T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI

TÜRKİYE İKLİMİNİN BİR BİLEŞENİ OLARAK KAR YAĞIŞI ÖZELLİKLERİ VE KAR YAĞIŞLARININ ALANSAL VE ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Hazırlayan
Şeyda KARTUM

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Telat KOÇ

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No: 2009 / 100

Çanakkale – 2011

TAAHHÜTNAME

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Türkiye İkliminin Bir Bileşeni Olarak Kar Yağışı Özellikleri ve Kar Yağışlarının Alansal ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi" adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih
16/11/2011
Şeyda KARTUM

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Şeyda KARTUM'a ait **"Türkiye İkliminin Bir Bileşeni Olarak Kar Yağışı Özellikleri ve Kar Yağışlarının Alansal ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi"** adlı çalışma, jürimiz tarafından Coğrafya Anabilim Dalı, **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Telat KOÇ
(Danışman)

Prof. Dr. Murat TÜRKEŞ

Prof. Dr. Hasan ÖZCAN

Doç. Dr. Hasan TATLI

Doç. Dr. Engin Evren ERGİNAL

Tez No : 427485
Tez Savunma Tarihi : 16/11/2011

O N A Y

Yrd. Doç. Dr. İbrahim Hakkı ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü
11.05.2012

ÖZET

Günümüzde iklim sistemini anlamak ve tahmin etmek, bilimin uğraştığı en önemli küresel değişiklik konularından biridir. Küresel iklim değişikliğinin, Türkiye'de kar yağışı klimatolojisinin özellikleri bakımından, kar yağışlı dönemlerin başlangıç ve bitiş tarihleri ile zamansal ve alansal değişime neden olup olmadığının bilinmesi gerekmektedir. Böylece Türkiye'nin kar yağışı ve buna bağlı özelliklerinin ortaya konulması yoluyla küresel iklim değişiminin etkilerini gözlemek kolaylaşacaktır. Bu da çözüm üretme ya da önlem alma, uyum sağlama konusunda yol gösterici olacaktır. Türkiye'deki kar yağışlı günlerin çalışılması amacıyla Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ölçümlerinden yararlanılmıştır. Türkiye'de kar yağışlı günlerin gözlem sayılarının şekillenmesinde karasallık, yükselti, konum ve yerel iklim özelliklerinin belirleyici olduğu görülmüştür. Türkiye'de kar yağışlı günlerin alansal olarak en fazla Kuzeydoğu Anadolu istasyonlarında gözlendiği dikkat çekmekle birlikte, zamansal azalma eğiliminin de en yoğun olduğu kesimdir. Kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitiş tarihlerindeki anlamlı daralmalar da gene aynı kesimde yoğunlaşmıştır. Ayrıca Türkiye'deki yerel klimatik özellikler nedeniyle, kar yağışlı günler Edirne ve Kastamonu'da artarken Iğdır ve Malatya çevresine doğru azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği ve değişkenliği; Türkiye'de kar yağışı özellikleri; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); Uzun süreli eğilim; Mann-Kendall sınaması.

ABSTRACT

Understanding and estimating the climate system on thepresent-daysareone of the most important global change topics. Interms of the characteristics of the snowfall climatology in Turkey, determining the state of snowy days in which timely and a real change is important in order to know whether global climate change leads to timely and a real change. Consequently, observing the effects of global climate change will have been easy by means of manifesting snowfall in Turkey and the characteristics depend upon this. This, too, will have been guide about finding solutions or taking precautions and harmonizing. It has been tried to indicate a real disintegration characteristics of snowy days by being taken advantage of measurements of State Meteorology Affairs General Management forthepurpose of studying snowy days in Turkey. It has been observed that the state of being terrestrial, altitude, position and local climate characteristics are determinative in taking shape of observation of snowy days in Turkey. It has attracted attention that maximal snowy days are observed in North east Anatolian stations in Turkey; snowfalls are being lessened towards the South and west. While snowy days, according to the close environment, increase in Edirne and Kastamonu because of the local climatic characteristics, they are being lessened towards Iğdır and Malatya environment.

Keywords: Climate change and variability; Characteristic of the snowfalls in Turkey; Geographical Information Systems (GIS); Long-term trend; Mann-Kendall test.

ÖNSÖZ

İnsan-ortam etkileşiminin olumsuz bir sonucu olarak küresel ısınma ve buna bağlı olarak kuraklaşma ile su kıtlığı dünyada en çok önem verilen konulardan biri olmuştur. Su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için miktar belirlenmesinin yanı sıra bu miktarın alan ve zaman boyutlarındaki değişiminin takip edilmesi kaçınılmaz gerekliliktir. Bu gereklilikten hareketle, su kaynaklarını şekillendiren temel etken olarak, Kar Yağışlı Günlerin değişimi incelenerek, durumun ortaya konulması çabası içine girilmiştir. 'Türkiye İkliminin Bir Bileşeni Olarak Kar Yağışı Özellikleri Ve Kar Yağışlarının Alansal Ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi' çalışması bu hedefle yapılmış bir araştırmadır.

Yüksek lisans tez çalışmamızı destekleyen Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA)'na ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam ve yüksek lisansım süresince her türlü destek, değerli katkı ve eleştirileriyle yanımda olan tez danışmanım Prof. Dr. Telat KOÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Öğrenme, paylaşma ve çözüm üretme çabasını hayatım boyunca benimseyeceğim. Çalışmamda işlerimi hızlandıracak programları yazma ve öğretme konusundaki destek ve sabrı için hocam Doç. Dr. Hasan TATLI'ya, TEMA Vakfı'nın değerli çatısı altında onursal başkan Hayrettin KARACA'ya, genel müdür Prof. Dr. Orhan DOĞAN'a, Çanakkale İl Temsilcisi Demet ÇAVUŞGİL ve tüm TEMA gönüllülerine, verilerin ihtiyacımıza uygun şekilde ve acelelikle hazırlanıp gönderilmesi aşamasında hassasiyet gösteren Devlet Meteoroloji İşleri çalışanlarına, büyük bir tevazuyla yüksek lisansım boyunca desteklerini esirgemeyen, başarılarımı ödül gören Mehmet TAŞPINAR'a, tüm Türkiye'yi beli hatlar boyunca dolaştığımız arazi çalışmamız boyunca bizi dostça karşılayıp misafir eden, rehberlik eden ve fikir veren tüm herkese, özellikle Ali TULGA, Orhan ATABEK hocam ve Enise ÇAĞLAR'a, gene arazimiz boyunca uğrayabildiğimiz meteoroloji istasyonlarında hem anketimize katılarak hem de değerli izlenimlerini paylaşarak katkıda bulunan tüm meteoroloji yetkililerine, beni her anlamda destekleyen, cesaretlendiren ve arkamda olduklarını hissettiren sevgili aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

Şeyda KARTUM

Ocak – 2012

SEVGİLİ BABAM

AHMET HİCRİ KARTUM'UN

EŞSİZ ANISINA...

İÇİNDEKİLER

ÖZET……i
ABSTRACT……ii
İÇİNDEKİLER……iii
KISALTMALAR……v
SEMBOLLER……vi
ŞEKİLLER……vii
TABLOLAR……ix
GRAFİKLER……x
EKLER……xi

1 GİRİŞ **1**

1.1 Önceki Çalışmalar **3**

1.2 Amaç ve Hedefler **12**

2 VERİ VE YÖNTEM **18**

2.1 Verilerin Hazırlanması **19**

2.2 Yöntem **23**

2.2.1 Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı 23
2.2.2 En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı 27
2.2.3 Dokuz Noktalı Gaussian Süzgeci 29

2.3 Türkiye'de Kar Yağışlı Günlerde Başlangıç ve Bitiş Tarihleri **30**

2.4 Türkiye'de Kar Yağışlı Günler **32**

3 KAR **37**

3.1 Kar Yağışını Hazırlayan Ve Denetleyen Etmenler **41**

3.2 Kar Yağışını Etkileyen Genel Şartlar ve Dağılım **42**

3.3 Türkiye'de Kar Yağışını Oluşturan Koşullar **44**

3.3.1 Topografik Özellikler 53
3.3.2 İklim Özellikleri 57

4 BULGULAR 61

4.1 Türkiye'de Kar Yağışlı Günlerin Başlangıç Ve Bitiş Özellikleri **61**

4.2 Kar Yağışlı Günlerin Alansal Dağılış Özellikleri **72**

4.3 Kar Yağışlı Günlerin Zamansal Değişim Özellikleri **82**

4.4 Kar Yağışlı Günlerin Özelliklerinin Zamansal Değişiminin Alansal Dağılışı **93**

5 TARTIŞMA 96

6 SONUÇ VE ÖNERİLER 112

KAYNAKLAR 118

EKLER 123

KISALTMALAR

DMİ: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü

DSİ: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

EİE: Elektrik İşleri Etüt İdaresi

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemi

AH: Akarsu Havzası

YRB: Yağış Rejim Bölgesi

YB: Yükselti Basamağı

CB: Coğrafi Bölge

ITCZ: IntertropicalConvergenceZone

DK: Değişkenlik Katsayısı

KAF: Kuzey Anadolu Fay Hattı

DAF: Doğu Anadolu Fay Hattı

hPa: Hekto paskal

cP: Continentalpolar

mP: Maritumpolar

SEMBOLLER

X_k : Kruskall-Wallis Türdeşlik Analizi için sınama örneklem değeri

H_0 : Boş (sıfır) hipotez

H_a :Alternatif hipotez

χ^2 : Ki-kare testi

α : Anlamlılık düzeyi

β : Regresyon katsayısı

t : Student t için sınama örneklem değeri

$\overline{X}_t$: Gaussian Süzgeci için dizideki t'inci terim için hesaplanan süzgeç değeri

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1: Kar Kristalleri (tr.wikipedia.org) 37

Şekil 3.2: Kar kristallerinin metamorfizmasına bir örnek..... 40

Şekil 3.3: Yeryüzünde yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı (Erol 1999)..... 42

Şekil 3.4: Dünya Fiziki Haritası..... 43

Şekil 3.5: Yıllık sıcaklık farkı (Türkeş 2010) 44

Şekil 3.6: Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışı modeline ait 10.01.2004 tarihli 00 Z 850 hPa haritası 45

Şekil 3.7: Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışı modeline ait 10.01.2004 tarihli 00 Z 500 hPa haritası 46

Şekil 3.8: Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışı modeline ait 10.01.2004 tarihli 00 Z yer haritası 46

Şekil 3.9: 10.01.2004 günü gerçekleşen yağış alanı 46

Şekil 3.10: 10.01.2004 günü ölçülen kar kalınlıkları (cm) 47

Şekil 3.11: Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 15.1.2003 06 Z yer haritası 48

Şekil 3.12: Karadeniz üzerinden gelen soğuk cepheye ait 15.1.2003 07 Z uydu görüntüsü 48

Şekil 3.13: Balkanlar ve Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 12.2.2004 00 Z 500 hPa haritası..... 49

Şekil 3.14: Balkanlar ve Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 12.2.2004 00 Z 850 hPa haritası..... 49

Şekil 3.15: Balkanlar ve Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 12.2.2004 00 Z yer haritası..... 50

Şekil 3.16: Türkiye'nin Doğu – Batı Doğrultulu Yatay Kesiti (Koç 2010)..... 56

Şekil 3.17: Türkiye'nin üç ayrı noktadan kuzey-güney kesiti (Koç 2010)..... 56

Şekil 4.1: Türkiye'de kar yağışlı gün görülme olasılığı 62

Şekil 4.2: Türkiye'de kar yağışlı günlerin en erken başlama tarihleri 63

Şekil 4.3: Türkiye'de kar yağışlı günlerin en geç başlama tarihleri 64

Şekil 4.4: Türkiye'de kar yağışlı günlerin ortalama başlama tarihleri 61

Şekil 4.5: Türkiye'de kar yağışlı günlerin en erken bitiş tarihleri 66

Şekil 4.6: Türkiye'de kar yağışlı günlerin en geç bitiş tarihleri 66

Şekil 4.7: Türkiye'de kar yağışlı günlerin en geç bitiş tarihleri 68

Şekil 4.8: Kar yağışlı dönemin başlangıç ve bitiş tarihlerinde gidiş yönleri 68

Şekil 4.9: Türkiye'de kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitiş tarihlerinin yıllara göre gidişi için seçilmiş örnekler 69

Şekil 4.10: Türkiye'de kar yağışlı günlerin başlangıç tarihlerinde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı 71

Şekil 4.11: Türkiye'de kar yağışlı günlerin bitiş tarihlerinde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı 71

Şekil 4.12: Türkiye'de kış mevsimi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı 73

Şekil 4.13: Türkiye'de kış mevsimi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı 73

Şekil 4.14: Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı 76

Şekil 4.15: Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı 76

Şekil 4.16: Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı 77

Şekil 4.17: Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı 78

Şekil 4.18: Türkiye'de sonbahar mevsimi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı 79

Şekil 4.19: Türkiye'de sonbahar mevsimi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı 80

Şekil 4.20: Türkiye'de yıllık kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı 81

Şekil 4.21: Türkiye'de yıllık kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı 81

Şekil 4.22: Türkiye'de kış mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı..... 83

Şekil 4.23: Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı..... 85

Şekil 4.24: Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı 86

Şekil 4.25: Türkiye'de sonbahar mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı 86

Şekil 4.26: Türkiye'de yaz mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı..... 87

Şekil 4.27: Türkiye'de yıllık kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı..... 88

Şekil 4.28: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre Hakkari istasyonunun kar yağışlı günler dizisindeki gidiş 90

Şekil 4.29: En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre Devrekani istasyonunun kar yağışlı günler dizisindeki gidiş..... 90

Şekil 4.30: Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı analizine göre Hakkari istasyonunun kar yağışlı gün sayılarındaki uzun süreli eğilim ve değişimler 92

Şekil 4.31: Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizine göre Devrekani istasyonunun kar yağışlı günler dizisindeki eğilim 92

Şekil 5.1: Türkiye'de kar yağışlı günler araştırması - arazi çalışma güzergahı……..…..96

TABLOLAR

Tablo 1: Araştırmada kullanılan veriler ve özellikleri……..…….……18

Tablo 4.4.1: Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların yağış rejim bölgelerine göre dağılışı…..……..…..…….…..…...93

Tablo 4.4.2: Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların yükselti basamaklarına göre dağılışı……..…..…….……..……..…..…94

Tablo 4.4.3: Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların bölgelere göre dağılışı…….……..……..…..……..…94

Tablo 4.4.4: Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların havzalara göre dağılışı…….…….……..…….……..…….95

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf 1: Uludağ (Bursa) çıkışında yaklaşık 1500 m den sonra orman altı gölgelik alanda kalan kar örtüsü…….…….……...…..…….…….…….…98

Fotoğraf 2: Bursa / Uludağ Kayak Merkezi – tepeden bir görünüm……..…..……..……98

Fotoğraf 3: Bolu / Kartalkaya Kayak Merkezi…….…..…….…….…….…..…..99

Fotoğraf 4: Çankırı-Kastamonu/ Ilgaz Dağları zirvelerinden Küçükhacet (yakın olan) ve Büyükhacet (2587 m) kuzey bakıda ve orman üst sınırından sonra genişleyen kar örtüsü……..100

Fotoğraf 5: Kastamonu meteoroloji istasyonu ve çevresindeki yapılaşma örnekleri101

Fotoğraf 6: Kastamonu/Devrekâni meteoroloji istasyonu ve çevresinde meteorolojik gözlemleri olumsuz etkileyecek etmenlerin olmaması durumu görülmekte……..101

Fotoğraf 7: Ardeşen'de (Rize) Kaçkar Dağı (3932 m) kaynaklı kar erimelerinden beslenen Fırtına Deresi…….……...……...…….102

Fotoğraf 8: Çoruh Nehri'nin kar erimeleriyle beslenen coşkun akışının Borçka yerleşmesi içinde dizginlenmeye çalışılmış durumu……103

Fotoğraf 9: Şavşat Ardahan yolu üzerinde yer alan Yavuz K. Yakınlarından Yalnızçam Dağlarının kuzey yamaçlarında kar örtüleri ve kar erimesi sonucunda coşkun akan dereler…….104

Fotoğraf 10: Şavşat ile Ardahan geçişinde Yalnızçam Dağlarının güney yamaçlarında (1850 m, Ardahan 10 km) eriyen kar sularıyla beslenen dereler……...104

Fotoğraf 11: Iğdır Ovasından (860 m) Ağrı Dağı'na (5137 m) gidildikçe, 4200 m'yi geçen göreli yükselti farkı nedeniyle, hiç kar olmayan bir ortamdan kalıcı kar örtüsüne geçiş...105

Fotoğraf 12: Yusufeli yerleşmesinin içinden geçerek Çoruh N.'ne ulaşan Altıparmak Ç. Kaçkar D. (3932 m) ve çevresindeki kar örtüsünün erimesinden beslendiği için yüksek akım değerine sahiptir……..…….…….……..……..106

Fotoğraf 13: Yusufeli ile İspir arasında vadinin daraldığı kesimlerde Çoruh N.'nin yüksek debili akış…….…….…….106

Fotoğraf 14: Hakkari güneyinde Çığlı (Zab) N.'nin kar erimeleri ile beslenen yüksek debili akışı…….…….……..…..…….……...…….107

Fotoğraf 13: Ovit Geçidi çıkışında çiçekler ve kar örtüsünün bir arada görülebildiği ve mekansal değişimi çok iyi ifade eden bir durum…….…..…….……..……..…..…108

Fotoğraf 14: Ovit Geçidi Karadeniz üzerinden sokulan hava kütlelerinin topografyanın etkisiyle oluşan bulut/sis…….…….……..……..…..……..108

Fotoğraf 15: Doğu Karadeniz Dağları üzerindeki kar örtüsü ve kar erime suları….....109

Fotoğraf 16: Nemrut D.'nın (Sivri T. 2935 m) güney yamaçlarında yaklaşık 2000 m'de topografyanın durumuna göre varlığını sürdürebilen kar örtüsü……109

Fotoğraf 17: Yüksekova (Hakkari, 2 000 m) düzlüklerinden üzerinde kalıcı kar ve buzulların oluşabildiği Buzul D.'nın (Cilo, 4135 m) görünüşü…….110

Fotoğraf 18: Erciyes D. (3917 m) İç Anadolu bölgesinde 2800 m'yi geçen göreli yükselti farkıyla üzerinde kar örtüsünün oluşmasına ortam hazırlamıştır……...110

Fotoğraf 19: Denizli kuzeybatısından Ortaca D. (1866 m) ve çevresindeki yükseltilerde yükseklerde ve kuzey bakıda bulunan çukurluklarda arazi çalışması sırasında varlığını devam ettiren kar örtüleri……...111

EKLER

Ek 1 : İstasyon özellikleri…….123

Ek 2 : Türkiye yıllık toplam kar yağışlı günlerinin zamansal anlamlık veren çeşitli istasyonlarına uygulanan En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Analizi ve 9 Noktalı Gaussian Süzgeci grafikleri……127

Ek 3 : Türkiye yıllık toplam kar yağışlı günlerinin zamansal anlamlık veren çeşitli istasyonlarına uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizlerine göre kar yağışlı günler dizisindeki eğilim……132

1 GİRİŞ

Yersistemi birçok bileşeni bir arada bulunduran bir bütündür. Coğrafya biliminde yersistemi bileşenleri arasındaki etkileşim ele alınmaktadır. Bu bağlamda yersistemi; katı, sıvı, gaz, canlı ve sosyal küre gibi birçok bileşeni bir arada bulunduran, yaşama elverişli olduğu bilinen tek sistemdir. Yersisteminde bileşenlerin işleyişi, sistem içindeki etkileşimlere bağlı olarak güneşten gelen enerji ile oluşan döngüler sonucu gerçekleşir. Bu döngüler; enerji, su ve madde döngüleri olarak özetlenebilir. Coğrafyanın amacı; yersisteminde doğal-sosyal ortamlar arasındaki etkileşim ile bu etkileşimin alana ve zamana dağılışını incelemektir (Koç 2008). İnsan-ortam etkileşiminin olumsuz bir sonucu olarak küresel ısınma, buna bağlı kuraklaşma ve su kıtlığı dünyada çözüm aranan sorunların başında gelmektedir (Türkeş 2008a-b). Bu gerçekten hareketle doğal ortamı oluşturan bileşenlerden biri olması ve su döngüsündeki önemli rolü nedeniyle kar yağışının Türkiye'deki özelliklerini, alansal dağılışını ve zamansal değişimini saptamaya çalışmak kaçınılmaz gereklilik olarak gündeme gelmektedir. Böylece; kar yağışı özelliklerini açıklayarak doğal ortamı anlamak, sosyal ortam ile etkileşimini açıklamak kolaylaşacaktır.

Dünyayı tehdit eden çevre sorunlarının başında gelen 'küresel ısınma ve bunu bir sonucu olan iklim değişikliği' insanlığın artık inkâr edilemez bir gerçekliği olmuştur. Küresel ısınma dünyanın her yerinde henüz tam anlamıyla yaşanmamış olsa da, ekonomik, ekolojik ve sosyolojik sorunları beraberinde getirecektir (Doğan 2005; Türkeş 2008a-b). Fosil yakıt tüketimi, ormansızlaşma, arazi kullanımı değişiklikleri ve sanayi süreçleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısı ile dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmıştır (Türkeş vd. 2000; Türkeş 2001; Türkeş 2008a). İklim değişikliği, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde, 'karşılaştırılabilir bir zaman

döneminde gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik' biçiminde tanımlanmıştır (Türkeş 2008a). Türkiye subtropikal ile ılıman kuşaklar arasında geçişte bulunması ve iklim özelliklerinde gözlenen alansal değişkenlik nedeniyle olası iklim değişikliğinden en fazla etkilenebilecek ülkelerden biridir. Doğal konumu olarak üç tarafından denizlerle çevrili olması, parçalanmış bir topografyaya sahip bulunması ve orografik özellikleri nedeniyle, Türkiye'nin farklı bölgeleri iklim değişikliğinden farklı biçimde ve değişik derecelerde etkilenecektir (Türkeş 2001; Öztürk 2002). Bu nedenle, hava olaylarının kısa süreli öngörülerinin yapılması, insan yaşamı için önemli kabul edilmektedir. Bu da atmosfere ilişkin bilgilerin oldukça kesin bir doğrulukla bilinmesine bağlıdır (Türkeş 2008a). Türkiye'de kar yağışı klimatolojisinin özelliklerinin alansal ve zamansal değişiminin bilinmesi hem Türkiye'nin iklim özelliklerini anlamak hem de küresel iklim değişiminin etkilerini ortaya koyma bakımından gerekliliktir.

Doğal süreçleri anlamak, yorumlamak ve bunları kendi yaşamı açısından değerlendirmek, insanın tarih boyunca süre gelen bir uğraşı olmuştur. Başlangıçta merak ve bazı ihtiyaçlar nedeni ile yapılan bilimsel araştırmalar son süreçte insanlığın yaşadığı çevre sorunları ve küresel iklim değişikliği gibi temel sorunlar nedeniyle artık kaçınılmaz bir zorunluluk olmuştur. Doğal ve sosyal ortamların etkileşiminden kaynaklanan iklim değişikliğinin, dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir sorun olduğu belirlenmiştir (Apak ve Ubay 2007). Dünyada ve Türkiye'de iklim değişikliğinin etkileri gündeme geldiğinde olası gelişmeler, Türkeş (2001), Apak ve Ubay (2007) başta olmak üzere değişik çalışmalar ile ortaya konulmaktadır. Türkiye'nin iklim değişikliğinden etkilenmesi sürecinde sıcaklıklardaki artış ve yağışlardaki azalmaya bağlı olarak, öncelikle su kaynakları açısından etkileneceği vurgulanmaktadır (Koç 2001, Türkeş 2001, Apak ve Ubay 2007, Türkeş 2008a-b). Türkiye'nin yağış özelliklerindeki değişim pek çok yönü ile ele alınan ve ayrıntıları ile çalışılmaya devam edilen bir konudur (Türkeş 1996, Türkeş 1998a-b, Türkeş vd. 2007, Türkeş vd. 2009). Havza, su ve toprak kaynaklarının yönetiminde yağış özelliklerinin bilinmesi gerekli olmakla birlikte yeterli değildir. Meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık özelliklerinin bilinerek havza, su ve toprak kaynaklarının yönetiminin planlanmasında, yağış özellikleri yanı sıra kar yağışı özelliklerinin de bilinmesi kaçınılmaz bir gerekliliktir (Barry vd. 1995, Derksen ve

LeDrew 2000, Tekeli vd. 2005). Bununla birlikte Öngör (1955), Erinç (1957), Onur (1964) ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ 1970)'nin çalışmaları dışında Türkiye'nin kar yağışı özellikleri ile ilgili bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Ulaşılan çalışmalardan bütün Türkiye'yi kapsayanlar eski; güncel çalışmalar ise dar alanlıdır.

Gerçekleştirilen kaynak taramasında iklim ve iklim değişikliği ile ilgili çalışmalar yanında kar yağışı özellikleri ile ilgili kaynaklara da ulaşılmıştır. Ancak kar kalınlığı ve kar örtüsüyle ilgili birçok çalışma olmasına rağmen kar yağışlı günlerle ilgili çok az çalışma bulunabilmiştir. Bazı çalışmalarda kar yağışlı günlere kısa değinmeler yapılışı, kar örtüsü ve kar kalınlığını açıklama noktasında gereklilik göstermesi durumunda olduğundan, kapsamı oldukça dardır. Türkiye'de kar yağışı özellikleriyle ilgili ulaşılan çalışmaların en yenisinin DMİ (1970) tarafından kırk yıl önce gerçekleştirilmiş olması güncel çalışma ihtiyacını ortaya koyan bir başka durumdur. Türkiye'de kar klimatolojisi açısından durumu özetlemek gerekirse karla örtülü gün ve kar kalınlığı konularında yeterli ve güncel değildir, kar yağışının başlangıç ve bitişleriyle, kar yağışlı günler konusunda ise yok sayılabilecek derece azdır.

1.1 Önceki Çalışmalar

Araştırmanın bu aşamasında, genel olarak konuya daha yakın görülen, hem fikir edinme hem de yöntem geliştirme konusunda yardımcı olabileceği düşünülen kaynaklara yer verilmiştir. Dünyada ve Türkiye'de kar yağışıyla ilgili ulaşılabilen çalışmalar, kapsam, dönem ve sonuç bilgilerini de kapsayacak şekilde, alfabetik olarak sıralanmıştır.

Akyürek ve Şorman (2002) tarafından uydu verilerinden yararlanılarak Fırat Nehri havzası yukarı kesiminde kar örtüsünün özellikleri ele alınmıştır. Araştırmada ulaşılan uydu verileri ulusal koordinat sistemine uyumlu hale getirildikten sonra, 1998 yılı için değerlendirme yapılmış ve kar örtüsünün alana ve yükseltiye bağlı değişimi ortaya konulmuştur.

Bamzai ve Shukla (1999) tarafından 22 yıllık uydu verilerinden yararlanılarak Avrasya kar örtüsü ile Hindistan musonları arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Araştırma sonucunda Avrasya ve Himalaya dağlarındaki kar örtüsü ile Güneydoğu Asya yaz musonları arasında kayda değer bir ilişkinin belirlenemediği ifade edilmektedir.

Barry, Fallot, ve Armstrong (1995) 20. yy.da sera gazlarının artışına bağlı olarak gerçekleşen küresel ısınma nedeniyle, kar örtüsü özelliklerinde de değişmenin beklenebileceğini vurgulamışlardır. Bu durumun nedeni olarak da mevsimlik kar örtüsünün, iklimin önemli bir bileşeni ve aynı zamanda iklim değişiminin önemli bir göstergesi olmasını göstermişlerdir. Araştırmada altı çizilen ilişkiden hareketle uydu verileri ya da istasyon gözlemlerinden yararlanılarak, mevsimlik kar örtüsünün değişiminin araştırılması gerektiğinin altı çizilmiştir.

Borhan ve Kadıoğlu (1998) tarafından yapılan bu araştırmada Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da çığ olaylarının oluşum şartları değerlendirilmiştir. Araştırmada değerlendirilen 37 çığdan 30 tanesinin, cephesel alçak basınçların etkisi ile oluştuğu ve bundan hareketle çığ olayının değerlendirilmesinde sinoptik şartların dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Brown ve Goodison (1996) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 1915–1992 yılları arasındaki dönemde, Kanada'nın düzenlenmiş kar örtüsü verilerinden yararlanılarak yıllar arasındaki değişim ele alınmıştır. Çalışma sonucunda, Kanada'da kar örtüsünün genel hatlarıyla azalma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Araştırmada Kanada'nın kar örtüsü ile atmosferik dolaşım sistemleri ilişkisi de sorgulanmış ve Pasifik-Kuzey Amerika dolaşım sisteminin pozitif döneminde, Kanada'da kar örtüsünün azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Brown ve Braaten (1998) Kanada Atmosfer ve Çevre Kurumunun verilerinden yararlanarak, günlük ve haftalık kar kalınlığının alana ve zamana göre değişimini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, Kanada'da 1946–1995 arasındaki süreçte kış döneminde, özellikle Şubat ve Mart aylarında kar kalınlıklarında anlamlı bir azalma olduğu belirlenmiştir.

Brown (2000) Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Eski Sovyetler Birliği ve Çin verileriyle kuzey yarımkürede 40–60 enlemleri arasındaki alanda düzenlenmiş kar örtüsü verilerinden yararlanarak 1915–1997 döneminde kar örtüsünün değişkenliğini ele almıştır. Araştırma sonucunda Rusya'da kar kalınlığı ve yağışlarda artış eğilimi belirlenmiştir. Çalışmanın bir diğer sonucu olarak, Kuzey Amerika kar örtüsünde 1980 ve 1990'ların başından itibaren düzenli bir azalma belirlenmiştir. Avrasya'da ise özellikle Mart ve Nisan aylarında kar örtüsünde azalma eğiliminin belirlendiği ifade edilmiştir.

Brown ve Petkova (2007) tarafından Bulgaristan dağlık alanındaki 15 klimatoloji istasyonunda kar örtüsünün alana ve zamana göre değişimi ele alınmıştır (1931–2000). Araştırmada istasyonlar 1000 m altı, 1000–1500 m ve 1500 m üstü olarak üç grup halinde incelenmiştir. Araştırmada kar örtüsü ile atmosferik dolaşım sistemi arasındaki ilişki de ele alınmıştır. Sonuç olarak Bulgaristan'da incelenen istasyonlardaki kar örtüsünün özelliklerinin birincil olarak atmosferik dolaşım sistemi tarafından belirlendiği vurgulanmıştır.

Brown, Derksen ve Wang (2007) Bu çalışmada, Kuzey Kanada üzerinde, bahar aylarındaki kar örtüsünün yerde kalış süresindeki değişkenlikler uydudan gözlenerek elde edilen veri kümleriyle çalışılmıştır. Günlük ve haftalık kayıtlardan (1979–2004) yararlanılarak kar haritaları türetilmiştir. Uydu verileri ile asıl yerinde yapılan ölçümler değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan uydu verilerinin, Kanada'da gerçek kar örtüsünün dağılışını temsil edebilecek nitelikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Butler ve Walsh (1990) çığ olayının, yapısal özellikler ile ilişkisini incelenmişlerdir. Çalışmada gözlenen çığların % 50'sinin dioritler üzerinde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Campbell ve Langevin (1995) kar yağışı sonucunda oluşan örtünün, yerleşmelerde bir sorun olarak tanımlandığını vurgulanmışlardır. Bundan hareketle, kar yağışı sonucu oluşan örtünün uzaklaştırılması ile ilgili sorunlar ve çözümleri sorgulanmıştır.

Chaoimh (1998) tarafından Avrupa kar örtüsünün ilkbahar ve yaz sıcaklıkları üzerindeki etkisi ele alınmıştır. Araştırma sonucunda Avrupa kar örtüsünün Nisan

sıcaklıklarını doğrudan, Temmuz sıcaklıklarını ise dolaylı olarak anlamlı bir şekilde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Crurch (1993) Kar yağışı gözlem yöntemleri hakkında genel uygulama bilgisi veren çalışmada Kanada'da gerçekleştirilen kar yağışı gözlem uygulamaları açıklanmıştır.

Derksen ve Ledrew (2000) karasal kar örtüsünün klimatolojik ve hidrolojik süreçleri etkilemesi nedeniyle küresel jeofizik özellikler bakımından önemli olduğunu vurgulamışlardır. Kar örtüsündeki alansal ve zamansal değişimin uydu görüntüleri ile belirlenebildiğini ifade eden çalışmada daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç olduğunun altı çizilmiştir.

DMİ (1970) çalışmasında kar örtüsü ölçümlerinin ne şekilde yapıldığı, hangi durumlarda o günün kar örtülü gün olarak kabul edildiği anlatılmıştır. Ankara istasyonu örneği ile kar örtüsü tarihleri, kar örtülü günler, kar örtüsü yükseklikleri ve kar örtüsü eriyişleri çalışılmış ve ölçümler örneklendirilmiştir. Ayrıca kar tabakası su değerleri ölçümleri hakkında da kısa bilgiye yer verilmiştir.

Dyer ve Mote (2006) tarafından Kuzey Amerika'da kar kalınlığının alana ve zamana göre değişimi araştırılmıştır (1960–2000). Araştırma sonucunda kar kalınlığındaki değişmenin en az olduğu Ocak ayından başlayarak Şubat, Mart ve Nisan ayına doğru, şiddeti giderek artan bir şekilde, belirgin bir azalma eğilimi gözlendiği belirtilmiştir.

DSİ (2008) bünyesinde gerçekleştirilen kar hidrolojisi konferansında karla ilgili birçok çalışma yapılmış, bu çalışmalar hem mühendislik, hem coğrafi, hem de afet boyutu gibi birçok konuda ele alınmıştır.

Erinç (1957) çalışmasında öncelikle bir iklim elemanı olarak kar ölçümleri ile ilgili bilgi vermiştir. Daha sonra kar yağışı ve kar özellikleri ile bu özelliklerin Türkiye ölçeğinde ulaşılabilen ilk çalışmasını gerçekleştirmiştir. Erinç (1957) bu çalışmasında, kar yağışı özellikleri ile ilgili Türkiye haritaları hazırlamıştır.

Falarz (2004) bu araştırmasında, Polonya'da 50 kış döneminde (1948–1998) kar örtüsünün 1 cm'den kalın olduğu karla örtülü günler sayısının değişimi ve değişkenliğini ele almıştır. Araştırma sonucunda 20. yy.ın ikinci yarısından itibaren kar örtüsünde bir azalma ve değişkenliğinde bir artış eğilimi görüldüğü bilgisine ulaşılmıştır.

Falarz (2007) bu çalışmada, 20. yy.da Polonya'da genel ve orta ölçekli atmosferik dolaşımların, kalıcı kar örtüsü üzerine etkilerini ve kar örtüsündeki mevsimsel maksimum kalınlığı araştırmıştır. Araştırmada şu dört soruya yanıt aranmıştır: 1. Polonya'da kalıcı kar örtüsü değişkenliğinde makro dolaşımlar mı, orta ölçekli atmosferik dolaşımlar mı etkindir? 2. Kar örtüsü değişkenliği ve değişimde güneyli adveksiyonlar mı, bölgesel adveksiyonlar mı egemendir? 3. Atmosferik dolaşım–kar örtüsü ilişkisi, dolaşımla devir değiştirdi mi ya da aynı mı kaldı? 4. Polonya'da gelecek kış mevsimi atmosferik dolaşım koşulları ve kar örtüsü arasındaki ilişkiyi tahmin etme olanağı var mı? Ulaşılan sonuç ise; 20. yy.da Avrupa üzerinde bölgesel/güneyli adveksiyonlardaki şiddetli değişim periyodu ile kar örtüsündeki değişkenliğin kabaca atmosferik dolaşım devrelerine uyduğudur.

Garcia ve Barriopedrp (2006) tarafından kuzey yarımkürede kar örtüsü ile atmosferik blok oluşumu şartları arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Sonuç olarak, gelişen atmosferik blok şartlarının oluşumunun, Ekim ayında kar örtüsünün oluşum şartlarını hazırladığı belirlenmiştir.

Gürer, Tuncel, Yavaş, Erengilge ve Sayın (1995) tarafından 1992 yılında 25–30 Aralık arasında, Kastamonu ile Sinop çevresinde geçekleşen, 16 kişinin öldüğü ve iki kişinin yaralandığı kar çığı olayı incelenmiştir. Bu kar çığı olayının oluşmasında, meteorolojik ve jeomorfolojik özelliklerin belirleyici olduğunun altı çizilmiştir.

Gürer (1998) kar çığı olayının doğal afetlerden biri olduğunu vurgulayarak, bu konuda Türkiye'de, Fransa ve İsviçre'nin de katılımı ile yürütülen proje hakkında bilgi vermiştir.

Iwasaki (1991) yıllar arasındaki kış kar örtüsü değişimini 1967–1987 döneminde kuzey yarımküre ölçeğinde değerlendirmiştir. Araştırmada ayrıca kar yağışının yoğun ve az yoğun olduğu kış dönemleri de çalışılmıştır. Özellikle Avrasya'nın doğusunda olmak

üzere kar örtüsünde ve Şubat-Mart aylarında kar yağışı yoğunluğunda, anlamlı bir azalma belirlenmiştir. Bu araştırmada Avrasya ve Amerika'da görülen kar yağışı ve kar örtüsü özellikleri arasında da ilişki olduğu vurgulanmıştır.

Jaagus (1997) Estonya geneli ile ilgili gerçekleştirdiği çalışmada, 100 meteoroloji istasyonu verisinden yararlanarak, kar örtüsünün değişik senaryolardan hareketle küresel ısınmadan etkilenmesine bağlı olarak alan ve zamana göre değişimini incelemiştir. Estonya'nın kar örtüsü istasyon ölçüm verileri, oluşturulan grid sistemi ile alansal veri haline getirilerek sorgulanmıştır. Estonya'da kar örtüsünün değişik senaryolara göre küresel ısınmadan etkileneceği ve bu etkinin öncelikle kıyı kesiminde daha belirgin olarak gözleneceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kadıoğlu ve Şen (1999) sayılı günlerin özelliklerini belirlemenin iklim, tarım, mimari, enerji ve askeri alanlarda önemli katkısı olacağını vurgulamışlardır. Bu çalışmada dereceli günlerin değerlendirilmesinde bir istatistik yöntem olan Markov süreçleri, Türkiye'de değişik iklim bölgelerindeki istasyonlarda sıcaklık verilerine uygulanmıştır.

Kartum, Koç ve Türkeş (2011) Türkiye'de kar yağışlarının başlangıç ve bitiş tarihlerinde gözlenen değişiklikler ve eğilimleri araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda genel anlamda kar yağışlı dönemde anlamlı azalmalar tespit edilmiştir.

Kartum ve Koç (2011) Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişim özellikleri başlıklı çalışmada, kar yağışlı günlerin zaman içerisinde nasıl bir gidiş gösterdiğini araştırmış; uzun yıllık dönemde kar yağışlı günlerde anlamlık veren istasyonlarda baskın olarak azalma eğilimi saptamışlardır.

Klein (1949) Kanada'da kar yağışı gözlemleri üzerine bir değerlendirme yapmıştır. Kanada'da kar yağışının hem alansal hem de zamansal değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır.

Koç ve Kartum (2009) Türkiye'de kar yağışlı günlerin özellikleri ve dağılışına ilişkin yapmış oldukları çalışmada, kar yağışlı günlerin alansallığını sorgulamışlardır. Mevsimsel olarak hazırlanan haritalarla, alansal dağılım üzerindeki durum ortaya konulmuştur.

Laternser ve Schneebeli (2003) İsviçre Alplerinde (1931–1999) ortalama kar kalınlığı, kar örtülü ve kar yağışlı günlerin değişimini araştırmışlardır. İsviçre Alplerinde kar yağışı özelliklerinde, özellikle 1950 ve 1970'ler olmak üzere 1980'lerin başlarına kadar aşamalı bir artış belirlenmiştir. Bununla birlikte 1980'lerin başlarından itibaren yüzyılın sonuna kadar olan süreçte istatistik bakımından anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Yine aynı araştırmada, kar örtüsü azalırken şiddetli kış yağışlarının arttığı vurgulanmıştır. Araştırma alnında elde edilen sonuçların kuzey yarımküre ile ilgili elde edilen sonuçlar ile paralellik gösterdiği belirtilmiştir.

Nghiem ve Tsai (2001) araştırmalarında, yer kaynaklı belli dalga boyundaki enerjinin kullanılarak, küresel ölçekte kar örtüsünün ölçülüp ölçülemeyeceğini sorgulanmışlardır. Araştırmacılar tarafından önerilen yer kaynaklı enerji ile kar örtüsünün güvenli bir şekilde gözlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Onur (1964) tarafından doktora tezi çalışması olarak gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye geneline ait olan, yaklaşık olarak 1930–1958 yılları arasındaki verilerden yararlanılarak; kar yağışlı günler, karla örtülü günler ve kar kalınlığı değerlendirilmiştir. Araştırmada, eldeki verilerden hareketle Türkiye dağılış haritaları hazırlanarak analizleri yapılmıştır. Kar yağışı özelliklerinin yıllar arasındaki karşılaştırmasının da yapıldığı çalışmada, Türkiye'nin kar klimatolojisi ile ilgili başlangıç niteliğinde ayrıntılı değerlendirmeler yapılmıştır. Bunlara ek olarak araştırma pek çok arazi çalışmaları yanında Elmadağ'da yapılan yerinde gözlemler ile de desteklenmiştir. Aynı zamanda kar yağışı özelliklerinin uygulama ile de bağlantısını kurarak konunun önemini vurgulamıştır.

Öngör (1955) kar gözlemlerinin yapılma şekli ve bu verilerin nasıl değerlendirilebileceği konusunda yöntem bilgisi vermiştir.

Pielke, Liston, Chapman ve Robinson (2004) araştırmada Arktik bölgedeki buz ve kar örtüsünün değişimini, 1980–2002 yılları arasında ele almışlardır. Araştırma sonucunda Kuzey Yarımküre'nin Arktik bölgesinde kar örtüsünde bir azalma eğilimin belirlendiği vurgulanmaktadır.

Pivot, Kergomard ve Duguay (2002) tarafından Kanada'nın Matitoba eyaleti Churchill alanında gerçekleştirilen çalışma, özel algılayıcılar kullanılarak kar örtüsünün belirlenmesi araştırmasıdır.

Qin, Lui, ve Li (2006) Çin'in batısında uydu ve meteoroloji istasyonlarının (106 istasyon) karla örtülü gün sayılarından yararlanarak, 47 yıllık (1951–1997) dönemdeki kar örtüsünün alansal ve zamansal değişimini incelemişlerdir. Çin'in batısında kar örtüsünün yıllar arasındaki değişiminde küçük bir artış eğilimi olduğu belirlenmiştir.

Rikiishi, Hashiya ve Imai (2004) 1972–2000 döneminde uydu verilerinden yararlanarak kuzey yarımkürede karla örtülü dönemin doğrusal eğimini incelemişlerdir. Bu araştırmada, 1970'ler ile karşılaştırıldığında, kar örtüsünün geç oluşması ve erken erimesi nedeniyle karla örtülü alanda ve kar örtülü mevsimin uzunluğunda, son yirmi yılda (1980 ve 1990'lar) belirgin bir azalma belirlenmiştir. Araştırmada geç oluşan kar örtüsü ve erken kar erimesinin nedeninin küresel ısınma olduğu vurgulanmıştır.

Robinson ve Frei (2000) bu çalışmada, son 30 yıl boyunca Kuzey Yarımküre kıtalarında kar örtüsünün alansal ve zamansal değişimlerini uydu verileri kullanarak ortaya koymuşlardır. Yarımküre-atmosferik dolaşım ölçeğini anlayabilmek için, güvenilir bir gösterge olarak kıtasal kar alanlarında kritik hava ve hidroloji tahminleri yapılmış; iklimsel değişkenlik ve değişikliği anlayabilmek için ise termik değişimler ve bölgesel kar alanları kullanılmıştır. Araştırma sonucunda özellikle 1980'lerin ortalarından sonra kar örtüsünde azalma eğiliminin gözlendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Scott, Dawson ve Jones (2007) kar örtüsünün kış turizmi için belirleyici olduğunu vurgulayarak Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nin kuzeyinde olası kar örtüsündeki azalmanın ekonomik sonuçlarını ele almışlardır. ABD kuzeyinde kış turizmi etkinlikleri dönemlerinin kısalması sonucunda, önemli ekonomik kayıpların olacağı ve bu durumun da

kış turizmi sektörünü etkileyeceği belirtilmiştir. Araştırmada bu sonuçlardan hareketle, ekonomik kayıpları engellemek için önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Skaugen, Beldring ve Udnaes (2003) tarafından Norveç'te seçilmiş üç alanda kar örtüsünün alansal değişimi araştırılmıştır. Araştırma alanlarında, belirlenmiş alanlardan hareketle, çalışılan üç alanda da kar örtüsünde azalma eğilimi saptanmıştır.

Tekeli, Şorman, Şensoy, Şorman, Bonta ve Schaefer (2005) bu çalışmada, Türkiye'nin doğusundaki Fırat ve Dicle nehirlerini besleyen havzalara ait kar çalışmalarının azlığından dolayı, lizimetre ile kar erimesinden artan suyun ölçümlerini yapmış; bölgeye ait gerçek zamanlı kar erime lizimetresinin tasarım ve performans değerlendirmesini, ilk kez bu makalede sunmuşlardır.

Tekeli, Akyürek, Şensoy, Şorman, ve Şorman (2005) Fırat Nehri havzası yukarı kesiminde (10 216 km^2) 1997 ve 1998 su yıllarında uydu verilerinden yararlanarak, kar erimesi konusunun öngörülmesi çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda uydu verilerinin erime döneminin erken ve orta döneminde, önemli bilgiler sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tekeli, Akyürek, Şorman, Şensoy ve Şorman (2005) tarafından Mezopotamya'nın yaşam kaynağı olduğunu vurguladıkları Fırat ve Dicle nehirlerinin kaynak kısmında, uzaktan algılama yöntemleri ile kar örtüsü ve özelliklerinin belirlenmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın ilk sonuçları olarak, kullanılan modelin Türkiye havzalarında kar erimesi sonucu akışa geçecek suyun belirlenmesinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Wulder, Nelson, Derksen ve Seemann (2007) tarafından 24 kış mevsiminde (1978–2002) Kanada'nın karasal alanlarındaki alçak sahalarında belirlenen ekolojik alt bölgelerde yapay zeka sistemleri kullanılarak kar örtüsünü gözleme ve değişimini belirleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Zakrisson (1981) İsveç'te dağlık alanlarda buzul örtüsünün dışında kalan fakat kış döneminde kar ile kaplanan alandaki kar örtüsünün değişimi incelenmiştir (1971–1980).

Araştırma alanında özellikle erime döneminde kar örtüsünün azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen kaynakça değerlendirmesinde kar yağışı ve özelliklerinin hem iklim değişikliği göstergesi hem de su kaynağı olarak ele alınması güncel olarak çalışılan bir konudur. Değişik ölçekte gerçekleştirilen çalışmaların yaklaşık yarısı istasyon ölçümlerinden çalışırken diğer yarısı da uydu verilerinden yararlanarak sonuca ulaşmışlardır. Değerlendirilen çalışmaların ortak sonucu olarak kar yağışı ve özelliklerinin iklim değişikliğinden etkilendiği, son 20–30 yıllık süreçte kar yağışlı ve karla örtülü günlerde azalma, kar kalınlığı ve karla kaplı alanlarda ise bir daralma olduğu ve bu gelişmelerin doğal-sosyal ortam için önemli etken olduğu gerçeğidir. Dünya, Kuzey Yarımküre ve Avrasya ile ilgili çalışmalarda Türkiye ya hiç çalışılmamış ya da değerlendirilmemiştir. Koç ve Kartum (2009 ve 2011); Kartum, Koç ve Türkeş (2011) tarafından yapılan çalışmalar ise Türkiye'de kar yağışlı günler klimatolojisi için giriş niteliğinde araştırmalardır.

1.2 Amaç ve Hedefler

Türkiye'de kar yağışı özellikleri ile ilgili çalışmalar (Erinç 1957, Onur 1964, DMİ 1970), gerçekleştirildikleri zamana göre kapsamlı ve nitelikli çalışmalar olmakla birlikte hem güncel olmamaları hem de karar verme sürecinde yeterli veriyi oluşturmamaları nedeniyle, konu üzerinde durulması ihtiyacı hissettirmişlerdir. Ulaşılabilen kaynaklar değerlendirildiğinde çalışma, bu içerikte ve güncellikte Türkiye'deki ilk çalışma niteliğindedir. Türkiye kar yağışı özellikleri ile ilgili yeterli çalışmaların bulunmaması havza, su ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının planlanmasında kısıtlılıklara neden olabilecek bir sorundur. Belirlenen bu sorun, Türkiye ikliminin bir bileşeni olarak kar yağışı özelliklerinin ortaya konulması amaçlı bir çalışmaya yönelmeye neden olmuştur. Türkiye'de kar yağışlı günlerin özelliklerini ele alarak, alana ve zamana göre değişimini inceleyen çalışma ile Türkiye'nin geneli, coğrafi bölgeleri, yağış rejim bölgeleri, yükselti basamakları ve akarsu havzalarına göre kar yağışlı günlerin özellikleri belirlenmiştir. Araştırmada sırasıyla kar yağışlarının başlangıç ve bitiş dönem özellikleri, kar yağışlı

günlerin alansal dağılışı ve kar yağışlı günlerin zamansal değişim özellikleri çalışılmıştır. Böylece Türkiye su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için, temel fakat eksikliği hissedilen verilerden biri sağlanmış olması hedeflenmiştir. Belirlenen hedeflere ulaşılmaya çalışılan araştırmanın amaçları aşağıdaki başlıklar halinde ifade edilebilir;

1. Türkiye'de kar yağışlarının başlangıç ve bitiş özellikleriyle değişimini belirlemek.
2. Türkiye'de kar yağışlı günlerin alansal dağılımını belirlemek,
3. Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişimini saptamak,
4. Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminin alansal ilişkisini belirlemek.

Araştırmanın amacına ulaşması durumunda Türkiye kar klimatolojisi açısından var olan eksikliğin giderilmesine katkısı yanında Avrasya, Kuzey Yarımküre ve dünyada da kar yağışı özelliklerinin anlaşılmasına bilimsel katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Türkiye'de kar yağış ölçüm verileri sıcaklık ve yağışta olduğu gibi çok eski tarihlere dayanmaz ve ölçümler kesintiye uğrar. Kar yağış ölçümleri DMİ, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından değişik amaçlarla yapılır. DMİ bünyesinde yapılan en eski kar yağış verileri Ankara'ya aittir ve 1930 yılında ölçüme başlanmıştır diyebiliriz. EİE bünyesinde Türkiye genelinde sadece kar yağış ölçümleri yapan 90 istasyon vardır. Bu istasyonların 01.01.2008 tarihindeki son kayıtlara göre 54 tanesi hala ölçüme devam etmekteyken 36 tanesi ise kapanmıştır. EİE bünyesindeki en eski tarihli kar ölçüm istasyonları 1964 yılında ölçüme başlamış olup, Fırat-Dicle Havzasında kurulmuş olanlarıdır. DSİ bünyesinde ise 115 kar ölçüm istasyonu bulunur.

Ülkemizde küresel iklim değişikliğinin ve buna bağlı olarak meteoroloji biliminin çok konuşulduğu bir dönemde, Havza Yönetimi çerçevesinde karla gelen avantaj ve dezavantajlar ile mevcut durum ve uygulamaların daha geniş bir bakış açısı içinde gözden geçirilmesi faydalı olacaktır (DSİ 2008).

Coğrafi ortamda gerçekleştirilen bütün etkinlikler fiziki coğrafi ortamın potansiyelini kullanmakta ve özelliklerinden etkilenmektedir. Bu nedenledir ki dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de doğal, sosyal ve ekonomik bütün etkinlikler fiziki coğrafya bileşenlerinin bilinmesi durumunda sürdürülebilir olarak planlanabilir. Bu çalışma ile fiziki coğrafya özelliklerinin temel bileşeni olan, Türkiye iklim özelliklerinin açıklanmasında eksik olan kar yağışı özelliklerinin belirlenmesi çalışmalarına katkıda bulunulacaktır. Bu paralelde küresel ısınmadan etkilenmesi beklenen Türkiye'de (Türkeş 2008a) kar yağışlı günlerin zamansal değişimi ele alınarak bu beklentinin doğruluğu sorgulanmış olacaktır.

Avrupa ülkeleriyle kıyaslandığında, Türkiye'nin nüfus ve yüzölçümünün büyük olması, subtropikal kuşakta yer alması, küresel iklim değişikliği beraberinde beklenen, kuraklaşma ve buna bağlı yan problem olan gıda güvenliği sorunları ile karşı karşıya kalma riskini gündeme getirmektedir. Herhangi bir yerde, yılın herhangi bir ayında az veya hiç yağış olmaması o yerde kuraklığın olduğunu göstermez. Çünkü kuraklığın başlaması için, o aydan itibaren uzun bir dönem yağışın meydana gelmemesi veya geçmişe dönük uzun yıllar boyunca yağışsız geçmiş bir dönem olması gerekir. Bu durumdan yola çıkarsak kuraklık; meteorolojik kuraklık, tarımsal kuraklık ve hidrolojik kuraklık olarak tanımlanmaktadır. Kuraklık kar yağışı ile ilişkisi bakımından ele alındığında, tarımsal kuraklık ve hidrolojik kuraklık ile ilişkilendirilebilmektedir. Yeraltı suyunu besleyen kar yağışı özellikleri ile ilgili değişkenliğin ve değişimin bilinmemesi kuraklık riskinin yönetimi bakımından karşılaşılan sorunlardan biridir. Hidrolojik bilançonun şekillenmesi ve taban suyunun oluşmasında kar yağışı ve erimesi temel belirleyici etkenlerdendir. Bu nedenle Türkiye'de kuraklık ile ilgili çalışmaların güvenilir sonuçlara ulaşmasında araştırma sonuçlarının katkısı olacaktır.

Ülkemizde olduğu gibi, dünyanın geri kalmış ve gelişmekte olan ülkelerinde bulunan doğal kaynaklar; yanlış ve plansız arazi kullanımı, yüksek nüfus artışı, duyarlı ekosistemlerdeki toprak erozyonu, kıt kaynaklara yönelik çok yönlü talepler, fakir kırsal nüfus, kurumsal desteklerin yetersizliği veya olmayışı vb. nedenler ile baskı altında bulunmaktadır (Yılmaz 2005). Bunlardan özellikle arazi kullanım planlamasına dayalı olmayan arazi kullanımı sonucu, birbirlerine komşu durumda olan sektörler birçok yerde

çatışma halinde bulunmaktadır. Yine plansız arazi kullanımı sonucunda; toprakların kısa sürede taşınması, toprağın taşınmasıyla oluşan aşırı yüzeysel akış sonucu sel ve taşkınlar meydana gelmesi, taşınan toprakların değerli tarım arazilerini, yerleşim yerlerini, barajları ve limanları doldurması, yamaç arazideki toprağın taşınması ve toprak kalınlığının giderek azalması ile anakayanın ortaya çıkması ve arazinin su tutma-depolama kapasitesinin kaybolması, çoraklaşma ve çölleşme yani antropojen (insan eliyle) kurak alanlar oluşması, yetişme ortamı kaybı, kırsal fakirliğin artışı, kırsal kesimden kentlere göçün yoğunlaşması, arazilerin görsel değerinin düşmesi vb. birçok ekolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel sorunlar yaşanmaktadır. Bu durum doğal kaynakların bozulmasına ve böylece sürdürülebilir kalkınmanın tehlikeye girmesine neden olmaktadır (Yılmaz 2005). Yılmaz'ın (2005) çalışmasında olduğu gibi bu çalışma da arazilerin birbirleri ile uyumlu veya çatışan haldeki farklı sektör ve alt sektörlere atanmasına yönelik arazi tahsisi kararlarını destekleyecek bir karar verme modeli geliştirilmesinde başvuru kaynağı olacaktır. Kar yağışı özellikleri havza planlamalarında belirleyici olan özelliklerdendir. Araştırmada Türkiye havzaları ölçeğinde yapılacak değerlendirme ile havza planlarının gerçekleştirilmesinde katkıda bulunulacaktır. Havzaların özellikle dağlık alanları yağış ve kar yağışının gerçekleşmesi ile havzanın su deposu görevini görmektedir. Bitki örtüsü, tarım ve hayvancılık sektörleri de yağış ve kar yağışı özelliklerinde etkilenmektedir. Kar yağışı, yerde kalışı ve diğer özellikler herhangi bir yerdeki tarımsal etkinliklerde yetiştirilecek türden verimine kadar etkili olmaktadır. Bu şartlarda özellikle yerleşmeler başta olmak üzere her etkinlik için su kaynakları yönetim planlarının yapılması kaçınılmaz gerekliliktir. Su yönetim planlamalarının oluşturulabilmesi için kar yağışı özelliklerinin ve bu özelliklerdeki değişimin bilinmesi kaçınılmaz gerekliliktir.

Türkiye'de günlük kar yağışlarının alansal dağılışının zamansal değişimi bilineceğinden ve haritalanacağından, her anlamda kar yağışlı günler bakımından riskli veya avantajlı bölgeler istenilen kullanım doğrultusunda belirlenebilecektir. Bu da arazi ve orman kaynakları planlaması gibi karmaşık planlama problemlerinde, arazi kullanım planlama ve politikalarında bir karar verme modeli oluşturmak için başvurulabilecek, Türkiye'de bu anlam, kapsam ve yöntemlerle yapılmış olan ilk çalışma niteliğindedir.

Türkiye ortalama yükseltisi 1141 m yi geçen ve karayolu ulaşımının ağırlıklı olduğu bir ülkedir (Koç 2010). Bu bakımdan kar yağışı özellikleri ve bu özelliklerdeki değişimin bilinmesi ulaşım sektörü tarafında da ihtiyaç hissedilen bir durumdur. Doğal ortamda gerçekleştirilen enerji iletimi, sanayi ve ticaret etkinlileri ile yerleşmelerin planlanmasında yağış ve kar yağışı özellikleri bilinmesi gerekli verilerden biridir. Kar yağışları ile özelliklerinin afetlere ve kazalara neden olabilmesi nedeniyle araştırma sonuçlarının sigortacılık sektörü tarafından da kullanılabilecek veriler içereceği düşünülmektedir.

Kar yağışı kent mekanlarında önemli aksaklık veren etmenlerden biridir (Campbell ve Walsh 1990). Kentsel hizmetlerin sağlanabilmesini kolaylaştırmak ve aksatmamak için arazi kullanımı ve mekansal planlamada kar etmeni de değerlendirilmelidir. Kar yağışlı günlerin alansal bir taramasının olmaması kent planlaması boyutunda bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Kent planlama ile birlikte sulama sistemleri planlama, ısıtma sistemleri planlama ve trafik planlama gibi birçok boyut da işin içine girmektedir. Bu bağlamda çalışma yapmak için yola çıkılacak olunursa analiz eksikliği ve araştırma azlığı önemli bir problemdir.

Dünyada yaygın olarak gerçekleştirilen turistik etkinliklerden biri de alternatif turizm şekli olarak anılan, kış turizmidir. Turizmin bu şekilde çeşitlenmesi ve yıl içine yayılmasında birincil etken kar yağışı özellikleridir. Turizmin yıl içine yayılmasını sağlayan kar yağışının yıllar içinde, yıllar arasında ve alandaki değişiminin bilinmemesi kış turizminin planlanması önünde bir engeldir. Kar yağışlı günler özelliklerinin bilinmesi turizmin yıl içine yayılmasını sağlayacağı gibi değişik istihdam alanları da yaratacak, turizm etkinliklerinin ülkenin farklı bölgelerine de yayılmasını sağlayacak ve bu yolla kalkınma bölgelere yayılacaktır. İklim değişikliğinin ve kar yağışı özelliklerine etkilerinin belirlenmesi turizm etkinliklerinin planlanması için bir altyapı oluşturacaktır (Scott vd. 2007).

Bu çalışmada, küresel ısınmadan önemli ölçüde etkilenebilecek ülkelerden biri olarak Türkiye'de kar yağışlı günlerin alansal dağılış özellikleri ve zamansal değişim ile bu zamansal değişimin alansal ilişkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla; veri kontrolü ve

istatistiksel analizler sonrasında haritalama çalışmalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırmada kar yağışlı günlerde; alansal farklılaşma belirgin ve bu farklılaşmanın da Türkiye'nin konum ile fiziki coğrafya özelliklerine göre şekillendiği sonucunun çıkması öngörülmektedir. Beklenen bir diğer sonuç da yağışlarda olduğu gibi kar yağışlı günlerde de azalma olmasıdır.

2 VERİ VE YÖNTEM

Sunulan araştırma “Türkiye İkliminin Bir Bileşeni Olarak Kar Yağışı Özellikleri ve Kar Yağışlarının Alansal ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi” başlığıyla ifade edilmiştir. Bu kapsamlı araştırmada, öncelikle kullanılan veriler ve verilerin kaynaklarıyla nitelikleri hakkında bilgi verilmesi ihtiyacı hissedilmiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1 Araştırmada kullanılan veriler ve özellikleri

Veri	Kaynağı	Kapsamı
Ortalama kar yağışlı günler sayısı	DMİ	217 istasyon
Akarsu havzaları (AH)	DSİ	25 havza
Yağış rejim bölgeleri (YRB)	Türkeş 1998	7 yağış rejim
Yükseklik basamakları (YB)	Harita Genel Komutanlığı	1/250 000 sayısal
Coğrafi bölgeler (CB)	Selen vd. 1941	7 coğrafi bölge
Kar yağışları başlangıç bitiş tarihleri	DMİ	217 istasyon

Türkiye’de kar yağışlı günlerin özelliklerini ortaya koymaya çalışan araştırma, şu aşamalardan oluşur:

a) Verilerin sağlanması ve hazırlanması.

b) Temel haritaların hazırlanması.

c) Kar yağışı günlerin başlangıç ve bitiş özelliklerinin belirlenmesiyle alan ile zamana göre değişiminin açıklanması

c) İstatistik analiz ve haritalama çalışmalarıyla kar yağışlı günlerin alansal dağılımının belirlenmesi.

d) İstatistik analizler ile zamansal değişimin (eğimin) belirlenmesi.

e) Zamansal değişimin alansal özelliklerinin belirlenmesi.

f) Türkiye'nin belli hatlar boyunca geçildiği arazi çalışması, arazi çalışması sırasında yapılan anket ve birebir görüşmelerin değerlendirilmesi.

g) Bütün bulguların Türkiye'nin dinamik-sinoptik şartları ve fiziki coğrafya özelliklerinden hareketle değerlendirilmesi.

Araştırmanın gerçekleştirilmesi sırasında, kar yağışlı günler ile ilgili olarak, aşağıda maddeler halinde sıralanan özelliklerde ihtiyacı karşılayacak veri setinin oluşturulması çabası içinde olundu.

Verilerde aranan özellikler:

1. Türkiye'yi (coğrafi bölge, akarsu havzaları, yükselti basamakları ve yağış rejim bölgeleri de dikkate alınarak) temsil edecek miktarda istasyon verisine ulaşılması,
2. Kesintisiz, eksiksiz, uzun dönemli olması,
3. Verilerin türdeşliğini (homojenliğini) bozan doğal etkenler dışında bir nedenin olmamasıdır.

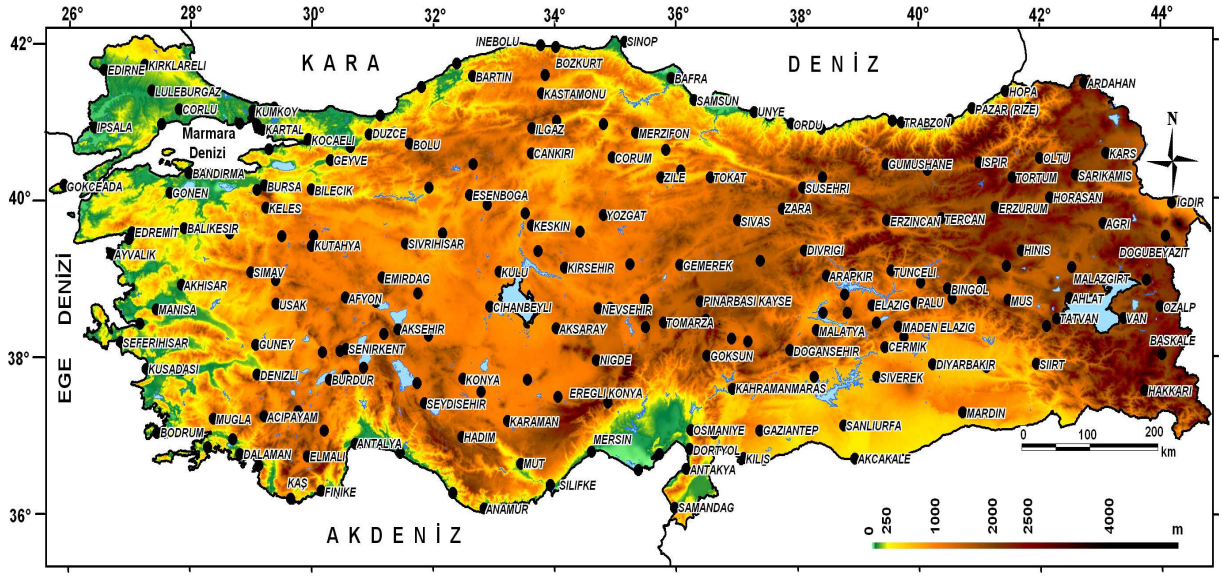
Çeşitli klimatolojik olayların birbirleriyle ilişkisini araştıran ve bu olayların insan yaşamına ve gelişmesine etkisini inceleyen klimatoloji biliminde, kar meteorunun gözlemi, kaydı, analizi ve yorumu, bu meteorun kendi yapısı itibariyle en zor olanıdır. Çünkü kar yağışını etkileyen yörenin denizden uzaklığı, yüksekliği, engebe durumu, yönelimi ve benzeri pek çok fiziksel etken söz konusudur (Gürer 1992).

2.1 Verilerin Hazırlanması

Bu çalışmada DMİ'den sağlanan kar yağışlı gün verileri kullanılmıştır. Kar yağışlı günler ile ilgili veri sağlanması konusunda araştırma yapılırken EİE ve DSİ'ce de kayıt edilmiş kar ile ilgili verilere ulaşılmıştır. Ancak bu kurumlardan kar ile ilgili olarak

ulaşılan verilerin amacımıza uygun olmaması ve Türkiye'de kar yağışlı günlerle ilgili en uzun ve kullanılabilir verilere sahip olması nedeniyle yalnızca DMİ'den sağlanan veriler kullanılmıştır. Kullanılan veriler istasyonların ilk ölçüme başladığı tarihten, 2006 yılı sonuna kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu veriler günlük kar yağışlı gün (tanım için bölüm 3'e bakınız) verisi şeklinde edinilmiş, çalışmadaki amaçlarına göre aylık, mevsimlik, dönemlik ve yıllık ortalamalar olarak kullanılmıştır. DMİ'ye ait 280 meteoroloji istasyonunun kar yağışlı gün verileri kontrol edilirken, öncelikle gözlem sürelerinin uzunluğu ve eksik verileri tamamlamada %5'ten fazla eksik veri oranını geçmemeleri dikkate alınmıştır. Böylece çalışmada kullanmaya uygun, 31 tanesi eksik verili Ege ve Akdeniz Bölgesi'nden olmak üzere 219 istasyon belirlenmiştir (Şekil 2.1). Bu istasyonların verileri, en kısa ölçülen veri 25 yıllık ve en uzun ölçümü yapılan veri 75 yıllık olmak üzere 5'er yıllık gözlem dönemleriyle düzenlenmiştir.

Şekil 2.1 Türkiye'de kar yağışlı günlerin özelliklerinin belirlenmesinde verileri kullanılan meteoroloji istasyonları



İstasyonlara uygulanan Kruskall-Wallis türdeşlik sınaması sonucu, türdeşliği doğal olmayan nedenlerle bozulan Nallıhan ve Uzunköprü istasyonları elenmiş, Özalp istasyonunun ise ancak 1970 sonrası verileri kullanıma uygun bulunmuş ve değerlendirmeye alınmıştır. Bu aşamada kullanılan istasyon sayısı 186 olarak belirlenmiştir. Balıkesir istasyonu ise 1998 yılına kadar ölçüm yapmasına rağmen, 55 yıllık gözlem süreli istasyonlara dahil edilerek çalışmaya alınmıştır. Ayrıca gene çalışmada

verilerinin düzenliliği nedeniyle 2004 yılı sonuna kadar ölçümü bulunan Kartal ve 2005 yılı sonuna kadar ölçümü bulunan Trabzon istasyonları da kullanılmıştır. Bu işlemlerden sonra ortaya çıkan haritada Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi, ölçümlerin düzensizliği ve %5'ten çok daha fazla eksik veri oranı olması nedeniyle boş kalmıştır. Bundan doğan şekilsel ve görsel bozukluğu düzeltmek için Ege ve Akdeniz Bölgesi'nden toplamda belirlenen 31 istasyonun verileri, istatistiki bakımdan sorunlu olmasına rağmen, kullanılarak genel bir bakış açısı oluşturulmaya çalışılmıştır ve çalışmada toplam 217 istasyon yer almıştır. Ayrıca Türkiye'nin kuzey, güney, doğu ve batısında bulunan istasyonların tam olarak haritanın sınırlarında yer almaması nedeniyle, kar yağışlı günlerin dağılışını sağlıklı göstermek için, bu kısımlara yakın ve benzer coğrafi özelliklerde birer nokta belirlenmiştir. Bu noktaların belirlenmesinde Türkiye'nin iklim ile topografik özellikleri de dikkate alınmış ve en yakın istasyonlara ait veriler kullanılarak verileri oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, gözlem dizilerindeki, istatistiksel sınamaların sonuçlarıyla da desteklenen, klimatolojik (doğal) olmayan ani sıçramalar ya da basamak biçimli değişiklikler, dizilerin türdeş olmadıklarının (inhomojen olduklarının) bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Gözlem dizilerindeki olası türdeş olmama durumlarını ve ısrarı belirlemek için, Kruskal - Wallis türdeşlik sınaması uygulanmıştır (Türkeş 1996, 1998a, 1999, 2004; Türkeş vd. 2002). Karar süreci için, sınama örneklem değerlerinin anlamlılıkları %5 ve %1 anlamlılık düzeylerinde sınanmıştır.

2.1.1 Kruskal-Wallis Türdeşlik Sınaması

Kar yağışlı gün sayıları verilerinin türdeşlik durumunun belirlenmesi için verilere, Kruskal-Wallis türdeşlik sınaması uygulanmıştır. Kruskal-Wallis Türdeşlik Sınaması, ortalamaların ve varyansların türdeşliğini doğrulamak için kullanılan etkili bir parametrik olmayan (evrendeğersiz) türdeşlik sınamasıdır.

Sınamada çözümlenen her bir dizideki gerçek gözlemlerin (2.1) *(X_i'lerin)* yerine, onların büyükten küçüğe dizilmesiyle oluşturulan toplam sıralı dizideki sıra numaraları *(m)* kullanılır (Türkeş 2004). Sınama örneklem değeri X_k;

$$X_k = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^{k} \frac{R_j^2}{n_j} \right] - 3(n+1) \qquad (2.1)$$

eşitliğinden hesaplanır. Sınama örneklemdeğerini hesaplamadan önce, R_j değerlerinin doğru olup olmadığı

$$\sum_{j=1}^{k} Rj = \frac{n(n+1)}{2} \qquad (2.2)$$

eşitliği ile kontrol edilmelidir (Türkeş 2004).

Ortalamaların türdeşliğini sınamak için, aşağıdaki hipotezler göz önünde bulundurulur:

H_0= Gözlem dizisi ortalaması türdeştir.

H_a= Gözlem dizisi ortalaması türdeş değildir.

Ortalamalar homojendir boş hipotezi altında, X_k örneklemdeğeri, (k-1) bağımsızlık sayısıyla yaklaşık (χ^2) dağılır. Boş hipotezin kabul ya da reddedilmesi, istenilen bir anlamlılık düzeyinde [α= 0.05 ya da α= 0,01] ve f= (k-1) bağımsızlık sayısına göre χ^2 tablosundan bulunarak X_k ile karşılaştırılacak olan χ^2 kritik değerinin büyüklüğüne bağlıdır.

$X_k \geq \chi^2$ H_0 reddedilir.

Eğer toplam sıralı dizideki orijinal değerlerden bazıları eşit ise, X_k sınama örneklemdeğeri,

$$Cc = 1 - \frac{\sum T}{n^3 - n} \tag{2.3}$$

eşitliği ile verilen düzeltme kat sayısına bölünerek düzeltilmelidir. Burada, $\sum T$

$$T = (t^3 - t) \cdot K \tag{2.4}$$

ve t, bir eşit değerler grubundaki eşit değerlerin sayısı olmak üzere, tüm eşit değerler gruplarının toplamını verir (Türkeş 2004). Böylece Türkiye'de kar yağışlı gün verilerinin aylık toplamlarından yola çıkarak yapılan analizler sonucu türdeş olmayan (inhomojen) 25 istasyon verisine rastlanmıştır.

2.2 Yöntem

2.2.1 Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı

Zaman serilerinin çözümlenmesinde Mann-Kendall Sıra Korelasyon (ilişki) Katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Orijinal x_i değerleri yerine sıralı dizideki sıra numaralarına karşılık gelen y_i değerleri kullanılarak, her y_i değeri için, ($i>j$) olmak üzere kendisinden önceki y_i elemanlarının sayısı şeklinde tanımlanan bir n_i sayısı, $y_i > y_j$ olan sıra numaralarının sayısı hesaplanarak bulunur: Dizideki ilk sıra numarası y_1, dizide kendinden önceki tüm y_i'lerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır. Değeri y_1'den küçük olan önceki y_i'lerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_1 olarak gösterilir. Sonra ikinci sıra numarası y_2, kendinden önceki tüm terimlerin sıra numaralarıyla karşılaştırılır; y_2'den küçük önceki terimlerin sayısı hesaplanır ve bu sayı n_2 olarak gösterilir. Bu işlem dizideki her y*i* terimi için y_n'e kadar sürdürülür. Sınama örneklemdeğeri, *t* (Türkeş 2005),

$$t = \sum_{i=1}^{n} n_i \tag{2.5}$$

eşitliği ile gösterilir. Sınama örneklem değerinin dağılım fonksiyonu, boş hipotez asimtotik normaldir. Dağılım fonksiyonunun ortalaması ($E(t)$) ve varyansı ($var(t)$),

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \tag{2.6}$$

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72} \tag{2.7}$$

eşitlikleriyle gösterilir. Sınama örneklemdeğeri,

$$u(t), \qquad u(t) = \left[t - E(t)\right] / \sqrt{\text{var}(t)} \tag{2.8}$$

eşitliği ile gösterildiğinde, boş hipotez $|u(t)|$'nin büyük değerleri için reddedilir. Eğer α_1 olasılığı, bir standart normal dağılım tablosu kullanılarak,

$$\alpha_1 = P(|u| \rangle |u(t)|) \tag{2.9}$$

şeklinde belirlenirse, Ho, $\alpha_1 > \alpha_0$ ya da $\alpha_1 < \alpha_0$ olma durumuna bağlı olarak kabul ya da reddedilir. Hesaplanan $u(t)$ değerinin, %5 ya da %1 düzeyinde anlamlı olması durumunda, $u(t) > 0$ ise artan, $u(t) < 0$ ise azalan yönde bir eğilimin varlığından söz edilebilir (Türkeş 2005). Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı testini sınamak için, aşağıdaki hipotezler göz önünde bulundurulmalıdır;

H_o: Gözlem dizisi herhangi bir eğilime karşı rasgeledir.

H_a: Gözlem dizisi herhangi bir eğilime karşı rasgele değildir.

Boş hipotez $u(t)$'nin büyük değerleri için reddedilir.

$\alpha_0 = 0.05$ (1.96)

$\alpha_1 = 0.01$ (2.58)

Gözlem Dizilerinin *u*(*t*) Sınama Örneklemdeğeri Kullanılarak Ardışık Analizi

Mann-Kendall *u*(*t*) sınama örneklemdeğerinin ardışık analizi, gözlem dizisine anlamlı bir eğilimin bulunması durumunda, eğilimin başlangıcı ve genel olarak gözlem dizisindeki değişiklik noktasını ya da noktalarını bulmak için kullanılan bir yöntemdir. Ardışık analiz iki aşamada gerçekleştirilir (Türkeş 2005):

(i) ***u*(*t*$_i$)'lerin Elde Edilmesi:**

Önce t_i'ler bulunur. Bu ise, her t_i değeri için n_k değerlerinin toplamına eşittir. Başka sözlerle, i = 1,…,n'e kadar bir dizi için *t*'nin değeri, *i*'inci terime kadar n_k'ların toplamından,

$$t_i = \sum_{i=1}^{n} nk \tag{2.10}$$

oluşur. Bu işlem *i*'inci terime kadar sürdürülür:

$$t_1 = \sum_{i=1}^{1} n_i, t_2 = \sum_{i=1}^{2} n_i, ... \tag{2.11}$$

Dağılımın ortalaması,

$$E(t_i) = \frac{i(i-1)}{4} \tag{2.12}$$

varyansı,

$$\text{var}(t_i) = \frac{i(i-1)(2i+5)}{72} \tag{2.13}$$

ve anlamlılık ya da hipotez sınaması,

$$u(t_i) = [t_i - E(t_i)] / \sqrt{\text{var}(t_i)} \tag{2.14}$$

yazılır.

Yukarıda verilen basit eşitlikler kullanılarak da, $u(t_i)$'ler hesaplanır. Böylece, ardışık analiz için gerekli olan $u(t_i)$ dizisi elde edilmiş olur (Türkeş 2005).

(ii) $u'(t_i)$'lerin Elde Edilmesi:

Bu aşamada $u'(t)$'ler, $u(t)$'lerin bulunmasında kullanılan yöntem, bu kez büyükten küçüğe sıralanan i' dizisinden elde edilen y'_i sıra numaralarından oluşan dizinin sonundan başlangıcına doğru geri yönde yinelenerek hesaplanır.

Bu durumda, $i<j$ olmak üzere, $y'_i > y'_j$ sayılarak her y'_i değeri için y'_j değerlerinin n'_i sayısı hesaplanır. Bu değerler, $n_i+n'_i = y_i-1$ olduğu için, ilk hesaplamanın (ni değerlerinin) kontrol edilmesini de sağlar. Ayrıca, n'_i değerleri, ilk bulunan yi değerlerinden yararlanarak da elde edilebilir. Bunun için, $i= 1,\ldots n$'e kadar her i değerine karşılık gelen yi değerinden sonra ve ondan küçük olan ($y_i > y_i+1$) değerlerinin sayısı, o y_i değeri için n'_i olarak bulunur.

$$n_i + n'_i = y'_i-1 \qquad (2.15)$$

kontrolü yapılır. Bu aşamada, t'_i' leri hesaplamak için, yukarıda t_i'ler için yapılan işlem i=1,…,n'e kadar t'_i'ler için de yapılır. Sonra yine her t'_i değeri için, $u'(t'_i)$ değerleri hesaplanır. İşaretleri değiştirilen $u'(t'_i)$ değerleri ($u'(t'_i) = u'(t'_i)$), $u(t'_i)$ sütununu oluşturur. Bu noktada, $u'(t'_i)=u'(t_n)$ kontrolü de yapılır (Türkeş 2005).

Eşit Değerlere İlişkin Düzenlemeler

Sıralı dizide birbirini izleyen eşit değerlerin sıra numaralarının ortalaması alındıktan sonra, sınama örneklemdeğeri için t'nin hesaplanmasında gereksinin duyulan n_i değerlerinin de düzeltilmesi gerekmektedir. Uygun n_i değerlerini elde edebilmek için, $i > j$ için $y_i > y_j$ ilişkilerinin sayısını $y_i = y_j$ ilişkisinin yarısı kadar arttırmak gerekmektedir (Türkeş 2005).

2.2.2 En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Yaklaşımı

i = 1,2,…..,*n*'e kadar, X_i ve Y_i, iki değişkene ait diziler olmak üzere (Türkeş, 2005):

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \tag{2.16}$$

$$\overline{Y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Xi}{n} \tag{2.17}$$

$$a = \overline{Y} \tag{2.18}$$

$$x = X_i - \overline{X} \tag{2.19}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i . Y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2} \tag{2.20}$$

$$\hat{Y}_i = a + bx_i \tag{2.21}$$

$$Y = a + bx \tag{2.22}$$

$\hat{\beta}$ 'nın (Regresyon ya da *X* Katsayısının) Anlamlılığı İçin Hipotez Sınaması (*Student t* Sınaması):

1. *Y*'nin varyansı, s^2, aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$s^2 = \frac{1}{n-2}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y}_i)^2 \qquad (2.23)$$

Burada, $\hat{Y}_i$, $\hat{Y}_i = \hat{a} + \hat{\beta}x_i$ eşitliği ile kestirilen regresyon çizgisi üzerindeki *Y* 'nin uydurulan değeridir. $s^{2'}$ye 'residual varyans' da denir; s ise, *Y*'nin standart hatası olarak adlandırılır.

2. $\hat{\beta}$ 'nın (eğimin) anlamlılığı için *Student t* sınaması:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{\sqrt{s^2 / \sum_{i=1}^{n} x_i^2}} \qquad (2.24)$$

t, (n-2) bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* şeklinde dağılır.

Yukarıda verilen eşitlik daha kolay yazılabilir:

$$t = \frac{\hat{\beta} - \beta}{S_{\hat{\beta}}} \qquad (2.25)$$

Burada,

$$S_{\hat{\beta}} = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}} \tag{2.26}$$

$\hat{\beta}$ 'nın standart hatası ya da tahmini standart sapma olarak adlandırılır.

Sınama örneklemdeğeri *t,* (n-2) bağımsızlık sayısıyla birlikte *Student t* dağılır. "Gözlemler bir eğilim göstermiyor" (ya da Gözlemlerde herhangi bir eğilim yoktur) boş hipotezi, dağılımın iki yanlı şekline göre $|t|$ 'nin büyük değerleri için ($|t| \geq t_{a/2}$) reddedilir.

2.2.3 Dokuz Noktalı Gaussian Süzgeci

İstasyonlardaki kar yağışlı gün sayılarının anomalilerindeki uzun dönemli dalgalanmaları incelemek için, verilere düşük geçirimli filtre olan 9 noktalı Gaussian süzgeci uygulanmıştır. Bu süzgeç matematiksel olarak (Türkeş 1995);

$$\overline{X}_t = \sum_{i=-m}^{+m} W_i . X_t + i \tag{2.27}$$

eşitliği ile gösterilir. Burada $\overline{X}_t$ dizide t'nci terim için hesaplanan süzgeç değeri ve W_i, i = -m'den +m'e kadar t'nin iki yanındaki X_i değeriyle çarpılan ağırlıktır. Ağırlıkların toplamı bire eşit olmalıdır. Bu çalışmada T=10 için periyotları T≤ olan dalgalanmaları incelemek amacıyla, Gaussian süzgecinin ağırlıkları özetle şöyle hesaplanmıştır (Türkeş 1995): önce σ_g =T/6 eşitliğinden normal dağılımın standart sapması (σ_g) hesaplanır. İkinci olarak, ham ağırlıkların (i/ σ_g) ordinat değerleri ya aşağıdaki işlem yardımıyla ya da herhangi bir normal eğri ordinatları tablosuna başvurarak bulunur:

$$i= 0, \pm 1, \pm 2, \ldots, \pm m \text{ için } W_i = f(i/\sigma_g), \tag{2.28}$$

burada f(z), standart normal yoğunluğun ordinatıdır,

$$f(z) = (1/2\pi)^{1/2} \exp(-z^2/2) \quad (2.29)$$

kayan ortalamadaki yıl ya da nokta sayısı m, $f(m / \sigma_g) < 0.05\ f(0)$ koşulunu sağlayacak şekilde seçilir. Sonuç (kesin) ağırlıkları elde etmek için, ham ağırlıkların ordinat değerleri $f(i / \sigma_g)$'ler, her ordinat değeri bu değerlerin toplamına bölünerek normalleştirilir:

$$W_i = w_i / \sum_{i=-m}^{+m} w_i \quad (2.30)$$

Tüm bu işlemler sonucunda elde edilen kesin ağırlıklardan (0.01, 0.05, 0.12, 0.20, 0.24, 0.20, 0.12, 0.05, 0.01) da görüleceği gibi, Gaussian süzgecinde, gözlem dizisinde birbirini izleyen terimlerin ağırlıkları, merkez ağırlıktan önce ve geriye doğru simetrik olarak değişmektedir (Türkeş 1995).

Çalışmanın bu aşamasında kullanmak istenilen tüm analiz yöntemleri uygulanmış, veri setleri oluşturulmuş ve haritalama için uygun hale getirilmiştir. Haritalama işlemleri CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) 9.0 programı ile yapılmış olup, Vertical Mapper 3.1 menüsünün Doğal Komşuluk (Natural Neighbour) sekmesi kullanılmıştır. Vertical Mapper, MapInfo üzerinde noktasal nesnelerdeki yükseklik (Z) bilgilerini kullanarak grid oluşturan ve bu veriler üzerinde 3 boyutlu modelleme ve analiz yapan bir programdır (Komisyon 2009).

2.3 Türkiye'de Kar Yağışlı Günlerde Başlangıç ve Bitiş Tarihleri

Çalışmada DMİ'den alınan kar yağışlarının başlangıç ve bitiş tarihleri verileri kullanılmıştır. Kullanılan seri 1975 – 2006 tarihleri arası olup, 32 yıllık veridir. Veriler amacına uygun olması açısından belli bir zaman dilimini kapsar. Bu da Türkiye'nin soğuk

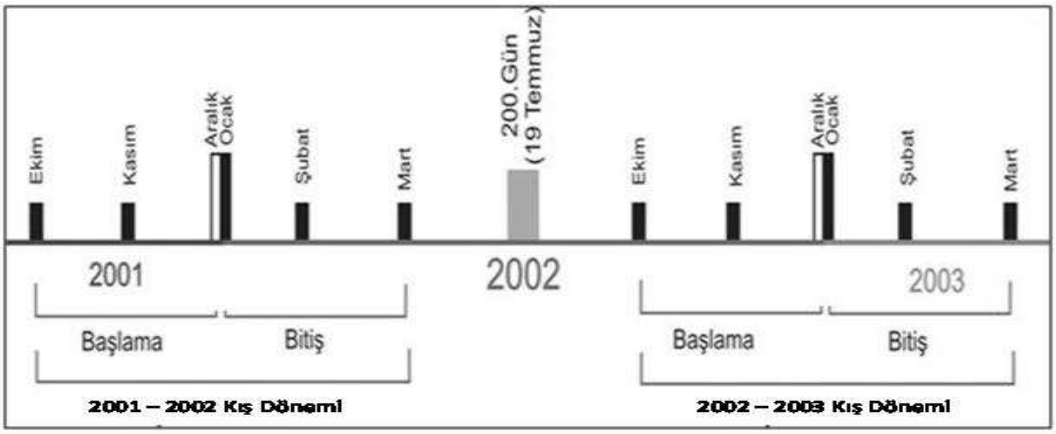
dönemini kapsadığı varsayılan Ekim – Kasım – Aralık – Ocak – Şubat – Mart olmak üzere 6 aylık dönemdir. Oluşturulan bu altı aylık dönem verilerine Kruskall-Wallis Türdeşlik Analizi Yöntemi (denk. 2.1) uygulanmış, türdeşliği doğal olmayan yollarla bozulan istasyon olup olmadığına bakılmış ve böyle bir istasyona rastlamayarak diğer analizlerin yapılış aşamasına geçilmiştir.

Veriler incelenince kar yağışı başlangıç ve bitiş tarihlerinden de çok rahatlıkla belirlenebilen ve aynı zamanda Türkiye'nin genel iklim özelliklerinden de bilindiği gibi yıl içinde bir sıcak birde soğuk dönem ayırt edilmektedir. Beklendiği gibi Türkiye'de kar yağışları soğuk dönemde gerçekleşir. Soğuk aynı zamanda kar yağışlı dönem özelliklerini belirleyebilmek amacıyla sıcak dönemin yaklaşık ortasını temsil eden yılın 200. günü değerlendirmelerde referans tarih olarak alındı. Ulaşılan kar yağışlı gün verilerinde içinde bulunulan yılın ikinci yarısıyla bir sonraki yılın ilk yarısını kapsayacak şekilde yaşanan kar yağışları, kar yağışlı dönemi ifade eder. İçinde bulunulan yılın 200. gün sonrasında belirlenen ilk kar yağışlı gün, o yıl ile bir sonraki yıl arasında gerçekleşen, kar yağışlı dönemin başlangıcını temsil eder (

Şekil ***2.***2). Devam eden yılın 200. günü öncesinde son görülen kar yağışlı gün ise kar yağışlı dönemin bitişidir. Çalışmada her yılın kar yağışı görülen ilk ve son tarihleri yılın kaçıncı günü ise (15 Kasım 319. gün) o şekilde ifade edildi. Bu aşamada; ilk kar yağışlı günlerin o yılın ikinci yarısında değil bir sonraki yılın ilk yarısında gerçekleşecek şekilde gecikmesi ya da son kar yağışlarının bir önceki yılın son günlerine denk gelmesi gibi bir sorunla karşılaşıldı. Bu sorunun çözümü için kar yağışlı dönem içinde 365. gün sonrasına sarkan günlerde aradaki fark eklenmiştir. Örneğin; başlangıcın 5 Ocak'ta gerçekleşmesi durumunda bu tarih 365+5= 370; bitişin 15 Nisan'da gerçekleşmesi durumunda 365+105=470 olarak işleme alınmıştır. Bitişlerin bir önceki yılın son dönemine denk gelmesi durumunda o tarihin yılın kaçıncı günü olduğu bilgisi aynen kullanılmıştır.

Bu kısımda alansal dağılış haritaları, ortalamalardan faydalanılarak elde edilmiştir. Ayrıca kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitişindeki en erken ve en geç tarihler de gene ortalama başlangıç-bitiş tarihleri içinden alınarak kullanıldı.

Şekil 2.2 Kar yağışı başlama ve bitiş zamanlarının ve kış dönemlerinin çizelge olarak gösterimi



Kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitiş tarihlerindeki zamansal değişimi saptamak, uzun yıllar arası gidişini görebilmek için ise Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı yöntemi kullanılmıştır.

2.4 Türkiye'de Kar Yağışlı Günler

Türkiye'de kar yağışlı günler çalışılırken iki duruma göre analizler yapılmıştır. İlk aşamada Türkiye'de kar yağışlı günlerin alansal dağılımı için analizler yapılmış ve haritalarla bu alansal dağılım saptanmıştır. İkinci aşama olarak da zamansal değişimi görmek için aynı şekilde veriler tekrar hazırlanmış, gerekli analizler yapılmış ve bu zamansal değişim haritalarla belirlenmiştir. Devam eden kısımda bu alansal dağılım ve zamansal değişim için verilerin hazırlanma aşaması, yapılan analizler ve haritalama yöntemi detaylı anlatılmıştır.

Türkiye'de Kar Yağışlı Günlerde Alansal Dağılış

Uzun dönemli istasyon verilerinden yararlanarak Türkiye'nin kar yağışlı günlerinin alansal dağılışının saptanması, her istasyonda zamansal değişiminin (eğiminin) belirlenmesi ve kar yağışlı günlerin zamansal değişiminin alansal ilişkisinin belirlenmesi amacına ulaşılmaya çalışılmıştır. Türkiye genelinde kullanılmasına karar verilen klimatoloji istasyonlarında kaydedilen uzun süreli ve homojen verilerin yanı sıra

homojenliği doğal yollarla bozulmuş olan inhomojen kar yağışlı günler istasyon verileri kullanılmıştır. Türkiye'nin kar yağışlı günlerinin değerlerindeki uzun süreli değişimleri ve eğilimleri belirlemek amacıyla, dizilere aşağıdaki çoğu evrendeğersiz zaman dizisi çözümlemeleri ve sınamaları uygulanmıştır:

1. Sayıları klimatolojik dizilerin uzunluklarına göre belirlenecek olan alt dönemlerin ortalamalarının ve varyanslarının homojen olup olmadıklarının belirlenmesi için Kruskal-Wallis homojenlik sınaması,
2. Yıllar arası değişimleri gidererek, uzun süreli eğilimleri ve dalgalanmaları görsel olarak belirlemek için, 9 noktalı Gaussian süzgeci,
3. Uzun süreli eğilimlerin belirlenmesi için, Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı sınaması.

Böylece Türkiye'de kar yağışlı gün verilerinin aylık toplamlarından yola çıkarak yapılan analizler sonucu türdeş olmayan (inhomojen) 25 istasyon verisine rastlanmıştır. Çalışmada toplam ve ortalama kar yağışlı günler (aylık, mevsimlik ve yıllık) belirlenerek ortalama durum ve dağılışın açıklanması amaçlanmıştır. Bu amaçlar kar yağışlı gün verilerinin aylık, mevsimlik, dönemlik ve yıllık aritmetik ortalaması alınmış ve sonuçlar haritalanmıştır.

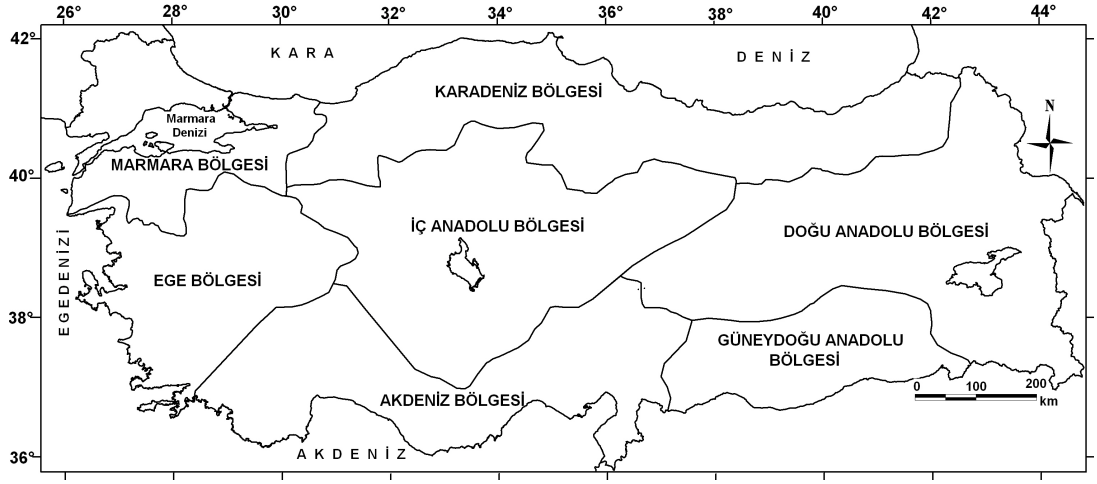
Türkiye'de kar yağışlı günlerin (mevsimlik ve yıllık) değişkenlik katsayıları bulunarak ise kar yağışının kararlılığı görülmeye çalışılmış ve bunlar da tek tek haritalanmıştır. İklim elemanlarındaki yıllararası değişkenliğin ortalama koşulları, değişim katsayısı (DK) ile incelenir (Türkeş 2010). DK, standart sapma uzun süreli ortalamanın yüzdesi şeklinde alınarak bulunur. DK (%), çoğunlukla aşağıdaki formülle hesaplanır (Türkeş 2010):

$$DK = (\sigma / \overline{T}).100 \qquad (2.31)$$

Araştırmada kullanılabilecek istasyonların belirlenmesi çalışmaları sonrasında kar yağışlı günlerin mevsimlik ve yıllık aritmetik ortalamaları alınarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile alansal dağılışları haritalanmıştır. Türkiye'de kar yağışlı günlerin alansal dağılış haritalarının hazırlanması sırasında CBS ortamında MapInfo 9.0 programında 'Vertical Mapper 3.1' menüsünün 'natural neighbour' sekmesi kullanılmış, yaklaşık 1 km^2'lik gridlerden oluşan raster haritalar oluşturulmuş (0.01 derecelik) ve bu raster haritalardan yararlanılarak ilgili dönemin eş kar yağışlı günler haritaları oluşturulmuştur.

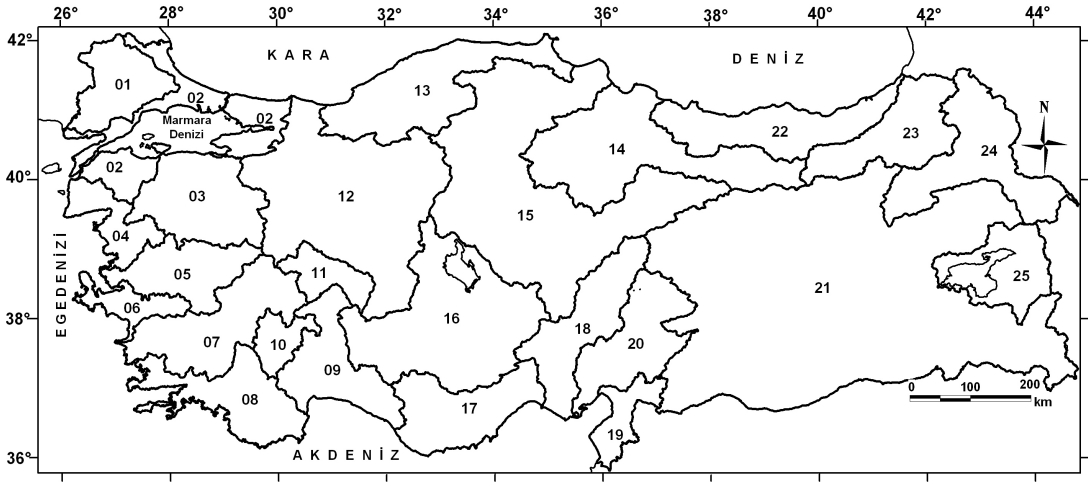
Verilerin analizleri ve haritalama çalışmalarından sonra, sonuçlar kullanılarak çeşitli tablolar oluşturulmuştur. Bu tabloların oluşturulabilmesi için veri sonuçları coğrafi bölgeler (Şekil 2.3), havzalar (Şekil 2..4), yağış rejim bölgeleri (Şekil 2.5) ve yükselti basamakları olarak ayrılmıştır.

Şekil 2.3 *Türkiye bölgeler haritası (Selen vd. 1941)*

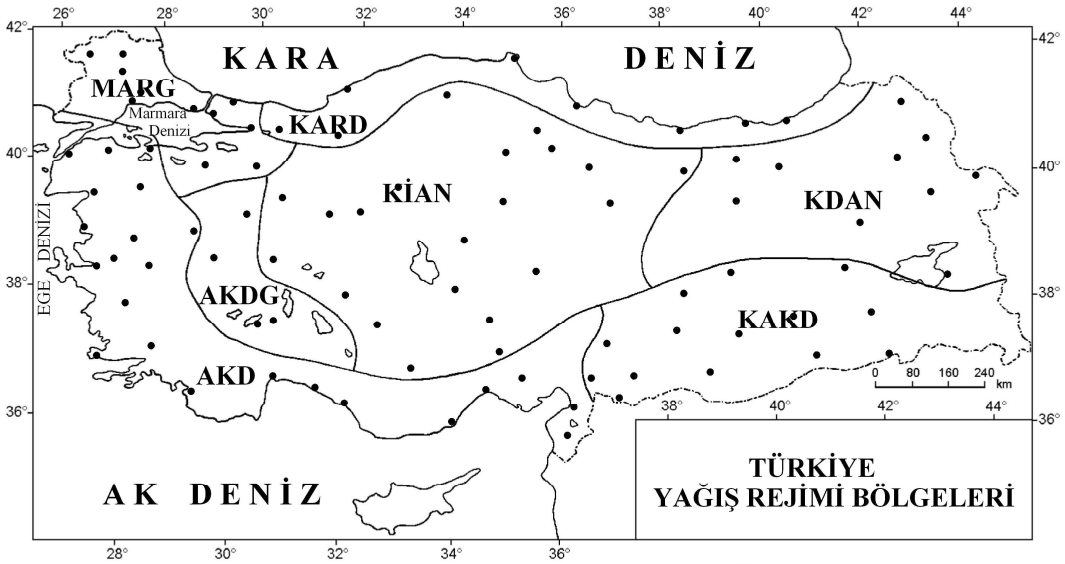


Çalışmada kullanılan akarsu havzalarına ait veri DSİ'den sağlanmıştır. Gönderilen harita üzerinde düşünüldükten ve coğrafi bir inceleme açısından uygun olacağına karar verildikten sonra bir takım değişiklerle kullanılmıştır (Şekil 2.4). Bu aşamada DSİ'nin 2006 yılı öncesine kadar kullanmış olduğu akarsu havzaları haritasının kullanılması daha uygun bulunmuştur. Böylece Türkiye akarsu havzaları, 26 ayrı havzaya göre çalışmaya alınmıştır. Akarsu havzalarının her birine düşen istasyonlar kar yağışlı günler açısından değerlendirilmiştir (Şekil 2.4).

Şekil 2.4 *Türkiye havzaları haritası (DSİ)*



Şekil 2.5 *Türkiye yağış rejim bölgeleri haritası*



Kaynak: (Türkeş 1998)

Türkiye yağış rejim bölgeleri çalışmada kar yağışlı günlerin dağılımı açısından incelenirken Türkeş (1998)'in yapmış olduğu yağış rejim bölgeleri ayrımı kullanılmıştır (Şekil 2.5). Yükseklik basamağı olarak temelde 4 basamak ayrılmıştır: 0-500, 501-1000, 1001-2000, 2000+. Coğrafi bölge ayrımı olarak Selen vd. (1941)'nin yapmış olduğu çalışmadaki sınırlar baz alınmıştır.

Türkiye'de Kar Yağışlı Günlerin Zamansal Değişimi

Çalışmanın bu aşamasında istasyon verilerinin zamansal analizi için Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı Yöntemi (bölüm 2.2'ye bakınız) uygulanmış ve sonuçları aşağıdaki kriterlere göre ayrılmıştır;

- Kar yağışlı günlerdeki azalmanın 0.01 anlamlık düzeyinde olduğu istasyon sayısı,
- Kar yağışlı günlerdeki azalmanın 0.05 anlamlık düzeyinde olduğu istasyon sayısı,
- Kar yağışlı günlerdeki azalmanın herhangi bir anlamlık göstermediği istasyon sayısı,
- Kar yağışlı günlerdeki artışın herhangi bir anlamlık göstermediği istasyon sayısı,
- Kar yağışlı günlerdeki artışın 0.05 anlamlık düzeyinde olduğu istasyon sayısı,
- Kar yağışlı günlerdeki artışın 0.01 anlamlık düzeyinde olduğu istasyon sayısı,
- Analizi yaptırılamayan boş istasyon sayısıdır.

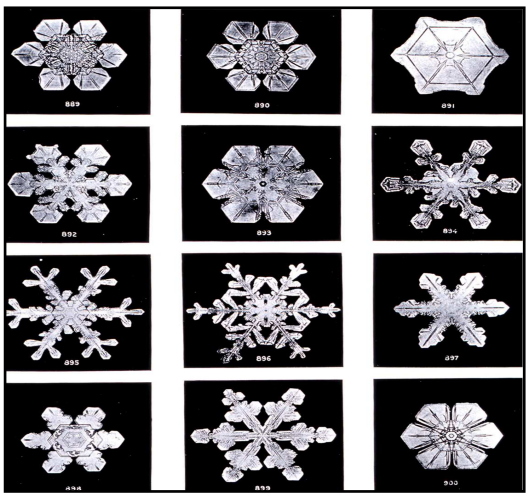
Kriterler dahilinde istasyon sayıları belirlendikten sonra, bunların hem kendi içindeki bölgede hem de genel istasyon kriter özelliğine göre yüzdeleri elde edilmiştir. Böylece hem tek tek yağış rejim bölgeleri, havzalar, coğrafi bölgeler ve yükselti basamakları açısından ayrılmış istasyonların zamansal sonuçlar içindeki genel durumu hem de o alan içindeki yüzdesi açısından görme şansı oluşmuş, yoğunluklar daha net görülmüştür.

Tüm analizlerden sonra elde edilen sonuçlar CBS ortamında MapInfo 9.0 ile işlenmiş ve harita sekmesinden tematik harita yap seçeneğiyle oluşturulmuştur.

3 KAR

0°C'nin çok altındaki yüzey hava sıcaklıklarında çeşitli buz kristalleri biçiminde, 0°C'ye yakın sıcaklıklarda ise buz kristallerinin toplanmasıyla kuşbaşı büyüklüğünde yağan katı yağışa 'kar' adı verilir (Türkeş 2010; 354) çeşitli biçimlerde olmakla birlikte, kar genellikle yıldız biçimli altıgen katı yağış çeşididir. Kar tanelerinin boyutu, biçimi ve yoğunluğu, temel olarak oluştuğu sıcaklığa çok yakından bağlıdır. Kar tanelerinin çapı (Şekil 3.1) 2 cm'ye ulaşabilir (Türkeş 2010; 354).

Şekil 3.1 Kar Kristalleri (tr.wikipedia.org)



Türkeş 2010'da olduğu gibi; hava sıcaklığının bulutun içersinden başlayarak yeryüzüne kadar 0°C ve daha düşük havanın su buharı içeriğinin (karışma oranı) yeterli ve doygun (bağıl nem %100 ya da ona çok yakın) olması, yükselici hava hareketlerinin bulunması koşuluyla, atmosfer koşullarının o yörede kar yağışına uygun olduğunu gösterir. Kar yağışının oluşmasını sağlayacak yükselici hava hareketleri ise cephesel, orografik ya da egemen hava akımlarına dönük yüksek dağlık alanlarda gözlendiği gibi hem cephesel hem de orografik olabilir.

Çok düşük sıcaklıklarda havanın nem içeriği küçüktür. Bu koşullar altında, altı kenarlı buz kristallerinden yapılmış çok hafif ve kuş tüyü biçimli kar taneleri oluşur. Bu kar çeşidi kar tozudur. Tersine, –5°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, bu kristalleri çeşitli buz kristallerinden oluşan daha iri taneleri oluşturmak üzere bir araya toplanır. Bu kuşbaşı karlardan oluşan kar yağışları, genellikle iri taneli olur ve onları kartopu yapmak için uygun koşullar yaratan yüksek bir nem içeriğine sahiptir (Türkeş 2010; 355).

1830'larda İsveçli meteorologlarca önerilen Bergeron-Findeisen yağış süreci, suyun temel iki önemli özelliğine dayanarak, yağmur damlalarının 'soğuk' bulutlarda büyümesini ve yağış oluşumunu açıklamaktadır (Türkeş 2010; 347). Suyun birinci önemli özelliği, bulut damlacıklarının beklendiği şekilde 0°C'de donmamasıdır. Gerçekte, havada asılı duran saf su sıcaklığı yaklaşık –40°C'ye ulaşıncaya kadar donmaz. 0°C'nin altında sıvı evredeki su, aşırı soğumuş olarak adlandırılır. Aşırı soğumuş su, eğer yeteri kadar çalkalanırsa hemen donar. Ayrıca, aşırı soğumuş bulut damlacıkları, buza çok benzeyen kristal biçimli katı parçacıklara değdiğinde de donmaktadır. Bu maddelere donma çekirdeği ya da buz çekirdeği adı verilir (Türkeş 2010;347). Donma sürecini başlatacak olan donma çekirdeğine duyulan gereksinim, yoğunlaşma süreci için yoğunlaşma çekirdeklerinin gerekli oluşuna benzer. Ancak, yoğunlaşma çekirdeğinin tersine, donma çekirdekleri atmosferde çok az bulunur ve sıcaklık –10°C'ye ya da altına iniceye kadar genellikle etkin değildir. Bu yüzden, 0°C ile –10°C arasında kalan sıcaklıklarda, bulutlar temel olarak aşırı soğumuş su damlacıklarından oluşur. –10°C ile –20°C arasında, sıvı su damlacıkları buz kristalleri ile birlikte bulunurken, –20°C'nin altındaki bulutlar çoğunlukla buz kristallerinden oluşur (Türkeş 2010; 348).

Suyun ikinci önemli özelliği, buz kristallerinin üzerindeki doymuş buhar basıncının, aşırı soğumuş sıvı damlacıkların üzerindeki doymuş buhar basıncından çok düşük oluşudur. Bu durum, buz kristallerinin katı olması ve su moleküllerinin aşırı soğumuş sıvı damlacıklardan kaçmasının daha kolay olması ile ilişkilidir. Bu gerçek, aşırı soğumuş su damlacıklarının üzerindeki doymuş buhar basıncının buz kristalleri üzerindeki doymuş buhar basıncından daha yüksek olmasının nedenini açıklar. Sonuç olarak, hava sıvı damlacıklar açısından doygunlaştığında, başka bir deyişle nispi nemi %100'e ulaştığında, buz kristalleri açısından aşırı doymuş demektir (Türkeş 2010; 348).

Bergeron-Findeisen Süreci

Yukarıda açıklanan suyun iki önemli özelliğine ve bu özelliklerin sonuçlarına dayanarak, şimdi Bergeron-Findeisen sürecinin yağışı nasıl oluşturduğu açıklanabilir.

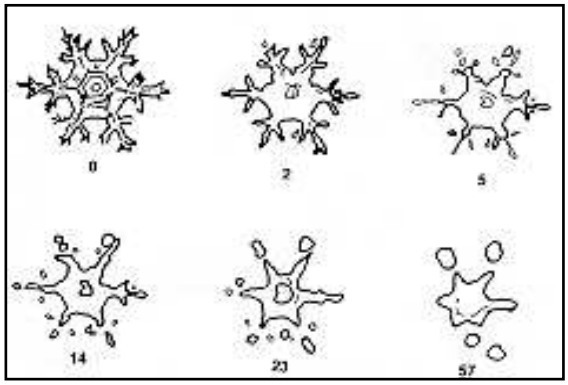
Önce, her buz kristalinin binlerce sıvı damlacıkla çevrili olduğu, –10°C sıcaklığında bir 'soğuk' bulutun var olduğunu kabul edelim. Hava başlangıçta doymuş olduğu için, yeni oluşan buz kristalleri açısından aşırı doyacaktır. Bu aşırı doyma durumunun sonucunda, buz kristalleri süblimasyon ile kaybettiklerinden daha fazla su molekülü toplayabilecektir. Bu yüzden, sıvı damlalardan oluşan sürekli buharlaşma, büyümekte olan buz kristallerini besleyen önemli bir su buharı kaynağı sağlamaktadır (Türkeş 2010; 348).

Buz kristalleri açısından aşırı doygunlaşmanın düzeyi daha büyük olabileceği için, kar kristallerinin büyümesi, düşebilecek kadar iri kristallerin oluşmasına yetecek kadar hızlıdır. Buz kristalleri, düşüşleri sırasında üzerlerinde donan bulut damlacıklarını yakaladıkça büyür. Bazen hava hareketleri bu kristalleri parçalar ve bunların öteki sıvı damlacıklar için birer donma çekirdeği olarak görev yapmasını sağlar. Sonuçta bir tepkime zinciri gelişir ve çok sayıda kar kristali oluşur (Türkeş 2010; 348). Kar kristallerinin birleşmesiyle de daha büyük ve tüy benzeri kuşbaşı kar oluşur. Kuşbaşı kar kütleleri, sayıları 10 ile 30 arasında değişen kar kristallerini içerebilir. Yüzey sıcaklığı 4°C'nin üzerinde olduğunda, bu kar kütleleri genellikle yeryüzüne ulaşmadan erir ve düşmelerini yağmur olarak sürdürmek zorunda kalır. Gerçekte, atmosferin dikine sıcaklık dağılışının uygun olması durumunda, bir yaz yağmuru bile bulutun üst bölümünde önce kar yağışı olarak başlamış olabilir (Türkeş 2010; 348). Kar yağışı yeryüzüne doğru yaklaştıkça, donma noktasının üzerindeki hava bölümlerine ulaştığında hızla erir ve yeryüzüne yağmur olarak düşer. Sıcaklığı donma düzeyinin çok altında olan soğuk bulutlardaki yağış oluşumunu açıklayan Bergeron-Findeisen süreci, orta enlemlerdeki en önemli yağış sürecidir (Türkeş 2010; 348).

Kar yapısı fiziksel ve mekanik özellikleri altında yer alan binlerce kombinasyona sahip olabilirken, meteorolojik olaylarının etkisi ile beraber sürekli değişim içinde olan canlı bir oluşum gösteren kar kristallerinin metamorfizması sonucu da kendi

karakteristiğini kazanır (Şekil 3.2). Kar, sahip olduğu yüksek sıkışabilirliliği, termodinamik süreçleri ve mekanik özellikleri gibi bir çok tekil parametreleri olan kompleks bir malzemedir. Karın kompleksliği sonucu ortaya çıkan zorluk, karın yenilme sırasındaki kriterlerin belirlenmesinde ve bunların formüllenmesinde yatmaktadır. Dolayısıyla da tanımlanması kolaylıkla yapılamamaktadır (Erenbilge vd. 2000).

Şekil 3.2 Kar kristallerinin metamorfizmasına bir örnek



Kar ile ilgili bazı tanımlardan bahsetmek gerekirse; ***Hafif kar yağışı;*** kar taneleri küçük ve seyrektir; görmeyi engelleyen öteki olayların yokluğu durumunda, bu şiddetteki kar genellikle görüş uzaklığını 1000 metrenin altına inmemek üzere azaltır (Türkeş 2010; 362). ***Orta düzeyde kar yağışı;*** daha iri ve çok sayıdaki kar taneleri, genellikle görüşü 400-1000 metre arasında azaltır. ***Kuvvetli kar yağışı;*** çeşitli boyutlarda ve çok sayıdaki kar taneleri görüşü 400 metrenin altına indirir (Türkeş 2010; 362). Kar yağışı ile ilgili değişik özellikler meteoroloji istasyonlarında ölçülmektedir. Bu özelliklerden ilki kar yağışlı gün'dür ve karlı gün olarak ifade edilir. ***Karlı gün (Kar günü)*** "Gün içinde 0.1 mm. ve daha fazla kar suyu ölçülen gün" olarak tanımlanmıştır (DMİ 1970). ***Kar paleti;*** genellikle yüzey hava sıcaklığı 0°C dolayında olduğu zaman, sağanak yağış içinde kuş başı kar ya da yağmurla birlikte yeryüzüne düşen, taneleri küre ya da koni biçimindeki beyaz ve sık buz zerresi yağışıdır (Türkeş 2010; 355). ***Kar danesi (greni);*** çapı çoğunlukla 1 mm'den küçük, beyaz renkli, düz, ince ve sık buz zerresi yağışıdır (Türkeş 2010; 356).

3.1 Kar Yağışını Hazırlayan Ve Denetleyen Etmenler

Kar yağışı birçok etmenin etkisi altında şekillenen bir yağış biçimidir. Hem meteorolojik hem konum ve fiziki coğrafya özellileriyle oluşum şekli ve dağılımında farklılıklar gözlenir. Oluşumunu sağlayan meteorolojik şartlar ve diğer özelliklere kısa anlatımlarla değinmek, kar yağışlı günlerin alan ve zamanda gösterdiği farklılıkları anlama açısından yardımcı olacaktır.

Bulut Çeşitleri ve Sınıflandırılması

Bulutlar çok çeşitli biçimlerde ve boyutlarda oluşabilmelerine karşın, bazı belirgin genel biçimleri sıklıkla yeniden gözlenir. Ayrıca, çeşitli bulut biçimleri, normal koşullarda, yalnız belirgin bir ortalama yükseklikte oluşma eğilimindedirler. Bulutların gösterdiği bu eğilim, oluşumlarını denetleyen çeşitli hava hareketleri ve fiziki coğrafya etmenleri ile ilişkilidir. Bu yüzden, bulutlar şekil ve yükselti temel ölçütleri dikkate alınarak sınıflandırılır (Türkeş 2010; 318). Çok sayıdaki bulut çeşitleri, önce yüksekliklerine göre, alçak, orta ve yüksek ve tüm bu yüksekliklerde bulunabilme özelliklerine göre dikey gelişimli olmak üzere genel olarak dört ana gruba ayrılır. Bunlar da kendi aralarında, biçimleri dikkate alınarak, kümülüs tipi, stratüs tipi ve ara tip olarak üç alt gruba ayrılır (Türkeş 2010; 318).

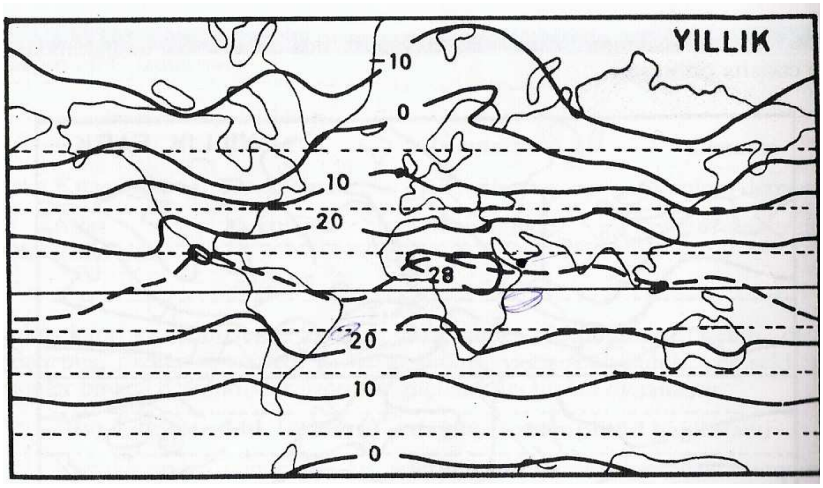
Türkeş 2010'a göre; şekil ve yükseklikleri dikkate alındığında sirrüs biçimli bulutlar, yüksek bulutlar kategorisine girer. Bu yükseklikteki çok düşük sıcaklıklar ve küçük su buharı tutarları nedeniyle, buz kristallerinden oluşurlar ve yağış oluşturmazlar. Genellikle bir hava sisteminin ya da fırtınanın habercisidirler (sirrüs, sirrostratüs, sirrokümülüs). Orta bulutlar (altostratüs, altokümülüs), sıvı su ya da buz kristallerinden oluşurlar. Altostratüs biçimli bulutlardan hafif kar ya da çisenti biçimindeki kuvvetli olmayan yağış çeşitleri düşebilir. Alçak bulutlar ise çoğunlukla su damlacıklarından oluşur. Ancak, sıcaklığınalt troposferde 0°C'nin altına indiği kışın ve soğuk hava sistemlerinde, alçak bulutlar buz kristalleri ve kar içerebilir (stratüs, stratokümülüs, nimbostratüs). Bu bulutlar çoğunlukla geniş alanlıdır ve karanlık gökyüzü, hafif yağmur ve kar ile çisenti gibi hafif ama uzun süre etkili olabilen yağış çeşitleriyle bağlantılıdırlar (Türkeş 2010;320-325).

3.2 Kar Yağışını Etkileyen Genel Şartlar ve Dağılım

Kar yağışı oluşumunu etkileyen birçok şart vardır. Bunu ülkelerin ve bölgelerin özel durumlarından ayrı olarak, genel anlamda etkileyen şartlar açısından inceleyince öne çıkan birkaç faktör olur. Bunlar önem sırasına göre enlem, yükselti ve karasallık başlıkları altında incelenmiştir.

Enlem: Yerin biçimi, yeryüzünün değişik enlemlerinin farklı değerde ışık ışını ve enerji almasına neden olan bir etmendir (Türkeş 2010). Güneşten birbirine koşut demetler biçiminde gelen ışınlar, yuvarlak (aslında kutuplarda biraz basık, geoit) olan Yerküre'nin ekvator kuşağına dik, kutuplara eğik açılarla düşer. Bu eğim farkı yüzünden, enerji değeri açısından aynı güçte olan iki ışın demetinden kutupların çevresine geleni, ekvator çevresine gelenden çok daha geniş bir yüzeyi aydınlatıp ısıtmak zorundadır. Sıcaklığın ekvatordan kutuplara doğru azalmasını sağlayarak yeryüzündeki dağılışını yakından denetleyen bir etmen olarak beliren bu olaya, enlem denetçisi denir (Türkeş 2010) konuya elemanlar ve kontroller açısından bakıldığında, enlem denetçisi, öteki etmenlerin yanı sıra, sıcaklığı denetleyen en önemli etmenlerden biridir (Türkeş 2010, Şekil 3.3).

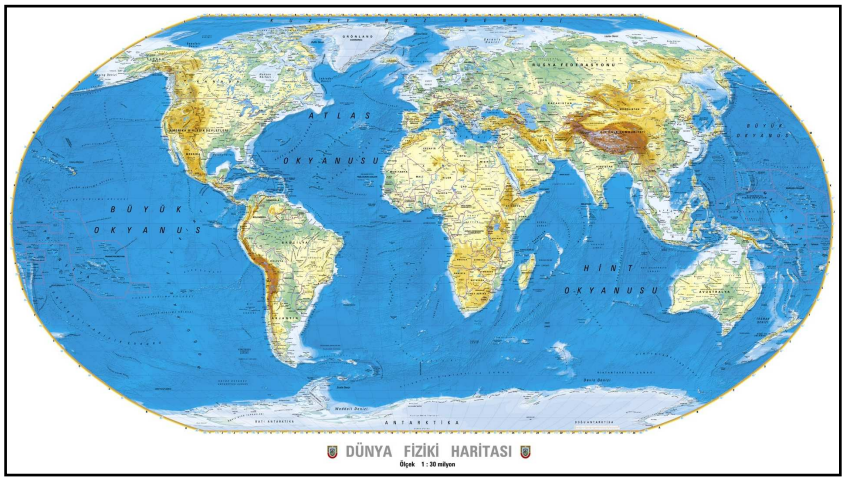
Şekil 3.3 Yeryüzünde yıllık ortalama sıcaklığın dağılışı (Erol 1999)



Yükselti: Elbette ki yeryüzünde kar yağışlarının dağılışında bir diğer önemli faktör yükseltidir. Enlem tek başına değerlendirildiğinde ortalama 60° enlemlerinde başlaması

belenen kar yağışları yükseklik faktörü de katıldığında, enlemsel dağılıştan daha farklı, daha yaygın bir özellik de gösterir. Haritada da görüldüğü gibi (Şekil 3.4) dünya üzerinde farklı yerlerde, değişik yükseltiler mevcuttur ve bu durumda kar yağışı atmosfer koşulları ve yeryüzünün ısınma özelliklerinden dolayı yüksek yerlerde de görülür. Böylece enlemlere göre ortalama 60° enlemlerde başlayan kar yağışı, genel hatlarıyla Asya kıtasının yüksek orta bölümünden başlayarak belli bir sistemle Türkiye'ye kadar girer. Güney Afrika, Kuzey Avrupa ve Kuzey-Güney Amerika'nın batısı boyunca da dünyadaki genel yükseltileri de takip eder ve ekvator üzerinde de uygun yükselti şartlarıyla kar yağışı ve kar örtüsü görülür.

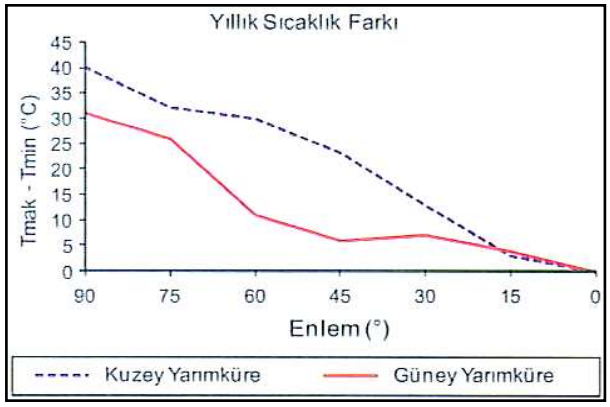
Şekil 3.4 Dünya Fiziki Haritası



Karasallık: Yerküre üzerindeki iklim bölgelerinin coğrafi dağılışı dikkate alındığında, en temel ayrım, karasal iklimler ile denizel/okyanusal iklimler arasındaki belirgin ayrımdır (Türkeş 2010). Okyanuslar, kara kütlelerine göre hem daha yavaş ısınır ve soğur, hem de bu değişimlerin düzeyi daha küçüktür. Bunun anlamı, denizel iklim bölgelerinin, yaz ve kış mevsimlerinde karasal bölgelerden daha ılıman sıcaklık koşullarını yaşamalarıdır. Aynı enlem üzerinde bulunan yerlerin uzun süreli ortalama sıcaklık koşullarındaki farklılıklar, o yerlerin genel atmosfer dolaşımı açısından sahip oldukları konumun yanı sıra temel olarak kara ve deniz dağılışı ile deniz düzeyinden olan yükseklik farkları ile açıklanabilir (Türkeş 2010). Ayrıca okyanuslar, daha büyük ve önemli bir atmosferik nem kaynağıdır. Bu yüzden, denizel iklimler, normal koşullarda karasal iklimlerden daha nemli ve ılımandır.

Kıtaların ve okyanusların yeryüzündeki eşitsiz dağılışının, hava nemi ve sıcaklığı öğelerinin en önemli denetçisi olduğu açıkça görülür (Türkeş 2010, Şekil 3.5).

Şekil 3.5 Yıllık sıcaklık farkı (Türkeş 2010)



Bu durumda enlem etkisiyle 60° enlemlerinde görülen kar yağışlarının, yükselti faktörüyle dünyanın yüksek olan kesimlerini takiben ekvatora kadar inmesinin yanına, karasallık etkisiyle geniş orta enlem karalarının iç kısımları da eklenir. Böylece dünya üzerinde uygun şartlar gösteren pek çok yerde kar yağışı bir dağılım gösterir ki, bunlara genel ve yerel atmosfer dolaşımı, bakı ve sıcak-soğuk su akıntıları gibi etmenlerin etkilerini katmadık. Bu 3 genel etmenle (enlem, yükselti, karasallık) bile kar yağışının dağılışını anlamlandırmak ve coğrafi bir mantığa oturtmak mümkündür.

3.3 Türkiye'de Kar Yağışını Oluşturan Koşullar

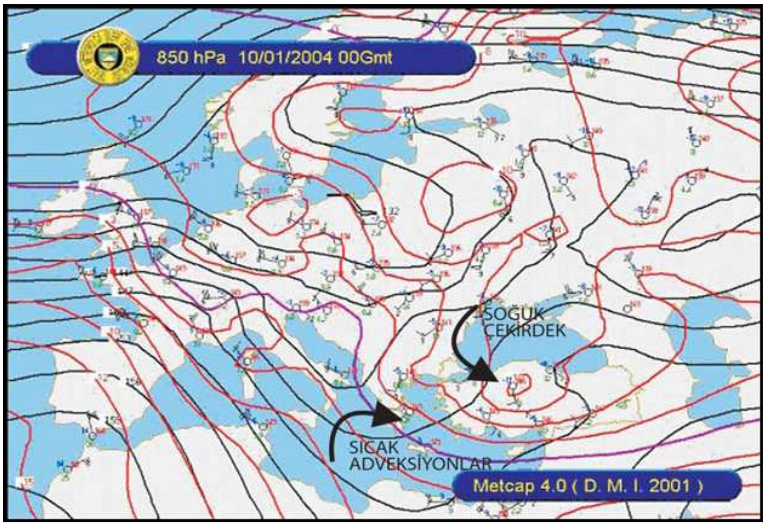
Buz kristallerinden oluşan, parlak, beyaz, katı ve çoğu zaman altıgen şekle sahip donan yağış olarak tarif edebileceğimiz kar yağışı genellikle tabaka bulut (stratiform) tipi bulutlardan, eğer sağanak şeklindeyse küme bulut (kümüliform) tipi bulutlardan meydana gelir. Ülkemizde kar yağışları genellikle sonbaharın sonları ve ilkbaharın ilk ayları arasındaki kış periyodunda görülür. Kuzey, iç ve doğu bölgelerimizde her kış alıştığımız kar yağışlarına Güney Ege kıyıları ve Akdeniz kıyılarında çok seyrek rastlanır. Kar yağışının meydana gelmesinde sıcaklık önemli rol oynar. Yüzeyde sıcaklığın 0°C'ye yakın, 0°C ya da 0°C'nin altında olması gerekir (Çöleri vd. 2006).Yurdumuzda kar yağışları kış aylarında Balkanlar, Karadeniz ve Orta Akdeniz'den gelen sistemlerden meydana gelmektedir. Orta Akdeniz üzerinden gelen sistemlerin sıcak cephelerinin,

Balkanlar ve Karadeniz üzerinden gelen sistemlerin soğuk cephelerinin kar yağışlarına neden olduğu belirlenmiştir (Turgut 2004).

a) Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışları:

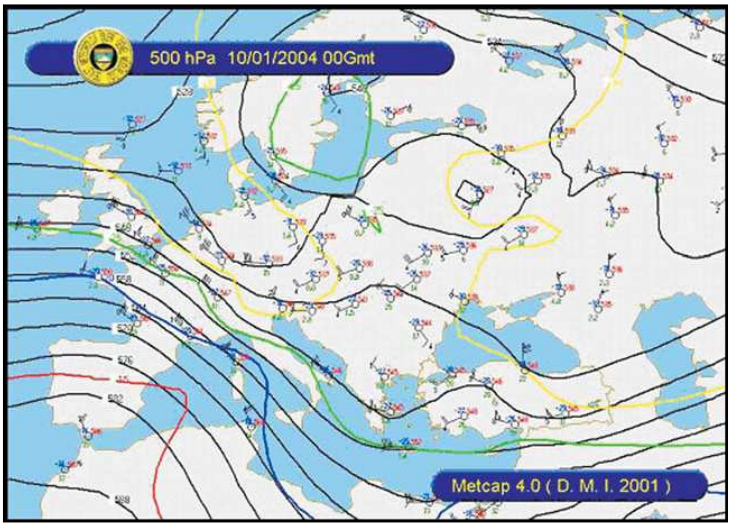
Akdeniz üzerinden gelen alçak basınç sistemlerde Anadolu Platosu üzerindeki soğuk havanın üzerine ılık havanın gelmesiyle oluşan sıcak cepheler önemli kar yağışlarına neden olurlar. Anadolu platosunda bulunan soğuk çekirdek üzerine, Akdeniz üzerinden güneybatılı akışların taşıdığı ılık ve nemli havanın yükselmeye zorlanarak tırmanışa geçmesiyle birlikte oluşan aktif sıcak cephe kar yağışlarına sıcak cephe kar yağışları (overrunning) adı verilmektedir.

Şekil 3.6 Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışı modeline ait 10.01.2004 tarihli 00 Z 850 hPa haritası

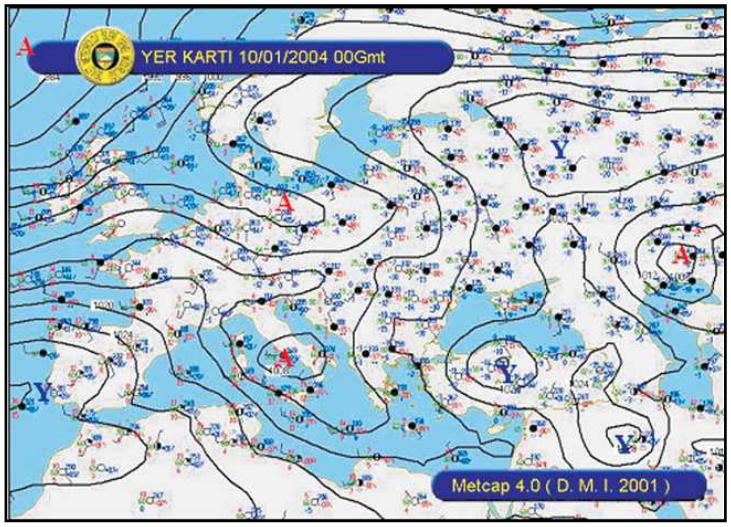


Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışlarında Anadolu Platosu üzerindeki soğuk çekirdeğin 850 hPa sıcaklığı -5°C veya daha düşük olmalıdır (Şekil 3.6). 500 hPa seviyesinde sıcaklık, soğuk çekirdekli yüksek merkez nedeniyle -25°C derece civarında olabilmektedir (Şekil 3.7). Yer haritasında iç bölgelerde yine soğuk nüveli yüksek basınç merkezinin etkili olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 3.8). Akdeniz üzerinden gelen sıcak cephe kar yağışlarında, iç kesimlerde etkili olarak başlayan yağış uzun sürebilir, ancak plato üzerindeki soğuk çekirdeğin zamanla ısınmaya başlamasıyla birlikte önce karla karışık yağmura ve daha sonra yağmura dönüşebilir (Şekil 3.9 – 3.10).

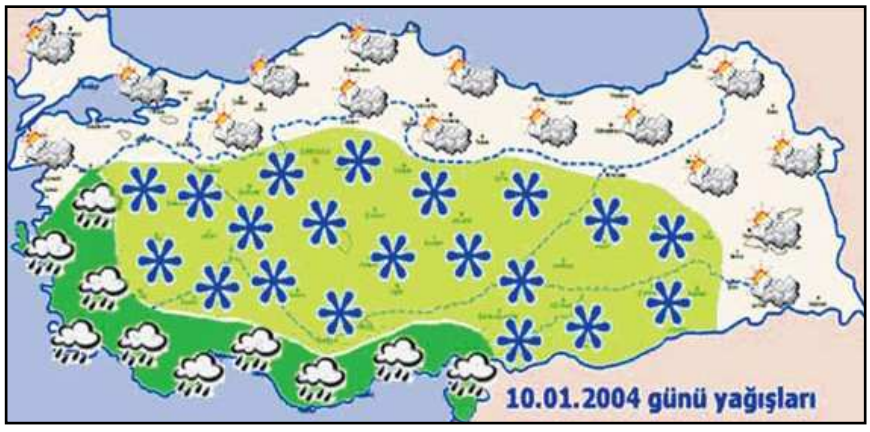
Şekil 3.7 Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışı modeline ait 10.01.2004 tarihli 00 Z 500 hPa haritası



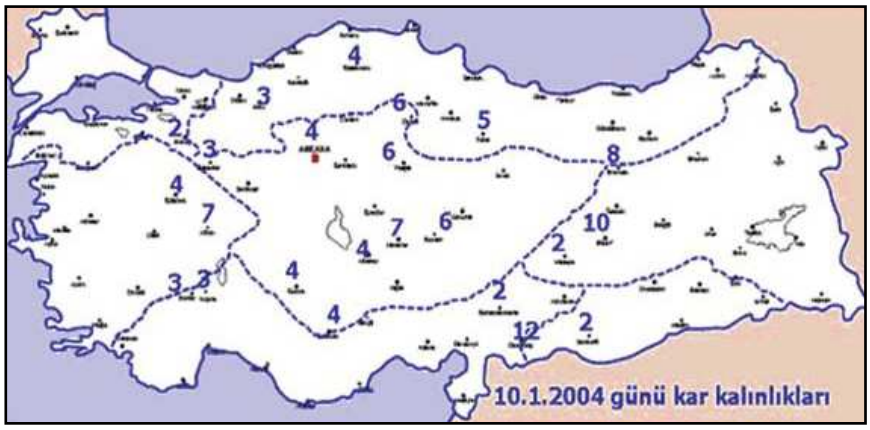
Şekil 3.8 Akdeniz kaynaklı sıcak cephe kar yağışı modeline ait 10.01.2004 tarihli 00 Z yer haritası



Şekil 3.9 *10.01.2004 günü gerçekleşen yağış alanı*



Şekil 3.10 *10.01.2004 günü ölçülen kar kalınlıkları (cm)*



b) Balkanlar ve Karadeniz'den üzerinden gelen soğuk cephe kar yağışları:

Kış mevsiminde soğuk cephe geçişiyle birlikte güneye hareketlenen cP hava kütlesi Marmara ve Karadeniz başta olmak üzere hava sıcaklığının hissedilir derecede düşmesine neden olur. Kış ayları boyunca bu geliş yolunu takip eden siklonlar genellikle Marmara, Kuzey ve İç Ege, İç ve Doğu Anadolu'nun Kuzeyi ile Karadeniz bölgeleri başta olmak üzere, yurdun kuzey ve iç kesimlerinde kar yağışlarına neden olmaktadır. Bu siklonların soğuk cepheleri hava sıcaklığını kuzey ve iç bölgelerde 8°C ile 10°C düşürmekte, özellikle Marmara'nın Doğusu ve Batı Karadeniz'de etkili kar yağışları görülmektedir. Eğer Akdeniz üzerinden güneybatılı akışlarla nem taşınımı varsa, güneydoğu bölgelerde de yağışlar görülebilmektedir. Bu siklonlardan en az Güney Ege ve Batı Akdeniz bölgeleri etkilenmektedir. Ancak, Güney Ege ve Orta Akdeniz üzerinde siklon oluşumlarının belirlendiği modellerde, Balkanlardan gelen soğuk hava takviyesi bu siklonların derinleşmesini, kuzey, iç ve doğu bölgelerde yoğun kar yağışının görülmesini sağlamaktadır.

Hava sıcaklığındaki düşüşe paralel olarak kar yağışı önce Trakya'nın yüksek kesimleri ile Batı Karadeniz'in iç kesimlerinde görülür. Kış aylarında Balkanlar ve Karadeniz üzerinden gelen siklonların soğuk cepheleri 850 hPa haritalarında genellikle sıfır derece izoterminin bulunduğu alanlarda analiz edilir. Karadeniz üzerinden inen soğuk cephelerin aktivitelerinin, cephe hattında ani dönüş yapan izobar sayısıyla doğru orantılı olduğu da belirlenmiştir (Şekil 3.11). Ayrıca, soğuk cepheleri uydu görüntülerinde açıkça

görülebilmektedir (Şekil 3.12). Marmara'nın doğusu ve Karadeniz bölgelerinde yağış soğuk cephe geçişi ve basınç yükselişiyle başlamaktadır.

Şekil 3.11 Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 15.1.2003 06 Z yer haritası

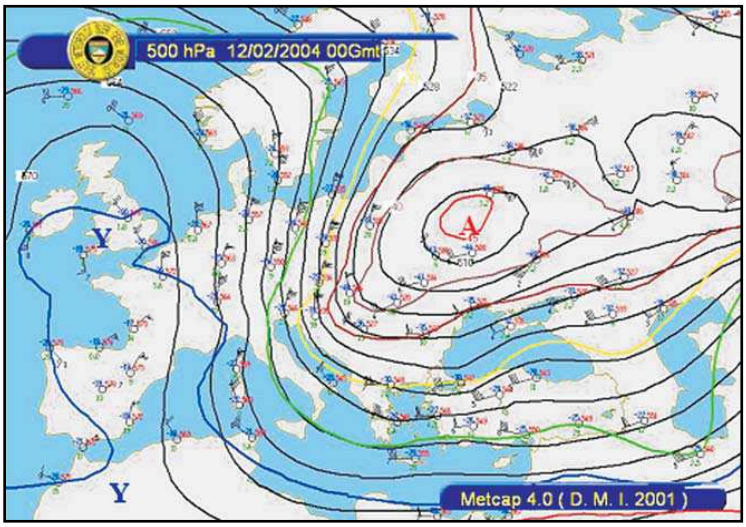
Şekil 3.12 Karadeniz üzerinden gelen soğuk cepheye ait 15.1.2003 07 Z uydu görüntüsü

Balkanlar ve Karadeniz'den gelen soğuk cephelerle başlayan kar yağışları cephe geçişinden sonra hafiflemekte, havanın giderek soğuması yer sıcaklığının düşmesine ve alçalıcı hava hareketlerine (sübsidans) neden olmaktadır. Bu durumda yağış iç kesimlerde kesilmekte, Marmara'nın Doğusu ve Karadeniz Kıyılarında orografik nedenlerle bir süre daha devam etmektedir. Soğuk cephe geçişiyle birlikte arkasından esen kuvvetli kuzeyli rüzgarlar balıkçılar ve denizciler için büyük önem taşımaktadır ve yayınlanan meteorolojik

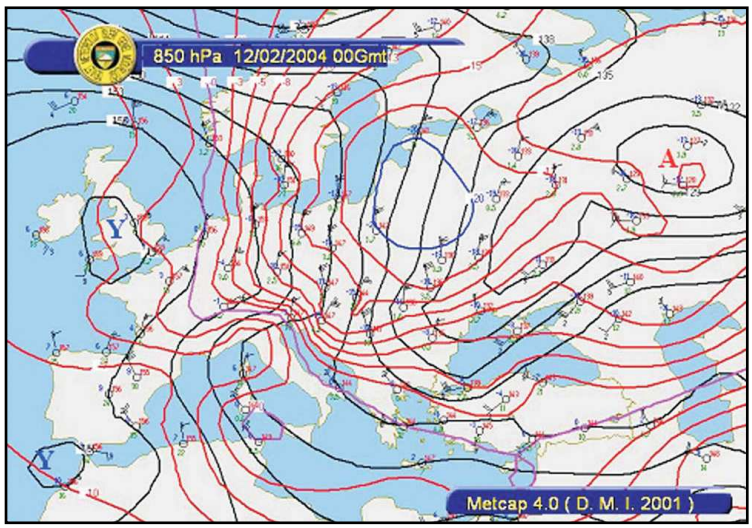
uyarılarla tedbirli olmaları istenmektedir. Soğuk cephe kar yağışlarında 850 hPa seviyesi sıcaklığı iç kesimler için 0°C, Marmara'nın ve Karadeniz'in sahil kesimi için genellikle -7,5°C derece ya da daha düşük, 500 hPa seviyesinde iç kesimler için -27.5°C, kuzey kıyılar için -35°C derece veya daha düşük izoterm değerleri olması gerekir (

Şekil ***3.13***, Şekil 3.14, Şekil 3.15) (Turgut 2004).

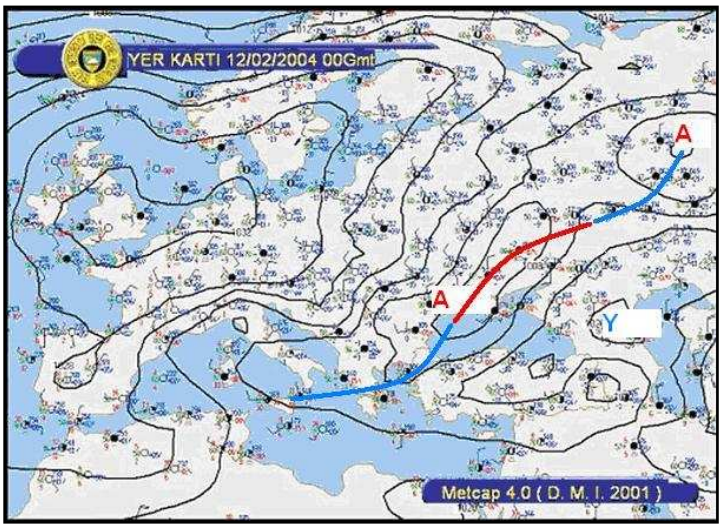
Şekil 3.13 Balkanlar ve Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 12.2.2004 00 Z 500 hPa haritası



Şekil 3.14 Balkanlar ve Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 12.2.2004 00 Z 850 hPa haritası



Şekil 3.15 Balkanlar ve Karadeniz kaynaklı soğuk cephe kar yağışı modeline ait 12.2.2004 00 Z yer haritası



Ayrıca kar yağışı, gözlemlenen sahanın denizellik karasallık durumuna göre de farklılık gösterir. Dağlık alanların yüksek kesimlerinde, o ortama özgü bir hava tipi (mikro klima) oluşur; bu şekilde hava akımları ile karakterize edilen iki çeşit kar iklimi vardır (Taştekin vd. 2002);

- ***Denizel kar iklimi:*** Genellikle çok sert soğukların olmaması, ancak bol miktarda kar yağışının meydana gelmesi ile tanımlanabilir. Bu akımlarla oluşan kar örtüsü kalınlığı fazladır.

- ***Karasal kar iklimi:*** Düşük sıcaklıklar ve kar yağışı ile kendini gösterir. Konum itibari ile deniz kıyılarından uzak alanlarda etkili olur. Kar derinlikleri nispeten az olup, kar örtüsünde yapısal zayıflıkların tipiktir. Açık havalarda bile geniş alanlarda kar taşınımının uygun olması nedeni ile eski kar tabakaları üzerinde önemli ölçüde ek kar depolaması meydana gelebilir ve bu olay, zayıf tabakaların yenilmesi ile çığlara dönüşür. Kar örtüsü içinde ince tabakaların yaygın olarak bulunması, düşük sıcaklıkların ve yüksek sıcaklık gradyanının bulunması, yaşlı kar tabakalarının zayıflamasına neden olan ana faktörlerdir (Taştekin vd. 2002).

Yoğuşmanın oluşabilmesi için yükselici hava hareketlerinin gerçekleşmesi gerekir. Hava kütlelerinde aşağıda yoğuşma oluşum şartları olarak sıralanan üç durumda ortamda sıcaklığın sıfır derecenin altında olması halinde buz kristalleri oluşur kar tanelerini şekillendirir (Taştekin vd. 2002);

1. Alttan ısıma ya da üstten soğuma sonucu gerçekleşen konvektif hareketler
2. Cephe yüzeylerinde gerçekleşen yükselici hava hareketi
3. Topografik etkenlere bağlı olarak gerçekleşen yükselici hava hareketi

Yukarıdaki sıralama esas alınırsa, düşey yöndeki rüzgar hızı ve yağış şiddeti 1'den 4'e doğru artar. Fakat buna karşılık yağış süresi ve etki alanı ise azalır. Rüzgarın bu şekilde hızlanmasının nedeni, dağların üst kısımlarındaki havanın düşey yönde sıkışmasıdır. Yavaşlama ise alçak basınç bölgelerinin varlığı ile meydana gelir. Nemli hava dağ yamaçlarında eğime paralel olarak hareket eder ve rüzgar dağlara dik olarak estiğinde maksimum etkiyi gösterir. Diğer taraftan, dağlardaki lokal morfolojik değişimler, karın depolanması ve rüzgar bileşenleri üzerinde çok önemli etkilere sahiptir (Taştekin vd. 2002).

Kar Taşınımı

Karın, rüzgar nedeni ile ilk depolandığı konumunu bozarak yeniden taşınması olayıdır. 2 m veya daha yükseklikte taşınan kara *uçuşan kar*, yüzeye çok yakın olarak taşınan kara (taşınımın %90'ı) ise *sürüklenen kar* adı verilmektedir (Taştekin vd. 2002).

Bir kar yağışı esnasında veya sonrasında karın taşınım mekanizması, karın alansal dağılımı ve birikimi üzerinde önemli rol oynar. Birikme olayı üç şekilde olmaktadır:

1. Sedimentasyon (rüzgarsız bir ortamda kar yağışı)
2. Birikme (yuvarlanma, sıçrama, türbülanslı hareket)
3. Bir cisim etrafında oluşan birikme

Kar taşınımına etki eden faktörler ise;

1. Rüzgar hızı

2. Kar tanelerinin ortalama büyüklüğü

3. Erozyona uğrayan kar örtüsünün ve taşındığı yerdeki kar örtüsünün özellikleri

4. Sıcaklık

olarak tanımlanır (Taştekin vd. 2002).

Uçuşan ve sürüklenen kar oluşumlarına sebep olan üç ana taşınım tipi vardır Bunları tanımlarsak;

Yuvarlanma: Kuru kar tanelerinin yüzeyde yaklaşık 1 mm yüksekliğindeki bir hava katmanı boyunca 0.1-0.5 m/sn hızla akmaya benzer hareketi

Sıçrama: 10 cm – 1 m yüksekliğindeki bir hava katmanı boyunca kar tanelerinin rüzgar ile bir anda kaldırılıp kısa bir mesafe sonra bırakıldığı zaman oluşan hareket

Türbülanslı Taşınım: Kar tanelerinin 100 m.ye kadar yükseltilip havada bir süre asılı halde taşınımı (Taştekin vd. 2002).

Kar Örtüsündeki Heterojenlik

Kış mevsimi boyunca birbirinden farklı birçok yağış olayı ve diğer meteorolojik koşullar neticesinde, kar örtüsü çok tabakalı bir yapı kazanır. Her bir yağıştan sonra, yeni bir kar tabakası, eski kar tabakasının üstünde yerini alır. Bu dönem içinde, bütün kar örtüsü boyunca, ısı değişimi gelişimini yavaş bir şekilde tamamlamasına rağmen, alttaki tabakalar üzerlerinde gittikçe artan kar yükü nedeni değişmeye devam ederler. Böylece, kristallerin birbirlerine sıkıca bağlanmasını engelleyen ve değişik şekiller kazanmasına neden olan bir süreçten geçen tabakalar zayıflamaya başlar. Sonuçta, birbirlerinden farklı fiziksel özelliklere sahip tabakalar oluşur. Farklı kristal tipleri, tabakalara farklı özellikler kazandırır.

Kar örtüsünün yapısında değişikliğe sebep olabilecek diğer temel faktörler ise, rüzgar hızı ve yönü, yağış türü ve şiddeti, topografik faktörler (eğim açıları, yamaç yönelimleri, yamaçlardaki doğal veya yapay cisimler ve bitki örtüsü türleri)'dir.

Bu faktörlerin etkisi altında kar örtüsünde, akma, kayma, kırılma ve kopma gibi benzer kuvvetlerin etkisi ile oluşan deformasyonlar meydana gelir. Kar tabakasının özelliği, çığ tahmini yapmaya çalışan uzmanların yamaçtaki kar örtüsünün stabilitesini ve kayma potansiyelini belirlemek için baktıkları ilk parametredir. Kar tabakalarının, özelliklerini tanımlayan temel parametreler;

1. Yapı (kristal şekli, kalınlık, buz tabakalarının varlığı, vb.)

2. Yoğunluk (genellikle 50 ile 600 kg/m^3 arasında değişir)

3. Sıcaklık (toprak ile kar örtüsü ve kar örtüsü ile hava arasındaki sıcaklık farklılıkları)

4. Nem (sıvı su içeriği) ve

5. Mekanik özellikler (kesme dayanımı, penetrasyon direnci, vb.) dir.

Kar yağışı sırasında artan sıcaklıklar, üzerleri örtülerek gömülü hale geçen soğuk ve stabil tabakaların oluşması demektir. Yağmur ise, kar örtüsü yüzeyine çok az miktarda ısı sağlamasına rağmen, kar örtüsü üzerine yaptığı ağırlık ve düşey yöndeki sızma hareketi ile oluşturacağı ikincil oluşumlar (su içeriği artmış ve viskozitesi düşmüş tabakalar gibi) aracılığı ile tabakaların mekanik özelliklerini etkilemektedir (Taştekin vd. 2002).

3.3.1 Topografik Özellikler

Türkiye; doğu Akdeniz'de 26-45° D meridyen ve 36-42° K paralelleri arasında yer almaktadır. Genel hatlarıyla bir dikdörtgene (izdüşüm alan 779 545,73 km^2) benzeyen ülke (ortalama 1141 m) Trakya (%3, ortalama 160 m) ve Anadolu (%97, ortalama 1172 m) yarımadalarından oluşur. Türkiye Boğazlar Sistemi (İstanbul ve Çanakkale Boğazı ile Marmara denizi) yaklaşık KD (29.16°-41.26°) GB (26.14°-40.00°) uzanışı ile hem ülkeyi

ikiye böler hem de Türkiye'yi çevreleyen Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz denizyolu bağlantısını sağlar (Koç vd. 2010).

Jeolojik olarak Türkiye'nin ilk önce kuzey kesimi karalaşarak şekillenirken güneye doğru aşamalı bir şekilde gelişmiştir. Türkiye'nin topografik özelliklerinin şekillenmesinde Neojenden -Orta-Üst Miyosen geçişi veya erken Pliyosenden başlayarak etkili olan genç tektonik hareketler belirleyici olmuştur. Türkiye'deki genç tektonik hareketler; Kuzey Anadolu (KAF), Doğu Anadolu (DAF) ve Ege-Kıbrıs ile Ölü Deniz fay kuşakları olmak üzere üç tektonik yapı tarafından yönetilmektedir. Türkiye topografyasının şekillenmesine Neojenden beri damgasını vuran genç tektonik hareketlerin; Orta-Üst Miyosen, Miyosen-Pliyosen ve Pliyosen-Pleyistosen geçişi olmak üzere üç şiddetli etki döneminin olduğu ifade edilmektedir. Türkiye'yi etkileyen genç tektonik hareketler; kabuk deformasyonu, kırılarak kubbeleşme, tektonik havza ve vadilerin oluşumu, epirojenik olaylara bağlı kubbeleşmelere neden olmuştur. Türkiye'nin topografik özelliklerinin şekillenmesinde genç tektonik olaylara ek olarak küresel iklim değişiklikleri (buzul ve buzul arası dönemler) ile bu etkilerin yerel sonuçları etkili olmuştur. Türkiye'yi etkileyen iklim değişikliklerinde önceleri (Miyosen, Pliyosen) Tropikler Arası Karşılaşma Kuşağı'nın (ITCZ) yer değiştirmesi, Akdeniz ile Hint Okyanusu bağlantısının durumu ve sonraları buzul ile buzul arası dönemlerin etkileri belirleyici olmuştur (Koç vd. 2010).

Doğu Avrupa'nın GD uzantısında Balkan Yarımadasında yer alan Türkiye'nin Trakya kesimi; yaklaşık 0-50 m arasında uzanan akarsu taşkın ovaları, 80-150 m arası uzanan çok alçak platolar ile kuzeyde Mahya D. (1031 m) güneyde Ucudere T. (924 m) ile çevrilidir. Bir çöküntü alanı niteliğindeki Ergene Havzası'ndan çevresindeki alçak dağlara az eğimli plato yüzeyleriyle geçilir (Koç vd. 2010).

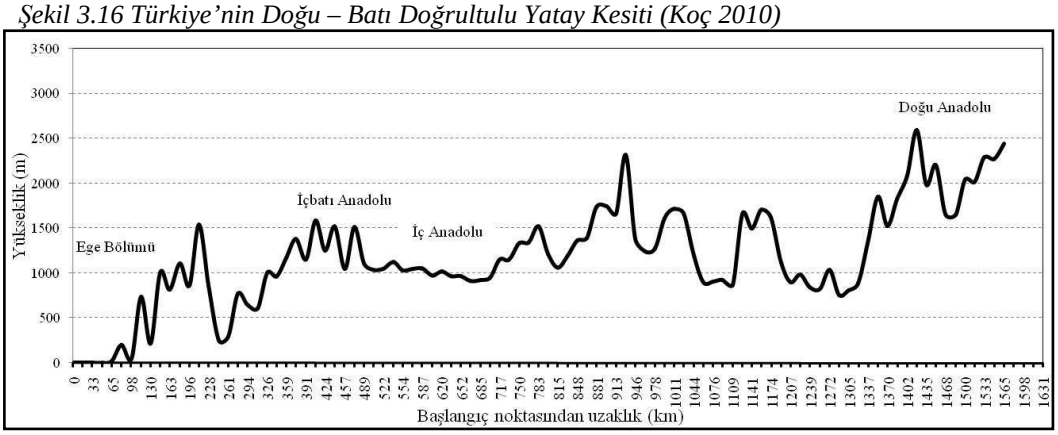
Türkiye'nin büyük bölümünü oluşturan ve buna bağlı olarak topografik özelliklerini de temsil eden Anadolu Yarımadası ise Asya kıtasının GB uzantısı niteliğindedir. Anadolu Yarımadası yerşekilleri kabaca; D-B uzanışlı kenar sıradağlar; yaklaşık 250-300 m'lere kadar yükselen, değişik özellikteki kıyı ovalar; farklı seviyelerde bulunan platolar ve bütün bu yapıları kesen tektonik çukurluklar ile volkanik tek dağlardan oluşmaktadır. Türkiye sıradağları genel hatlarıyla; kıvrım (orojenik) ile kırıklarla (tektonik) oluşmuştur ve batıdan

doğuya doğru yükseltisi artar. Kuzey Anadolu dağlarından seçilmiş olanlar; Kaz D. (1774 m), Uludağ (2542 m), Köroğlu D. (2400 m), Küre D. (2019 m), Ilgaz D. (2587 m), Canik D. (1349 m) ve Kaçkar D. (3932 m) olarak sıralanabilir. Güney Anadolu dağlarından seçilmiş olanlar ise; Bey D. (3070 m), Sultan D. (2519 m), Geyik D. (2560 m), Oyluk D. (2427 m), Bolkar D. (3524 m), Ala D. (3756 m), Binboga D. (2957 m), Nurhak D. (3081 m), Malatya D. (2608 m), Maden (2230 m), Bitlis D. (2633 m) ve Hakkari D. (Buzul D. 4135 m) olarak sıralanabilir (Koç vd. 2010, Şekil 3.16). Türkiye'nin sıradağları, genel olarak D-B uzanışının yanı sıra İnebolu-Anamur hattında, iç Anadolu'yu oluşturacak şekilde genişler. Dağlık alanlar İnebolu-Anamur hattının doğusu ve batısında sıkışarak hem doğrultu değiştirir hem de yükselir. Türkiye'nin kenar dağları, kuzeyde KAF, doğuda DAF ve güneybatıda yerel faylar tarafından oluşturulan, tektonik depresyonlarla parçalanmıştır. Türkiye kenar dağları Türkiye iklimini başlangıç ve temelde kıyı ve iç kesim olarak farklılaştırmaktadır. Türkiye'nin kuzey ve güney sıradağları sıkışma hatlarında yer alacak şekilde; doğuda verev uzanışlı (GB-KD) plato (Uzunyayla 1500-1700 m) ve sıradağlardan (Tahtalı 3075 m, Tecer 2802 m) oluşan yüksek saha (Anadolu verevi/diyagonali) batıda ise doğudaki verevin/diyagonalin tam tersi uzanışlı (GD-KB) ve daha alçağı olarak Dinar Afyonkarahisar-Bursa hattında yer alan, Batı Anadolu Diyagonali adlandırılabilecek olan, platolar (Banaz, Yazılıkaya 1100-1300 m) ile dağlardan (Murat D. 2309 m ve Uludağ 2542 m), ile birbirine bağlanmaktadır (Koç vd. 2010). Türkiye dağlarının bu dağılış özelliği, dağlık alan dışındaki alanlarda, Türkiye'yi kuzeybatıda çöküntü havzalarından oluşan Trakya/Marmara, batıda horst ve grabenlerden oluşan Ege, 500-700 m arasında uzanan platoların yaygın olduğu güneydoğuda, orta yükseklikteki platoların (900-1100 m) bulunduğu iç/orta kesim (iki verev yapı arasında) ile yüksek ova (1800-2000 m), plato (1800-2100 m) ve dağların (Allahuekber 3054 m, Karasu-Aras 3433 m, Büyük Ağrı 5137 m) oluşturduğu doğu kesim olmak üzere beşe ayırmaktadır (Şekil 3.16 – 3.17). Türkiye'nin kıyı ovaları en yaygın olarak Ege Bölgesinde (kıyılarda deltalar, grabenlerin tabanında taşkın ovaları) daha sonra sırasıyla Akdeniz ve Karadeniz kıyılarında bulunmaktadır. Türkiye platoları yaygın olarak; güneydoğuda (alçak, 500-700 m), İç/Orta Anadolu'da (orta yükseklikte, 900-1200 m) ve Doğu Anadolu'da (yüksek, 1600-2000 m) bulunmaktadır (Koç vd. 2010, Şekil 3.16).

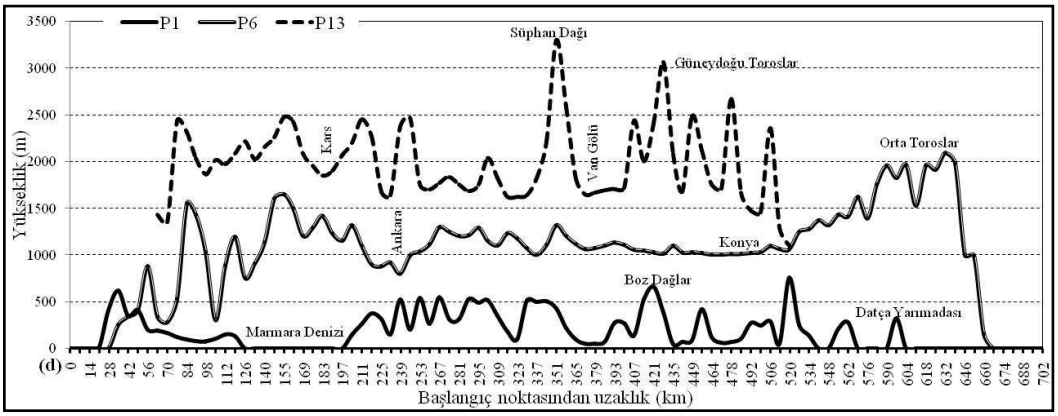
Türkiye'nin güneyinde Eski Dünya karalarının çöl kuşağı, kuzeyinde ise Doğu Avrupa'nın yarı kurak stepleri yayılır. Türkiye'nin Eski Dünya Karaları ortasında ve bu iki

kurak iklim alanı arasında yer almasına rağmen, daha farklı ve daha yağışlı bir ülke olarak ayrılmasının başlıca sebebi, Akdeniz'in uzantısı olan ve Akdeniz iklim etkilerinin doğuya doğru sokulmasına fırsat veren denizlerle çevrilmiş bulunması ve yüksek topografik özellikleridir. Türkiye genel olarak Akdeniz makrokliması içerisinde bulunmaktadır. Ancak Türkiye'de topografik farklılaşmaya bağlı olarak, kısa mesafede çok çeşitli iklim özellikleri görülmektedir (Koç vd. 2010). Türkiye'nin konum özellikleri sıcak ve soğuk dönemde farklı hava kütlelerinin etkili olmasına neden olarak, alansal farklılığı daha da çeşitlendirecek şekilde, mevsimsel farklılaşmaya neden olmaktadır. Türkiye'nin iklimi sinoptik şartlar açısından; sıcak dönemde büyük oranda etkili olan Azor YB ile Muson AB (Basra, ITCZ) basınç desenine bağlı olarak etkili olan tropikal (karasal ve denizel); soğuk dönemde ise (kış) Azor YB, Sibirya YB, Polar Cephe sistemine bağlı gezici depresyonlara (Orta Enlem ve Akdeniz gezici alçak basınçları) bağlı oluşan basınç deseninin etkili olmasının sağladığı polar (karasal, denizel) ve Akdeniz hava kütlelerine bağlı olarak şekillenir (Koç vd. 2010).

Şekil 3.16 Türkiye'nin Doğu – Batı Doğrultulu Yatay Kesiti (Koç 2010)



Şekil 3.17 Türkiye'nin üç ayrı noktadan kuzey-güney kesiti (Koç 2010)



3.3.2 İklim Özellikleri

Türkiye'nin temelde matematik konumuna bağlı olan iklim şartları ülkenin ve bölgelerin özel konumu ve reliyefi tarafından büyük ölçüde tadil edilmiş ve çeşitlenmiştir. Bütünü ile Türkiye, bu enlemlerde kıtaların batı kıyılarını karakterize eden Akdeniz makroklimasının genel ve hakim etkisi altındadır. Güneyinde Eski Dünya karalarının çöl kuşağı, kuzeyinde ise Doğu Avrupa'nın yarıkurak stepleri yayılır. Türkiye'nin Eski Dünya karaları ortasında ve bu iki kurak iklim alanı arasında yer almasına rağmen, daha farklı ve daha yağışlı bir ülke olarak ayrılmasının başlıca sebebi, Akdeniz'in uzantısı olan ve Akdeniz iklim etkilerinin doğuya doğru sokulmasına imkan veren denizlerle çevrilmiş bulunması ve yüksek reliyefidir. Böyle olmasaydı bütün Türkiye'nin, aynı enlemlerdeki bazı ülkeler gibi yarıçöller ve steplerle kaplı bir kurak iklim alanı olması gerekirdi.

Türkiye'nin iklim özellikleri araştırmacılar tarafından ayrıntılı biçimde tahlil ve tasvir edilmiş, ayrıca bu özelliklerin çağdaş jenetik-dinamik klimatoloji açısından oluşum mekanizması da açıklanmıştır. Ülkenin iklim şartları temelde genel atmosfer sirkülasyonu, hava kütleleri, polar cepheye göre konumu ve hava kütlelerinin mevsimlik yer değiştirmeleri gibi, Akdeniz makroklimasının oluşumunu da belirleyen genel planetar etkenlere bağlıdır. Ülke kışın, kutbi denizel hava kütleleri ile tropikal hava kütleleri arasındaki kutbi cephe boyunca gelişen atmosfer süreçlerinin, özellikle batıdan gezici depresyonlar halinde belli yolları izleyerek sokulan nemli hava kütlelerinin etkisinde kalır ve bu olaylara bağlı olarak bol frontal yağışlar alır. Gene aynı mevsimde zaman zaman kutbi karasal hava kütlelerinin adveksiyonuna da uğrar. Bunun sonucunda kış, yağışlı ve nispeten ılık dönemlerle, soğuk ve karlı dönemlerin münavebe ettiği bir mevsim özelliğini gösterir. Buna mukabil yaz, Türkiye'nin bulunduğu enlemlerde genellikle bir frontoliz dönemidir. Bu mevsimde Azor antisiklonu olarak adlandırılan yüksek basınç sistemi kuzeye doğru kaymış, nemli ve ılık denizel hava kütlesi ve kutbi cephe kuzeye çekilmiş, ekvatoral alçak basınç kuşağı kuzeye doğru ilerlemiş ve çatallanan intertropikal konverjans zonunun (ITCZ) bir kolu ülkenin güneydoğusunda Basra Körfezi'ne doğru sokulmuştur. Bu durumda Türkiye üzerinde, kuzeybatıdaki Asor antisiklonundan, güneydoğudaki ITCZ'ye doğru ortaya çıkan büyük basınç gradyanının izleyen ve bazı araştırmacıların muson rüzgarları mekanizmasına benzettikleri genel bir hava akımı hakimdir. Bu

frontolitik durum, ülkemizde yaz aylarını karakterize eden genel yağış azlığının veya yaz kuraklığının temel nedenidir.

Fakat bölgelerin coğrafi özellikleri bu genel tabloda bazı önemli değişikliklere yol açar ve Akdeniz makrokliması çerçevesi içinde bölgesel iklim tiplerinin ortaya çıkmasına neden olur. Bu coğrafi faktörlerin başlıcaları, bölgelerin denizlere göre konumu, orografi, bakı ve kontinentalite derecesidir. Örneğin kışın ülkenin muhtelif bölgeleri arasında büyük ölçüde artan sıcaklık farkları, buna mukabil yazın bu farkların çok azalması, günlük ve yıllık termik rejim bakımından görülen bölgesel ayrılıklar, ormanın, tarım alanlarının ve daimi kar sınırının iç kısımlara ve doğuya doğru yükselmesi, bölgelere göre değişen kontinentalite derecesi ile yakından alakalıdır. Orografi ise, genel yağış dağılışını belirleyen başlıca faktörlerden biridir. Bu nedenledir ki Türkiye'nin orografi ve yağış dağılışı haritaları arasında büyük bir benzerlik görülür. Kenar dağların denize bakan yamaçları genelde çok daha fazla yağış alır. Bu yağışlar, elverişli bakı şartlarının gerçekleştiği alanlarda, özellikle Doğu Karadeniz kıyılarında sık sık gerçekleşen stasyoner oklüzyon cepheleri sayesinde yılda 2000 milimetreyi geçer; elverişli bakı şartları altında orografik yağışlar yazın da görülür. Böylece yurdun bu köşesinde, coğrafi faktörlere bağlı olarak, kışları ılık, yazları da nemli çok farklı bir iklim tipi ortaya çıkar. Buna karşılık, dağlarla kuşatılmış İç Anadolu ile deniz etkilerinden uzak Güneydoğu Anadolu düzlüklerinde Akdeniz ikliminin yarıkurak karasal geçiş tipi, kontinentalitenin çok şiddetli ve yükseltinin fazla olduğu Doğu Anadolu'nun kuzey yarısında ise orta kuşağın karasal iklimini andıran bir iklim tipi ile karşılaşılır. Tipik özellikleri ile Akdeniz iklimi ise ülkenin güney ve batı kıyı kesimlerinde hüküm sürer.

Uzun süreler boyunca Türkiye genelinde ortalama sıcaklık şartları ancak bir iki dereceyi geçmeyen dar sınırlar içinde oynamıştır. Buna karşılık Türkiye'de iklimin başlıca özelliklerinden biri, önemli ölçülere varan yağış oynaklığı ve zaman zaman meydana gelen şiddetli kuraklıklardır. Birçok bakımdan önemli sonuçları olan bu iklim arızaları, yağış rasatlarının bulunduğu süre boyunca istatistik metotları ile incelenmiş ve muhtelif şiddetteki kuraklıkların muhtemel frekansları saptanmıştır. Yeryuvarının radyasyon bilançosu ve ona bağlı olarak genel atmosfer sirkülasyonu ve basınç dağılışındaki değişikliklerin sonucunda meydana gelen bu kurak dönemlerde Türkiye adeta güneyindeki

çöl şartlarının istilasına uğrar. 1916 ve 1928 yıllarındaki kuraklıkların olumsuz etkileri yaşlıların hala hatırındadır ve bazı araştırmacılar tarafından da tasvir edilmiştir. Tarihi kayıtlar, dendroklimatolojik incelemeler ve buzulların durumu ile ilgili bazı araştırmalar ortalama iklim şartlarındaki bu sapmaların çok daha eski dönemlerde de meydana geldiğini göstermektedir. Türkiye topraklarının Pleistosen'de daha büyük ölçüdeki iklim değişiklerine uğradığı, süresi 2.6 milyon yıl kadar olan bu devir boyunca göl seviyelerinin yükseldiği, bugün ancak izleri görülen yeni göllerin oluştuğu ve yüksek dağlarımız üzerinde bazılarının uzunluğu 15 km.yi bulan buzulların meydana geldiği soğuk ve nemli devrelerle, kurak ve sıcak devrelerin birkaç kez münavebe ettiği, son deglasiyasyona paralel olarak yükselen deniz seviyesinin bugünkü kıyı çizgisine zamanımızdan ancak 7000 yıl kadar önce, prehistorik insanların gözü önünde eriştiği ve günümüzdeki ortalama iklim şartlarının da 3000-4000 yıl kadar önce oluştuğu jeomorfolojik ve paleoklimatolojik araştırmalarla ortaya konmuş bulunmaktadır.

İklimin, Türkiye'nin fiziki coğrafya özelliklerini belirlemekteki doğrudan ve dolaylı etkileri çok geniş kapsamlıdır. Yatay ve düşey doğrultudaki iklim farklılaşmaları yüzey şekillerinin nitelik ve şiddet bakımından farklı etken ve süreçlerle işlenerek şekillendirdiği morfojenetik veya makroklimatik bölgelerin oluşmasına yol açmıştır (Şekil 3.16 – 3.17). Genelde 3500 m.den daha yüksek alanlar glasiyal, ormanın üst sınırı ile daimi kar sınırı arasındaki kuşak periglasiyal, nemli kenar bölgeler fluviyal, ülkenin en kurak kesimleri ise akarsularla birlikte kurak ve yarıkurak bölgeleri karakterize eden etken ve süreçlerin (deflasyon, korozyon, pedimentasyon) rol oynadığı başlıca morfojenetik bölgelerdir. Genel litoloji ile de ilgili olarak iklim, ülkenin kuzeyinde kütle hareketlerinin (özellikle heyelanlar), güneyinde ise karstlaşmanın hakim olduğu birer kuşağın meydana gelmesine yol açmıştır.

Azonal ve intrazonaller bir yana bırakılırsa, klimatik ya da zonal toprak türleri başlıca doğal vejetasyon formasyonları da genelde iklim şartlarına uyan bir yayılış düzeni gösterirler. Ülkenin kuzey ve güney kıyı bölgeleri boyunca kuvvetle yıkanarak podsollaşmaya uğramış, bazı yörelerde lateritik özellikler de gösteren topraklardan oluşan bir şerit uzanır. Daha az yağışlı ve kışları daha soğuk iç kesimlere hafifçe podsollaşmış, orta derecede asit kahverengi orman topraklarına geçilir. Daha içerlerde ise, artan kuraklık

nedeni ile kalsifikasyon pedojenezde ön plana geçer. Bunun sonucunda, İç Anadolu'nun en az yağışlı orta kesimindeki serozyom alınını kabaca konsantrik kuşaklar halinde kuşakta ve merkeze yaklaştıkça giderek daha yüksek alkalinite gösteren pedokaller (kahverengi ve kızıl kahverengi yarıkurak bölge toprakları) yer alır.

Doğal vejetasyon formasyonlarının genel yayılış düzeni, fizyolojik-ekolojik özellikleri ve floristik bileşimler de ana çizgileri ile iklime, özellikle yağış ve sıcaklık şartlarına bağlıdır. Karadeniz kıyıları boyunca nemcil türlerden oluşan gür ormanlar, onların güneyinde şiddetli kış soğuklarına dayanıklı kuru ormanlar, Akdeniz ve Ege kıyılarında ise Akdeniz ikliminin uzun yaz kuraklığına uymuş karakteristik formasyonları genişliği yer yer değişen birer şerit halinde uzanırlar. Artan kuraklığa bağlı olarak iç kesimlere doğru ve Güneydoğu Anadolu'da doğal orman alanlarından önce ağaçlı steplere ve daha sonra da steplere geçilir. Ormanın üst sınırı da, tıpkı daimi kar sınırı gibi, kontinentalitenin etkisi altında kenar bölgelerden (2000-2200 m) içerlere ve doğuya doğru yükselir ve Doğu Anadolu'da 2800 metreye kadar çıkar.

4 BULGULAR

"Türkiye İkliminin Bir Bileşeni Olarak Kar Yağışı Özellikleri ve Kar Yağışlarının Alansal ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi" adlı bu araştırmada yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular bu bölümde ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

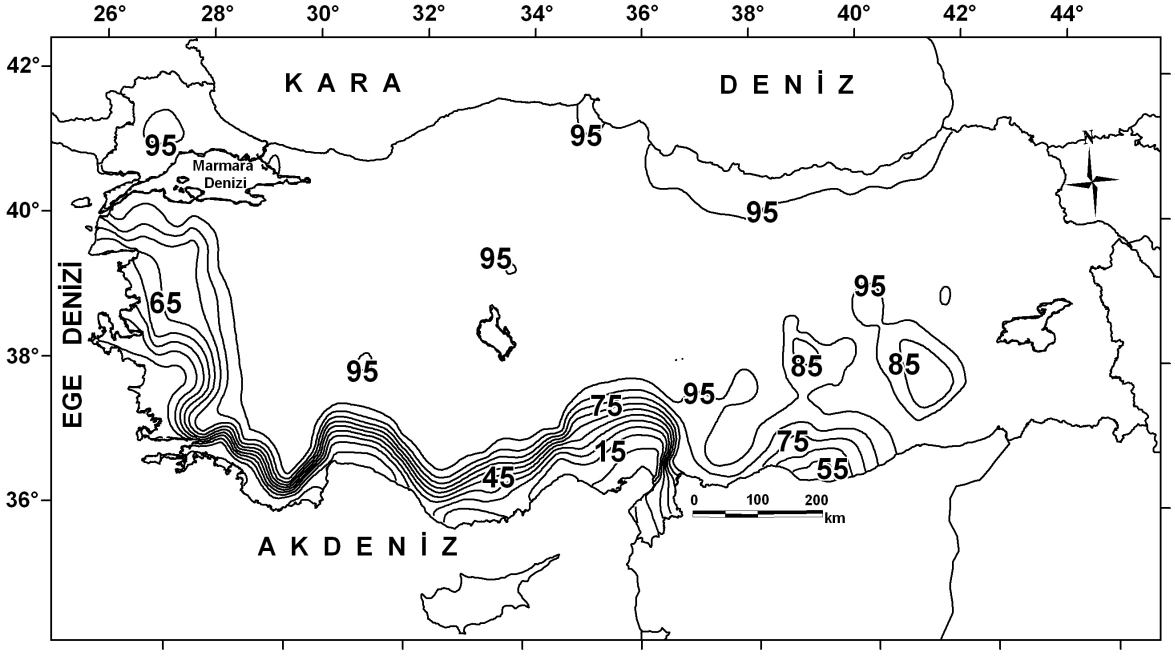
4.1 Türkiye'de Kar Yağışlı Günlerin Başlangıç Ve Bitiş Özellikleri

Kar yağışı özelliklerindeki alan ve zamana bağlı değişimin su kaynaklarını etkilemesi nedeniyle, kar yağışlı dönemlerin başlangıç ve bitişlerindeki değişimin temel belirleyici kar yağışı özelliklerinden olduğu düşünülmektedir. Türkiye'de kar yağışının diğer özelliklerinde olduğu gibi, kar yağışlı dönemlerin özellikleriyle alan ve zamana bağlı değişimleri konusunda bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Araştırmanın bu aşamasında amaç, Türkiye'de kar yağışlarının başlangıç ve bitiş dönem özelliklerini belirleyerek, bu özelliklerin alan ve zamana bağlı değişimini ortaya koyabilmektir. Böylece Türkiye'de kar yağışı özellikleriyle alan ve zamana göre değişiminin belirlenmesi konusunda bilimsel eksiklerden biri giderilmiş olacaktır. Sunulan ve takip edecek araştırmalarla Türkiye'de kar yağışı ile bundan hareketle su kaynaklarının yönetimi konusunda hissedilen bilimsel araştırma (Apak vd. 2007) eksikliğinin bir kısmı tamamlanmış olacaktır.

Türkiye; orta kuşakta yer alması ve topografik özellikleri nedeniyle kar yağışının gerçekleştiği bir ülkedir. Türkiye'de kuzeyden denizel ve karasal polar (mP ve cP) hava kütlelerinin etkili olması kar yağışı oluşum şartlarını hazırlar (Erinç vd. 1964, Erinç 1984, Koç 2001, Koçman 1993). Türkiye'de; kısa mesafelerde topografyanın farklılaşması, yüksek dağ kütlelerinin varlığı, dağların uzanışı ve konum özelliği ile aldığı hava kütleleri kar yağışı görülme olasılığını şekillendirir. Erlat ve Türkeş (2008), don olaylı gün sayılarındaki alansal dağılışta, karasallık, denizden uzaklık, yükselti ve topografyaya bağlı olarak kısa mesafeler içinde önemli değişmeler olduğunu vurgulamıştır. Türkiye kar yağışı

görülme olasılığı haritasında; Akdeniz ikliminin hakim olduğu sahalar dışında, kar yağışlarının görülme olasılıkları yüksektir (Şekil 4.1). Bu anlamda sadece Akdeniz ve Ege kıyıları boyunca kar yağışı rastlanma olasılığı düşüktür. Bunun dışında kalan tüm Anadolu yarımadası ve Trakya'da kar yağışı görülme olasılıkları %90'ın üzerindedir (Şekil 4.1). Bu duruma ek olarak Türkiye'nin topografik yapısının ana iskeletini oluşturan plato ve dağlar, kar yağışlarının görülme olasılığının alansal farklılaşmasına neden olmaktadır. Türkiye genelinde Malatya ve Elazığ gibi tektonik çukurluklarda, Iğdır gibi topografik etkenlere bağlı olarak şekillenen yerel iklim özellikleri görülen sahalarda, kar yağışı görülme olasılığı azalır (Şekil 4.1).

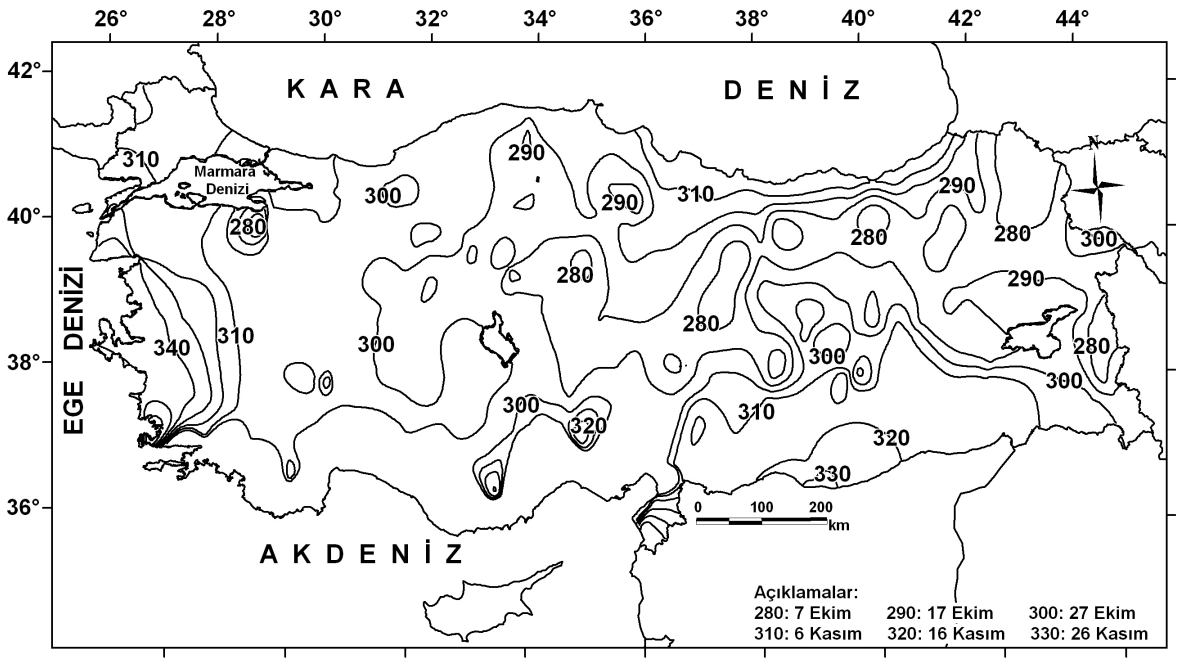
Şekil 4.1 Türkiye'de kar yağışlı gün görülme olasılığı



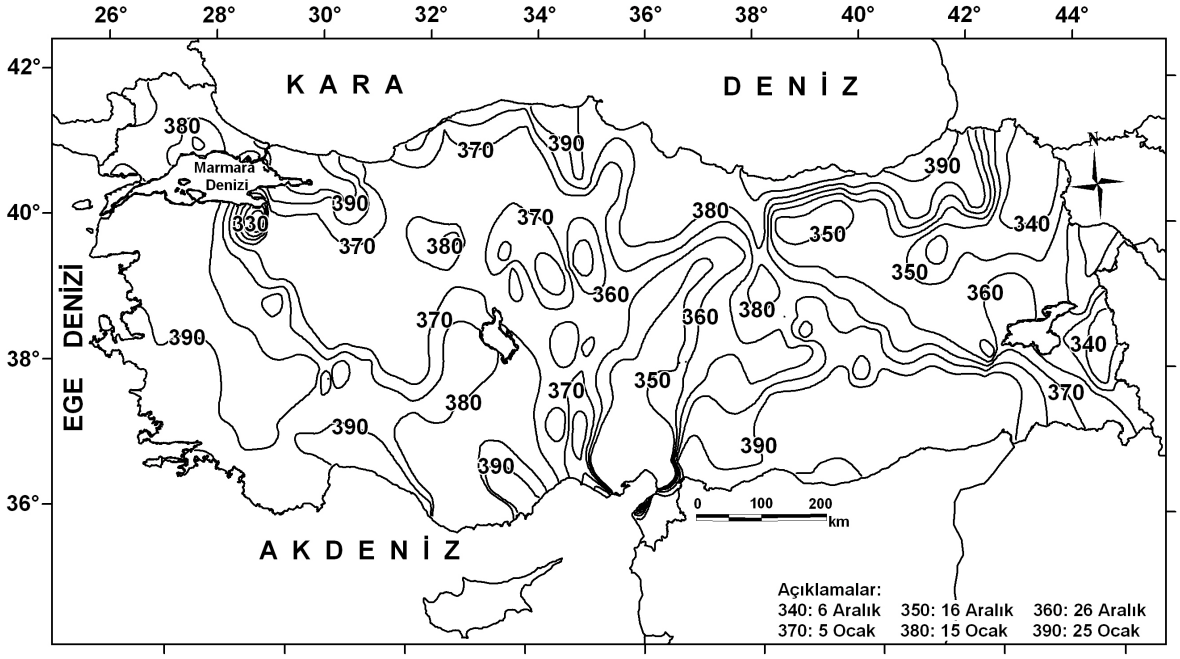
Türkiye'de kar yağışlı gün sayılarının şekillenmesinde karasallık, yükselti, konum ve yerel iklim özellikleri belirleyicidir (Koç ve Kartum 2009). Türkiye'nin kar yağışlı günlerindeki en erken başlangıç tarihleri de bu kontroller altında Uludağ'da (2542 m), Türkiye'nin doğu ve kuzey doğusunda yılın 280. günüdür (7 Ekim) (Şekil 4.2). En geç günü ise Ege ve Akdeniz kıyılarında 340. gün (6 Aralık) ve daha geçtir (Şekil 4.2). Buradan çıkan sonuca göre Türkiye'nin yüksek dağ zirveleri (Uludağ), plato ve sıradağlarıyla karasallığın etkili olduğu İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde kar yağışları daha erken başlar. Bununla birlikte Akdeniz iklimi ve denizelliğin etkilerine bağlı olarak Akdeniz ile Ege kıyılarında kar yağışlarının geç başladığı ya da hiç ölçüm yapılmadığı

belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde de konum ve Akdeniz ikliminin etkilerine bağlı olarak kar yağışları geç başlar. Çevresine göre Iğdır depresyonu kar yağışlarının daha geç, Edirne ise daha erken başladığı alanlar olarak dikkat çeker. Benzer durum sayısal farklılıklar gösterse de aynı bölge ve noktalarda toplanmak üzere kar yağışlarının en geç başlangıç tarihlerinde de tekrar eder (Şekil 4.3). Bu durumda kar yağışlarının en geç başlangıç tarihleri gene Uludağ'da, Türkiye'nin yüksek ve karasal doğu kesiminde yılın 330. günüdür (26 Kasım). Geç kar yağışı başlangıçlarındaki en geç günü ise 390. gün (25 Ocak), daha geç ve hiç ölçüm bulunmamakla birlikte Ege ve Akdeniz kıyılarındadır (Şekil 4.3).

Şekil 4.2 Türkiye'de kar yağışlı günlerin en erken başlama tarihleri



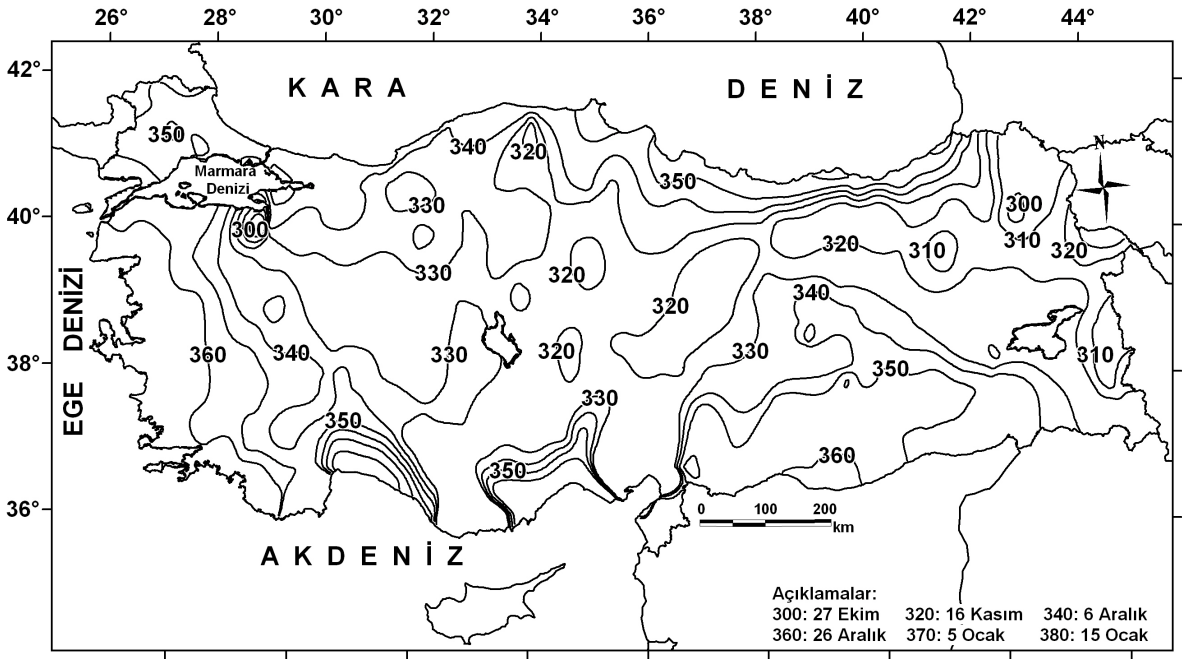
Şekil 4.3 Türkiye'de kar yağışlı günlerin en geç başlama tarihleri



Kar yağışlarının bir diğer özelliği olarak belirlenen ortalama başlangıç tarihleri alansal olarak aynı yerlere işaret etmekle birlikte, sayısal farklılıklar vermiştir (Şekil 4.4). Uludağ'da, Türkiye'nin doğu ve kuzeydoğusunda ortalama kar yağışı başlangıç tarihi yılın 300. günü (27 Ekim), Ege kıyıları ve Akdeniz Bölgesi'nde ise yılın 360. günü (26 Aralık) ve 380. günü (15 Ocak) arasında oynamaktadır (Şekil 4.4). Türkiye'nin dağlık sahaları kar yağışı başlangıç tarihlerinin en erken olduğu sahalar olduğu gibi, tek dağlarda da aynı durum gözlenmiştir. Burada dikkati çeken durumlardan biri, kar yağışlarının başlangıç tarihlerinin ayrılmasında, daha erken kar yağışlarının görüldüğü alan olarak, Anadolu Diyagonali (Tahtalı, Tecer ve Mercan dağ sıraları) hattının haritalarda kendini belirgin bir şekilde göstermesidir. Benzer şekilde Batı Anadolu Diyagonali de (İçbatı Anadolu platoları ile Murat ve Emir dağları) daha erken kar yağışlarının görüldüğü alan olarak belirgin bir hat oluşturur. Ege Bölgesi'nden İç Anadolu'ya doğru bir geçiş alanı oluşturan İçbatı Anadolu'nun (Batı Anadolu Diyagonali) çizdiği bu hat da gene topografya kontrolünde gelişmiştir. Bir anlamda ülkenin iç kesimi (Orta Anadolu) kenar sahalardan dağlık alanlarla ters bir üçgen gibi ayrılmaktadır. İç Anadolu'nun yüksek plato ve karasal yapısına işaret edercesine ayrılan bu bölgeyi, kar yağışı başlangıçlarının daha erken tarihlerde olduğu, kendisinden daha yüksek ve karasal Doğu Anadolu Bölgesi takip eder. Burada Türkiye'nin karmaşık ve kısa mesafelerde önemli farklar gösteren topografyasını hatırlatmakta fayda vardır. Karadeniz Bölgesi'nin doğu ve orta kısmında birbirini izleyerek devam eden kar

yağışı başlangıcı eğrilerinin paralel uzanışı ve kıyıya doğru hızla azalması da gene bölgenin topografyasıyla denizelliğin bir sonucudur. Bu genel duruma ek olarak Iğdır, yerel topografik özellikler; Türk Boğazlar Sisteminde İstanbul Çanakkale hattında, konum özelliklerine bağlı olarak kar yağışlı günlerin başlangıç tarih ortalamalarında azalma belirlenmiştir.

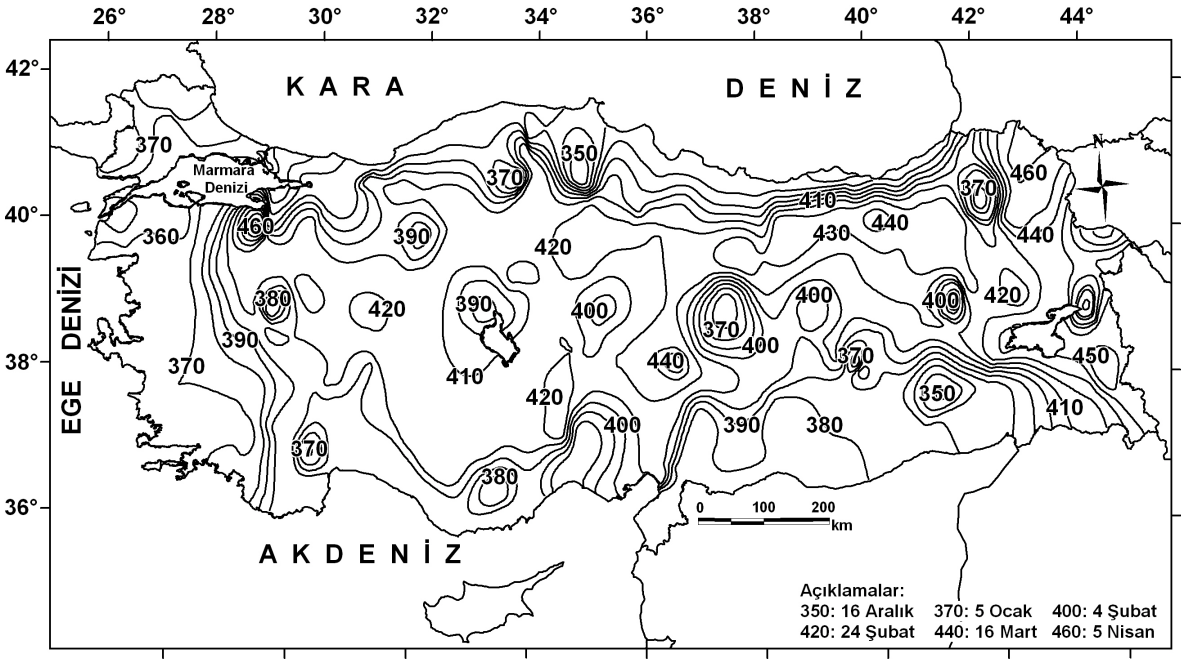
Şekil 4.4 Türkiye'de kar yağışlı günlerin ortalama başlama tarihleri



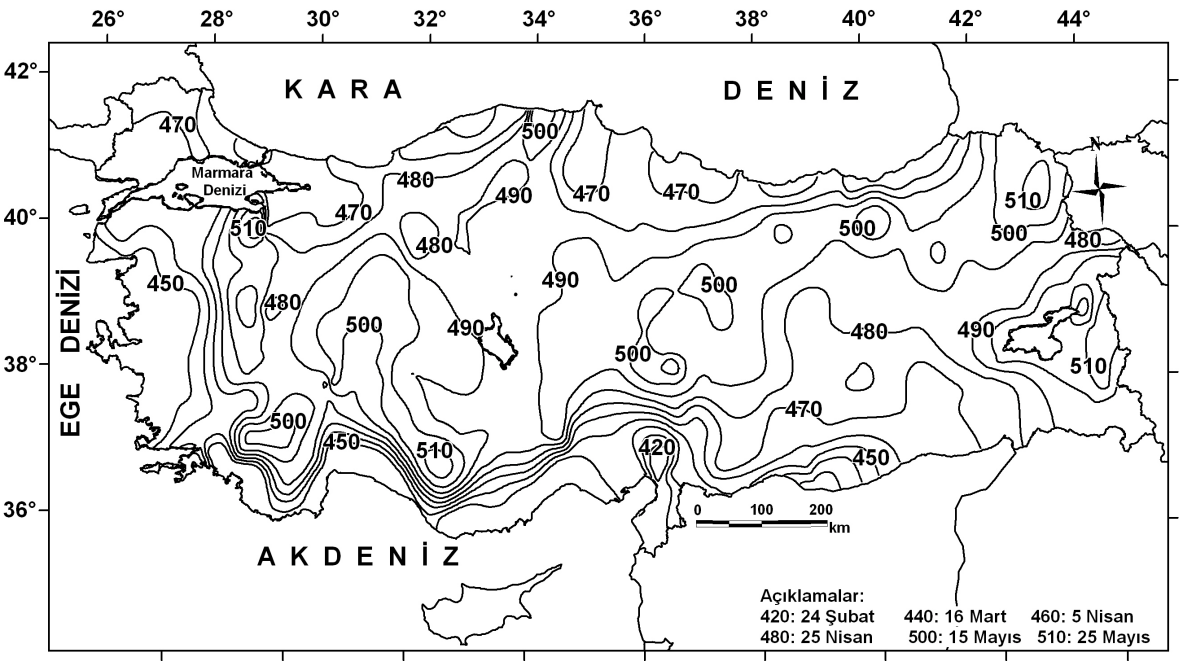
Türkiye'nin kar yağışlı günlerindeki en erken bitiş tarihleri, kar başlamalarının da en geç olduğu Akdeniz ve Ege bölgelerindedir. Bu alanlar aynı zamanda kar yağışı görülme olasılığının da en düşük olduğu sahalardır (Şekil 4.1). Bu durum; belirtilen sahaların ekvatora yakın, denizellik etkisinde ve Akdeniz iklim bölgesinde olmasıyla açıklanabilir (Şekil 4.5). Kar yağışlı günlerin en erken bitişleri Ege Bölgesi'nde 370. gün (5 Ocak) ve Akdeniz Bölgesi'nde 380. ve 390. günlerdir (15 Ocak – 25 Ocak) (Şekil 4.5). Karadeniz kıyısında kar yağışlarının erken tarihlerde bitmesi daha kuzeyde olsa da denizin ılımanlaştırıcı etkisinde olmasıyla açıklanabilir. Karadeniz Bölgesinde Osmancık istasyonu Kızılırmak vadisinde yerel iklim özellikleri gösteren bir konumda bulunması ve kıyı ile arasında başka istasyon verisinin olmaması nedeniyle dağılış deseninde genel gidişten farklılaşmaya neden olmaktadır (Şekil 4.5). Türkiye'de kar yağışlarının en erken bittiği alanları gösteren haritada Uludağ, Doğu ve İç Anadolu Bölgeleri, diğer kesimlere göre daha geç tarihler verir (Şekil 4.5) Uludağ'da bu tarih 460. gündür (5 Nisan). Takiben Doğu

Anadolu Bölgesi'nde 440. (16 Mart) ve 420. günler (24 Şubat) gelir (Şekil 4.5). Bu durumun yüksek dağ zirveleri ve karasallık etkilerine bağlı olarak geliştiği düşünülmektedir.

Şekil 4.5 Türkiye'de kar yağışlı günlerin en erken bitiş tarihleri



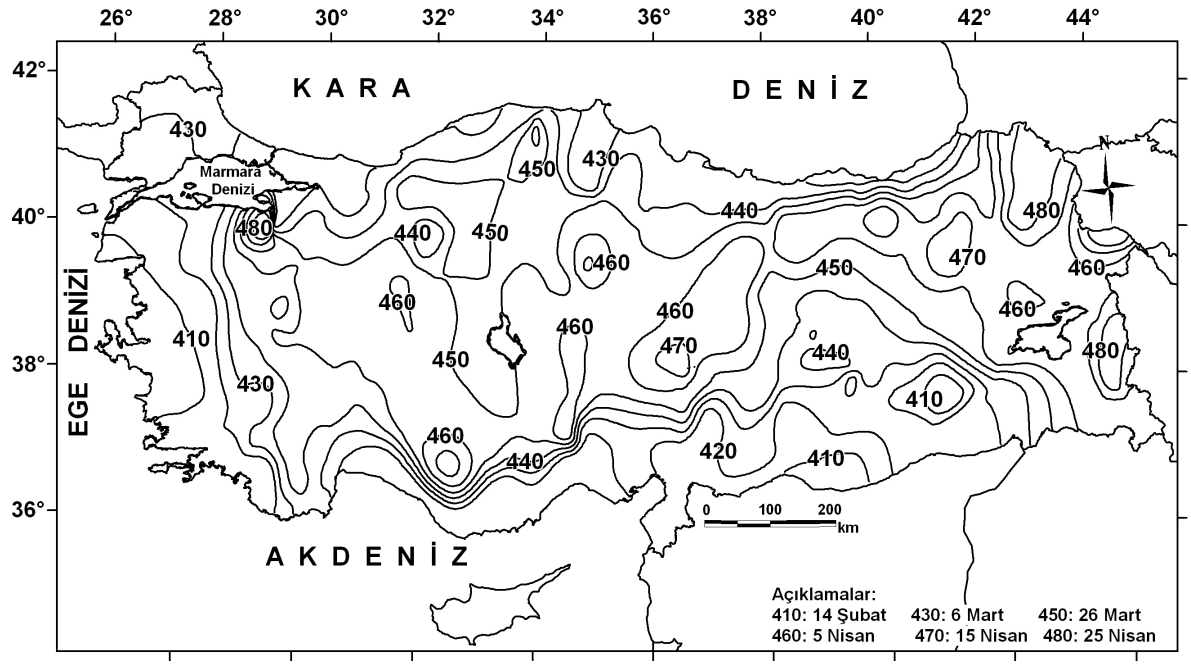
Şekil 4.6 Türkiye'de kar yağışlı günlerin en geç bitiş tarihleri



Kar yağışlarının en geç bitiş tarihleri ise başlama ve en erken bitiş haritalarıyla alansal dağılım anlamında benzerlik gösterir. Türkiye'de kar yağışlarının en geç sona erdiği alanlar yüksek dağ zirveleri ve karasal doğu bölgeleridir. Bu anlamda Uludağ'da belirlenen en geç bitiş tarihi olan 510. gün (25 Mayıs) Doğu Anadolu Bölgesi geneli ve özellikle Kuzeydoğu Anadolu'da da görülür. Bu duruma ek olarak Anadolu diyagonali boyunca (en kuzey ucundan takip ettiği hat boyunca güneye doğru) yüksek dağ zirvelerinde kar bitiş tarihleri 500. güne (15 Mayıs) denk gelir (Şekil 4.6).

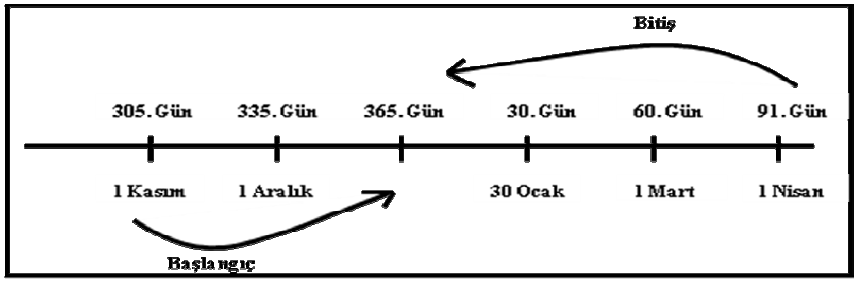
Kar yağışlarının ortalama bitiş tarihleri Ege ve Akdeniz kıyısı boyunca Türkiye'deki en erken tarihleri verir ve 410. gün (14 Şubat) eğrisi hakimdir (Şekil 4.7). Bu bölgelerin denize olan kıyısı ve yükseltilerinin azlığı yanı sıra Akdeniz İklim Bölgesinde bulunması etkilidir. Akdeniz Bölgesi'nde kıyının hemen ardında yükselen Toros Dağları kısa mesafede topografik etkilere bağlı olarak önemli değişkenlik verir ve bu alanda kar yağışlarının bitiş tarihleri ortalama 60 gün fark yaratarak 470. günü (15 Nisan) bulur (Şekil 4.7). Ardından gelen İç Anadolu'da da bu durum yakın sayılarla devam eder (450. gün – 26 Mart ve 460. gün – 5 Nisan). Karadeniz kıyısında denizelliğin iklimi ılımanlaştırması etkisiyle kar yağışlı dönem, Türkiye'nin iç kesimlerine göre, erken bitmekle birlikte, enlem etkisine bağlı olarak Ege ve Akdeniz'deki tarihlerden daha geçtir (430. gün – 6 Mart ve 440. gün – 26 Mart). Trakya kesimi Edirne doğrultusunda, yani Doğu Avrupa ve Balkanlara yaklaşıldıkça etkisi artan karasallığa bağlı olarak, ortalama kar yağışları bitiş tarihlerinde Akdeniz ve Ege kıyılarına göre gecikme gözlenmektedir. Uludağ, batıda ve denizellik etkisine açık bir alanda olmasına rağmen sahip olduğu yükselti farkı nedeniyle (Bursa istasyonu 100 m Uludağ meteoroloji istasyonu 1877 m), kar yağışlarının ortalama bitiş tarihinin 480. gün (25 Nisan) olmasıyla çevrisinden ayrılır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde de ortalama kar yağışı bitiş tarihleri 480. güne (25 Nisan) kadar kalabilmektedir. Beklendiği gibi Doğu Anadolu Bölgesi, depresyonlarda topografik etkilere bağlı olarak kar yağışı etkisi azalmakla birlikte, alansal olarak Türkiye'de kar yağışlarının en geç sona erdiği tarihlere sahip en geniş sahadır (Şekil 4.7). Güneydoğu Anadolu Bölgesi de ortalama yükseltisinin azlığı (Koç 2010) ve konum özelliklerine bağlı olarak Ege ve Akdeniz'de kar yağışlarının bitiş tarihleri bakımından gözlenen durumu 410. günle (14 Şubat) devam ettirir (Şekil 4.7).

Şekil 4.7 Türkiye'de kar yağışlı günlerin en geç bitiş tarihleri



Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analiz sonuçlarına göre Türkiye'de istasyonların çoğunluğunda kar yağışları başlangıç tarihlerinde artış eğilimi olup anlamlı artışlar Doğu Anadolu'nun yüksek merkezlerinde görülür. Bu sonuç kar yağışlarının geç başlama eğilimini, aynı zamanda kar yağışlarındaki azalmayı ifade eder (Şekil 5.8). Türkeş vd. (2007)'nin Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu eğilimlerini araştırdıkları çalışmalarında, yıllık toplam yağışlarda azalma eğilimleri saptanmış, mevsimsel olarak da bu azalmaların en çok kendini kış mevsiminde belli ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada ulaşılan bulguları da işaret etmesi açısından, kış yağışlarında belirlenen azalmalar, Türkiye'de kar yağışının kış aylarında gerçekleştiği düşünüldüğünde, kar yağışlarındaki azalmayı ifade etme açısından destek bir bilgidir.

Şekil 4.8 Kar yağışlı dönemin başlangıç ve bitiş tarihlerinde gidiş yönleri



Şekil 4.9 Türkiye'de kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitiş tarihlerinin yıllara göre gidişi için seçilmiş örnekler

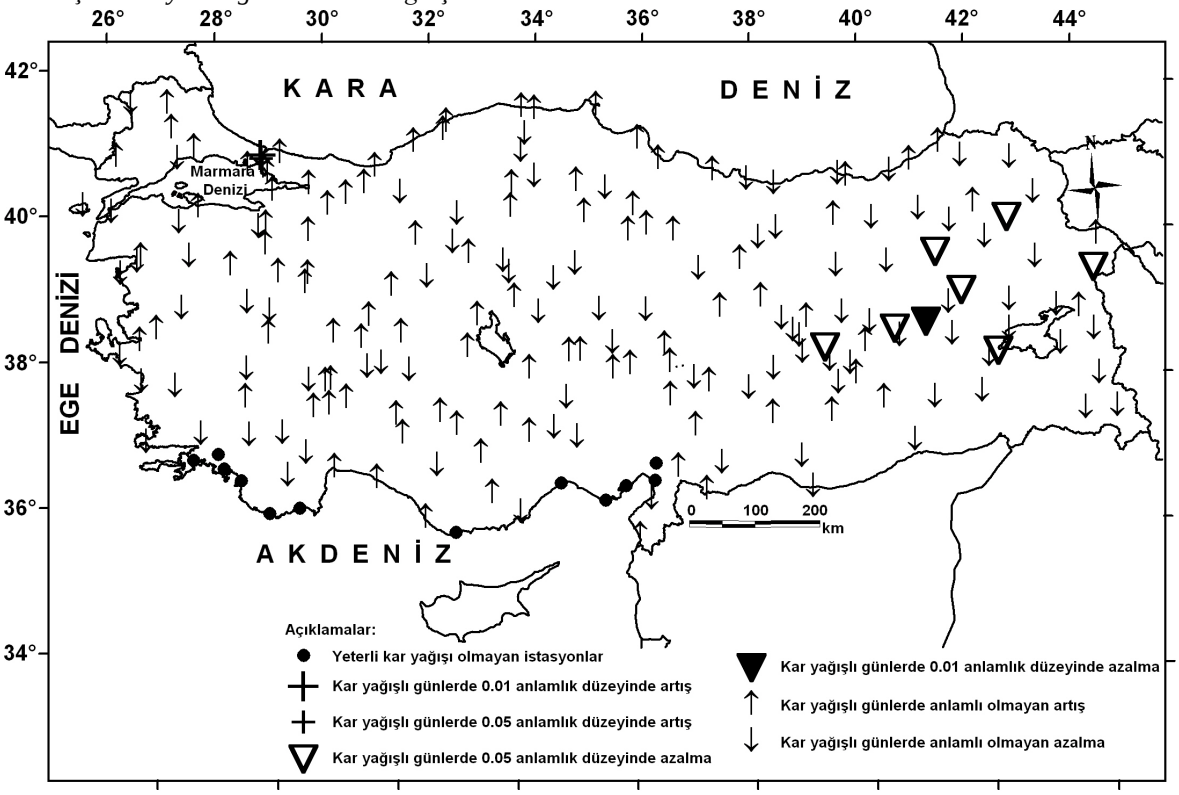
Türkiye'de kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitiş tarihlerinde anlamlı değişkenlik veren üç istasyonun yıllara göre kar yağışlı dönemlerinin işaretlendiği yukarıdaki grafikte uzun yıllık gidiş yönlerini görmek mümkündür (Şekil 4.9). İlk istasyon olan Hınıs 1975-2006 yılları arasında hem kar yağışlı günler başlangıç tarihlerinde hem de bitiş tarihlerinde 0.05 anlamlık düzeyinde anlamlı azalma gösteren bir istasyondur. Yıl içinde kar yağışlı günlerinin işaretlendiği bu grafikte iki yönlü bir daralmanın varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 4.9). İkinci istasyon olan Solhan'da başlangıç tarihlerinde 0.01 anlamlık düzeyinde anlamlı azalma gösterirken, bitiş tarihlerinde herhangi bir anlamlık olmamakla birlikte azalma eğilimi söz konusudur. Grafik incelendiğinde başlangıç tarihlerindeki gecikmenin varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 4.9). Bunun yanın sıra bitiş tarihlerinde de böyle bir gidiş hafif fark edilir durumdayken, incelenen yıllar arasında anlamlık vermemiştir. Bir diğer istasyon olan Zonguldak'ta ise diğer iki istasyondan farklı olarak, artış eğilimi vardır. Bu

eğilim başlangıç tarihlerinde anlamlık vermeyen bir artış şeklindeyken, bitiş tarihlerinde 0.01 anlamlık düzeyinde anlamlı artış verir bir durumdadır. Grafiği incelendiğinde bir üçgeni andıran duruşu, uzun dönemlik genişlemeyi ifade etmektedir (Şekil 4.9).

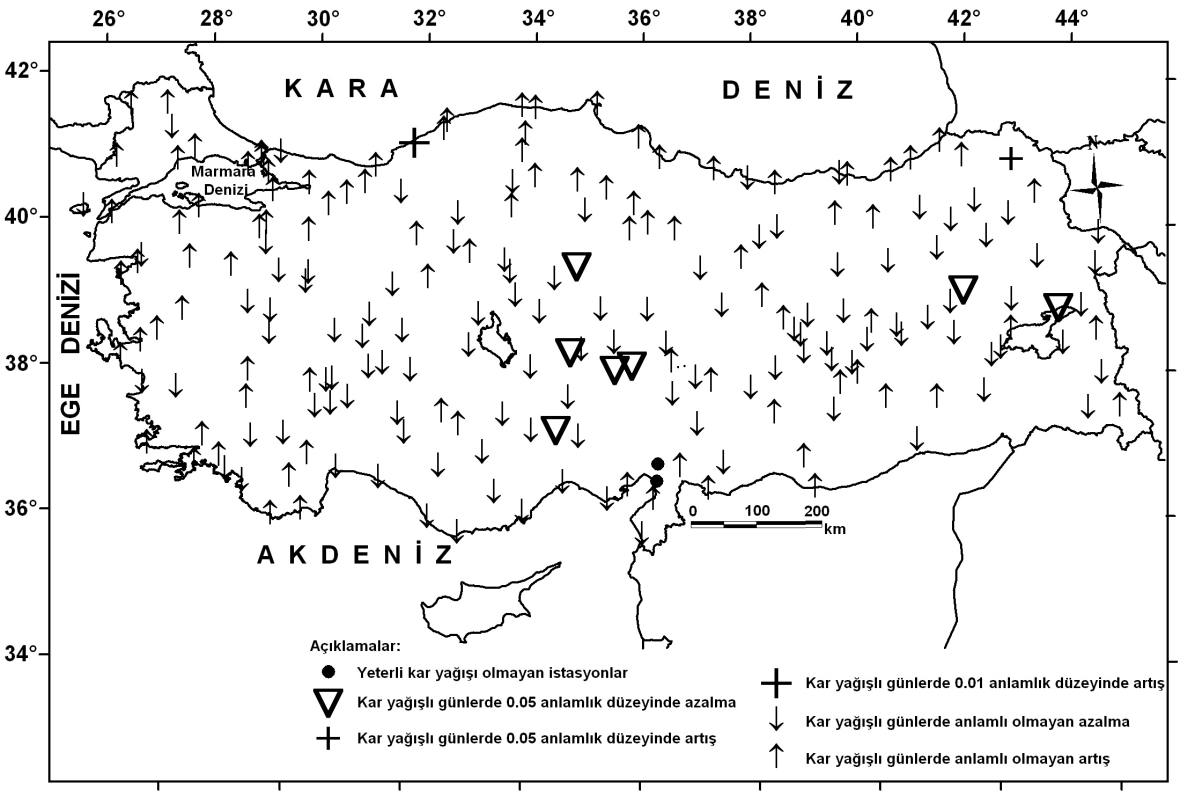
Türkiye'nin kar yağışları başlangıç tarihlerinde yıllar arası azalmalar daha çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde (0.01 ve 0.05 alam düzeylerinde) anlamlı sonuçlar vermiştir. Türkiye'nin kar yağışı yağma olasılığı en yüksek alanı olan Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bu azalmaların anlamlılığı, kar yağışları başlangıç tarihlerinde anlamlı bir gecikmenin olduğunu gösterir. Bu azalmaların 0.05 anlam düzeyinde sonuç verdiği istasyonlar kuzey doğudan başlamakla birlikte daha çok Van Gölü çevresi istasyonlarını kapsar. Bunlar Sarıkamış, Erzurum, Doğubayazıt, Elazığ, Bingöl, Solhan, Hınıs ve Tatvan istasyonlarıdır (Şekil 4.10). Bu istasyonlarda azalmalar 0.05 anlam düzeyinde olmakla birlikte, Solhan istasyonunda 0.01 anlam düzeyine ulaşmıştır. Kar yağışı başlangıç tarihlerindeki değişimler istatistiki bakımdan anlamlı olmamakla birlikte Türkiye genelinde eğilim azalma yönündedir. Kar yağışları başlangıç tarihlerinde anlamlı artış veren iki istasyon ise İstanbul'da gözlem yapan Kumköy ve Bahçeköy istasyonlarıdır. Bunlardan Kumköy'de artış 0.01 anlam düzeyindeyken, Bahçeköy'de 0.05 anlam düzeyindedir. Genel olarak anlamlılık vermese de Trakya'da eğilim olarak bir artış söz konusudur. Bu artış eğilimi Yıldız Dağları sırası boyunca bulunan istasyonlardadır. (Şekil 4.10).

Türkiye'de kar yağışları bitiş tarihlerinde anlamlı (0.05) azalma veren istasyonlar İç Anadolu Bölgesi'nde Yozgat, Nevşehir, Develi, Tomarza ve Ulukışla; Doğu Anadolu'da Erciş ve Hınıs istasyonlarıdır. Hınıs başlangıç tarihlerinde de anlamlı bir azalmanın belirlendiği istasyondur. Doğu Anadolu'da azalma veren istasyonlar başlangıç tarihlerindekiyle benzer şekilde Van Gölü etrafındadır. Kar yağışı bitiş tarihlerinde artış veren iki istasyondan biri Zonguldak (0.01) ve diğeri Ardahan (0.05) olmak üzere Karadeniz Bölgesi'ndedir. Fakat daha önce de değinildiği gibi ülke çapında genel eğilim azalma yönündedir. Diğer bir ifadeyle kar yağışlı günler, geçmiş zamana oranla daha erken bitmektedir.

Şekil 4.10 Türkiye'de kar yağışlı günlerin başlangıç tarihlerinde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı



Şekil 4.11 Türkiye'de kar yağışlı günlerin bitiş tarihlerinde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı



Türkiye'de kar yağışları bitiş tarihleri, başlangıç tarihleriyle tamamen benzer sahaları işaret etmemekle birlikte, benzer bir şekilde ülke genelinde azalma eğilimi vermektedir. Bu durum, Türkiye'de kar yağışlarının yıllar arası değişkenliğinde daha erken bitişler olduğu şeklinde vurgulanabilir. Yani sayısal bir azalma söz konusudur ve bu bitiş tarihlerindeki daralmayla, kar yağışlı günlerin de azaldığını gösterir (Şekil 4.11).

4.2 Kar Yağışlı Günlerin Alansal Dağılış Özellikleri

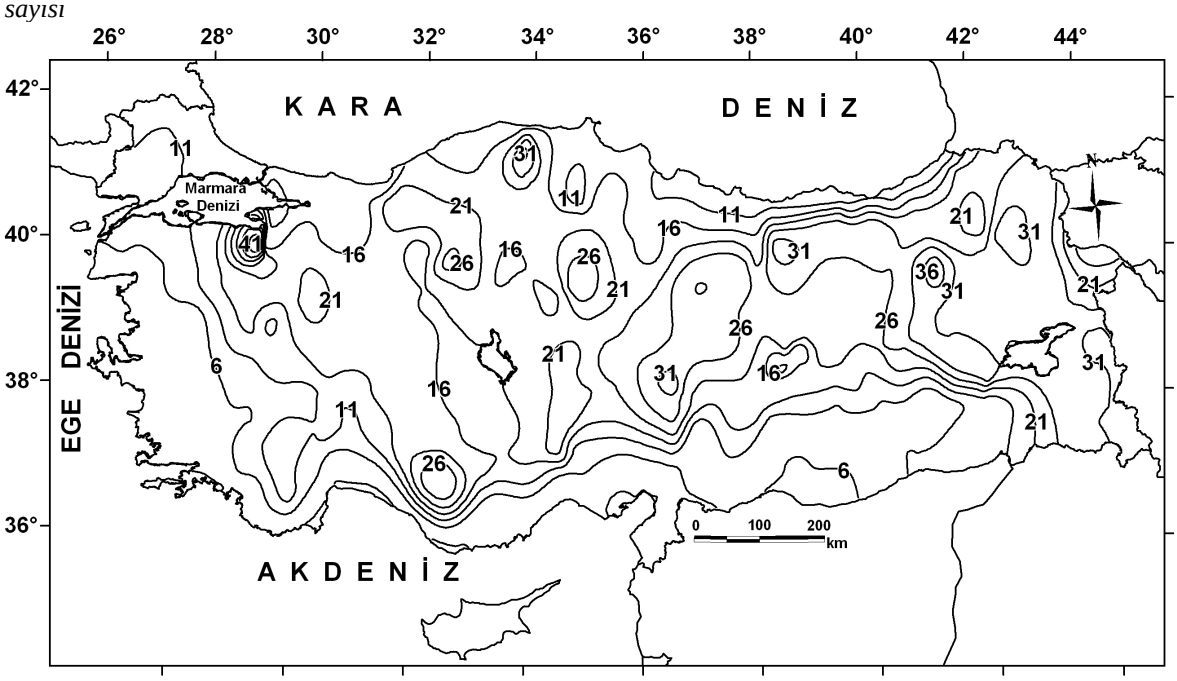
Araştırmanın bu aşamasında, kar yağışlı günlerin başlangıç ve bitiş tarihlerinin değerlendirilmesinden sonra, kar yağışlı günlerin alansal dağılım özellikleri belirlenmiştir. Mevsimlere göre ayrılarak yapılan analizlerin ve değerlendirmelerin yanı sıra oluşturulan kış dönemi (ekim-kasım-aralık-ocak-şubat) ve yıllık analizler de yapılmıştır.

Kış

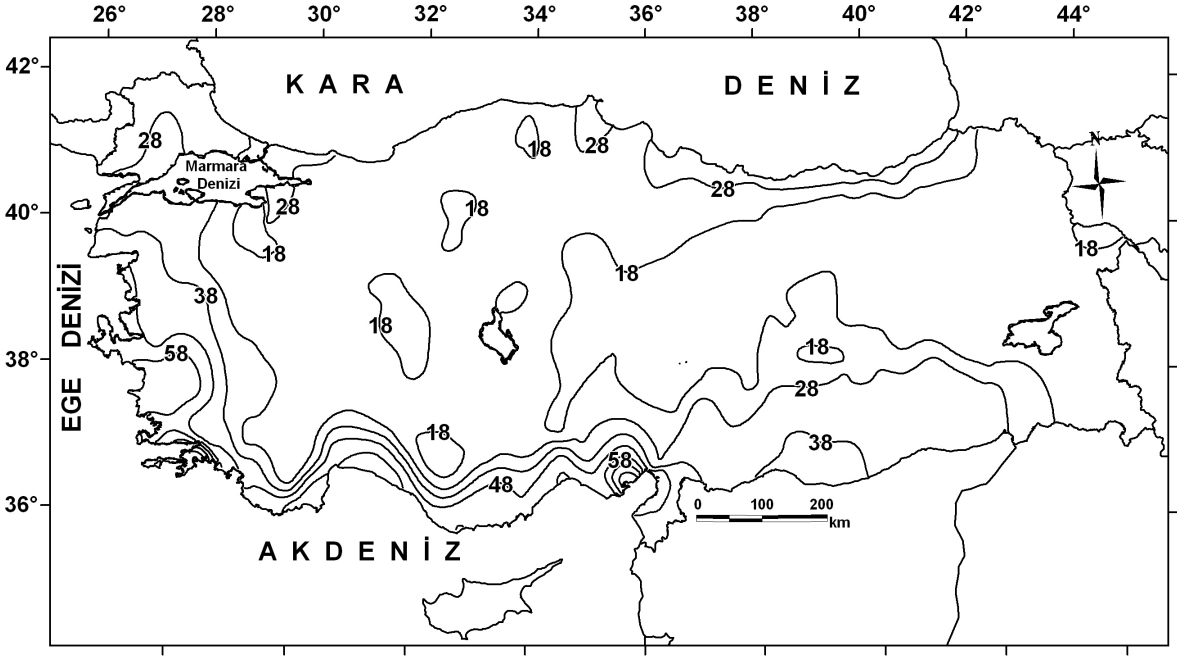
Kış aylarında kar yağışlı gün sayısının en fazla olduğu sahalar; Doğu Karadeniz Dağları, Kuzey Doğu Anadolu platosu, Tahtalı-Mercan dağ sırası (Anadolu Çaprazı/Diyagonalı), Toros Dağları ve Hakkari Yöresi olarak sıralanabilir. Kar yağışlı günlerin fazla olduğu dağlık sahalar batıya doğru Batı Karadeniz dağlık sahasıyla (Kastamonu çevresinde belirginleşerek) devam etmektedir. İçbatı Anadolu platoları da kar yağışlı günlerin arttığı alan olarak belirlenmektedir. Türkiye dağlık sahalarında kar yağışlı günlerin fazlalığının yanı sıra, Uludağ örneğinde olduğu gibi (dağ istasyonu olan, 40 gün) tek dağlarda da kar yağışlı günlerde çevresine göre belirgin bir artış belirlenmiştir (Şekil 4.12).

Kar yağışlı gün sayılarının yüksek olduğu alanlarda, çevresine göre alçak sahalarda ise; Iğdır Ovası, Malatya-Elazığ çevresi (Keban Baraj gölü çevresi), Van Gölü çevresi örneklerinde olduğu gibi kar yağışlı günlerin azaldığı gözlenmektedir (Şekil 4.12).

Şekil 4.12 Türkiye'de kış mevsimi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı



Şekil 4.13 Türkiye'de kış mevsimi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı



Kar yağışının çok az görüldüğü ya da hiç görülmediği alanlar ise, Akdeniz ve Ege Bölgesi kıyı kesimleridir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesiyle aynı enlemde bulunmakla birlikte karasallığın etkisiyle kar yağışlı gün sayılarının fazla olduğu saha olarak dikkat çekmektedir (Şekil 4.12). Trakya kesiminde de, yükseltinin fazla olmamasına rağmen, karasallığın etkisiyle artış görülmektedir. Doğu Avrupa'dan geçerek,

kuzeybatıdan sokulan gezici depresyonların ilk etkileme sahası olmasının Edirne çevresi ve Yıldız Dağları'nda kar yağışlı gün sayılarını arttırdığı düşünülmektedir. Batı Karadeniz Bölümü kıyı kesiminde kar yağışlı gün sayıları artarken, Orta Karadeniz Bölümüne doğru azalmaktadır. Bu durumun nedeni olarak bakı ve yükselti etkenlerinin etkisiyle; kar yağışının daha çok kuzeybatıya bakan yüksek kesimlerde gerçekleştiği düşünülmektedir. Doğu Karadeniz kıyılarından Doğu Anadolu'ya geçişte, kısa mesafede, kar yağışlı gün sayılarının hızlı bir artış göstermesi de yükseltisi 4000 m'yi geçen Doğu Karadeniz Dağları'nın varlığıyla açıklanabilir.

Batı Torosların Antalya Körfezi çevresindeki kesiminde kar yağışlı gün sayılarında artış gözlenmiştir (Şekil 4.12). Bu duruma ek olarak Antalya Körfezi'nin doğusundaki Geyik Dağlarında kar yağışlı gün sayılarındaki artışın (30 gün) nedeninin bakı etkisiyle (güneybatıdan gelen gezici depresyonların önünde engel oluşturacak şekilde kuzeybatı-güneydoğu uzanış) artan yağışların kıyıda yağmur şeklinde görülürken yükseltinin etkisiyle kar şekline dönüşmesi olduğu düşünülmektedir.

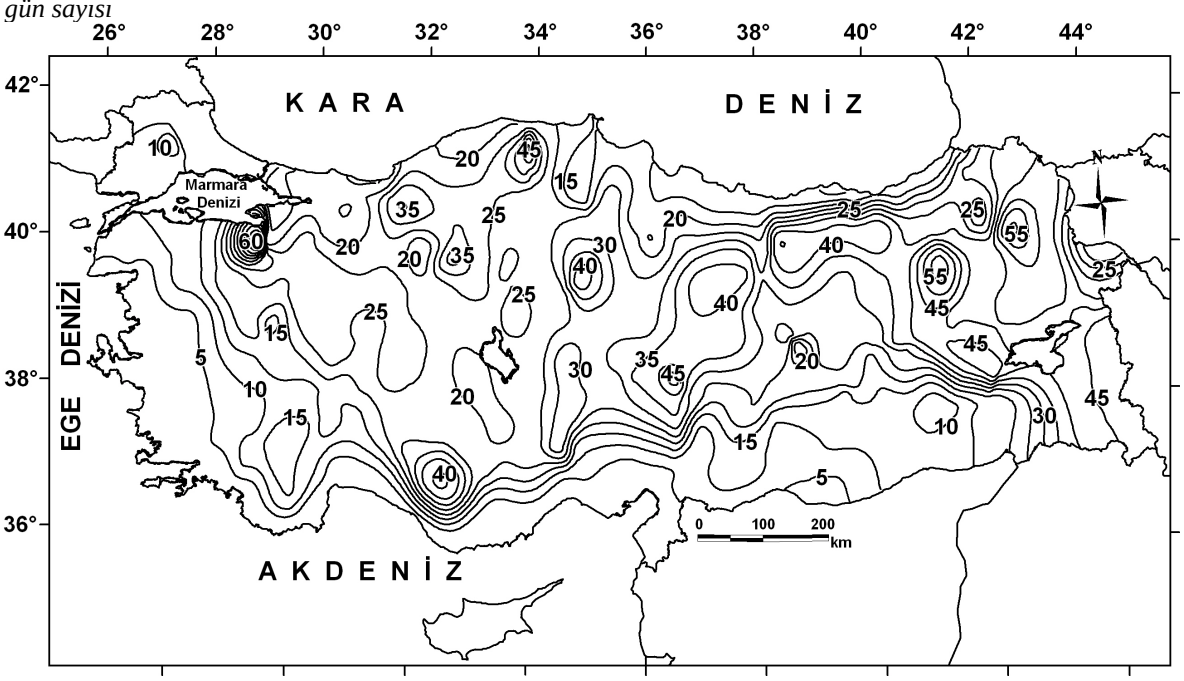
Şekil 4.13'de Türkiye'de kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayılarının alansal dağılışı ifade edilmiştir. Türkiye'de kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayılarının alansal dağılışı değerlendirildiğinde, kuzeydoğudan güneybatıya doğru belirgin bir artış dikkat çeker. Kar yağışlı günlerin görülme olasılığını artırıcı etkenlerin (konum, karasallık, yükselti ve bakı) etkisinin arttığı alanlarda kar yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik katsayılarının azaldığı; tersi durumda kar yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik katsayılarının arttığı gözlenmektedir. Bu durumun sonucu olarak Kuzeydoğu Anadolu değişkenliğin azaldığı, Güneybatı Anadolu ise değişkenliğin arttığı alanlardır. Şekil 4.13'de kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayıları açısından doruk alanlar olarak belirlenen Kuzeydoğu ve Güneybatı Anadolu dışındaki sahalarda durum önem sırasıyla karasallık, yükselti, konum ve bakının o alandaki durumuna göre şekillenmektedir.

Kış Dönemi

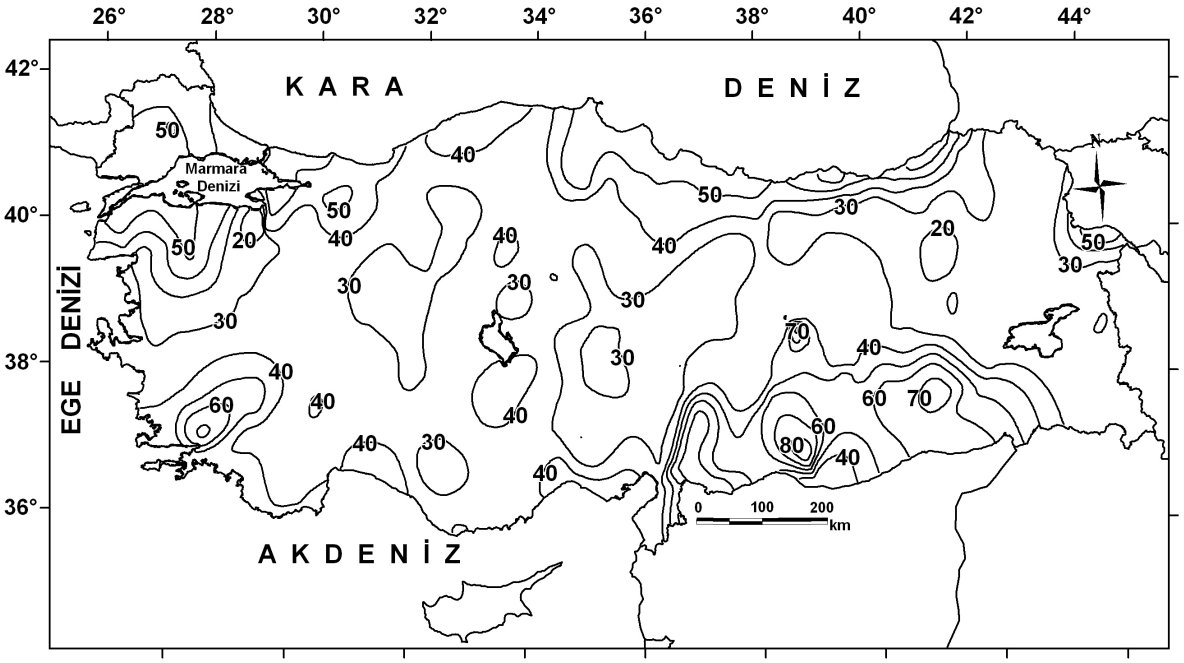
Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin alansal dağılışı haritası, kış mevsimine göre sayısal artışlar göstermekle birlikte, dağılım özellikleri bakımından paralel bir durum sergiler (Şekil 4.12, Şekil 4.14). Sayısal artışlar, kış dönemi haritasına sonbaharın son ayı olan ekim ve ilkbaharın ilk ayı olan mart'ın sayısal değerlerinin katılmasıyla ilgilidir. Bu anlamda bakıldığında Türkiye'nin kar yağışlı dönemini daha iyi yansıtmaktadır. En yüksek kar yağışlı gün sayısının belirlendiği alan olarak Uludağ dikkat çeker. Bahar aylarının katılmasıyla birlikte Uludağ istasyonunda, kış mevsimine göre 20 gün artış gösteren kar yağışlı günler sayısı, bahar kar yağışlı günlerinin önemini göstermektedir. Doğu Anadolu'daki istasyonlarda da benzer şekilde 20 günlük bir kar yağışlı gün sayısı artışı vardır ve 55 gün olarak belirlenmiştir (Şekil 4.14). Benzer şekilde tüm Karadeniz Bölgesi boyunca artış söz konusudur. Türkiye'de kar yağışlı günlerin, bahar aylarının da katılmasıyla önemli artışlar gösterdiği sahalar, kar yağışlı günlerin en fazla olduğu sahalardır. Bu alanlarda bahar kar yağışlı günlerinin de neredeyse kış mevsimi kar yağışlı günleri kadar önem gösterdiği dikkat çeker. Bunun dışında kalan, kar yağışlı gün sayılarının az olduğu alanlarda ise bahar aylarının katılmasıyla neredeyse hiç değişiklik olmaması önemli bir diğer noktadır. Bu alanlarda bahar aylarında kar yağışı gerçekleşme olasılığının düşük olduğu sonucu çıkarılabilir.

Türkiye'de kış döneminde kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayılarının alansal dağılışı değerlendirildiğinde, kış mevsiminde olduğu gibi kuzeydoğudan güneybatıya doğru bir artış görülmektedir. Kar yağışlı günlerin görülme olasılığını artırıcı etkenlerin (karasallık, yükselti, konum ve bakı) etkisinin arttığı alanlarda kar yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik katsayılarının azaldığı; tersi durumda kar yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik katsayılarının arttığı gözlemi kış dönemi haritasıyla da desteklenmektedir (Şekil 4.15). Benzer şekilde Kuzeydoğu Anadolu değişkenliğin azaldığı, Güneybatı Anadolu ise değişkenliğin arttığı alanlardır.

Şekil 4.14 Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı



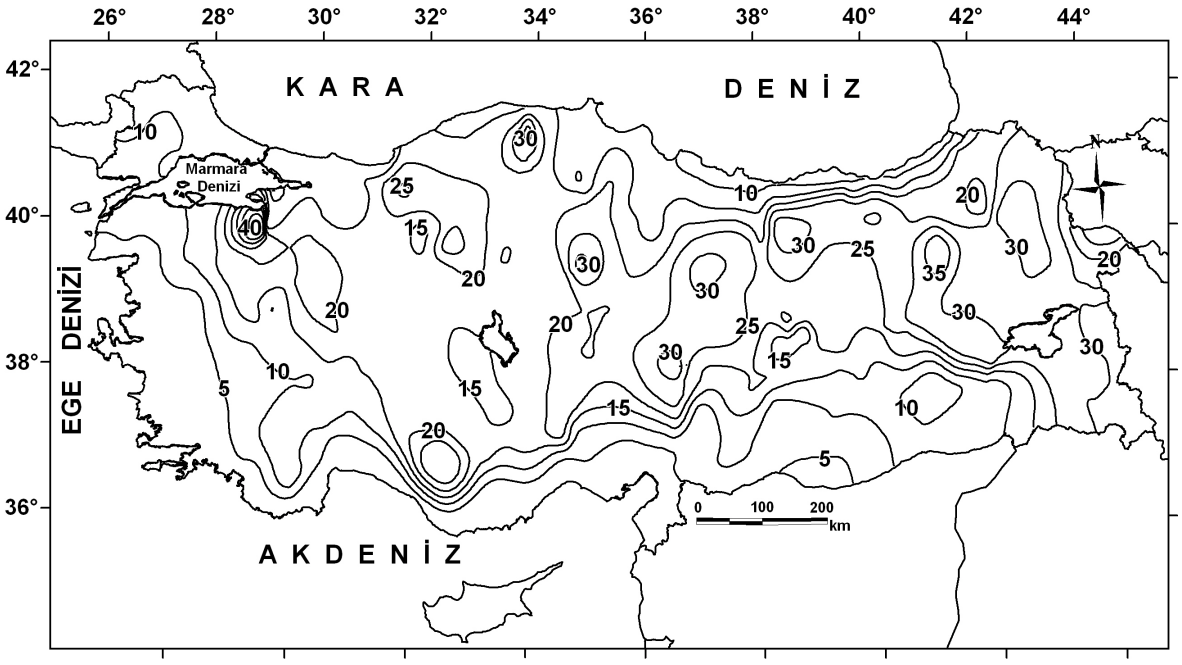
Şekil 4.15 Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı



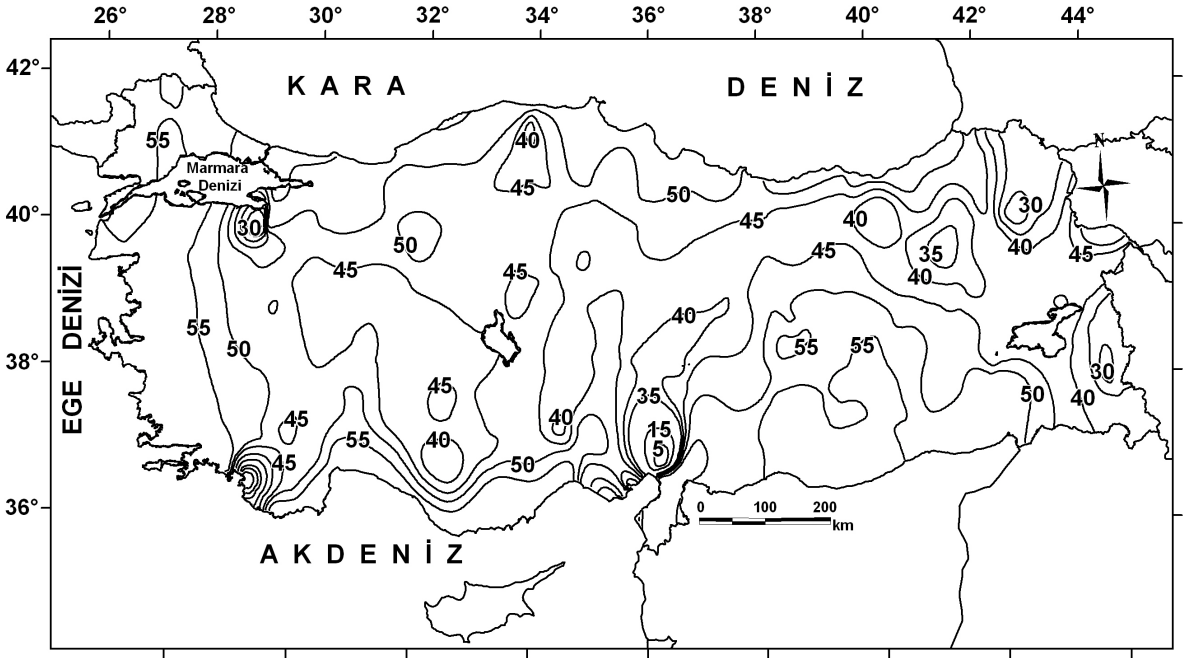
İlkbahar

İlkbahar mevsimi Doğu Anadolu Bölgesinde ve yüksek tek dağlarda, kışın hafif bir devamı gibi görünmektedir. Koç'un (1999) çalışmasında değindiği gibi matematiksel mevsimler her sahada yaşanan doğal mevsimleri yansıtmamaktadır. Bu nedenle Türkiye'de ilkbahar mevsiminde kar yağışlı gün sayısı dağılımı açısından kış mevsimi haritasıyla benzerlik göstermekle beraber, Doğu Anadolu'daki istasyonlarda 35 olan kar yağışlı gün sayısı 24 güne inmiştir. İlkbahar mevsiminde ortalama kar yağışlı günlerin yoğun olduğu yerler Doğu Karadeniz Dağları, Kuzey Doğu Anadolu platosu, Tahtalı-Mercan dağ sırası (Anadolu Çaprazı), Toros Dağları ve Hakkari Yöresi olarak sıralanabilir (Şekil 4.16). Kış mevsiminde de Ege ve Akdeniz Bölgesi kıyı şeridi boyunca sıfır (0) gün olarak ölçülen kar yağışlı gün sayısı, ilkbahar mevsiminde kıştan farklı olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesine doğru genişleme göstermiştir. Ayrıca dikkati çeken bir diğer durum da kar yağışlı gün sayılarının dağılışındaki daralmanın İçbatı Anadolu Bölümü'nde görüntüsüdür; kış mevsiminde Ege Bölümü ile İçbatı Anadolu bölümünü bir sınır gibi ayıran ve 5 gün olarak belirlenen kar yağışlı gün sayısı, ilkbaharda İçbatı Anadolu ortalarına yerleşmiş ve 3 güne düşmüştür (Şekil 4.16).

Şekil 4.16 Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı



Şekil 4.17 Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı



Şekil 4.17'de Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayılarının alansal dağılışı ifade edilmiş ve kış mevsimindeki gibi kuzeydoğudan güneybatıya doğru belirgin bir artış dikkati çekmiştir. Kar yağışlı günlerin görülme olasılığını artırıcı etkenler (karasallık, yükselti, konum ve bakı) etkisi değişmediği için değişkenlik katsayıları dağılışı haritalarında da bu anlamda önemli bir farklılık söz konusu değildir. Bu durumun sonucu olarak Kuzeydoğu Anadolu değişkenliğin azaldığı, Güneybatı Anadolu ise değişkenliğin arttığı alanlardır.

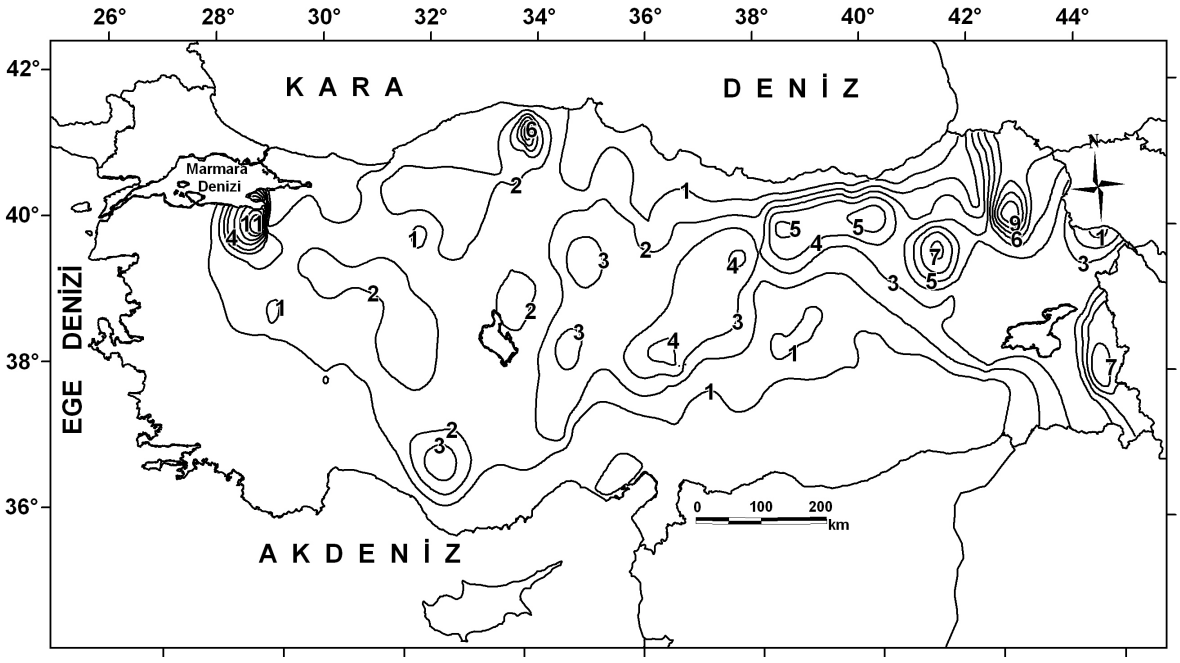
Yaz

Yaz mevsimi Türkiye için kar yağışlı gün sayısı açısından açıklaması zor bir dönemdir. Çünkü beklendiği gibi Türkiye genelinde yaz dönemi kar yağışı gözlenmez, bununla birlikte Uludağ dağ gözlem istasyonunda ve Doğu Anadolu Bölgesindeki bazı istasyonlarda gözlenen rastlantısal kar yağışları çok düşük ortalamaların elde edilmesine neden olmuştur.

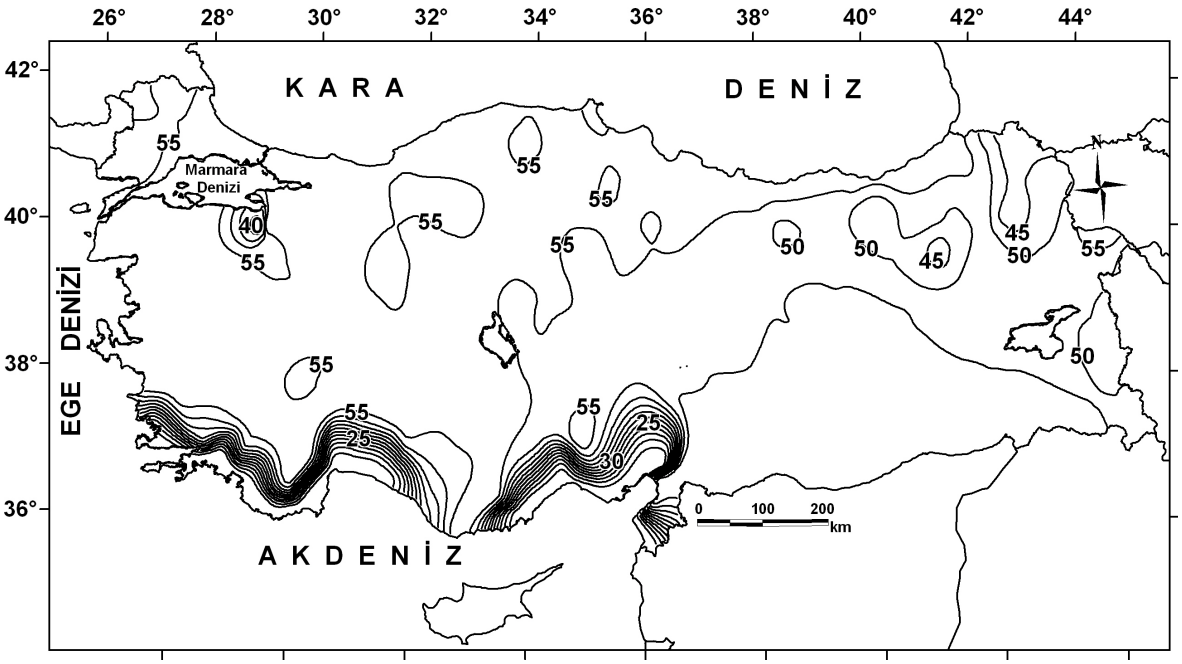
Sonbahar

Sonbahar mevsimi yazdan sonra en düşük kar yağışlı gün sayılarının ölçüldüğü mevsimdir. Bu durumu ilkbaharla karşılaştırınca, sonbahar mevsiminde yüzey hava sıcaklığının henüz düşmemiş olmasına bağlayabiliriz. Bundan hareketle Türkiye'de yaz mevsimi sonbahar mevsimine kaymış görüntüsü vermektedir. Bu mevsimde Türkiye'de en yüksek değeri 12 gün ile Uludağ istasyonu vermekte, Doğu Anadolu'da en yüksek değer ise 9 gün olarak ölçülmektedir (Şekil 4.18). Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ilkbahar mevsimindeki görünümle aynı olup, sıfır (0) çizgisinin hakim olduğu alanlardır (Şekil 4.18). İçbatı Anadolu Bölümünde kış mevsiminde 5 gün üzerinde olan ortalama kar yağışlı gün sayısı, ilkbaharda 3, sonbaharda ise 2 günün altına düşmektedir. Bu durumun sonucu olarak kar yağışlı günler çizgisi azalarak doğuya çekilmektedir. Türkiye sonbahar mevsimi kar yağışlı günler değişkenlik katsayısı dağılışında ise genel durumdaki gibi güneybatıdan kuzeydoğuya doğru bir azalma olmakla birlikte, hiç kar yağmayan Akdeniz ve Ege Bölgesi kıyılarında değişkenliği etkileyecek bir durum olmadığı için durum 0'dır. Bu çizginin hemen ardındaki Toroslar üzerinde ise değişkenlik gene artmış ve kısa mesafedeki ani değişimler nedeniyle kar yağışlı günler değişkenlik katsayısı çizgileri yoğunluk kazanmıştır (Şekil 4.19).

Şekil 4.18 Türkiye'de sonbahar mevsimi kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı



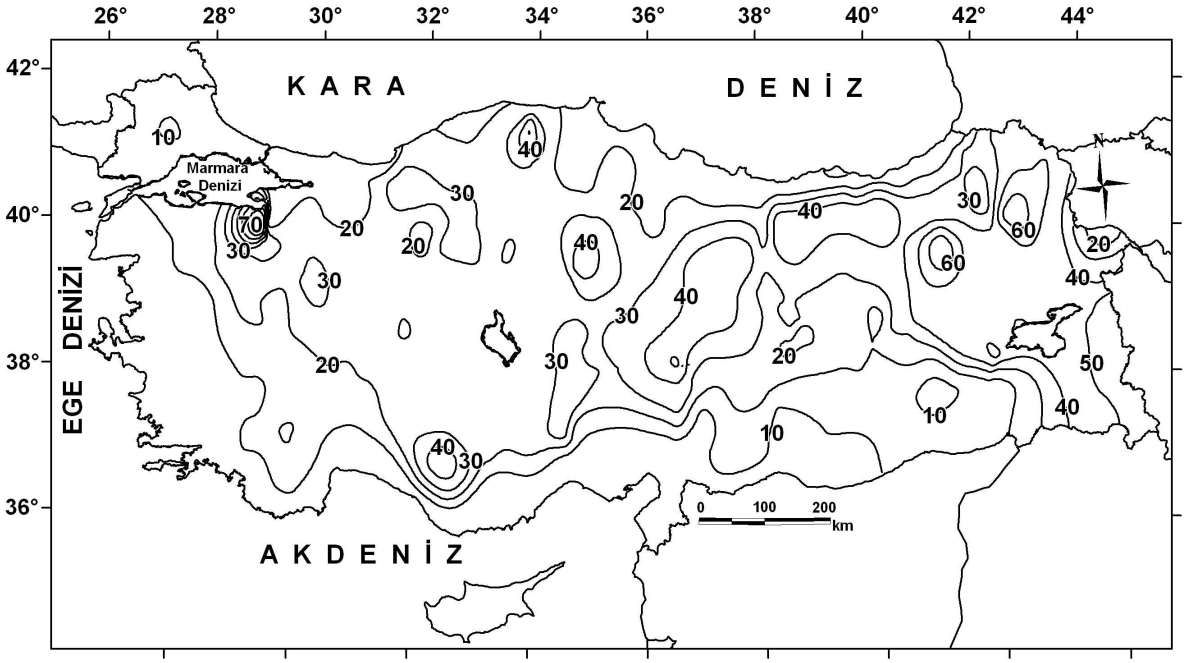
Şekil 4.19 Türkiye'de sonbahar mevsimi kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı



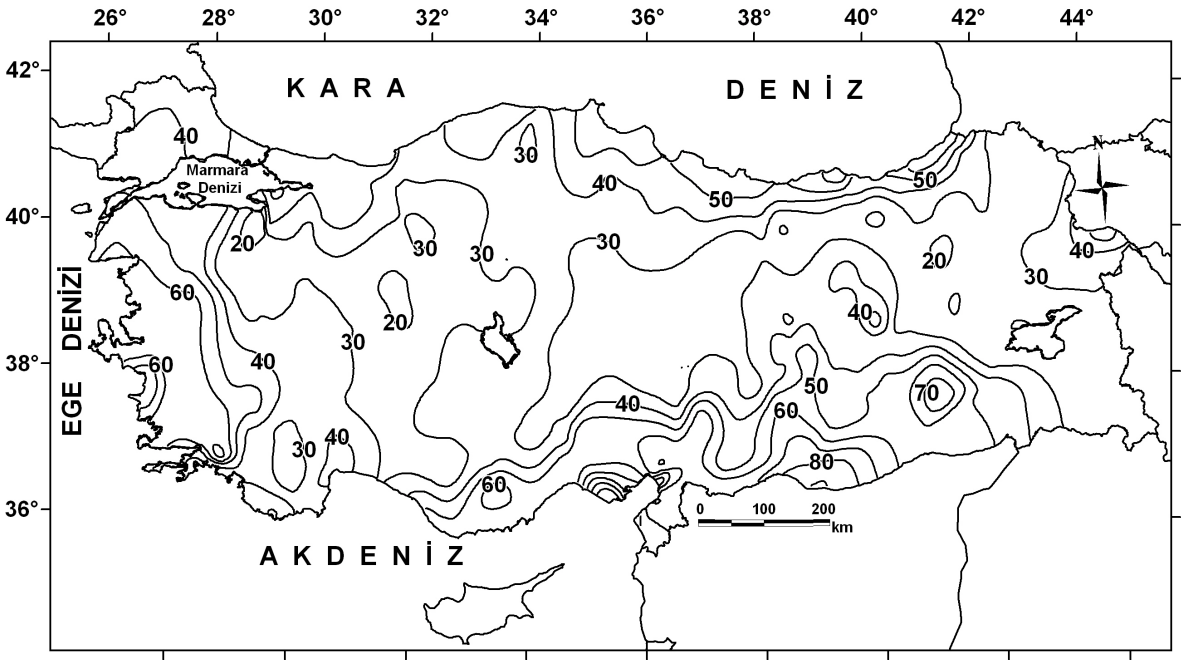
Yıllık

Matematiksel mevsimlerin belirlenmesinde üçer aylık dört dönemden hareket edilmekle birlikte, belirlenen matematiksel mevsimler yaşanan doğal mevsimleri yansıtmaktan önemli ölçüde uzaklaşabilmektedir. Doğal mevsimlerin belirlenmesinde enlem, basınç sistemleri, hava kütleleri, hava tipleri, karasallık-denizellik, özel konum, yükselti ve bakı gibi yaşanan mevsim özelliklerinin kısa mesafelerde farklılaşmasına neden olan etkenler de dikkate alınmalıdır (Koç 1999). Bu açıdan bakıldığında, Türkiye fiziki coğrafya özellikleri kısa mesafede büyük değişimler gösteren bir ülke olarak dört mevsimi tam olarak yaşamamakta, özel durumlara göre bazı alanlarda ilkbahar mevsimi kışın bir devamı niteliği gösterirken, bazı alanlarda ise kış mevsimi sonbaharın bir devamı niteliğini taşımaktadır. Türkiye yıllık kar yağışlı günlerin dağılış haritalarına da bakıldığında kış mevsimi haritasına benzerlik dikkat çekmekte, buna bağlı olarak da yıllık haritayı daha çok kış mevsimi sonuçlarının etkilediği ve temsil ettiği düşünülmektedir (Şekil 4.20).

Şekil 4.20 Türkiye'de yıllık kar yağışlı günlerin alansal dağılışında uzun dönemli ortalama gün sayısı



Şekil 4.21 Türkiye'de yıllık kar yağışlı günlerin değişim katsayılarının (%) alansal dağılışı



Yıllık haritada kar yağışlı gün sayısının en fazla olduğu sahalar; Doğu Karadeniz Dağları, Kuzey Doğu Anadolu platosu, Tahtalı-Mercan dağ sırası (Anadolu diyagonalı), Toros Dağları ve Hakkari Yöresi olarak sıralanabilir (Şekil 4.20). Kar yağışlı günlerin fazla olduğu dağlık sahalar batıya doğru Batı Karadeniz dağlık sahasıyla (Kastamonu çevresinde

belirginleşerek) devam etmektedir. İçbatı Anadolu platoları da kar yağışlı günlerin arttığı alan olarak belirlenmektedir.

Akdeniz ve Ege Bölgesi kıyı kesimleri yıllık dağılışta da kar yağışının çok az görüldüğü ya da hiç görülmediği alanlar olarak belirlenmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, karasallığın etkisiyle kar yağışlı gün sayılarının Ege ve Akdeniz Bölgesi'ne nazaran arttığı bölge olarak dikkat çekmektedir (Şekil 4.20).

Batı Toroslar ve çevresinde görülen kar yağışlı gün sayılarındaki artışın daha önce de değinildiği gibi, bakının etkisiyle artan yağışların kıyıda yağmur şeklinde görülürken yükseltinin etkisiyle kar şekline dönüşmüş olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.20).

Türkiye'de kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayılarının alansal dağılışı ifade edilen Şekil 4.21'de Türkiye'de her mevsim yaşanan durumda olduğu gibi kuzeydoğudan güneybatıya doğru belirgin bir artış belirlenmiştir. Bu durum gene kar yağışlı günlerin görülme olasılığını artırıcı etkenlerin (konum, karasallık, yükselti ve bakı) etkisinin arttığı alanlarda kar yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik katsayılarının azaldığı; tersi durumda kar yağışlı gün sayılarındaki değişkenlik katsayılarının arttığı düşüncesini desteklemektedir (Şekil 4.21).

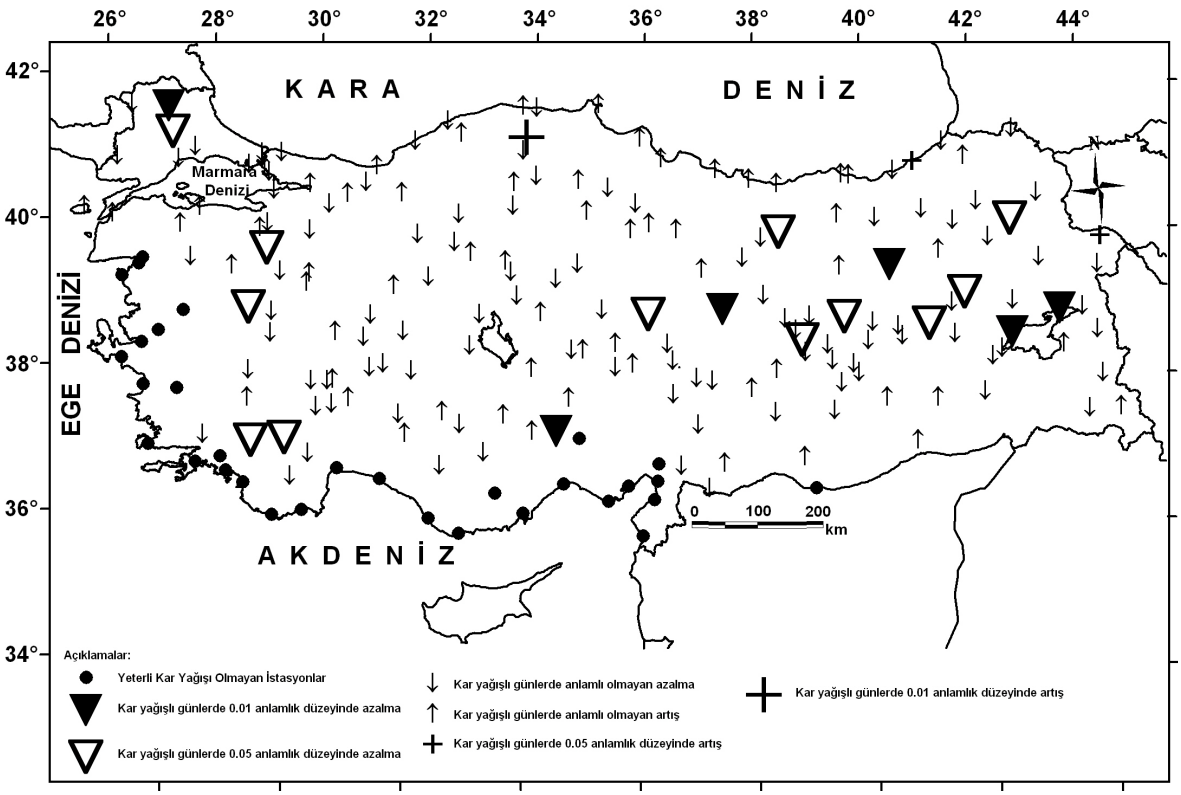
4.3 Kar Yağışlı Günlerin Zamansal Değişim Özellikleri

Coğrafi ortamdaki değişkenlik alan boyutu yanı sıra zaman boyutuyla da değerlendirildiğinde tamamlanmaktadır. Bu nedenle, Türkiye'de kar yağışlı günlerin alana bağlı dağılımına ek olarak istasyonlarda kar yağışlı günlerin zamana bağlı değişimi de değerlendirilerek konuya bütüncül bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Kış

Türkiye'de kar yağışlarının uzun süreli gidişlerinde eğilim daha çok azalma yönündedir. Mevsimlere göre Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı analiz yöntemiyle yaptırılan değişim haritalarıyla, azalmanın olduğu dönemler ayırt edilmeye ve yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde kış mevsimi özellikleri incelendiğinde, ülke genelinde azalma eğilimi gösterdiği dikkat çekmektedir. Azalma eğilimin en fazla dağılım gösterdiği yerler Türkiye'nin en fazla kar yağışı alan bölgesi olarak Doğu Anadolu Bölgesi'ndedir (Şekil 4.22). Bu durum ülkedeki kar yağışlı günlerdeki ciddi azalmaları vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra Trakya kesimindeki iki istasyon da (Kırklareli ve Lüleburgaz) azalma eğilimi verirken, Devrekani, Pazar ve Iğdır artış eğilimi veren yerler olarak dikkat çeker.

Şekil 4.22 Türkiye'de kış mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı

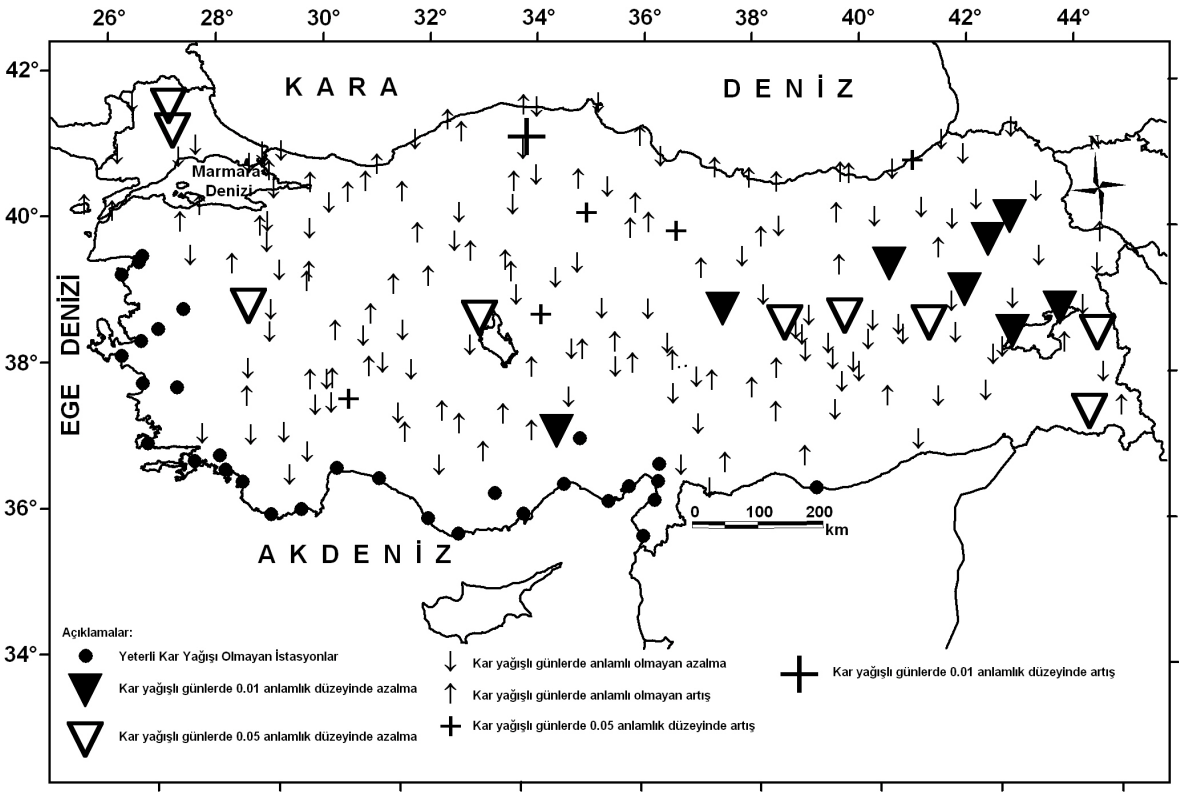


Türkiye'de Akdeniz ikliminin hakim olduğu sahalar genel olarak kar yağışlı günlerin az görüldüğü sahalardır. Topografya faktörünün devreye girdiği yerler (Uludağ, Toros Dağları gibi) dışında kar yağışı ya hiç görülmez ya da ortalama 10 gün dolaylarında seyreder (Şekil 4.12). Kar yağışlı günlerin zamansal değişimi haritasında (Şekil 4.22) Akdeniz iklim bölgesi içinde kalıp, topografik etkilerle kar yağışlı günlerin ölçüldüğü yerler olarak, Keles, Simav, Acıpayam, Tefenni ve Ulukışla'da da kar yağışlı gün sayılarındaki anlamlı azalmalar dikkat çeker. Devrekani, Pazar ve Iğdır ise Türkiye'de kar yağışlı günlerin kış mevsiminde anlamlı artış eğilimi gösterdiği istasyonlardır (Şekil 4.22).

Kış dönemi

Türkiye; kış mevsimi dışında bahar aylarında da kar yağışı alan bir ülkedir. Bu ayların kar yağışlı döneme katılarak analizlerinin oluşturulması adına, sonbaharın son ayı olan ekim ayı ve ilkbaharın ilk ayı olan şubat ayı da katılarak, 5 aylık bir kış dönemi oluşturulmuştur. Yapılan kış dönemi haritası kış mevsimine yakın bir sonuç vermekle birlikte, ülkenin doğusunda azalmaların anlamlılık durumlarının arttığı, batısında ise yumuşadığı sonuçları elde edilmiştir (Şekil 4.23). Bu anlamda bir çıkarım olarak, analizlere bahar kar yağışlı günlerinin katılmasıyla doğudaki azalmaların şiddetlenmesi bu dönemdeki ciddi azalmalara da işaret eder. Aynı şekilde batıdaki azalma eğilimi şiddetinin zayıflaması ise gene bu sahada bahar kar yağışlı günlerinin artış gösterdiği şeklinde yorumlanabilir. Anlamlı artış veren sahaların karakteri ise bu haritada da değişiklik göstermemiştir (Şekil 4.23). Bununla birlikte bahar aylarının katılmasıyla Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlı artış eğilimi gösteren istasyonların sayılarında artış olduğu gözlenmiştir. Bu istasyonlar Karadeniz Bölgesi ve İç Anadolu Bölgesi sınırları içinde kalır.

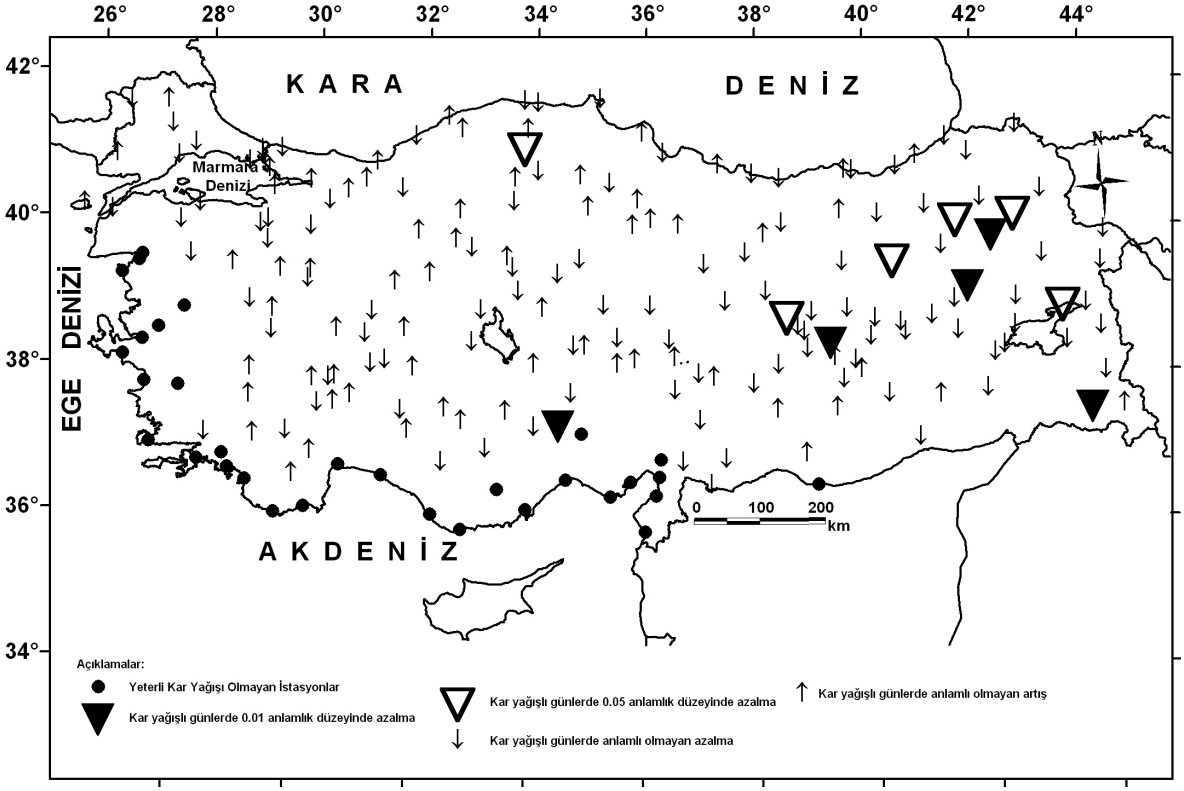
Şekil 4.23 Türkiye'de kış dönemi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı



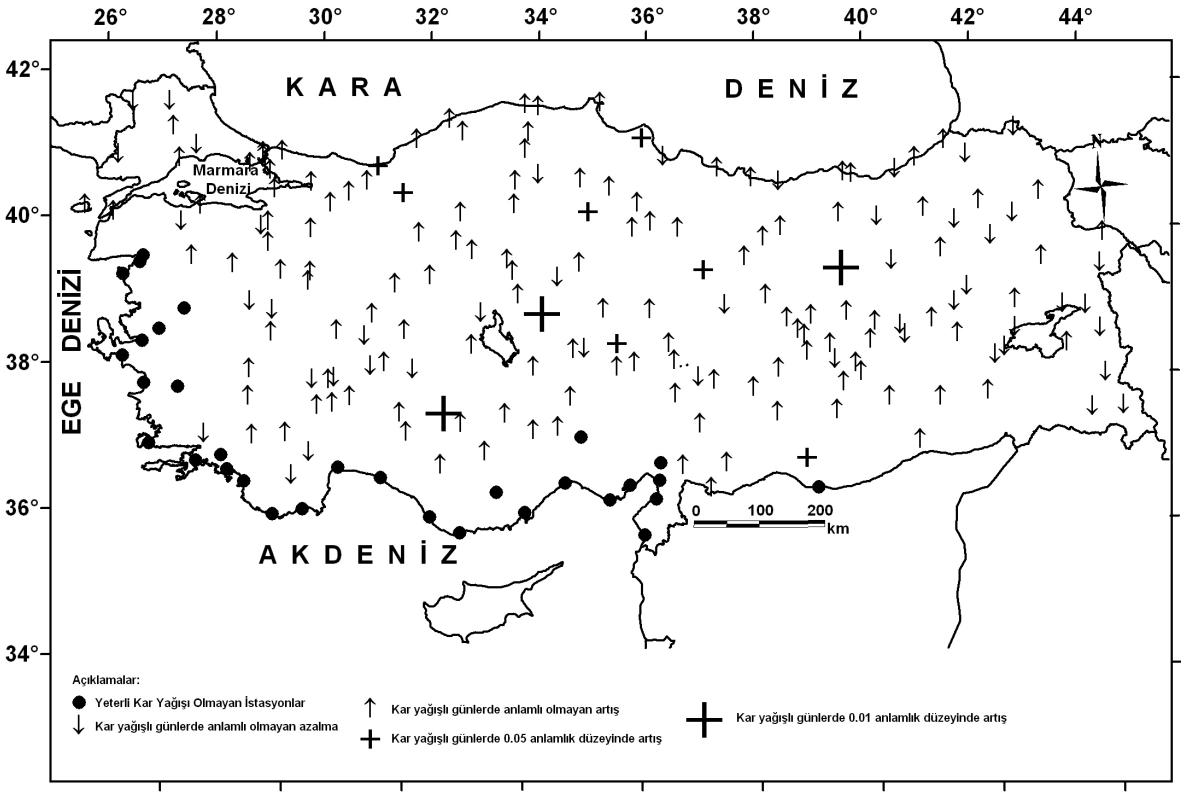
Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde ilkbahar mevsiminde yapılan analizler sonucunda anlamlılık gösteren tüm istasyonlar azalma eğilimindeyken, sonbahar mevsiminde anlamlık gösteren tüm istasyonların artış eğilimde olması dikkat çekicidir. Bu anlamada genel bir ifade ile Türkiye'de ilkbahar kar yağışlı günlerde azalma görülürken (Şekil 4.24), sonbahar mevsiminde ise artış söz konusudur (

Şekil 4.25). Türkiye kış dönemi haritasında bahar ayları eklendiğinde artışın şiddet kazandığı sahalar, ilkbahar mevsiminde anlamlı azalma eğilimi veren sahalarla aynıdır (Şekil 4.23). Bu anlamda kış dönemi haritasında bahar aylarının katılımıyla doğu kesimdeki azalmalarının şiddet kazanmasını ilkbahar mevsimindeki azalmalarla ilişkilendirmek mümkündür. Haritalar incelendiğinde gene kış döneminde anlamlı artış eğilimi veren sahalar, sonbahar mevsiminde anlamlı artış eğilimi veren sahalarla paralellik göstermektedir. Tekrar aynı mantıktan hareketle kış döneminde artışların gözlemlendiği batı ve iç sahaların sonbahar mevsimindeki anlamlı artış eğilimi etkisinde şekillendiğini söylemek mümkündür.

Şekil 4.24 Türkiye'de ilkbahar mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı

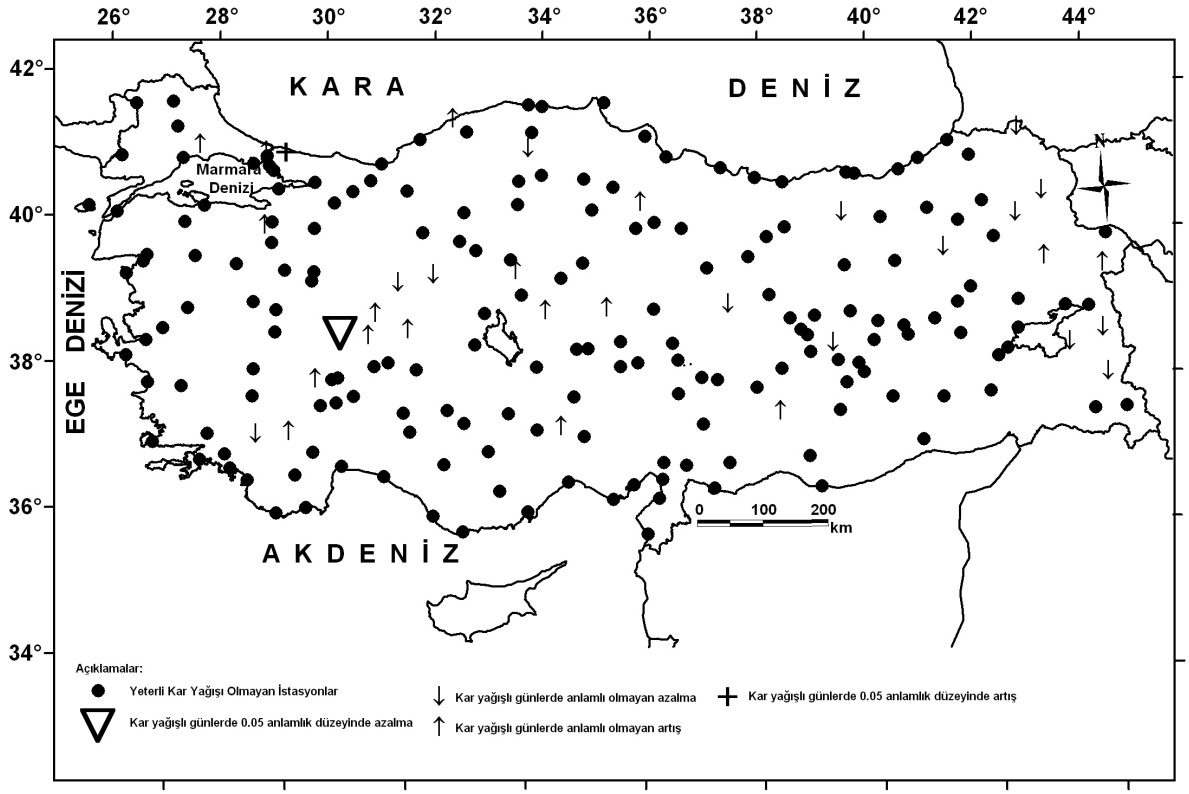


Şekil 4.25 Türkiye'de sonbahar mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı



Türkiye'nin orta kuşakta yer alması, çok geniş bir karasal kütleye sahip olmaması ve üç tarafının denizlerle çevrili olması nedeniyle yaz mevsiminde kar yağışlı günler ya hiç olmaz ya da rastlantısal olarak gerçekleşir. Bu anlamda Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde yaz mevsimi haritası herhangi anlamlı bir durum sergilemez (Şekil 4.26).

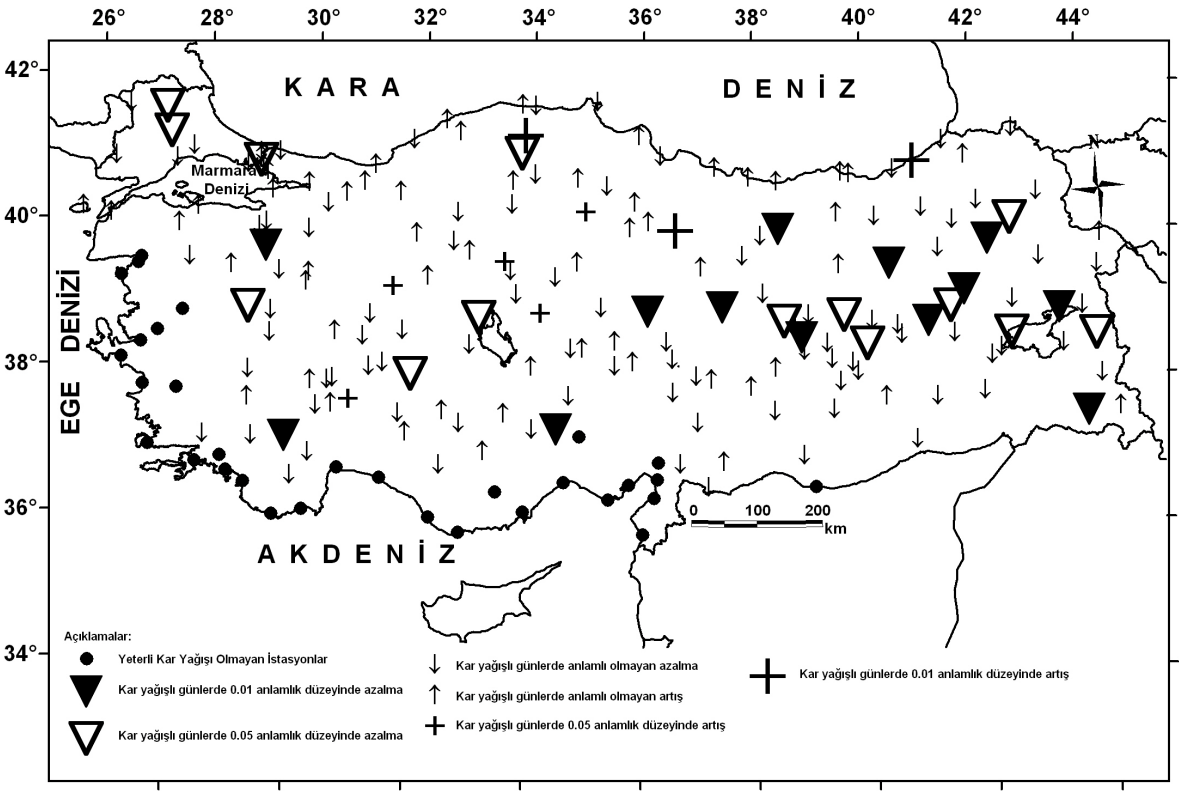
Şekil 4.26 Türkiye'de yaz mevsimi kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı



Türkiye yıllık kar yağışlı günler zamansal değişim haritası, tüm önceki haritaların bireşimidir halindedir ve bu önceki haritalarda yer alan tüm istasyonları kapsamakla birlikte ek olarak diğer hiçbir haritada yer almamış 6 istasyonu daha gösterir. Bu 6 istasyondan Sivrihisar ve Kırıkkale (0.05 oranında anlamlı artış) dışındakiler (Şekil 4.27) de azalma eğilimiyle yıllık haritaya eklenmişlerdir. Yıllık kar yağışlı günler zamansal değişim haritasında kar yağışlı günlerin 0.01 anlamlık düzeyinde azalma verdiği istasyon sayılarında artış söz konusudur (Şekil 4.27). Çoğunluğu Doğu Anadolu Bölgesi'nde toplanmakla birlikte 13 istasyonda 0.01 anlamlık düzeyinde azalma vardır. Aynı şekilde 14

istasyonda da 0.05 anlamlık düzeyinde azalma saptanmıştır. Azalmanın saptandığı her istasyon Türkiye'de toplam kar yağışlı gün sayılarının en fazla olduğu istasyonlardır (Şekil 4.20 ve Şekil 4.27).

Şekil 4.27 Türkiye'de yıllık kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde gözlenen eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki katsayısına göre alansal dağılışı

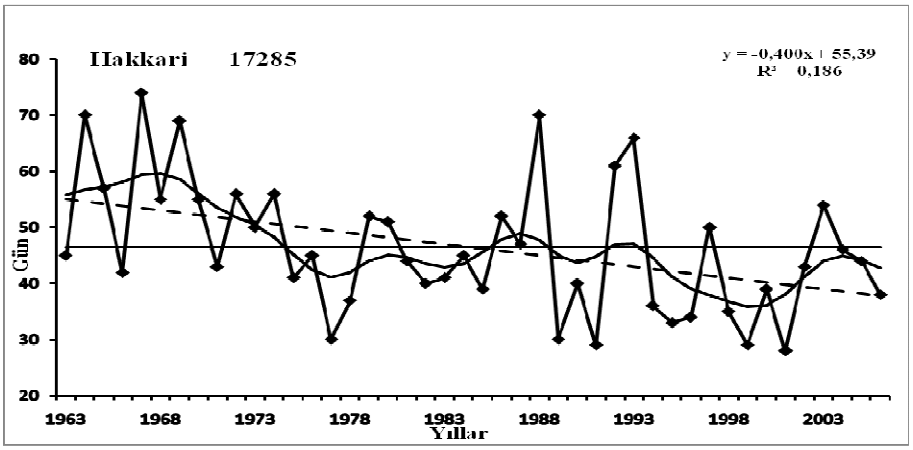


Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişimi incelendiğinde, yıllık analiz sonuçlarına göre, 13 istasyonda 0.01 anlam düzeyinde anlamlı azalma, 14 istasyonda 0.05 anlam düzeyinde anlamlı azalma, 3 istasyonda 0.01 anlam düzeyinde anlamlı artış ve 5 istasyonda da 0.05 anlam düzeyinde anlamlı artış eğilimi saptanmıştır. Bu istasyonlardan en tipik özellik gösteren ikisi hem En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Analizi sonuçları ve 9 Noktalı Gaussian Süzgeci grafiği hem de Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizi sonuçları grafikleriyle değerlendirilmiştir. Seçilen iki istasyondan biri kar yağışlı günlerde 0.01 anlam düzeyinde azalma eğilimi gösteren Hakkari, diğeri ise 0.01 anlam düzeyinde artış eğilimi gösteren Devrekani istasyonlarıdır.

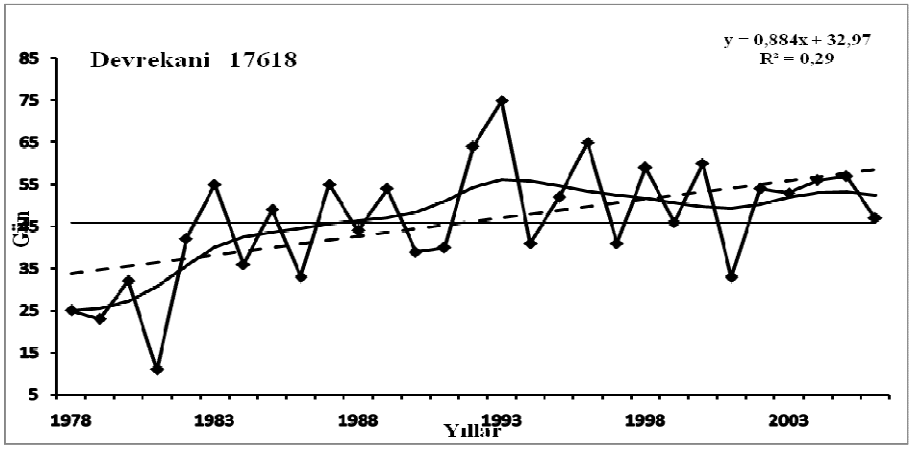
En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Analizi ve 9 Noktalı Gaussian Süzgeci'ne göre oluşturulan grafikte dikkati çeken nokta, her iki istasyonunda kar yağışlı gün dizilerinin uzun süreli ortalamanın altında ve üstünde bir gidiş göstermesidir (Şekil 4.28 ve Şekil 4.29). Bu gidişler kısa süreli dönemlerle engellenir. Gözlenen kısa süreli dönemler birkaç yılla sınırlı olup, devam eden dönem, bir önceki dönem karakterinden farklılık gösterir.

Hakkari istasyonunun grafiği incelendiğinde (Şekil 4.28) arada iki kez birer yıllık düşük dönemlerle bölünse de uzun süreli ortalamanın üstünde bir gidiş sergileyen 1963-1970 yılları arası dikkat çeker. 1971 yılında düşük bir döneme geçiş yapılıp, 1972-1974 yılları arası bu değerlerin üstüne çıkan kar yağışlı gün sayıları seyretse de bir önceki dönemin gösterdiği değerlere bir daha çıkma söz konusu olmamıştır. Bu anlamda 1974 yılı değişim noktası olarak kabul edilirse, bundan sonra genel anlamda uzun süreli ortalamanın altında seyreden kar yağışlı gün sayıları gözlenmiştir. 1992 yılında kar yağışlı gün sayılarındaki artış, aynı yıl Pinatubo Yanardağı'nın üst troposfere saldığı çok miktarda kül ve toza bağlanan soğuma ile açıklanabilir (Türkeş vd. 1995 ve 2002). 1992–2006 yılları arası ise neredeyse hiç bölünmeden uzun süreli ortalamanın altında seyreden kar yağışlı gün sayıları, Hakkari istasyonunda 0.01 anlam düzeyinde anlamlı azalma eğilimini anlama açısından önemlidir. 10 yıldan daha kısa süreli dalgalanmaları bastırmak için kullanılan, 9 noktalı Gaussian süzgeciyle veri sadeleştirilmiştir. Burada uzun süreli ortalamayı bölen ara dönemlerin yumuşamasıyla çok daha fazla dikkat çekici olan, azalma eğiliminin 1968'den itibaren başlayıp, 1974 yılında uzun süreli ortalamanın altına inerek ve 2006 yılına kadar da ciddi anlamda bu ortalamanın üstüne hiç çıkmayarak devam ediyor olmasıdır (Şekil 4.28).

Şekil 4.28 En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre Hakkari istasyonunun kar yağışlı günler dizisindeki gidiş



Şekil 4.29 En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre Devrekani istasyonunun kar yağışlı günler dizisindeki gidiş



Şekil 4.28 ve 4.29 için açıklama: *En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre, Devrekani istasyonunun kar yağışlı günlerine uydurulan regresyon çizgisi (- - -). Kar yağışlı günlerdeki 10 yıldan daha kısa dalgalanmaları bastırmak için, dizi 9 noktalı Gaussian Süzgeci (—) ile düzgünleştirilmiştir. Uzun süreli dizinin ortalaması (−) ile gösterilmiştir.*

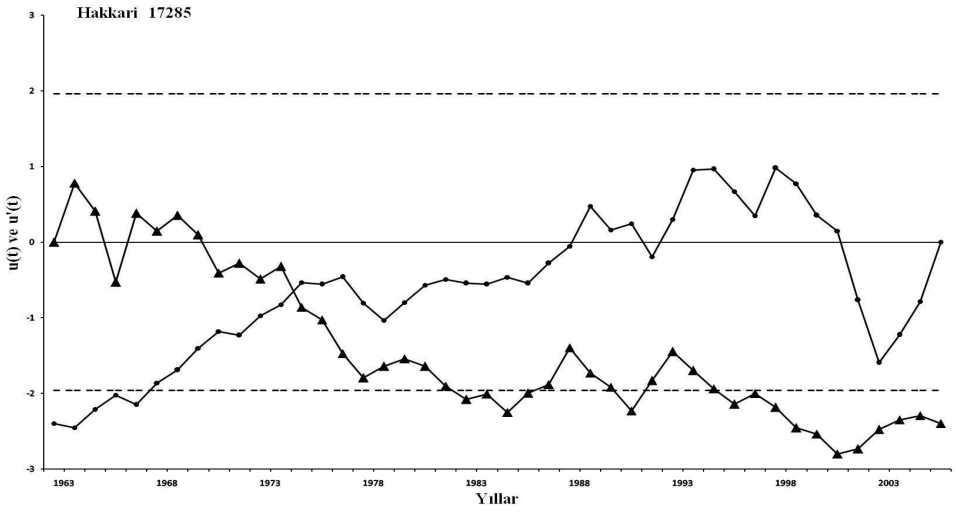
Devrekani istasyonu 1978-1982 yılları arası uzun süreli ortalamanın altında kar yağışlı gün sayıları vermiştir. Öyle ki devam eden ölçümlerin hiç birinde bu değerler yakınından bile tekrarlamamıştır. 1982 yılında ilk kez uzun süreli ortalamanın üstünde bir değer göstermiş ancak devam eden yıl tekrar bu ortalamanın altına düşmüştür. Rasgeleliğin yüksek olduğu bu istasyonda birer yıl atlayarak ortalamanın altında ve üstünde devam eden bu durum, uzun süreli ortalamanın altında iki yıl devam eden 1990-1991 yılıyla iki yıl

sürer. Ancak 1992 yılında, 0.01 anlam düzeyinde anlamlı artış veren bir istasyon olmasına rağmen, devam eden yıllarda yakalayamayacağı kadar yükse bir değerle kar yağışlı gün sayılarında uzun süreli ortalamanın çok üstünde bir değere ulaşmıştır. Bu durumu da gene tüm Türkiye'yi etkilediği gibi aynı yıl patlayan Pinatubo Yanardağı'nın etkinse bağlamak mümkündür (Türkeş vd. 1995 ve 2002). Devrekani istasyonu daha sonra 2001 yılında ortalamanın altında bir değer göstermesi dışında 2006 yılına kadar, uzun süreli ortalamanın üstünde bir gidiş gösteren kar yağışlı gün sayılarına sahip olmuştur. 9 noktalı Gaussian süzgecinin sadeleştirme etkisiyle incelendiğinde ise, 1988 yılından itibaren Devrekani istasyonu kar yağışlı gün sayılarında uzun süreli ortalamanın üstünde seyreden durumun 2006 yılına kadar devam eden artış eğiliminden bahsetmek mümkündür ve bu durum 0.01 anlam düzeyinde anlamlılık veren bir istasyonu daha iyi açıklar. Aynı zamanda bu eğilimin de ilk başlangıcı anlamlılık vermemekle birlikte 1983 yılıdır.

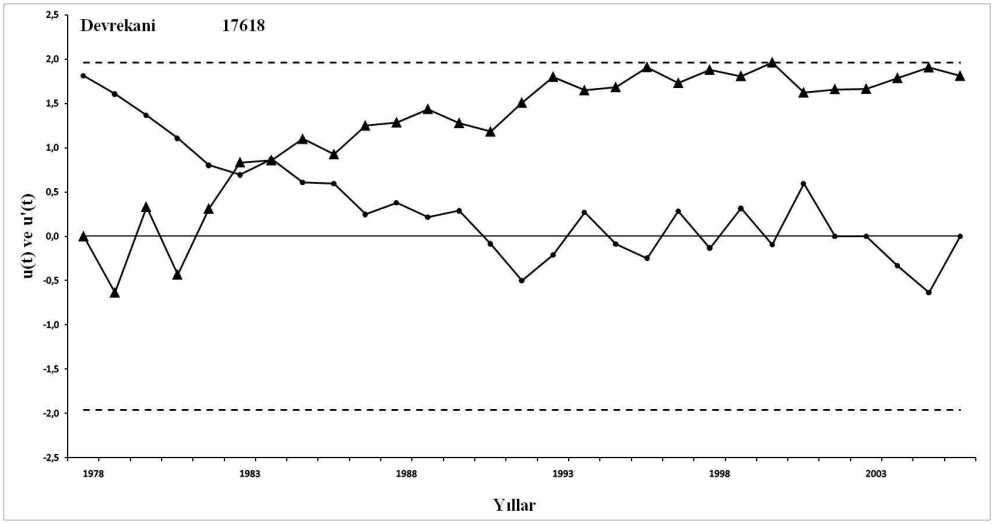
Hakkari istasyonu kar yağışlı günlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizi grafiğinde, istasyonun kar yağışlı günlerinde bir azalma eğiliminin bulunduğu görülmektedir. Bu azalma eğilimi 0.01 anlam düzeyinde anlamlı bir azalama eğilimidir. Burada dikkati çeken nokta azalma eğiliminde yıllar arası zayıf frekanslı bir değişkenliğin olmasıdır. Bu anlamda gidişin nerdeyse hep tek yönlü olduğu ve bu yönün de azalma anlamında olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 4.30). Bu durum bir önceki grafik sonuçlarıyla da birebir örtüşür. Öyle ki, Hakkari istasyonu için 1974 yılının değişim noktası olarak da görülmesi, kuvvetli bir azalma eğiliminin başlangıç noktasını göstermekle birlikte, gene önceki grafikte de net bir şekilde görülmüş (Şekil 4.28) ve açıklamalarında da kar yağışlı gün sayılarının "1974 yılında uzun süreli ortalamanın altına inerek ve 2006 yılına kadar da ciddi anlamda bu ortalamanın üstüne hiç çıkmayarak devam ediyor olması" şeklinde ifade edilmiştir.

Hakkari ortalama kar yağışlı günlerinin, Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizi ile elde edilen *u(t)* ve *u'(t)*'lerinin, gene aynı şekilde, 1974 yılından sonra %95 güven düzeyine ulaştığı görülmektedir.

Şekil 4.30 Mann-Kendall sıra korelasyon katsayısı analizine göre Hakkari istasyonunun kar yağışlı gün sayılarındaki uzun süreli eğilim ve değişimler



Şekil 4.31 Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizine göre Devrekani istasyonunun kar yağışlı günler dizisindeki eğilim



Şekil 4.30 ve 4.31 için açıklama: *u(t) (—▲—) ve u'(t) (—●—), 0.05 anlam düzeyinde 1.96 olan kritik değer (-----)*

Devrekani istasyonu kar yağışlı günlerinin Mann-Kendall grafiğinde, Hakkari istasyonunun aksine, istasyonun kar yağışlı günlerinde artış eğiliminin bulunduğu görülmektedir. Bu artış eğilimi de 0.01 anlam düzeyinde anlamlıdır. Azalma eğiliminde yıllar arası zayıf frekanslı bir değişkenliğin söz konusudur. Bu istasyon için de gidişin nerdeyse hep tek yönlü olduğu ve bu yönün de artış anlamında olduğu söylenebilir (Şekil 4.31). Devrekani istasyonu için 1983-1984 yıllarının önemli değişim noktası olduğu, bu

yılların kuvvetli bir artış eğiliminin başlangıç noktası olmakla birlikte, bir önceki Devrekani istasyonu En Küçük Kareler ve 9 noktalı Gaussian süzgeci grafiğiyle de paralellik gösterdiği gözlenebilir (Şekil 4.29). Grafik 5-3'ün açıklamasında 1983 yılından anlamlı bir eğilimin vurgusu olmamakla birlikte ilk artış eğiliminin başladığı tarih olarak bahsedilmiştir. Anlamlı eğilimin vurgulandığı yıl 1988 yılıdır. Devrekani istasyonu ortalama kar yağışlı günlerinin Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizi ile elde edilen *u(t)* ve *u'(t)*'leri 1984 yılından sonra %95 güven düzeyine ulaşmıştır.

4.4 Kar Yağışlı Günlerin Özelliklerinin Zamansal Değişiminin Alansal Dağılışı

Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişim analizleri yapıldıktan sonra anlamlılık veren tüm istasyonlar sınıflandırılmıştır (0.05 ve 0.01 azalma / 0.05 ve 0.01 artış). Bu istasyonların toplandıkları alanların özelliklerine göre de kar yağışlı gün sayıları üzerinde etkili olduğu düşünülen özelliklere göre ayrımlar yapılmıştır. Bu anlamda Türkiye'deki kar yağışlı günlerin coğrafi bölge, yükseklik, havza ve yağış rejim bölgelerinin dağılımına paralel bir dağılım gösterdiği saptanmıştır. İstasyonların bulundukları coğrafi özellik dahilinde nasıl bir dağılım gösterdiği, yüzdelik dilim içindeki payları belirlenmiştir. Böylece araştırmanın başından itibaren haritalarla saptanan olaylar bir de bu coğrafi özellikler içindeki dağılımıyla bir anlamda desteklenmiş olmuştur.

Tablo 4.4.1 Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların yağış rejim bölgelerine göre dağılışı

Yağış rej. bölgeleri	**istasyon sayısı**	**0.01 anlam düzeyinde azalma**	**%**	**0.05 anlam düzeyinde azalma**	**%**	**anl. olmayan azalma**	**%**	**anl. olmayan artış**	**%**	**0.05 anlam düzeyinde artış**	**%**	**0.01 anlam düzeyinde artış**	**%**	**boş**	**%**
MARG	20	1	*7,7*	3	*21,4*	11	*11,7*	5	*8,8*						
AKD	43	1	*7,7*	1	*7,1*	5	*5,3*	6	*10,5*					30	*96,8*
AKDG	14					8	*8,5*	5	*8,8*	1	*20*				
KARD	21					6	*6,4*	13	*22,8*			2	*66,7*		
KIAN	58	4	*30,8*	3	*21,4*	27	*28,7*	19	*33,3*	4	*80*	1	*33,3*		
KDAN	33	6	*46,2*	6	*42,9*	17	*18,1*	4	*7,0*						
KAKD	28	1	*7,7*	1	*7,1*	20	*21,3*	5	*8,8*					1	*3,2*
Toplam	217	13	*100*	14	*100*	94	*100*	57	*100*	5	*100*	3	*100*	31	*100*

Tablo 4.4.2 Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların yükselti basamaklarına göre dağılışı

Yükselti Basamakları	sayı	%	0.01 azalma	%	0.05 azalma	%	anl. olmayan azalma	%	anl. olmayan artış	%	0.05 artış	%	0.01 artış	%	boş	%
0-500	72	*33,5*			3	*21,4*	16	*17,0*	22	*40,0*			1	*33,3*	30	*96,8*
501-1000	57	*26,5*	1	*7,7*	4	*28,6*	29	*30,9*	18	*32,7*	3	*60*	1	*33,3*	1	*3,2*
1001-2000	83	*38,6*	12	*92,3*	5	*35,7*	48	*51,1*	15	*27,3*	2	*40*	1	*33,3*		
2000+	3	*1,4*			2	*14,3*	1	*1,1*								
Toplam	215		13	*100*	14	*100*	94	*100*	55	*100*	5	*100*	3	*100*	31	*100*

Tablo 4.4 3 Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların bölgelere göre dağılışı

Bölge	sayı	%	0.01 azalma	%	0.05 azalma	%	anl. olmayan azalma	%	anl. olmayan artış	%	0.05 artış	%	0.01 artış	%	boş	%
Akdeniz	32	*14,7*	1	*7,7*			9	*9,6*	2	*3,5*	1	*20*			19	*61,3*
Ege	24	*11,1*			1	*7,1*	8	*8,5*	4	*7,0*					11	*35,5*
Marmara	27	*12,4*	1	*7,7*	3	*21,4*	12	*12,8*	11	*19,3*						
Karadeniz	30	*13,8*	1	*7,7*	1	*7,1*	9	*9,6*	17	*29,8*			2	*66,7*		
İç Anadolu	50	*23,0*	3	*23,1*	2	*14,3*	24	*25,5*	16	*28,1*	4	*80*	1	*33,3*		
Doğu Anadolu	42	*19,4*	7	*53,8*	7	*50,0*	23	*24,5*	5	*8,8*						
Güneydoğu Anadolu	12	*5,5*					9	*9,6*	2	*3,5*					1	*3,2*
Toplam	217		13		14		94		57		5		3		31	

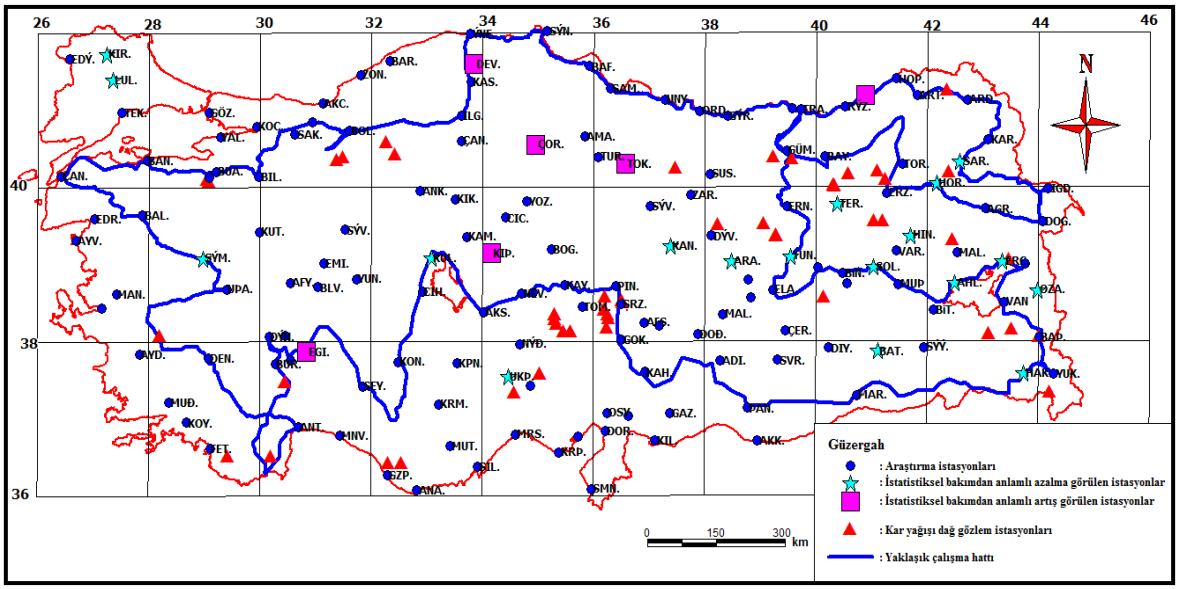
Tablo 4.4.4 Türkiye'de kar yağışlı günlerin zamansal değişiminde anlamlık veren istasyonların havzalara göre dağılışı

HAVZA	havza kodu	sayı	%	0.01 azalma	%	0.05 azalma	%	anl. olmayan azalma	%	anl. olmayan artış	%	0.05 artış	%	0.01 artış	%	boş	%
Meriç-Ergene	1	4	*1,8*			2	*11,1*	2	*2,2*								
Marmara	2	15	*6,9*			1	*5,6*	5	*5,6*	9	*15,8*						
Susurluk	3	7	*3,2*	1	*7,7*	1	*5,6*	4	*4,4*	1	*1,8*						
Kuzey Ege	4	3	*1,4*													3	*9,7*
Gediz	5	3	*1,4*					1	*1,1*							2	*6,5*
K. Menderes	6	3	*1,4*													3	*9,7*
B. Menderes	7	5	*2,3*					2	*2,2*	2	*3,5*					1	*3,2*
Batı Akdeniz	8	10	*4,6*					3	*3,3*							7	*22,6*
Antalya	9	7	*3,2*			4	*22,2*					1	*25,0*			2	*6,5*
Burdur Göller	10	3	*1,4*	1	*7,7*			1	*1,1*	1	*1,8*						
Akarçay	11	3	*1,4*					2	*2,2*	1	*1,8*						
Sakarya	12	15	*6,9*			1	*5,6*	6	*6,7*	7	*12,3*	1	*25,0*				
Batı Karadeniz	13	9	*4,1*					3	*3,3*	5	*8,8*			1	*11,1*		
Yeşilırmak	14	8	*3,7*	1	*7,7*			2	*2,2*	3	*5,3*	1	*25,0*	1	*13*		
Kızılırmak	15	21	*9,7*	1	*7,7*	1	*5,6*	10	*11,1*	7	*12,3*	1	*25,0*				
Konya Kapalı	16	12	*5,5*	1	*7,7*	1	*5,6*	5	*5,6*	5	*8,8*						
D. Akdeniz	17	6	*2,8*					1	*1,1*							5	*16,1*
Seyhan	18	5	*2,3*					2	*2,2*	1	*1,8*					2	*6,5*
Asi	19	5	*2,3*					2	*2,2*							3	*9,7*
Ceyhan	20	6	*2,8*					3	*3,3*	1	*1,8*					2	*6,5*
Fırat	21	33	*15,2*	5	*38,5*	4	*22,2*	19	*21,1*	4	*7,0*					1	*3,2*
D. Karadeniz	22	8	*3,7*					1	*1,1*	6	*10,5*			1	*13*		
Çoruh	23	6	*2,8*					5	*5,6*	1	*1,8*						
Aras	24	6	*2,8*	1	*7,7*	1	*5,6*	3	*3,3*	1	*1,8*						
Van Kapalı	25	6	*2,8*	1	*7,7*	2	*11,1*	3	*3,3*								
Dicle	26	8	*3,7*	1	*7,7*			5	*5,6*	2	*3,5*						
Toplam			*100*	13	*100*	18	*100*	90	*100*	57	*100*	4	*100*	3		31	*100*

5 TARTIŞMA

Kar yağışı özellikleri yer sistemi bileşeni olan iklim özelliklerinin şekillenmesinde belirleyici olan bir etmendir. Bu nedenle, yalnızca kar yağışı ile ilgili verilerin sayısal analizlerinin konuyu anlamak açısından yeterli olmayacağı düşüncesinden hareketle arazi çalışması yapılmasına karar verilmiş ve 30 Mayıs – 15 Haziran 2009 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışması bütün Türkiye'de yatay ve dikey değişkenliği temsil edecek bir hat üzerinden gerçekleştirilmeye çalışıldı (Şekil 5.1). Arazi çalışmaları sırasında kar yağışı özelliklerinin konum, karasallık, yükselti ve bakı etmenlerine bağlı olarak şekillenmesinin sonuçlarının gözlenmesi çabası içinde olunmuştur. Diğer bir ifadeyle konuyla ilgili analizlerden elde ettiğimiz sonuçlar arazi gözlemleriyle karşılaştırılarak yersistemi içindeki konum ve fonksiyonlarının tanımlanması çabası içinde olundu.

Şekil 5.1 Türkiye'de kar yağışlı günler araştırması – arazi çalışma güzergahı



Çanakkale kent merkezinden başlayan arazi çalışmasında ilk ayrıntılı çalışma alanı Bursa (100 m) ve Uludağ (Meteoroloji istasyonu 1877 ve zirve 2542 m) çevresi oldu. Bursa kent merkezinden Uluda zirveye Uludağ'ın kuzeybatı yamacından çıkış gerçekleştirildi (30 Mayıs 2009). Kentsel baskıdan kurtulmuş alanlarda yoğun orman örtüsü gözlemlendi. Uludağ (Bursa) dağ gözlem istasyonuna çıkarken yol üzerinde (yaklaşık 1500 m) orman altı gölgelik alanda kar örtüsü belirlendi (Fotoğraf 1). Bursa/Uludağ dağ gözlem istasyonuna çıkarken yol üzerinde ve Uludağ'da, Türkiye genelinde bahar şartları yaşanırken, leke şeklindeki kar örtüsünün varlığı gözlendi (Fotoğraf 1 ve 2). Bu durum bölgenin çevresine göre yükseltisinin fazla olmasıyla açıklanarak, Türkiye'de kar yağışı üzerindeki yükselti faktörü etkisine açık bir kanıt olmuştur. Kar özelliklerinin şekillenmesinde yükseltinin artışına bağlı olarak düşen sıcaklık düşüşüne ek olarak gölgelik alanlarda güneş ışınlarının sıcaklığı artırıcı ve buna bağlı olarak eritici etkisinin azalmasının sonucudur. Yaklaşık olarak 2000 m den itibaren Uludağ'ın kuzey yamaçlarında zirvelere kadar genişleyerek devam eden kar örtüsünün varlığını devam ettirmesi bakı ve yükseltinin etkili olduğu düşünülmektedir (Fotoğraf 1 ve 2). Fotoğraf 2'de de görüldüğü gibi kuzey yamaçlarda varlığını devam ettiren kar örtüsü bu yamaçlardaki vadi içlerinde daha da kalın bir örtü oluşturmaktadır. Bu durumda kar yağışının meteoroloji istasyonlarında ölçülen özelliklerinin uğradığı mekansal özelliklere göre kısa mesafelerde uğradığı belirgin farklılaşmayı ifade etmektedir.

Fotoğraf 1: Uludağ (Bursa) çıkışında yaklaşık 1500 m den sonra orman altı gölgelik alanda kalan kar örtüsü

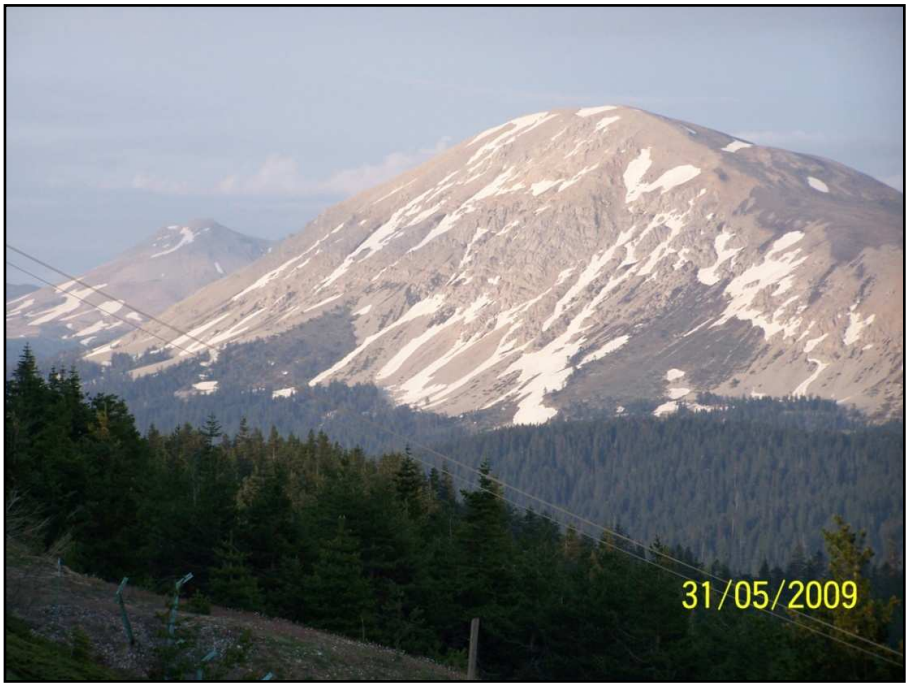
Fotoğraf 2: Bursa / Uludağ Kayak Merkezi – tepeden bir görünüm

Marmara Bölgesi Güney Marmara Bölümünden başlayan yolculuğumuz Batı Karadeniz Bölümünde devam etti. Batı Karadeniz Bölümünde Köroğlu Dağları üzerinde Köroğlu T. (2400 m) üzerinde yer alan Kartalkaya Kayak Merkezi'ne (Bolu) ulaşılması arazi gözlemleri bakımından önemli idi. Kartalkaya Kayak Merkezi yolu üzerinde kuzey yamaçlarda ve yaklaşık 1500 m den başlayarak yükseldikçe koruluklar halinde, soğuk iklimin göstergesi olan, Sarıçam topluluklarına rastlandı. Kayak tesislerinin bulunduğu saha başta olmak üzere arazide lekeler halinde kalmış kar örtüsünün erimesi derelerin akışının güçlendirmişti (Fotoğraf 3).

Fotoğraf 3: Bolu / Kartalkaya Kayak Merkezi

Arazi çalışmalarımız Yeniçağa, Gerede, Çerkeş, Kurşunlu ve Ilgaz hattı üzerinde devam etti. Arazi çalışma planımızda belirlediğimiz hedeflerden biri de Ilgaz (Çankırı) dağında gözlem yapmaktı ve bu amaçla Ilgaz Dağı Kayak Merkezi'ne çıkıldı. Emirgazi T. (2404 m) eteklerinde üzerinde kurulu kayak tesisleri ve çevresine kadar çıkılarak gözlemler gerçekleştirildi. Ilgaz Dağları üzerinde çıkılan alan kuzey bakıda bulunmaktadır. Emirgazi T. üzerinde 2000 m üzerinden itibaren çukur alanlarda erimeden kalabilmiş kar örtüsü parçacıkları belirlendi. Emirgazi T. den Küçükhacet T. ve Büyükhacet T. (2587 m) üzerinde kar örtüsünün genişlediği gözlendi. Ilgaz Dağları üzerinde Tarım ve Köyişleri Bakanlığı bünyesine bağlı bir kar hidrolojisi araştırma ve eğitim merkezi bulunmaktadır. Edinilen bilgiye göre Tarımsal Araştırma Master Planında (2006–2010) Kar Hidrolojisi

Araştırmaları yüksek öncelikli araştırma programı olarak yer almıştır. Bu kapsamda 2009 yılında Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından Ilgaz Dağı Kar Hidrolojisi Araştırma ve Eğitim Merkezinde kar hidrolojisine yönelik araştırma projeleri hazırlanmış ve projeler 2010 yılı araştırma programına alınmıştır. Bununla birlikte kar klimatolojisinin daha sağlıklı yapılabilmesi için dağ gözlemleri yapacak bir meteoroloji istasyonu belirlenemedi.



Fotoğraf 4: Çankırı-Kastamonu/ Ilgaz Dağları zirvelerinden Küçükhacet (yakın olan) ve Büyükhacet (2587 m) kuzey bakıda ve orman üst sınırından sonra genişleyen kar örtüsü

Türkiye'de, kar klimatolojisiyle ilgili olarak, dağ gözlem istasyonlarının eksikliği yanı sıra meteoroloji istasyonlarının yerleşmelerden olumsuz etkilenmesidir. Kastamonu meteoroloji istasyonu da kurallara uygun olmayan bir şekilde yerleşmenin içinde kalmıştır (Fotoğraf 5). Bu durum gözlem yapan istasyon verilerinin güvenilirliğini düşürmekte ve yapılan çalışmalar için sağlıklı veri elde edilmesine engel oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarında Türkiye geneli ve çevresine göre kar yağışlı günlerde anlamlı artış vermesiyle farklı bir özellik göstererek dikkat çeken Kastamonu/Devrekâni meteoroloji istasyonu çevresinde, ölçümlerini etkileyecek hiçbir olumsuz yapı ya da etken bulunmamaktadır (Fotoğraf 6). Bu durum kar yağışı analiz sonuçlarını meteoroloji istasyonlarındaki gözlem şartlarının da etkileyebileceği görüşünü güçlendirmektedir. Diğer taraftan birbirine çok

yakın (yaklaşık 25 km) olan Kastamonu ve Devrekâni (Kastamonu) istasyonlarında kar yağışı özelliklerinin farklı çıkması bu düşünceyi desteklemektedir.

Fotoğraf 5: Kastamonu meteoroloji istasyonu ve çevresindeki yapılaşma örnekleri

Fotoğraf 6: Kastamonu/Devrekâni meteoroloji istasyonu ve çevresinde meteorolojik gözlemleri olumsuz etkileyecek etmenlerin olmaması durumu görülmekte

Arazi çalışma planında Kastamonu, Devrakani, Küre ve İnebolu geçişi yanı sıra Karadeniz kıyılarında yapılacak gözlemler de önemli idi. Ardeşen'de Fırtına Deresi Doğu Karadeniz Dağları/Kaçkar Dağı (3932 m) üzerinde bulunan karların erimesinden kaynaklarını almaktadır (Fotoğraf 7). Ardeşen güneyindeki yüksek sahalardan (Kaçkar 3932 m) yaklaşık 45 km'de 0 m'ye inerek 3900 m'nin üzerinde bir göreli yükselti farkına sahip alandan beslenen Fırtına Deresi kıyıya ulaştığında taşkın yatakları oluşturmuştur (Fotoğraf 7). Doğu Karadeniz kıyılarında ilkbahar ve yaz dönemindeki kar erimesine eklenen şiddetli yağışlar akarsuların taşkın yataklarını daraltacak şekilde gerçekleşmiş yerleşmeler üzerinde sel afeti riski oluşturmaktadır.

Fotoğraf 7: Ardeşen'de (Rize) Kaçkar Dağı (3932 m) kaynaklı kar erimelerinden beslenen Fırtına Deresi

Hopa (0 m) ile Borçka (150 m) arasında Hopa Ç. ve Cıhala Ç. vadilerini geçen yol üzerinden geçerek Borçka İlçesinde Çoruh N. ile karşılaşmak öğretici bir arazi çalışması deneyimi oldu. Hopa ile Borçka arasında yol boyunca yoğun orman örtüsünün içinden geçerek birden Çoruh Nehri'nin kar erimeleriyle beslenen coşkulu akış görüntüsü ve gümbürtülü sesi ile karşılaşmak Doğu Karadeniz'de olduğumuzu hissettiren deneyimler oldu (Foto 8). Çoruh N., Karadeniz Dağlarını (Kaçkar D. 3932 m) göreli yükselti farkı 3000 m'yi geçen vadiler ile kazmış ve sarp bir topografya oluşturmuştur. Doğu Karadeniz

Bölümünün topografik özellikleri fiziki ve sosyal coğrafya özelliklerinin de kısa mesafelerde değişmesine ortam hazırlamaktadır.

Fotoğraf 8: Çoruh Nehri'nin kar erimeleriyle beslenen coşkun akışının Borçka yerleşmesi içinde dizginlenmeye çalışılmış durumu

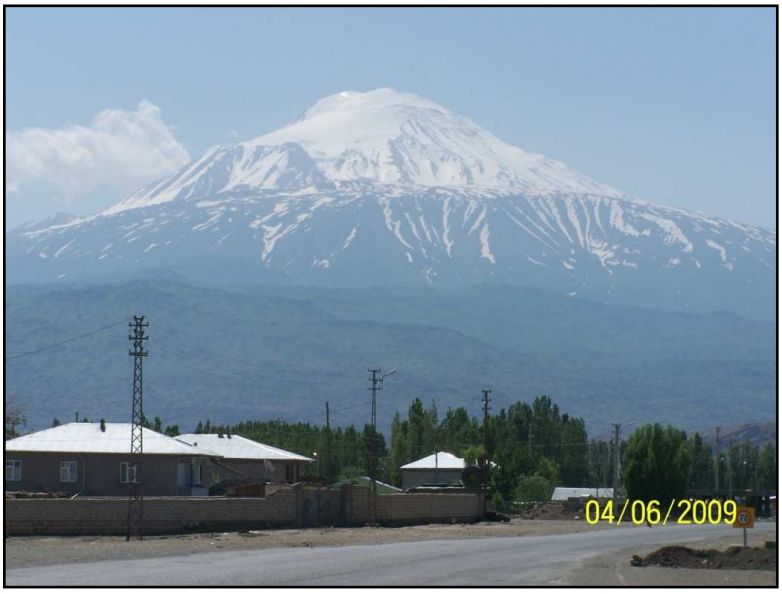
Borçka ile Şavşat arası karanlıkta geçildiği için arazi gözlemi yapılamadı. Bununla birlikte Artvin yakınından geçerken ve karşısındaki maçtaki yoldan yükselirken, güneybatısındaki Keçi D. (2047 m) doğru, yaklaşık 200 den başlayıp 1 000 m yükseğe kadar devam eden şehrin ışıklarını gözlemek yerleşmenin dağılışı ile ilgili fikir verdi.

Şavşat ile Ardahan arasında Yalnızçam Dağları (Çadır Dağı 3054 m) üzerinden Çamlıbel Geçidinden (2640 m) gerçekleştirilen arazi çalışması Karadeniz ile Doğu Anadolu bölgeleri farklılığını gözler önüne sermektedir (Fotoğraf 8-9). Şavşat ile Ardahan arasındaki arazi çalışmasında doğal ortam özelliklerinin değişmesinde denizden uzaklaşma, yükselti ve bakı etmenlerinin belirleyici olduğu düşünülmektedir. Yalnızçam Dağlarının kuzey bakısında ve yükseklerde kar örtüsü güneye bakan aynı yüksekliklere göre daha geniş alan kaplamaktadır (Fotoğraf 8-9).

Fotoğraf 9: Şavşat Ardahan yolu üzerinde yer alan Yavuz K. Yakınlarından Yalnızçam Dağlarının kuzey yamaçlarında kar örtüleri ve kar erimesi sonucunda coşkun akan dereler

Fotoğraf 10: Şavşat ile Ardahan geçişinde Yalnızçam Dağlarının güney yamaçlarında (1850 m, Ardahan 10 km) eriyen kar sularıyla beslenen dereler

Arazi gözlemlerinde vurgulamak istediğimiz bir diğer alan ise Iğdır Ovası (860 m) ile Ağrı Dağı (5137 m) arasında doğal ortamda, 4200 m'yi geçen göreli yükselti farkı nedeniyle, gerçekleşen değişimdir. Iğdır Ovasında pamuk ziraatının yapılabilmesi ortamından Ağrı Dağı'nda kalıcı kar örtüsünün bulunması ortamına geçiş karasallık ve aradaki yükselti farkı nedeniyle gerçekleşmektedir (Fotoğraf 11). Buna ek olarak Fotoğraf 11 incelendiğinde yükselti basamaklarına göre oluşan fiziki ortam özelliklerinde değişim açıkça görülmektedir.



Fotoğraf 11: Iğdır Ovasından (860 m) Ağrı Dağı'na (5137 m) gidildikçe, 4200 m'yi geçen göreli yükselti farkı nedeniyle, hiç kar olmayan bir ortamdan kalıcı kar örtüsüne geçiş

Karadeniz Bölgesi'nden Doğu Anadolu Bölgesi'ne geçiş yapılan arazi çalışmasında, Ardahan, Kars, Iğdır, Ağrı ve Erzurum hattı boyunca geçildikten sonra, bu hattan tekrar kuzeye dikey bir geçiş yapılarak Tortum, Yusufeli, İspir, İkizdere hattından Ovit Geçidi (2640 m) kullanılarak Trabzon'a ulaşılmıştır. Böylece Türkiye'nin doğusu ile kuzeyini ayıran Kafkas paravanının etkisini daha net görebilmek ve bakı faktörü etkilerini izleyebilmek hedeflenmiştir. Bu hat boyunca başlangıçta Karadeniz'in gür orman ve bitki örtüsünün ardından, Doğu Anadolu'nun oldukça sık ve yüksek boylardaki çayır formu gözlenmiştir (Fotograf 8-9-). Yusufeli İlçe merkezinde (650 m) zeytin ağaçlarının yetişiyor olması çevreye göre yüksek sıcaklığın bir göstergesidir. Yusufeli'ne Kaçkar Dağı'ndan (3932 m) ulaşan Altıparmak Ç. kar erimeleriyle beslenerek yüksek akım değerleriyle Çoruh N.'ni beslemektedir (Fotoğraf 10, ?). Aynı şekilde Buzul D. (Cilo, 4135 m) başta

olmak üzere Hakkari ve çevresindeki kar erimelerinden beslenen Çığlı (Zab) Suyu yüksek debili akış göstermektedir (Fotoğraf 13).

Fotoğraf 12: Yusufeli yerleşmesinin içinden geçerek Çoruh N.'ne ulaşan Altıparmak Ç. Kaçkar D. (3932 m) ve çevresindeki kar örtüsünün erimesinden beslendiği için yüksek akım değerine sahiptir

Fotoğraf 13: Yusufeli ile İspir arasında vadinin daraldığı kesimlerde Çoruh N.'nin yüksek debili akış

Fotoğraf 14: Hakkari güneyinde Çığlı (Zab) N.'nin kar erimeleri ile beslenen yüksek debili akışı

Arazi çalışmasında iklim özelliklerinin ortama göre değişimiyle ilgili pek çok özellik belirlenmiş olmakla birlikte İspir ile Ovit Geçidi (2640 m) arasındaki değişimin ayrıntısı örnek olarak verildi. İspir'de (Fotoğraf 10), 1211 m'de, saat 17:30'da 24°C olarak ölçülen sıcaklık, Doğu Karadeniz Dağlarını geçerken, Ovit Geçidi çıkışı sırasında, 2193 m'de, saat 17:51'de 12°C olarak ölçülmüş ve dağ yamacında bahar şartlarından kaynaklı bahar çiçeklerinin varlığı gözlenmiştir (Fotoğraf 11). Ovit Geçidinde ise 2640 m'de, saat 18:27'de ise ölçülen sıcaklık 4.5°C'dir (Fotoğraf 12). Diğer bir ifadeyle yaklaşık bir saatlik bir yolculuk ve yaklaşık 1440 m'lik bir göreli yükselti farkında yaklaşık 20 °C sıcaklık değişimi gerçekleşmiştir. Bu durum doğal olarak coğrafi ortam özelliklerinin de belirgin bir şekilde farklılaşmasına neden olmuştur (Fotograf 12). Ovit Geçidi Karadeniz üzerinden sokulan hava kütlelerinin topografyanın etkisiyle yağış ve özellikle kar yağışı yönünden Yalnızçam Dağları üzerindeki aynı yükseklikteki Çamlıbel Geçidine göre daha fazla kar örtüsüne sahiptir.

Fotoğraf 13: Ovit Geçidi çıkışında çiçekler ve kar örtüsünün bir arada görülebildiği ve mekansal değişimi çok iyi ifade eden bir durum

Fotoğraf 14: Ovit Geçidi Karadeniz üzerinden sokulan hava kütlelerinin topografyanın etkisiyle oluşan bulut/sis

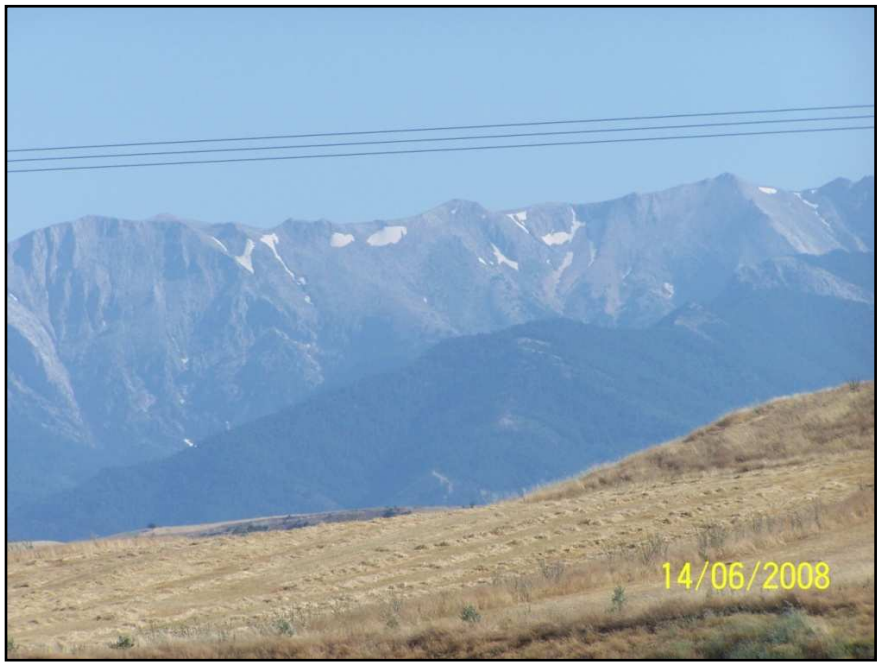
Fotoğraf 15: Doğu Karadeniz Dağları üzerindeki kar örtüsü ve kar erime suları

Kar yağışının oluşması ve yerde kalışı gibi özellikleri; yükselti, bakı, karasallık/denizellik şekillendirmektedir. Bu durum Nemrut D. (Tatvan, 2247 m), Buzul D. (Yüksekova, 4135 m), Erciyes D. (Kayseri, 3917 m) ve Ortaca D. (Denizli, 1866 m) yüksek ve kuzey bakılı kesimlerinde açıkca gözlenmektedir (Fotoğraf 15, 16 ve 17).

Fotoğraf 16: Nemrut D.'nın (Sivri T. 2935 m) güney yamaçlarında yaklaşık 2000 m'de topografyanın durumuna göre varlığını sürdürebilen kar örtüsü

Fotoğraf 17: Yüksekova (Hakkari, 2 000 m) düzlüklerinden üzerinde kalıcı kar ve buzulların oluşabildiği Buzul D.'nın (Cilo, 4135 m) görünüşü

Fotoğraf 18: Erciyes D. (3917 m) İç Anadolu bölgesinde 2800 m'yi geçen göreli yükselti farkıyla üzerinde kar örtüsünün oluşmasına ortam hazırlamıştır



Fotoğraf 19: Denizli kuzeybatısından Ortaca D. (1866 m) ve çevresindeki yükseltilerde yükseklerde ve kuzey bakıda bulunan çukurluklarda arazi çalışması sırasında varlığını devam ettiren kar örtüleri

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin güney ve batı kısımları haricinde kar yağışının yıllık gerçekleşme olasılığı %90'ın üzerindedir. Türkiye'nin alansal olarak yaklaşık ¾'üne karşılık gelen ve yıl içinde kar yağışı görülme olasılığının %90 üzerinde olduğu sahalar ülkenin dağlık alanlarıyla yüksek plato sahalarına karşılık gelmektedir. Türkiye'de dağlar ve platolarla kaplı yüksek sahaları arasında yer alan depresyonlarda (genellikle tektonik kökenli) kar yağışlarının görülme olasılıkları da düşer.

Türkiye'de kar yağışlarının başlangıç ve bitiş zamanlarının (en erken, ortalama ve en geç) ülkede gösterdiği alansal özelliklerinin, benzer değişim özellikleri göstermeleri nedeniyle, birlikte değerlendirilmesi tercih edildi. Akdeniz ve Ege bölgeleri kıyıları kar yağışının ya yıl/kar yağışlı dönem içinde birkaç gün gerçekleştiği ya da hiç görülmediği sahalardır. Akdeniz ve Ege bölgeleri arasında geçiş konumunda bulunan Teke Yarımadası olarak tanımlanan alanda, dağların yağış getiren sistemlerin önünde ani yükselişe neden olacak bir engel olarak yer almaları ve yükseltilerinin fazlalığı (3000 m) bu sahada hem kar yağışı olasılığını hem de kar yağışlarının erken başlayıp geç bitmesi sonucunu hazırlamaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi kar yağışı olasılığı ile kar yağışlarının başlangıç ve bitiş zamanları bakımından, aynı enlemlerde bulunan, Akdeniz Bölgesi kıyıları ile benzer özellikler göstermekle birlikte topografik engeller (Amanos Dağları) ve karasallık etkilerine bağlı olarak kar yağışı olasılığı artarken kar yağışları daha erken başlayıp daha geç bitmektedir. Türkiye'nin Karadeniz kıyıları kar yağışı görülme olasılığı bakımından, deniz kıyısında olmakla birlikte, ülkenin dağlık ve yüksek platoluk sahalarına yakın özellik gösterir. Karadeniz kıyılarında kar yağışı görülme olasılığı Akdeniz kıyılarına göre yüksek olmakla birlikte; kar yağışlı dönemin başlangıç ve bitişleri bakımından Akdeniz kıyılarından yaklaşık 10-20 gün erken başlar ve geç biter. Karadeniz kıyıları Akdeniz kıyılarında olduğu gibi denizel etkilerde olmakla birlikte daha kuzeyde (yaklaşık 6°) ve kar yağışı oluşturma olasılığı yüksek olan hava kütleleri (mP ve cP) ile

gezici orta enlem depresyonlarından daha fazla etkilenmesiyle açıklanabilir. Akdeniz ikliminin etkisi Biga Yarımadası güneyine (Edremit Körfezi) kadar belirgin iken buradan itibaren Karadeniz'e doğru (KD doğrultuda) Karadeniz kıyıları için tanımlanan özelliklere geçiş görülür. Erinç (1993) tarafından Marmara Geçiş İklimi olarak tanımlanan bu sahada Karadeniz kıyılarının kar yağışı (iklim) özelliklerine geçilir. Aynı sahada Trakya Havzasında Edirne doğrultusunda balkanların içlerine doğru ilerledikçe kar yağışı olasılığı artarken kar yağışlı dönem daha erken başlamakta ve daha geç bitmektedir. Bu durum Trakya havzasının KB'dan, karasallığın etkili olduğu Doğu Avrupa ve Balkanlardan, sokulan hava kütlelerinin etkisinde kalmasıyla açıklanabilir.

Türkiye'de, iklim özelliklerinde olduğu gibi, kar yağışı olasılığı ve başlangıç ile bitiş özellikleri açısında en belirgin farklılık kıyı ile iç kesim arasında görülür. Türkiye'nin ve özellikle Anadolu Yarımadasının iç kesimi kıyılardan yüksek dağlar (3000-4000 m) ile ayrılan değişik yüksekliklerdeki (900- 2000 m) platolardan oluşur (Koç 2010). Bu sahada batıdan doğuya, özellikle kuzey doğuya, gidildikçe kar yağışı olasılığı artarken kar yağışlı dönem kıyılara göre çok daha erken başlarken daha geç biter. Türkiye'nin büyük bir kısmını oluşturan bu alanlarda kar yağışı olasılığı ile kar yağışlı dönem özellikler benzerlik göstermekle birlikte bu sahada bulunan Malatya, Elazığ ve Iğdır depresyonlarında topografik alçalma nedeniyle kar yağışı olasılıklarında azalma, kar yağışlı dönemde ise kısalma gözlenir.

Türkiye'de kar yağışlı dönemlerin başlangıcında artış bitişinde ise azalma eğilimi egemendir. Kar yağışlarının başlangıç döneminde anlamlı artış görülen (kar yağışlı dönemin başlangıcındaki daralmayı ifade eder) istasyonlar Sarıkamış, Erzurum, Doğubayazıt, Elazığ, Bingöl, Solhan, Hınıs ve Tatvan olarak belirlenmiştir. Kar yağışlarının bitiş tarihlerinde anlamlı azalma (kar yağışlı dönemin bitişindeki daralmayı ifade eder) görülen istasyonlar ise Yozgat, Nevşehir, Develi, Tomarza, Ulukışla, Erciş ve Hınıs olarak sıralanır. Kar yağışlı dönemin başlangıç ya da bitişindeki daralma karşıt dönemin değişmemesi durumunda kar yağışlı dönemdeki daralmayı ifade eder. Kar yağışlı dönemdeki daha etkili daralmayı ifade edecek şekilde Hınıs istasyonunda hem başlangıç hem de bitiş dönemlerinde daralma belirlenmiştir.

Norrant ve Douguedroit (2006) Akdeniz yağışlarını inceledikleri çalışmada, yağışlarda anlamlı bir azalmanın gözlendiğine; bu azalmaya Doğu Akdeniz'de yıl boyunca, ama özellikle kış mevsiminde rastlandığına işaret etmiştir. Türkeş vd. (2007) tarafından kış mevsimi toplam yağışlarında belirgin bir azalma eğilimi saptanmıştır. Bunun yanın sıra Önol vd. (2007) yaptıkları çalışmada da kış yağışlarında çok ciddi azalmalar (%34) saptamakla birlikte, gelecek simülasyonundaki kış mevsimi minimum sıcaklık artışını 2-3°C olarak hesaplamışlardır. Ayrıca gene aynı çalışmada sıcaklık değişiminin en fazla olacağı kesim olarak Doğu Anadolu bölgesi saptanmıştır. Araştırmamızda Doğu Anadolu Bölgesi kar yağışı olasılığının en yüksek olduğu saha olarak belirlenmiştir. İrdem (2005) Türkiye genelinde özellikle kış mevsiminde hafif yağışlarda (0-10 mm) artış eğilimi olduğunu vurgulamıştır. Türkiye'de kış yağışlarının hafif şiddette gerçekleşme olasılığının artıştı ve kış sıcaklıklarının artış olasılığı (Önol vd. 2009) birlikte değerlendirildiğinde kar yağışı görülme olasılığının azalması beklentisini gündeme getirir. Sarış (2006), Türkiye'de yağış yoğunluğunun zamansal ve alansal değişimini ele aldığı çalışmasında, kış mevsimi ve yıllık yağış yoğunluğu serilerinde 20. yy'lın ikinci yarısından beri süregelen bir azalmanın olduğunu ortaya koymuştur. Erbekçi (2006), zamansal olarak kış mevsimi dışında Türkiye genelinde yağış olasılıklarında artış eğilimi olduğunu belirtmiştir. Türkiye'de kış mevsimi dışındaki gerçekleşen yağışların yağmur yağışı şeklinde gerçekleştiğini, kar yağışlarının kış mevsiminde gerçekleştiğini burada tekrar hatırlamak yerinde olur. Ulaşılabilen çalışmalarda kış mevsiminde yağışlarda azalmaya işaret edilmiştir. Türkiye'de kış yağışlarının azalması sonucuyla araştırmada ulaşılan kar yağışlı dönemdeki daralma sonucu arasında uyum vardır. Ramos (2001) Akdeniz havzasındaki yağışların gerçekleşme olasılığının baharlara kaydığını saptamıştır. Türkiye'de bahar yağışları yağmur yağışı şeklinde gerçekleşir.

Yaklaşık son 20 yılda çeşitli araştırmacılarca gerçekleştirilen bölgesel yağış değişikliği ve değişebilirliği çalışmaları, Afrika'nın geniş Sahra bölgesinde ve Subtropikal kuşaktaki yağışlarda 1960'lı yıllarda başlayan ani azalmanın, 1970'li yıllarla birlikte Doğu Akdeniz Havzası'nda ve Türkiye'de de etkili olmaya başladığını ortaya çıkarmıştır (Türkeş vd 2007). Türkeş (1996, 1998, 2003)'e göre, Türkiye yağışlarındaki önemli azalma eğilimleri ve kuraklık olayları, kış mevsiminde daha belirgin olarak oluşmuştur. Gerek Akdeniz Havzası ve Türkiye yağışlarında gözlenen kış mevsimindeki kuvvetli azalma

eğilimleri, gerekse Türkiye'de hafif şiddetteki yağışların gerçekleşme frekansındaki artış eğilimi ve kış mevsiminde yağışın gerçekleşme olasılığının giderek azaldığına ilişkin bulgular çalışmada elde edilen sonuçlarla uyumlu bulgulardır (Türkeş vd. 2007:890). Türkeş vd. (2007) çalışmasının sonuçlarıyla diğer çalışmalar arasında vurgulanan uyum kar yağışıyla ilgili gerçekleştirilen bu çalışma için de geçerlidir. Diğer bir ifadeyle Türkiye ve yakın çevresinde gerçekleştirilen çalışmalarda yağışlarda ve özellikle kış yağışlarında belirlenen azalma eğilimi bu araştırmada kar yağışları için de elde edilmiştir. Türkiye ve yakın çevresinde kar yağışlarının kış döneminde gerçekleşiyor olması bu ilişkiyi hazırlar. Türkiye ve yakın çevresiyle ilgili olarak kar yağışı olasılığı ve kar yağışlı dönem özellikleri konusunda çalışmaya ulaşılamaması nedeniyle araştırmanın sonuçları yalnızca toplam ve kış yağışları ile ilgili yapılan çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılabilmiştir.

Araştırmada Türkiye'de; günlük verilerden hareketle, mevsimlik ve yıllık kar yağışlı günlerin durumunun belirlenmesi amacıyla mevsimlik ve yıllık ortalama kar yağışlı günler ile değişkenlik katsayıları belirlenmiştir. Kar yağışlı gün sayıları Türkiye'de alansal olarak, batıdan doğuya ve güneyden kuzeye doğru artmaktadır. Buna bazı özel koşullar eklenince batıda beklenenin aksine yüksek kar yağışlı günler (Uludağ) ve doğuda da gene beklenenin aksine düşük kar yağışlı günler (Iğdır) dikkat çekmektedir. Türkiye'de kar yağışına neden olan hava kütlelerinin kuzeyden sokulması nedeniyle, kuzeyde dağların kuzeye dönük yamaçları kar yağışını daha fazla almakta; duldada kalan, çevresindeki alçak sahalar ve güney yamaçlar bu hava kütlelerinden daha az etkilenmektedir. Bu kapsamda araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

– Türkiye iklim özelliklerinin anlaşılmasında kar klimatolojisinin bilinmesi kaçınılmaz bir gerekliliktir.

– Türkiye'de kar klimatolojisi özellikleri bakımından güncel ve güvenilir analiz eksikliği vardır.

– Bu problemin çözülmesi amacıyla başlangıç olarak Türkiye'de kar yağışlı günlerin özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

– Sunulan araştırmada kar yağışlı günlerin aylık, mevsimlik ve yıllık aritmetik ortalamaları ile yine bu dönemlere ait değişkenlik katsayıları değerlendirilmiştir.

– Çalışmada verilerin hazırlanması üzerinde en fazla uğraş verilen konu olmuştur.

– Bu sürecin sonucu olarak şu noktalara vurgu yapmak mümkündür;

a. Türkiye'de kar yağışlı günlerin alansal dağılışı ve değişkenliğini kontrol eden temel etkenler önem sırasına göre konum, karasallık, yükselti ve bakıdır.

b. Türkiye'de kar yağışının alansal dağılışı ve değişkenlik katsayısını en iyi yansıtan dönem kış dönemidir. Bu dönemin özellikleri şu başlıklar halinde sıralanabilir:

- Kar yağışlı gün dağılışı güneybatıdan kuzeydoğuya doğru artmakta, arada tek dağlarda da yüksek değerler gözlenmektedir.

- Değişkenlik katsayıları da buna bağlı olarak tam tersi yönde güneybatıdan kuzeydoğuya doğru azalmaktadır.

c. Yaz döneminde kar yağışlı günler ve değişkenlik katsayılarıyla ilgili güvenilebilir bir sentez yapmak mümkün olmamıştır.

d. İlkbahar dönemi özellikle Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgelerinde kış şartlarının devamı niteliğindedir.

e. Sonbahar döneminde kar yağışının görülme olasılığını arttıran etkenlerin güçlendiği Kuzeydoğu Anadolu ve yüksek sahalarda kar yağışlı günler görülmeye

başlamakla birlikte değişkenlik katsayıları yüksektir. Akdeniz Bölgesi'ne doğru bu dönemde kar yağışının görülmemesi nedeniyle değişkenlik katsayıları da azalmıştır.

Türkiye kar yağışlı günlerinin zamansal değişim analizlerinde dikkati çeken ilk nokta ülke genelinde anlamlık vermemekle birlikte azalma eğiliminde olan istasyon sayılarının fazlalığıdır. Bu anlamda düşünüldüğünde Türkiye'nin su bilançosuyla ilgili değişim olasılıklarını işaret etmektedir. Anlamlı artış eğilimi veren istasyonlar ülke genelinde 8 tane olmakla birlikte bunlardan sadece 3'ü 0.01 anlamlık düzeyinde artış gösteren istasyonlardır ve Karadeniz Bölgesi'ndedirler. 0.05 anlamlık düzeyinde artış gösteren diğer 5 istasyon ise İç Anadolu Bölgesi'ndedir. Bu her iki bölge Türkiye'de kar yağışlı günlerin zaten çok yüksek gün sayısı vermediği istasyonları içermektedir. Bu anlamda artış eğilimlerinin ülkedeki kar yağışlı günler içindeki payının düşüklüğü açıktır. Herhangi tek bir Doğu Anadolu Bölgesi istasyonundaki anlamlı azalma bile tüm bu istasyonların artış eğilimleriyle kattığı gün sayılarını yok edecek kadar şiddetli olabilir.

Bu aşamada çalışmada ulaşılan sonuçların geliştirilmesi ve Türkiye kar klimatolojisi özelliklerinin belirlenebilmesi için aşağıdaki öneriler sıralanabilir:

– Kar yağışlı günlerle ilgili verilerde temel sorun yüksek dağ istasyonları gözlemlerinin eksikliğidir. Bu nedenle araştırmada ulaşılan sonuçların, bu eksiklik mümkün oldukça giderilerek, tekrar gözden geçirilmesine ihtiyaç vardır.

– Bu araştırma ile başlangıcı yapılmaya çalışılan Türkiye kar klimatolojisi özelliklerinin ortaya konulabilmesi için kar ile örtülü gün ve kar kalınlığı konusunda çalışmalara ihtiyaç vardır.

– Kar yağışının ülke su bilançosunda önemli rolü olan bazı ülkelerde olduğu gibi kar bakanlıkları/enstitüleri kurulup, daha detaylı ve teknolojik çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Akyürek, Zuhal; A. Ü Şorman. "Monitoring snow-covered areas using NOAA-AVHRR data in the eastern part of Turkey", *Hydrological Sciences Journal – Journal Des Sciences Hydrologiques* 47 (2), 2002, 243-252.

Apak, Günay; Bahar Ubay. *Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi*, Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara 2007.

Avcıkurt, Cevdet; Ahmet Köroğlu; Murat Doğdubay. 'Alternatif Turizmin Planlanmasında Swot Analizinin Uygulanması', Türkiye'nin Alternatif Turizm Potansiyeli ve Güncel Sorunları Konferansı, 3-4 Mayıs 2003, Çankırı 2003.

Bamzai, Anjuli S.; Jagadish Shukla. "Relation between Eurasian Snow Cover, Snow Depth, and the Indian Summer Monsoon: An Observational Study", Institute for Computational Sciences and Informatics, George Mason University, Fairfax, Virginia, and Center for Ocean–Land–Atmosphere Studies, Institute of Global Environment and Society, Calverton, Maryland, 1999.

Barry, R. G.; Fallot, J. M.; Armstrong R. L. "Twentieth-century variability in snow-cover conditions and approaches to detecting and monitoring changes: Status and prospects", *Progress in Physical Geography* 19 (4), 1995, 520-532.

Borhan, Yunus; Mikdat Kadıoğlu. "Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki çığların sinoptik analizi", *Tr. J. Of Engineering and Environmental Sience*, 22, 1998, 345-352.

Brown, R. D. "Norther hemisphere snow cover variability and change, 1915 – 97", *Journal of Climate* 13 (13), 2000, 2339-2355.

Brown, R. D.; Goodison, B. E. "İnternational variability in reconstructed Canadian snow cover, 1915-1992", *Journal of Climate* 9 (6), 1996, 1299-1318.

Brown, R. D.; Braaten, R. O. "Spatial and temporal variability of Canadian monthly snow depths, 1946-1995", *Atmosphere-Ocean* 36 (1),1998, 37-54.

Brown, R. D.; Petkova N. "Snow cover variability in Bulgarian mountainous regions, 1931-2000", *İnternational Journal of Climatology* 27 (9), 2007, 1215-1229.

Brown, R.; Derksen, C.; Wang, L. "Assessment of spring snow cover duration variability over northern Canada from satellite datasets", *Remote Sensing of Environment*, doi:10.1016/j.rse.2006.09.035, 2007.

Butler, D. R.; Walsh, S. J. "Lithologic, Structural, and Topographic Influences on Snow-Avalanche Path Location, Eastern Glacier National Park, Montana", *Annals of the Association of American Geographers*, 8q3. 1990, 362-378

Campbell, J. F.; Langevin, A. "The Snow Disposal Assignment Problem", *The Journal of the Operational Research Society*, Vol. 46, No. 8, 1995, 919-929.

Chaoimh, U. N. European Snow Cover and Its Influence on Spring and Summer Temperatures. The Geographical Journal, Vol. 164, No. 1., 1998, 41-54.

Crurch, J. E. "Snow surveying: Its principles and possibilities", *Geographical Review*, Vol. 23, No. 4., Oct., 1933, 529-563.

Derksen, C.; Ledrew, E. "Variability and change in terrestrial snow cover: data acquisition and links to the atmosphere", *Progress In Physical Geography* 24 (4), 2000, 469-498.

Doğan, Seyhun. "Türkiye'nin küresel iklim değişikliğinde rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri", *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, Cilt 6, Sayı 2, 2005.

Dyer, J. L. and Mote, T. L. “Spatial variability in observed snow depth over North America”, *Geophysical Research Letters* 33 (16): Art. No. L16503, 2006.

Erenbilge, Tarhan; Ö. Murat Yavaş. “Kar örtüsündeki duraylılık mekanizmasını kontrol eden anahtar değişkenliklerin incelenmesi”, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Geçici İskan Dairesi “Çığ Grubu”, Ankara 2000.

Erinç, Sırrı. *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Hidroloji Enstitüsü Yayını S:2, İstanbul 1957.

Erol, Oğuz. *Genel Klimatoloji*, Çantay Kitabevi. İstanbul 1999.

Falarz, M. “Variability and trends in the duration and depth of snow cover in Poland in the 20th century”, *International Journal of Climatology* 24 (13), 2004, 1713-1727.

Falarz, M. “Snow cover variabilty in Poland in relation to the macro-and mesoscale atmospheric circulation in the twentieth century”, *International Journal of Climatology* 27, 2007, 2069-2081.

Garcia-Herrera, R. and Barriopedrp, D. Northern Hemisphere snow cover and atmospheric blocking variability. Journal of Geophysical Research-Atmospheres 111 (D21): Art. No. D21104, 2006.

Gürer, İbrahim. “İnternational cooperation for solving the avalanche problem in Turkey”, *Natural Hazards* 18 (1), Netherlands 1998, 77-85.

Gürer, İbrahim; Harun Tuncel; Ö. Murat Yavaş; Tarhan Erenbilge; Ayhan Sayın. “Snow avalanche incidents in North-Western Anatolia, Turkey during December 1992”, *Natural Hazards* 11 (1), Netherlands 1995, 1-16.

Hybl, T., Holm, M.; Weaver R. Sea Ice and Snow Data Sets at the National Snow and Ice Data Center. National Snow and Ice Data Center, University of Colorado,CIRES Campus Box 449, Boulder, Colorado 80309-0449, USA 2000.

Iwasaki, T. “Year-to-year variation of snow cover area in the Northern-Hemisphere”, *Journal of the Meteorological Society of Japan* 69 (2), 1991, 209-217.

Jaagus, J. “The Impact Of Climate Change On The Snow Cover Pattern In Estonia”, *Climatic Change* 36, 1997, 65–77.

Kadıoğlu, Mikdat; Zekai Şen. “Degree-day formulations and application in Turkey”, *Journal of Applied Meteorology 38 (6)*, 1999, 837-846.

Kadıoğlu, Mikdat. “Trends in Surface Air Temperature Data over Turkey”, *International Journal of Climatology 17*, 1997, 511-520.

Klein G. J. Canadian Survey of Physical Characteristics of Snow-Covers. Geografiska Annaler, Vol. 31, Glaciers and Climate: Geophysical and Geomorphological Essays, 1949, 106-124.

Koç, Telat. “Kaz Dağı Kuzeyinde (Bayramiç-Evciler Havzası) Morfolojik Birimler ve Arazi kullanımı İlişkisi”, *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu 2008 Bildiri Kitabı*, 20-23 Ekim 2008 Çanakkale, Çanakkale 2008, 134-153.

Koç, Telat. *Kuzeybatı Anadolu’da İklim Ve Ortam Sinoptik, İstatistik Ve Uygulama Boyutlarıyla*, Çantay Kitabevi. İstanbul 2001.

Koç, Telat. Çevre Sorunları (Ders Notları). Çanakkale 2003.

Koç, Telat; Şeyda Kartum, “Türkiye’de Kar Yağışlı Günlerin Özellikleri ve Dağılışı”, *TUCAUM V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Ankara 16-17 Ekim 2008, Ankara Üniversitesi DTCF, Ankara 2009, 339-348.

Komisyon. MapİnfoVertical Mapper 3.1 program açıklamaları. Ankara 2009.

Kutiel, Haim; Murat Türkeş. “New evidence about the role of the North Sea – Caspian Pattern (NCP) on the temperature and precipitation regimes in continental central Turkey”, *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography 87*, 2005, 501-513.

Laternser, M.; Schneebeli, M. “Long-term snow, climate trends of the Swiss Alps (1931-99)”, *İnternational Journal of Climatology* 23 (7), 2003, 733-750.

Nghiem, S. V.; Tsai, W. Y. “Global Snow Cover Monitoring With Spaceborne Ku-band Scatterometer”, *IEEE Transactions On Geoscience And Remote Sensing*, Vol. 39, No. 10, 2001.

Onur, Ayhan. Türkiye’de Kar Yağışları ve Yerde Kalma Müddetleri Üzerine Etüd. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları*, No:152, Ankara 1964.

Öngör, S. “Kar yağışları ve meteorolojisi hakkında not”, *Türk Coğrafya Dergisi*, 1955, 13-14.

Öztürk, K. “Küresel İklim Değişikliği Ve Türkiye’ye Olası Etkileri”, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 22, Sayı 1, Ankara 2002, 47-65.

Pielke, R. A., Liston, G. E., Chapman, W. L. and Robinson, D. A. “Actual and insolation-weighted Northern Hemisphere snow cover and sea-ice between 1973–2002”, *Climate Dynamics 22*, 2004, 591–595.

Pivot, F. C.; Kergomard, C.; Duguay, C. R. “Use passive-microwave data to monitor spatial temporal variatons of snow cover at tree line near Churchill, Manitoba, Canada”, *Annals of Glaciology*, vol 34, Annals of Glaciology 34, 2002, 58-64.

Qin, D. H.; Lui, S. Y.; Li, P. J. “Snow cover distribution, variability, and response to climate change in western China”, *Journal of Climate 19 (9)*, 2006, 1820-1833.

Rikiishi, K.; Hashiya, E.; Imai, M. “Linear trends of the length of snow-cover season in the Northern Hemisphere as observed by the satellites in the period 1972-2000”, *Annals of Glaciology*, Vol 38, 2004, 229-237.

Robinson, D. A.; Frei, A. “Seasonal variability of Northern Hemisphere snow extent using visible satellite data”, *Professional Geographer*, 52(2), 2000, 307-315.

Scott, D.; Dawson, J.; Jones, B. “Climate change vulnerability of the US Northeast winter recreation – tourism sector”, *Mitig Adapt Strat Glob Change* DOI 10.1007/s11027-007-9136-z, 2007.

Selen, Hamid Sadi. “Türkiye'nin Coğrafî Bölgelere Taksimine Dair Bir Muhtıra”, *Birinci Coğrafya Kongresi* (Kitabı), Ankara 1941, 251-255.

Skaugen, T.; Beldring, S.; Udnaes H. C. “Dynamical Properties of the spatial distribution of snow”, *Hydrology and Earth System Sciences* 7 (5), 2003, 744-753.

Tarım Köyişleri Bakanlığı. II. Tarım Şurası ‘Gıda Güvenliği Komisyonu Çalışma Belgesi’.

Tekeli, A. E.; Şorman, A. A.; Şensoy, A.; Şorman, A. Ü.; Bonta, J.; Schaefer, G. “Snowmelt Lysimeters for Real-Time Snowmelt Studies in Turkey”, *Turkish J. Eng. Env. Sci.* 29, 2005 , 29-40.

Tekeli, A. E.; Akyürek, Z.; Şensoy, A.; Şorman, A. A.; Şorman, A. Ü. “Modelling the temporal variation in snow-covered area derived from satellite images for simulating/forecasting of snowmelt runoff in Turkey”, *Hydrological Sciences Journal – Journal Des Sciences Hydrologiques* 50 (4), 2005, 669-682.

Tekeli, A. E.; Akyürek, Z.; Şorman, A. A.; Şensoy, A.; Şorman, A. Ü. “Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey”, *Remote Sensing of Environment* 97 (2), 2005, 216-230.

Türkeş, Murat. “Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey”, *International Journal of Climatology*, 16, 1996, 1057-1076.

Türkeş, Murat. “Influence of geopotential heights, cyclone frequency and Southern Oscillation on rainfall variations in Turkey”, *International Journal of Climatology*, 18, 1998a, 649-680.

Türkeş, Murat. "İklimsel değişebilirlik açısından Türkiye'de çölleşmeye eğilimli alanlar", *DMİ/İTÜ II. Hidrometeoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 45-57, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara 1998b.

Türkeş, Murat. "Vulnerability of Turkey to desertification with respect to precipitation and aridity conditions", *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science* 23, 1999, 363-380.

Türkeş, Murat. "Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma", *T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri*, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1, 187-205, Ankara 2001.

Türkeş, Murat. "İklimsel ve Atmosferik Verilerin Türdeşlik ve Rasgelelik Çözümlemesi", *Temel İstatistik Kursu Notları*, Şubat 2004, T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara 2004.

Türkeş, Murat. "Küresel iklim değişikliği: Nedenler, politikalar ve alın(may)an önlemler", *9. Ulusal Halk Sağlığı Günleri – GATA (Çevre Sağlığı)*, 28 Eylül – 1 Ekim 2005, Bildiri Özet Kitabı, 169-172, Ankara 2005.

Türkeş, Murat. "İklim değişikliğiyle savaşım, Kyoto Protokolü ve Türkiye", *Mülkiye 259*, 2008a, 101-131.

Türkeş, Murat. "Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler", *İklim Değişikliği ve Çevre 1*, 2008b, 45-64.

Türkeş, Murat; Utku M. Süme; Gönül Çetiner. "Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri", *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi Seminer Notları* (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md., Ankara 2000.

Türkeş, Murat; Utku M. Sümer; İsmail Demir. "Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999", *International Journal of Climatology 22*, 2002, 947-977.

Türkeş, Murat; Talat Koç; Faize Sarış. "Türkiye'nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi", *Coğrafi Bilimler Dergisi 5*, 2007, 57-74.

Türkeş, Murat; Talat Koç; Faize Sarış. "Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey", *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.1768, 2009.

Türkiye Ulusal Jeodezi Ve Jeofizik Birliği, Türkiye Ulusal Meteorolojik Ve Hidrolojik Afetler Programı (TUMEHAP). Ankara 2003. Bu kaynakça anlaşılmadı

T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. *Kar Hidrolojisi Konferansı 27-28 Mart 2008 Bildiri Kitabı*, 5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları, Erzurum 2008.

T.C. Gıda – Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Devler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. *Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni*, Başbakanlık Basımevi, Ankara 1974.

T.C. Gıda – Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Devler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. *Meteoroloji İstasyonları Şebekesi*, Başbakanlık Basımevi, Ankara 1976.

T.C. Tarım Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. *Türkiye'nin Kar Örtüsü Etüdü*, Ankara 1970.

Wulder, M. A.; Nelson, T. A.; Derksen, C.; Seemann, D. "Snow cover variability across central Canada (1978-2002) derived from satellite passive microwave data", *Climatic Change 82* (1-2), 2007, 113-130.

Yılmaz, Ersin. “Bir Arazi Kullanım Planlaması Modeli: Cehennemdere Vadisi Örneği (A Land Use Planning Model: A Case Study of Cehennemdere Valley)”, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, *Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 253*, DOA Yayın No: 37, Çeşitli Yayın No: 3, Tarsus 2005, 131.

Zakrisson, Kurt. “Snow Assessments and Snow Distribution in the Malmagen Area at 62°N in Sweden, with Special Reference to Spring Runoff Forecasts”. *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography, Vol. 63*, No: 1/2, 1981, 11-17.

EKLER

Ek 1 : İstasyon özellikleri

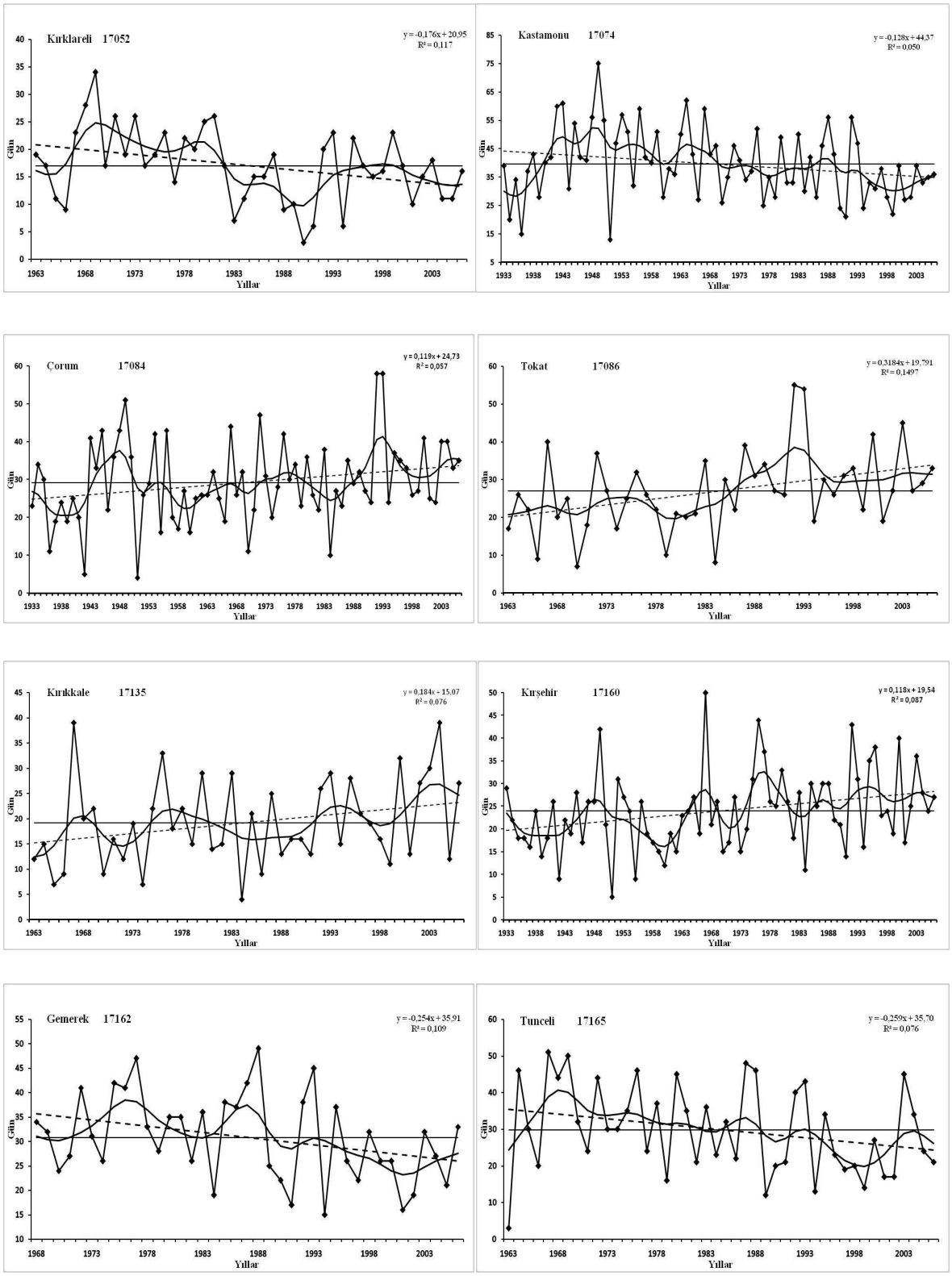
Ist. No	Ad	enlem	boylam	Yukseklik	Gozl. Don.	Gozlem Sur.	Bolge	Rejim	Havza
17020	BARTIN	41,6348	32,3368	32.52	1962/2006	44	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17022	ZONGULDAK	41,4500	31,8000	135.35	1942/2006	64	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17024	INEBOLU	41,9833	33,7667	63.82	1952/2006	54	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17026	SINOP	42,0264	35,1524	32	1937/2006	69	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17030	SAMSUN	41,2833	36,3000	4	1932/2006	74	KRD.	BLS	Kizilirmak
17033	ORDU	40,9833	37,9000	4.13	1962/2006	44	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17034	GIRESUN	40,9167	38,4000	38	1932/2006	74	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17037	TRABZON	41,0000	39,7167	30	1942/2006	64	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17040	RIZE	41,0333	40,5167	8.6	1932/2006	74	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17042	HOPA	41,4000	41,4333	32.56	1962/2006	44	KRD.	BLS	Coruh
17045	ARTVIN	41,1833	41,8167	628.35	1952/2006	54	KRD.	CEAN	Coruh
17046	ARDAHAN	41,1166	42,7167	1829	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Aras
17050	EDIRNE	41,6667	26,5667	51.19	1952/2006	54	MAR.	MRT	Meric-Ergene
17052	KIRKLARELI	41,7333	27,2333	231.9	1962/2006	44	MAR.	MRT	Meric-Ergene
17054	CORLU	41,1667	27,8000	183	1962/2006	44	MAR.	MRT	Marmara
17056	TEKIRDAG	40,9779	27,5144	3.37	1942/2006	64	MAR.	MRT	Marmara
17059	KUMKOY	41,1500	29,0200	30	1952/2006	54	MAR.	MRT	Marmara
17061	KIRECBURNU	41,1000	29,0300		1952/2006	54	MAR.	MRT	Marmara
17062	GOZTEPE/ISTANBUL	40,9667	29,0833		1932/2006	74	MAR.	MRT	Marmara
17066	KOCAELI	40,7833	29,9333	76	1962/2006	44	MAR.	MRT	Marmara
17069	SAKARYA	40,6822	30,6216	30.43	1957/2006	49	MAR.	BLS	Sakarya
17070	BOLU	40,7304	31,6019	742.92	1932/2006	74	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17072	DUZCE	40,8456	30,9387	145.67	1962/2006	44	KRD.	BLS	Sakarya
17074	KASTAMONU	41,3667	33,7833	799.91	1932/2006	74	KRD.	CCAN	Kizilirmak
17080	CANKIRI	40,6000	33,6167	751	1952/2006	54	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17083	MERZIFON	40,8667	35,3333	755	1942/2006	64	KRD.	CCAN	Yesilirmak
17084	CORUM	40,5500	34,9500	775.91	1932/2006	74	İÇA.	CCAN	Yesilirmak
17085	AMASYA	40,6500	35,8333	411.69	1962/2006	44	KRD.	CCAN	Yesilirmak
17086	TOKAT	40,3000	36,5667	607.6	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Yesilirmak
17088	GUMUSHANE	40,4667	39,4667	1219	1962/2006	44	KRD.	CEAN	Doğu Karadeniz
17089	BAYBURT	40,3904	40,1491	1584	1962/2006	44	KRD.	CEAN	Coruh
17090	SIVAS	39,7500	37,0167	1285	1932/2006	74	İÇA.	CCAN	Kızılırmak
17094	ERZINCAN	39,7500	39,4791	1218.22	1932/2006	74	DAD.	CEAN	Firat
17096	ERZURUM	39,9167	41,2667	1869	1932/2006	74	DAD.	CEAN	Firat
17097	KARS	40,6086	43,0950	1775	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Aras
17099	AGRI	39,7167	43,0500	1632	1942/2006	64	DAD.	CEAN	Firat
17100	IGDIR	39,9738	44,1777	858	1942/2006	64	DAD.	CEAN	Aras
17110	GOKCEADA	40,2000	25,9000	79	1967/2006	39	MAR.	MED	Marmara
17112	CANAKKALE	40,1500	26,4167	5.5	1932/2006	74	MAR.	MED	Marmara
17114	BANDIRMA	40,3500	27,9667	63	1952/2006	54	MAR.	MED	Marmara
17116	BURSA	40,1980	29,2080	100.32	1932/2006	74	MAR.	MRT	Susurluk
17119	YALOVA	40,6569	29,2826	3.54	1962/2006	44	MAR.	MRT	Marmara
17120	BILECIK	40,1427	29,9793	539.19	1942/2006	64	MAR.	MRT	Sakarya
17128	ESENBOGA	40,0700	32,5900	959.33	1957/2006	49	İÇA.	CCAN	Sakarya
17130	ANKARA	39,9500	32,8833	890.52	1932/2006	74	İÇA.	CCAN	Sakarya
17135	KIRIKKALE	39,8393	33,5120	750.889	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17140	YOZGAT	39,8167	34,8000	1298.43	1942/2006	64	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17145	EDREMİT	39,5961	27,0232	20.66	Düzensiz	44	EGE	MED	Kuzey Ege

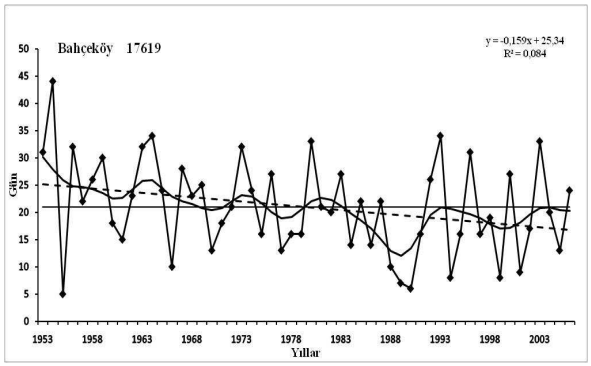
17152	BALIKESIR	39,6459	27,8851	102.005	1939/1998	59	MAR.	MED	Susurluk
17155	KUTAHYA	39,4213	29,9851	969.28	1932/2006	74	EGE	MEDT	Sakarya
17160	KIRSEHIR	39,1423	34,1599	1007.17	1932/2006	74	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17162	GEMEREK	39,1838	36,0670	1173	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17165	TUNCELI	39,1062	39,5481	980.914	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Firat
17172	VAN	38,5000	43,3833	1670.52	1942/2006	64	DAD.	CEAN	Van Kapali
17175	AYVALIK	39,3161	26,6959	3.55	1972/2006	34	EGE	MED	Kuzey Ege
17184	AKHISAR	38,9236	27,8372	92.85	Düzensiz	60	EGE	MED	Gediz
17186	MANISA	38,6149	27,4246	71	Düzensiz	67	EGE	MED	Gediz
17188	USAK	38,6833	29,4000	919.22	1942/2006	64	EGE	MEDT	B. Menders
17190	AFYON	38,7647	30,5474	1001.49	1932/2006	74	EGE	CCAN	Akarcay
17191	CIHANBEYLI	38,6517	32,9260	968.73	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17192	AKSARAY	38,3720	34,0213	960.77	1962/2007	44	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17193	NEVSEHIR	38,6252	34,7140	1259.54	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17196	KAYSERI	38,7333	35,4833	1092	1942/2006	64	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17199	MALATYA	38,3500	38,3167	947.87	1932/2006	74	DAD.	CMED	Firat
17201	ELAZIG	38,6667	39,2333	989.75	1942/2006	64	DAD.	CMED	Firat
17203	BINGOL	38,8833	40,4833	1177	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Firat
17204	MUS	38,7333	41,4833	1322.76	1967/2006	39	DAD.	CMED	Firat
17205	TATVAN	38,4955	42,2867	1664.65	1967/2006	39	DAD.	CMED	Van Kapali
17210	SIIRT	37,9167	41,9500	895.54	1942/2006	64	GDA.	CMED	Dicle
17220	İZMİR	38,4319	27,1537	28.55	Düzensiz	42	EGE	MED	K. Menderes
17232	KUSADASI	37,8550	27,2543	25	Düzensiz	20	EGE	MED	K. Menderes
17234	AYDIN	37,8431	27,8448	56.3	Düzensiz	30	EGE	MED	B. Menderes
17237	DENIZLI	37,7833	29,0833	425.29	1957/2006	49	EGE	MED	B. Menderes
17238	BURDUR	37,7167	30,2833	957	1942/2006	64	AKD.	MEDT	Burdur Göller
17239	AKSEHIR	38,3575	31,4140	1002	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Akarcay
17240	ISPARTA	37,7667	30,5500	996.88	1932/2006	74	AKD.	MEDT	Burdur Göller
17244	KONYA	37,7333	32,4833	1028.59	1932/2006	74	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17246	KARAMAN	37,1890	33,2178	1023.05	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17248	EREGLI KONYA	37,5000	34,0500	1042	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17250	NIGDE	37,9667	34,6833	1210.5	1937/2006	69	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17255	KAHRAMANMARAS	37,6000	36,9333	525	1962/2006	44	AKD.	CMED	Ceyhan
17261	GAZIANTEP	37,0667	37,3833	854	1942/2006	64	GDA.	CMED	Firat
17262	KILIS	36,7174	37,1151	650	1962/2006	44	AKD.	CMED	Asi
17265	ADIYAMAN	37,7500	38,2833	672	1967/2006	39	GDA.	CMED	Firat
17270	SANLIURFA	37,1333	38,7667	549.35	1967/2006	39	GDA.	CMED	Firat
17275	MARDIN	37,3000	40,7333	1050	1942/2006	64	GDA.	CMED	Firat
17280	DIYARBAKIR	37,9152	40,2346	649	1932/2006	74	GDA.	CMED	Dicle
17282	BATMAN	37,8753	41,1231	610	1967/2006	39	GDA.	CMED	Dicle
17285	HAKKARI	37,5833	43,7333	1727.74	1962/2006	44	DAD.	CMED	Dicle
17290	BODRUM	37,0379	27,4328	26.47	Düzensiz	14	EGE	MED	Bati Akdeniz
17292	MUGLA	37,2167	28,3667	646.07	1937/2006	69	EGE	MED	Bati Akdeniz
17294	DALAMAN	36,7655	28,8051	13	Düzensiz	4	AKD.	MED	Bati Akdeniz
17296	FETHIYE	36,6224	29,1166	3	Düzensiz	4	AKD.	MED	Bati Akdeniz
17298	MARMARIS	36,8540	28,2671	16.19	Düzensiz	4	EGE	MED	Bati Akdeniz
17300	ANTALYA	36,8988	30,7033	50.17	Düzensiz	18	AKD.	MED	Antalya
17320	ANAMUR	36,0737	32,8316	3.94	Düzensiz	17	AKD.	MED	Dogu Akdeniz
17330	SILIFKE	36,3751	33,9254	39462	Düzensiz	22	AKD.	MED	Dogu Akdeniz
17340	MERSIN	36,7944	34,6089	39541	Düzensiz	12	AKD.	MED	Dogu Akdeniz
17355	OSMANIYE	37,0751	36,2485	99	Düzensiz	2	AKD.	MED	Ceyhan
17372	ANTAKYA	36,5821	36,1687	100	Düzensiz	38	AKD.	MED	Asi
17375	FINIKE	36,2979	30,1456	39480	Düzensiz	7	AKD.	MED	Bati Akdeniz
17380	KAŞ	36,1998	29,6403	153.39	Düzensiz	8	AKD.	MED	Bati Akdeniz
17602	AMASRA	41,7457	32,3849	66	1972/2006	34	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17606	BOZKURT	41,9589	34,0116	167	1962/2006	44	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17610	SILE	41,1833	29,3700	83	1942/2006	64	MAR.	MRT	Marmara
17612	AKCAKOCA	41,0873	31,1215	10	1962/2006	44	KRD.	BLS	Bati Karadeniz

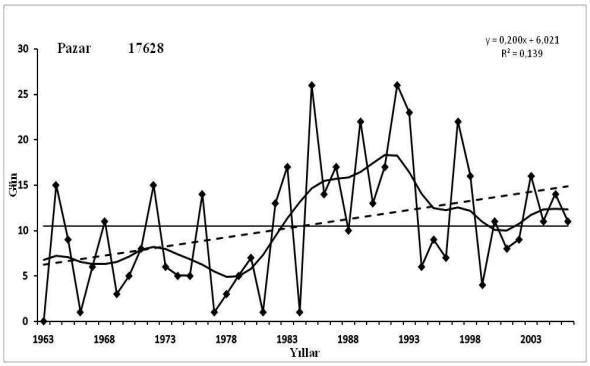
17618	DEVREKANI	41,6005	33,8365	1050	1977/2006	29	KRD.	BLS	Bati Karadeniz
17619	BAHCEKOY	41,1000	29,0300	129	1952/2006	54	MAR.	MRT	Marmara
17622	BAFRA	41,5667	35,9167	103	1967/2006	39	KRD.	BLS	Kizilirmak
17624	UNYE	41,1274	37,2872	20	1962/2006	44	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17626	AKCAABAT	41,0215	39,5717	6	1967/2006	39	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17628	PAZAR (RIZE)	41,1794	40,8837	79	1962/2006	44	KRD.	BLS	Dogu Karadeniz
17631	LULEBURGAZ	41,4024	27,3538	46	1942/2006	64	MAR.	MRT	Meric-Ergene
17632	IPSALA	40,9333	26,4000	10	1967/2006	39	MAR.	MRT	Meric-Ergene
17636	FLORYA	40,9800	28,8000	18	1937/2006	69	MAR.	MRT	Marmara
17638	KARTAL	40,9033	29,1725	27	1967/2006	39	MAR.	MRT	Marmara
17648	ILGAZ	40,9257	33,6246	885	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17650	TOSYA	41,0167	34,0333	870	1962/2006	44	KRD.	CCAN	Kizilirmak
17652	OSMANCIK	40,9739	34,8000	419	1977/2006	29	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17662	GEYVE	40,5167	30,3000	100	1962/2006	44	MAR.	MRT	Sakarya
17664	KIZILCAHAMAM	40,4667	32,6500	1033	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Sakarya
17666	ISPIR	40,4833	41,0000	1222	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Coruh
17668	OLTU	40,5472	41,9996	1322	1967/2006	39	DAD.	CEAN	Coruh
17674	GONEN	40,1000	27,6500	37	1967/2006	39	MAR.	MED	Marmara
17676	ULUDAG ZIRVE	40,1333	29,0833	1877	1972/2006	34	MAR.	MRT	Susurluk
17680	BEYPAZARI	40,1675	31,9211	682	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Sakarya
17681	ZILE	40,3000	35,7500	700	1962/2006	44	KRD.	CCAN	Yesilirmak
17682	SEBINKARAHISAR	40,3000	38,4167	1364	1967/2006	39	KRD.	CCAN	Yesilirmak
17683	TURHAL	40,3829	36,0787	529.73	1977/2006	29	KRD.	CCAN	Yesilirmak
17684	SUSEHRI	40,1673	38,0916	1163	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Yesilirmak
17688	TORTUM	40,2966	41,5486	1572	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Coruh
17690	HORASAN	40,0429	42,1689	1540	1972/2006	34	DAD.	CEAN	Aras
17692	SARIKAMIS	40,3324	42,5902	2102	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Aras
17695	KELES	39,9136	29,2294	1063	1967/2006	39	MAR.	MRT	Susurluk
17700	DURSUNBEY	39,5833	28,6333	637	1967/2006	39	MAR.	MED	Susurluk
17702	BOZUYUK	39,5500	30,0200	754	1962/2006	44	İÇA.	MEDT	Sakarya
17704	TAVSANLI	39,5446	29,4920	833	1967/2006	39	EGE	MEDT	Susurluk
17716	ZARA	39,8957	37,7540	1347	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17718	TERCAN	39,7779	40,3823	1425	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Firat
17720	DOGUBEYAZIT	39,5501	44,0768	1725	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Aras
17722	BURHANIYE	39,5069	26,9728	20	Düzensiz	26	EGE	MED	Kuzey Ege
17726	SIVRIHISAR	39,4500	31,5333	1070	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Sakarya
17728	POLATLI	39,5833	32,1500	886	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Sakarya
17730	KESKIN	39,6833	33,6167	1140	1977/2006	29	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17732	CICEKDAGI	39,6046	34,4160	900	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17734	DIVRIGI	39,3667	38,1167	1225	1962/2006	44	İÇA.	CEAN	Firat
17740	HINIS	39,3667	41,7000	1715	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Firat
17748	SIMAV	39,0833	28,9833	809	1962/2006	44	EGE	MED	Susurluk
17750	GEDIZ	38,9877	29,3925	736	1972/2006	34	EGE	MEDT	Gediz
17752	EMIRDAG	39,0198	31,1510	983	1967/2006	39	EGE	CCAN	Sakarya
17754	KULU	39,0906	33,0784	1010	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17756	KAMAN	39,3592	33,7252	1075	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17760	BOGAZLIYAN	39,1880	35,2420	1067	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17762	KANGAL	39,2347	37,3911	1545	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Firat
17764	ARAPKIR	39,0426	38,4844	1200	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Firat
17766	AGIN	38,8770	38,6710	900	1972/2006	24	DAD.	CEAN	Firat
17768	CEMISGEZEK	39,0667	38,9167	953	1972/2006	34	DAD.	CEAN	Firat
17774	KARAKOCAN	38,9559	40,0352	1090	1982/2006	24	DAD.	CEAN	Firat
17776	SOLHAN	38,9604	41,0413	1366	1967/2006	39	DAD.	CEAN	Firat
17778	VARTO	39,1689	41,4527	1650	1977/2006	29	DAD.	CEAN	Firat
17780	MALAZGIRT	39,1500	42,5333	1565	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Firat
17784	ERCIS	39,0290	43,3580	1678	1967/2006	39	DAD.	CEAN	Van Kapali
17786	MURADIYE VAN	38,9916	43,7609	1706	1962/2006	44	DAD.	CEAN	Van Kapali
17796	BOLVADIN	38,7080	31,0463	1018	1972/2006	34	EGE	CCAN	Akarcay

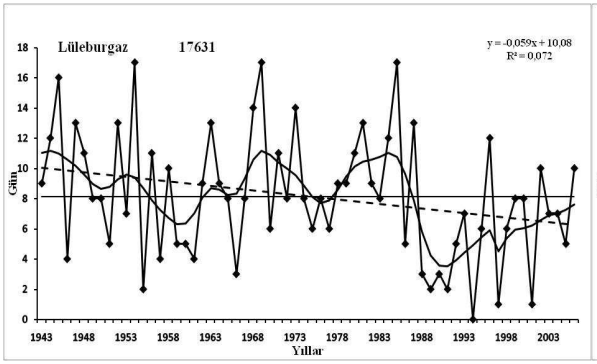
17798	YUNAK	38,8140	31,7374	1140	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Sakarya
17802	PINARBASI KAYSE	38,7167	36,4000	1500	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Seyhan
17804	KEBAN	38,8000	38,7833	808	1967/2006	39	DAD.	CEAN	Firat
17806	PALU	38,7039	39,9469	1000	1967/2006	39	DAD.	CMED	Firat
17808	GENC	38,7501	40,5565	1250	1982/2006	24	DAD.	CMED	Firat
17810	AHLAT	38,7552	42,4940	1750	1967/2006	39	DAD.	CEAN	Van Kapali
17812	OZALP	38,6575	43,9912	2100	1972/2006	34	DAD.	CEAN	Van Kapali
17820	SEFERIHISAR	38,1964	26,8353	22	Düzensiz	16	EGE	MED	K. Menderes
17824	GUNEY	38,1577	29,0663	825	1967/2006	39	EGE	MEDT	B. Menderes
17826	SENIRKENT	38,1067	30,5509	959	1967/2006	39	AKD.	MEDT	Antalya
17828	YALVAC	38,2969	31,1764	1096	1977/2006	29	AKD.	CCAN	Antalya
17832	ILGIN	38,2796	31,9125	1034	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Sakarya
17835	URGUP	38,6335	34,9121	1060	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17836	DEVELI	38,3903	35,4919	1180	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Kizilirmak
17837	TOMARZA	38,4486	35,7974	1397	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Seyhan
17840	SARIZ	38,4815	36,4965	1500	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Seyhan
17843	BASKIL	38,5701	38,8291	1300	1982/2006	24	İÇA.	CMED	Firat
17844	SIVRICE	38,4471	39,3083	1240	1982/2006	24	DAD.	CMED	Firat
17846	MADEN ELAZIG	38,3919	39,6688	1100	1982/2006	24	DAD.	CMED	Firat
17847	ERGANI	38,2663	39,7595	1000	1967/2006	39	GDA.	CMED	Dicle
17848	BITLIS	38,4000	42,1167	1573	1962/2006	44	DAD.	CMED	Dicle
17862	DINAR	38,0667	30,1667	864	1962/2006	44	EGE	MEDT	B. Menderes
17864	ULUBORLU	38,0810	30,4534	1025	1972/2006	34	AKD.	MEDT	Antalya
17866	GOKSUN	38,0215	36,5053	1344	1962/2006	44	AKD.	CCAN	Ceyhan
17868	AFSIN	38,2438	36,9145	1180	1972/2006	34	AKD.	CCAN	Ceyhan
17870	ELBISTAN	38,2050	37,1842	1137	1962/2006	44	AKD.	CCAN	Ceyhan
17872	DOGANSEHIR	38,0932	37,8763	1280	1967/2006	39	DAD.	CMED	Firat
17874	CERMIK	38,1333	39,4500	700	1972/2006	34	GDA.	CMED	Firat
17880	BASKALE	38,0455	44,0166	2400	1962/2006	44	DAD.	CMED	Dicle
17882	EGIRDIR	37,8699	30,8399	920	1967/2006	39	AKD.	MEDT	Antalya
17890	ACIPAYAM	37,2500	29,2000	941	1967/2006	39	EGE	MED	Bati Akdeniz
17892	TEFENNI	37,3167	29,7667	1142	1967/2006	39	AKD.	MED	Burdur Göller
17896	BEYSEHIR	37,6734	31,7230	1148	1962/2006	44	İÇA.	MEDT	Konya Kapali
17898	SEYDISEHIR	37,4159	31,8521	1131	1962/2006	44	İÇA.	MEDT	Konya Kapali
17900	CUMRA	37,5652	32,7859	1013	1972/2006	34	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17902	KARAPINAR	37,7150	33,5484	1004	1967/2006	39	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17906	ULUKISLA	37,5486	34,4757	1453	1942/2006	64	İÇA.	CCAN	Konya Kapali
17912	SIVEREK	37,7544	39,3149	801	1967/2006	39	GDA.	CMED	Firat
17920	YUKSEKOVA	37,5727	44,2821	1877	1977/2006	29	DAD.	CMED	Dicle
17924	KOYCEGIZ	36,9581	28,6880	24	Düzensiz	5	AKD.	MED	Bati Akdeniz
17926	KORKUTELI	37,0657	30,1967	1017	1972/2006	34	İÇA.	MED	Antalya
17928	HADIM	36,9833	32,4667	1552	1962/2006	44	İÇA.	CCAN	Dogu Akdeniz
17934	POZANTI	37,4263	34,8730	778	Düzensiz	34	AKD.	MED	Seyhan
17952	ELMALI	36,7355	29,9161	1095	1962/2006	44	AKD.	MED	Bati Akdeniz
17954	MANAVGAT	36,7863	31,4451	38	Düzensiz	9	AKD.	MED	Antalya
17956	MUT	36,6436	33,4367	375	Düzensiz	31	AKD.	MED	Dogu Akdeniz
17962	DORTYOL	36,8371	36,2258	28	Düzensiz	13	AKD.	MED	Asi
17964	ISLAHIYE	37,0333	36,6333	518	1942/2006	64	GDA.	CMED	Asi
17974	GAZIPASA	36,2706	32,3127	21	Düzensiz	17	AKD.	MED	Dogu Akdeniz
17979	YUMURTALIK	36,7685	35,7285	27	Düzensiz	5	AKD.	MED	Ceyhan
17980	AKCAKALE	36,7119	38,9485	363	Düzensiz	31	GDA.	CMED	Firat
17981	KARATAS	36,5634	35,3814	22	Düzensiz	6	AKD.	MED	Seyhan
17986	SAMANDAG	36,0837	35,9770	4	Düzensiz	15	AKD.	MED	Asi

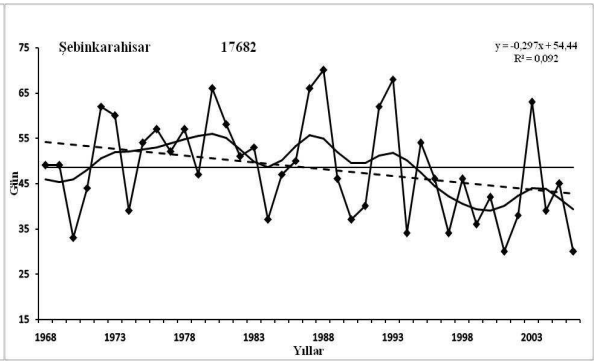
Ek 2 : Türkiye yıllık toplam kar yağışlı günlerinin zamansal anlamlık veren çeşitli istasyonlarına uygulanan En Küçük Kareler Doğrusal Regresyon Analizi ve 9 Noktalı Gaussian Süzgeci grafikleri

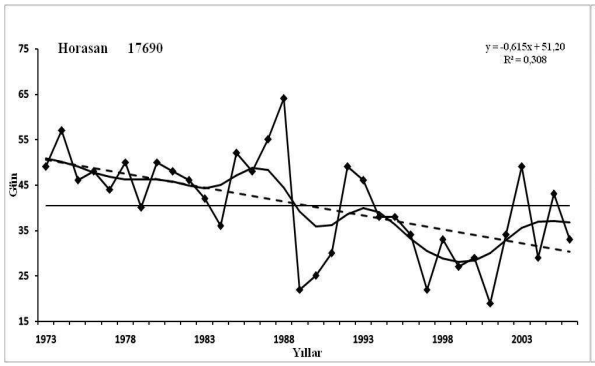


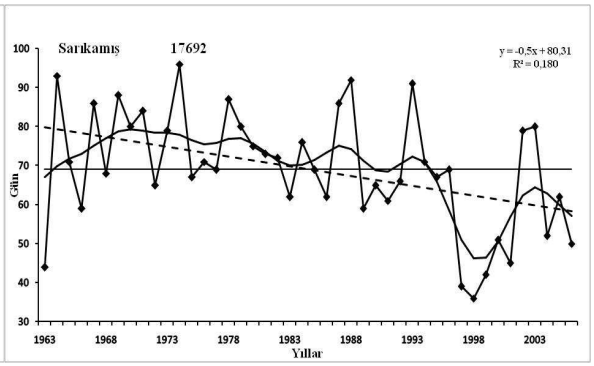

Bahçeköy 17619
y = -0,159x + 25,34
R² = 0,084
Gün
Yıllar

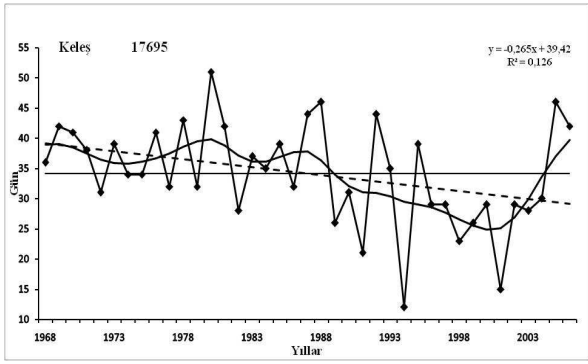

Pazar 17628
y = 0,200x + 6,021
R² = 0,139
Gün
Yıllar

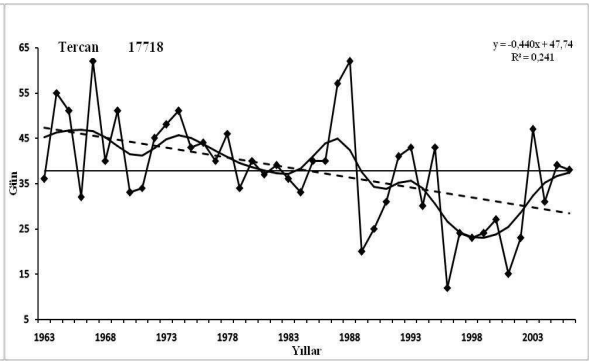

Lüleburgaz 17631
y = -0,059x + 10,08
R² = 0,072
Gün
Yıllar

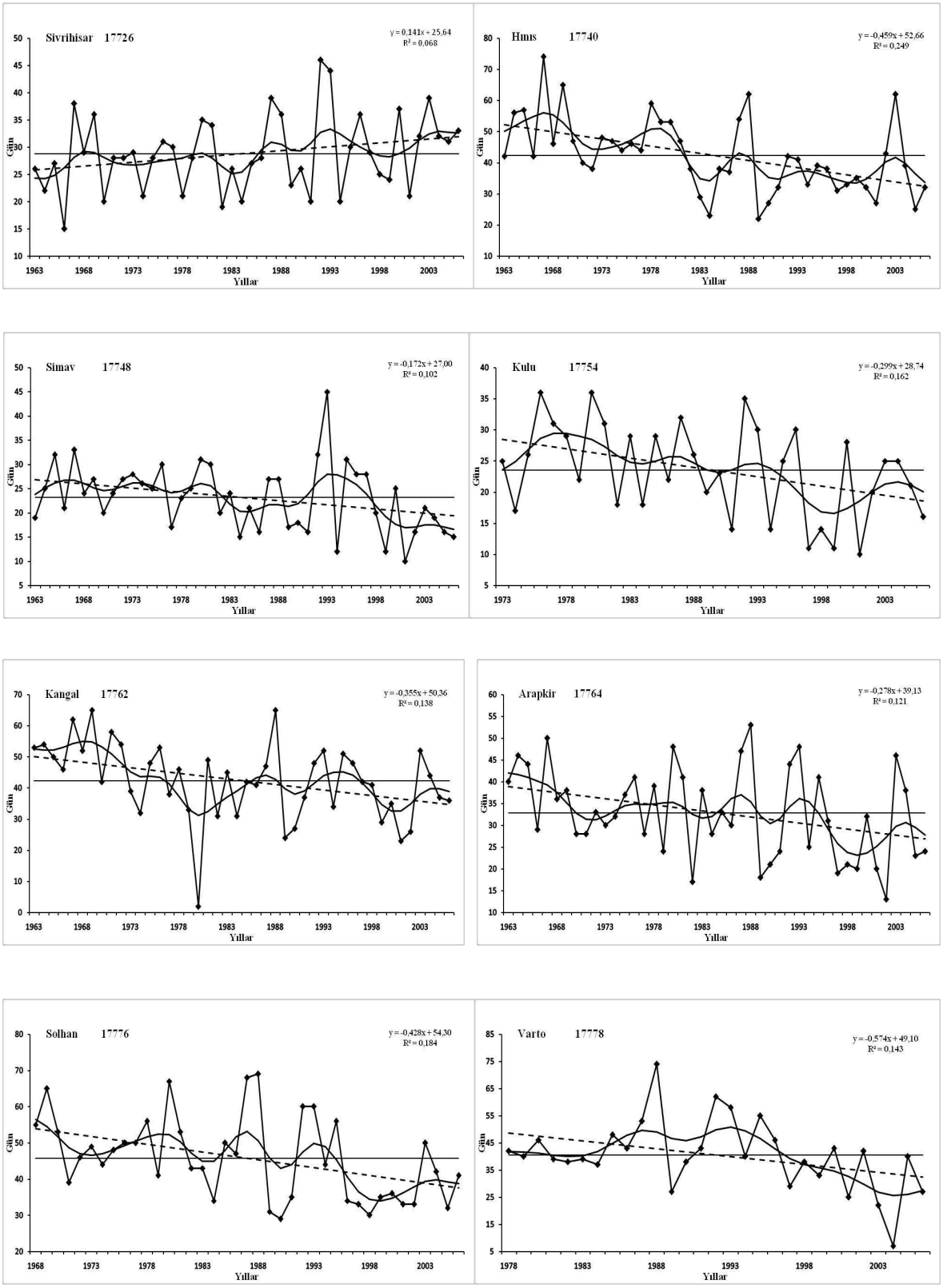

Şebinkarahisar 17682
y = -0,297x + 54,44
R² = 0,092
Gün
Yıllar

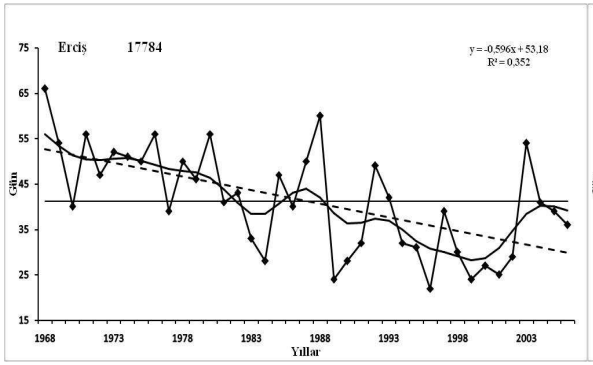

Horasan 17690
y = -0,615x + 51,20
R² = 0,308
Gün
Yıllar

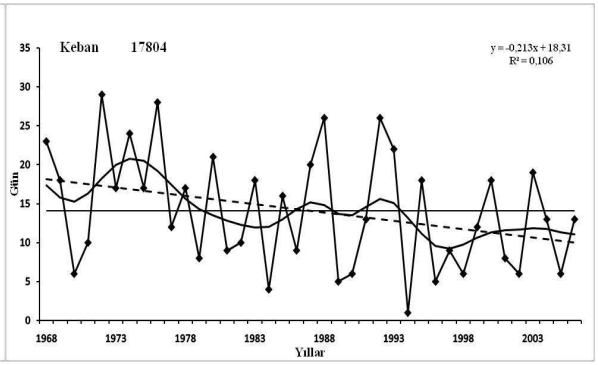

Sarıkamış 17692
y = -0,5x + 80,31
R² = 0,180
Gün
Yıllar

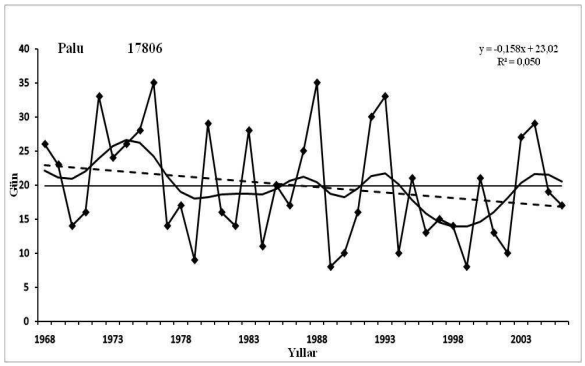

Keleş 17695
y = -0,265x + 39,42
R² = 0,126
Gün
Yıllar

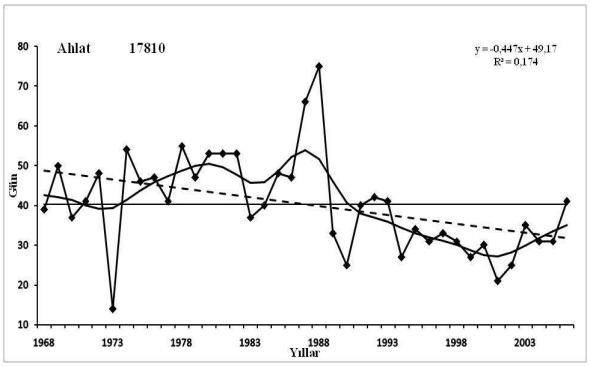

Tercan 17718
y = -0,440x + 47,74
R² = 0,241
Gün
Yıllar

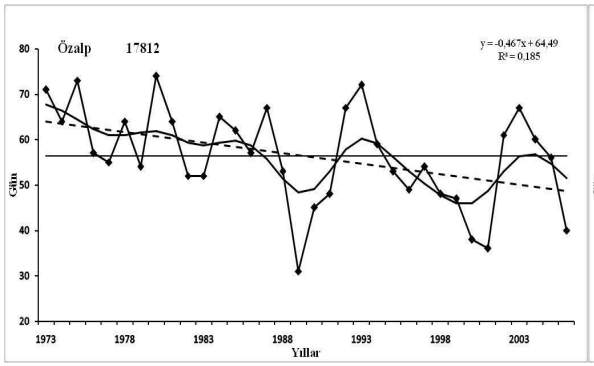

Sivrihisar 17726
y = 0,141x + 25,64
R² = 0,068
Hms 17740
y = -0,459x + 52,66
R² = 0,249
Simav 17748
y = -0,172x + 27,00
R² = 0,102
Kulu 17754
y = -0,299x + 28,74
R² = 0,162
Kangal 17762
y = -0,355x + 50,36
R² = 0,138
Arapkir 17764
y = -0,278x + 39,13
R² = 0,121
Solhan 17776
y = -0,428x + 54,30
R² = 0,184
Varto 17778
y = -0,574x + 49,10
R² = 0,143
Gün
Yıllar

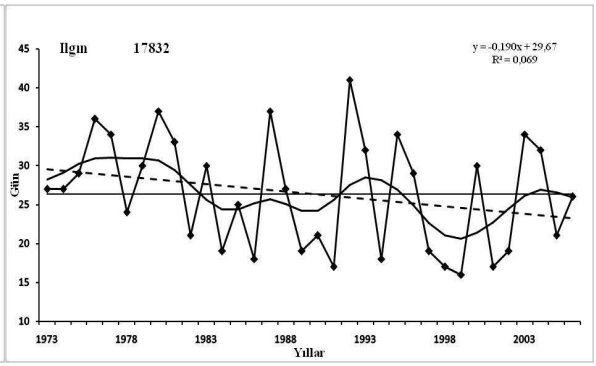

Erciş 17784
y = -0,596x + 53,18
R² = 0,352
Gün
Yıllar

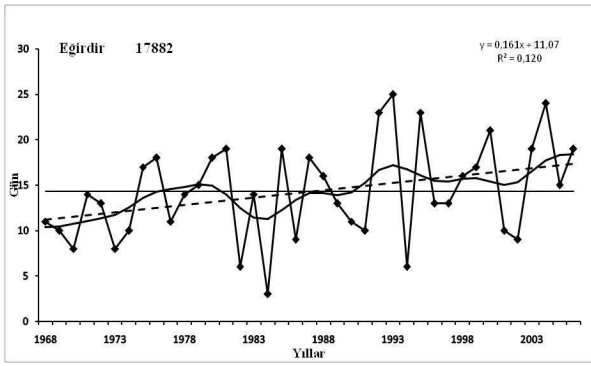

Keban 17804
y = -0,213x + 18,31
R² = 0,106
Gün
Yıllar

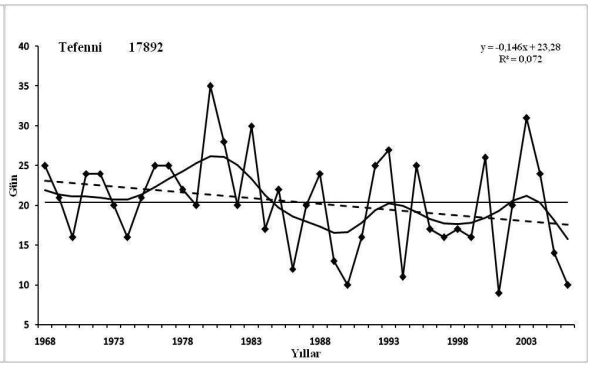

Palu 17806
y = -0,158x + 23,02
R² = 0,050
Gün
Yıllar

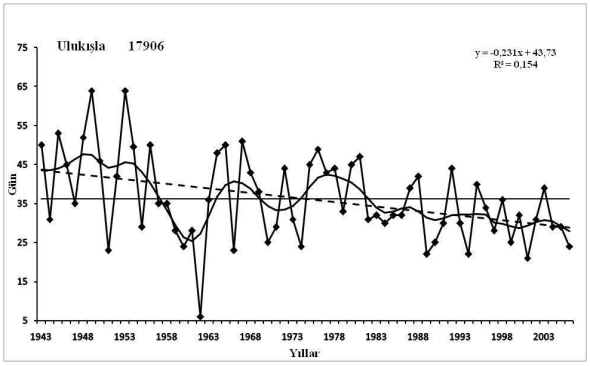

Ahlat 17810
y = -0,447x + 49,17
R² = 0,174
Gün
Yıllar


Özalp 17812
y = -0,467x + 64,49
R² = 0,185
Gün
Yıllar


Ilgın 17832
y = -0,190x + 29,67
R² = 0,069
Gün
Yıllar

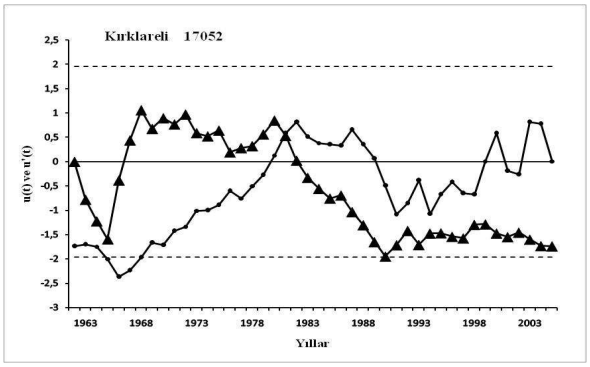

Eğirdir 17882
y = 0,161x + 11,07
R² = 0,120
Gün
Yıllar

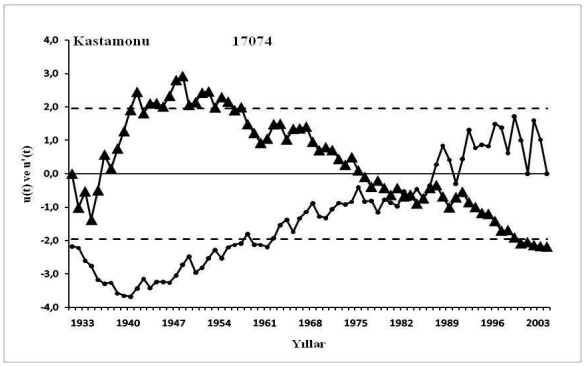

Tefenni 17892
y = -0,146x + 23,28
R² = 0,072
Gün
Yıllar

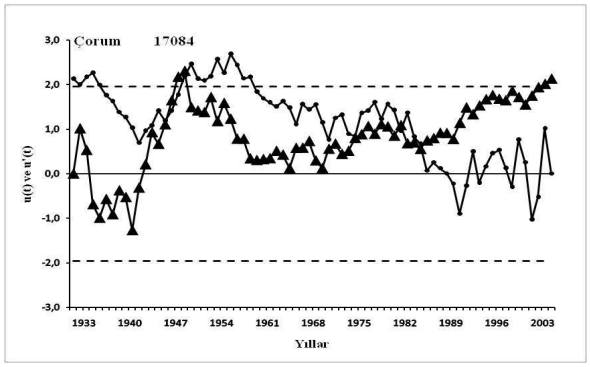


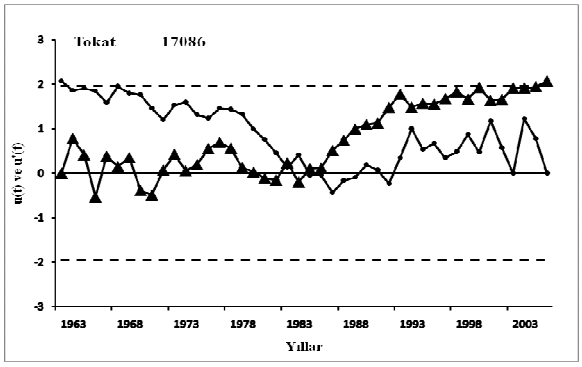
En küçük kareler doğrusal regresyon eşitliğine göre istasyonların kar yağışlı günlerine uydurulan regresyon çizgisi (- - -). Kar yağışlı günlerdeki 10 yıldan daha kısa dalgalanmaları bastırmak için, dizi 9 noktalı Gaussian Süzgeci (─) ile düzgünleştirilmiştir. Uzun süreli dizinin ortalaması (−) ile gösterilmiştir.

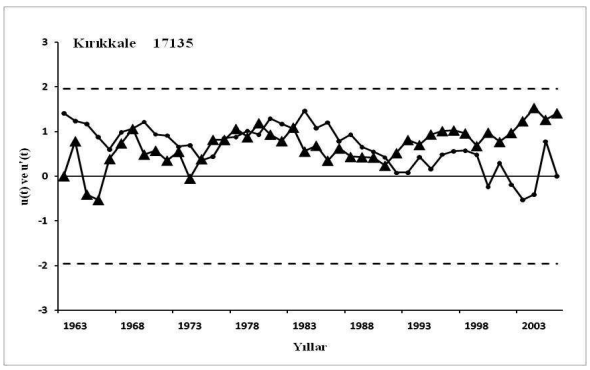
Ek 3 : Türkiye yıllık toplam kar yağışlı günlerinin zamansal anlamlık veren çeşitli istasyonlarına uygulanan Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı analizlerine göre kar yağışlı günler dizisindeki eğilim

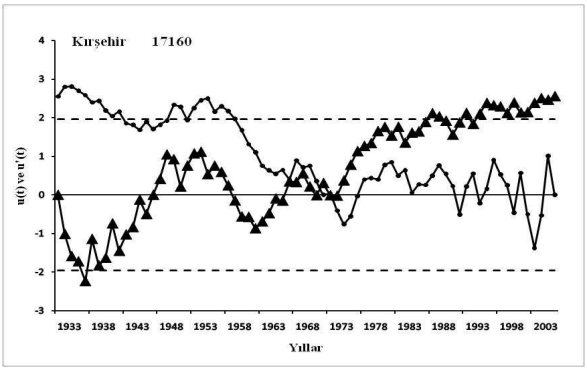


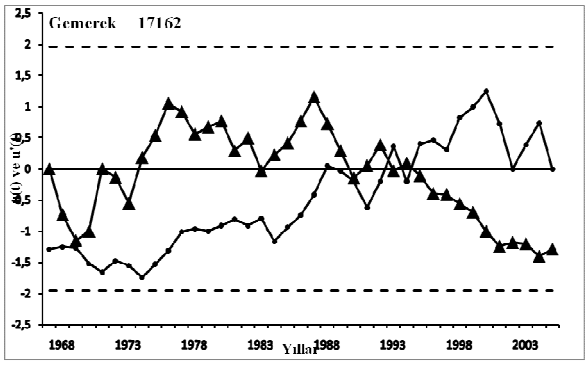


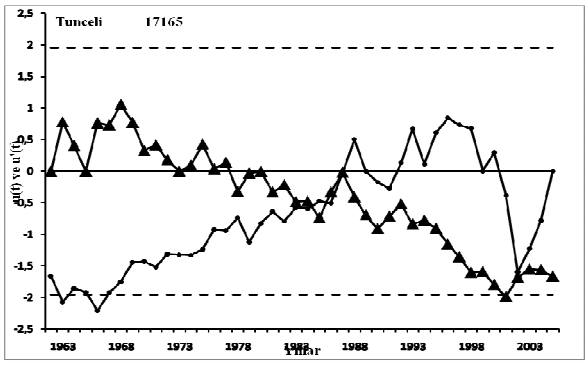


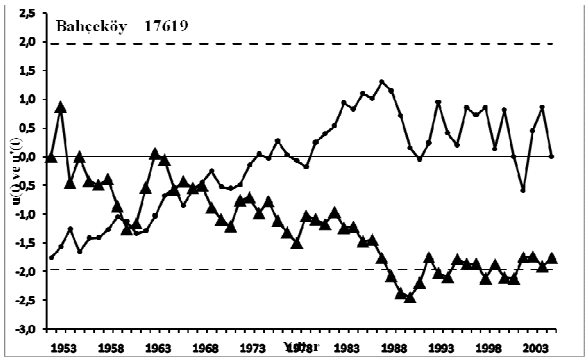


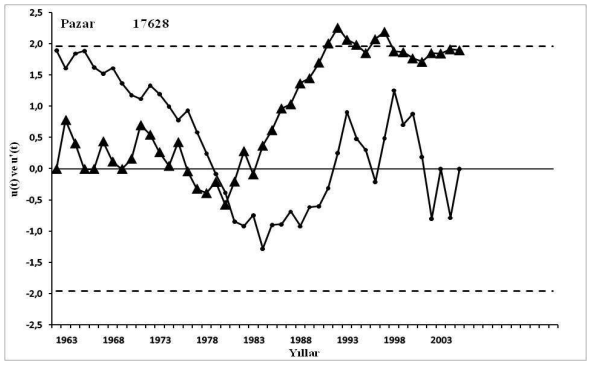


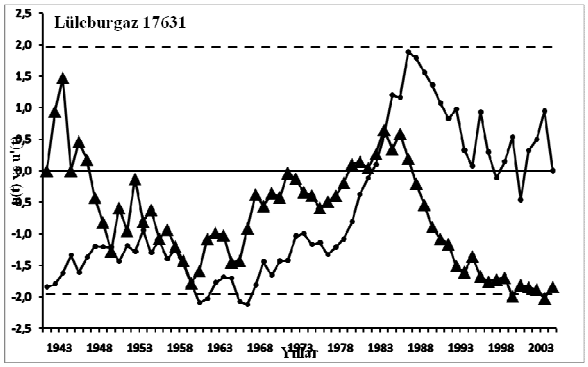


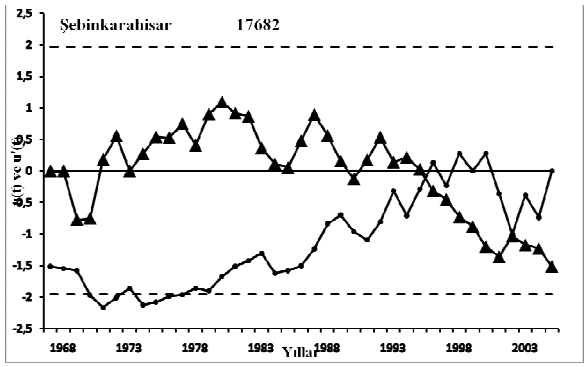


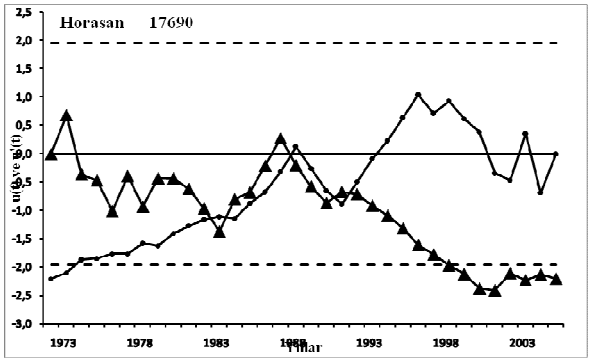


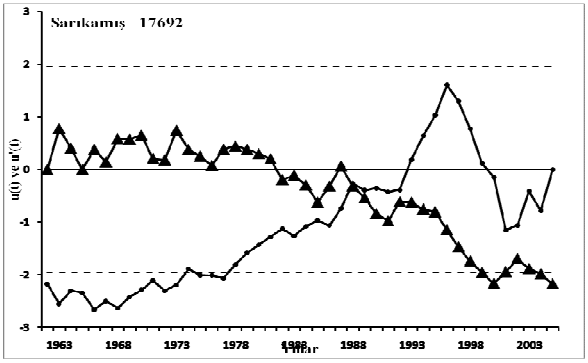

Bahçeköy 17619
u(i) ve u'(i)
Yıllar

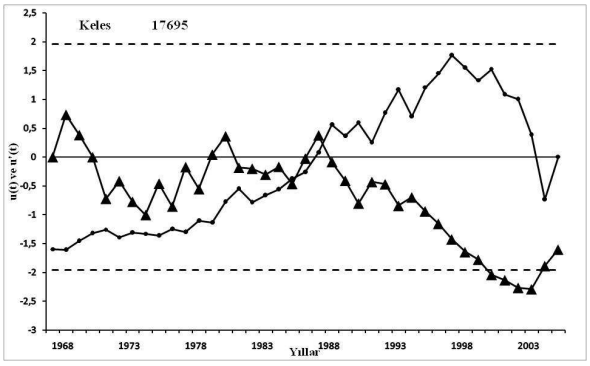

Pazar 17628
u(i) ve u'(i)
Yıllar

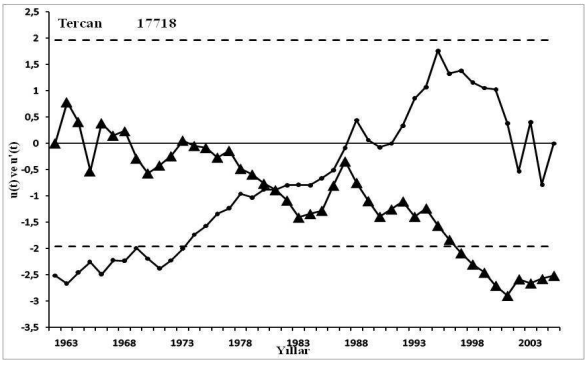

Lüleburgaz 17631
u(i) ve u'(i)
Yıllar

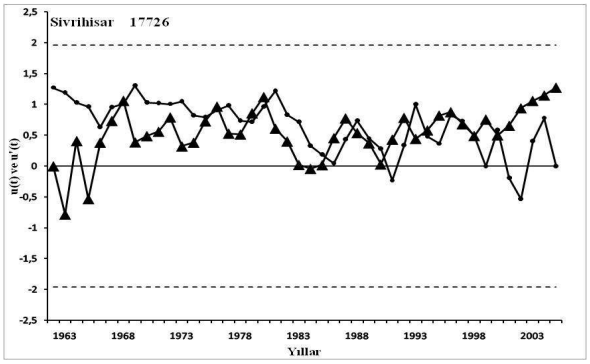

Şebinkarahisar 17682
u(i) ve u'(i)
Yıllar

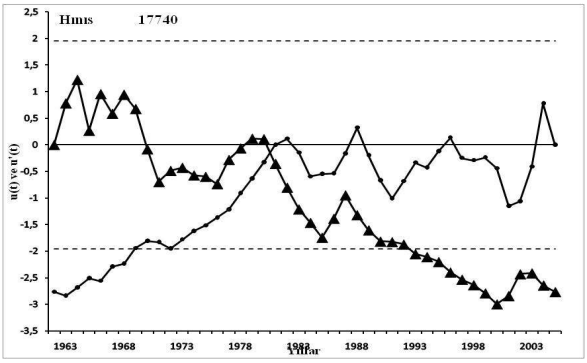

Horasan 17690
u(i) ve u'(i)
Yıllar

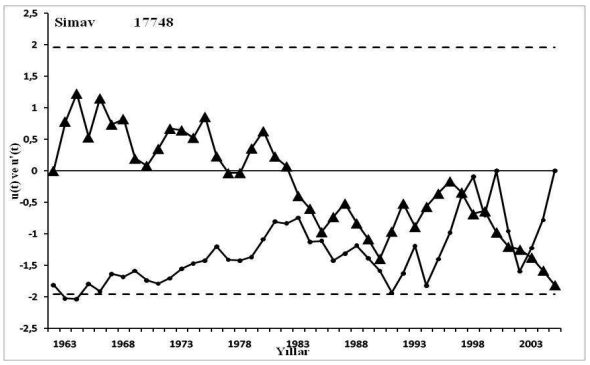

Sarıkamış 17692
u(i) ve u'(i)
Yıllar

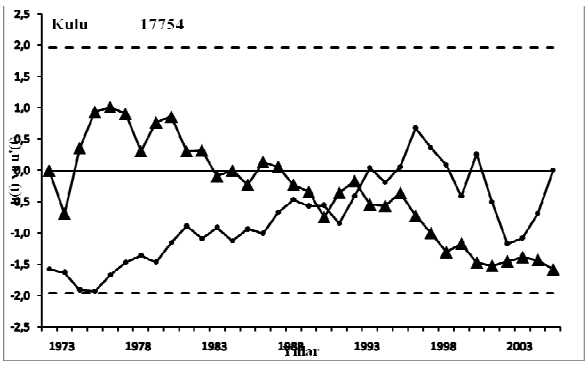

Keles 17695
u(i) ve u'(i)
Yıllar

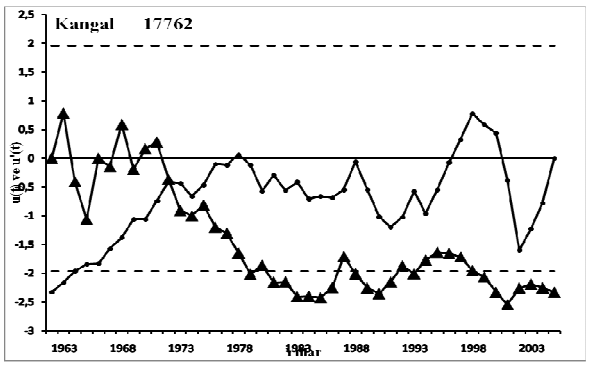

Tercan 17718
u(i) ve u'(i)
Yıllar

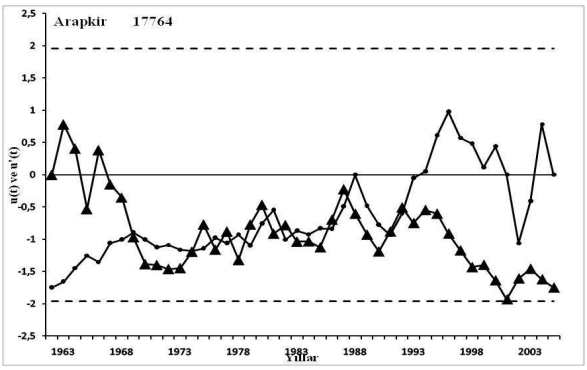

Sivrihisar 17726
u(t) ve u'(t)
Yıllar

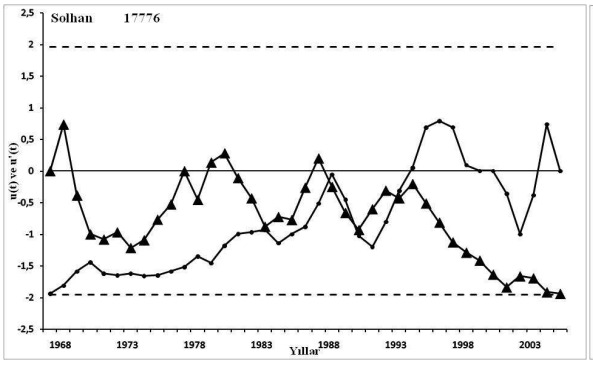

Hmıs 17740
u(t) ve u'(t)
Yıllar

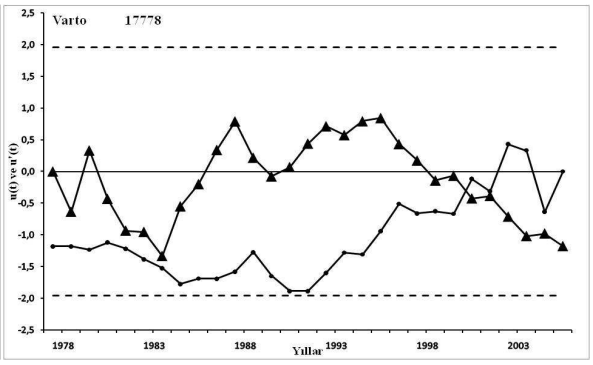

Simav 17748
u(t) ve u'(t)
Yıllar

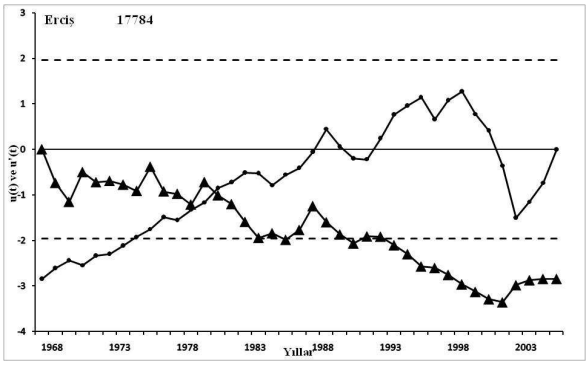

Kulu 17754
u(t) ve u'(t)
Yıllar

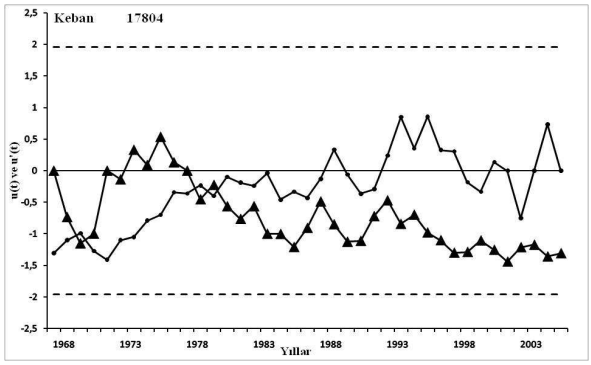

Kangal 17762
u(t) ve u'(t)
Yıllar

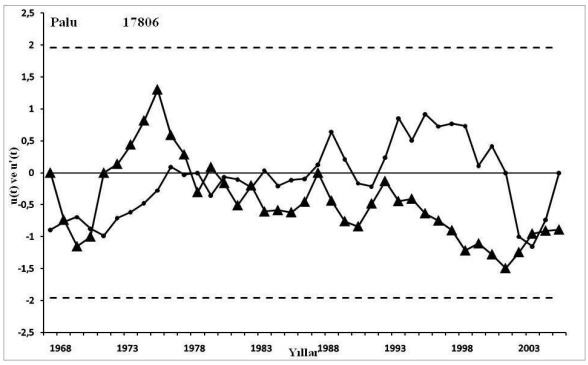

Arapkir 17764
u(t) ve u'(t)
Yıllar

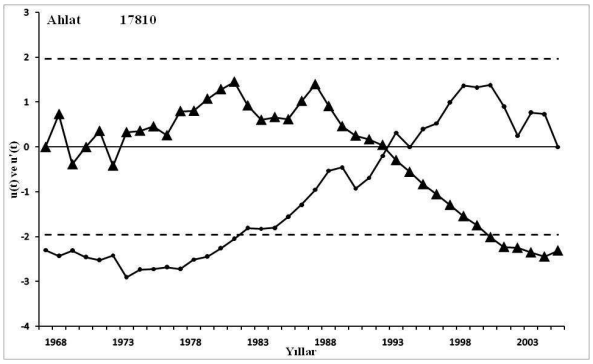

Solhan 17776
u(t) ve u'(t)
Yıllar

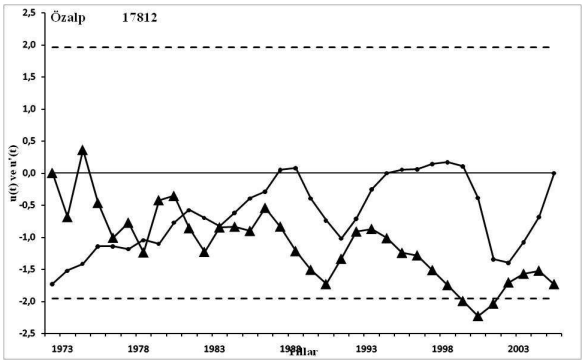

Varto 17778
u(t) ve u'(t)
Yıllar

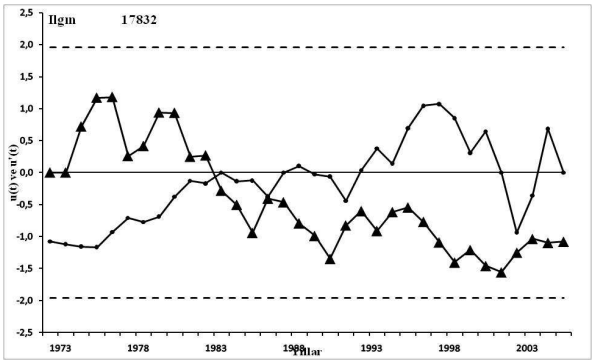

Erciş 17784
u(i) ve u'(i)
Yıllar

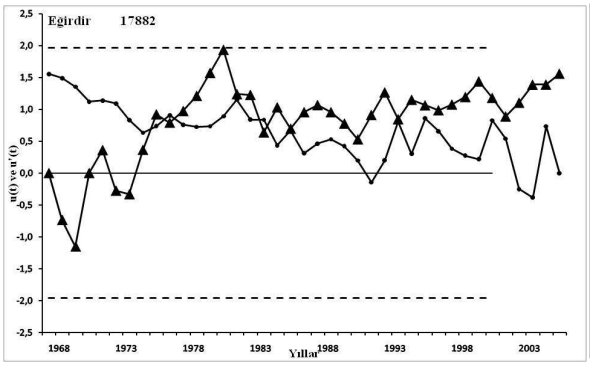

Keban 17804
u(i) ve u'(i)
Yıllar

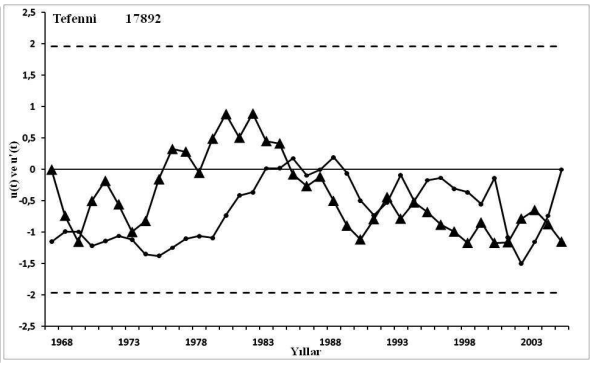

Palu 17806
u(i) ve u'(i)
Yıllar

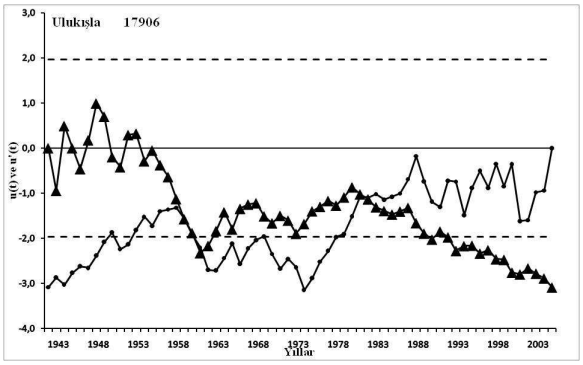

Ahlat 17810
u(i) ve u'(i)
Yıllar


Özalp 17812
u(i) ve u'(i)
Yıllar


Ilgın 17832
u(i) ve u'(i)
Yıllar


Eğirdir 17882
u(i) ve u'(i)
Yıllar


Tefenni 17892
u(i) ve u'(i)
Yıllar



Mann-Kendall Sıra Korelasyon Katsayısı yöntemine göre yıllık kar yağışlı gün sayısında değişik düzeylerde (0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeylerinde) anlamlılık saptanan istasyonların kar yağışlı günlerine uygulanan u(t) (─▲─) ve u'(t) (─●─), 0.05 anlam düzeyinde 1.96 olan kritik değer (-----) ile gösterilmiştir.