon değerleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar yoğunluk ölçümlerinin yıllar itibariyle ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması (Şekil 4.15) de verilmiştir

Ölçümlerin yapıldığı son periyot olan 1998-1999 kış periyodu verileri incelendiğinde; kar yoğunluk değerlerinin orman altında 0,14-0,49 g/cm³, açık alanda ise 0,12-0,43 g/cm³ arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Bu verilere göre en düşük kar yoğunluk değeri orman altında 0,14 g/cm³ ile 950 m deki Sabuncular mevki, 1350 m deki Kirazcık ve 1800 m deki Ilgaz Dağı kuzey bakıda ölçüldüğü görülmüştür. Veriler detaylı incelendiğinde yine en düşük kar yoğunluk değerinin yine sezonun ilk düşen

karında ve en düşük yükseltiye denk geldiği gözlemlenmiştir. En yüksek yoğunluklu kar ölçüm değeri ise orman altında $0,49 \text{ g/cm}^3$ 1350 m deki Kirazcık mevkiinde olduğu tespit edilmiştir. Burada dikkati çeken bir hususun yine sezon sonundaki kar değerinde olmasıdır. Açık alandaki deneme alanlarında yapılan ölçümlere göre en düşük kar yoğunluk değeri $0,12 \text{ g/cm}^3$ ile 950 m deki Sabuncular mevkiinde, en yüksek kar yoğunluğu ise 1800 m deki Ilgaz Dağı Kuzey bakıda ölçüldüğü belirlenmiştir (Tablo 4.13).

1998-1999 kış periyodundaki veriler istatistiki olarak irdelendiğinde tüm deneme alanlarında gerek korelasyon ilişkileri ve gerekse de t testi sonuçlarına göre çok yüksek bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.13). Korelasyon Analizinde de 0,001 düzeyinde anlamlı bir ilişki mevcuttur (Tablo 4.18).



Şekil 4.15 : Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar yoğunluk ölçümlerinin yıllar itibariyle ortalamalarının karşılaştırılması

4.3.3. Kar Su Eşdeğerine Ait Bulgular

Deneme alanlarında yapılan ölçümlere göre 1995-1996 kış sezonunda kar su eşdeğeri orman altında en düşük 0,38 cm ile Sabuncular'da (950 m), en yüksek kar su eşdeğeri ise 45,32 cm ile Göynük (1750 m) mevkiinde tespit edilmiştir. Açık alan değerleri irdelendiğinde ise en düşük kar su eşdeğerinin 0,68 cm ile yine Sabuncular mevkiinde (950 m), en yüksek kar su eşdeğerinin de 53,69 cm ile keza Göynük mevkiinde (1750 m) olduğu görülmüştür. Bu durumda kar su eşdeğerinin orman altında 0,38-45,32 cm arasında, açık alanda ise 0,68-53,69 cm arasında olduğu belirlenmiştir. Verilerin incelenmesinde kış sezonunun başlangıcında kar yükseklikleri ve yoğunluklarına oranla kar su eşdeğerlerinin de düşük olduğu, buna mukabil ilerleyen aylarda artan kar derinlik ve yoğunluğuna paralel olarak da kar su eşdeğerinde artışlar olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.14).

1995-1996 kış sezonunda orman altı ve açık alan değerleri karşılaştırıldığında genel olarak istatistiksel anlamda açık alan ile orman altı arasında fark bulunmamıştır (Tablo 4.14). Kış sezonu bütün olarak değerlendirildiğinde ise 0,001 düzeyinde önemli bir ilişki mevcuttur (Tablo 4.18)

1996-1997 kış periyodu kar su eşdeğeri verileri incelendiğinde en düşük kar su eşdeğerinin gerek orman altında ve gerekse de açık alanda kar yağışının başladığı ilk zamanda ve en düşük kotlu (800 m) Azdavay mevkiinde sırasıyla 1,04 cm ve 2,59 cm olduğu belirlenmiştir. En yüksek kar su eşdeğerinin ise kış mevsimindeki en son ölçüm yapılan tarihte ve en yüksek rakımlı mevkide (1800 m) olan Ilgaz Kuzey Bakı'da orman altında 59,23 cm ve açık alanda 80,86 cm olduğu gözlemlenmiştir. Tablo verileri incelendiğinde her deneme alanında en düşük kar su eşdeğeri değerlerinin kar yağışının ilk gerçekleştiği kış mevsiminin başlangıcında olduğu belirlenmiştir. En yüksek kar su eşdeğeri değerlerine ise genelde maksimum kar derinlik değerlerine ulaşıldığı kış mevsimine denk geldiği görülmüştür (Tablo 4.15).

1996-1997 kış sezonunda orman altı ve açık alan değerleri karşılaştırıldığında yine genel olarak istatistiksel anlamda açık alan ile orman altı arasında fark bulunmamıştır (Tablo 4.15). Kış sezonu bütün olarak değerlendirildiğinde ise 0,001 düzeyinde önemli bir ilişki mevcuttur (Tablo 4.18)

Tablo 4.15 : 1996-1997 Kış sezonu kar su eşdeğeri ölçümleri ve istatistiksel değerlendirmeler

Mevki	Tarih	Kar Su Eşdeğeri (cm)		Ortalama (cm)		Maksimum (cm) ve Tarihi		Minimum (cm) ve Tarihi		Standart Sapma		Korelasyon	Mann-Whitney U Asymp. Sig.2 t
		Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan	Orman Altı	Açık Alan		
Azdavay (800 m.)	14.01.1997	1,04	2,59	8,34	12,77	12,70 18.3.97	17,68 25.2.97	1,04 14.1.97	2,59 14.1.97	4,09	5,01	0,92	0,109
	04.02.1997	5,98	13,35										
	25.02.1997	11,21	17,68										
	18.03.1997	12,70	15,37										
	08.04.1997	11,96	16,42										
	15.04.1997	7,16	11,19										
Sabuncular (950 m.)	14.01.1997	1,74	3,22	8,92	9,92	13,05 25.2.97	14,37 25.2.97	1,74 14.1.97	3,22 14.1.97	4,47	4,87	0,86	0,470
	04.02.1997	6,21	10,59										
	25.02.1997	13,05	14,37										
	18.03.1997	12,88	13,75										
	08.04.1997	11,64	13,05										
	15.04.1997	8,00	4,55										
Masruf (1.100 m.)	16.01.1997	1,96	5,94	19,10	21,55	37,99 20.3.97	42,72 20.3.97	1,96 16.1.97	5,94 16.1.97	12,92	12,66	0,97	0,688
	06.02.1997	7,23	11,64										
	27.02.1997	21,68	24,71										
	20.03.1997	37,99	42,72										
	10.04.1997	24,88	21,68										
	17.04.1997	20,84	22,62										
Sökü (1.200 m.)	14.01.1997	3,54	6,82	7,78	9,35	14,53 18.3.97	14,80 18.3.97	3,54 14.1.97	4,49 15.4.97	3,86	4,37	0,85	0,378
	04.02.1997	6,63	9,09										
	25.02.1997	9,75	14,53										
	18.03.1997	14,53	14,80										
	08.04.1997	6,29	6,35										
	15.04.1997	5,93	4,49										
Soğucaova (1.350 m.)	13.01.1997	4,93	6,79	13,92	15,77	20,52 7.4.97	23,83 7.4.97	4,93 13.1.97	6,79 13.1.97	6,97	7,36	0,99	0,337
	03.02.1997	7,35	8,26										
	24.02.1997	11,20	13,08										
	17.03.1997	19,89	21,73										
	07.04.1997	20,52	23,83										
	14.04.1997	19,61	20,90										
Kırızek (1.350 m.)	16.01.1997	4,28	9,33	16,39	19,44	26,98 17.4.97	30,15 17.4.97	4,28 16.1.97	9,33 16.1.97	8,80	8,57	0,99	0,423
	06.02.1997	9,11	11,16										
	27.02.1997	14,53	17,37										
	20.03.1997	19,05	20,42										
	10.04.1997	24,41	28,20										
	17.04.1997	26,98	30,15										
Göynük (1.750 m.)	17.01.1997	2,38	4,44	22,92	25,71	48,67 9.4.97	53,95 9.4.97	2,38 17.1.97	4,44 17.1.97	17,91	18,03	0,98	0,749
	05.02.1997	8,80	10,19										
	26.02.1997	14,31	22,99										
	19.03.1997	24,89	25,63										
	09.04.1997	48,67	53,95										
	16.04.1997	38,44	37,04										
Ilgaz Güney (1.800 m.)	12.01.1997	1,86	4,76	16,42	21,51	39,79 11.4.97	43,85 11.4.97	1,86 12.1.97	4,76 12.1.97	14,31	14,10	0,99	0,337
	07.02.1997	2,79	8,93										
	28.02.1997	11,79	18,74										
	21.03.1997	23,83	26,90										
	11.04.1997	39,79	43,85										
	18.04.1997	18,44	25,89										
Ilgaz Kuzey (1.800 m.)	12.01.1997	1,86	4,76	28,84	39,99	59,23 18.4.97	80,86 18.4.97	1,86 12.1.97	4,76 12.1.97	24,83	30,34	0,99	0,423
	07.02.1997	2,79	8,93										
	28.02.1997	18,51	31,46										
	21.03.1997	38,15	50,75										
	11.04.1997	52,47	63,20										
	18.04.1997	59,23	80,86										

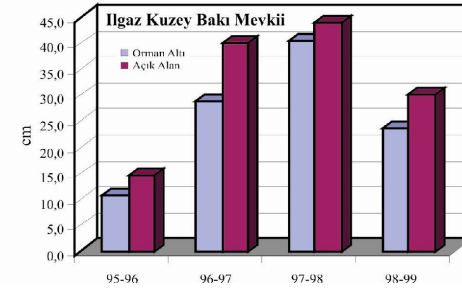
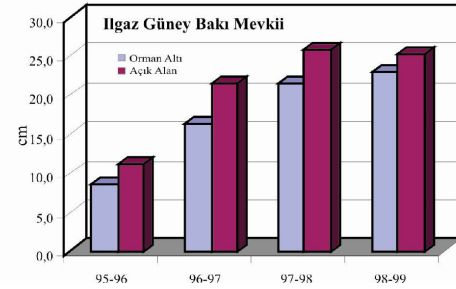
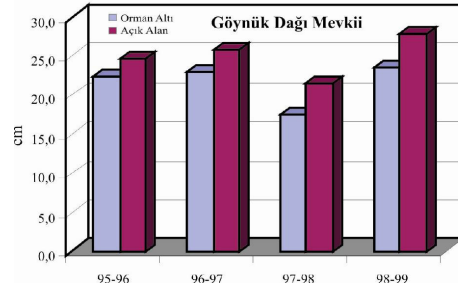
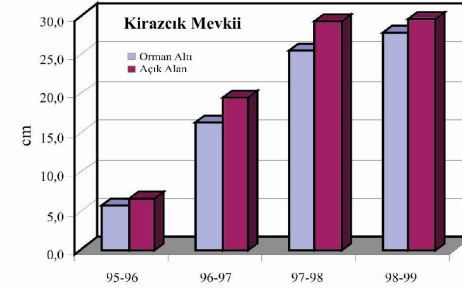
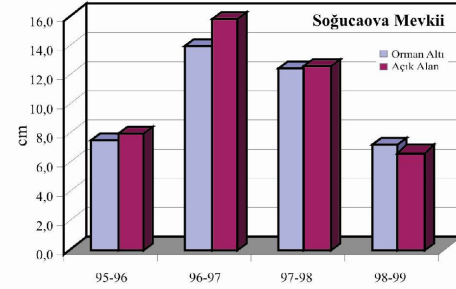
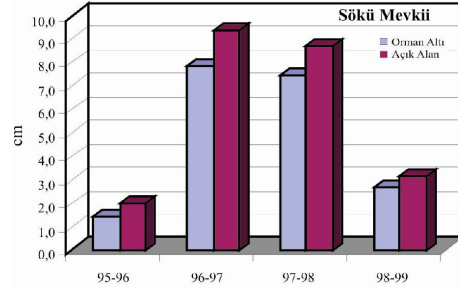
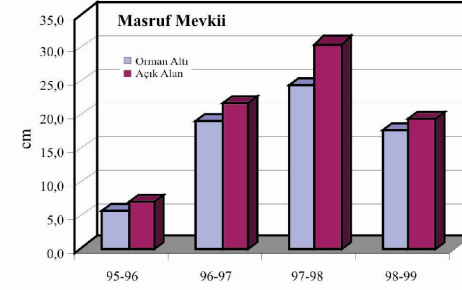
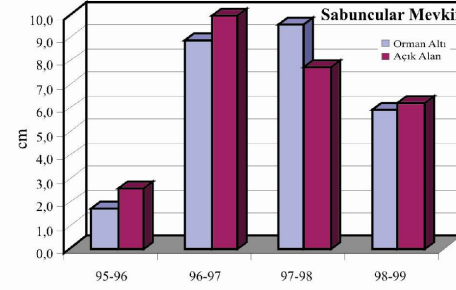
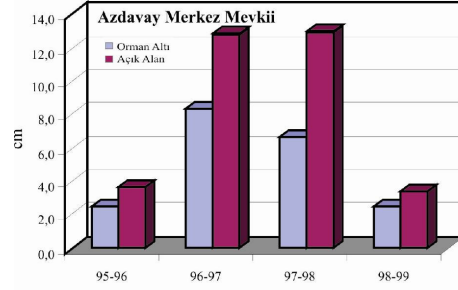
1997-1998 kış sezonu verileri irdelendiğinde en düşük kar su eşdeğeri değerlerine mevsimde ilk kar yağışının görüldüğü en düşük yükseltideki (1350 m) Kirazcık mevkiinde orman altında 0,51 cm ile ve açık alanda 0,80 cm ile belirlenmiştir. En yüksek kar su eşdeğerlerine ise deneme alanlarının bulunduğu en yüksek kottaki (1800 m) Ilgaz Dağı Kuzey bakıdaki ölçme noktalarında kış sezonunun sonuna doğru sırasıyla orman altında 69,27 cm ve açık alanda 79,83 cm ile ulaşıldığı görülmüştür (Tablo 4.16).

1997-1998 kış sezonunda irdelendiğinde ise orman altı ve açık alan değerleri karşılaştırıldığında en düşük kottaki Azdavay merkez deneme sahasında açık alan ile orman altı arasında bir fark bulunmuştur. Diğer deneme alanları verileri karşılaştırıldığında ise fark bulunamamıştır (Tablo 4.16). Kış sezonu bütün olarak değerlendirildiğinde ise 0,001 düzeyinde önemli bir ilişki mevcuttur (Tablo 4.18)

Araştırma periyodunun son sezonu olan 1998-1999 kış döneminde kar su eşdeğeri ile ilgili elde edilen veriler incelendiğinde orman altında en düşük 0,51 cm ile Sabuncularda (950 m) ve en yüksek olarak ta 51,66 cm ile 1350 m yükseltideki Kirazcık ta belirlendiği görülmüştür. Açık alanda ölçülen verilere göre ise en düşük 0,70 cm ile 1200 m deki Sökü mevkiinde ve en yüksek değer olarak ta 57,48 cm ile 1350 m deki Kirazcık ta ulaşıldığı belirlenmiştir (Tablo 4.17).

1998-1999 kış sezonunda irdelendiğinde de diğer senelerde olduğu gibi orman altı ve açık alan değerleri karşılaştırıldığında açık alan ile orman altı arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunamamıştır (Tablo 4.17). Kış sezonu bütün olarak değerlendirildiğinde 0,001 düzeyinde önemli bir ilişki mevcuttur (Tablo 4.18)

Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar su eşdeğerine ait ölçümlerinin yıllar itibarıyla ortalamalarının grafiksel karşılaştırılması (Şekil 4.16) de verilmiştir



Şekil 4.16 : Deneme alanlarında orman altı ve açık alan kar su eşdeğeri ölçümlerinin yıllar itibariyle ortalamalarının karşılaştırılması

Tablo 4.18 : Orman altı ve açık alanlarda belirlenen özelliklerin ölçüm yapılan kış sezonuna göre istatistiksel analiz sonuçları

		1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999
Bağımsız iki örneğin denetimi					
Kar derinliği (cm)	Mann-Whitney U Asymp. Sig.2 tailed	0,041*	0,020*	0,130	0,785
	Örnek sayısı	43	54	47	39
Yoğunluk	T	0,632	0,512	0,745	0,678
	Örnek sayısı	42	54	47	39
Korelasyon analizi					
Kar derinliği (cm)	Korelasyon katsayısı	0,956***	0,960***	0,959***	0,968***
Yoğunluk	Korelasyon katsayısı	0,928***	0,929***	0,979***	0,977***
Su eşdeğeri	Korelasyon katsayısı	0,971***	0,973***	0,974***	0,956***
	Örnek sayısı	42	54	47	39

4.4. KAR ERİME AKIMINA AİT BULGULAR

4.4.1. Havza Akım Değerlerine Ait Bulgular

Araştırma alanında kar yığılma dönemi olarak tanımlanan aralık, ocak, şubat ve mart aylarında gözlenen günlük debi değerleri, çoğunlukla birkaç kaynak girdisi kapsayan minimum düzeydeki akım değerleridir. Kar erimesi akımı EİEİ ve DSI akım gözlem istasyonunun günlük akım miktarlarına Şekil 4.17 - 4.25 göre mart ayının ikinci yarısında başlamaktadır. Bu akım verilerine göre kar erime mevsimi olarak 15 mart - 15 haziran olduğu görülmüştür.

Yıllık akım değerleri ($Q_{yıl}$) ve kar erimesi oluşan döneme ait şubat-haziran (Q_{II-VI}), mart-haziran (Q_{III-VI}), nisan-haziran (Q_{IV-VI}), ve mayıs-haziran (Q_{V-VI}) dönemi toplam akımları ($\times 10^6$ m³) ve yüzde olarak akım oranları araştırmanın devam ettiği 1995-1999 yılları için Devrekani çayı-Azdavay (AGİ no: EİEİ 13-07) akım ölçme istasyonunun verileri Tablo 4.19 te, Gökırmak-Kuyuluş (AGİ no: EİEİ 15-24) akım ölçme istasyonunun verileri Tablo 4.20 da verilmiştir. Uzun yıllar için (1980-1995 yılları arası) 13-07 akım ölçme istasyonunun verileri Tablo 4.21 de, 15-24 akım ölçme istasyonu verileri ise (1980-1999) Tablo 4.22 da verilmiştir. 13-07 akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı ve mart-haziran arasındaki kar erime döneminde toplam akımları (1963-2004 arası) ve bu dönemin % olarak yıllık akıma oranı Tablo 4.23 da ve 15-24 akım ölçme istasyonunun (1954-1999 arası) değerleri ise Tablo 4.24 de verilmiştir.

Tablo 4.19 : Araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları ($\times 10^6$ m³) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları

Yıl	$Q_{yıl}$	Q_{II-VI}	Q_{III-VI}	Q_{IV-VI}	Q_{V-VI}
95-96	130,37 100%	83 64%	66,1 51%	49,4 38%	28,8 22%
96-97	292,3 100%	236,8 81%	218,5 75%	184,4 63%	36,4 12%
97-98	332,89 100%	263,6 79%	206 62%	137,7 41%	94,5 28%
98-99	121,15 100%	97,07 80%	74,37 61%	36,07 30%	12,47 10%

Tablo 4.20 : Araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak-Kuyluş akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları ($\times 10^6 \text{ m}^3$) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları

Yıl	$Q_{\text{yıl}}$	$Q_{\text{II-VI}}$	$Q_{\text{III-VI}}$	$Q_{\text{IV-VI}}$	$Q_{\text{V-VI}}$
95-96	370,97 % 100	260,6 % 70	224,9 % 61	179,7 % 48	106,4 % 29
96-97	468,22 % 100	344 % 73	323,1 % 69	291 % 62	135 % 29
97-98	670,4 % 100	518,4 % 77	464,9 % 69	397 % 59	287 % 43
98-99	326,6 % 100	233,2 % 71	207,2 % 63	146,5 % 45	65,2 % 20

Tablo 4.21 : 1980-1995 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı - Azdavay akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları ($10^6 \times \text{m}^3$) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları

Yıl	$Q_{\text{yıl}}$	$Q_{\text{II-VI}}$	$Q_{\text{III-VI}}$	$Q_{\text{IV-VI}}$	$Q_{\text{V-VI}}$
94-95	220,70 100,00	129,87 58,84	99,37 45,02	61,17 27,72	20,47 9,28
93-94	73,64 100,00	50,92 69,15	33,42 45,38	20,12 27,32	14,54 19,74
92-93	412,81 100,00	340,40 82,46	308,40 74,71	160,40 38,86	82,60 20,01
91-92	226,46 100,00	196,76 86,89	184,26 81,37	100,16 44,23	16,06 7,09
90-91	174,38 100,00	133,80 76,73	114,30 65,55	85,50 49,03	60,50 34,69
89-90	178,13 100,00	108,46 60,89	91,16 51,18	61,36 34,45	44,06 24,73
88-89	333,18 100,00	219,80 65,97	170,00 51,02	59,00 17,71	40,50 12,16
87-88	175,34 100,00	143,30 81,73	130,20 74,26	90,40 51,56	55,10 31,42
86-87	193,02 100,00	144,30 74,76	115,00 59,58	83,60 43,31	41,40 21,45
85-86	124,56 100,00	77,96 62,59	56,06 45,01	40,06 32,16	34,90 28,02
84-85	254,31 100,00	209,08 82,21	167,78 65,97	73,08 28,74	25,78 10,14
83-84	182,29 100,00	97,20 53,32	80,90 44,38	64,10 35,16	35,50 19,47
82-83	288,15 100,00	228,50 79,30	188,30 65,35	99,40 34,50	36,10 12,53
81-82	347,79 100,00	215,10 61,85	188,20 54,11	121,80 35,02	64,40 18,52
80-81	263,76 100,00	177,94 67,46	154,74 58,67	99,94 37,89	87,34 33,11
79-80	351,42 100,00	305,50 86,93	284,60 80,99	99,60 28,34	43,80 12,46

Tablo 4.22 : 1980-1999 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak - Kuyluş akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı, kar erime mevsimi Şubat-Haziran, Mart-Haziran, Nisan-Haziran ve Mayıs-Haziran dönemleri toplam akımları ($10^6 \times m^3$) ve bu dönemlerin % olarak yıllık akıma oranları

Yıl	$Q_{yıl}$	$Q_{ii-vı}$	$Q_{iii-vı}$	$Q_{iv-vı}$	$Q_{v-vı}$
98-99	326,60	233,20	207,20	146,50	65,20
	100,00	71,40	63,44	44,86	19,96
98-99	77,93	55,65	49,45	34,95	15,55
	100,00	71,41	63,45	44,85	19,95
97-98	670,40	518,40	464,90	397,00	287,00
	100,00	77,33	69,35	59,22	42,81
96-97	468,22	344,00	323,10	291,00	135,00
	100,00	73,47	69,01	62,15	28,83
95-96	370,97	260,60	224,90	179,70	106,40
	100,00	70,25	60,62	48,44	28,68
94-95	385,44	285,80	258,40	203,90	89,90
	100,00	74,15	67,04	52,90	23,32
93-94	132,66	83,43	70,13	46,03	27,93
	100,00	62,89	52,86	34,70	21,05
92-93	606,71	512,20	481,20	341,20	190,20
	100,00	84,42	79,31	56,24	31,35
91-92	373,06	272,30	258,00	189,80	70,80
	100,00	72,99	69,16	50,88	18,98
90-91	458,71	357,00	338,80	280,30	193,40
	100,00	77,83	73,86	61,11	42,16
89-90	513,41	363,50	342,60	284,50	185,10
	100,00	70,80	66,73	55,41	36,05
88-89	668,13	409,70	351,60	173,60	120,60
	100,00	61,32	52,62	25,98	18,05
87-88	576,77	454,30	432,10	359,40	221,40
	100,00	78,77	74,92	62,31	38,39
86-87	559,09	464,70	421,30	375,00	243,00
	100,00	83,12	75,35	67,07	43,46
85-86	311,96	208,10	179,00	135,20	112,80
	100,00	66,71	57,38	43,34	36,16
84-85	409,89	326,20	303,50	232,10	107,10
	100,00	79,58	74,04	56,62	26,13
83-84	828,40	555,50	508,20	428,50	231,50
	100,00	67,06	61,35	51,73	27,95
82-83	640,30	466,70	444,00	346,90	154,90
	100,00	72,89	69,34	54,18	24,19
81-82	670,71	461,70	433,30	342,10	173,10
	100,00	68,84	64,60	51,01	25,81
80-81	521,57	385,00	342,60	216,60	143,60
	100,00	73,82	65,69	41,53	27,53
79-80	797,70	707,50	676,00	442,00	237,00
	100,00	88,69	84,74	55,41	29,71

Tablo 4.23 : 1963-2004 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı - Azdavay akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı ve Mart-Haziran arasındaki kar erime döneminde toplam akımları ($\times 10^6 \text{ m}^3$) ve bu dönemin % olarak yıllık akıma oranı.

Yıl	Yıllık Toplam $\times 10^6 \text{ m}^3$	Mart-Haziran $\times 10^6 \text{ m}^3$	Toplam Hacmin Yüzdesi (%)
2004	169,05	96,40	57,02
2003	116,80	55,40	47,43
2002	210,62	84,77	40,25
2001	42,34	25,91	61,20
2000	286,31	183,90	64,23
1999	121,15	74,37	61,39
1998	332,89	206,00	61,88
1997	292,30	218,50	74,75
1996	130,37	66,10	50,70
1995	220,70	99,37	45,02
1994	73,64	33,42	45,38
1993	412,81	308,40	74,71
1992	226,46	184,26	81,37
1991	174,38	114,30	65,55
1990	178,13	91,16	51,18
1989	333,18	170,00	51,02
1988	175,34	130,20	74,26
1987	193,02	115,00	59,58
1986	124,56	56,06	45,01
1985	254,31	167,78	65,97
1984	182,29	80,90	44,38
1983	288,15	188,30	65,35
1982	347,79	188,20	54,11
1981	263,76	154,74	58,67
1980	351,42	284,60	80,99
1979	187,32	76,20	40,68
1978	200,79	115,98	57,76
1977	124,10	85,80	69,14
1976	246,81	190,05	77,00
1975	162,78	127,71	78,46
1974	222,47	108,72	48,87
1973	229,94	87,39	38,01
1972	369,13	236,00	63,93
1971	214,33	143,20	66,81
1970	75,62	39,55	52,30
1969	206,97	142,18	68,70
1968	288,35	138,18	47,92
1967	174,02	145,90	83,84
1966	152,93	95,36	62,36
1965	332,94	205,70	61,78
1964	273,24	178,10	65,18
1963	298,85	128,40	42,96

Tablo 4.24 : 1954-1999 yılları arasında araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak - Kuyluş akım ölçme istasyonunun yıllık toplam akımı ve Mart-Haziran arasındaki kar erime döneminde toplam akımları ($\times 10^6 \text{ m}^3$) ve bu dönemin % olarak yıllık akıma oranı.

Yıl	Yıllık Toplam $\times 10^6 \text{ m}^3$	Mart-Haziran $\times 10^6 \text{ m}^3$	Toplam Hacmin Yüzdesi (%)
99	326,60	207,20	63,44
98	670,40	464,90	69,35
97	468,22	323,10	69,01
96	370,97	224,90	60,62
95	385,44	258,40	67,04
94	132,66	70,13	52,86
93	606,71	481,20	79,31
92	373,06	258,00	69,16
91	458,71	338,80	73,86
90	513,41	342,60	66,73
89	668,13	351,60	52,62
88	576,77	432,10	74,92
87	559,09	421,30	75,35
86	311,96	179,00	57,38
85	409,89	303,50	74,04
84	828,40	508,20	61,35
83	640,30	444,00	69,34
82	670,71	433,30	64,60
81	521,57	342,60	65,69
80	797,70	676,00	84,74
79	411,30	219,00	53,25
78	500,72	345,50	69,00
77	387,95	233,70	60,24
76	336,96	261,50	77,61
75	460,52	390,10	84,71
74	264,41	167,50	63,35
73	540,19	322,40	59,68
72	588,40	379,80	64,55
71	504,91	400,50	79,32
70	351,36	213,30	60,71
69	646,88	473,10	73,14
68	608,81	358,40	58,87
67	552,66	446,70	80,83
66	604,52	389,00	64,35
65	667,56	499,10	74,76
64	490,70	351,40	71,61
63	811,62	512,10	63,10
62	336,35	233,10	69,30
60	315,13	208,90	66,29
59	576,60	444,10	77,02
58	515,90	371,40	71,99
57	205,54	140,00	68,11
56	413,41	280,20	67,78
55	170,63	71,56	41,94
54	403,66	320,90	79,50

Ortalama olarak yıllık akımın %71-77 şubat-haziran, % 61-63 ü mart-haziran, % 43-62 si nisan-haziran ve % 17-43 ü mayıs-haziran döneminde gelmiştir.

1995-1999 yılları için Devrekani çayı-Azdavay (AGİ no: EİEİ 13-07) akım ölçme istasyonunun verilerinin standart sapma ve korelasyon değerleri Tablo 4.25 ve Tablo 4.26 de, Gökırmak-Kuyuluş (AGİ no: EİEİ 15-24) akım ölçme istasyonunun verilerinin standart sapma ve korelasyon değerleri de Tablo 4.27 ve Tablo 4.28 de verilmiştir.

Tablo 4.25 : Araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince standart sapma değerleri

Aylar Sezon	Standart Sapma											
	10_11	11_12	12_01	01_02	02_03	03_04	04_05	05_06	06_07	07_08	08_09	09_10
95-96	1,29	6,91	6,67	3,48	3,70	3,44	3,88	4,83	4,55	0,17	0,26	0,88
96-97	3,28	3,47	7,08	7,17	7,33	27,42	28,41	5,44	1,62	0,74	0,78	3,29
97-98	1,52	4,69	5,79	13,31	12,36	10,35	22,50	22,86	5,05	1,07	0,45	1,34
98-99	0,40	0,80	0,79	7,25	8,24	6,85	5,09	0,79	0,90	0,39	0,37	0,27

Tablo 4.26 : Araştırma alanındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı -Azdavay akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince korelasyon değerleri

Aylar Sezon	Korelasyon											
	10_11	11_12	12_01	01_02	02_03	03_04	04_05	05_06	06_07	07_08	08_09	09_10
95-96	-0,52	0,45	-0,45	0,11	-0,15	-0,30	0,07	-0,18	0,86	-0,29	0,46	-0,09
96-97	-0,25	-0,38	-0,44	-0,51	0,75	0,28	-0,09	0,53	0,62	0,06	-0,32	-0,24
97-98	0,31	-0,17	0,32	0,14	-0,15	0,22	-0,41	-0,37	0,48	0,71	-0,63	0,26
98-99	0,45	-0,31	-0,20	0,11	-0,42	0,66	0,66	-0,36	-0,34	0,66	0,47	-0,60

Tablo 4.27 : Araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak-Kuyuluş akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince standart sapma değerleri

Aylar Sezon	Standart Sapma											
	10_11	11_12	12_01	01_02	02_03	03_04	04_05	05_06	06_07	07_08	08_09	09_10
95-96	3,41	4,58	4,29	3,98	5,37	7,81	6,28	12,03	14,15	1,10	2,13	1,87
96-97	2,57	1,55	3,32	3,49	2,78	32,18	26,89	14,90	7,20	2,74	1,19	3,03
97-98	5,22	4,42	3,25	7,72	8,16	13,26	24,83	25,04	21,45	6,20	2,83	5,13
98-99	0,71	1,09	1,28	4,87	8,27	6,90	9,99	5,37	4,30	3,80	4,17	0,78

Tablo 4.28 : Araştırma alanındaki EİEİ 15-24 Gökırmak-Kuyuluş akım ölçme istasyonunun aylar itibariyle gözlem süresince korelasyon değerleri

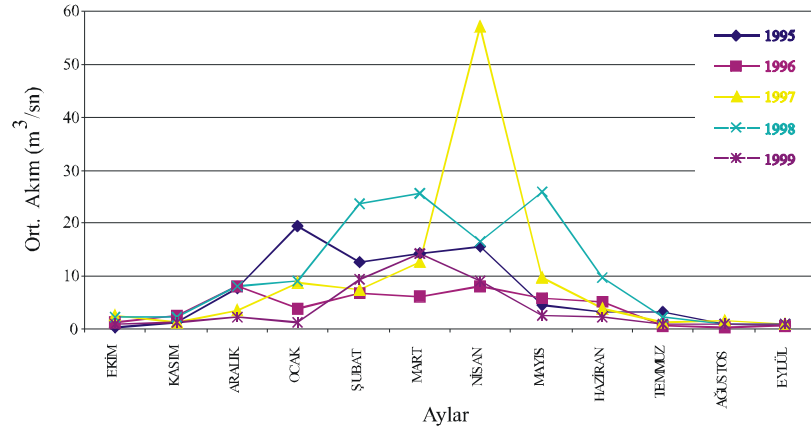
Aylar Sezon	Korelasyon											
	10_11	11_12	12_01	01_02	02_03	03_04	04_05	05_06	06_07	07_08	08_09	09_10
95-96	-0,26	-0,07	-0,38	0,15	0,05	-0,28	-0,14	0,81	-0,22	0,45	0,04	-0,03
96-97	-0,31	-0,22	-0,50	-0,75	0,74	0,63	-0,66	0,35	0,46	0,01	0,06	0,17
97-98	0,14	-0,17	0,09	0,29	-0,18	0,28	-0,70	-0,68	0,85	-0,61	0,72	0,49
98-99	0,62	-0,38	-0,18	-0,44	-0,32	0,00	0,45	-0,28	-0,63	-0,31		

Araştırma alanında bulunan Azdavay Merkez, Sabuncular, Sökü, Masruf ve Kirazcık deneme noktaları EİEİ 'nin 13-07 nolu akım gözlem istasyonunu bulduğu havza sınırları içerisinde girmektedir. Bu deneme noktalarının bulunduğu havzadaki akım ölçme istasyonu verilerinin, örnek alma dönemi olan 1995-1999 yıllarına ait aylık, ortalama aylık akımı (m^3/sn) grafiği Şekil 4.17 te, aylık akım değerleri milyon m^3 olarak Şekil 4.18 te ve aylık akış yüksekliği değerleri Şekil 4.19 da verilmiştir.

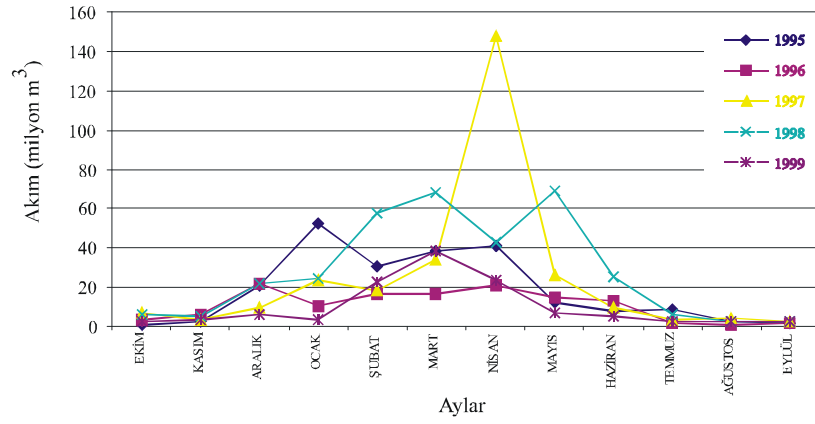
Araştırma alanlarından Daday ve Ilgaz dağı kuzey bakı ve Ilgaz dağı güney bakı deneme alanları ise EİEİ nin 15-24 nolu akım gözlem istasyonunun bulunduğu havza içerisinde bulunmaktadır. Bu havzadaki akım gözlemlerine göre, 1995-1999 yıllarına ait aylık ortalama aylık akımı (m^3/sn) grafiği Şekil 4.20 de, aylık akım değerleri milyon m^3 olarak Şekil 4.21 de ve aylık akış yüksekliği değerleri Şekil 4.22 da verilmiştir.

Ayrıca araştırma sahasındaki Masruf ve Kirazcık deneme noktaları DSİ nin 13-15 nolu akım ölçme istasyonunun havza sınırları içerisinde bulunmaktadır. Diğer taraftan bu havzalar aynı zamanda EİEİ 13-07 nolu havza sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu istasyona ait uzun yıllar itibariyle aylık ortalama akım değerleri Şekil 4.23 da verilmiştir.

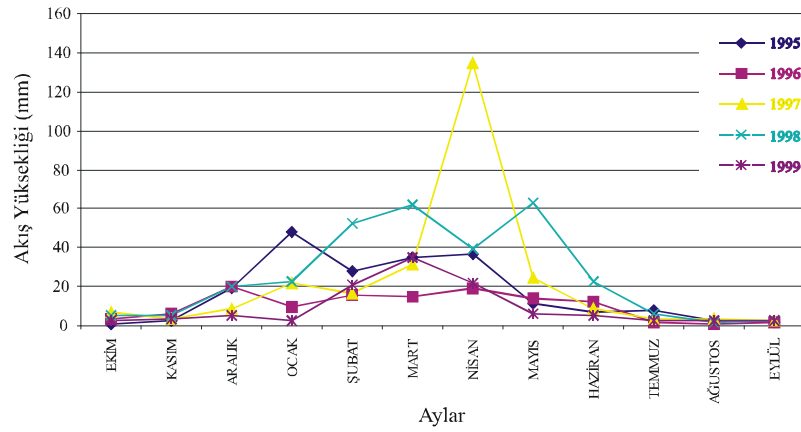
Daday soğucaova ölçüm noktası DSİ 15-226 nolu akım ölçme istasyonunun havza sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu istasyona ait uzun yıllar itibariyle aylık ortalama akım değerleri Şekil 4.24 de gösterilmiştir. Ilgazda bulunan Ilgaz dağı kuzey bakı ve Ilgaz dağı güney bakı araştırma noktaları ise DSİ 15-25 nolu akım ölçme istasyonunun havza sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu istasyona ait uzun yıllar itibariyle aylık ortalama akım değerleri Şekil 4.25 'da verilmiştir.



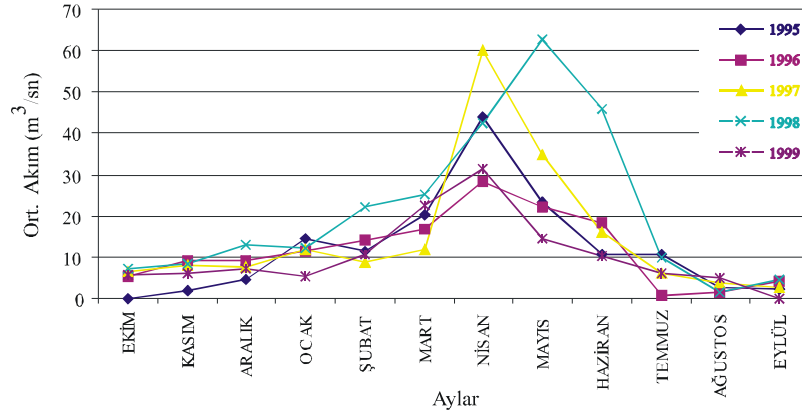
Şekil 4.17 : EİEİ 13-07 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri



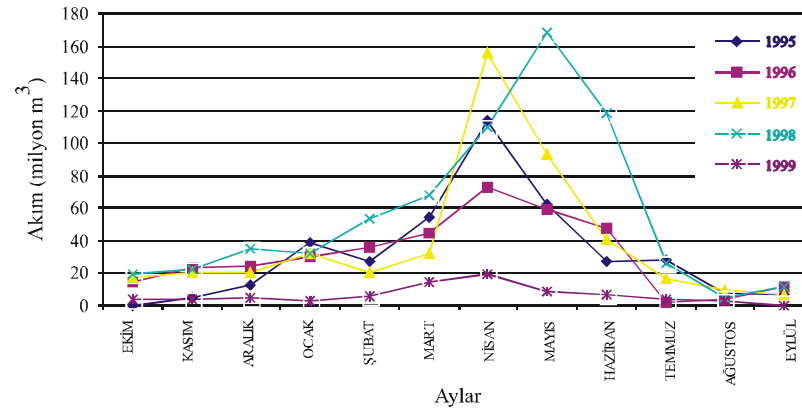
Şekil 4.18 : EİEİ 13-07 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akım değerleri



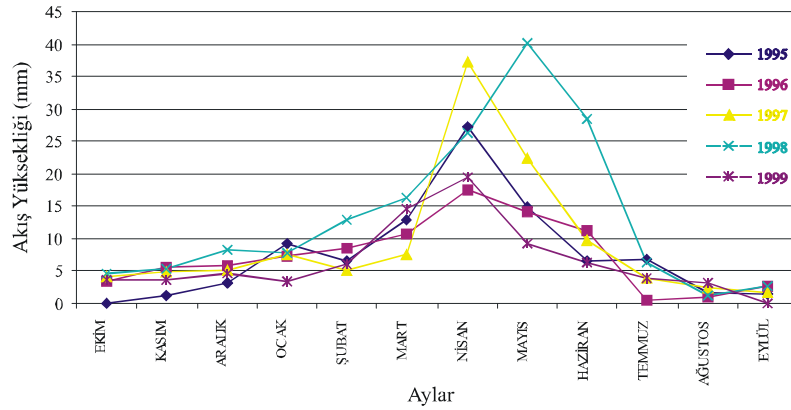
Şekil 4.19 : EİEİ 13-07 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akış yüksekliği değerleri



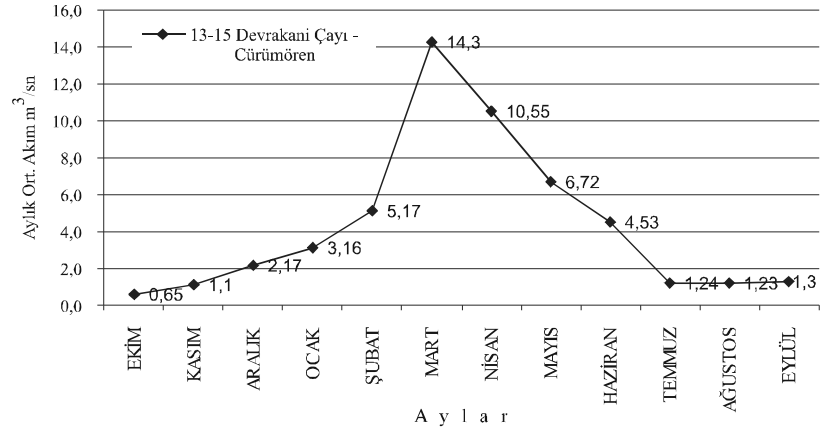
Şekil 4.20 : EİEİ 15-24 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık ortalama akım değerleri



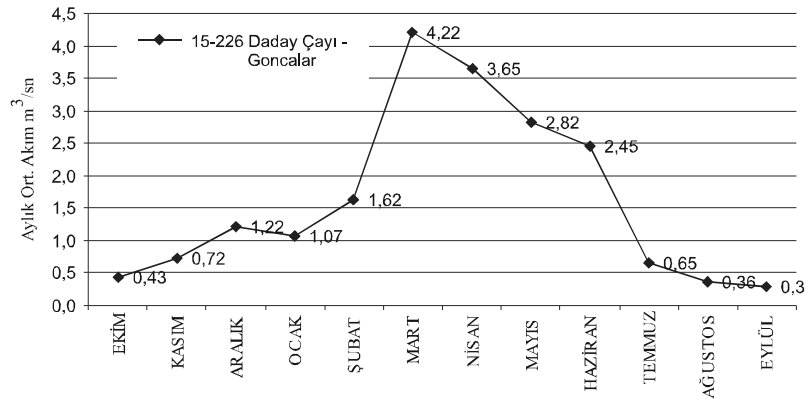
Şekil 4.21 : EİEİ 15-24 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akım değerleri



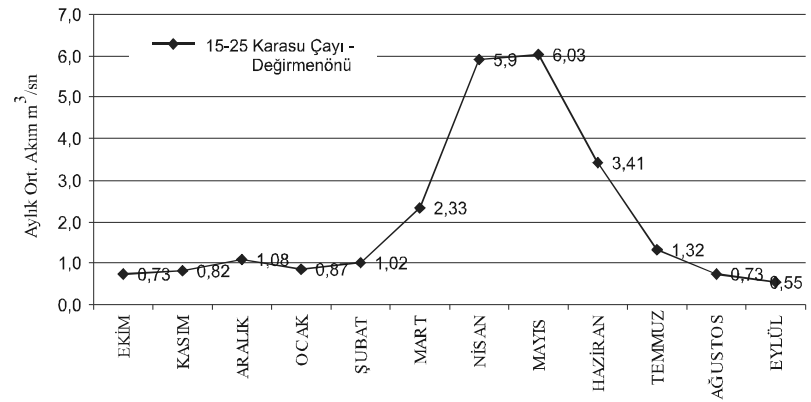
Şekil 4.22 : EİEİ 15-24 akım ölçme istasyonu verilerine göre 1995-1999 yıllarına ait aylık akış yüksekliği değerleri



Şekil 4.23 : DSİ 13-15 nolu akım ölçme istasyonu verilerine göre uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri



Şekil 4.24 : DSİ 15-226 nolu akım ölçme istasyonu verilerine göre uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri



Şekil 4.25 : DSİ 15-25 nolu akım ölçme istasyonu verilerine göre uzun yıllara ait aylık ortalama akım değerleri

4.4.2. Kar Erimesinin Belirlenmesi

Daha önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi model değişkenleri olarak özellikle havzanın kar erime potansiyelini belirlemede kullanılan Derece-Gün metoduna göre gereken parametrelerden günlük ortalama hava sıcaklığı ve havza karakteristiğini yansıtan derece-gün faktörü belirlenmiştir.

Bir sahada meydana gelebilecek potansiyel kar erimesi miktarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden Derece-Gün metoduna göre gerekli olan önemli havza karakteristiklerinden alan-yükseklik eğrisi (hipsometrik eğri); araştırma sahasındaki EİEİ 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzası (Şekil 4.12) ve 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzası için (Şekil 4.13) belirlenmiştir.

Araştırmada özellikle ormanlık alan ve açık alandaki kar birikimlerinin kar hidrolojisine etkilerinin belirlenmesi amaçlandığından her bir deneme sahasına ait derece gün faktörleri havza genel özelliklerine göre literatür kaynaklarından ve ilgili abaklardan hesaplanarak belirlenmiştir (Tablo 4.29).

Tablo 4.29 : Deneme sahalarına göre Derece-Gün faktörleri

Deneme Alanının Adı	Durumu	Derece – Gün Faktörü			
		Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
Azdavay Merkez	Orman Altı	1,7	1,7	1,8	18
	Açık Alan	3	4	5	6
Azdavay Sabuncular Mevkii	Orman Altı	2	3	4	4
	Açık Alan	4	4,5	6	7
Azdavay Sökü Mevkii	Orman Altı	1,7	1,75	1,8	1,8
	Açık Alan	4	5	6	7
Daday Soğucaova Mevkii	Orman Altı	1,7	1,75	1,8	1,8
	Açık Alan	4	5	6	7
Küre Masruf Mevkii	Orman Altı	3	3	4	4,5
	Açık Alan	4	4,5	5	5,5
Küre Kirazcık Mevkii	Orman Altı	1,7	1,8	1,8	1,8
	Açık Alan	3	3,5	4	5
Bozkurt Göynük Dağı	Orman Altı	1,7	1,8	1,9	1,9
	Açık Alan	3	3,5	4	5
İlgaz Dağı Kuzey Bakı	Orman Altı	1,7	1,7	1,75	1,8
	Açık Alan	3	3,5	3,5	4
İlgaz Dağı Güney Bakı	Orman Altı	1,7	1,7	1,75	1,8
	Açık Alan	3	3,5	4	4,5

Kar erimesi derinliklerinin hesaplanabilmesi için aynı şekilde sıcaklık ölçümlerinin veya tahminlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Deneme sahalarının bulunduğu Kastamonu ilinde uzun yıllar meteorolojik gözlem ve ölçümler yapan Kastamonu

(Tablo 4.30) ve Ilgaz (Tablo 4.31) meteoroloji istasyonu günlük verilerine göre hesaplanan sıcaklık ölçümleri verilmiştir.

Buna göre Derece-Gün metoduna göre bir havzada gelebilecek maksimum su yüksekliği ve günlük debiler hesaplanmıştır. Hesaplanan tablo değerleri Ek tablo 12- 15 olarak verilmiştir. Elde edilen değerlere ait korelasyon değerleri Tablo 4.32 ve 4.33 de verilmiştir. Kar erime dönemine ait debi verilerine göre aralarında önemli bir ilişki belirlenmiştir. Bu tablolardan havzalar bazında elde edilen araştırma dönemine ait potansiyel maksimum su potansiyelleri grafik olarak Şekil 4.26-4.34 te verilmiştir.

Tablo 4.32 : 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay Havzası kar erime potansiyeli korelasyon analizi

07 Devrekani Çayı-Azdavay		95-96	96-97	97-98	98-99
95-96	Korelasyon	1	,757(**)	,582(**)	,639(**)
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93
96-97	Korelasyon	,757(**)	1	,467(**)	,581(**)
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93
97-98	Korelasyon	,582(**)	,467(**)	1	,733(**)
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93
98-99	Korelasyon	,639(**)	,581(**)	,733(**)	1
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93

** Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

Tablo 4.33 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş Havzası kar erime potansiyeli korelasyon analizi

15-24 Gökırmak-Kuyuluş		95-96	96-97	97-98	98-99
95-96	Korelasyon	1	,831(**)	,741(**)	,768(**)
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93
96-97	Korelasyon	,831(**)	1	,629(**)	,709(**)
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93
97-98	Korelasyon	,741(**)	,629(**)	1	,827(**)
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93
98-99	Korelasyon	,768(**)	,709(**)	,827(**)	1
	Örnek Sayısı N	93	93	93	93

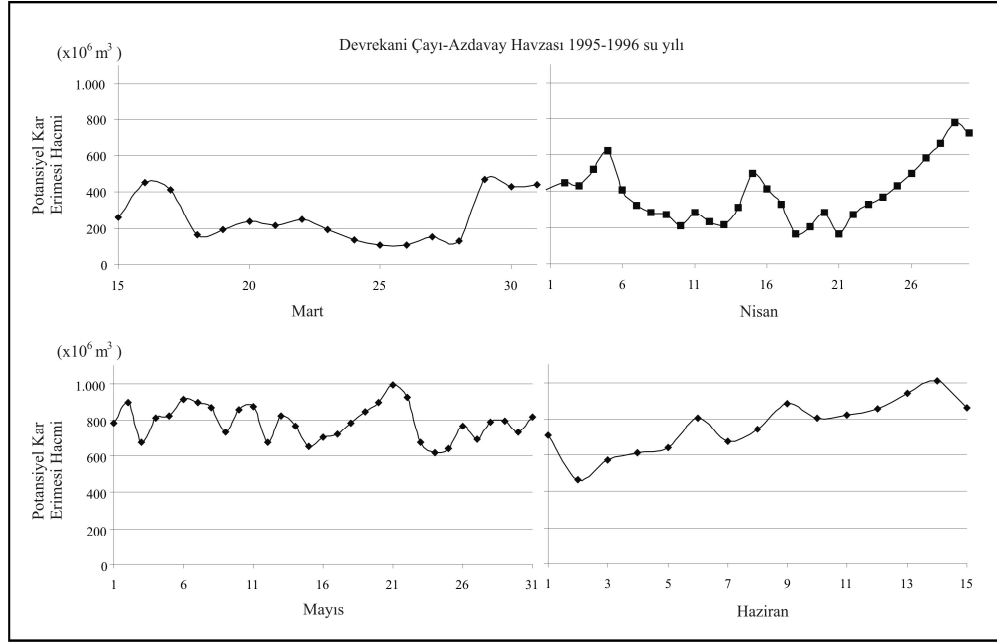
** Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir.

Tablo 4.30 : Kastamonu Meteoroloji istasyonunda kar erime dönemine ait günlük sıcaklık değerleri (°C)

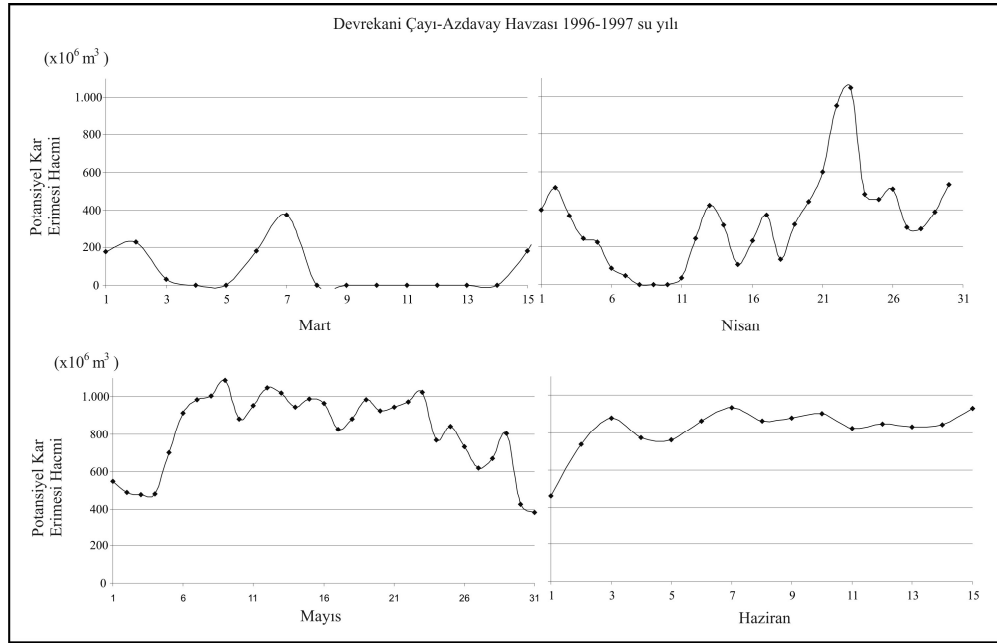
Ay /	1996				1997				1998				1999			
Gün	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
1	0,2	8,0	15,6	14,1	0,8	7,8	10,8	9,1	4,0	4,4	13,5	15,5	5,3	5,1	17,6	14,2
2	0,5	8,9	17,8	9,3	-0,3	10,2	9,6	14,5	3,9	7,6	12,8	15,0	6,5	6,5	18,1	15,6
3	-0,2	8,6	13,5	11,4	0,0	7,2	9,4	17,3	0,6	6,2	15,3	14,4	5,0	6,5	15,0	15,1
4	-1,2	10,4	16,2	12,2	3,3	4,8	9,5	15,2	6,0	9,0	18,7	15,5	5,4	7,3	15,0	15,8
5	-1,0	12,4	16,4	12,8	1,2	4,4	13,8	15,0	9,0	11,4	19,4	16,8	6,2	7,2	14,9	16,1
6	-1,9	8,1	18,2	16,1	-2,4	1,7	18,0	17,0	6,9	13,6	12,1	15,2	7,3	5,7	8,3	17,6
7	-2,3	6,4	17,9	13,5	-0,8	0,9	19,4	18,4	2,0	13,8	13,6	15,1	8,6	6,8	4,5	16,7
8	-0,4	5,6	17,3	14,8	0,1	-0,2	19,8	17,0	4,5	14,6	14,2	16,6	8,7	8,0	5,3	14,5
9	0,6	5,4	14,6	17,6	0,5	-1,5	21,4	17,3	9,1	19,1	14,9	15,5	3,8	10,8	9,3	15,4
10	0,3	4,2	17,1	16,0	1,0	-1,9	17,4	17,8	10,0	18,4	18,6	17,6	4,0	11,0	13,2	16,9
11	0,1	5,7	17,4	16,4	2,0	0,7	18,8	16,2	12,6	19,0	14,9	19,5	4,7	11,2	14,2	18,5
12	0,4	4,6	13,5	17,1	1,6	4,8	20,6	16,7	0,2	20,2	14,1	19,1	5,6	10,5	16,9	18,6
13	1,4	4,3	16,4	18,8	1,9	8,3	20,1	16,4	0,4	19,6	10,6	21,8	5,7	9,7	14,4	19,1
14	4,0	6,2	15,2	20,1	3,6	6,2	18,6	16,6	1,8	15,0	11,1	20,8	3,8	10,8	15,1	18,4
15	5,2	9,9	13,0	17,2	3,5	2,1	19,5	18,3	1,6	13,8	11,1	20,2	-0,9	8,7	17,8	20,2
16	9,0	8,2	14,0	15,3	4,5	4,6	19,0	18,2	-2,7	12,8	14,4	20,7	-0,3	9,4	14,1	19,6
17	8,2	6,5	14,4	14,6	0,6	7,3	16,3	17,8	-1,0	12,2	14,0	20,5	1,5	12,0	11,5	22,2
18	3,3	3,3	15,6	14,6	-3,8	2,6	17,4	19,7	-1,2	12,8	15,2	22,3	3,8	14,8	11,3	21,5
19	3,8	4,1	16,8	15,8	-4,2	6,3	19,4	21,7	-0,2	13,2	13,2	19,2	8,9	10,2	7,0	21,9
20	4,8	5,6	17,9	15,0	3,6	8,7	18,2	23,9	0,2	9,4	9,7	17,2	5,2	10,0	10,2	18,8
21	4,3	3,3	19,8	15,6	7,4	11,8	18,6	23,2	2,6	6,2	11,0	13,8	1,4	7,8	14,1	21,0
22	5,0	5,4	18,4	18,2	-1,5	18,8	19,2	21,2	3,2	4,6	12,3	12,6	0,8	5,4	16,9	20,8
23	3,8	6,5	13,4	20,2	-3,3	20,6	20,2	21,1	-0,7	7,4	13,2	17,4	3,8	8,3	18,2	18,9
24	2,7	7,4	12,3	21,6	-2,8	9,5	15,1	22,9	-3,2	6,8	14,6	20,5	5,4	10,8	16,5	16,3
25	2,2	8,6	12,8	21,4	-1,4	8,9	16,6	23,4	-2,3	10,2	16,5	19,7	1,8	13,8	13,1	15,9
26	2,2	9,9	15,3	21,8	-0,6	10,0	14,4	22,0	-0,2	11,8	18,3	19,2	-0,2	15,2	12,9	16,3
27	3,1	11,6	13,8	25,5	-2,9	6,0	12,2	19,8	3,6	11,7	17,0	18,8	4,2	13,6	12,8	18,5
28	2,6	13,2	15,7	19,4	-1,6	5,8	13,2	21,1	5,9	11,3	14,9	18,4	7,8	12,3	15,2	19,5
29	9,4	15,5	15,8	16,1	3,6	7,6	15,8	20,1	3,6	12,2	16,0	20,4	7,7	11,4	14,2	19,5
30	8,6	14,3	14,6	19,6	9,0	10,5	8,4	20,0	2,6	11,1	15,3	19,8	9,8	16,0	12,5	20,2
31	8,8		16,3		8,1		7,5		2,5		15,3		9,3		13,4	

Tablo 4.31 : Ilgaz Meteoroloji istasyonu kar erime dönemine ait günlük sıcaklık değerleri (°C)

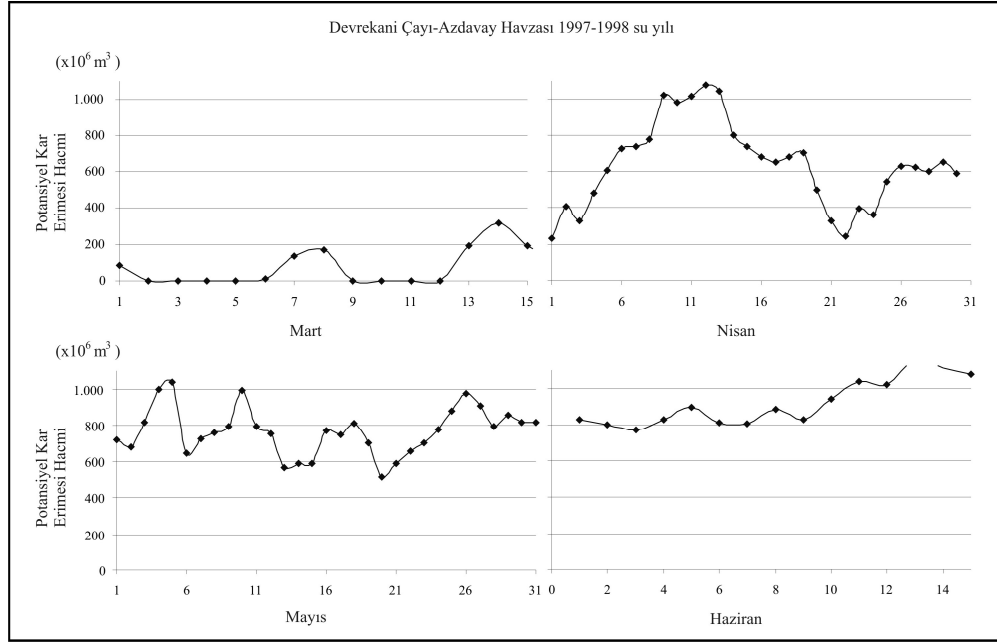
Ay /	1996				1997				1998				1999			
Gün	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
1	-0,5	7,2	17,8	13,8	2,6	7,9	10,7	10,7	4,7	4,7	12,8	14,3	7,5	7,8	17,6	15,4
2	0,4	9,1	17,4	10,4	1,1	11,3	10,0	13,2	4,4	7,1	13,7	12,9	7,2	6,7	18,2	13,4
3	-0,4	10,2	16,0	10,8	1,5	8,6	9,3	18,2	1,7	3,7	15,6	14,5	5,9	5,8	15,7	14,3
4	-3,0	11,5	17,4	11,9	3,4	5,0	9,8	15,1	7,2	8,1	18,4	15,8	6,1	7,2	15,7	15,8
5	-1,3	11,3	18,0	14,0	1,3	3,9	12,8	15,0	9,7	10,4	17,5	14,7	7,3	9,2	15,4	17,1
6	-1,6	6,2	19,2	17,0	-2,4	1,0	16,1	17,0	8,2	12,7	14,3	14,6	8,1	7,9	10,4	18,2
7	-2,1	5,0	18,0	15,6	-2,1	0,4	18,0	16,7	3,9	13,9	15,7	14,7	8,8	9,4	5,0	16,2
8	-0,6	5,8	16,1	15,8	1,0	0,3	19,8	16,7	4,5	15,9	15,6	15,6	9,6	9,6	7,5	15,6
9	1,0	6,0	17,1	18,4	1,6	-2,7	20,3	16,6	9,3	16,7	16,1	15,6	5,9	12,2	11,2	13,4
10	0,6	4,7	17,5	17,4	1,1	-2,0	18,4	17,7	9,7	16,5	18,6	16,7	5,2	12,2	15,1	16,8
11	-0,4	6,6	17,4	17,6	3,5	0,1	17,7	16,6	11,9	18,7	15,1	19,2	6,9	10,4	16,2	19,5
12	1,2	5,7	14,5	18,6	3,6	4,1	17,7	16,7	1,2	19,1	13,4	18,9	7,9	9,6	17,3	17,9
13	2,5	4,8	16,3	20,2	4,8	6,9	19,5	16,8	1,4	19,8	11,0	22,2	6,3	9,8	15,5	17,0
14	5,8	7,8	15,2	21,8	5,9	5,3	19,8	17,2	3,0	17,1	13,7	20,7	3,8	9,5	16,3	16,8
15	6,8	9,2	10,7	20,1	6,3	1,1	19,9	19,1	3,6	14,2	12,9	20,3	0,2	11,2	18,4	16,8
16	8,1	7,0	13,4	16,2	5,6	4,2	18,6	17,1	-2,6	14,5	15,0	20,9	-0,1	11,4	16,8	19,2
17	6,8	5,8	13,9	15,1	3,3	6,7	15,2	17,9	-1,1	10,2	14,0	22,8	2,5	13,0	12,6	21,8
18	4,0	3,2	15,3	16,1	-2,8	3,2	16,8	19,1	-0,3	12,7	16,7	22,3	3,4	15,7	11,8	22,8
19	3,6	3,2	17,6	17,3	-2,4	6,1	16,4	21,5	-0,1	12,4	13,2	20,4	8,2	10,0	8,0	23,7
20	4,8	5,9	19,4	16,0	1,9	7,6	18,2	23,3	1,2	9,1	8,4	20,2	5,5	10,5	11,8	19,9
21	3,4	4,4	21,0	17,5	6,9	12,7	18,8	23,9	1,2	5,7	11,6	16,6	2,3	7,3	15,0	20,8
22	5,1	5,9	20,8	19,8	-1,9	12,5	19,8	21,2	1,2	4,8	12,6	14,1	2,0	7,0	16,9	20,6
23	3,3	7,9	13,6	22,2	-3,8	17,6	20,2	21,8	-1,2	7,1	12,4	17,1	4,4	10,2	19,1	19,2
24	3,4	6,4	13,5	24,2	-4,6	8,8	14,8	24,0	-2,8	6,4	14,8	21,1	6,4	12,6	18,0	15,3
25	3,5	10,4	14,3	23,0	-1,8	7,8	14,2	23,3	-2,2	9,8	15,2	20,1	3,4	14,8	14,2	17,7
26	2,0	11,4	13,8	24,2	-0,2	10,6	15,8	21,6	0,9	11,5	18,0	19,6	2,6	15,9	13,0	15,6
27	2,6	13,2	12,8	27,5	-2,0	6,7	12,8	17,9	3,4	10,9	16,5	18,1	5,4	15,4	13,2	18,3
28	1,6	14,5	16,4	21,0	-0,9	7,4	14,7	21,2	6,7	12,6	13,8	19,5	6,9	13,2	16,4	20,6
29	9,6	16,3	16,8	18,2	4,0	7,2	17,1	18,2	2,9	12,8	16,4	20,9	8,6	13,2	16,5	20,1
30	8,7	15,4	14,4	19,9	7,9	10,4	9,2	19,7	3,2	12,0	16,1	21,5	8,5	16,4	14,8	21,2
31	9,7		13,4		8,0		7,7		3,7		15,0		7,3		14,9	



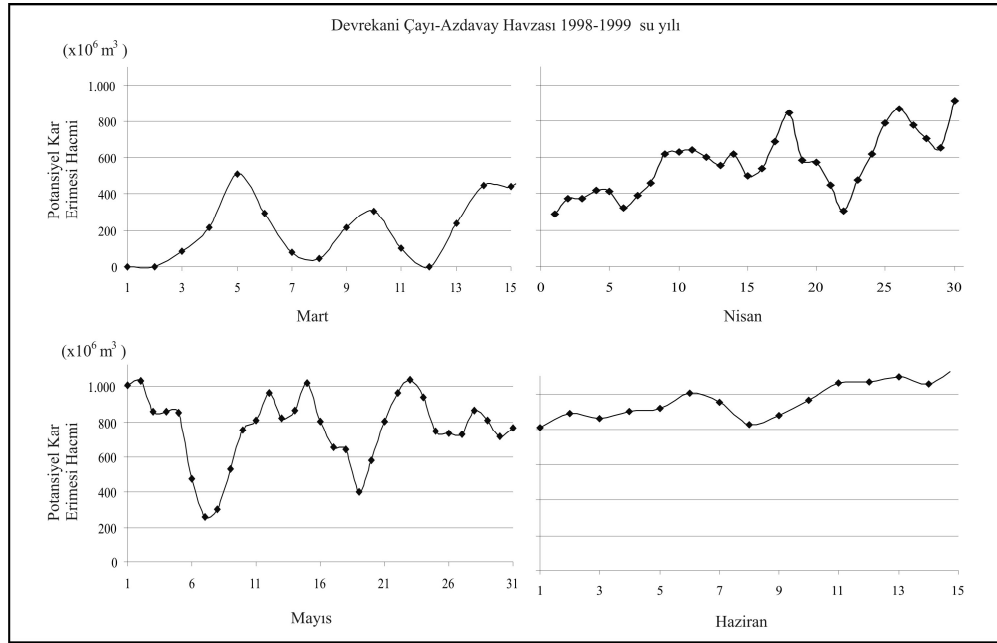
Şekil 4.26 : 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1996 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



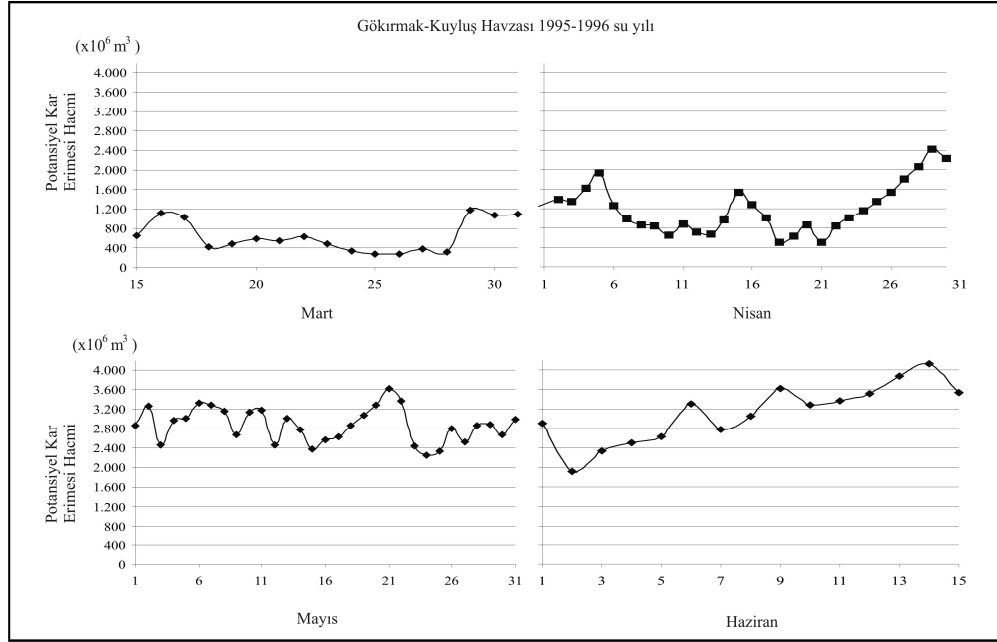
Şekil 4.27 : 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1997 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



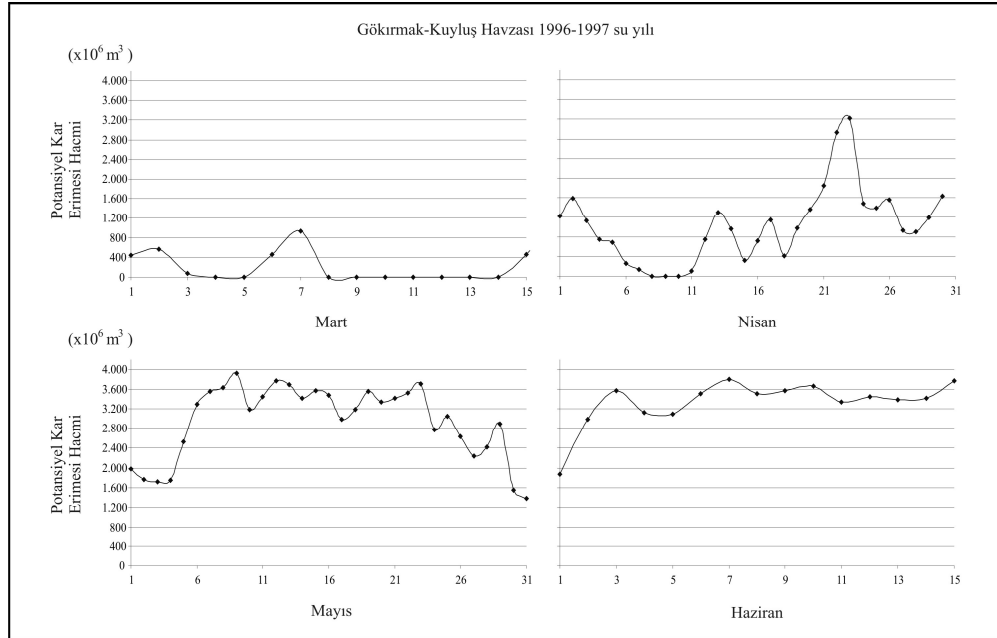
Şekil 4.28 : 13-07 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1998 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



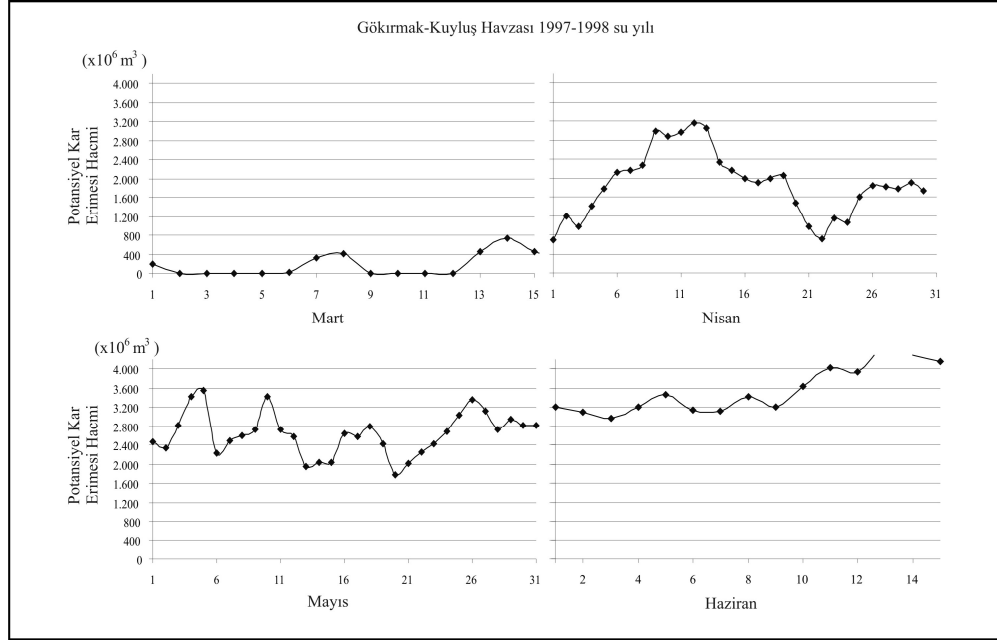
Şekil 4.29 : 13-07 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının 1999 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



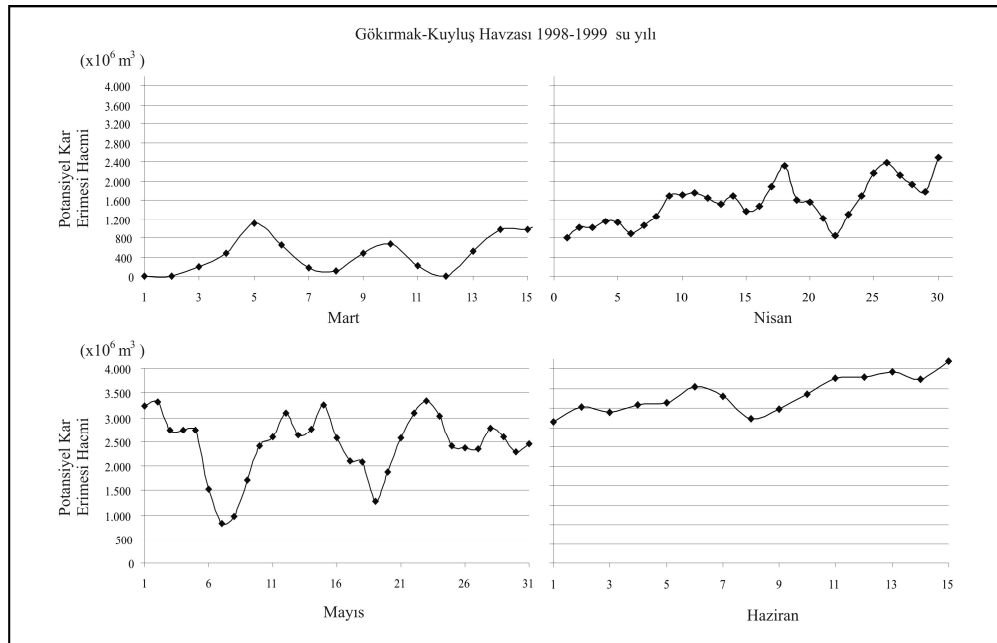
Şekil 4.30 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1996 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



Şekil 4.31 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1997 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



Şekil 4.32 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1998 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).



Şekil 4.33 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasının 1999 yılı kar erime döneminde elde edilebilecek potansiyel maksimum günlük debi (su yüksekliği).

Tablo 4.34 : 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay Havzası kar erime potansiyeli bazı istatistiki analizleri

13-07 Devrekani Çayı-Azdavay	Örnek Sayısı N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası
1995-1996	93	557,64	261,59	27,12
1996-1997	93	535,13	354,42	36,75
1997-1998	93	625,11	320,83	33,26
1998-1999	93	635,84	290,77	30,15

Tablo 4.35 : 15-24 Gökırmak-Kuyuluş Havzası kar erime potansiyeli bazı istatistiki analizleri

15-24 Gökırmak- Kuyuluş	Örnek Sayısı N	Ortalama	Standart Sapma	Ortalamanın Standart Hatası
1995-1996	93	1971,77	1099,69	114,03
1996-1997	93	1908,03	1364,30	141,47
1997-1998	93	2091,19	1181,53	122,51
1998-1999	93	1970,62	1072,88	111,25

Araştırma döneminde iki havzada da, havzalarda meydana gelebilecek kar erimesi potansiyellerinde önemli bir ilişki belirlenmiştir (Tablo 4.32-4.35).

4.5. ÇIĞ OLUŞUMUNA AİT BULGULAR

Araştırma alanında kar yığılma dönemi olarak tanımlanan aralık, ocak, şubat ve mart aylarında ölçülen kar derinliklerine (4.3.1. Kar Derinliğine (Birikimine) Ait Bulgular, sayfa 125), arazi yükselti, eğim ve bakı özellikleri (bakınız 4.2.1. Havza Yüksekliklerine Ait Bulgular, sayfa 110; 4.2.2. Havza Eğimlerine Ait Bulgular, sayfa 112; 4.2.3. Havza Bakısına Ait Bulgular, sayfa 117) irdelendiğinde, ancak araştırma sahalarından yalnızca Ilgaz dağı kuzey ve güney bakılar, Göynük dağı ve Küre Masruf deneme alanlarında bir çığ potansiyelinden bahsedilebilmektedir. Bu özellikler göz önünde bulundurularak, araştırma süresince yeterli ölçüde kar birikiminin olduğu zamanlarda örnek alanlarda alınan kar profili örneklerine göre elde edilen sonuçlar kısaca aşağıdaki gibi açıklanabilir.

Yamaç eğimi, başta çığların kopma hatlarının konumları olmak üzere çığ riskini belirleyen en önemli etkenlerden biridir. Buna göre havza eğim sınıflamalarında belirlenen eğim gruplarından % 19 a kadar olan sınıfta tehlike mevcut değildir. % 20-29 arasındaki eğim grubunda arazilerde düşük, % 30-83 daki eğim gruplarındaki araziler ise tehlikeli çığlar olabileceği alanlardır. % 83 ten büyük sarp ve dik yamaçlar ise kar tutmayan arazilerdir.

Çığ tehlikesinin belirlenmesinde etkili olan faktörler irdelendiğinde arazi eğimi, bakı, yamaç örtüsü, yeni yağın kar miktarı, rüzgar durumu, meteorolojik koşullar, özel oluşumlar (kar balkonu, korniş gibi) suni etkilerin de önemi büyüktür.

4.5.1. Meteorolojik Bulgular

4.5.1.1. Rüzgar Özellikleri

Araştırma sahalarının bulunduğu havzaların, çığ oluşma potansiyelinin bulunduğu kış mevsiminde şubat-haziran arasında rüzgarın hakim esme yönü, esme sayıları ve şiddeti ile, yıllık rüzgar hakim esme yönü, esme sayıları ve şiddeti tablo 4.36 da verilmiştir. 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının rüzgar esme yönü, esme sayısı ve şiddeti değerleri; havza sınırları içerisinde bulunan Kastamonu Meteoroloji İstasyonu verilerinden, 15-24 Gökırmak – Kuyuluş havzasının rüzgar esme yönü, esme sayısı ve

şiddeti değerleri havza sınırları içerisinde bulunan Ilgaz Meteoroloji İstasyonu verilerinden yararlanılarak tesbit edilmiştir.

Tablo 4.36 : Kastamonu ve Ilgaz Meteoroloji İstasyonlarının şubat-haziran arası ve yıllık hakim esme yönü, esme sayıları ve şiddeti

	Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Yıllık	
	Esme Sayısı ve Yönü	Esme Hızı (m/sn)	Esme Sayısı ve Yönü	Esme Hızı (m/sn)	Esme Sayısı ve Yönü	Esme Hızı (m/sn)	Esme Sayısı ve Yönü	Esme Hızı (m/sn)	Esme Sayısı ve Yönü	Esme Hızı (m/sn)
Kastamonu	355 SW	25,8	357 SW	23,41	327 SW	22,34	229 SW	16,24	3527 SW	21,2
Ilgaz	191 SSE	11,11	225 SSE	12,44	212 SSE	11,71	252 SSE	13,14	2519 SSE	11,45

Tablo incelendiğinde 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasında hakim rüzgar yönü Güney Batı (SW) ve şubat ayından itibaren esme sayısında düşüş yaşandığı belirlenmektedir. Buna göre esme şiddeti şubat ayında 25,8 m/sn, mart ayında 23.41 m/sn, nisan ayında 22,34 m/sn ve mayıs ayında 16,24 m/sn dir. Bu tedrici düşüş rüzgar esme sayısında da görülmektedir.

Kar birikim özellikleri bakımından rüzgarın karı biriktirmesi ve çığ oluşumu açısından etkisi mevcuttur. Devrekani Çayı – Azdavay havzasında hakim rüzgar yönü güney batıdır. Buna göre bu havza sınırları içerisinde çığ tehlike potansiyelinin belirlendiği Göynük dağı ve Küre Masruf deneme alanlarında güneybatıdan esen rüzgarlar, rüzgarın esme yönünün aksi tarafında birikim yaptığı düşünüldüğünde kuzey doğu (NE) bakıda birikim meydana gelmektedir. Bu havzanın bakı grupları sınıflamasına göre havzanın (bakınız bölüm 4.2.3. Havza Bakısına Ait Bulgular, sayfa 117) %10,91 i kuzey doğu bakıdadır. Havzanın bakı haritası incelendiğinde çığ tehlike potansiyeli bulunan deneme sahalarının (Şekil 4.10, sayfa 122) bulunduğu havzanın kuzey kısımlarında çok az alanlar kapsadığı, söz konusu kuzey doğulu bakıların daha çok havzanın güneyinde yer aldığı tesbit edilmiştir.

15-24 molu Gökırmak – Kuyluş havzası incelendiğinde havzanın egemen rüzgar yönü güney güney doğudur (SSE). Buna göre havzada rüzgar esme şiddeti olarak şubat ayında 11,11 m/sn, mart ayında 12,44 m/sn, nisan ayında 11,71 m/sn ve mayıs ayında 13,14 m/sn tesbit edilmiştir. Havzada hakim esme yönü güney güney doğu dur ve buna

göre kar birikimi bu yönün aksi tarafındaki kuzey kuzey batıda oluşmaktadır. çığ tehlikesinin bulunduğu alanlar Ilgaz Dağı deneme alanları çevresinde bulunmaktadır. Bu havzanın bakı grupları sınıflamasına göre havzanın (bakınız bölüm 4.2.3. Havza Bakısına Ait Bulgular, sayfa 117) %14,10 u bu bakıda yer almaktadır. Havzanın bakı haritası incelendiğinde çığ tehlike potansiyeli bulunan deneme sahalarının (Şekil 4.11, sayfa 123) bulunduğu alanların havzayı doğu batı istikametinde bölündüğünde bu kısımların Ilgaz Dağı deneme alanlarını da içeren havzanın güneyinde yer aldığı belirlenmiştir.

4.5.1.2. Sıcaklık Özellikleri

Bir yerdeki çığ potansiyelinin belirlenmesinde kullanılan en önemli bulgular o kar tabakasına ait kar profili ile elde edilen bilgiler ve ramm profili grafikleridir. Kar örtüsünde kar tabakasının birikmesiyle beraber aynı zmanada kar örtüsünde bir başkalaşım meydana gelir. Bu başkalaşımın oluşmasında en önemli faktörlerin başında da mevcut kar tabakasındaki local sıcaklık ilişkileridir. Şekil 4.34 – 4.47 incelendiğinde kar profillerindeki sıcaklık değişimlerinin seyri belirtilmektedir.

4.5.2. Bitki Örtüsüne Ait Bulgular

Çığ oluşumunununda özellikle arazideki vejetasyon yapısıda büyük bir önem taşımaktadır. Bitki örtüsünün yapısı, sıklığı, kapallığı gibi özellikler ile açık alanlarda otsu bitkilerin türü, boyu da önem arz etmektedir.

Buna göre çığ tehlike potansiyelinin bulunduğu Küre Masruf deneme sahasında hakim ağaç türü (bakınız sayfa 107) sarıçam (*Pinus silvestris* L.), 50-80 / 60 yaşlarında, 0,4-0,9 kapallıkta bulunmaktadır. Saha 0,4-0,9 kapallıkta olup buna göknar göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.), kayın (*Fagus* sp.) ve meşe (*Quercus* sp.) yer yer eşlik eder. Sahada çok az da olsa karaçam (*Pinus nigra* Arnold) da bulunmaktadır. Orman altında ve açık alanlarda yapısı bozuk şekilde münferit açıklıklardaki otsu vejetasyon bulunmaktadır. Göynük dağı deneme sahasında ise (bakınız sayfa 109) koru formunda 0,7-0,8 kapallıkta, 60-110 / 90 yaşlarında, saf göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) bulunmaktadır.

13-24 Gökırmak-Kuyuluş havzasında yer alan Ilgaz Dağı kuzey ve güney bakılı alanlarda (bakınız sayfa 109) koru formunda göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ağırlıklı (0,6-

0,8) ve sarıçam (*Pinus silvestris* L.) (0,3-0,4) ve karaçam (*Pinus nigra* Arnold) (0,2-0,3) ve 60-110 / 90 yaşlarında, 0,7-1,0 / 9 kapalılıkta bulunmaktadır. Orman altında ve açık alanda boylu olmayan yer yer bozuk otsu vejetasyon mevcuttur.

4.5.3. 13-07 Devrekani Çayı –Azdavay Havzası Çığ Oluşumuna Ait Bulgular

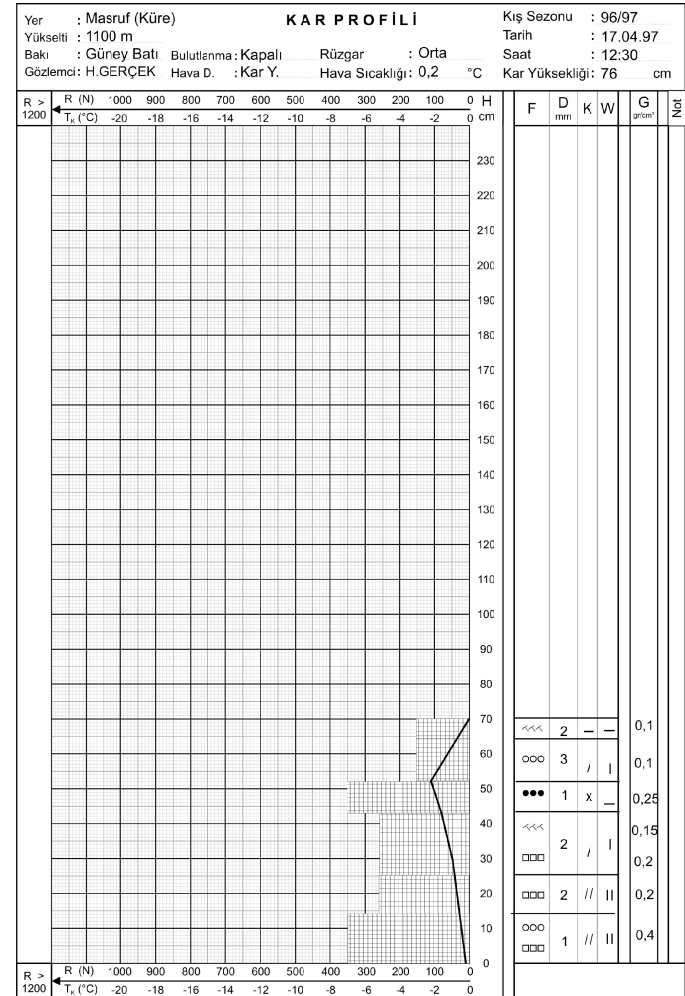
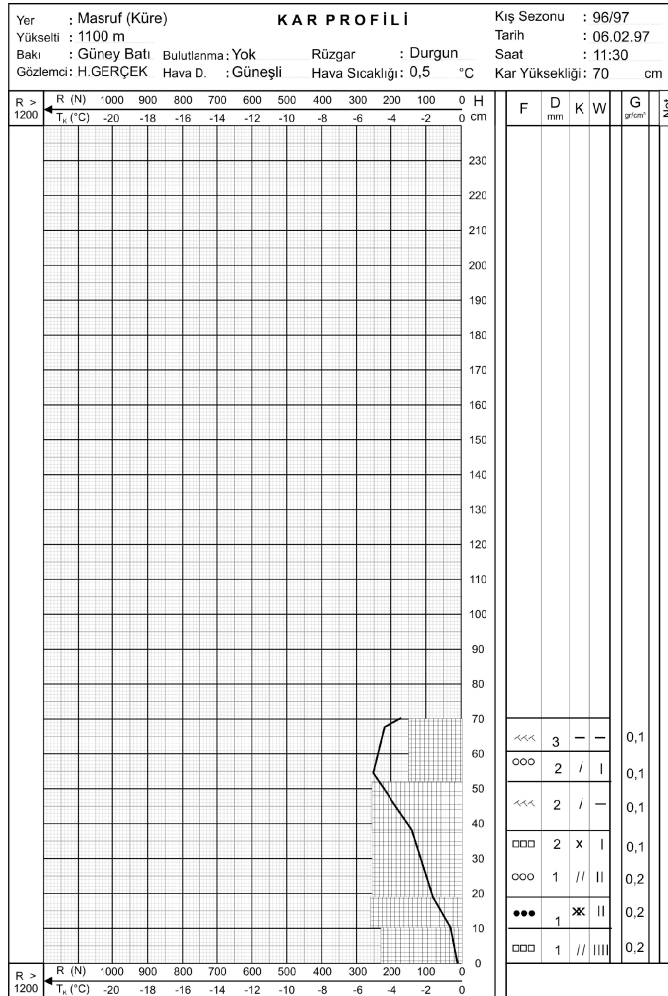
13-07 Devrekani çayı –Azdavay havzası sınırları çerisinde çığ potansiyeli oluşumun kriterlerine sahip Göynük dağı ve Küre Masruf deneme sahaları bulunmaktadır. Bu havzanın eğim gruplarına sınıflama tablo verilerine göre (Tablo 4.4, sayfa 115) % 20-29 eğim gruplarında olan bölümü arazinin %15,05 ini kapsamakta ve %30-83 eğim gruplarında arazinin % 6,56 ni içermekte ve çığ tehlikesinin bulunduğu bir arazi mevcuttur. Bu saptamalara göre bu deneme alanlarında kar yükünün fazla olduğu dönemlerde yapılan kar profili değerleri Masruf deneme alanı için Şekil 4.34 – 4.35 de verilmiştir.

Kar profil grafikleri incelendiğinde alanda kar örtüsünde gerçekleşebilecek başkalaşım ve tabakalanma mevcut olmasına karşın ramm dirençleri itibariyle zayıf bir tabaka ve üzerinde bir çığ oluşabilecek kar yükü mevcut değildir.

Göynük dağı deneme alanında elde edilen kar profil grafikleri (Şekil 4.36-4.39) irdelendiğinde keza kar örtüsünde gerçekleşebilecek başkalaşım ve tabakalanma mevcut olmasına karşın ramm dirençleri itibariyle zayıf bir tabaka ve üzerinde bir çığ oluşabilecek kar yükü mevcut değildir.

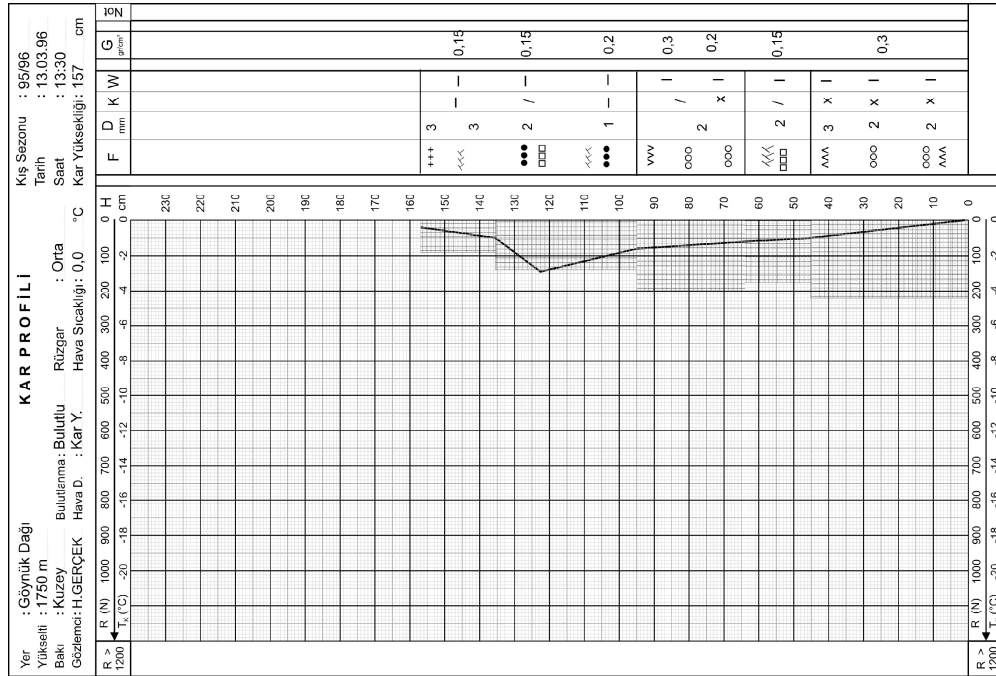
4.5.4. 13-24 Gökırmak - Kuyluş Havzası Çığ Oluşumuna Ait Bulgular

13-24 Gökırmak – Kuyluş havzası sınırları çerisinde çığ potansiyeli oluşumun kriterlerine sahip Ilgaz dağı kuzey ve güney bakılı deneme sahaları bulunmaktadır. Havza eğimlerine ait bulgular irdelendiğinde havza alanının %19,95'nin %20-29 aralığındaki eğim gruplarını içerdiği, havza alanının %14,13'ü ise %30-83'lük eğim grupları arasında bulunduğu saptanmıştır (bakınız 4.2.2 Havza eğimlerine ait bulgular, sayfa 115).

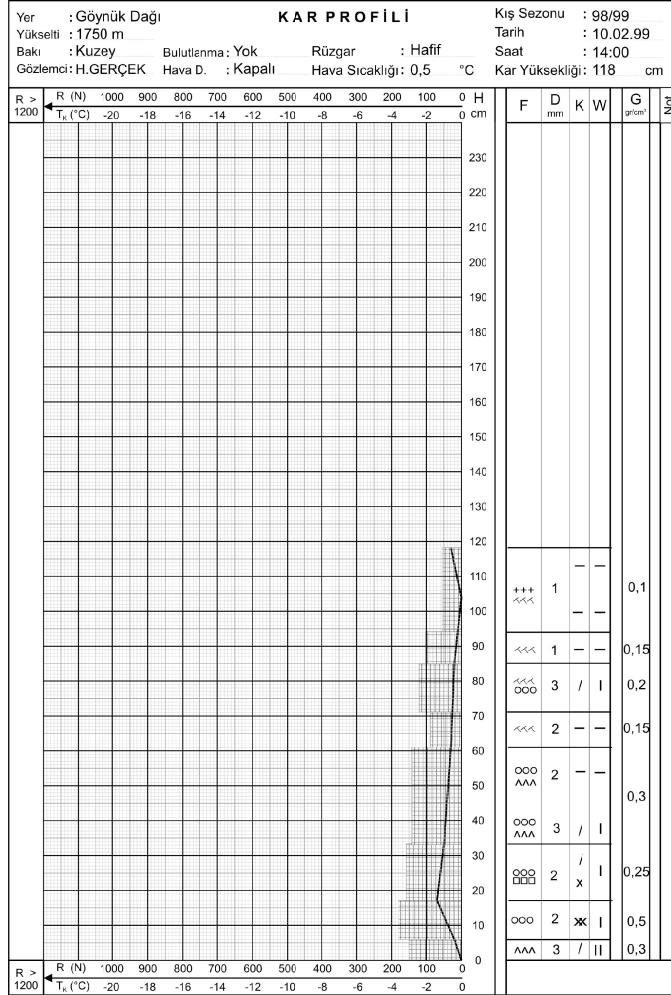


Her kış sezonu boyunca kar birikiminin en fazla olduğu, kar birikim özellikleri bakımından da uygun olduğu zamanlarda Ilgaz dağı kuzey bakılı alanlar için çıkartılan kar örtüsü profili grafikleri (Şekil 4.40-4.43) irdelendiğinde 1996, 1997 ve 1999 yıllarındaki ramm direnç değerlerine göre arazide çığ oluşma potansiyelinin bulunmadığı belirlenmiştir. 1998 yılı için alınan ramm direnç değeri grafiği nde (Şekil 4.42) kar profilinin en üst tabakada zayıf bir kar katmanının bulunduğu fakat çığ oluşturabilecek bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

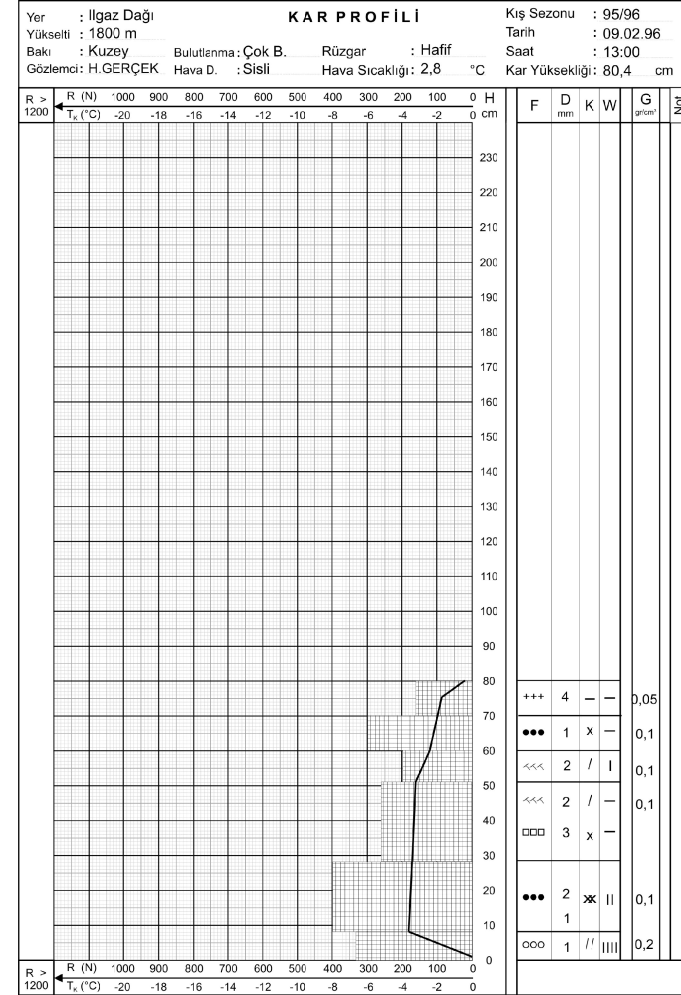
Aynı yükseltideki deneme alanından güney bakılı yamaçlarda da elde edilen kar profil grafikleri (Şekil 4.44-4.47) irdelendiğinde gerek orman altı sahalarındaki düşük miktardaki kar birikimlerinde ve gerekse yüksek miktardaki açık alandaki kar birikim grafiklerinde kar tabakasındaki başkalaşımın açık olarak görülmektedir. Bu verilere karşın bu örneklemelerde kar profilinde çığ oluşumuna sebep olabilecek bir profil yapısı ve ramm dirençleri tesbit edilmemiştir (Şekil 4.44-4.47).



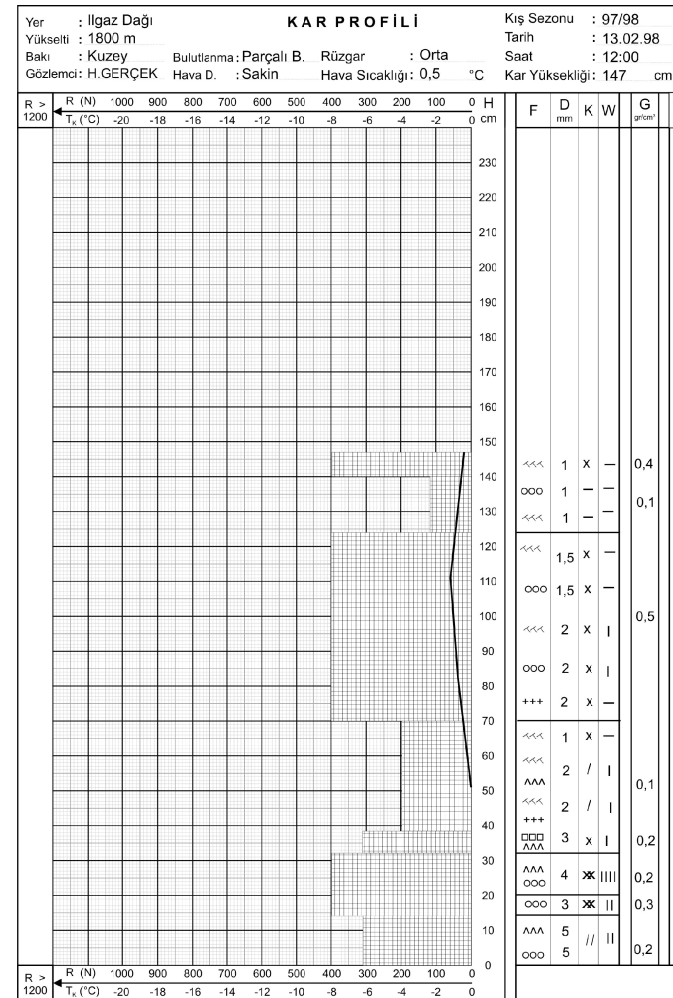
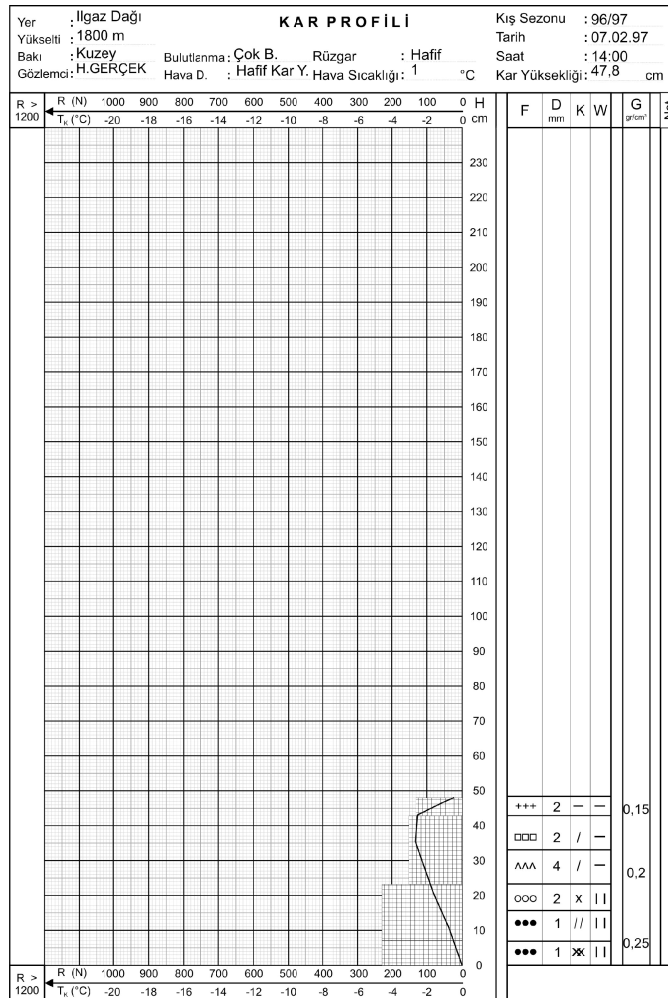
Şekil 4. 36 : Göynük Dağı 13.03.96 tarihli kar profil grafiği

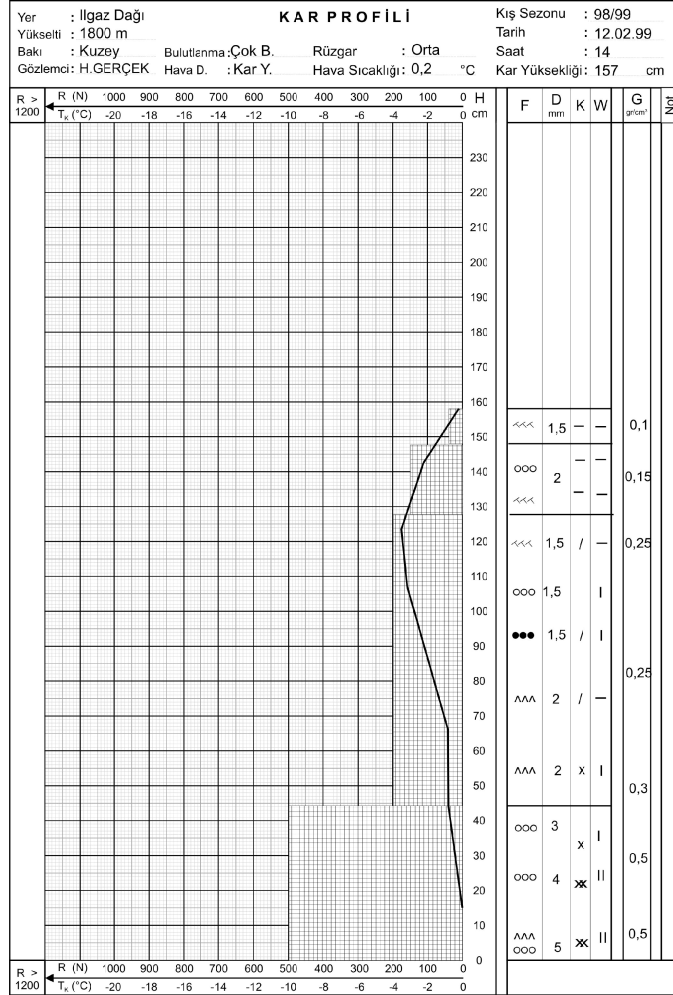


Şekil 4. 39 : Göynük Dağı 10.02.99 tarihli kar profil grafiği

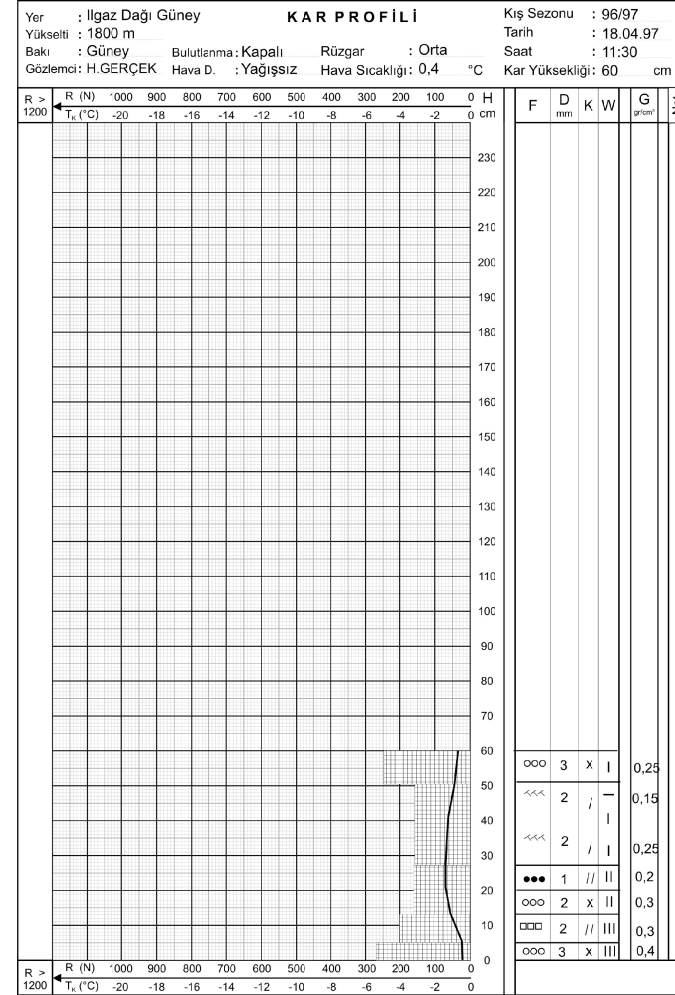


Şekil 4. 40 : Ilgaz Dağı Kuzey Bakı 09.02.96 tarihli kar profil grafiği

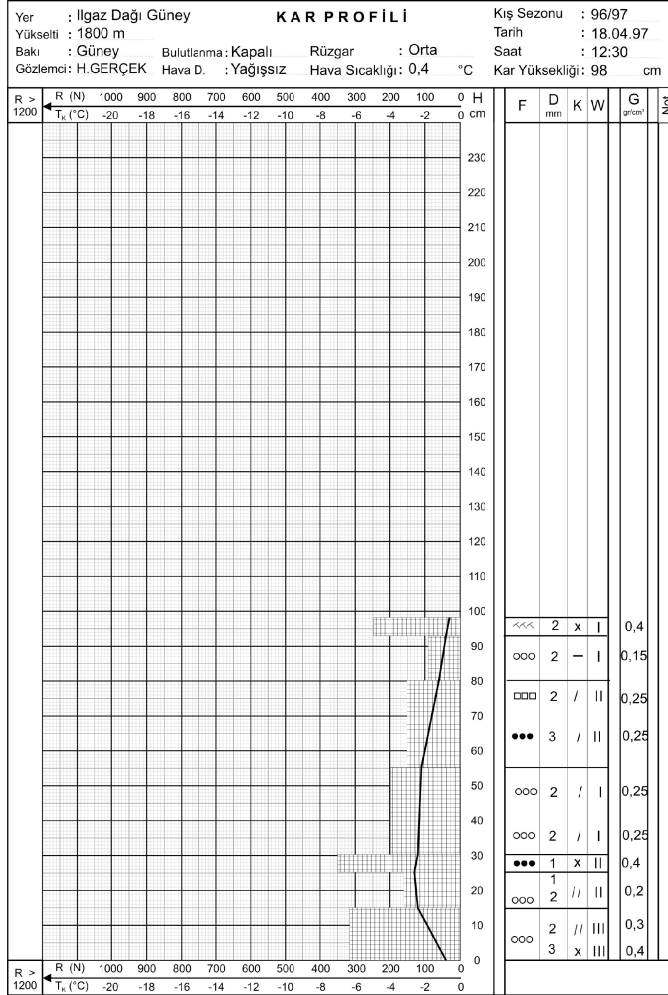




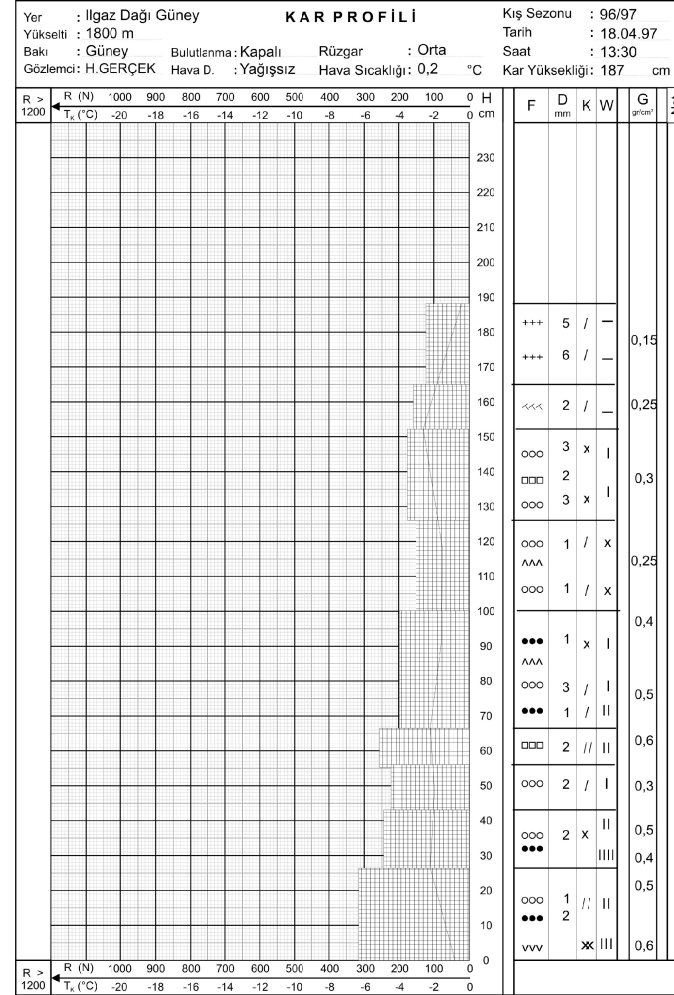
Şekil 4. 43 : Ilgaz Dağı Kuzey Bakı 12.02.99 tarihli kar profil grafiği



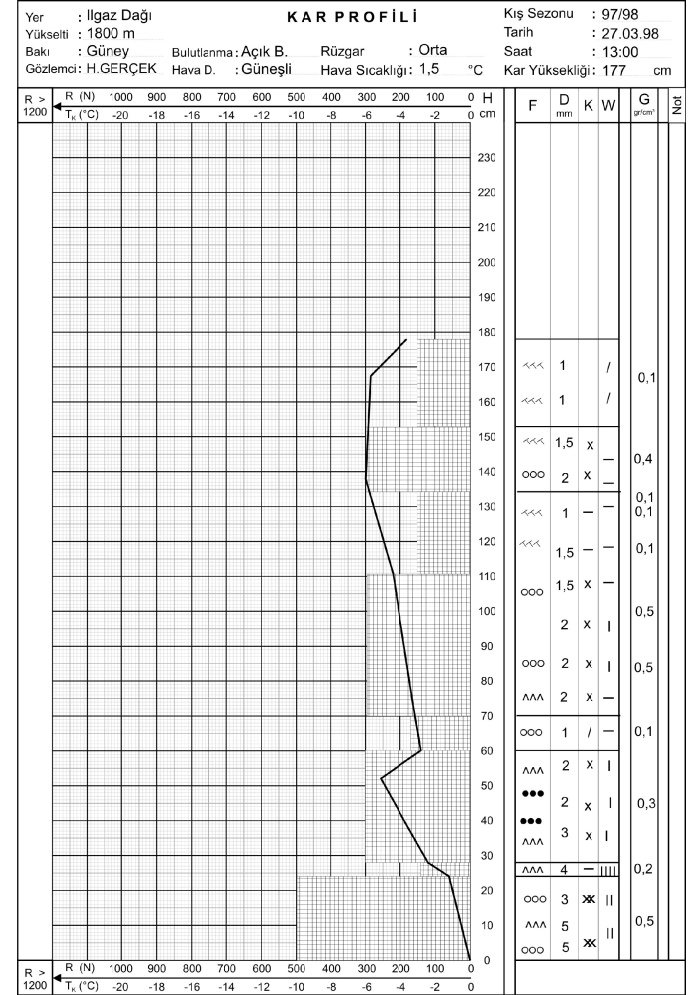
Şekil 4. 44 : Ilgaz Dağı Güney Bakı 18.04.97 tarihli kar profil grafiği



Şekil 4. 45 : Ilgaz Dağı Güney Bakı 18.04.97 tarihli kar profil grafiği



Şekil 4. 46 : Ilgaz Dağı Güney Bakı 18.04.97 tarihli kar profil grafiği



Şekil 4. 47 : Ilgaz Dağı Güney Bakı 27.03.98 tarihli kar profil grafiği

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kastamonu yöresi potansiyel kar yağışlarının görülebileceği yükselti basamaklarına göre sınıflandırıldığında araştırma alanı DSİ ve EİEİ tarafından da belirlenen 2 önemli havza olarak ayrılmaktadır. Bu alanlar EİEİ'nin 13-07 nolu Devrekani Çayı-Azdavay havzası ve 15-24 nolu Gökırmak-Kuyuluş havzası'dır. Azdavay havzasının (1097,6 km²) büyük çoğunluğu 1100-1300 m yükseltidedir. Kuyuluş havzası ise daha geniş bir alanda olup (4192,4 km²) ve çoğunlukla geniş bir yükselti (600-1700 m) arasındadır.

Araştırma alanlarından Azdavay Merkez (800m), Azdavay Sabuncular (950 m), Azdavay Sökü (1200 m), Küre Masruf (1100m) ve Küre Kirazcık (1350m) 13 nolu Münferit Batı Karadeniz Havzası, 13-07 Devrakani Çayı – Azdavay havzası ve Daday Soğucaova (1350 m), Bozkurt Göynük Dağı (1750m) ve Ilgaz deneme sahaları (Ilgaz Kuzey ve Güney Bakı – 1800m) ise 15 nolu Kızılırmak Havzası, 15-24 Gökırmak – Kuyuluş havzası sınırları içerisinde bulunmaktadır.

Araştırma sahalarından Devrekani çayı - Azdavay havzası ile Gökırmak - Kuyuluş havzasının orman türü sarıçam (*Pinus silvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold) ve göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ağaçlardır. 1400 m yükseltilere kadarki alanlarda yapraklı ağaç türlerinden meşe (*Quercus* spp.), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve gürgen (*Carpinus* spp.) bulunmaktadır.

Havzalardaki deneme alanlarını temsil edebilecek, sağlıklı veri alınabilecek meteorolojik veri istasyonu olmadığından Kastamonu meteoroloji istasyonunun verilerinden yararlanılmış. Ayrıca Ilgaz dağının bulunduğu havzadaki sıcaklık düşme oranının hesaplanmasında Ilgaz meteoroloji istasyonu verilerinden de yararlanılmıştır. Deneme alanlarında meydana gelebilecek kar erime oranlarının ampirik formüllerle hesaplanmasında önemli veri girdisi oluşturan sıcaklık gibi veriler Kastamonu ve Ilgaz meteoroloji istasyonlarının yüksekliğe enterpole edilmesiyle elde edilmiştir. Derece gün hesaplamaları için eşik sıcaklık değeri 0°C alınmaktadır. Fakat gerçekte bu sıcaklık, kar

erimesi mevsimi boyunca değişmektedir. Bu değişim ancak tam otomatik kaydedici meteoroloji istasyonları sayesinde net olarak belirlenebilir.

Havzalarda kar erimesi mart ayının ortalarında başlamakta ve haziran ayının ortalarına doğru tamamlanmaktadır.

Kastamonu yöresinde yükselti basamaklarına göre kuzey-güney istikametinde alınan deneme alanlarında orman altı ve açık alanda ölçülen bazı kar özellikleri ile bu alanları barındıran havzalarda yapılan hidrometeorolojik gözlemlerin analiz ve değerlendirme sonuçları aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

5.1. KAR DERİNLİĞİNE (BİRİKİMİNE) AİT SONUÇLAR

Araştırma süresince ölçülen kar derinlikleri incelendiğinde, ölçüm periyodu 1995-1996 kış sezonundan 1998-1999 kış sezonunu kapsayan dört yıllık kar ölçüm değerlerine göre genel olarak kar yağışının denizden yükseklikle doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir.

Araştırma sahasının bulunduğu Kastamonu topografyası incelendiğinde denize paralel iki önemli sıra dağ silsilesi arasında bulunduğu belirlenmiştir. Karadeniz bölgesinde 50-120 km genişliğindeki kuzey Anadolu dağlık kesiminde kuzeyden güneye doğru belirgin bir iklim değişimi nedeniyle vejetasyonda da belirgin bir değişim göze çarpar (Mayer ve Aksoy, 1998) . Yörede yapılan meteorolojik çalışmalar bölgede meydana gelen hava olaylarında kış yağışlarının cephesel ve orografik karakter gösterdiğini ortaya koymuştur (DMİ, 1986). Karadeniz'den gelen nemli hava kütleleri kıyı ardı dağlarını aşmak için Küre-Göynük dağlarının bulunduğu sıra dağlara yağışını bırakmakta ve daha düşük kotlu Kastamonu üzerinden de devam ederek ikinci ve daha yüksek sıra dağları oluşturan Ilgaz dağlarında da yağış bırakmaktadır.

Araştırma sezonunda ölçülen kar derinlikleri incelendiğinde bu durum açık bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bölgede kış mevsim başlangıcı aralık ayının ikinci yarısında başlamakta ve mart sonuna kadar devam etmektedir. İlgili kar derinlik ölçüm tabloları (Tablo 4.6-4.9) irdelendiğinde, sezon başlangıcında kar yağışı ilk olarak kuzey

sıradağlar silsilesinde yer alan Göynük dağında ve kuzeyden güneye doğru ikinci yükselti sıra dağlarının olduğu Ilgaz dağı deneme alanlarında olduğu belirlenmiştir. Bu ölçüm sonuçları da cephesel ve orografik yağış etkenliğini doğrulamaktadır.

Bölgede kar birikme dönemi ortalama olarak 15 Aralık'ta başlamakta ve maksimum kar derinliğine mart ayının ikinci yarısında ulaşılmaktadır. Kalıcı kar örtüsü sınırının araştırma süresince ortalama olarak 750 m olduğu ve yukarı havzalarda kalış süresinin ortalama 4 ay ve ortalama kar derinliği de ormanlık alan ile açık alanlar arasında % 20 değişim gösterdiği belirlenmiştir. Kar birikim periyodundan başlayarak erime döneminin ise akım ölçme ve gözlemleri sonuçlarına göre mayıs ayının sonuna kadar devam ettiği belirlenmiştir.

1995-1996 kış sezonunda ilk kar ölçümlerinin aralık ayında yalnızca ölçüm noktaları arasında yükseltisi en fazla olan Ilgaz dağı güney bakıda orman altında 8,2 cm ve açık alanda 13,9 cm ve kuzey bakıda orman altında 8,6 cm ve orman altında 15,6 cm ile ölçülmüştür. 1995-1996 kış sezonu kar derinlik ölçüm değerlerine göre araştırma sahası kar örtüsünün oluşumu bakımından 2 farklı yükselti kademesine ayrılabilir. Birinci grupta 800 m ile 1200 m kadar olan yükseklik basamağı ile, ikinci grupta 1350 m ile 1800 m arasındaki yükselti basamağı görülmektedir.

1995-1996 kış sezonunda ortalama kar derinliği itibarıyla en düşük ortalama orman altında 7,43 cm ile 1200 m yükseltideki sökü mevkiinde, en yüksek ortalama ise 66,62 cm ile 1750 m yükseltideki Göynük mevkiinde belirlenmiştir. Açık alan kar ölçüm değerlerine göre ise en düşük değer 10,75 cm ile 1200 m deki sökü istasyonunda ve en yüksek kar derinlik değeri ise 84,14 cm ile 1750 m deki yine Göynük te ölçülmüştür. Araştırma sahasındaki Kastamonu ve Ilgaz meteoroloji istasyonu değerlerine bakıldığında kar derinliklerinin 1 cm ile 12 cm arasında değiştiği görülmektedir. Bu meteoroloji istasyonlarında Kastamonu (800 m) ve Ilgaz (885 m) oldukları düşünüldüğünde bu veriler ile karşılaştırılmalarının yanlış olacağı görülmektedir.

1996-1997 kış sezonu kar derinlik ölçüm verileri incelendiğinde, bu kış mevsiminin önceki yıla göre daha yağışlı geçtiği görülmektedir. Ölçüm başlangıcı olan aralık ayında tüm deneme sahalarında gerek orman altında ve gerekse açık alanda kar bulunmaktadır.

Bu kış döneminde orman altında ortalama olarak en küçük kar derinliği 28,43 cm ile 800 m deki Azdavay'da ve en büyük ortalama değer olarak ta 84,68 cm ile 1350 m deki Kirazcık'ta; açık alanda ortalama kar derinlikleri karşılaştırıldığında en küçük 38,18 cm ile Sökü (1200 m deki) ve 118,42 cm ile Ilgaz Dağı kuzey bakıda ölçülmüştür.

1997-1998 kış sezonunda sezonun ilk kar yağışı; 1350 m yükseltideki Kirazcık'ta orman altında 5,6 cm ve açık alanda 8,9 cm olarak ölçülmüştür. Ortalama değerlere göre orman altında en küçük kar derinliği 22,03 cm ile 800 m yükseltideki Azdavay'da ve en büyük olarak ta 99,38 cm ile Ilgaz Dağı kuzey bakıda 99,38 cm ile saptanmıştır. Açık alan değerlerine göre en küçük 33,68 cm ile 1200 m deki Sökü'de, en büyük olarak ta 121,23 cm ile Ilgaz Dağı kuzey bakıda ölçülmüştür.

1998-1999 kış sezonunda ilk kar yağışı 1800 m deki Ilgaz Dağında görülmüştür. Bu sezondaki orman altında ölçülen en küçük kar derinlik ortalama olarak 10,17 cm ile 800 m de Azdavay'da ve en büyük 78,10 cm ile 1800 m de Ilgaz Dağında belirlenmiştir. Açık alanda yapılan ölçüm değerlerinin ortalamalarına göre ise en küçük derinlik 14,40 cm ile 1200 m de Sökü'de en büyük 96,72 cm ile 1800 m deki Ilgaz Dağı kuzey bakıda saptanmıştır.

Deneme alanlarının coğrafik konumları ve yükseltileri göz önünde alındığında, ve meteorolojik veriler irdelendiğinde kuzeyden gelen hava hareketlerinde hemen Karadeniz kıyısında sıra dağlarda olan Göynük mevkiinde önemli bir kar birikimi olduğu ve bunu diğer yönlü hava hareketlerinde ise Ilgaz'ın takip ettiği özetlenebilir. Hava kütleleri kar şeklindeki yağışın büyük bir kısmını yükseltisi fazla olan yerlere bıraktığını ve daha düşük kotlardaki mevkilerde ise ancak olgun kış döneminde yağış olduğu görülmektedir.

Kış mevsimi boyunca yapılan ölçümlere göre genelde açık alanda kar birikmesinin daha erken başladığı, kış sezonuna bağlı olmakla beraber ortalama 2 haftalık bir gecikme ile orman altında kar birikimin gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu durum özellikle ibreli ağaç türlerinin bulunduğu söz konusu havzalara düşen karın ağaçların tepe tacı tarafından tutulması ve tekrar intersepsiyonla atmosfere geri dönmesiyle açıklanabilir. Heumader (2000) e göre meşçere tepe çatısı tarafından tutulan kar örtüsünde bir süre sonra

intersepsiyon olgusu meydana gelmektedir. Bründl ve diğ., (1999) de, meşçere tepe çatısında bulunan kar örtüsünün intersepsiyona uğradığını veya yığınlar halinde yada eriyerek yere düştüğünü belirtmişlerdir. Almanya, İsviçre, Avusturya ve diğer orta Avrupa ülkelerinde orta dağlık ve dağlık bölgelerinde yapılan araştırmalara göre (Brechtel, 1971; Brechtel, 1976; Frey, 1977b; Brechtel, 1978; Brechtel ve Balazs, 1976; Brechtel ve Balazs, 1976; Brechtel, 1979, Braun ve Lang, 1984; Brechtel, 1984; Brechtel ve diğ. 1984; Ernsberger ve Sokollek, 1984; Gasser, 1984; Imbeck, 1984; Rachner ve Matthaeus, 1984; Witmer, 1984; Wittmer ve Filliger, 1984) de benzer sonuçlar bulunmuştur. Diğer taraftan düşük albedodan dolayı dallar ancak uzun dalga radyasyonu ile yansıyan ışını alabilmekte bu da dallarda birikien karın erimesine neden olmaktadır (Aydın, 2006).

Araştırma sonucunda düşük kotlarda kar yağış sezonunun başlangıcında orman altı ve açık alandaki kar birikimlerinde açık alan lehine %60 lara kadar çıkan bir fark olduğu bu farkın olgun kış sezonunda azaldığı (~% 20-40) ve kış sezonu sonunda bu oranın tersine orman altında artmasına (%20) doğru değişim göstermektedir (Ek Tablo 1-9). Yüksek kotlarda ise kış sezonu başlangıcında farkın daha fazla olduğu, bunun %70 lere kadar çıktığı fakat aradaki farkın kış sezonuna girilmesiyle daha kısa sürede azaldığı ve kış sezonu sonunda ise orman altında daha fazla kar bulunduğu belirlenmiştir (Ek tablo 1-9). Bu fark özellikle iğne yapraklı ağaçların bulunduğu alanlarda kış başlangıcında düşen karın tepe tacı tarafından tutulması ve orman altında mikro klimatolojik olayların açık alana göre farklı olmasından dolayı orman altında biriken karın birikme farklılığıyla açıklanır. Orman altındaki kar örtüsü açık alana oranla daha çok bir çökme görülmüştür. Kış sezonu sonunda açık alanlarda havanın daha erken ve fazla ısınmasıyla kar kütlelerinin daha hızlı erimesi sonucunda da açık alanda orman altına oranla daha az kar derinliğinin oluşmaktadır. Aynı yükselti basamağındaki göknar, sarıçam meşçerelerinin bulunduğu Ilgaz dağı deneme alanı irdelendiğinde, açık alan ile ormanlık alan (kuzey bakı ve güney bakı farkı olmaksızın) arasındaki kar birikim farkının belirgin şekilde fazla olduğu belirlenmiştir.

Brechtel (1976) ve Herrman (1973a ve 1973b) e göre, almanya'nın orta dağlık bölgelerinde yaptığı araştırmalara göre benzer sonuçlar elde edilmiştir. Brechtel (1978) a göre yüksek kotlarda (700 m üzerinde) açık alanlarda orman altı (ladin) alanlarına

oranla %60 a kadar kar derinlik farkı bulunmaktadır. 400-500 m yükseltilerdeki orta yükseltili alanlarda bu fark %50 ve 400 m ye kadar olan alanlarda ise gençlik çağındaki kayında % 10-20, yaşlı kayınlarda %20-30, ladinde %40-60 ve çamlarda %40-50 arasında tesbit etmiştir. Benzer konularda yapılmış farklı çalışmalarda da orman altı ve açık alan arasında benzer ilişkiler belirlenmiştir (Brectel, 1971; Brechtel, 1976; Frey, 1977; Brechtel ve Balazs, 1978; Brechtel, 1979; Brechtel, 1984; Ernsberger ve Sokollek, 1984; Gasser, 1984; Imbeck, 1984; Wittmer ve Filliger, 1984, Blöschl ve Kirnbauer, 1992b).

Blöschl ve Kirnbauer (1991) yaptıkları kar erimesi modellemesi araştırmasında sıcaklık ile kar erimesi arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında orman altı ve açık alandaki kar birikiminin farklılığını ve bunun erimeye olan etkisini ortaya çıkartmışlardır. Çalışmaya göre sıcaklığın atmasıyla doğru orantılı olarak kar erimesindeki artma orman altında açık alana göre daha tedrici olmaktadır. Kirnbauer ve diğ. (1994) e güney ve kuzey bakılı yamaçların kar biriktirme potansiyelleri arasında %80'e varan oranda bir birikimin bulunduğunu ve kar örtüsünün oturması farkının kuzey bakı lehine olduğunu belirtmektedirler. Schmidt ve Gluns (1991) e göre çam ağaçlarında tepe örtüsü tarafından tutulan karın miktarı hava sıcaklığıyla orantılı olarak değişmektedir. Hava sıcaklığı ile tepe tacı tarafından tutulan kar miktarı arasında %95 güven düzeyinde bir sıkı ilişki mevcuttur. Rocky dağlarında yapılan bir araştırma sonucuna göre aynı şekilde iğne yapraklı ormanlar ile açık alanlar arasındaki , kar birikme ortalamaları arasında ortalama %16 oranında açık alanda orman altına nazaran bir fark bulunmaktadır (Schmidt ve Troendle, 1988).

5.2. KAR YOĞUNLUĞUNA AİT SONUÇLAR

Araştırma süresi boyunca yapılan kar yoğunluk ölçümleri incelendiğinde dört sezonda da orman altı kar yoğunluklarının 0,05 – 0,50 g/cm³ arasında ve açık alanda ise 0,04 – 0,49 g/cm³ arasında olduğu görülmektedir. Tüm kış mevsimi için orman altı ve açık alandaki kar yoğunluğu arasında 0,001 düzeyinde önemli bir ilişki mevcuttur.

1995-1996 kış sezonu orman altı kar yoğunluk verilerine göre ortalama olarak 0,15 – 0,25 g/cm³ arasında değiştiği ve açık alanda ise 0,13-0,25 g/cm³ olduğu görülmüştür.

1996-1997 kış sezonunda ise ortalama değerlere göre orman altında $0,19 - 0,30 \text{ g/cm}^3$ ve açık alanda $0,20 - 0,30 \text{ g/cm}^3$ bulunmuştur. 1997-1998 kış sezonunda ise $0,21 - 0,35 \text{ g/cm}^3$ ile orman altında, $0,20 - 0,32 \text{ g/cm}^3$ açık alan değerleri görülmektedir. 98-99 kış sezonunda ise $0,21 - 0,34$ orman altı ve $0,20 - 0,32 \text{ g/cm}^3$ değerleri bulunmuştur.

Veriler incelendiğinde kış sezonunun başında düşen karın yoğunluğunun $0,04 - 0,20$ arasında olduğu, en yüksek değere kış sezonun sonuna ve erime döneminin başlangıcında ulaşıldığı saptanmıştır. Brechtel (1971) e göre orta dağlık bölgelerde kar yoğunluğu ile kar yüksekliği arasında bir ilişki olduğu ve başlangıç değerlerinin $0,10$ ile $0,20 \text{ g/cm}^3$ arasında değiştiğini saptamıştır. Frey (1977b) e göre ise kar yoğunluğu kar yüksekliğinin ve zamanın bir fonksiyonudur.

Havaların ısınmasıyla beraber ağaç dallarının da ısınmasıyla, elastikiyet kazanan dallar eğilmekte böylece dallarda biriken kar kümeler halinde yere düşmektedir. Bu şekilde kümeler halinde yere düşen kar, yerdeki kar örtüsünün sıkıştırmakta ve yoğunluğunu artırmaktadır (Bründl, 1997).

Kar yoğunluğunun kış mevsiminin başlangıcında açık alanda orman altına göre %0 ile %31 arasında fazla olmasına rağmen, mevsim ilerleyişiyle beraber orman altı alanlardaki kar yoğunluğunun arttığı ve tersine bir durumla %32 'e kadar orman altında daha fazla bir yoğunluk ölçülmüştür. Özellikle bu fark kar erime döneminde daha belirgin olarak görülmekte ve benzer (%1-35) bir ilişki göstermektedir.

1800 m de aynı yükseltideki Ilgaz dağında kuzey bakılı yamaçlarda kar yoğunluğunun güney bakılı yamaca göre nispeten fazla olduğu görülmektedir.

Bu ilişki, veriler incelendiğinde (Ek tablo 1-9) düşük kotlarda ve sezon başında da açık alan ile orman altı kar yoğunluğu farkının çok düşük olduğu (%0-18), kış sezonunun başlamasıyla beraber genelde orman aralındaki kar yoğunluğunun açık alana nazaran fazla (% 30 a kadar değişen bir aralıkta) olduğu da görülmektedir.

Bu değerler incelendiğinde kar yağışının az olduğu sezonlarda yoğunluğunda düşük olduğu, kar yağışının miktarına ve yerde kalama süresinin artmasına bağlı olarak yoğunluğun da arttığı belirlenmiştir.

5.3. KAR SU EŞDEĞERİNE AİT SONUÇLAR

Araştırma alanındaki farklı yükseltilerdeki deneme sahalarında 1995-1996 kış sezonunda yapılan ölçümlere göre kar yağışının sezon boyunca az olduğu 800 m den 1200 m'ye kadarki yükselti kademelerinde az kar derinliğine ve yoğunluğuna doğru orantılı olarak da kar su eşdeğerinin 0,38 – 13,26 cm arasında değiştii ortalama olarak ta orman altında 1,37 – 2,44 cm ve açık alanda 2,01 – 3,70 cm arasında olduğu görölmektedir. Meteorolojik verilere göre kış sezonunun az şiddetli geğtiği bu sezonda en yüksek değerlere 1750 m de orman altında 22,36 cm ve açık alanda da 24,69 cm ile ölçölmüştür.

1996-1997 kış sezonunda orman altında minimum 1,04 cm ile kış sezonu başında ve 800 m yükseltide, açık alanda ise 2,59 cm ile yine 800 m de ve sezon başlangıcında ulaşılmıştır. En yüksek değerlere ise açık alanda 80,86 cm ile 1800 m de kuzey bakıda ve orman altında ise 59,23 cm ile yine 1800 m de kuzey bakıda ölçölmüştür.

1997-1998 kış sezonunda orman altında 0,51 cm – 69,27 cm arasında ve açık alanda 0,80 – 79,83 cm arasında değişmektedir. 1998-1999 sezonu için ise bu değerler sırasıyla 0,51 – 51,66 ve 0,70 – 57,48 cm arasında değişmektedir.

Düşük yükseltili alanlarda kış sezonu başında açık alan orman altı kar su eşdeğeri farkının %70 lere kadar değiştii görölmektedir (Ek tablo 1-9). Kış mevsimini gelişmesiyle aradaki farkın azaldığı ve erime döneminde ise tersine bir durum geliştiği belirlenmiştir. Ilgaz dağında güney ve kuzey bakılı alanlar karşılaştırıldığında kar su eşdeğerinin kış mevsimi başlangıcında kuzey bakılı alanlarda aradaki farkın daha fazla olduğu ancak ilerleyen sezon içerisinde eşitlendiği belirlenmiştir. Bakılar arasında çok yüksek bir fark bulunmamıştır. Yine ağaç türleri itibariyle irdelendiğinde farklı yükseltilerdeki (1200 m ve üzeri) iğne yapraklı ormanlar arasında kar derinliği, kar yoğunluk ve su eşdeğerleri arasında önemli bir farkın olmadığı belirlenmiştir.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda yüksek kotlu alanlarda gerek normal kış sezonlarında ve gerekse de ekstrem kış sezonlarında kapalı ladin ormanlarında orman altındaki kar su eşdeğerinin açık alanlara nazaran %70 lere kadar az olduğu belirlenmiştir (Brechtel, 1978). Benzer çalışmalarda 700 m nin üzerindeki ladin ormanlık alanlarında açık alana nazaran 30-40 l/m² gibi bir fark gösterdiği belirtilmektedir (Brechtel ve Scheele, 1981). Almanya 'nın orta dağlık bölgesinde 100 m lik yükselti basamakları itibariyle 100 m den 700 m ye kadar alınan deneme alanlarında yapılan araştırma sonucuna göre düşük yükseltilerde kar birikiminin ve kar su eşdeğerinin çok düşük olduğu ve ancak 600 ve 700 m lerde belirgin bir fark bulunduğu saptanmıştır. Buna göre kış sezonunun başlangıcından itibaren kayın meşçerelerine açık alanlara ve ladin meşçerelerine nazaran yükseltinin artmasıyla orantılı olarak gerek kar örtüsünde gerekse kar su eşdeğerinde belirgin bir fark bulunmaktadır (Brechtel, 1978).

Blöschl ve Kirnbauer (1992b) Alpler bölgesinde 1930 m ile 2300 m yükseltiler arasında yaptıkları bir araştırma sonucuna göre kar su eşdeğerinin yükseltiyle doğru orantılı olarak arttığını belirtmiştir. Aynı çalışmada arazi eğiminin artmasıyla kar su eşdeğerinde azalma ve konveks arazi bölümlerinden konkav bölümlere doğru ise daha az bir kar birikiminden bahsetmektedirler. Brechtel (1979) Almanya ve İsviçre dağlık bölgelerinde yapılan kar ve orman ilişkilerinin incelendiği araştırmalardan ortaya çıkartıkları bir araştırma sonucuna göre de kar örtüsündeki su eşdeğerinin yükseltiyle orantılı olarak bir değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Buna göre korelasyon (r) değerinin %0,1 güven aralığında $r=0,54-0,60$ ile $r=0,66-0,80$ arasında olduğunu belirtmiştir.

Bazı amprik kar erime modellemelerinde kullanılan önemli bir çapraz sağlama parametresi de kar su eşdeğeridir (Moore ve Owens, 1984; Braun, 1985, Obled, 1990).

5.4. KAR ERİME AKIMINA AİT SONUÇLAR

Araştırma alanında kar erime oranlarının belirlenmesi için yapılan derece gün faktörü analizlerinde, erime oranlarının kar yoğunluğu ve rüzgar hızına bağlı olarak arttığı ve mart ayında 4,5 mm/°C, nisan da 5,0 mm/°C, mayıs için 7 mm/°C ve haziran için 7,4 mm/°C olduğu bulunmuştur. Erimenin 0°C üzerinde vuku bulduğu varsayılmasına karşın, günlük ortalama hava sıcaklığının 0,0 °C yerine 0,1 °C olması halinde kar su eşdeğeri bu sayıya bölünerek (Gürer, 1982) bir erime oranı bulunmakta ve hata, akış/sıcaklık oranında çok yüksek erime akımı verme şeklinde ortaya çıkmaktadır.

Ortalama olarak yıllık akımın %71-77 'i şubat-haziran, % 61-63'ü mart-haziran, % 43-62 'si nisan-haziran ve % 17-43 'ü mayıs-haziran döneminde gelmiştir.

Araştırma sahalarının bulunduğu Devrekani Çayı Azdavay havzası ve Gökırmak Kuyluş havzaları uzun yıllar akım ölçme istasyonu verileri irdelendiğinde ortalama yıllık toplan akımın % 38-85 nin kar erime dönemi olarak belirlenen mart haziran arasında olduğu görülmektedir (Tablo 4.26-4.28). Uzun yıllar ortalaması akım ölçme istasyon verilerinin gösterildiği grafikler (Şekil 4.23-4.25) incelendiğinde belirgin olarak tespit edilmektedir. Bu ilişki ilgili havzaların araştırma dönemin ait akım ölçme istasyonu verilerine göre çıkartılan grafiklerde de görülmektedir (Şekil 4.17-4.22). Bu veriler ışığında kar yağışının fazla olduğu ormanlık alanların su üretme potansiyelinin yüksek olduğu ve bu potansiyelin özellikle kar erime dönemi olan şubat-haziran ayları arasında havza su potansiyeline eklendiği görülmektedir.

Derece gün metoduna göre hesaplanan potansiyel akış yüksekliği verileri (Ek tablo 12-15) ve ilgili grafikler (Şekil 4.26-4.33) incelendiğinde havzadan elde edilebilecek potansiyel su miktarının havza akım ölçme değerinden fazla olduğu görülmektedir. Bu durum potansiyel su miktarının tamamının havza su çıkışına katılmadığı, toprakta tutulması, yer altı su kaynağı tarafından tutulması, bitkiler tarafından tüketilmesi (evapotranspirasyon), komşu havzalara olan kaçaklar gibi açıklanabilir.

Kar erime akımının tahmininde kullanılan, birçok meteorolojik elemanların kullanıldığı çok fazla ampirik metod bulunmaktadır. PACK kar erime modellemesine göre yapılan

bir çalışmada kar erimesinin kar örtüsündeki kritik sıvı formdaki su olduğu ve bunun sıcaklıkla çok sıkı bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir (Moore ve diğ., 1999).

5.5. ÇIĞ OLUŞUMUNA AİT SONUÇLAR

Çığ oluşumuna sebep olan en önemli unsurlar; sabit faktörler topografik faktörler (eğim derecesi ve şekli, bakı ve yükselti) ile değişken meteorolojik öğeler ile kar örtüsü ve bitki örtüsünün (örtü türü ve kapallığı gibi) özellikleridir. Bu unsurlar açısından çığ oluşabilecek deneme alanları Göynük dağı, Küre Masruf ve Ilgaz Dağının kuzey ve güney bakılı yamaçları olduğu tesbit edilmiştir. Araştırma döneminde arazide çığ oluşumuna etkili meteorolojik kar ve bitki örtülerinin özelliklerinin değerlendirilmesinden bunların çığ oluşumunun meydana gelmesi için gereken koşulların içermediği anlaşılmaktadır. Bu olgu; çığ oluşumu için eğim derecesi ve bakıların (hangi bakı) uygun olmasına rağmen, bitki örtüsünün özellikle iğne yapraklı ağaç türlerinden oluşması ve kapallığının 0,6 ve üzerinde bulunması ve ortalama olarak tam kapallığa yakın olması ve yeterli ölçüde kar yağmamasından dolayı ramm direncinin çığ oluşum koşullarını içermediği kaynaklanmıştır. Nitekim ibreli orman örtüsünün tepe çatısında yığınlar halinde biriken kar örtüsü daha sonra ya yığınlar halinde yada eriyerek su olarak yere düşmektedir. Bu durumun ormanlar içerisinde çığların meydana gelmesi için gerekli olan kar örtüsü direncinin azalmasına ve kar örtüsünde fiziksel direncin zayıflamasına sebep olduğu belirtilmektedir (Aydın, 2006). Buna ilave olarak iğne yapraklı ağaç türlerinden meydana gelen ormanlarda çığ oluşumu, kar tabakasının yeknesak olmamasından ve kar yoğunluğunun açık alanlara nazaran fazla olmasından dolayı çok ender olarak görülmektedir (Heumader, 2000). Orman içi açıklıklarda ise kar tabakasının yeknesak bir karakter göstermesi ve nisbeten düşük kar yoğunluğundan dolayı ancak küçük ölçekli çığlar meydana gelebilmektedir (Albisetti, 2003). Büyük ve tahrip gücü yüksek çığların yoğun ormanlarla kaplı yamaçlarda oluşması çok enderdir (Görcelioğlu, 2003). İsviçre Alplerinin çığ tehlikesi altındaki bölgelerinde yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre eğimi 30° nin üzerindeki yamaçlarda dahi ormanların bulunduğu alanların %90 nında iyi bir koruyucu işleve sahip olduğu ve bu alanlardaki çığ oluşumu riskinin %50 'nin altında olduğu belirlenmiştir (Bebi ve diğ, 2001 e göre Aydın, 2006).

Çığ başlama zonunda çığ oluşumunu doğal olarak engelleyebilecek doğal etkenler; zemin prüzlülüğü, bitki örtüsü ve bu örtünün boyu olarak sayılabilir. Özellikle bitki örtüsü ve boyu bir bölgedeki kar toplama miktarına ve toplanan karın özelliklerine etki ettiğinden çığ oluşumunu engelleyici bir görev taşımaktadır. Konetschny (1992) Çok karmaşık bir mekanizma gösteren ormanlık alanlarda meydana gelen çığların aydınlatılması için GIS (Geographic Information System) ve uydu görüntülerinin kullanılmasının belirtmektedir.

Çeşitli araştırmacıların ortaya koydukları düşüncelere göre tipik ormanlık alanlarda çığ oluşumunu 2 ana faktör belirlemektedir; 1. kar örtüsünde yüzeyden tabana kadar olan tamamen ıslak olan kar örtüsünün nem içeriği ve 2. eksik olan zemin prüzlülüğüdür (Zenke ve Konetschny, 1988).

5.6. ÖNERİLER

Tartışma ve sonuç bölümünde yapılan yukarıdaki açıklamalar dikkate alındığında, ülkemizde ihmal edilmiş bulunan kar hidrolojisi ve çığ kontrolü konuları üzerinde önemle durulması ve geliştirilmeleri gereken konular aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Pek çok doğa olaylarını irdelendiği modellemelerde, modellerin veya amprik denklemlerin etkenliğinde verilerin yetersizliği, kısıtlamalar meydana getirmektedir. Bu şekilde çalışmalarda etkenliğin artırılabilmesi için meteorolojik ve hidrolojik verilerin mekânsal ve zamansal dağılımının incelenmesi gerekmektedir.
- Arazi çalışmalarının 15 günlük periyotlarla yapılması birçok veri kaybını veya meteorolojik olayların eksik girilmesini de beraberinde getirmektedir. Özellikle sıcaklıklardaki ani değişikliklerin meydana getirdiği veya şiddetli yağmurlardan dolayı kar erime hidrograflarında pik akımların olduğu dönemlerde kısa zaman aralıklı ve net verilere daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

- Sıcaklık değışkeni de kar erimesi ve yağış formunu tanımlar. Dolayısıyla yağış verilerinde olduğu gibi sıcaklık verilerinde olduğu gibi sıcaklık verilerinin de zamansal ve mekânsal olarak arttırılması gerekir.
- Yüksek bölgelerde meteoroloji istasyonunun olmaması gerçek bir sıcaklık düşme oranının hesaplanmasını kısıtlamaktadır. Bu nedenle; dağlık ve yüksek dağlık havzalarda kış koşullarında ulaşımın mümkün olmadığı yerlerde gerekli verilerin ve donelerin elde edilebilmesi için tam otomatik meteoroloji istasyonlarının kurulması ve işletilmesi gerekmektedir. Bu aynı zamanda kar erimesindeki etkili faktörlerin teorik olarak değerlendirilmesini de kolaylaştırır.
- Uzaktan algılama teknikleri sayesinde arazi ölçmeleri ile birlikte irdelenerek daha sağlıklı sonuçların alınacağı kesindir. Uydu görüntülerinden elde edilen kar görüntülerinin, arazi gözlemleriyle de doğrulanması gerekir.
- Orman alanlarında ve açık alanlarda yeterli sayıdaki ölçüm istasyonları ile aralarındaki ilişkiler net olarak belirlenebilir.
- Elde edilen bilgiler doğrultusunda orman amenajman planlâmasında bu verilerden de yararlanarak planlâma ortaya konulmalıdır.
- Kar erime potansiyelinin belirlenmesinde gerekli donelerin daha net belirlenmesi ile elde edilecek veriler yardımı ile havza amenajmanlarının yapılması ülke ekonomisine de yararlar sağlayacaktır. Kalıcı kar kütlelerinde depolanan su miktarının net olarak ortaya konulması ve bunun hidrolojik denge içersindeki ilişkilerinin belirlenmesi aynı şekilde önemlidir.
- Doğal afetler içersinde, akarsularda oluşan taşkın olayları ve akarsu yataklarında drenaj kapasitesini azaltan, mühendislik tesislerinde görülen su baskınları, taşkın ve sel olayları büyük zararlar oluşturmaktadır. Tarımsal alanlarda, yerleşim alanlarında veya sosyal yaşamın değışik alanlarında meydana gelen bu hasarlar ülke ekonomisine etki edebilecek boyutlardadır. Potansiyel kar erimesi tahminlerinin yapılmasıyla taşkın boyutlarının belirlenip

mühendislik yapılarının planlanmasında önemli katkı sağlar. Mevsimlik akım tahminlerinde kar, su ve hidrolojik denge arasındaki ilişkilerin uygulanmaya konulması gereklidir.

- Ülkemiz gibi kullanılabilir su temini sıkıntısının bulunduğu, içme ve kullanma suyu ihtiyacının karşılanması için özellikle dağlık havzalarda bulunan baraj ve diğer yapıların planlanmasında özellikle kar erimeleri sonucunda oluşacak ani su taşkınlarının doğru hesaplanarak mühendislik yapılarının, depolama tesislerinin, havzanın su potansiyelinden daha uzun süre yararlanılabilmesi ve optimum bir planlama ancak havza kar potansiyelinden gelecek suyun net olarak bilinmesiyle yapılabilir. Bu nedenle bu araştırmalara daha fazla ağırlık verilmelidir.
- Keza aynı durum sulama suyu planlaması için gerekli olan depolama tesisleri ve diğer mühendislik yapıları için de geçerlidir.
- Dağlık bölgelerdeki ormanların koruyucu işlevlerini en iyi şekilde yerine getirebilmeleri için bu işlevine uygun olarak işletilmesi gerekmektedir. Bu nedenle kar derinliği fazla, yamaç eğimi 30° üzerinde olan ve çığ tehlikesi bulunan alanlardaki ormanların üretime açılmaması, bunun yerine ıslahı ve geliştirilmesi gerekmektedir.
- Çığ önleme fonksiyonu, kar birikiminin ve erimesinin yönetimi için silvikültürel önlemlerden basamaklı meşçere yapısı ile seçme kesimleri teşvik edilmelidir. Orman içerisinde dik eğimli alanlarda eğim yönüne doğru bir ağaç boyundan fazla açıklık bırakılmamalıdır.
- Orman amenajman plânlarının, mutlaka ormanın kar tutma, su üretim ve çığ önleme fonksiyonları da göz önünde bulundurularak hazırlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

AKMAN, Y., 1995, *Türkiye orman vejetasyonu*. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ankara.

ALBISETTI, A.D.K., 2003, *Succession in a Protection Forest after Picea ağabeyes Die-Back*, Diss. Eth.No. 15228, Swiss Federal Institut of Technology, Zürich.

ALTAN, Z.E., 1979, Kar Erime Akımlarının Az Eğimli Bölgelerde (Ova ve Vadilerde) ve Dağlık Havzalarda Pik Değerinin Hesaplanması, *Kar Erimesi Akımı, II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri* 28.3.1977-2.4.1977, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 92-103.

ANON, 1991, *Lawinen Handbuch*, Hrsg., Land Tirol, Autorenteam: Rabofsky, E., Gabl, K., Lackinger, B., Hanausek, E., Hopf, J., Schimpp, O., Scheiber, P., Mayr, R., Wieser, H., Damisch, C., Gayl, A., Phleps, W., 3. Auflage, Innsbruck, Wien, 1991, ISBN 3-7022-1577-8.

ANON, 2006 , *Kastamonu Valiliği Resmi web Sitesi, İl haritası* http://www.kastamonu.gov.tr/as/il_harita/index.htm [Ziyaret Tarihi: 20 Aralık 2006].

ANON, 2007, *Kar*, <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kar>, [Ziyaret Tarihi: 25 Şubat 2007].

ARPAT, E, TÜTÜNCÜ, K, UYSAL, Ş., 1978, *Safranbolu yöresinde Kambriyen-Devoniyen istifî: Türkiye Jeol. Kur., 32. Bilimsel, Teknik Kurultayı Bildin Özleri*, 67.

ATALAY, İ., 1983, *Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına Giriş*. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayın No 19. İzmir.

ATALAY, İ., 1994, *Türkiye Vejetasyon Coğrafyasına-Vegetation Geography of Turkey..* Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir.

ATALAY, İ., 2002, *Türkiye Ekolojik Bölgeleri Ecoregions of Turkey..* Orman Bakanlığı Yayın No: 163, ISBN-975-8273-41-8, 1. Baskı, 2002, İzmir.

AULITZKY, H., MAYER, H., 1976, Zur Ableitung der zweckmässigen Verjüngungs flächengrösse im Lärchen-Zirben-Lawinenschutzwald. International Union of Forestry Research Organizations XVI IUFRO World Congress, Oslo Norway, June 20 – July 2, 1976, *Ecosystems, Invited Papers*, Congres Group 1, Wien

AYDIN, A., 2006, Dağ Ormanlarının Çığ Önlemedeki Rolü, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt 56, Sayı 2, 2006, ISSN 0535-8418.

AYDIN, M., SERDAR, H.S., ÖZÇELİK, Y., AKARSU, I., ÇOKUĞRAŞ, R., KASAR, S., 1986, *Bolu ve yakın çevresinin yerbilimleri sorunları ve muhtemel çözümleri.* (yayımlanmamış) MTA Rap No. 7387.

AYDIN, M., ŞAHİNTÜRK, Ö., SERDAR, H.S., ÖZÇELİK, Y., AKARSU, I., ÜNGÖR, A., ÇOKUĞRAŞ, R., KASAR, S., 1986, *Ballıdağ-Çangaldağı (Kastamonu) arasındaki bölgenin jeolojisi:* Türkiye Jeol. Kur. Bült., 29, 2, 1-16.

AYKUT, T., 1978, *Kastamonu Mıntıkası Orman Yollarında Üst Yapı Tekniği Üzerine Araştırmalar*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yay. No: 2333, Orm. Fak. Yay. No: 238, İstanbul, 1978.

BALCI, N., ÖZYUVACI, N. 1988, *Orman ve Mera Hidrolojisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Amenajmanı Yüksek Lisans Ders Notları, İstanbul.

BAUMGARTNER, A., LIEBSCHER, H.J., 1996, *Quantitative Hydrologie, Lehrbuch der Hydrologie, Band I*, 2. Auflage, ISBN -443-30002-2, Berlin.

BAUMGARTNER, A., LIEBSCHER, H.J., 2001, *Allgemeine Hydrologie Quantitative Hydrologie, Lehrbuch der Hydrologie, Band II*, 1. Auflage, ISBN -443-25568-2, Stuttgart.

BAUMGARTNER, A., MAYER H., 1978, Die Schneedecke in München von Oktober 1887 bis April 1977. Meteorol. Rdsch. 31, 6-16, Februar 1978.

BAUMGARTNER, A., RANGO, A., 1995, A microcomputer Based Alpine Snow Cover Analysis, *American Society for Photogrametry on Remote Sensing*, 16, 12, s1475-1485.

BLÖSCHL, G., 1990, Snowmelt simulation in rugged Terrain – The Gap between point and catchment scale approaches. In: *Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer* s91, 120

BLÖSCHL, G., 1991, The Influence of Uncertainty in Temperature and Albedo on Snowmelt. In: *Nordic Hydrology* 22, 95 -108.

BLÖSCHL, G., KIRNBAUER, R., 1991, Point snowmelt models with different degrees of complexity – internal processes. In: *Journal of Hydrology* 129, 127-147.

BLÖSCHL, G., KIRNBAUER, R., 1992a, An Analysis of Snow Cover Patterns in a Small Alpine Catchment. *Hydrological Processes*, Vol. 6, 99-109.

BLÖSCHL, G., KIRNBAUER, R., 1992b, Flächendetaillierte Modellierung der Schneeschmelze in einem Alpenen Einzugsgebiet. *Internationales Symposium Interpraevent 1992*, Bern, Band 1, s161-179.

BLÖSCHL, G., KIRNBAUER, R., GUTKNECHT, D., 1987, Zur Berechnung des Wärmeeintrages an einem Punkt der Schneedecke. *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen* 31, H. 5, 149-155.

BRAUN, L., LANG, H., 1984, Vergleich von Schneeschmelzmodellen unterschiedlicher Komplexität in zwei voralpen Einzugsgebieten verschiedener Grösse. Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) Fachausschuss 1.2, *Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden

BRAUN, L., LANG, H., 1986, Simulation of snowmelt runoff in lowland and lower Alpine Regions of Switzerland. In: *IAHS Publication No 155*, 125-140.

BRAUN, L.N., 1985, Simulation of Snowmelt-runoff in Lowland and Lower Alpine Regions of Switzerland. In: *Zürcher Geographische Schriften*, Heft 21. (ETH) Zürich.

BRAUN, L.N., 1988, *Parameterization of Snow- and glaciarmelt. Berichte und Skripten* 34, Geographisches Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zurich.

BRECHTEL, H.M., 1969, Wald und Abfluss. Methoden zur Erforschung der Bedeutung des Waldes für das Wasdargebot. *Sonderheft: Deutsche Gewässerkundliche Mitteilung*, Koblenz, 24-31.

BRECHTEL, H.M., 1970, Schneeansammlung und Schneeschmelze im Wald und Ihre Wasserwirtschaftliche Bedeutung. *Sonderdruck aus gwf wasser/abwasser*, 111, Jahrgang, Heft 7, Seite 377-379. Weisbaden.

BRECHTEL, H.M., 1971, Erkundung der Auswirkungen des Waldes auf die Schneeansammlung und Schneeschmelze in der verschiedenen Höhenstufen der Hessischen Mittelgebirge. *Einzelbericht für das Internationale Symposium "Interprevent 1971" vom 20-25. September 1971 in Villach*. Tagungspublikation. Klagenfurt.

BRECHTEL, H.M., 1971a, Schneeansammlung und Schneeschmelze im wald und ihre wasserwirtschaftliche Bedeutung. *Das Gas- und Wasserfach*, Nr 7, Jg 111.

BRECHTEL, H.M., 1971b, Einfluss des Waldes auf Hochwasserabflüsse bei Schneeschmelzen. *Wasser und Boden*. Nr. 3 Jg. S. 60-63, 1971.

BRECHTEL, H.M., 1972, Einfluss von Waldbeständen verschiedener Baumarten und Alterklassen auf die Schneeansammlung und Schneeschmelze in den Hochlagen des westlichen Vogelsberges. *Sonderdruck aus Deutsche Gewässerkundliche Mitteilung*, 16 Jahrgang, Heft 5, Oktober 1972. S. 121-133.

BRECHTEL, H.M., 1976, Schneeansammlung und Schneeschmelze im Wald und im Freiland. *XVI. IUFRO World Congress, Proceedings, Division I*, 194-310. Norway.

BRECHTEL, H.M., 1978, Die Schneedecke als Einflussfaktor des Abflussergebnis kleiner Einzugsgebiete, *Hessische Forstlich Versuchsanstalt* 25.-27. Mai 1978 Grafenau, Bayerische .

BRECHTEL, H.M., 1979, Wald und Schnee – Ergebnisse forsthydrologischer Schneemessungen in der Bundesrepublik Deutschland und der Schweiz. *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. DVWK* 41.

BRECHTEL, H.M., 1984, Möglichkeiten und Grenzen einer Steuerung der Schneeansammlung und Schneeschmelze durch forstliche Massnahmen, Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

BRECHTEL, H.M., BALAZS, A., 1976, Auf- und Abbau der Schneedecke im westlichen Vogelsberg in Abhängigkeit von Höhenlage, Exposition und Vegetation. *Beiträge zur Hydrologie*, Heft 3, Kirchzarten, 35-107.

BRECHTEL, H.M., BALAZS, A., 1978, Die Schneedecke als Einflussfaktor des Abflusregimes kleiner Einzugsgebiete, *Symposium Wasserhaushaltssysteme naturnaher, kleiner Einzugsgebiete*, Grafenau, Bayerischer Wald, 25-27 Mai 1978.

BRECHTEL, H.M., HOYNINGEN H.J., 1979, Einfluß der Verdunstung verschiedener Vegetationsdecken auf den Gebietswasserhaushalt. *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. DVWK* 40, 172-223.

BRECHTEL, H.M., RAPP, J., SCHEELE, G., 1984, Der Einfluß des Waldes und der Landnutzung auf Schneeansammlung und Schneeschmelze in den hessischen Mittelgebirgen. *DVWK Mitteilungen* 7, 567-574.

BRECHTEL, H.M., SCHEELE, G., 1984, Der Einfluß des Waldes auf Schneeansammlung und Schneeschmelze in den hessischen Rhön und Möglichkeiten zur Erhöhung des nutzbaren Wasserdargebot durch forstlichen Massnahmen, *Allgemeine Forstzeitschrift*, Nr.48, 1826-1286.

BRÜNDL, M., 1997, *Snow Interception and Meltwater Transport in Subalpin Forest*, Diss.Eth.No. 12271, Swiss Federal Institut of Technology, Zürich.

BRÜNDL, M., BARTELT, M.F., SCHNEEBELI, M., FLUHLER, H., 1999, *Measuring Branch Deflection os Spruce Branches Caused by Intercepted Snow Load*. Hydrological Processes. Wiley Interscience 13 (14-15), 2357-2369.

CALDER, I.R., 1990, *Evaporation in the Uplands*. Wiley, Chichester.

CAN, H.H., 2003, Türkiye'nin Sınır Aşan Suları, *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi*, Yıl12, Sayı 2, 62-74.

COLBECK, S.C., AKITAYA, E., ARMSTRONG, R., GUBLER, H., LAFEUILLE, J., LIED, K., MCCLUNG, D., MORRIS, E., 1990, The international classification for

seasonal snow on the ground. *IAHS, International Commission on Snow and Ice (ICSI)*, Wallingford.

ÇOB, 2004a, *Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, Kastamonu 2003 İl Çevre Durum Raporu*, http://www.cedgm.gov.tr/icd_raporlari/kastamonuicd2004.pdf [Ziyaret Tarihi: 22 Aralık 2006].

ÇOB, 2004b, *Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri Daire Başkanlığı Türkiye Çevre Atlası*, <http://www.cedgm.gov.tr/cevreatlasi.htm> [Ziyaret Tarihi: 11 Ocak 2007].

ÇOB, 2007a, *Su*, http://www.cevreorman.gov.tr/su_00.htm [Ziyaret Tarihi: 15 Şubat 2007].

ÇOB, 2007b, *Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğü, Sinop-Kastamonu-Çankırı Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Araştırma Raporu*, Kutluay Planlama, <http://www.cedgm.gov.tr/> [Ziyaret Tarihi: 13 Nisan 2007].

DINGMAN, S.L., 1994, *Physical Hydrology*. Macmillan, New York.

DMI, 1986, *Kış Günlerinin Başlama ve Son Bulma Tarihleri (En Erken - En Geç - Ortalama) İle Kış Mevsiminin Sınıflandırılması*, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

DMİ, 2005, *Kastamonu – Ilgaz Meteorolojik Verileri*, Bilgisayar ortamında veri olarak.

DMİ, 2007, *Genel Meteorolojik Veriler*, Bilgisayar ortamında veri olarak.

DPT, 1997, *Ulusal Çevre Eylem Planı : Su Kaynaklarının Yönetimi*, DPT Yayını, ISBN 975-19-1799-9, Ankara.

DPT, 2001, *Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, DPT Yayını, ISBN 975-19-2638-6, Ankara.

DSİ, 1990, *Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Haritalı İstatistik Bülteni*, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü G. Yay. No:991, Grup No:8, Özel No:177 Ankara 1990.

DSİ, 2003, *Enerji ve Tarımda Krizden Çıkmanın Yolu*, <http://www.dsi.gov.tr/su.htm> [Ziyaret Tarihi: 28 Mayıs 2006].

DSİ, 2006, 5. Bölüm: *İçme Suyu Temini*, Sayfa: 51-60, www.dsi.gov.tr/turkce_52_yil.pdf [Ziyaret Tarihi: 12 Şubat 2006].

DSİ, 2007a, *Toprak ve Su Kaynakları*, <http://www.dsi.gov.tr/topraksu.htm> [Ziyaret Tarihi: 17 Şubat 2007].

EİEİ, 2007, *Akım Gözlemleri Yıllığı*, Dijital Ortamda

ERENBİLGE, T., YAVAŞ, Ö.M., 2005, *Kar Örtüsündeki Duyarlılık Mekanizmasını Kontrol Eden Anahtar Değişkenlerin İncelenmesi*, www.bayindirlik.gov.tr/turkce/dosya/cig/TurkiyedeCigOlaylari2006.ppt [Ziyaret Tarihi: 2 Mart 2007].

ERNEST, A., 1981, *Wetter, Schnee und Lawinen*, 2. Band, Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, ISBN 3-7020-0387-8.

ERNSTBERGER, H., SOKOLLEK, V., 1984, Einfluss unterschiedliche Vegetationbesctaeende auf Schneedeckenentwicklung und Schneeschmelzabfluss in unteren Öittelgebierrlagen, Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

FREY, W., 1977a, Internationales Seminar Gebirgswald und Lawinen. Mitteilungen der Forstlichen Bundes- Versuchsanstalt Wien, *Beiträge zur Wildbacherosions – Lawinenforschung*, Teil II, Arbeitsgruppe, S1.04-00., Schnee- und Lawinen.

FREY, W., 1977b, Wechselseitige Besiuhungen zwischen Schnee und Pflanze – eine Zusammenstellung Anhang von Literatur. *Mitteilung des Eidgenössisches Instutu für Schnee- und Lawinenforschung*, Nr.34 Davos, 1977.

GARY, H.L., 1975, Airflow paterns and snow Accumulation in a Forest Clearing, Proc. Of. *The Western Snow Conferans*, p 106-113, USA.

GASSER, O., 1984, Die höhenlage der Nullgradgrenze in der freien Atmosphaere und ihre Bedeutung für den Auf- und Abbau einer Schneedecke, Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, *Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

GÖL, C., 2005, *Çığ Olgusu ve Ormancılık*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri :A, Sayı:1, Yıl: 2005, ISSN 1302-7085, s.49-63.

GÖRCELİOĞLU, E., 2003, *Sel ve Çığ Kontrolü*, İ.Ü. Yayın No: 4415, Orman Fakültesi Yayın No: 473, İstanbul.

GRAY, D.M., MALE, D.H., 1981, *Handbook of Snow*, Permagon Pres, Oxford, p776.

GRAY, D.M., PROWSE, T.D. 1993, Snow and floating ice. In: *Maidment, D.R. (ed.): Handbook of Hydrology, Ch.7*. McGraw-Hill, New York, 7.1-7.58.

GUBLER, H., 1992, Energy and Mass Balance, Snow Metamorphism, Europäische sommeruniversitat zum Thema Naturrisiken, Sitzung 1992: *Schnee und Lawinen*, Chamonix.

GUBLER, H., 1995, Physik von Schnee, *Gastvorlesung am Institut für Wildbach und Lawinenschutz*, Jaenner 1995.

GUDE, M., 1997, Snow metamorphism – a review of the state of knowledge. Proceedings of the EARSeL Workshop Remote Sensing of Land Ice and Snow, University of Freiburg, Germany, April 1997, 1-5.

GUDE, M., ve SCHERER, D., 1998, Snowmelt and slushflows: hydrological and hazard implications. In: *Annals of Glaciology* 26, 381-384.

GÜNER, İ., TUNÇEL, H., YAVAŞ, Ö.M., ERENBİLGE, T., 1995, *Türkiye'de Çığ Kriterleri ve Olası Çığ Risk Alanlarının Belirlenmesi*, TÜBİTAK Proje No: YBAG-0067.

GÜNER, İ., 1977a, Kar Meteorunun Evrimi ve İlkbahar Taşkın Tahminlerinde Kullanılması, *II. Ulusal Kar Hisrolojisi Semineri*, DSİ, Ankara, s 37-44.

GÜNER, İ., 1977b, Karın Fiziksel Özelliklerinin Zamansal Değişimine Yükseklik Faktörünün Etkisi, *II. Ulusal Kar Hidrolojisi Semineri*, ss. 37-43 , Uludağ, Bursa.

GÜNER, İ., 1980, Kar ve Ölçümü, *DSİ Teknik Dergisi*, Sayı:49, ss. 34-41, Ankara.

GÜNER, İ., 1992, Çığ Afetinin Karakteristikleri ve Analiz Yöntemleri. *Afete Karşı Hazırlık ve Yönetimi Kursu*, 14-18 Eylül T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Ankara.

GÜNER, İ., 1994a, Çığın İnsan Hayatı Üzerindeki Olumsuz Etkileri. 21-25 Kasım 1994.T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Avrupa Doğal Afetler. Eğitim Merkezi. *Afete Karşı Hazırlık ve Yönetimi Kursu*. Ankara.

GÜNER, İ., 1994b, *Doğal Afet Olarak Çığ*, Ankara, ,(Basılmamış makale).

GÜNER, İ., 1994c, Çığın İnsan Hayatı Üzerindeki Olumsuz Etkileri, *Afete Karşı Hazırlık ve Yönetimi Kursu*, 21-25 Kasım 1994 Ankara.

GÜNER, İ., SAYIN A., TUNÇEL H., 1992, Batı Karadeniz'de Çığ Olayları, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Dairesi Başkanlığının Düzenlediği *Çığ Afeti Konulu Konferansa* Sunulan Bildiri, Ankara.

GÜNER, İ., SAYIN, A., 1993, *Kuzey ve Doğu Anadolu'da 1991-1992 ve 1992-1993 Kış Mevsiminde Meydana Gelen Kar Çıgları*, Ankara.

GÜNER, İ., YAVAŞ, Ö.M., 1994, "Anadoluda Çığ Olayları", *Sivil Savunma Dergisi*, No:36-135, Ocak-Mart 1994, Sayfa:15-30 994, Ankara.

GÜNER, İ., YAVAŞ, Ö.M., 1994, Anadoluda Çığ Olayları, *Sivil Savunma Dergisi*, No:36-135, Ocak-Mart 1994, Sayfa:15-30 994, Ankara

GÜNER, İ., 1981, Kar Örtüsünün Ormanlık ve Açık Alanda Değişimi, *I. Ulusal Meteoroloji Kongresi*, ss. 667-674, İstanbul.

GÜNER, İ., 1982, *Kar Erimesi ve Akımı*, Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Doçentlik Tezi, 138 s., Beytepe, Ankara.

GÜNER, İ., KOÇYİĞİT, Ö., 1995, Ağaçlandırma ve Orman Örtüsünün Kar, Kürtün ve Çığ Oluşumuna Etkileri, *Orman Mühendisliği*, Sayı:6, Yıl:32, 15-24, Ankara.

GÜRSU, T., BAYAR, F.A., ERDOĞAN, T., GÜNER, İ., *Uludağ'da Kar Ölçüm ve Meteorolojik Veri Analizleri*, Basılmamış Makale.1995.

HERPERTZ, D., 2001, *Schneehydrologische Modellierung im Mittelsgebirgsraum*, Dissertation, Chemisch-Geowissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

HERRMAN, A., 1973a, Wasservorräte in der Schneedecke eines nordalpinen Niederschlagsgebietes, Lainbachtal bei Benediktbeuern / Oberbayern. *Dt. gewässerkdl. Mitt.*, 17.Jg.H.6, S.145-153.

HERRMAN, A., 1973b, *Entwicklung der winterlichen Schneedecke in einem nordalpinen Niederschlagsgebiet. Schneedeckenparameter in Abhängigkeit von Höhe ÜNN, Exposition und Vegetation im Hirschbachtal bei Lenggries im Winter 1970/1971.* Münchner Geogr. Abh. Bd. 10.

HERRMAN, A., RAU, R.G., 1984, Snow cover stores and winter runoff behaviour of a small basin in the German highlands. *DVWK-Mitteilungen* 7, 449-472.

HEUMADER, J., 2000, High-elevation Afforestation and Regeneration of Subalpine Forest stands - Experiences in Austria. *Internationales Symposium Interpraevent 2000*, Band II, s29-41.

IMBECK, H., 1984, Schneeverteilung und Schneedeckenentwicklung in einem Alpinen Fichtenwald am Nordhang, Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

İLHAN, E., 1976, *Türkiye Jeolojisi*, Nuray Matbaası, Ankara, s.239.

KILINÇ, M.Y., 1979, Ormanlık Havzalarda Kar Tutulması ve Yığılması Üzerine Görüşler, *II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri* 28.3.1977-2.4.1977, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 177-180.

KIRNBAUER, R., BLÖSCHL, G., GUTKNECHT, D., 1994, Enterin the Era of Distributed Snow Models, *Paper Present at EGS XVIII General Assembly, (Wiesbaden, Germany, May 1993)*, *Nordic Hydrology*, 25, 1994, 1-24.

KONETSCHNY, H., 1992, Grossfläcche Aufarbeitung und Analyse dokumentierter Waldlawienen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS), *Internationales Symposium Interpraevent 1992*, Bern Band3, s 243-256.

KUHN, M., 1984, Physikalische Grundlagen des Energie- und Massenhaushalts der Schneedecke. *DVWK Mitteilungen* 7, 5-56.

KUTOĞLU, Y.H., 1979, Kar Erimesi Akımı, *II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri* 28.3.1977-2.4.1977, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 184-197.

KUTOĞLU, Y.H., 1998, *20-21 Mayıs Sel Felaketinin Filyos Çayı Havzasındaki ve Yenice İlçesindeki Etkileri Raporu*, Ankara, Şubat.

MALKOÇ, Y., 2002, *Çoruh Nehri Havzasının Hidrometeorolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkcılık Teknolojisi Mühendisli Anabilim Dalı.

MARTINEC, J., 1975, Snowmelt runoff model for river flow forecasts. *Nordic Hydrology* 6, 145-154.

MARTINEC, J., 1984, Modellierung des Auf- und Abbaues der Schneedecke und des Schneeschmelzabflusses. Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen, 12-15 March 1984*, Hann Münden.

MARTINEC, J., RANGO, A., 1991, Indirect Evaluation of Snow Reserves in Mountain Basins. Snow Hydrology and Forests in High Alpine Areas. *Proceedings of the Vienna Symposium, IAHS Publication No.205*, 111-119.

MAYER, H., ve AKSOY, H., 1998, Türkiye Ormanları, Orman Bakanlığı Yayın No: 038, *Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü* Yayın No: 2, Aban İzzet Baysal Basımevi, Bolu.

MAYR, R., 1993; *Schnee und Lawinen in den Tiroler Alpen Winter 1992/1993*, LWD Tirol, Nr.2/1993, Innsbruck.

MOORE, R.D., OWENS, I.F., 1984, *Modelling Alpine Snow Accumulation and Ablation using daily climate observation*, J. Of Hydrology, Vol.23, No.2, p73-83.

MOORE, R.J., BELL, V.A., AUSTIN, R.M., HARDING, R.J., 1999, Methods for Snowmelt forecasting in upland Britain, *Hydrology and Earth System Science*, 3 (2), 233-246.

NAKAWO, M., HAYAKAWA, N., 1998, Snow and Ice Science in Hydrology. The 7th IHP, (International Hydrological Programme) *Training Course on Snow Hydrology*, Nagayo, Japan, 1998 (Published by IHAS, Nagayo University and UNESCO).

OBLED, C.H., 1990, Hydrologycal Modelling in region of Rugged Relief. Hydrology in Mountainous Regions, I-Hydrologycaş Measurement; the Water Cycle, IAHS Publ., 193, pp 599-613.

OGM, 1980, *Türkiye Orman Envanteri*, T.C. Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Sıra No: 13, Seri No 630, Ankara 1980.

OGM, 2007, *Türkiye Orman Varlığı, İller İtibariyle Sorgulama*, http://www.ogm.gov.tr/orm_var.htm [Ziyaret Tarihi: 15 Mart 2007].

ÖZHAN, S., 1982, *Belgrad Ormanındaki Bazı Meşcerelerde Evapotranspirasyonun Deneyisel Olarak Saptanması ve Sonuçlarının Amprik Modellerle Karşılaştırılması*, İ.Ü. Yay. No: 2906, Orm. Fak. Yay. No: 311, İstanbul.

ÖZYUVACI, N., 1999, *Meteoroloji ve Klimatoloji*, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Rektörlük NO:4196, Fakülte No:460, ISMN 975-404-544-5.

ÖZYUVACI, N., 2001, *Kar Hidrolojisi*, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları, Rektörlük No:4304, Enstitü No.12, ISBN: 975-404-627-1, 2001, İstanbul.

POMEROY, J.W., PARVIAINEN, J., HEDSTROM, N., GRAY, D.M., 1998, Coupled modelling of forestsnow interception and sublimation. *Hydrological Processes* 12, 2317-2337.

RACHNER, M., ve SCHNEIDER, G., 1992, Ermittlung extremer Werte des Niederschlagsdargebotes aus Schneeschmelze und Regen auf der Grundlage der langjährigen Potsdamer Reihe (1893 bis 1987). In: *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen* 36, H. 3/4, 115-119.

RACHNER, M., MATTHAEUS, H., 1984, Schneehydrologische Untersuchungsergebnisse in der DDR und deren Anwendung für Wasserwirtschaftliche Zwecke, Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

RACHNER, M., MATTHAEUS, H., SCHNEIDER, G., 1997, Echtzeitvorhersage der Schneedeckenentwicklung und der Wasserabgabe aus der Schneedecke. Erste Ergebnisse aus dem Projekt SNOW-D. In: *Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen* 41, H.3, 98-106.

RICHTER, D., 1995, Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Meßfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers. In: *Berichte des DWD* 194.

ROHRER, M.B., 1992, Die Schneedecke im Schweizer Alpenraum und ihre Modellierung. *Zürcher Geographische Schriften*, Heft 49. Zürich.

SCHMIDT, R.A., GLUNS, D.R., 1991, *Snowfall Interseption on Braches of Three Conifer Species*, British Colombia Ministry of Forest, Forest Sciences Section, 518 Laje Street, Nelson B.C., Canada March 20, 1991.

SCHMIDT, R.A., TROENDLE, C.A., 1988, *Snowfall into a Forest and Clearing*, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, 240 W., November, 1988.

SCHWARZ, O., 1982, Forsthydrologische Schneemessungen im deutschsprachigen Raum. *Beiträge zur Hydrologie, Sonderheft 4*, Kirchzarten, 145-163.

SCHWARZ, O., 1984, Schneeschmelze und Hochwasser. Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

SEVRUK, B., 1984, Karten der monatlichen Korrekturen des systematischen Niederschlagsmeßfehlers in der Schweiz. *DVWK-Mitteilungen 7*, 597-600.

SIMPSON, J.J., STITT, J.R., SIENKO, M., 1998, Improved estimates of the areal extent of snow cover from AVHRR data. *Journal of Hydrology* 204, 1-23.

SINGH, V.P., 1995, Computer Models of Watershed Hydrology. *Water Resources Publications*, 1995, Colorado, U.S.A.

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, 1999, *Çığ El Kitabı*, Ankara.

TAŞTEKİN, A.T., 2003, *Meteoroloji ve Çığ*, <http://www.meteor.gov.tr/2003/zirai/zirai-calismalar.aspx?subPg=g> [Ziyaret Tarihi: 12 Mart 2005].

TAŞTEKİN, A.T., 2006, *Çığ Nedir*, <http://www.meteor.gov.tr/2006/zirai/zirai-calismalar.aspx?subPg=f> [Ziyaret Tarihi: 18 Şubat 2007].

TAŞTEKİN, A.T., KÖMÜŞÇÜ, A.Ü., 2002, Çığ Oluşumu ve Meteoroloji, *Teknik Rapor*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı DMİ Genel Müdürlüğü, Ankara.

TATLI, A., 2002, *Vegetation of Turkey*, Kütahya.

TAVŞANOĞLU, F., 1965, Türkiye’de Çığ Gelen, Taş ve Kaya Yuvarlanan Yerlerin Belli edilmesi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt II*. İstanbul.

TAVŞANOĞLU, F., 1974, Sel Yataklarının Tahkimi, İ.Ü. Yayın No:1972, *Orman Fakültesi Yayın No:203*, İstanbul.

TEKER, A.A., 1997, Türkiye Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesinde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’nün Yeri, *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, Yıl 1997, Sayı:2, 12-15, Ankara.

TOPRAK, 1992; *Orta Anadolu Masifi’nin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 2: Orta Kesim*, TPAO, Report.

TUNÇEL, H., 1994, Doğal Çevre Sorunu Olarak Çığlar ve Türkiye’de Çığ Olayları, A.Ü.Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, *Coğrafya Araştırmaları, Cilt 1*, Sayı 2 ,Ankara.

TÜRKSOY, M. 1997, Doğal Afetler, Meteoroloji Mühendisliği, *TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı*, Yıl 1997, Sayı:1, 6-20, Ankara.

UN, 2003a, *Global Water Availability*, <http://www.un.org/events/water/images/WaterYearGraph.jpg>. [Ziyaret Tarihi: 26 Şubat 2007].

ÜÇÜNCÜ, N., 1979, Ormanların Kar Konservasyonuna, Kar Erimesine ve SU verimine Etkileri, *II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri* 28.3.1977-2.4.1977, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, Ankara, 172-176.

VAROL, N.Ö., YAVAŞ, Ö.M., 2005, *Türkiye’deki Çığ Olaylarının Değerlendirilmesi*, www.bayindirlik.gov.tr/turkce/dosya/cig/TurkiyedeCigOlaylari2006.ppt [Ziyaret Tarihi: 20 Şubat 2007].

VEHVILAEINEN, B., 1993, Snow cover models in operational watershed forecasting. Yhteenveto, Lumimallit vesistöjen ennustemalleissa. In: Publications of the Water and Environment Research Institute 11, *National Board of Waters and the Environment*, Finland, Helsinki.

VISSMAN, W. J., 1989, The dynamics of water policy. Pages 41–47in Water management in the 21 st Century. *American Water Resources Association*, Bethesda, Maryland.

WITMER, U., 1984, Win Schneehohenverteilung zur Bestimmung der Schneehöhen auf nichtthrizantalen Flachehen. Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

WITMER, U., FILLIGER, P., 1984, Die aufarbeitung von langen Schneebobachtungsreihen in der Schweiz und die Erarbeitung einer operationalen Methode zur Interplatation von Beobachtungslücken, Workshop, Schneehydrologische Forschung in Mitteleuropa, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau E.V. (DVWK) *Fachausschuss 1.2, Schneehydrologie, Erweiterte Zusammenfassungen*, 12-15 March 1984, Hann Münden.

WMO, 1986, Intercomparison of models of snowmelt runoff. *Operational Hydrology Report No.23*, WMO-No. 646, Genf.

WMO, 2000, Precipitation Estimation and Forecasting, C.G. Collier, *World Meteorological Organization*.

WOHLRAB, B., 1992, *Landschaftswasserhaushalt*. Verl. Paul Parey, S. 212 . Hamburg, Berlin.

YAVAŞ, Ö.M., ERENBİLGE, T., SEYFE, N., AYHAN, A., 1998, *Çığlar, Türkiye'deki Etkileri ve Önlemede Kullanılan Yöntemler*, <http://www.bayindirlik.gov.tr/turkce/dosya/makale10.pdf> [Ziyaret Tarihi: 17 Şubat 2007].

ZENGİN, M., 1997, *Kocaeli Yöresinde Orman Ekosistemlerinin Ağaçlandırmalar Yönünden Karşılaştırması*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ZENGİN, M., HIZAL, A., KARAKAŞ, A., SERENGİL, Y., TUĞRUŞ, D., ERCAN, M., 2005, İzmit Yuvacık Barajı Su Toplama Havzasının Yenilenebilir Doğal Kaynaklarının Su Üretimi ve (Kalite, Miktar ve Rejim) Amacıyla Planlanması, T.C: Çevre ve Orman Bakanlığı, Kavak ve Hızlı Gelişen Orman Ağaçları Araştırma Müdürlüğü, *Teknik Bülten NO: 97*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Yayın No: 233, Müdürlük Yayın No:244, ISSN 1300-395X, İzmit

ZENKE, B., KONETSCHNY, H., 1988, *Lawienentaetigkeit in zerfallenen Bergwaeldern, Internationales Symposion Onterpraevent 1988*, Graz, Band 5, Schlussband, s 213-227.

Ek Tablo 1 : Azdavay (Merkez) Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hatının Aşgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	19.12.1995																
2		18.01.1996																
3		08.02.1996																
4		27.02.1996	0,0	8,9		0,0	8,0		700,0	0,0	89,9		0,00	0,11		0,0	0,9	
5		12.03.1996	12,5	33,6	62,8	8,4	16,5	49,1	650,0	265,6	658,6	59,7	0,22	0,21	-8,4	2,8	6,9	59,7
6		09.04.1996	7,8	15,6	50,0	6,0	6,5	7,7	700,0	198,9	306,5	35,1	0,27	0,21	-29,8	2,1	3,2	35,1
1	1996-1997	14.01.1997	8,9	21,4	58,4	8,0	14,5	44,8	650,0	98,9	246,6	59,9	0,12	0,12	3,6	1,0	2,6	59,9
2		04.02.1997	22,3	53,6	58,4	14,0	16,2	13,6	400,0	568,6	1268,6	55,2	0,27	0,25	-7,7	6,0	13,3	55,2
3		25.02.1997	36,8	61,5	40,2	16,0	18,2	12,1	350,0	1065,6	1680,6	36,6	0,30	0,29	-6,0	11,2	17,7	36,6
4		18.03.1997	45,6	54,2	15,9	9,8	10,5	6,7	400,0	1206,8	1460,3	17,4	0,28	0,28	1,8	12,7	15,4	17,4
5		08.04.1997	38,4	50,5	24,0	2,5	3,1	19,4	650,0	1136,6	1560,5	27,2	0,31	0,33	4,2	12,0	16,4	27,2
6		15.04.1997	18,6	28,5	34,7	1,0	1,2	16,7	750,0	680,6	1063,3	36,0	0,39	0,39	1,9	7,2	11,2	36,0
1	1997-1998	16.12.1997																
2		13.01.1998																
3		10.02.1998	10,5	37,5	72,0	10,2	24,6	58,5	650,0	168,7	630,3	73,2	0,17	0,18	4,4	1,8	6,6	73,2
4		03.03.1998	21,2	48,5	56,3	12,2	28,9	57,8	425,0	568,4	1460,6	61,1	0,28	0,32	11,0	6,0	15,4	61,1
5		24.03.1998	28,9	50,2	42,4	15,6	18,5	15,7	400,0	869,6	1500,3	42,0	0,32	0,31	-0,7	9,2	15,8	42,0
6		21.04.1998	27,5	43,5	36,8	10,6	11,6	8,6	650,0	940,6	1306,6	28,0	0,36	0,32	-13,9	9,9	13,7	28,0
1	1998-1999	24.11.1998																
2		15.12.1998																
3		12.01.1999																
4		09.02.1999	7,0	12,5	44,0	7,0	10,1	30,7	700,0	106,6	202,3	47,3	0,16	0,17	5,9	1,1	2,1	47,3
5		02.03.1999	18,5	31,5	41,3	8,0	18,6	57,0	500,0	463,2	682,6	32,1	0,26	0,23	-15,5	4,9	7,2	32,1
6		30.03.1999	5,0	3,5	-42,9	8,0	18,6	57,0	800,0	146,6	90,6	-61,8	0,31	0,27	-13,3	1,5	1,0	-61,8

Yeri : Kastamonu Azdavay ilçesi (41° 38' 23" N ve 33° 17' 56" E)

Yükseltisi : 800 m.

Ek Tablo 2 : Sabuncular Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hatının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	19.12.1995																
2		18.01.1996																
3		08.02.1996		8,6							64,3			0,1			0,7	
4		27.02.1996	4,8	15,6	69,2	4,0	8,6	53,5	700,0	36,4	124,6	70,8	0,1	0,1	5,1	0,4	1,3	70,8
5		12.03.1996	15,9	38,6	58,8	15,2	16,2	6,2	600,0	264,8	634,5	58,3	0,2	0,2	-1,3	2,8	6,7	58,3
6		09.04.1996	8,6	9,8	12,2	1,0	1,0	0,0	650,0	189,4	164,2	-15,3	0,2	0,2	-31,4	2,0	1,7	-15,3
1	1996-1997	14.01.1997	12,6	25,8	51,2	8,1	12,5	35,2	600,0	165,6	306,2	45,9	0,1	0,1	-10,7	1,7	3,2	45,9
2		04.02.1997	28,9	53,6	46,1	12,0	18,9	36,5	425,0	590,6	1006,6	41,3	0,2	0,2	-8,8	6,2	10,6	41,3
3		25.02.1997	56,8	65,5	13,3	18,9	21,5	12,1	350,0	1240,5	1365,6	9,2	0,2	0,2	-4,8	13,1	14,4	9,2
4		18.03.1997	42,6	51,8	17,8	5,0	6,0	16,7	350,0	1223,6	1306,6	6,4	0,3	0,3	-13,9	12,9	13,7	6,4
5		08.04.1997	32,9	26,5	-24,2	0,0	0,0	0,0	600,0	1106,4	1240,6	10,8	0,4	0,5	28,2	11,6	13,1	10,8
6		15.04.1997	19,8	12,5	-58,4	2,0	3,0	33,3	700,0	760,3	432,2	-75,9	0,4	0,4	-11,1	8,0	4,5	-75,9
1	1997-1998	16.12.1997																
2		13.01.1998																
3		10.02.1998	18,5	38,9	52,4	10,5	23,6	55,5	650,0	182,6	468,6	61,0	0,1	0,1	18,1	1,9	4,9	61,0
4		03.03.1998	46,8	53,7	12,8	15,6	18,5	15,7	450,0	689,9	798,6	13,6	0,2	0,2	0,9	7,3	8,4	13,6
5		24.03.1998	52,6	53,6	1,9	16,2	24,5	33,9	375,0	1186,6	1006,6	-17,9	0,2	0,2	-20,1	12,5	10,6	-17,9
6		21.04.1998	45,6	21,5	-112,1	0,0	0,0	0,0	600,0	1564,6	665,4	-135,1	0,4	0,3	-10,9	16,5	7,0	-135,1
1	1998-1999	24.11.1998																
2		15.12.1998																
3		12.01.1999	3,8	7,8	51,3	3,0	7,8	61,5		48,9	86,6	43,5	0,1	0,1	-15,9	0,5	0,9	43,5
4		09.02.1999	12,5	26,5	52,8	8,0	16,3	50,9	650,0	286,6	606,6	52,8	0,2	0,2	-0,2	3,0	6,4	52,8
5		02.03.1999	38,9	42,5	8,5	16,2	23,4	30,8	500,0	1106,6	1265,6	12,6	0,3	0,3	4,5	11,6	13,3	12,6
6		30.03.1999	22,5	11,5	-95,7	16,2	23,4	30,8	780,0	820,6	402,5	-103,9	0,4	0,4	-4,2	8,6	4,2	-103,9

Yeri : Kastamonu Azdavay - Ağlı ilçesi yolu üzerinde (41° 41' 30" N ve 32° 23' 51" E)

Yükseltisi : 950 m.

Ek Tablo 3 :Masruf (Küre) Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hattının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	21.12.1995																
2		16.01.1996	10,2	21,5	52,6	4,0	4,0	0,0	1.100	46,5	82,6	43,7	0,05	0,04	-18,7	0,49	0,87	43,7
3		06.02.1996	3,2	10,7	70,1	2,5	3,0	16,7	1.000	48,6	206,5	76,5	0,16	0,20	21,3	0,51	2,17	76,5
4		29.02.1996	38,5	55,9	31,1	15,0	23,6	36,4	800	654,5	968,7	32,4	0,18	0,18	1,9	6,89	10,19	32,4
5		14.03.1996	43,2	49,8	13,3	8,5	9,8	13,3	700	860,4	860,6	0,0	0,21	0,18	-15,3	9,05	9,06	0,0
6		11.04.1996	49,2	58,4	15,8	3,2	8,5	62,4	600	1.120,5	1.260,5	11,1	0,24	0,23	-5,5	11,79	13,26	11,1
1	1996-1997	16.01.1997	12,5	39,8	68,6	8,6	16,2	46,9	900	186,4	564,4	67,0	0,16	0,15	-5,2	1,96	5,94	67,0
2		06.02.1997	42,8	88,7	51,7	23,5	26,1	10,0	600	686,8	1.106,6	37,9	0,17	0,13	-28,6	7,23	11,64	37,9
3		27.02.1997	86,5	112,4	23,0	18,6	21,6	13,9	500	2.060,0	2.348,5	12,3	0,25	0,22	-14,0	21,68	24,71	12,3
4		20.03.1997	106,3	128,6	17,3	16,2	18,9	14,3	650	3.610,2	4.060,1	11,1	0,36	0,33	-7,6	37,99	42,72	11,1
5		10.04.1997	76,5	70,4	-8,7	0,0	0,0	0,0	800	2.364,8	2.060,2	-14,8	0,33	0,31	-5,6	24,88	21,68	-14,8
6		17.04.1997	73,2	76,0	3,7	8,0	22,0	63,6	900	1.980,0	2.150	7,9	0,28	0,30	4,4	20,84	22,62	7,9
1	1997-1998	18.12.1997																
2		15.01.1998	42,6	56,9	25,1	26,2	30,5	14,1	950	650,4	946,8	31,3	0,16	0,18	8,2	6,84	9,96	31,3
3		12.02.1998	57,8	78,9	26,7	8,6	12,2	29,5	700	1.264,5	1.645,6	23,2	0,23	0,22	-4,9	13,31	17,32	23,2
4		05.03.1998	73,9	116,8	36,7	23,5	28,4	17,3	650	1.826,4	2.648,5	31,0	0,26	0,24	-9,0	19,22	27,87	31,0
5		26.03.1998	115,6	163,5	29,3	18,6	25,2	26,2	450	3.689,5	4.821,6	23,5	0,34	0,31	-8,2	38,82	50,74	23,5
6		23.04.1998	98,6	116,5	15,4	0,0	0,0	0,0	900	4.165,2	4.464,4	6,7	0,44	0,40	-10,2	43,83	46,98	6,7
1	1998-1999	26.11.1998																
2		17.12.1998																
3		14.01.1999	29,2	35,6	18,0	13,5	16,5	18,2	950	506,4	586,7	13,7	0,18	0,17	-5,2	5,33	6,17	13,7
4		11.02.1999	41,8	68,5	39,0	16,8	26,4	36,4	800	876,4	1.462,4	40,1	0,22	0,22	1,8	9,22	15,39	40,1
5		04.03.1999	89,5	112,4	20,4	34,6	40,6	14,8	650	2.946,1	3.465,2	15,0	0,35	0,32	-6,8	31,00	36,46	15,0
6		01.04.1999	72,5	62,4	-16,2	8,6	9,2	6,5	1.050	2.365,1	1.826,4	-29,5	0,34	0,31	-11,5	24,89	19,22	-29,5

Yeri: Kastamonu Küre ilçesi, küre ilçesinden 17 km önce sağdaAmbarlı Mah (41° 45' 35" N ve 33° 42' 35" E).

Yükseltisi : 1100 m.

Ek Tablo 4 : Sökü (Azdavay) Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A.	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A.	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hattının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A. Kar Ağırlık Farkı (%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A. Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı (%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	19.12.1995																
2		18.01.1996		5,0														
3		08.02.1996	5,6	14,3	60,8	5,6	8,6	34,9	1040,0	68,6	148,6	53,8	0,1	0,1	-17,9	0,7	1,6	53,8
4		27.02.1996	6,8	13,5	49,6	3,0	4,5	33,3	820,0	116,6	226,3	48,5	0,2	0,2	-2,3	1,2	2,4	48,5
5		12.03.1996	9,9	10,2	2,9	4,2	6,5	35,4	700,0	206,6	198,2	-4,2	0,2	0,2	-7,4	2,2	2,1	-4,2
6		09.04.1996																
1	1996-1997	14.01.1997	26,8	48,7	45,0	13,5	21,3	36,6	725,0	336,6	648,3	48,1	0,1	0,1	5,7	3,5	6,8	48,1
2		04.02.1997	29,5	46,0	35,9	12,6	20,2	37,6	550,0	630,5	863,6	27,0	0,2	0,2	-13,8	6,6	9,1	27,0
3		25.02.1997	35,6	48,0	25,8	12,5	18,5	32,4	400,0	926,4	1380,6	32,9	0,3	0,3	9,5	9,7	14,5	32,9
4		18.03.1997	48,6	52,0	6,5	14,3	15,6	8,3	450,0	1380,6	1406,5	1,8	0,3	0,3	-5,0	14,5	14,8	1,8
5		08.04.1997	20,1	20,2	0,5	5,6	6,2	9,7	525,0	598,2	603,3	0,8	0,3	0,3	0,4	6,3	6,3	0,8
6		15.04.1997	18,6	14,2	-31,0	2,7	3,2	15,6	750,0	563,3	426,4	-32,1	0,3	0,3	-0,9	5,9	4,5	-32,1
1	1997-1998	16.12.1997																
2		13.01.1998	7,3	8,9	18,0	5,6	8,3	32,5	1000,0	76,8	112,3	31,6	0,1	0,1	16,6	0,8	1,2	31,6
3		10.02.1998	23,6	41,7	43,4	12,5	16,5	24,2	650,0	506,6	869,4	41,7	0,2	0,2	-3,0	5,3	9,1	41,7
4		03.03.1998	38,5	56,3	31,6	8,6	9,6	10,4	475,0	960,3	1260,3	23,8	0,3	0,2	-11,4	10,1	13,3	23,8
5		24.03.1998	35,6	34,7	-2,6	4,6	7,2	36,1	450,0	1120,3	1132,8	1,1	0,3	0,3	3,6	11,8	11,9	1,1
6		21.04.1998	29,6	26,8	-10,4	3,6	4,2	14,3	680,0	865,6	756,4	-14,4	0,3	0,3	-3,6	9,1	8,0	-14,4
1	1998-1999	24.11.1998																
2		15.12.1998																
3		12.01.1999	4,2	8,2	48,8	4,0	8,0	50,0	950,0	58,6	110,3	46,9	0,1	0,1	-3,7	0,6	1,2	46,9
4		09.02.1999	8,6	13,9	38,1	4,5	7,6	40,8	750,0	178,5	283,5	37,0	0,2	0,2	-1,8	1,9	3,0	37,0
5		02.03.1999	26,2	32,3	18,9	6,8	9,5	28,4	570,0	665,4	736,6	9,7	0,3	0,2	-11,4	7,0	7,8	9,7
6		30.03.1999	5,0	3,2	-56,3	6,8	9,5	28,4	1000,0	106,4	66,4	-60,2	0,2	0,2	-2,6	1,1	0,7	-60,2

Yeri: Kastamonu Azdavay ilçesinde Sökü Odun Deposunda (41° 38' 08'' N ve 33°16' 56'' E)

Yükseltisi : 1200 m.

Ek Tablo 5 :Soğucaova (Daday) Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hattının Aşgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A. Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A. Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	18.12.1995																
2		15.01.1996																
3		05.02.1996	15,4	28,7	46,3	8,6	12,6	31,7	1200,0	206,5	386,5	46,6	0,1	0,1	0,4	2,2	4,1	46,6
4		26.02.1996	32,6	43,8	25,6	23,5	25,2	6,7	800,0	640,3	846,3	24,3	0,2	0,2	-1,7	6,7	8,9	24,3
5		11.03.1996	44,8	52,1	14,0	6,2	8,9	30,3	750,0	864,5	980,6	11,8	0,2	0,2	-2,5	9,1	10,3	11,8
6		08.04.1996	42,8	32,7	-30,9	0,0	2,0	100,0	900,0	1130,4	786,5	-43,7	0,3	0,3	-9,8	11,9	8,3	-43,7
1	1996-1997	13.01.1997	28,6	42,6	32,9	13,2	23,6	44,1	950,0	468,6	645,6	27,4	0,2	0,2	-8,1	4,9	6,8	27,4
2		03.02.1997	36,5	41,8	12,7	8,5	9,5	10,5	650,0	698,6	784,6	11,0	0,2	0,2	-2,0	7,4	8,3	11,0
3		24.02.1997	45,6	57,8	21,1	6,5	6,0	-8,3	550,0	1064,8	1243,2	14,4	0,2	0,2	-8,6	11,2	13,1	14,4
4		17.03.1997	65,2	73,9	11,8	20,6	23,5	12,3	700,0	1890,4	2064,6	8,4	0,3	0,3	-3,8	19,9	21,7	8,4
5		07.04.1997	60,5	71,2	15,0	3,0	6,0	50,0	750,0	1950,3	2264,5	13,9	0,3	0,3	-1,4	20,5	23,8	13,9
6		14.04.1997	53,6	62,3	14,0	0,0	0,0	0,0	950,0	1864,0	1986,4	6,2	0,4	0,3	-9,1	19,6	20,9	6,2
1	1997-1998	15.12.1997																
2		12.01.1998	16,8	28,9	41,9	12,5	23,6	47,0	950,0	206,5	268,6	23,1	0,1	0,1	-32,3	2,2	2,8	23,1
3		09.02.1998	29,4	34,1	13,8	8,6	9,8	12,2	750,0	326,1	348,6	6,5	0,1	0,1	-8,5	3,4	3,7	6,5
4		02.03.1998	56,5	62,5	9,6	14,6	25,0	41,6	500,0	1164,5	1302,6	10,6	0,2	0,2	1,1	12,3	13,7	10,6
5		23.03.1998	69,8	78,4	11,0	8,6	9,5	9,5	450,0	1986,6	2040,5	2,6	0,3	0,3	-9,4	20,9	21,5	2,6
6		20.04.1998	66,5	64,2	-3,6	2,0	3,0	33,3	650,0	2206,5	1980,6	-11,4	0,3	0,3	-7,6	23,2	20,8	-11,4
1	1998-1999	23.11.1998																
2		14.12.1998	9,5	17,4	45,4	5,0	16,0	68,8	1200,0	124,6	234,5	46,9	0,1	0,1	2,7	1,3	2,5	46,9
3		11.01.1999	15,6	18,7	16,6	9,6	12,5	23,2	800,0	264,3	294,5	10,3	0,2	0,2	-7,6	2,8	3,1	10,3
4		08.02.1999	29,8	39,0	23,6	12,2	18,9	35,4	650,0	586,6	765,6	23,4	0,2	0,2	-0,3	6,2	8,1	23,4
5		01.03.1999	56,5	48,9	-15,5	10,0	13,0	23,1	575,0	1468,4	1208,7	-21,5	0,3	0,3	-5,1	15,5	12,7	-21,5
6		29.03.1999	36,9	28,4	-29,9	10,0	13,0	23,1	950,0	956,4	640,4	-49,3	0,3	0,2	-14,9	10,1	6,7	-49,3

Yeri: Kastamonu Daday İlçesinde Balhıdağ Orman Yangın Kulesi (41° 27' 46" N ve 33° 29' 47" E)

Yükseltisi : 1350 m.

Ek Tablo 6 :Kirazcık (Küre) Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hatının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A. Kar Ağırlık Farkı (%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A. Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı (%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	21.12.1995	12,0	28,0	57,1	6,5	13,5	51,9	1150,0	132,6	293,5	54,8	0,1	0,1	-5,4	1,4	3,1	54,8
2		16.01.1996	3,8	8,4	54,8	1,5	3,2	53,1	1200,0	38,5	68,6	43,9	0,1	0,1	-24,1	0,4	0,7	43,9
3		06.02.1996	8,6	20,3	57,6	3,8	5,6	32,1	950,0	86,5	253,2	65,8	0,1	0,1	19,4	0,9	2,7	65,8
4		29.02.1996	68,6	85,5	19,8	25,6	27,4	6,6	650,0	856,5	906,8	5,5	0,1	0,1	-17,7	9,0	9,5	5,5
5		14.03.1996	22,5	42,5	47,1	2,0	3,5	42,9	800,0	432,5	486,3	11,1	0,2	0,1	-68,0	4,6	5,1	11,1
6		11.04.1996	78,4	89,6	12,5	4,5	5,0	10,0	550,0	1650,5	1650,5	0,0	0,2	0,2	-14,3	17,4	17,4	0,0
1	1996-1997	16.01.1997	26,5	49,1	46,0	18,5	23,5	21,3	950,0	406,5	886,5	54,1	0,2	0,2	15,0	4,3	9,3	54,1
2		06.02.1997	47,8	62,3	23,3	8,6	13,5	36,3	550,0	865,4	1060,8	18,4	0,2	0,2	-6,3	9,1	11,2	18,4
3		27.02.1997	65,5	75,6	13,4	17,6	19,5	9,7	450,0	1380,4	1650,3	16,4	0,2	0,2	3,5	14,5	17,4	16,4
4		20.03.1997	82,5	92,2	10,5	12,1	15,6	22,4	500,0	1810,2	1940,5	6,7	0,2	0,2	-4,3	19,0	20,4	6,7
5		10.04.1997	132,6	154,2	14,0	52,4	54,6	4,0	350,0	2320,0	2680,3	13,4	0,2	0,2	-0,7	24,4	28,2	13,4
6		17.04.1997	153,2	172,6	11,2	10,2	15,0	32,0	750,0	2564,3	2865,0	10,5	0,2	0,2	-0,8	27,0	30,1	10,5
1	1997-1998	18.12.1997	5,6	8,9	37,1	5,0	8,6	41,9	1100,0	48,6	76,4	36,4	0,1	0,1	-1,1	0,5	0,8	36,4
2		15.01.1998	56,8	72,3	21,4	26,3	36,5	27,9	900,0	860,0	960,5	10,5	0,2	0,1	-14,0	9,0	10,1	10,5
3		12.02.1998	72,8	98,6	26,2	8,3	9,3	10,8	650,0	1256,0	1580,5	20,5	0,2	0,2	-7,6	13,2	16,6	20,5
4		05.03.1998	93,4	128,6	27,4	12,3	15,3	19,6	400,0	2145,0	2860,0	25,0	0,2	0,2	-3,3	22,6	30,1	25,0
5		26.03.1998	135,8	168,9	19,6	23,6	25,3	6,7	450,0	3650,4	4235,0	13,8	0,3	0,3	-7,2	38,4	44,6	13,8
6		23.04.1998	158,4	178,9	11,5	10,2	15,3	33,3	400,0	6580,0	6980,5	5,7	0,4	0,4	-6,5	69,2	73,5	5,7
1	1998-1999	26.11.1998														0,0	0,0	
2		17.12.1998														0,0	0,0	
3		14.01.1999	33,6	48,6	30,9	20,0	26,6	24,8	850,0	650,5	890,5	27,0	0,2	0,2	-5,7	6,8	9,4	27,0
4		11.02.1999	68,9	98,9	30,3	15,6	17,4	10,3	650,0	2350,0	3050,0	23,0	0,2	0,2	7,4	15,0	23,3	35,5
5		04.03.1999	113,5	136,4	16,8	36,5	42,1	13,3	425,0	2980,4	3960,5	24,7	0,5	0,4	-8,0	51,7	57,5	10,1
6		01.04.1999	76,8	65,6	-17,1	36,5	42,1	13,3	950,0	5282,4	5548,7	4,8	0,5	0,4	-14,4	37,6	28,1	-33,9

Yeri: Kastamonu Küre ilçesine 38 km önce 6 km kuzey batı istikametinde Yayla Mahiçeride (41° 46' 37" N ve 33° 42' 52" E)

Yükseltisi : 1350 m.

Ek Tablo 7 : Göynük (Bozkurt) Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hatının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995- 1996	20.12.1995																
2		17.01.1996	6,1	9,4	35,1	2,8	5,2	46,2	1550,0	86,5	136,2	36,5	0,1	0,2	2,1	0,9	1,4	36,5
3		07.02.1996	17,6	33,6	47,6	4,5	8,5	47,1	1250,0	224,5	621,3	63,9	0,1	0,2	31,0	2,4	6,5	63,9
4		28.02.1996	98,4	126,8	22,4	28,1	43,6	35,6	1000,0	2360,6	2563,5	7,9	0,3	0,2	-18,7	24,8	27,0	7,9
5		13.03.1996	124,5	156,4	20,4	46,9	55,5	15,5	650,0	4306,6	5102,3	15,6	0,4	0,3	-6,0	45,3	53,7	15,6
6		10.04.1996	86,5	94,5	8,5	13,6	15,6	12,8	850,0	3648,5	3306,6	-10,3	0,4	0,4	-20,5	38,4	34,8	-10,3
1	1996- 1997	17.01.1997	18,9	36,8	48,6	13,4	28,6	53,1	1420,0	226,6	422,2	46,3	0,1	0,1	-4,5	2,4	4,4	46,3
2		05.02.1997	48,7	64,5	24,5	28,2	37,6	25,0	1300,0	836,6	968,2	13,6	0,2	0,2	-14,4	8,8	10,2	13,6
3		26.02.1997	48,6	75,4	35,5	12,1	18,5	34,6	950,0	1360,3	2184,6	37,7	0,3	0,3	3,4	14,3	23,0	37,7
4		19.03.1997	76,5	98,8	22,6	10,6	11,2	5,4	800,0	2365,6	2436,0	2,9	0,3	0,3	-25,4	24,9	25,6	2,9
5		09.04.1997	123,5	149,8	17,6	49,6	51,2	3,1	700,0	4625,4	5126,4	9,8	0,4	0,4	-9,4	48,7	53,9	9,8
6		16.04.1997	168,5	175,0	3,7	29,6	30,2	2,0	980,0	3653,2	3520,0	-3,8	0,2	0,2	-7,8	38,4	37,0	-3,8
1	1997- 1998	17.12.1997	16,7	28,6	41,6	10,8	18,9	42,9	1250,0	220,3	378,6	41,8	0,1	0,1	0,3	2,3	4,0	41,8
2		14.01.1998	53,6	73,6	27,2	28,9	38,9	25,7	950,0	1132,3	1456,3	22,2	0,2	0,2	-6,8	11,9	15,3	22,2
3		11.02.1998	53,5	73,0	26,7	22,4	46,8	52,1	800,0	1326,6	1890,6	29,8	0,3	0,3	4,3	14,0	19,9	29,8
4		04.03.1998	73,4	93,8	21,7	46,5	52,1	10,7	700,0	1890,6	2761,6	31,5	0,3	0,3	12,5	19,9	29,1	31,5
5		25.03.1998	86,7	96,8	10,4	33,5	36,5	8,2	780,0	2458,6	3124,2	21,3	0,3	0,3	12,1	25,9	32,9	21,3
6		22.04.1998	76,9	65,6	-17,2	21,2	23,2	8,6	900,0	2896,6	2658,6	-9,0	0,4	0,4	7,1	30,5	28,0	-9,0
1	1998- 1999	25.11.1998																
2		16.12.1998	35,4	47,9	26,1	26,3	32,8	19,8	1300,0	568,6	725,6	21,6	0,2	0,2	-6,0	6,0	7,6	21,6
3		13.01.1999	143,5	195,6	26,6	98,6	103,5	4,7	650,0	4112,3	4986,6	17,5	0,3	0,3	-12,4	43,3	52,5	17,5
4		10.02.1999	96,5	117,8	18,1	18,6	23,1	19,5	700,0	3203,6	3648,5	12,2	0,3	0,3	-7,2	33,7	38,4	12,2
5		03.03.1999	58,9	71,6	17,7	2,5	2,9	13,8	680,0	1994,6	2680,6	25,6	0,4	0,4	9,5	21,0	28,2	25,6
6		31.03.1999	33,6	28,4	-18,3	2,5	2,9	13,8	1150,0	1326,6	1102,3	-20,3	0,4	0,4	-1,7	14,0	11,6	-20,3

Yeri: Kastamonu Bozkurt ilçesi güney batısındaki Göynük Dağı Gülüktülü Mevkii (41° 50' 00" N ve 33° 59' 00" E)

Yükseltisi : 1750 m.

Ek Tablo 8 : Ilgaz Kayak Merkezi Güney Bakı Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hatının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	22.12.1995	8,2	13,9	41,0	8,0	13,9	42,4	1500,0	78,9	132,3	40,4	0,1	0,1	-1,1	0,8	1,4	40,4
2		19.01.1996	62,5	106,5	41,3	18,0	24,6	26,8	1350,0	718,6	1260,3	43,0	0,1	0,1	2,8	7,6	13,3	43,0
3		09.02.1996	70,5	80,4	12,3	0,0	0,0	0,0	1250,0	852,6	1061,2	19,7	0,1	0,1	8,4	9,0	11,2	19,7
4		01.03.1996	33,4	45,8	27,1	8,6	12,5	31,2	1100,0	680,6	1020,6	33,3	0,2	0,2	8,6	7,2	10,7	33,3
5		15.03.1996	59,6	62,6	4,8	6,2	9,5	34,7	950,0	1268,4	1365,6	7,1	0,2	0,2	2,4	13,3	14,4	7,1
6		12.04.1996	45,2	50,6	10,7	0,0	0,0	0,0	850,0	1260,3	1463,9	13,9	0,3	0,3	3,6	13,3	15,4	13,9
1	1996-1997	12.01.1997	6,7	21,5	68,8	5,1	15,3	66,7	1450,0	176,7	452,5	61,0	0,3	0,2	-25,3	1,9	4,8	61,0
2		07.02.1997	19,2	47,8	59,8	18,6	25,5	27,1	1100,0	265,3	848,6	68,7	0,1	0,2	22,2	2,8	8,9	68,7
3		28.02.1997	55,8	91,6	39,1	23,6	44,2	46,6	1350,0	1120,6	1780,6	37,1	0,2	0,2	-3,3	11,8	18,7	37,1
4		21.03.1997	94,7	118,4	20,0	21,6	26,1	17,2	900,0	2264,8	2556,3	11,4	0,3	0,2	-10,8	23,8	26,9	11,4
5		11.04.1997	110,3	125,2	11,9	46,5	48,9	4,9	780,0	3781,5	4167,3	9,3	0,4	0,4	-3,0	39,8	43,9	9,3
6		18.04.1997	58,9	98,6	40,3	15,0	43,0	65,1	1200,0	1752,6	2460,0	28,8	0,3	0,3	-19,3	18,4	25,9	28,8
1	1997-1998	19.12.1997	7,8	17,9	56,4	6,5	15,6	58,3	1400,0	98,9	189,9	47,9	0,1	0,1	-19,5	1,0	2,0	47,9
2		16.01.1998	35,3	42,1	16,2	15,6	24,5	36,3	1200,0	465,3	586,6	20,7	0,1	0,1	5,4	4,9	6,2	20,7
3		13.02.1998	82,4	124,5	33,8	46,5	59,6	22,0	1300,0	2130,6	3486,3	38,9	0,3	0,3	7,7	22,4	36,7	38,9
4		06.03.1998	125,9	162,5	22,5	45,3	52,1	13,1	900,0	3782,8	4456,6	15,1	0,3	0,3	-9,6	39,8	46,9	15,1
5		27.03.1998	103,8	110,8	6,3	0,0	1,0	100,0	750,0	3728,6	3876,5	3,8	0,4	0,4	-2,7	39,2	40,8	3,8
6		24.04.1998	45,3	50,8	10,8	0,0	0,0	0,0	1100,0	1998,9	2086,2	4,2	0,5	0,4	-7,4	21,0	22,0	4,2
1	1998-1999	27.11.1998																
2		18.12.1998	16,4	19,7	16,8	13,2	16,5	20,0	1450,0	228,9	278,8	17,9	0,1	0,1	1,4	2,4	2,9	17,9
3		15.01.1999	92,4	121,5	24,0	43,6	68,5	36,4	1200,0	1680,6	2308,6	27,2	0,2	0,2	4,3	17,7	24,3	27,2
4		12.02.1999	117,8	133,6	11,8	23,5	26,1	10,0	950,0	2863,6	3025,6	5,4	0,3	0,2	-7,3	30,1	31,8	5,4
5		05.03.1999	95,0	123,5	23,1	10,2	12,5	18,4	800,0	3462,5	4320,6	19,9	0,4	0,4	-4,2	36,4	45,5	19,9
6		02.04.1999	68,9	56,2	-22,6	10,2	12,5	18,4	1250,0	2685,6	2008,6	-33,7	0,4	0,4	-9,1	28,3	21,1	-33,7

Yeri: Kastamonu Ilgaz Kayak Merkezinde, Güney Bakılı (41° 04' 52" N ve 33° 43' 56" E)

Yükseltisi : 1800 m.

Ek Tablo 9 : Ilgaz Kayak Merkezi Kuzey Bakı Ölçüm Değerleri

Ölçüm No.	Kış Sezonu	Ölçüm Tarihleri	Ort. Kar Derinliği (cm)		A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Yeni Düşen Karın Derinliği O.A. (cm)	Yeni Düşen Karın Derinliği A.A. (cm)	A.A.-M.A. Kar Derinlik Farkı (%)	Kar Hatının Asgari Yükseltisi (m)	Ort. Kar Ağırlığı (gr)		A.A.-M.A Kar Ağırlık Farkı(%)	Ort. Kar Yoğunluğu (gr/cm ³)		A.A.-M.A Kar Yoğunluk Farkı (%)	Ort. Kar Su Eşdeğeri (cm)		A.A.-M.A. Kar Su Eşdeğeri Farkı(%)
			Orman Altı	Açık alan						Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan		Orman Altı	Açık alan	
1	1995-1996	22.12.1995	8,6	15,6	44,9	8,3	14,2	44,9	1500,0	53,2	89,6	40,6	0,1	0,1	-7,7	0,6	0,9	40,6
2		19.01.1996	62,5	106,5	41,3	18,0	24,6	26,8	1350,0	718,6	1260,3	43,0	0,1	0,1	2,8	7,6	13,3	43,0
3		09.02.1996	70,5	80,4	12,3	0,0	0,0	0,0	1250,0	852,6	1061,2	19,7	0,1	0,1	8,4	9,0	11,2	19,7
4		01.03.1996	46,8	68,9	32,1	9,6	13,2	32,1	1100,0	960,5	1360,3	29,4	0,2	0,2	-4,0	10,1	14,3	29,4
5		15.03.1996	62,6	69,5	9,9	7,2	10,5	9,9	950,0	1653,6	1869,4	11,5	0,3	0,3	1,8	17,4	19,7	11,5
6		12.04.1996	58,6	66,7	12,1	2,1	3,3	12,1	850,0	1860,3	1986,6	6,4	0,3	0,3	-6,6	19,6	20,9	6,4
1	1996-1997	12.01.1997	6,7	21,5	68,8	5,1	15,3	66,7	1450,0	176,7	452,5	61,0	0,3	0,2	-25,3	1,9	4,8	61,0
2		07.02.1997	19,2	47,8	59,8	18,6	25,5	27,1	1100,0	265,3	848,6	68,7	0,1	0,2	22,2	2,8	8,9	68,7
3		28.02.1997	65,6	113,5	42,2	26,5	49,5	42,2	1350,0	1758,6	2989,9	41,2	0,3	0,3	-1,8	18,5	31,5	41,2
4		21.03.1997	118,5	165,5	28,4	26,5	28,1	28,4	900,0	3625,6	4822,3	24,8	0,3	0,3	-5,0	38,2	50,7	24,8
5		11.04.1997	136,5	175,6	22,3	49,2	53,5	22,3	780,0	4986,6	6005,6	17,0	0,4	0,4	-6,8	52,5	63,2	17,0
6		18.04.1997	142,6	186,6	23,6	15,2	43,2	23,6	1200,0	5628,4	7684,5	26,8	0,4	0,4	4,2	59,2	80,9	26,8
1	1997-1998	19.12.1997	9,5	26,5	64,2	7,0	18,6	64,2	1400,0	165,6	426,6	61,2	0,2	0,2	-8,3	1,7	4,5	61,2
2		16.01.1998	41,8	68,5	39,0	16,3	26,4	39,0	1200,0	865,6	1385,6	37,5	0,2	0,2	-2,4	9,1	14,6	37,5
3		13.02.1998	105,5	146,5	28,0	48,2	61,2	28,0	1300,0	3005,6	3869,4	22,3	0,3	0,3	-7,9	31,6	40,7	22,3
4		06.03.1998	168,6	189,9	11,2	46,4	53,2	11,2	900,0	6325,6	6487,5	2,5	0,4	0,4	-9,8	66,6	68,3	2,5
5		27.03.1998	142,5	176,5	19,3	2,0	2,0	19,3	750,0	6582,6	7586,6	13,2	0,5	0,5	-7,5	69,3	79,8	13,2
6		24.04.1998	128,4	119,5	-7,4	1,0	1,0	-7,4	1100,0	6103,5	5348,1	-14,1	0,5	0,5	-6,2	64,2	56,3	-14,1
1	1998-1999	27.11.1998																
2		18.12.1998	8,7	16,5	47,3	15,2	17,3	47,3	1450,0	114,5	226,5	49,4	0,1	0,1	4,1	1,2	2,4	49,4
3		15.01.1999	75,6	113,2	33,2	43,5	70,4	33,2	1200,0	1540,6	2689,5	42,7	0,2	0,3	14,2	16,2	28,3	42,7
4		12.02.1999	118,9	156,8	24,2	22,5	26,3	24,2	950,0	3865,9	5036,6	23,2	0,3	0,3	-1,2	40,7	53,0	23,2
5		05.03.1999	106,0	136,5	22,3	12,3	15,2	22,3	800,0	3485,6	4587,6	24,0	0,3	0,4	2,2	36,7	48,3	24,0
6		02.04.1999	65,5	60,6	-8,1	12,3	15,2	-8,1	800,0	2202,3	1678,5	-31,2	0,4	0,3	-21,4	23,2	17,7	-31,2

Yeri: Kastamonu Ilgaz Kayak Merkezinde, Kuzey Bakılı (41° 04' 52" N ve 33° 43' 56" E)

Yükseltisi : 1800 m.

Ek Tablo 10 : Kastamonu Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar (DMİ 2007)

Rasat Süresi :1975 – 2005

Enlem : 41° 22' N

Met. İst. Yüksekliği : 800 m.

Boylam : 33° 46' E

METEOROLOJİK ELEMANLAR	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Yerel Basıncı (hPa)	924,4	923,3	922,4	920,9	922,3	922,2	921,7	922,5	924,7	926,5	926,2	925	923,5
En Yüksek Yerel Basıncı (hPa)	940	939,5	943,2	935,7	932,1	932	930,5	931,4	934,9	937,8	938,5	937,7	943
En Düşük Yerel Basıncı (hPa)	897,5	902,9	900,4	907,1	910,7	910,9	910,9	913,4	910,8	914,8	907,2	904,7	897,5
Saat 07 deki Ortalama Sıcaklık (C)	-2,8	-2,5	-0,1	5,2	9,9	13,5	15,4	14,2	10,1	6,1	1,5	-1,3	5,8
Saat 14 deki Ortalama Sıcaklık (C)	2,3	4,6	9,5	15	19,4	23,1	26,5	26,4	22,5	16,5	9	3,5	14,9
Saat 21 deki Ortalama Sıcaklık (C)	-1,2	0,2	3,9	8,9	13	16,5	19,6	19,2	14,8	9,6	3,8	0,1	9
Ortalama Sıcaklık (C)	-0,7	0,6	4,3	9,5	13,8	17,4	20,3	19,7	15,5	10,4	4,5	0,6	9,7
Ort. Sıcaklık $\geq$ 5 C Old. Günler Sayısı	1,3	4,4	13,7	26	30,7	30	31	31	30	28,8	13,5	3,9	244,3
Ort. Sıcaklık $\geq$ 10 C Old. Günler Sayısı	0,1	0,5	3,2	13,7	27	29,8	31	31	28,8	17,2	2,3	0,4	185
Ortalama Yüksek Sıcaklık	3,2	5,9	10,9	16,3	20,8	24,4	27,7	27,6	23,7	17,6	10	4,3	16
Ortalama Düşük Sıcaklık	-4,1	-3,6	-1	3,7	7,5	10,4	12,7	12,5	9	5,2	0,6	-2,4	4,2
En Yüksek Sıcaklık Günü	31	26	26	12	27	10	30	13	1	6	1	1	30
En Yüksek Sıcaklık Yılı	2001	1977	1991	1998	1994	2002	2000	1994	2003	2003	2004	1990	2000
En Yüksek Sıcaklık (C)	17,3	20,2	26,4	30,9	32,5	35,9	42,2	38	36,5	32,5	24,6	17,2	42,2
Yük. Sıcaklık $\geq$ 30 C Old. Ort. Günler Sayısı				0,1	0,7	3,4	9,3	9,3	2,7	0,3			25,8
Yük. Sıcaklık $\geq$ 25 C Old. Ort. Günler Sayısı			0,2	2,1	6,3	13,9	23,5	23,4	12,5	3,2			85,1
Yük. Sıcaklık $\geq$ 20 C Old. Ort. Günler Sayısı		0	2,5	8,6	18,5	25,5	29,9	29,6	23,8	11,1	0,4		149,9
Yük. Sıcaklık $\leq$ -0,1 C Old. Ort. Günler Sayısı	6,3	3,6	0,6								0,3	4,5	15,3
Günlük En Yüksek Sıcaklık Farkı													
En Düşük sıcaklık Günü	21	23	2	4	1	1	6	19	28	27	14	27	23
En Düşük sıcaklık Yılı	1976	1985	1985	2004	1981	2003	1985	1987	1992	2001	1988	2002	1985
En Düşük Sıcaklık (C)	-18,9	-20,9	-19,7	-8,5	-3,6	2,2	3,8	4	0	-5,3	-11,3	-18,2	-20,9

Ek Tablo 10 ‘ un devamı

Dus. Sicaklik <=-0.1 C Old. Ort. Gunler Sayisi	25,2	22	16,9	3,8	0,6					2,2	13	21,7	105,4
Dus. Sicaklik <=-3 C Old. Ort. Gunler Sayisi	17,1	14,3	9	1,1	0,1					0,3	5,7	13	60,6
Dus. Sicaklik <=-5 C Old. Ort. Gunler Sayisi	11,8	10,3	5,3	0,2						0	2,1	8,2	37,9
Dus. Sicaklik <=-10 C Old. Ort. Gunler Sayisi	3,6	2,7	0,7								0,1	1,7	8,8
Dus. Sicaklik <=-15 C Old. Ort. Gunler Sayisi	0,6	0,5	0,1									0,1	1,3
Dus. Sicaklik <=-20 C Old. Ort. Gunler Sayisi		0											0
Dus. Sicaklik >=20 C Old. Ort. Gunler Sayisi							0	0,1					0,1
Dus. Sicaklik >=15 C Old. Ort. Gunler Sayisi				0	0,1	1	6,5	6	0,6	0,1			14,3
Dus. Sicaklik >=10 C Old. Ort. Gunler Sayisi				0,9	8,1	18,1	27,2	25,7	12,3	2,9	0	0	95,2
Dus. Sicaklik >=5 C Old. Ort. Gunler Sayisi	0,1	0,4	2,2	11	24,3	29,1	31	31	27,4	17,1	4,2	0,9	178,7
Ortalama Toprakustu Minimum Sicaklik	-5,1	-4,7	-2,2	2,3	6,1	9,1	11,3	11,1	7,5	3,9	-0,7	-3,4	2,9
En dusuk Toprakustu Minimum Sicaklik	-20,6	-22,2	-21	-10,2	-5,5	0,2	3	2,8	-1,1	-7,6	-14,1	-20	-22,2
Top. us. min. sic. <=-0.1 C Old. Gunler Sayisi	27,5	23,8	20,9	7	1,2				0,2	4,4	16,5	24,2	125,7
Top. us. min. sic. <=-3 C Old. Gunler Sayisi	19,5	17	12,8	2,2	0,3					0,9	9,2	15,4	77,3
Top. us. min. sic. <=-5 C Old. Gunler Sayisi	13,3	12,5	7,5	0,8	0					0,1	4,3	10,1	48,6
Top. us. min. sic. <=-10 C Old. Gunler Sayisi	5,3	3,7	1,5	0							0,3	2,4	13,2
Ortalama Buhar Basinci (hPa)	4,6	4,7	5,5	7,6	10,2	12,3	13,8	13,5	11,1	8,9	6,6	5,2	8,7
Saat 07 deki Ortalama Bagil Nem (%)	82	81	82	82	80	78	77	82	85	87	86	84	82
Saat 14 deki Ortalama Bagil Nem (%)	65	56	48	47	46	44	40	39	42	50	59	67	50
Saat 21 deki Ortalama Bagil Nem (%)	78	73	67	67	69	66	61	62	67	75	80	82	70
Ortalama Bagil Nem (%)	75	70	66	65	65	63	60	61	65	71	75	77	67
En dusuk Bagil Nem (%)	25	21	16	14	19	11	17	13	14	20	17	16	11
Saat 07 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	7,2	6,6	6	5,7	4,8	3,4	2,7	2,8	3,7	5,1	6	7,5	5,1
Saat 14 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	6,8	6,5	6,2	6,7	6,2	5,2	4,1	3,9	4,1	5	5,9	7,1	5,6
Saat 21 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	6,3	5,4	4,8	5,1	4,8	3,5	2,8	2,7	3	4	5,1	6,5	4,5
Ortalama Bulutluluk (0-10)	6,8	6,2	5,6	5,8	5,3	4	3,2	3,1	3,6	4,7	5,7	7,1	5,1
Ort. Acik Gunler Sayisi (bult. 0.0-1.9)	3,5	3,9	5	4,2	4,7	8,2	12,8	13,1	11,2	8,5	5,9	2,7	83,7

Ek Tablo 10 ‘ un devamı

Ort. Bulutlu Gunler Sayisi (bult. 2.0-8.0)	13,3	14,5	17	17,5	19,7	18,8	16,5	16,1	16,3	15,7	14,6	13,6	193,6
Ort. Kapali Gunler Sayisi (bult. 8.1-10.0)	14,2	9,8	9	8,4	6,6	3	1,7	1,8	2,5	6,9	9,5	14,6	88
Saat 07 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)	12,7	10,4	13,7	22,3	17,4	9,8	8,2	8,4	7,2	17,5	14,1	19	160,7
Saat 14 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)	8,7	5,6	6,7	12	16,6	14,9	6,5	5,9	4,7	10,3	8,6	9,1	109,6
Saat 21 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)	9,7	7,7	10,8	25,2	38,9	31,4	20,8	21,6	18,6	11,7	9,5	10	215,9
Ortalama Toplam Yagis Miktarı (mm)	30,4	23,6	31,9	58,7	72,3	56,6	36,4	35,7	30,7	39,8	32	38,3	486,4
Gunluk En Cok Yagis Miktarı (mm)	23,5	26,7	26,5	32,7	44,5	71,4	38	48,4	73,6	36,1	24,2	37,2	73,6
Yagis >= 0.1 mm Oldugu Gunler Sayisi	13	11,2	12,3	14,2	15,3	11,6	7,1	6,8	6,5	9,8	10,5	12,8	131,1
Yagis >= 10 mm Oldugu Gunler Sayisi	0,6	0,3	0,7	1,8	1,9	1,7	1,1	1	0,9	1	0,8	0,9	12,7
Yagis >= 50 mm Oldugu Gunler Sayisi						0			0				0
Ortalama Kar Yagisli Gunler Sayisi	9,7	8,1	6,3	1,3	0,1					0,3	3,2	6,7	35,7
Ortalama Kar Ortulu Gunler Sayisi	16,6	10,8	4,9	0,5							1,7	10,4	44,9
En Yuksek Kar Ortusu Kalinligi (cm)	38	35	26	17							10	29	38
Ortalama Sisli Gunler Sayisi	6,4	1,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,2	0	0,3	1,1	3,7	7,2	21,5
Ortalama Dolulu Gunler Sayisi	0		0	0,2	0,7	0,4		0	0,1				1,4
Ortalama Kiragili Gunler Sayisi	5,8	6,5	7,1	2,6	0,6				0,1	3,1	9,7	7,7	42,4
Ortalama Orajli Gunler Sayisi	0	0	0,3	2,6	6,5	6,1	3,4	3,5	2,4	0,6	0,1	0,1	25,6
Saat 07 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	0,9	1,1	1	0,9	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8
Saat 14 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	1,7	2,1	2,4	2,5	2,2	2,2	2,3	2,2	2	1,8	1,7	1,5	2
Saat 21 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	1	1	1,1	1	0,9	0,9	1	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
Ortalama Ruzgar Hizi (m/s)	1,2	1,4	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,1	1,3
En Hizli Esen Ruzgarin Yonu	WSW	SSW	SSW	SW	WSW	W	SW	W	SW	W	SSW	SSW	SSW
En Hizli Esen Ruzgarin Hizi (m/s)	20,5	20,3	26,2	21,2	20,2	25,1	17,4	16,7	17,2	16,1	22,1	21,2	26,2
Ort. Firtinali Gun Say. (ruz.hiz>=17.2 m/s)	0,2	0,2	0,2	0,4	0,1	0,1	0		0,1		0,2	0,3	1,8
Ort. Kuv.Ruz. Gun Say. (ruz.hiz 10.8-17.1 m/s)	2	2,4	3,5	4,9	2,9	3	2,9	2,2	2,2	1,3	2,2	1,9	31,4

Ek Tablo 10 ‘ un devamı

N Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	174	140	128	105	152	130	164	165	133	164	196	145	1796
N Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,4	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9	2,1	2,1	1,9	1,7	1,4	1,4	1,8
NNE Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	368	284	260	230	265	279	378	381	310	336	284	393	3768
NNE Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,3	1,5	1,7	1,8	1,7	1,6	1,9	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,6
NE Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	60	63	69	50	85	72	86	110	66	57	48	61	827
NE Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,1	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	1,6	1,6	1,2	1	1,5
ENE Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	113	105	118	118	173	145	188	177	107	101	79	115	1539
ENE Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,2	1,4	1,5	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,5	1,3	1	1,5
E Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	58	48	48	62	72	75	77	69	57	41	49	59	715
E Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,1	0,9	1,3	1,3	1,2	1,4	1,2	1,3	1,1	1	0,9	0,8	1,2
ESE Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	66	60	72	101	138	123	134	133	84	72	66	65	1114
ESE Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	0,9	0,9	1,1	1,1	1,1	1	1	0,9	1	0,9	0,9	0,8	1
SE Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	58	66	80	104	93	75	70	81	68	68	51	60	874
SE Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	0,9	0,9	1	1	1	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
SSE Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	133	121	169	161	131	122	80	77	146	136	121	131	1528
SSE Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
S Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	143	157	173	161	105	92	44	85	123	144	190	139	1556
S Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,4	1,3	1,1	1,3	1	1	1	1	1	0,9	1,1	1,2	1,1
SSW Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	559	569	663	548	435	347	321	444	545	658	664	543	6296
SSW Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1	1,1	1	1,1	1,2	1,4	1,2
SW Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	215	251	260	272	237	195	239	232	227	197	207	236	2768
SW Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	2	2,1	2,1	2	1,5	1,3	1,1	1,3	1,3	1,4	1,8	1,8	1,7
WSW Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	175	175	253	224	182	196	168	118	152	146	145	165	2099
WSW Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	2,3	2,5	2,9	2,7	2	2,2	1,7	1,9	2	2,3	2,3	2,3	2,3
W Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	50	52	60	55	64	71	46	54	49	46	35	45	627
W Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,8	2,1	2,7	2,4	2,4	2,4	2,1	2	2,2	2	1,7	1,7	2,2
WNW Ruzgarın Esme Sayıları Toplamı	81	89	102	107	94	104	125	87	85	71	69	55	1069
WNW Ruzgarın Ortalama Hizi (m/s)	1,7	2	2	2,2	2	2,5	2,2	2,2	2,2	2	1,8	1,8	2,1

Ek Tablo 10 ‘ un devamı

NW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	43	48	43	55	46	68	73	66	55	41	42	39	619
NW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1,4	1,9	1,9	2	1,9	1,9	2,1	1,9	2	1,5	1,7	1,3	1,8
NNW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	97	86	109	93	113	168	202	169	136	151	143	89	1556
NNW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1,3	1,7	1,7	2	1,9	1,9	2	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,7
Ortalama 5 cm Toprak Sicakligi (C)	0,2	1,6	5,9	11,7	16,8	20,9	24,3	24	19,3	12,8	5,3	1,4	12
En dusuk 5 cm Toprak sicakligi (C)	-5,2	-5	-3,3	2	5,5	12,7	14	15	7,8	3,1	-1,6	-3,8	-5,2
Ortalama 10 cm Toprak Sicakligi (C)	0,4	1,5	5,7	11,4	16,3	20,4	23,8	23,7	19,4	13	5,6	1,6	11,9
En dusuk 10 cm Toprak sicakligi (C)	-5,1	-4,3	-2,4	2,6	6,5	13,2	15,2	15,5	9,5	4,2	-0,6	-3,3	-5,1
Ortalama 20 cm Toprak Sicakligi (C)	0,7	1,5	5,3	11	15,9	19,9	23,4	23,2	19,1	12,8	5,8	2	11,7
En dusuk 20 cm Toprak sicakligi (C)	-3,8	-2,9	-1,6	3,3	7,3	14	16,5	15,8	10	5	0,1	-1,7	-3,8
Ortalama 50 cm Toprak Sicakligi (C)	3	3,1	5,8	10,7	15,3	19,5	22,9	23,5	20,7	15,7	9,4	5,1	12,9
En dusuk 50 cm Toprak sicakligi (C)	0,3	0,2	0,5	5,5	8,5	14,2	18,3	18,4	15,7	9,1	4,4	-3,2	-3,2
Ortalama 100 cm Toprak Sicakligi (C)	5,1	4,3	5,6	9,1	12,8	16,5	19,7	21,1	19,7	16,4	11,5	7,5	12,4
En dusuk 100 cm Toprak sicakligi (C)	2,8	2,6	2,5	5,3	8,6	13,3	16,6	18	16,8	11,5	7,5	3,1	2,5
Ortalama Buharlasma (mm)				66,5	108,8	135	170,6	153,8	99,7	53,6	12,2		
Gunluk En Cok Buharlasma (mm)	0	0	0	8,5	8	10,8	12,5	11	7,4	7,3	2,4	0	12
Gunluk Ort. Guneslenme Suresi (saat,dakika)	02:18	03:38	04:46	05:33	07:21	08:45	09:54	09:22	07:25	05:30	03:34	01:50	05:49
Gunluk Ort. Guneslenme Sidt.(cal/cm^2.dak)	118,42	189,43	268,33	323,49	389,97	441,15	444,39	399,33	322,27	213,98	136,39	94,02	278,43
Aylik En Yuk. Guneslenme Sidt.(cal/cm^2.dak)	1,01	1,54	1,4	1,59	1,62	1,75	1,57	1,69	1,47	1,26	1,1	0,86	1,75

Ek Tablo 11 : İlğaz Meteoroloji İstasyonu'nda ölçülen bazı meteorolojik elemanlar (DMİ 2007)

Rasat Süresi :1975 – 2005
Met. İst. Yüksekliği : 885 m.

Enlem : 40° 55' N
Boylam : 33° 38' E

METEOROLOJİK ELEMANLAR	A Y L A R												YILLIK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ortalama Yerel Basınc (hPa)	916.1	914.5	913.2	912.0	913.2	913.0	912.4	913.3	915.3	917.2	917.2	916.3	914.5
En Yüksek Yerel Basınc (hPa)	930.7	929.2	933.3	924.9	924.0	922.1	920.2	919.8	925.2	926.9	928.6	930.8	933.0
En Düşük Yerel Basınc (hPa)	891.9	894.0	892.6	896.9	900.9	902.2	904.1	904.0	902.8	905.3	895.7	898.6	891.9
Saat 07 deki Ortalama Sıcaklık (C)	- 2.9	- 2.6	0.5	6.0	10.5	13.9	16.4	15.4	11.0	6.5	1.6	- 1.1	6.3
Saat 14 deki Ortalama Sıcaklık (C)	3.2	4.7	9.4	14.7	19.4	23.3	27.4	27.5	23.8	17.8	10.6	4.7	15.5
Saat 21 deki Ortalama Sıcaklık (C)	- 1.1	0.0	4.0	9.2	13.3	16.7	20.2	19.9	15.7	10.2	4.3	0.6	9.4
Ortalama Sıcaklık (C)	- 0.5	0.5	4.5	9.8	14.1	17.6	21.0	20.7	16.5	11.2	5.2	1.2	10.2
Ort. Sıcaklık >= 5 C Old. Günler Sayısı	1.8	4.7	14.3	26.6	30.8	30.0	31.0	30.7	30.0	29.5	16.3	5.5	251.2
Ort. Sıcaklık >= 10 C Old. Günler Sayısı		0.1	3.4	14.3	27.1	29.9	31.0	30.7	29.2	19.7	3.4	0.2	189.0
Ortalama Yüksek Sıcaklık	4.1	5.7	10.5	15.9	20.8	24.7	28.6	28.6	24.9	18.8	11.4	5.5	16.6
Ortalama Düşük Sıcaklık	- 4.3	- 3.8	- 0.8	3.9	7.5	10.4	13.0	12.8	9.0	5.1	0.4	- 2.3	4.2
En Yüksek Sıcaklık Günü	12	27	27	12	27	27	30	8	19	1	1	7	30
En Yüksek Sıcaklık Yılı	2003	1977	2001	1998	1994	1996	2000	1987	1994	1999	2004	1985	2000
En Yüksek Sıcaklık (C)	16.4	18.0	27.8	29.8	31.4	36.0	41.4	37.3	36.4	33.0	25.2	16.2	41.4
Yük. Sıcaklık >=30 C Old. Ort. Günler Sayısı					0.4	3.2	12.1	12.4	3.7	0.5			32.3
Yük. Sıcaklık >=25 C Old. Ort. Günler Sayısı			0.1	1.5	6.2	14.8	25.9	25.5	16.3	4.8	0.0		95.1
Yük. Sıcaklık >=20 C Old. Ort. Günler Sayısı			1.6	7.0	18.4	25.9	30.3	29.8	25.8	13.9	1.5		154.2
Yük. Sıcaklık <=-0.1 C Old. Ort. Günler Sayısı	5.2	3.3	0.8								0.2	2.9	12.4
Günlük En Yüksek Sıcaklık Farkı													
En Düşük sıcaklık Günü	27	15	2	11	2	11	6	19	28	27	26	27	15
En Düşük sıcaklık Yılı	2000	2004	1985	1997	1988	2004	1985	1987	1992	2001	1992	2002	2004
En Düşük Sıcaklık (C)	-19.0	-20.6	-16.8	- 9.4	- 2.4	1.8	4.0	4.5	- 0.4	- 5.80	-10.5	-17.6	-20.6

Ek Tablo 11 'in devamı

Dus. Sicaklik <=-0.1 C Old. Ort. Gunler Sayisi	25.2	21.8	17.1	3.4	0.4				0.0	2.6	13.5	21.4	105.4
Dus. Sicaklik <=-3 C Old. Ort. Gunler Sayisi	16.9	14.6	8.6	1.1						0.4	6.8	13.5	61.9
Dus. Sicaklik <=-5 C Old. Ort. Gunler Sayisi	12.2	10.5	5.2	0.3						0.0	3.2	8.4	39.8
Dus. Sicaklik <=-10 C Old. Ort. Gunler Sayisi	4.2	3.2	0.6								0.1	1.6	9.7
Dus. Sicaklik <=-15 C Old. Ort. Gunler Sayisi	0.9	0.5	0.1									0.2	1.7
Dus. Sicaklik <=-20 C Old. Ort. Gunler Sayisi		0.0											0.0
Dus. Sicaklik >=20 C Old. Ort. Gunler Sayisi							0.1	0.1					0.2
Dus. Sicaklik >=15 C Old. Ort. Gunler Sayisi					0.0	1.0	6.8	6.4	0.5				14.7
Dus. Sicaklik >=10 C Old. Ort. Gunler Sayisi				0.9	7.4	18.1	27.2	27.2	13.3	2.5	0.0	0.0	96.6
Dus. Sicaklik >=5 C Old. Ort. Gunler Sayisi	0.1	0.3	2.3	11.6	24.7	29.2	31.0	30.6	26.8	16.6	4.0	1.4	178.6
Ortalama Toprakustu Minimum Sicaklik	- 5.6	- 5.0	- 2.7	2.4	5.8	8.8	11.1	11.3	7.1	3.5	- 1.1	- 3.6	2.7
En dusuk Toprakustu Minimum Sicaklik	-23.0	-21.2	-17.0	-10.4	- 5.7	0.4	2.0	2.6	- 2.8	- 7.3	-13.1	-18.6	-23.0
Top. us. min. sic. <=-0.1 C Old. Gunler Sayisi	26.6	24.1	21.9	6.4	1.7				0.3	5.3	17.5	23.3	127.1
Top. us. min. sic. <=-3 C Old. Gunler Sayisi	20.0	17.7	13.9	2.6	0.3					1.6	10.6	16.2	82.9
Top. us. min. sic. <=-5 C Old. Gunler Sayisi	14.9	13.3	9.3	1.2	0.0					0.4	6.4	11.1	56.6
Top. us. min. sic. <=-10 C Old. Gunler Sayisi	6.6	4.7	2.3	0.0							0.7	3.1	17.4
Ortalama Buhar Basinci (hPa)	4.7	4.8	5.7	7.8	10.2	12.2	13.9	13.7	11.1	8.8	6.5	5.3	8.7
Saat 07 deki Ortalama Bagil Nem (%)	84	82	81	80	79	77	74	77	81	84	85	85	80
Saat 14 deki Ortalama Bagil Nem (%)	65	59	51	49	48	45	38	38	39	46	54	65	49
Saat 21 deki Ortalama Bagil Nem (%)	79	74	67	66	66	63	58	59	62	70	75	80	68
Ortalama Bagil Nem (%)	74	72	66	65	64	62	57	58	61	66	72	77	66
En dusuk Bagil Nem (%)	14	3	2	1	11	13	7	2	6	1	3	12	1
Saat 07 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	7.3	6.8	6.0	5.7	4.4	3.2	2.3	2.4	2.8	4.7	6.0	7.1	4.9
Saat 14 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	6.6	6.4	5.9	6.5	5.9	5.2	4.0	3.8	3.8	4.7	5.7	6.6	5.4

Ek Tablo 11 'in devamı

Saat 21 deki Ortalama Bulutluluk (0-10)	6.1	5.5	4.7	4.8	4.2	3.0	2.1	1.9	2.0	3.4	4.6	5.9	4.0
Ortalama Bulutluluk (0-10)	6.9	6.4	5.8	5.9	5.2	4.2	3.3	3.4	3.5	4.8	5.9	6.9	5.2
Ort. Acik Gunler Sayisi (bult. 0.0-1.9)	3.4	3.5	4.2	4.1	4.7	7.6	12.7	13.1	12.6	8.7	5.1	3.1	82.8
Ort. Bulutlu Gunler Sayisi (bult. 2.0-8.0)	13.5	13.1	16.4	16.3	20.5	18.7	15.2	14.0	13.2	14.5	15.0	14.3	184.7
Ort. Kapali Gunler Sayisi (bult. 8.1-10.0)	14.1	10.8	9.4	9.6	5.8	3.7	3.1	3.6	4.2	7.7	9.9	13.6	95.5
Saat 07 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)	13.0	9.1	14.3	14.5	14.7	7.8	4.3	5.2	5.0	12.4	9.9	15.2	125.4
Saat 14 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)	6.4	5.2	4.5	9.1	10.6	10.1	5.0	3.6	3.7	5.1	6.8	8.1	78.2
Saat 21 deki Ort. Toplam Yagis Miktarı (mm)	9.3	7.6	8.9	16.1	21.4	14.7	11.1	9.8	6.0	7.7	7.1	9.6	129.3
Ortalama Toplam Yagis Miktarı (mm)	43.9	30.6	35.2	52.0	60.6	43.5	26.0	22.9	18.4	31.5	31.7	44.8	441.1
Gunluk En Cok Yagis Miktarı (mm)	51.4	31.4	25.7	32.7	47.1	25.4	48.8	30.5	27.7	34.1	30.4	36.7	51.4
Yagis >= 0.1 mm Oldugu Gunler Sayisi	12.2	10.1	9.6	12.4	13.4	9.7	4.8	4.7	4.8	7.5	8.9	11.6	109.7
Yagis >= 10 mm Oldugu Gunler Sayisi	1.3	0.6	0.8	1.6	2.0	1.3	0.8	0.8	0.5	0.9	0.7	1.2	12.5
Yagis >= 50 mm Oldugu Gunler Sayisi	0.0												0.0
Ortalama Kar Yagisli Gunler Sayisi	8.2	6.3	3.8	1.0	0.1					0.0	2.3	5.3	26.2
Ortalama Kar Ortulu Gunler Sayisi	12.5	7.6	3.5	0.4						0.0	1.8	7.7	33.5
En Yuksek Kar Ortusu Kalinligi (cm)	44.0	27.0	33.0	6.0						2.0	16.0	17.0	44.0
Ortalama Sisli Gunler Sayisi	2.4	1.0	0.7	0.6	0.8	0.2	0.4	0.4	0.6	1.1	2.4	3.9	13.6
Ortalama Dolulu Gunler Sayisi			0.0	0.4	0.6	0.2	0.1	0.1					1.3
Ortalama Kiragili Gunler Sayisi	7.3	7.2	6.7	1.8	0.4		0.1		0.4	3.4	11.5	8.6	45.2
Ortalama Orajli Gunler Sayisi	0.0	0.1	0.6	2.3	5.6	4.1	2.3	2.4	1.8	0.6	0.1	0.0	19.9
Saat 07 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.0
Saat 14 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	2.1	2.8	3.5	3.4	3.1	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8	2.1	2.1	2.8
Saat 21 deki Ortalama Ruzgar hizi (m/s)	1.3	1.5	1.9	1.9	1.8	1.8	2.2	2.2	1.7	1.4	1.2	1.3	1.7

Ek Tablo 11 'in devamı

Ortalama Ruzgar Hizi (m/s)	1.5	1.8	2.2	2.1	2.0	1.9	2.0	2.0	1.7	1.7	1.4	1.5	1.8
En Hizli Esen Ruzgarin Yonu	SE	ESE	ESE	SE	S	WSW	SSW	S	S	SSW	SW	SW	WSW
En Hizli Esen Ruzgarin Hizi (m/s)	15.5	21.6	19.6	19.8	22.8	28.4	18.2	18.1	18.1	15.3	21.4	16.5	28.4
Ort. Firtinali Gun Say. (ruz.hiz>=17.2 m/s)		0.2	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1		0.3		2.2
Ort. Kuv.Ruz. Gun Say. (ruz.hiz 10.8-17.1 m/s)	1.8	2.2	4.7	5.8	5.6	3.9	2.1	2.5	2.1	2.1	2.1	2.5	37.4
N Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	60	69	61	68	48	51	82	86	68	63	67	60	783
N Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.5	1.5	1.9	2.3	2.1	1.7	2.4	1.8	1.6	1.5	1.4	1.5	1.8
NNE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	125	133	91	121	163	138	209	187	137	169	151	128	1752
NNE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.3	1.6	1.9	2.0	2.2	2.1	2.2	2.1	1.6	1.4	1.3	1.4	1.8
NE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	62	64	50	52	69	82	124	92	90	97	97	92	971
NE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.2	1.7	1.9	1.9	1.9	1.7	1.9	1.8	1.5	1.7	1.2	1.3	1.6
ENE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	138	136	154	181	179	191	257	248	208	218	170	154	2234
ENE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.3	1.7	2.1	1.8	1.9	1.6	2.1	1.9	1.6	1.8	1.4	1.3	1.7
E Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	86	82	97	86	94	71	95	92	100	88	108	95	1094
E Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.5	1.5	1.8	1.7	1.6	1.6	1.7	1.6	1.5	1.5	1.3	1.2	1.5
ESE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	176	183	164	184	197	195	218	219	198	224	188	206	2352
ESE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.3	1.8	2.2	2.1	1.8	1.6	1.7	1.8	1.9	1.7	1.3	1.5	1.7
SE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	101	92	90	113	128	131	129	116	121	116	137	142	1416
SE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.3	2.0	2.1	2.4	1.7	1.5	1.6	1.7	1.9	1.7	1.6	1.5	1.7
SSE Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	233	191	225	212	252	202	182	161	182	217	215	247	2519
SSE Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.7	2.0	2.7	2.4	2.2	2.1	2.0	2.2	2.0	2.0	1.7	2.0	2.1
S Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	100	89	112	98	86	91	71	71	66	84	102	90	1060
S Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	2.1	2.1	2.8	2.7	2.1	2.1	1.6	1.8	2.1	2.2	1.6	2.1	2.1
SSW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	146	136	158	128	166	152	96	97	151	120	114	143	1607
SSW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.5	1.9	2.3	2.4	2.0	2.0	1.8	2.3	2.1	1.9	1.3	1.5	1.9
SW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	96	82	82	87	99	97	47	63	78	46	67	86	930
SW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	2.1	2.3	2.0	2.5	2.3	2.1	2.0	2.1	2.1	1.8	1.8	1.7	2.1
WSW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	175	104	164	167	131	112	89	96	120	115	130	155	1558

Ek Tablo 11 'in devamı

WSW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	2.2	2.2	2.4	2.5	2.4	2.5	2.1	2.4	2.2	2.2	2.3	2.1	2.3
W Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	47	40	67	52	50	71	38	39	44	51	47	44	590
W Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.1	1.9	2.1	2.4	2.6	1.8	2.0	2.1	1.7	1.2	1.2	1.5	1.8
WNW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	100	83	112	86	90	115	87	89	74	86	68	74	1064
WNW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.4	1.9	2.1	2.0	1.6	2.1	2.3	2.2	1.8	1.5	1.2	1.3	1.8
NW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	45	53	62	52	40	54	69	66	66	54	53	43	657
NW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.2	1.4	2.1	1.7	1.7	2.0	2.4	2.3	1.9	1.2	1.2	1.3	1.8
NNW Ruzgarin Esme Sayilari Toplami	96	110	119	123	125	119	139	153	108	111	105	93	1401
NNW Ruzgarin Ortalama Hizi (m/s)	1.3	1.8	2.3	1.9	2.2	1.9	2.3	2.1	1.7	1.7	1.5	1.4	1.9
Ortalama 5 cm Toprak Sicakligi (C)	0.6	1.6	6.0	12.0	17.8	22.6	26.7	26.1	20.9	13.6	6.0	1.7	13.0
En dusuk 5 cm Toprak sicakligi (C)	- 6.0	- 5.5	- 1.2	1.0	4.5	12.5	14.9	16.0	11.1	3.8	- 2.2	- 5.3	- 6.0
Ortalama 10 cm Toprak Sicakligi (C)	0.9	1.6	5.9	11.8	17.3	21.9	25.9	25.6	20.8	13.8	6.4	2.0	12.8
En dusuk 10 cm Toprak sicakligi (C)	- 5.2	- 5.1	- 0.8	1.8	5.7	13.0	16.9	16.9	12.9	4.6	- 1.3	- 4.4	- 5.2
Ortalama 20 cm Toprak Sicakligi (C)	1.2	1.6	5.5	11.2	16.6	21.1	25.1	25.1	20.8	14.3	7.0	2.5	12.7
En dusuk 20 cm Toprak sicakligi (C)	- 3.3	- 3.7	- 0.4	1.9	7.0	14.0	17.9	17.3	14.4	6.7	- 0.1	- 3.1	- 3.7
Ortalama 50 cm Toprak Sicakligi (C)	2.8	2.6	5.7	10.7	15.6	19.8	23.8	24.6	21.3	15.9	9.2	4.6	13.1
En dusuk 50 cm Toprak sicakligi (C)	- 0.3	- 0.7	- 0.1	4.1	8.4	13.4	17.9	19.8	16.6	9.8	2.7	0.8	- 0.7
Ortalama 100 cm Toprak Sicakligi (C)	5.2	4.2	6.0	9.7	13.9	17.7	21.4	23.0	21.4	17.5	12.1	7.7	13.3
En dusuk 100 cm Toprak sicakligi (C)	2.7	2.1	2.1	5.4	8.8	13.3	16.5	20.4	18.3	13.2	7.3	4.4	2.1
Ortalama Buharlasma (mm)				53.7	116.2	144.9	191.4	192.3	136.3	74.4	13.3		
Gunluk En Cok Buharlasma (mm)	0.0	0.0	0.0	8.6	9.8	10.2	11.2	12.0	10.0	10.0	2.7	0.0	12.0
Gunluk Ort. Guneslenme Suresi (saat,dakika)	03:07	04:08	05:31	06:03	07:34	09:06	10:27	10:01	08:31	06:01	04:16	02:34	06:27
Gunluk Ort. Guneslenme Sidt.(cal/cm^2.dak)	183.11	263.41	373.35	424.78	513.73	571.48	594.20	541.95	446.57	307.15	204.57	148.53	381.07
Aylik En Yuk. Guneslenme Sidt.(cal/cm^2.dak)	1.99	1.44	1.84	1.77	1.93	1.82	1.70	1.71	1.56	1.70	1.84	1.40	1.99
Ortalama Deniz Suyu Sicakligi (C)													
En Yuksek Deniz Suyu Sicakligi (C)													
En dusuk Deniz Suyu Sicakligi (C)													

Ek Tablo 12 : 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının Derece-Gün yöntemine göre hesaplanan potansiyel kar erimesi debileri

1995-1996						1996-1997					
Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)	Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
mart	15	5,2	20,54	22,54	260,93	mart	15	3,5	14	15,37	177,85
	16	9	35,55	39,02	451,62		16	4,5	18	19,76	228,67
	17	8,2	32,39	35,55	411,47		17	0,6	2,4	2,63	30,49
	18	3,3	13,04	14,31	165,59		18	-3,8	0	0,00	0,00
	19	3,8	15,01	16,47	190,68		19	-4,2	0	0,00	0,00
	20	4,8	18,96	20,81	240,86		20	3,6	14,4	15,81	182,93
	21	4,3	16,99	18,64	215,77		21	7,4	29,6	32,49	376,03
	22	5	19,75	21,68	250,90		22	-1,5	0	0,00	0,00
	23	3,8	15,01	16,47	190,68		23	-3,3	0	0,00	0,00
	24	2,7	10,67	11,71	135,49		24	-2,8	0	0,00	0,00
	25	2,2	8,69	9,54	110,40		25	-1,4	0	0,00	0,00
	26	2,2	8,69	9,54	110,40		26	-0,6	0	0,00	0,00
	27	3,1	12,25	13,44	155,56		27	-2,9	0	0,00	0,00
	28	2,6	10,27	11,27	130,47		28	-1,6	0	0,00	0,00
	29	9,4	37,13	40,75	471,69		29	3,6	14,4	15,81	182,93
	30	8,6	33,97	37,29	431,54		30	9	36	39,51	457,33
nisan	31	8,8	34,76	38,15	441,58	nisan	31	8,1	32,4	35,56	411,60
	1	8	31,60	34,68	401,44		1	7,8	31,2	34,25	396,36
	2	8,9	35,16	38,59	446,60		2	10,2	40,8	44,78	518,31
	3	8,6	33,97	37,29	431,54		3	7,2	28,8	31,61	365,87
	4	10,4	41,08	45,09	521,87		4	4,8	19,2	21,07	243,91
	5	12,4	48,98	53,76	622,23		5	4,4	17,6	19,32	223,59
	6	8,1	32,00	35,12	406,46		6	1,7	6,8	7,46	86,39
	7	6,4	25,28	27,75	321,15		7	0,9	3,6	3,95	45,73
	8	5,6	22,12	24,28	281,01		8	-0,2	0	0,00	0,00
	9	5,4	21,33	23,41	270,97		9	-1,5	0	0,00	0,00
	10	4,2	16,59	18,21	210,75		10	-1,9	0	0,00	0,00
	11	5,7	22,52	24,71	286,02		11	0,7	2,8	3,07	35,57
	12	4,6	18,17	19,94	230,83		12	4,8	19,2	21,07	243,91
	13	4,3	16,99	18,64	215,77		13	8,3	33,2	36,44	421,76
	14	6,2	24,49	26,88	311,11		14	6,2	24,8	27,22	315,05
	15	9,9	39,11	42,92	496,78		15	2,1	8,4	9,22	106,71
mays	16	8,2	32,39	35,55	411,47	mays	16	4,6	18,4	20,20	233,75
	17	6,5	25,68	28,18	326,17		17	7,3	29,2	32,05	370,95
	18	3,3	13,04	14,31	165,59		18	2,6	10,4	11,42	132,12
	19	4,1	16,20	17,78	205,74		19	6,3	25,2	27,66	320,13
	20	5,6	22,12	24,28	281,01		20	8,7	34,8	38,20	442,09
	21	3,3	13,04	14,31	165,59		21	11,8	47,2	51,81	599,61
	22	5,4	21,33	23,41	270,97		22	18,8	75,2	82,54	955,32
	23	6,5	25,68	28,18	326,17		23	20,6	82,4	90,44	1.046,79
	24	7,4	29,23	32,08	371,33		24	9,5	38	41,71	482,74
	25	8,6	33,97	37,29	431,54		25	8,9	35,6	39,07	452,25
	26	9,9	39,11	42,92	496,78		26	10	40	43,90	508,15
	27	11,6	45,82	50,29	582,08		27	6	24	26,34	304,89
	28	13,2	52,14	57,23	662,37		28	5,8	23,2	25,46	294,73
	29	15,5	61,23	67,20	777,78		29	7,6	30,4	33,37	386,19
	30	14,3	56,49	62,00	717,57		30	10,5	42	46,10	533,56
mays	1	15,6	61,62	67,63	782,80	mays	1	10,8	43,2	47,42	548,80
	2	17,8	70,31	77,17	893,20		2	9,6	38,4	42,15	487,82
	3	13,5	53,33	58,53	677,43		3	9,4	37,6	41,27	477,66
	4	16,2	63,99	70,24	812,91		4	9,5	38	41,71	482,74

Ek Tablo 12'nin Devamı

	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)			Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
	5	16,4	64,78	71,10	822,95			5	13,8	55,2	60,59	701,24
	6	18,2	71,89	78,91	913,27			6	18	72	79,03	914,67
	7	17,9	70,71	77,61	898,22			7	19,4	77,6	85,17	985,81
	8	17,3	68,34	75,00	868,11			8	19,8	79,2	86,93	1.006,13
	9	14,6	57,67	63,30	732,62			9	21,4	85,6	93,95	1.087,44
	10	17,1	67,55	74,14	858,07			10	17,4	69,6	76,39	884,18
	11	17,4	68,73	75,44	873,13			11	18,8	75,2	82,54	955,32
	12	13,5	53,33	58,53	677,43			12	20,6	82,4	90,44	1.046,79
	13	16,4	64,78	71,10	822,95			13	20,1	80,4	88,25	1.021,38
	14	15,2	60,04	65,90	762,73			14	18,6	74,4	81,66	945,16
	15	13	51,35	56,36	652,34			15	19,5	78	85,61	990,89
	16	14	55,30	60,70	702,51			16	19	76	83,42	965,48
	17	14,4	56,88	62,43	722,59			17	16,3	65,2	71,56	828,28
	18	15,6	61,62	67,63	782,80			18	17,4	69,6	76,39	884,18
	19	16,8	66,36	72,84	843,02			19	19,4	77,6	85,17	985,81
	20	17,9	70,71	77,61	898,22			20	18,2	72,8	79,91	924,83
	21	19,8	78,21	85,84	993,56			21	18,6	74,4	81,66	945,16
	22	18,4	72,68	79,77	923,31			22	19,2	76,8	84,30	975,64
	23	13,4	52,93	58,10	672,41			23	20,2	80,8	88,69	1.026,46
	24	12,3	48,59	53,33	617,21			24	15,1	60,4	66,30	767,30
	25	12,8	50,56	55,49	642,30			25	16,6	66,4	72,88	843,53
	26	15,3	60,44	66,33	767,75			26	14,4	57,6	63,22	731,73
	27	13,8	54,51	59,83	692,48			27	12,2	48,8	53,56	619,94
	28	15,7	62,02	68,07	787,82			28	13,2	52,8	57,95	670,76
	29	15,8	62,41	68,50	792,84			29	15,8	63,2	69,37	802,87
	30	14,6	57,67	63,30	732,62			30	8,4	33,6	36,88	426,84
	31	16,3	64,39	70,67	817,93			31	7,5	30	32,93	381,11
haziran	1	14,1	55,70	61,13	707,53			1	9,1	36,4	39,95	462,41
	2	9,3	36,74	40,32	466,67			2	14,5	58	63,66	736,81
	3	11,4	45,03	49,42	572,05			3	17,3	69,2	75,95	879,10
	4	12,2	48,19	52,89	612,19			4	15,2	60,8	66,73	772,39
	5	12,8	50,56	55,49	642,30			5	15	60	65,86	762,22
	6	16,1	63,60	69,80	807,89			6	17	68	74,64	863,85
	7	13,5	53,33	58,53	677,43			7	18,4	73,6	80,78	934,99
	8	14,8	58,46	64,17	742,66			8	17	68	74,64	863,85
	9	17,6	69,52	76,31	883,16			9	17,3	69,2	75,95	879,10
	10	16	63,20	69,37	802,87			10	17,8	71,2	78,15	904,50
	11	16,4	64,78	71,10	822,95			11	16,2	64,8	71,12	823,20
	12	17,1	67,55	74,14	858,07			12	16,7	66,8	73,32	848,61
	13	18,8	74,26	81,51	943,38			13	16,4	65,6	72,00	833,36
	14	20,1	79,40	87,14	1.008,61			14	16,6	66,4	72,88	843,53
	15	17,2	67,94	74,57	863,09			15	18,3	73,2	80,34	929,91

Ek Tablo 13 : 13-07 Devrekani Çayı-Azdavay havzasının Derece-Gün yöntemine göre hesaplanan potansiyel kar erimesi debileri

1997-1998						1998-1999					
Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)	Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
mart	15	1,6	6,72	7,38	85,37	mart	15	-0,9	0,00	0,00	0,00
	16	-2,7	0	0,00	0,00		16	-0,3	0,00	0,00	0,00
	17	-1	0	0,00	0,00		17	1,5	6,75	7,41	85,75
	18	-1,2	0	0,00	0,00		18	3,8	17,10	18,77	217,23
	19	-0,2	0	0,00	0,00		19	8,9	40,05	43,96	508,78
	20	0,2	0,84	0,92	10,67		20	5,2	23,40	25,68	297,27
	21	2,6	10,92	11,99	138,72		21	1,4	6,30	6,91	80,03
	22	3,2	13,44	14,75	170,74		22	0,8	3,60	3,95	45,73
	23	-0,7	0	0,00	0,00		23	3,8	17,10	18,77	217,23
	24	-3,2	0	0,00	0,00		24	5,4	24,30	26,67	308,70
	25	-2,3	0	0,00	0,00		25	1,8	8,10	8,89	102,90
	26	-0,2	0	0,00	0,00		26	-0,2	0,00	0,00	0,00
	27	3,6	15,12	16,60	192,08		27	4,2	18,90	20,74	240,10
	28	5,9	24,78	27,20	314,80		28	7,8	35,10	38,53	445,90
	29	3,6	15,12	16,60	192,08		29	7,7	34,65	38,03	440,18
	30	2,6	10,92	11,99	138,72		30	9,8	44,10	48,40	560,23
	31	2,5	10,5	11,52	133,39		31	9,3	41,85	45,93	531,65
nisan	1	4,4	18,48	20,28	234,76	nisan	1	5,1	22,95	25,19	291,55
	2	7,6	31,92	35,04	405,50		2	6,5	29,25	32,10	371,58
	3	6,2	26,04	28,58	330,80		3	6,5	29,25	32,10	371,58
	4	9	37,8	41,49	480,20		4	7,3	32,85	36,06	417,32
	5	11,4	47,88	52,55	608,25		5	7,2	32,40	35,56	411,60
	6	13,6	57,12	62,69	725,64		6	5,7	25,65	28,15	325,85
	7	13,8	57,96	63,62	736,31		7	6,8	30,60	33,59	388,73
	8	14,6	61,32	67,30	778,99		8	8	36,00	39,51	457,33
	9	19,1	80,22	88,05	1.019,09		9	10,8	48,60	53,34	617,40
	10	18,4	77,28	84,82	981,74		10	11	49,50	54,33	628,83
	11	19	79,8	87,59	1.013,76		11	11,2	50,40	55,32	640,27
	12	20,2	84,84	93,12	1.077,78		12	10,5	47,25	51,86	600,25
	13	19,6	82,32	90,35	1.045,77		13	9,7	43,65	47,91	554,52
	14	15	63	69,15	800,33		14	10,8	48,60	53,34	617,40
	15	13,8	57,96	63,62	736,31		15	8,7	39,15	42,97	497,35
	16	12,8	53,76	59,01	682,95		16	9,4	42,30	46,43	537,37
	17	12,2	51,24	56,24	650,94		17	12	54,00	59,27	686,00
	18	12,8	53,76	59,01	682,95		18	14,8	66,60	73,10	846,07
	19	13,2	55,44	60,85	704,29		19	10,2	45,90	50,38	583,10
	20	9,4	39,48	43,33	501,54		20	10	45,00	49,39	571,67
	21	6,2	26,04	28,58	330,80		21	7,8	35,10	38,53	445,90
	22	4,6	19,32	21,21	245,44		22	5,4	24,30	26,67	308,70
	23	7,4	31,08	34,11	394,83		23	8,3	37,35	41,00	474,48
	24	6,8	28,56	31,35	362,82		24	10,8	48,60	53,34	617,40
	25	10,2	42,84	47,02	544,23		25	13,8	62,10	68,16	788,90
	26	11,8	49,56	54,40	629,60		26	15,2	68,40	75,08	868,93
	27	11,7	49,14	53,94	624,26		27	13,6	61,20	67,17	777,47
	28	11,3	47,46	52,09	602,92		28	12,3	55,35	60,75	703,15
	29	12,2	51,24	56,24	650,94		29	11,4	51,30	56,31	651,70
	30	11,1	46,62	51,17	592,25		30	16	72,00	79,03	914,67

Ek Tablo 13'ün Devamı

A y	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)		A y	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
mayıs	1	13,5	56,7	62,23	720,30		mayıs	1	17,6	79,20	86,93	1.006,13
	2	12,8	53,76	59,01	682,95			2	18,1	81,45	89,40	1.034,72
	3	15,3	64,26	70,53	816,34			3	15	67,50	74,09	857,50
	4	18,7	78,54	86,21	997,75			4	15	67,50	74,09	857,50
	5	19,4	81,48	89,43	1.035,10			5	14,9	67,05	73,59	851,78
	6	12,1	50,82	55,78	645,60			6	8,3	37,35	41,00	474,48
	7	13,6	57,12	62,69	725,64			7	4,5	20,25	22,23	257,25
	8	14,2	59,64	65,46	757,65			8	5,3	23,85	26,18	302,98
	9	14,9	62,58	68,69	795,00			9	9,3	41,85	45,93	531,65
	10	18,6	78,12	85,74	992,41			10	13,2	59,40	65,20	754,60
	11	14,9	62,58	68,69	795,00			11	14,2	63,90	70,14	811,77
	12	14,1	59,22	65,00	752,31			12	16,9	76,05	83,47	966,12
	13	10,6	44,52	48,87	565,57			13	14,4	64,80	71,12	823,20
	14	11,1	46,62	51,17	592,25			14	15,1	67,95	74,58	863,22
	15	11,1	46,62	51,17	592,25			15	17,8	80,10	87,92	1.017,57
	16	14,4	60,48	66,38	768,32			16	14,1	63,45	69,64	806,05
	17	14	58,8	64,54	746,98			17	11,5	51,75	56,80	657,42
	18	15,2	63,84	70,07	811,00			18	11,3	50,85	55,81	645,98
	19	13,2	55,44	60,85	704,29			19	7	31,50	34,57	400,17
	20	9,7	40,74	44,72	517,55			20	10,2	45,90	50,38	583,10
	21	11	46,2	50,71	586,91			21	14,1	63,45	69,64	806,05
	22	12,3	51,66	56,70	656,27			22	16,9	76,05	83,47	966,12
	23	13,2	55,44	60,85	704,29			23	18,2	81,90	89,89	1.040,43
	24	14,6	61,32	67,30	778,99			24	16,5	74,25	81,50	943,25
	25	16,5	69,3	76,06	880,37			25	13,1	58,95	64,70	748,88
	26	18,3	76,86	84,36	976,41			26	12,9	58,05	63,72	737,45
	27	17	71,4	78,37	907,04			27	12,8	57,60	63,22	731,73
	28	14,9	62,58	68,69	795,00			28	15,2	68,40	75,08	868,93
	29	16	67,2	73,76	853,69			29	14,2	63,90	70,14	811,77
	30	15,3	64,26	70,53	816,34			30	12,5	56,25	61,74	714,58
	31	15,3	64,26	70,53	816,34			31	13,4	60,30	66,19	766,03
haziran	1	15,5	65,1	71,45	827,01		haziran	1	14,2	63,90	70,14	811,77
	2	15	63	69,15	800,33			2	15,6	70,20	77,05	891,80
	3	14,4	60,48	66,38	768,32			3	15,1	67,95	74,58	863,22
	4	15,5	65,1	71,45	827,01			4	15,8	71,10	78,04	903,23
	5	16,8	70,56	77,45	896,37			5	16,1	72,45	79,52	920,38
	6	15,2	63,84	70,07	811,00			6	17,6	79,20	86,93	1.006,13
	7	15,1	63,42	69,61	805,67			7	16,7	75,15	82,48	954,68
	8	16,6	69,72	76,52	885,70			8	14,5	65,25	71,62	828,92
	9	15,5	65,1	71,45	827,01			9	15,4	69,30	76,06	880,37
	10	17,6	73,92	81,13	939,06			10	16,9	76,05	83,47	966,12
	11	19,5	81,9	89,89	1.040,43			11	18,5	83,25	91,38	1.057,58
	12	19,1	80,22	88,05	1.019,09			12	18,6	83,70	91,87	1.063,30
	13	21,8	91,56	100,50	1.163,15			13	19,1	85,95	94,34	1.091,88
	14	20,8	87,36	95,89	1.109,80			14	18,4	82,80	90,88	1.051,87
	15	20,2	84,84	93,12	1.077,78			15	20,2	90,90	99,77	1.154,77

Ek Tablo 14: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş Havzasının Derce-Gün yöntemine göre hesaplanan Potansiyel Kar erimesi Debileri

1995-1996						1996-1997					
Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)	Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
mart	15	5,2	13,42	56,25	650,99	mart	15	3,5	9,03	37,86	438,16
	16	9	23,22	97,35	1.126,71		16	4,5	11,61	48,67	563,35
	17	8,2	21,16	88,69	1.026,56		17	0,6	1,55	6,49	75,11
	18	3,3	8,51	35,69	413,13		18	-3,8	0,00	0,00	0,00
	19	3,8	9,80	41,10	475,72		19	-4,2	0,00	0,00	0,00
	20	4,8	12,38	51,92	600,91		20	3,6	9,29	38,94	450,68
	21	4,3	11,09	46,51	538,32		21	7,4	19,09	80,04	926,40
	22	5	12,90	54,08	625,95		22	-1,5	0,00	0,00	0,00
	23	3,8	9,80	41,10	475,72		23	-3,3	0,00	0,00	0,00
	24	2,7	6,97	29,20	338,01		24	-2,8	0,00	0,00	0,00
	25	2,2	5,68	23,80	275,42		25	-1,4	0,00	0,00	0,00
	26	2,2	5,68	23,80	275,42		26	-0,6	0,00	0,00	0,00
	27	3,1	8,00	33,53	388,09		27	-2,9	0,00	0,00	0,00
	28	2,6	6,71	28,12	325,49		28	-1,6	0,00	0,00	0,00
	29	9,4	24,25	101,67	1.176,78		29	3,6	9,29	38,94	450,68
	30	8,6	22,19	93,02	1.076,63		30	9	23,22	97,35	1.126,71
	31	8,8	22,70	95,18	1.101,67		31	8,1	20,90	87,61	1.014,04
nisan	1	8	25,76	108,00	1.249,96	nisan	1	7,8	25,12	105,30	1.218,71
	2	8,9	28,66	120,15	1.390,58		2	10,2	32,84	137,70	1.593,69
	3	8,6	27,69	116,10	1.343,70		3	7,2	23,18	97,20	1.124,96
	4	10,4	33,49	140,40	1.624,94		4	4,8	15,46	64,80	749,97
	5	12,4	39,93	167,39	1.937,43		5	4,4	14,17	59,40	687,48
	6	8,1	26,08	109,35	1.265,58		6	1,7	5,47	22,95	265,62
	7	6,4	20,61	86,40	999,97		7	0,9	2,90	12,15	140,62
	8	5,6	18,03	75,60	874,97		8	-0,2	0,00	0,00	0,00
	9	5,4	17,39	72,90	843,72		9	-1,5	0,00	0,00	0,00
	10	4,2	13,52	56,70	656,23		10	-1,9	0,00	0,00	0,00
	11	5,7	18,35	76,95	890,59		11	0,7	2,25	9,45	109,37
	12	4,6	14,81	62,10	718,72		12	4,8	15,46	64,80	749,97
	13	4,3	13,85	58,05	671,85		13	8,3	26,73	112,05	1.296,83
	14	6,2	19,96	83,70	968,72		14	6,2	19,96	83,70	968,72
	15	9,9	31,88	133,65	1.546,82		15	2,1	6,76	28,35	328,11
	16	8,2	26,40	110,70	1.281,21		16	4,6	14,81	62,10	718,72
	17	6,5	20,93	87,75	1.015,59		17	7,3	23,51	98,55	1.140,59
	18	3,3	10,63	44,55	515,61		18	2,6	8,37	35,10	406,24
	19	4,1	13,20	55,35	640,60		19	6,3	20,29	85,05	984,34
	20	5,6	18,03	75,60	874,97		20	8,7	28,01	117,45	1.359,33
	21	3,3	10,63	44,55	515,61		21	11,8	38,00	159,29	1.843,69
	22	5,4	17,39	72,90	843,72		22	18,8	60,54	253,79	2.937,40
	23	6,5	20,93	87,75	1.015,59		23	20,6	66,33	278,09	3.218,64
	24	7,4	23,83	99,90	1.156,21		24	9,5	30,59	128,25	1.484,32
	25	8,6	27,69	116,10	1.343,70		25	8,9	28,66	120,15	1.390,58
	26	9,9	31,88	133,65	1.546,82		26	10	32,20	135,00	1.562,45
	27	11,6	37,35	156,59	1.812,44		27	6	19,32	81,00	937,47
	28	13,2	42,50	178,19	2.062,43		28	5,8	18,68	78,30	906,22
	29	15,5	49,91	209,24	2.421,79		29	7,6	24,47	102,60	1.187,46
	30	14,3	46,05	193,04	2.234,30		30	10,5	33,81	141,75	1.640,57

Ek Tablo 15: 15-24 Gökırmak-Kuyuluş Havzasının Derce-Gün yöntemine göre hesaplanan Potansiyel Kar erimesi Debileri

1997-1998						1998-1999					
Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)	Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
mart	15	1,6	4,13	17,31	200,30	mart	15	-0,9	0,00	0,00	0,00
	16	-2,7	0,00	0,00	0,00		16	-0,3	0,00	0,00	0,00
	17	-1	0,00	0,00	0,00		17	1,5	3,87	16,22	187,78
	18	-1,2	0,00	0,00	0,00		18	3,8	9,80	41,10	475,72
	19	-0,2	0,00	0,00	0,00		19	8,9	22,96	96,27	1.114,19
	20	0,2	0,52	2,16	25,04		20	5,2	13,42	56,25	650,99
	21	2,6	6,71	28,12	325,49		21	1,4	3,61	15,14	175,27
	22	3,2	8,26	34,61	400,61		22	0,8	2,06	8,65	100,15
	23	-0,7	0,00	0,00	0,00		23	3,8	9,80	41,10	475,72
	24	-3,2	0,00	0,00	0,00		24	5,4	13,93	58,41	676,02
	25	-2,3	0,00	0,00	0,00		25	1,8	4,64	19,47	225,34
	26	-0,2	0,00	0,00	0,00		26	-0,2	0,00	0,00	0,00
	27	3,6	9,29	38,94	450,68		27	4,2	10,84	45,43	525,80
	28	5,9	15,22	63,82	738,62		28	7,8	20,12	84,37	976,48
	29	3,6	9,29	38,94	450,68		29	7,7	19,87	83,29	963,96
	30	2,6	6,71	28,12	325,49		30	9,8	25,28	106,00	1.226,86
	31	2,5	6,45	27,04	312,97		31	9,3	23,99	100,59	1.164,26
nisan	1	4,4	14,17	59,40	687,48	nisan	1	5,1	16,42	68,85	796,85
	2	7,6	24,47	102,60	1.187,46		2	6,5	20,93	87,75	1.015,59
	3	6,2	19,96	83,70	968,72		3	6,5	20,93	87,75	1.015,59
	4	9	28,98	121,50	1.406,20		4	7,3	23,51	98,55	1.140,59
	5	11,4	36,71	153,89	1.781,19		5	7,2	23,18	97,20	1.124,96
	6	13,6	43,79	183,59	2.124,93		6	5,7	18,35	76,95	890,59
	7	13,8	44,44	186,29	2.156,17		7	6,8	21,90	91,80	1.062,46
	8	14,6	47,01	197,09	2.281,17		8	8	25,76	108,00	1.249,96
	9	19,1	61,50	257,84	2.984,27		9	10,8	34,78	145,79	1.687,44
	10	18,4	59,25	248,39	2.874,90		10	11	35,42	148,49	1.718,69
	11	19	61,18	256,49	2.968,65		11	11,2	36,06	151,19	1.749,94
	12	20,2	65,04	272,69	3.156,14		12	10,5	33,81	141,75	1.640,57
	13	19,6	63,11	264,59	3.062,39		13	9,7	31,23	130,95	1.515,57
	14	15	48,30	202,49	2.343,67		14	10,8	34,78	145,79	1.687,44
	15	13,8	44,44	186,29	2.156,17		15	8,7	28,01	117,45	1.359,33
	16	12,8	41,22	172,79	1.999,93		16	9,4	30,27	126,90	1.468,70
	17	12,2	39,28	164,69	1.906,18		17	12	38,64	161,99	1.874,93
	18	12,8	41,22	172,79	1.999,93		18	14,8	47,66	199,79	2.312,42
	19	13,2	42,50	178,19	2.062,43		19	10,2	32,84	137,70	1.593,69
	20	9,4	30,27	126,90	1.468,70		20	10	32,20	135,00	1.562,45
	21	6,2	19,96	83,70	968,72		21	7,8	25,12	105,30	1.218,71
	22	4,6	14,81	62,10	718,72		22	5,4	17,39	72,90	843,72
	23	7,4	23,83	99,90	1.156,21		23	8,3	26,73	112,05	1.296,83
	24	6,8	21,90	91,80	1.062,46		24	10,8	34,78	145,79	1.687,44
	25	10,2	32,84	137,70	1.593,69		25	13,8	44,44	186,29	2.156,17
	26	11,8	38,00	159,29	1.843,69		26	15,2	48,94	205,19	2.374,92
	27	11,7	37,67	157,94	1.828,06		27	13,6	43,79	183,59	2.124,93
	28	11,3	36,39	152,54	1.765,56		28	12,3	39,61	166,04	1.921,81
	29	12,2	39,28	164,69	1.906,18		29	11,4	36,71	153,89	1.781,19
	30	11,1	35,74	149,84	1.734,31		30	16	51,52	215,99	2.499,91

Ek Tablo 15'ün Devamı

Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)		Ay	Gün	Sıcaklık (°C)	M=KT (mm)	Akış Hacmi (x10 ⁶ m ³)	Debi (m ³ /sn)
mayıs	1	13,5	51,03	213,94	2.476,14		mayıs	1	17,6	66,53	278,91	3.228,15
	2	12,8	48,38	202,85	2.347,74			2	18,1	68,42	286,84	3.319,86
	3	15,3	57,83	242,46	2.806,29			3	15	56,70	237,71	2.751,26
	4	18,7	70,69	296,34	3.429,91			4	15	56,70	237,71	2.751,26
	5	19,4	73,33	307,44	3.558,30			5	14,9	56,32	236,12	2.732,92
	6	12,1	45,74	191,75	2.219,35			6	8,3	31,37	131,53	1.522,37
	7	13,6	51,41	215,52	2.494,48			7	4,5	17,01	71,31	825,38
	8	14,2	53,68	225,03	2.604,53			8	5,3	20,03	83,99	972,11
	9	14,9	56,32	236,12	2.732,92			9	9,3	35,15	147,38	1.705,78
	10	18,6	70,31	294,76	3.411,57			10	13,2	49,90	209,18	2.421,11
	11	14,9	56,32	236,12	2.732,92			11	14,2	53,68	225,03	2.604,53
	12	14,1	53,30	223,45	2.586,19			12	16,9	63,88	267,82	3.099,76
	13	10,6	40,07	167,98	1.944,23			13	14,4	54,43	228,20	2.641,21
	14	11,1	41,96	175,90	2.035,93			14	15,1	57,08	239,29	2.769,60
	15	11,1	41,96	175,90	2.035,93			15	17,8	67,28	282,08	3.264,83
	16	14,4	54,43	228,20	2.641,21			16	14,1	53,30	223,45	2.586,19
	17	14	52,92	221,86	2.567,85			17	11,5	43,47	182,24	2.109,30
	18	15,2	57,46	240,88	2.787,95			18	11,3	42,71	179,07	2.072,62
	19	13,2	49,90	209,18	2.421,11			19	7	26,46	110,93	1.283,92
	20	9,7	36,67	153,72	1.779,15			20	10,2	38,56	161,64	1.870,86
	21	11	41,58	174,32	2.017,59			21	14,1	53,30	223,45	2.586,19
	22	12,3	46,49	194,92	2.256,04			22	16,9	63,88	267,82	3.099,76
	23	13,2	49,90	209,18	2.421,11			23	18,2	68,80	288,42	3.338,20
	24	14,6	55,19	231,37	2.677,90			24	16,5	62,37	261,48	3.026,39
	25	16,5	62,37	261,48	3.026,39			25	13,1	49,52	207,60	2.402,77
	26	18,3	69,17	290,01	3.356,54			26	12,9	48,76	204,43	2.366,09
	27	17	64,26	269,40	3.118,10			27	12,8	48,38	202,85	2.347,74
	28	14,9	56,32	236,12	2.732,92			28	15,2	57,46	240,88	2.787,95
	29	16	60,48	253,56	2.934,68			29	14,2	53,68	225,03	2.604,53
	30	15,3	57,83	242,46	2.806,29			30	12,5	47,25	198,09	2.292,72
	31	15,3	57,83	242,46	2.806,29			31	13,4	50,65	212,35	2.457,79
haziran	1	15,5	65,88	276,17	3.196,46		haziran	1	14,2	60,35	253,01	2.928,37
	2	15	63,75	267,27	3.093,35			2	15,6	66,30	277,96	3.217,08
	3	14,4	61,20	256,57	2.969,62			3	15,1	64,18	269,05	3.113,97
	4	15,5	65,88	276,17	3.196,46			4	15,8	67,15	281,52	3.258,33
	5	16,8	71,40	299,34	3.464,55			5	16,1	68,43	286,86	3.320,20
	6	15,2	64,60	270,83	3.134,60			6	17,6	74,80	313,59	3.629,53
	7	15,1	64,18	269,05	3.113,97			7	16,7	70,98	297,56	3.443,93
	8	16,6	70,55	295,77	3.423,31			8	14,5	61,63	258,36	2.990,24
	9	15,5	65,88	276,17	3.196,46			9	15,4	65,45	274,39	3.175,84
	10	17,6	74,80	313,59	3.629,53			10	16,9	71,83	301,12	3.485,18
	11	19,5	82,88	347,45	4.021,36			11	18,5	78,63	329,63	3.815,13
	12	19,1	81,18	340,32	3.938,87			12	18,6	79,05	331,41	3.835,75
	13	21,8	92,65	388,43	4.495,67			13	19,1	81,18	340,32	3.938,87
	14	20,8	88,40	370,61	4.289,45			14	18,4	78,20	327,85	3.794,51
	15	20,2	85,85	359,92	4.165,71			15	20,2	85,85	359,92	4.165,71

ÖZGEÇMİŞ

17,02,1970 tarihinde Bingöl Holhol’de doğan Halil GERÇEK; ilk, orta ve lise tahsilini İstanbul Kurtuluş’ta tamamladıktan sonra 1986 yılında girdiği İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği bölümünden 1990 yılında Orman Mühendisi olarak mezun olmuştur. Aynı yıl İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamış ve ataması 02.01.1992 ‘de yapılmıştır. 1990 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Havza Amenajmanı’nda başladığı yüksek lisansını 1992 yılında “Belgrad Ormanındaki Bazı Bent Havzalarında Sedimentasyon Olgusu İle Havza Karakteristikleri Arasındaki İlişkiler” adlı tezini vererek Orman Yüksek Mühendisi ünvanını almıştır.

1992-1993 öğretim yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Havza Amenajmanı Programında 1 yıl süre ile doktora derslerini aldıktan sonra Eylül-Ekim 1993 tarihlerinde Almanya Stuttgart Schwäbisch Hall Geothe Enstitüsünde Mittelstufe sertifikası alarak bitirdiği almanca kursunun ardından Ekim 1993 yılında Avusturya Hükümeti bursiyeri olarak gittiği Viyana Bodenkultur Üniversitesi Sel ve Çığlardan Korunma (Wildbach- und Lawinenschutz) Enstitüsünde O.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr. H.W. WEINMEISTER ‘in danışmanlığında kar ve çığ konusunda eğitim görmüş, ekskürsyonlar yapmıştır. Şubat 1995’te yurda döndükten sonra İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Havza Amenajmanı Programında doktora tez aşamasına başlamış ve İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı’nda Araştırma Görevlisi görevini 15.11.1998 tarihine kadar sürdürdükten sonra bu görevinden ayrılarak özel sektörde iş hayatına devam etmektedir.