

# Türkiye’de Kar Yağışlı Günlerin Özellikleri ve Dağılışı

## *The characteristics and distribution of snowy days in Turkey*

**Telat Koç\*, Şeyda Kartum**

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü*

**Öz:** 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 zamansal ve alansal değişime neden olup olmadığına bilinmesi için, kar yağışlı günlerin bu zamansal ve alansal değişim içindeki durumunu saptamak önemlidir. 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 yararlanılarak, kar yağışlı günlerin alansal dağılışının özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Türkiye’de kar yağışlı günlerin gözlem sayılarının şekillenmesinde karasallık, yükselti, konum ve yerel iklim özelliklerinin belirleyici olduğu görülmüştür. Türkiye’de kar yağışlı günlerin en fazla Kuzeydoğu Anadolu istasyonlarında gözlemlendiği dikkat çekmektedir; kar yağışları güneye ve batıya doğru azalmaktadır. Kar yağışlı günler, yakın çevresine göre, yerel iklim özellikleri nedeniyle Edirne ve Kastamonu’da artarken Iğdır ve Malatya çevresine doğru azalmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** İklim değişimi, kar yağışlı günler, kar yağışı, Türkiye.

**Abstract:** Understanding and estimating the climate system on the present-days are one of the most important global change topics. In terms of the characteristics of the snowfall climatology in Turkey, determining the state of snowy days in which timely and areal change is important in order to know whether global climate change leads to timely and areal 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 areal disintegration characteristics of snowy days by being taken advantage of measurements of State Meteorology Affairs General Management for the purpose 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 Northeast 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.

**Key words:** Climate change, snowy days, snowfall, Turkey.

---

\* İletişim yazarı: Telat Koç, tkoc@comu.edu.tr

## 1. Giriş

Yersistemi birçok bileşeni bir arada bulunduran bir bütündür. Coğrafya biliminin mantığını anlamak için bu bileşenleri ve aralarındaki ilişkiyi bilmek çok önemlidir. Bu bağlamda dünya; katı, sıvı, gaz, canlı ve sosyal küre gibi birçok bileşeni bir arada bulunduran, yaşama elverişli olduğu bilinen tek sistemdir. Yersisteminde; bileşenlerin işleyişi, sistem içindeki fonksiyonları ve güneşten gelen enerjiyle sağlanan çeşitli döngüler vardır. Bu döngüler temelde Enerji Döngüsü, Madde Döngüsü ve Su Döngüsüdür olarak sıralanabilir. Coğrafyanın amacı ise; yersisteminde doğal-sosyal ortamlar arasındaki etkileşim ile bu etkileşimin alana ve zamana dağılımını incelemektir (Koç, 2008). İnsan-ortam etkileşiminin olumsuz bir sonucu olarak küresel ısınma (Türkeş, 2008a-b), buna bağlı kuraklaşma ve su kıtlığı dünyada çözüm aranan sorunların başında gelmektedir. Bu gerçekten hareketle doğal ortamı oluşturan bileşenlerden biri olması ve su döngüsündeki önemli rolü nedeniyle kar yağışının Türkiye'deki özelliklerini, alansal dağılımını ve zamansal değişimini saptamaya çalışmak kaçınılmaz gereklilik olarak gündeme gelmektedir. Böylece; kar yağışı özelliklerini açıklayarak doğal ortamı anlamak, sosyal ortam ile etkileşimini açıklamak kolaylaşacaktır.

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 itibarıyla en zor olanıdır. Çünkü kar yağışını etkileyen yörenin denizden uzaklığı, yüksekliği, engebe durumu, yönelimi ve benzeri pek çok fiziksel etken söz konusudur (Gürer, 1992).

Dünyayı tehdit eden çevre sorunlarının başında gelen 'küresel ısınma ve 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, 2008). 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; konumu ve çok bileşenli iklim yapısı nedeniyle küresel ısınmaya bağlı olarak görülebilecek bir iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek 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 yüzden, 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 iklim özelliklerini anlamak hem de küresel iklim değişiminin ortaya koyma bakımından gerekliliktir.

Türkiye'de ve dünyada kar yağışının alansal ve zamansal dağılımı, değişimi ve analizleriyle ilgili ulaşılabilen çalışmaların sonuçlarına aşağıda kısaca değinilmiştir. Türkiye ile ilgili ulaşılan çalışmalar doğrudan kar yağışı ve özellikleri ile ilgili olanlar, Erinç (1957), Öngör (1955) ve Onur (1964); kar erimesiyle ilgili olanlar, Kadioğlu ve Şen (1999), Akyürek ve Şorman (2002), Tekeli vd., (2005a-b-c) ve çığ ile ilgili olanlar Gürer vd., (1995), Borhan ve Kadioğlu (1998) Gürer (1998) sıralanmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'de kar yağışlı günlerle ilgili çalışmaya ulaşılamamıştır. Türkiye'de kar yağışı ile ilgili çalışmalardan bütün Türkiye'yi kapsayanlar eski; güncel çalışmalar ise dar alanlıdır.

Bu aşamada Türkiye iklimi ve kar klimatolojisiyle ilgili olabilecek ulaşılabilen çalışmalar ile bilgi verilme ihtiyacı hissedilmiştir. Klein (1949) Kanada’da kar yağışı gözlemleri üzerine bir değerlendirme yapmıştır. Kanada’da kar yağışının hem alansal hem de zamansal değişkenlik gösterdiği vurgulanmıştır. Öngör (1955) kar gözlemlerinin yapıma şekli ve bu verilerin nasıl değerlendirilebileceği konusunda yöntem bilgisi vermiştir. Erinç (1957) çalışmasında öncelikle bir iklim elemanı olarak kar ölçümleri ile ilgili bilgi vermiş; daha sonra kar yağışı ve kar özellikleri ile bu özelliklerin Türkiye ölçeğinde ulaşılabilen ilk çalışmasını gerçekleştirmiştir. 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. Gürer (1992) tarafından yapılan çalışmada kar hidrolojisi kapsamında, ölçme, veri toplama, ölçümleri hatalarından ayıklama, analiz, sentez ve uygulama şeklinde sıralanan işlemlerin açıklanması, Türkiye’deki mevcut kar gözlem şebekesi, ölçüm noktaları, değişik amaçlı ölçümler arasındaki korelasyon, ölçümlerde kullanılan ekipmanların tanıtımı ve irdelenmesi yapılmıştır. Crurch (1993) Kar yağışı gözlem yöntemleri hakkında genel uygulama bilgisi veren çalışmada Kanada’da gerçekleştirilen kar yağışı gözlem uygulamaları açıklanmıştır. Barry vd. (1995) 20. yy.da sera gazlarının artışına bağlı olarak gerçekleşen küresel ısınma nedeniyle, kar örtüsü özelliklerinde de değişimin beklenebileceğini vurgulamışlardır. Brown (2000) Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, 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. Akyürek ve Şorman (2002) tarafından uydu verilerinden yararlanarak Fırat Nehri havzası yukarı kesiminde kar örtüsünün özellikleri ele alınmıştır. Latenser 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. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ) tarafından hazırlanan (Komisyon, 1970) kar etüdü çalışmalarında ise yalnızca kar örtüsünün ölçümleri yapılmış kar yağışlı günlerle ilgili herhangi bir çalışma yapılmamıştır. Önceki çalışmalar tarandığında kar kalınlığı ve kar örtüsüyle ilgili birçok çalışma olmasına rağmen kar yağışlı günlerle ilgili hiç çalışmanın bulunmayışıdır.

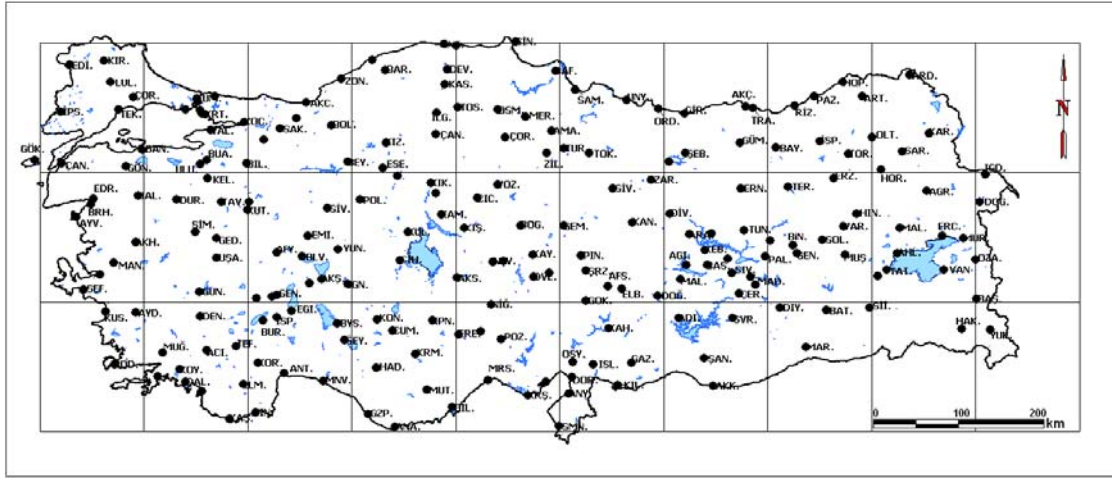
Bu çalışmada, küresel ısınmadan önemli ölçüde etkilenebilecek ülkelerden biri olarak Türkiye’de kar yağışlı günlerin alansal dağılışı özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla; veri kontrolü ve istatistiksel analizler sonrasında haritalama çalışmalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Araştırmada kar yağışlı günlerde; alansal farklılaşma belirgin ve bu farklılaşmanın da Türkiye’nin konum ile fiziki coğrafya özelliklerine göre şekillendiği sonucunun çıkması öngörülmektedir. Çalışmanın gerçekleştirilmesiyle genelde Türkiye iklimi özelde Türkiye kar klimatolojisinin özelliklerinin anlaşılmasına katkıda bulunulacağı düşünülmektedir.

## 2. Veri ve Yöntem

‘Türkiye’de kar yağışlı günlerin özellikleri ve dağılışı’ adlı bu çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden (DMİ) sağlanan kar yağışlı gün verileri kullanılmıştır. Kullanılan veriler istasyonların ilk ölçüme başladığı tarihten, 2006 yılı sonuna kadar olan dönemi kapsamaktadır. 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 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.

İstasyonlara uygulanan türdeşlik analizi sınamaları 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 kesik veri oranı olması nedeniyle boş kalmıştır. Bundan doğan şekilsel ve görsel bozukluğu düzeltmek için Ege ve Akdeniz Bölgesi'nden toplamda belirlenen 31 istasyonun eksik verileri 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 dağılımını sağlıklı göstermek için, bu kısımlara yakın ve benzer coğrafi özelliklerde birer nokta belirlenmiştir. Bu noktaların belirlenmesinde Türkiye'nin iklim ile morfolojik özellikleri de dikkate alınmış ve en yakın istasyonlara ait veriler kullanılarak verileri oluşturulmuştur.



Şekil 1. Türkiye’de kar yağışlı günlerin özelliklerinin belirlenmesinde verileri kullanılan meteoroloji istasyonları

Araştırmada kullanılabilecek istasyonların belirlenmesi çalışmaları sonrasında kar yağışlı günlerin aylık, mevsimlik ve yıllık aritmetik ortalamaları alınarak Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile alansal dağılımları haritalanmıştır. Türkiye’de kar yağışlı günlerin alansal dağılım haritalarının hazırlanması sırasında CBS ortamında yaklaşık 1 km<sup>2</sup>’lik gridlerden oluşan raster haritalar oluşturulmuş (0.01 derecelik) ve bu raster (resim) haritalardan yararlanılarak eş kar yağışlı günler haritaları oluşturulmuştur.

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 ( $X_i$ 'lerin) yerine, onların büyükten küçüğe dizilmesiyle oluşturulan toplam sıralı dizideki sıra numaraları ( $m$ ) kullanılır (Türkeş, 2004).

Sınama örnekleme değeri  $X_k$ ;

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

eşitliğinden hesaplanır.

Sınama örnekleme değerini hesaplamadan önce,  $R_j$  değerlerinin doğru olup olmadığı

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

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 sayısı ile yaklaşık ( $\chi^2$ ) dağılır. Boş hipotezin kabul ya da reddedilmesi, istenilen bir anlamlılık düzeyinde [ $\alpha=0.05$  (%5) ya da  $\alpha=0,01$  (%1)] ve  $f=(k-1)$  bağımsızlık sayısına göre  $\chi^2$  tablosundan bulunarak  $X_k$  ile karşılaştırılacak olan  $\chi^2$  kritik değerinin büyüklüğüne bağlıdır.

Boş hipotez.  $X_k$  büyük değeri için ( $X_k \geq \chi^2$ ) reddedilir.

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

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

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

$$T = (t_3 - t) * K$$

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.

Çalışmada ortalama kar yağışlı günler (aylık, mevsimlik ve yıllık) belirlenerek ortalama durum ve dağılışın açıklanması amaçlanmıştır. Türkiye’de kar yağışlı günlerin (aylık, mevsimlik ve yıllık) değişkenlik katsayıları bulunarak ise kar yağışının kararlılığı görülmeye çalışılmış ve bunlar da tek tek haritalanmıştır. Eğer karşılaştırılan serilerin standart sapmaları ilişkin oldukları serilerin ortalama değerinin bir yüzdesi olarak ifade edilirse, karşılaştırmada ölçü birimlerindeki farklılıklar ve gözlem değerlerinin büyüklüğünden oluşan sakıncalar, giderilebilir. Bu yaklaşımla hesaplanan değişkenlik ölçüsüne, değişim katsayısı adı verilir ve kısaca D.K. ile gösterilir (Yüzer vd., 2003).

$$D.K.(x) = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$$

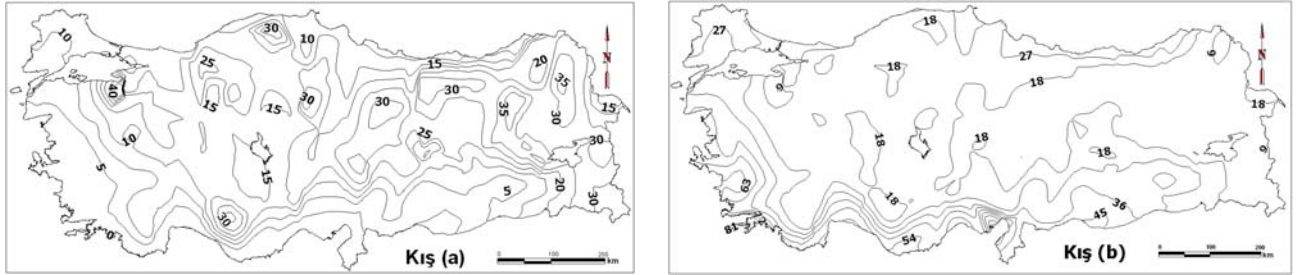
Daha sade bir ifadeyle değişkenlik katsayısı, bir gözlemler serisindeki değişkenlik derecesini ifade eden sayısal bir yöntemdir diyebiliriz. Yüksek bir değişkenlik katsayısı, ortalamadan çok uzak gözlemleri yansıtır. Matematik olarak, ortalamanın yüzdesi olarak ifade edilen standart sapmadır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. 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 2a).

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 2a).



Şekil 2. Türkiye'de kış mevsiminde ortalama kar yağışlı günler (a) ve değişkenlik katsayıları (b)

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 2a). 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.

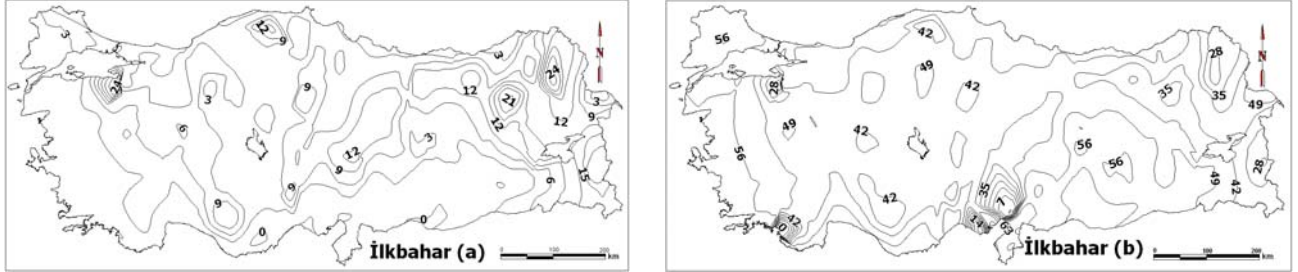
Batı Torosların Antalya Körfezi çevresindeki kesiminde kar yağışlı gün sayılarında artış gözlenmiştir (Şekil 2a). Bu duruma ek olarak Antalya Körfezi'nin doğusundaki Geyik Dağlarında kar yağışlı gün sayılarındaki artışın (30 gün) nedeninin bakı etkisiyle (güneybatıdan gelen gezici depresyonların önünde engel oluşturacak şekilde kuzeybatı-güneydoğu uzanış) artan yağışların kıyıda yağmur şeklinde görülürken yükseltinin etkisiyle kar şekline dönüşmesi olduğu düşünülmektedir.

Şekil 2b'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 çekmektedir. 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 değişkenliğinin azaldığı, Güneybatı Anadolu ise değişkenliğin arttığı alanlardır. Şekil 2b'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.

### 3.2. 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 3a). 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, iyice İçbatı Anadolu ortalarına yerleşmiş ve 3 güne düşmüştür (Şekil 3a).



Şekil 3. Türkiye'de ilkbahar mevsiminde ortalama kar yağışlı günler (a) ve değişkenlik katsayıları (b)

Şekil 3b'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.

### 3.3. 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. Bu verilerden yararlanılarak hazırlanan haritalar da anlamlı bir alansal ilişki belirlenemediğinden çalışmaya konulmamıştır

### 3.4. Sonbahar

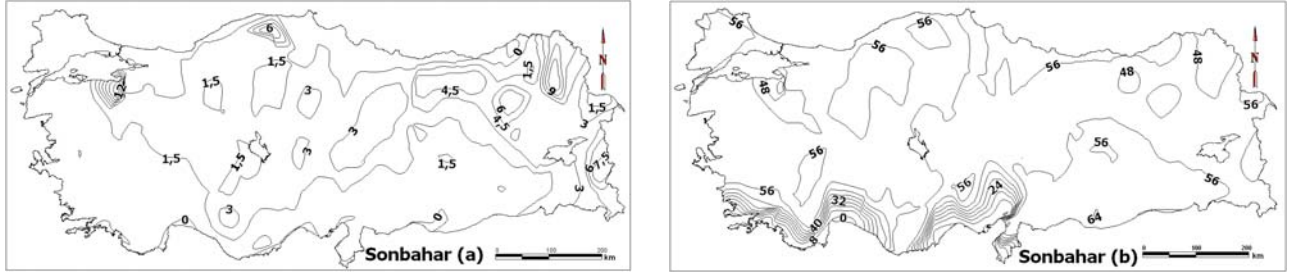
Sonbahar mevsimi yazdan sonra en düşük kar yağışlı gün sayılarının ölçüldüğü mevsimdir. Bu durumu ilkbaharla karşılaştırınca, sonbahar mevsiminde yer ısısının henüz düşmemiş olmasına bağlayabiliriz. Bundan hareketle Türkiye'de yaz mevsimi sonbahar mevsimine kaymış görüntüsü vermektedir. Bu mevsimde Türkiye'de en yüksek değeri 12 gün ile Uludağ istasyonu vermekte, Doğu Anadolu'da en yüksek değer ise 9 gün olarak ölçülmektedir (Şekil 4a). Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ilkbahar mevsimindeki görünümle aynı olup, sıfır (0) çizgisinin hakim olduğu alanlardır (Şekil 4a). 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 4b).

### 3.5. Yıllık

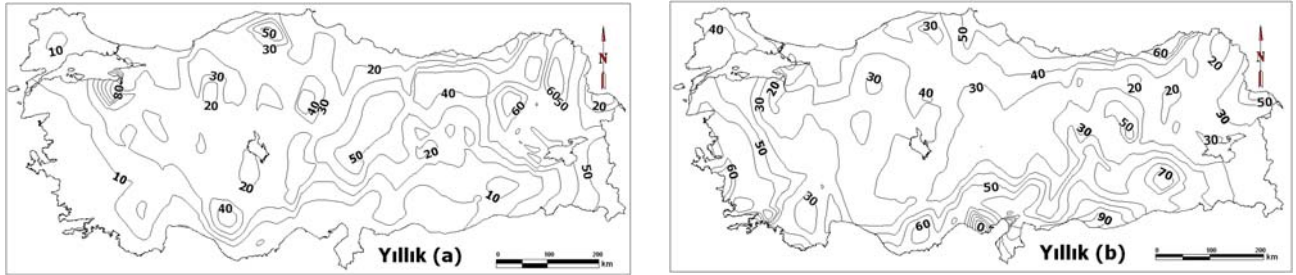
Matematiksel mevsimlerin belirlenmesinde üçer aylık dört dönemden hareket edilmekle birlikte, belirlenen matematiksel mevsimler yaşanan doğal mevsimleri yansıtmaktan önemli ölçüde uzaklaşabilmektedir. Doğal mevsimlerin belirlenmesinde enlem, basınç sistemleri, hava kütleleri, hava tipleri, karasallık-denizellik, 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 dağılışı 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 5a-b).



Şekil 4. Türkiye'de sonbahar mevsiminde ortalama kar yağışlı günler (a) ve değişkenlik katsayıları (b)



Şekil 5. Türkiye yıllık ortalama kar yağışlı günler (a) ve değişkenlik katsayıları (b)

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 5a). 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 dağılışı 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 5a).

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 5a).

Türkiye'de kar yağışlı günlerin değişkenlik katsayılarının alansal dağılışı ifade edilen Şekil 5b'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 5b).



#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

Araştırmada Türkiye’de; günlük verilerden hareketle, aylık, mevsimlik ve yıllık kar yağışlı günlerin durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 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:

- A. Türkiye iklim özelliklerinin anlaşılmasında kar klimatolojisinin bilinmesi kaçınılmaz bir gerekliliktir.
- B. Türkiye’de kar klimatolojisi özellikleri bakımından güncel ve güvenilir analiz eksikliği vardır.
- C. Bu problemin çözülmesi amacıyla başlangıç olarak Türkiye’de kar yağışlı günlerin özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.
- D. Sunulan araştırmada kar yağışlı günlerin aylık, mevsimlik ve yıllık aritmetik ortalamaları ile yine bu dönemlere ait değişkenlik katsayıları değerlendirilmiştir.
- E. Çalışmada verilerin hazırlanması üzerinde en fazla uğraş verilen konu olmuştur.
- F. 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.

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

- A. 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.
- B. Kar yağışlı günler klimatolojisi özelliklerinin netleşebilmesi için kar yağışlı günlerin zamansal değişiminin (yıllar arasındaki değişimi) açıklanması ve bu değişimin alansal ilişkisinin sorgulanması gerekir.
- C. Bu araştırma ile başlangıcı yapılmaya çalışılan Türkiye kar klimatolojisi özelliklerinin ortaya konulabilmesi için kar ile örtülü gün ve kar kalınlığı konusunda çalışmalara ihtiyaç vardır.

## Referanslar

- Akyürek, Z.; Şorman, A. U. (2002) *Monitoring snow-covered areas using NOAA-AVHRR data in the eastern part of Turkey*, Hydrological Sciences Journal – Journal Des Sciences Hydrologiques, 47 (2): 243-252.
- Borhan, Y.; Kadioğlu, M. (1998) *Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki çığların sinoptik analizi*, Tr. J. Of Engineering and Environmental Science, 22, 345-352.
- Brown, R. D. (2000) *Norther hemisphere snow cover variability and change, 1915 – 97*, Journal of Climate 13 (13): 2339-2355.
- Barry, R. G.; Fallot, J. M.; Armstrong, R. L. (1995) *Twentieth-century variability in snow-cover conditions and approaches to detecting and monitoring changes: Status and prospects*, Progress in Physical Geography 19 (4): 520-532.
- Crurch, J. E. (1933) *Snow surveying: Its principles and possibilities*, Geographical Review, Vol. 23, No. 4. (Oct., 1933), pp. 529-563.
- Doğan, S. (2005) *Türkiye'nin küresel iklim değişikliğinde rolü ve önleyici küresel çabaya katılım girişimleri*, C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 6, Sayı 2.
- Erinç, S. (1957) *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Hidroloji Enstitüsü Yayını S:2 İstanbul.
- Gürer, İ. (1992) *Kar Hidrolojisi*, I.Coğrafya Meslek Haftası, Kasım 1991, İzmir.
- Gürer, İ.; Tuncel, H.; Yavaş, O. M.; Erengilge, T.; Sayın, A. (1995) *Snow avalanche incidents in North-Western Anatolia, Turkey during December 1992*, Natural Hazards 11 (1): 1-16.
- Gürer, İ. (1998) *İnternational cooperation for solving the avalanche problem in Turkey*, Natural Hazards 18 (1): 77-85.
- Kadioğlu, M.; Şen, Z. (1999) *Degree-day formulations and application in Turkey*, Journal of Applied Meteorology 38 (6): 837-846.
- Klein, G. J. (1949) *Canadian Survey of Physical Characteristics of Snow-Covers*, Geografiska Annaler, Vol. 31, Glaciers and Climate: Geophysical and Geomorphological Essays. pp. 106-124.
- Koç, T. (1999) *Sayıllı günler yöntemi ile doğal mevsimlerin belirlenmesi*, Ege Coğrafya Dergisi, sayı: 10, s: 305-344, İzmir.
- Koç, T. (2008) *Çan İlçesi Arazi Kullanım Potansiyel,Çanakale İli Değerleri Sempozyumu, 25-31 Ağustos 2008, Çan Değerleri Sempozyumu 28-29 Ağustos 2008, Bildiri Kitabı, 169-192, Çan/Çanakale.*
- Latenser, M.; Schneebeli, M. (2003) *Long-term snow, climate trends of the Swiss Alps (1931-99)*, İnternational Journal of Climatology 23 (7):733-750.
- Komisyon (1970) *Türkiye'nin kar örtüsü etüdü*, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, E. A. No: 39 teksir atölyesi (A.1000) 9.70, Ankara.
- Onur, A. (1964) *Türkiye'de Kar Yağışları ve Yerde Kalma Müddetleri Üzerine Etüd*, Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları, No:152, Ankara.
- Öngör, S. (1955) *Kar yağışları ve meteorolojisi hakkında not*, Türk Coğrafya Dergisi 13-14
- Öztürk, K. (2002) *Küresel İklim Değişikliği Ve Türkiye'ye Olası Etkileri*, G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 22, Sayı 1, Sayfa 47 – 65. Ankara.
- Tekeli, A. E.; Şorman, A. A.; Şensoy, A.; Şorman, A. Ü.; Bonta, J.; Schaefer, G. (2005) *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. (2005) *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): 669-682.
- Tekeli, A. E.; Akyürek, Z.; Şorman, A. A.; Şensoy, A.; Şorman, A. Ü. (2005) *Using MODIS snow cover maps in modeling snowmelt runoff process in the eastern part of Turkey*, Remote Sensing of Environment 97 (2): 216-230.
- Türkeş, M. (2001) *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.
- Türkeş, M. (2004) *İklimsel ve Atmosferik Verilerin Türdeşlik ve Rasgelelik Çözümlemesi*, Temel İstatistik Kursu Notları, Şubat 2004. T.C. Çevre Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Türkeş, M. (2008a) *Ekolojik, ekonomik, politik bir sorun iklim değişikliği*, mülkiye cilt: 32, sayı: 259, s: 101-131, Ankara.
- Türkeş, M. (2008b) *İklim değişikliği ve küresel ısınma olgusu: Bilimsel değerlendirme*, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü, s: 21-57, Bağlam yayıncılık, İstanbul.
- Yüzer, A.F.; Ağaoğlu, E.; Tatlıdil, H.; Özmen, A.; Şıklar, E. (2003) *İstatistik*, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını, no: 1448, Eskişehir.