



#### Atıf/Citation

Topuz, M., & Karabulut, M. (2021). Doğu Anadolu Bölgesi'nde kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayısının eğilim analizi (1970-2020). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 26 (46), 1-24.

## DOĞU ANADOLU BÖLGESİ'NDE KAR ÖRTÜLÜ GÜN VE KAR YAĞIŞLI GÜNLER SAYISININ EĞİLİM ANALİZİ (1970-2020)

Trend Analysis of Snow Cover and Snowfall Days in the Eastern Anatolia Region (1970-2020)

Arş. Gör. Dr. Muhammet TOPUZ\*

Prof. Dr. Murat KARABULUT\*\*



### Öz

Küresel iklim değişikliği bağlamında bir bölgedeki yağış miktarı kadar yağış türü de önemlidir. Özellikle kar şeklindeki yağışlar kullanılabilir su temini ve akarsu rejimlerinin düzenliliği başta olmak üzere birçok açıdan hayati önem taşımaktadır. Türkiye'de kar yağışı en çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde görülmekle birlikte en güçlü akarsuların bir kısmı da bu bölgede yer almaktadır. Bu bakımdan çalışmada amaç; Doğu Anadolu Bölgesi'nde uzun yıllar (1970-2020) aylık kar örtülü gün sayısı ve kar yağışlı günler sayısında azalma veya artma eğiliminin olup olmadığını Mann-Kendall Trend Analizi yöntemiyle değerlendirmek ve kar yağışlı günler ile kar örtülü günler sayısında bir ilişkinin olup olmadığını Pearson Korelasyon Yöntemi ile sınamaktır. Bunun için Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden Malatya, Muş, Tunceli, Van, Elazığ, Erzincan, Bingöl, Erzurum, Bitlis, Hakkâri, Ağrı, Iğdır, Kars, Ardahan meteoroloji istasyonlarına ait uzun yıllar (1970-2020) aylık kar örtülü gün sayısı ve kar yağışlı günler sayısı verileri ile Mann-Kendall Trend Analizi yöntemi ve Pearson Korelasyon Yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak; yıllık kar örtülü gün sayısındaki değişimlerin tamamının azalma eğiliminde olduğu ve bunlardan büyük bir bölümünün istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı olduğu görülmüştür. Kar yağışlı günler sayısındaki değişimlerin kar örtülü gün sayısına göre çeşitli olduğu; azalışların yanı sıra artışların da varlığı dikkati çeker. Özellikle Kars ve Muş istasyonlarının kar yağışlı günler sayısında anlamlı artışa sahip olması, analizlerde karşılaşılan tek örnektir. Anlamlı azalmaların Malatya'dan başlayarak Muş'a kadar bir hat üzerinde görülmesi de ayrıca dikkat çekicidir. Onun dışında diğer illerde anlamlı olmayan artış ve azalış eğilimleri görülmektedir. İstasyonların ve periyotların büyük bölümünde kar örtülü gün ve kar yağışlı günler arasında istatistiksel açıdan anlamlı, orta düzeyde ve pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu Anadolu Bölgesi, Kar yağışı, Trend Analizi.

### Abstract

In the context of global climate change, the type of precipitation is as important as the amount of precipitation in a region. In particular, precipitation in the form of snow is vital in many respects, especially the availability of water supply and the regularity of river regimes. Most snowfall is seen in

\* Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Coğrafya Bölümü, [mtopuz@mku.edu.tr](mailto:mtopuz@mku.edu.tr), ORCID ID: 0000-0001-5526-3797

\*\* Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Coğrafya Bölümü, [mkarabulut@ksu.edu.tr](mailto:mkarabulut@ksu.edu.tr), ORCID ID: 0000-0002-1456-6908

*the Eastern Anatolia Region in Turkey and some of the strongest rivers are also located in this region. The aim of the study is to test whether there is a trend in the snow cover and snowfall days in long times (1970-2020) in the Eastern Anatolia Region and whether there is a relationship between snowy days and snow-covered days by using the Pearson Correlation Method. In addition to meteorological parameters which are taken from MGM belonging to Malatya, Muş, Tunceli, Van, Elazığ, Erzincan, Bingöl, Erzurum, Bitlis, Hakkâri, Ağrı, Iğdır, Kars, Ardahan meteorological stations, the Mann-Kendall Trend Analysis method and Pearson Correlation Method were used. As a result; It is seen that all of the changes in the number of days with annual snow cover tend to decrease and a large part of them are statistically significant at 95% confidence interval. It has been determined that the changes in the snowfall days are varied according to the snow cover days. Because there are increases as well as decreases in the snowfall days. It is an important finding that especially Kars and Muş stations have a significant increase in the snow cover days. It is also noteworthy that significant decreases are seen on a line starting from Malatya to Muş. In addition, insignificant trends of increase and decrease are observed in other provinces. It has been determined that there is a statistically significant, moderate and positive relationship between snow cover days and snowfall days in most of the stations and periods.*

**Keywords:** Eastern Anatolia Region, Snowfall, Trend Analysis.

## 1. Giriş

İklim değişikliği, giderek artan bir öneme sahip olup, gelişen teknolojilerden de yararlanılarak gelecekteki etkileri tahmine çalışılmaktadır (Demir vd., 2008, 2013, Önel vd., 2011; Altınsoy vd., 2012; Türkeş, 2012; Sen vd., 2012; Gürkan vd., 2016). Yapılan bu senaryo çalışmalarında Doğu Anadolu Bölgesi'ne daima bir parantez açılmış olup; Gürkan vd. (2016), çalışma sahasının büyük bölümünü oluşturan Fırat Havzası için yıllık ortalama yağış açısından en hassas bölgelerden birisi olduğunu vurgulamıştır. Sen vd. (2012) ise Fırat ve Dicle havzalarının tarımsal sulama açısından önemini vurgularken; özellikle kar yağışlarına değinmiş ve yapılan modelleme sonucunda genel olarak kuraklığa gidişin varlığını tespit etmiştir. Konu ile ilgili yapılan başka bir çalışmada (Demir vd., 2013) ise Doğu Anadolu'nun güneyinde, bölge için oldukça önemli olan kış ve ilkbahar yağışlarında azalmalar olacağı öngörülmektedir. Aydın (2014), yıllık toplam yağışın tahmini için topografyanın rolünden kaynaklı sorunları dile getirmiş, alana düşen yağışın büyük bir kısmının kar yağışı şeklinde olmasının Fırat ve Dicle Nehirlerinin debi ve rejimlerini belirlemede önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Modelleme sonuçları içerisinde en vurucu ifade ise “*su bütçesi bakımından kar kalınlığı gelecekte, Doğu Anadolu'da azalacaktır*” bulgusudur (Demir vd., 2008).

Su, günümüzde giderek artan bir öneme sahiptir. Bu açıdan bakıldığında ve iklim değişikliği ile birlikte düşünüldüğünde konu ile ilgili yapılan çalışmaların öz olarak toplam yağış tutarlarında meydana gelen eğilimlerin (Türkeş vd., 2009; Çiçek ve Duman, 2015; Topuz vd., 2020) ve ekstrem hava olaylarına bağlı oluşan kuraklık ile (Tanoğlu, 1943; Türkeş, 2012; Kapluhan, 2013; Akbaş, 2014) sel ve taşkınların (Tonbul ve Sunkar, 2011; Avcı ve Sunkar, 2015; Fural vd., 2019) üzerine yoğunlaştığı görülür. Küresel iklim değişikliği, yağış şiddet ve toplamlarını, mevsimsel kaymaları (Koç ve İrdem, 2007; Türkeş vd., 2007), ekstrem sıcaklıkları (Ayıkır, 2017) etkilediği gibi yağış biçimini ve karın yerde kalma süresini (Türkeş, 2008; Türkeş, 2012; Surfleet ve Tullos, 2013) de etkilemektedir.

Türkeş (2010) tarafından kar; “*0°C'nin çok altındaki yüzey hava sıcaklıklarında çeşitli buz kristalleri biçiminde, 0°C'ye yakın sıcaklıklarda ise buz kristallerinin toplanmasıyla kuşbaşı büyüklüğünde yağın katı yağış*” şeklinde tanımlanmış olup; karın oluşumu ve tasnifleri Erinç, (1984), Gürer (1993), Türkeş (2010), Günel (2013) tarafından etraflıca verilmiştir. Oluşum sıcaklığı, genelde yıldız şeklinde ve altıgen yapıda olan kar tanelerinin biçim ve boyut özellikleri ile yoğunluklarını etkiler (Türkeş, 2010). Kar tanelerinin çapları ise 2 cm'ye ulaşabilir (Türkeş, 2010).

Su potansiyeline sahip önemli morfolojik birimlerden birisi dağlık alanlardır (Şimşek vd., 2020). Bu açıdan bakıldığında ise Doğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en önemli su kaynaklarına sahip bölgelerinden birisidir. Yalnızca Türkiye'nin değil; kaynaklarını bölgeden alan ve sınır aşan sular, komşu ülkeler açısından da önemlidir. Ayrıca hidroelektrik santrallerinden enerji üretimleri de bu hidrolojik durumdan etkilenmektedir. Hal böyle iken özellikle kar şeklindeki yağışlar ve buna ilişkin parametre ölçümleri ve bunların eğilimleri önemlidir. Kar yağışının, Türkiye'de yoğun olarak görüldüğü bölgelerin ekolojik özelliklerinin devamının yanı sıra beşeri kullanımlar açısından da kar yağışı vazgeçilmez bir unsurdur (Özgür ve Koçak, 2013). Barajların doluluk oranları (Akbaş vd., 2020), sınır aşan ve ülke içinde en önemli akarsuların enerji üretim ve beslenme devamlılığı (Bilbay vd., 2019), adeta Türkiye'nin çatısı şeklinde addedebileceğimiz Doğu Anadolu'daki kar yağışına ve karın yerde kalma süresine bağlıdır.

Dünya literatüründe konu sıcaklıklarla birlikte ele alınmış ve uzaktan algılama, modelleme vb. günümüz teknolojileri için içine girmiştir (Clark vd., 1999; Bednorz, 2004). Kar, hava sıcaklığı ile yağış arasındaki ilişkinin bir doğal sonucu olarak ortaya çıktığı için ortalama kış sıcaklığının görece yüksek; fakat zaman zaman 0 °C'nin altında olduğu bölgelerde kar derinliği sıcaklık tarafından kontrol edilirken; sıcaklığın kışın oldukça düşük seyrettiği ve sık sık 0 °C'nin altında olduğu bölgelerde ise kar derinliği yağışın kontrolündedir (Clark vd., 1999; Bednorz, 2004). Bu nedenle olacak ki literatürde büyük veri setleri üzerinden kar örtüsü ile sıcaklık birlikte değerlendirilir. Sıcaklık değişimi ile kar örtüsü değişimi arasında orantı olmadığının belirtildiği bir çalışma, İran'da 30 yıllık 28 istasyondan elde edilen veri seti üzerinde yapılmıştır (Arkian vd., 2014). Ayrıca bölgeyi yağışlar bağlamında en çok etkileyen uzak bağlantıların kuzey yarımküre için etkisi incelenmiş ve bu bağlantılardan NAO (Kuzey Atlantik Salınımı)'nın Doğu Avrupa'da (Popova, 2007) ve Polonya'da (Szwed vd., 2017) kar derinliği ile negatif ilişkisinin olduğu vurgulanmıştır. Coğrafi faktörlerin kar derinliği ve kar örtülü günler sayısındaki eğilime etkisi de Çin örneğinde incelenmiş ve oldukça yüksek ilişki yükselti ile bulunmuştur (Huang vd., 2019).

Türkiye'de özellikle coğrafya disiplini açısından bu konuya ilişkin ilk çalışma Öngör (1958) tarafından gerçekleştirilen bir gözlem hariç tutulduğunda, Onur (1964) tarafından bir doktora tezi şeklinde yapılmıştır. Zaman aralığı açısından sınırlı bir veri seti üzerinde çalışsa da Onur (1964), detaylı bir biçimde tüm Türkiye'de

kar yağışına ilişkin özellikleri ortaya koyarken ampirik bir yöntemle, daha kısa süreliğine Elmadag'daki kar yağışı ve özelliklerini incelemiştir. Bu çalışma, genellemelere gidebilmek açısından önemli olup kar yağışında etkili olan hava kütleleri ve mevsimsel durumları bakımından günümüzde de geçerlidir. Yani ekstremleri hariç tuttuğumuzda, kar yağışının başlama ve bitiş tarihleri ile oluşum mekanizmaları günümüz ile benzerdir. Günümüze doğru gelindiğinde özellikle son dönemde Günel (2013), Koç ve Kartum (2015), tarafından yapılan çalışmalar hariç tutulduğunda oldukça yetersiz bir literatür olduğu görülür. Ayrıca incelenen kaynaklarda eğilim analizlerinin yapılmadığı bilakis Koç ve Kartum (2015) tarafından şu ifadelerle önerildiği görülür: “*Kar yağışlı günler klimatolojisi özelliklerinin netleşebilmesi için kar yağışlı günlerin zamansal değişiminin (yıllar arasındaki değişimi) açıklanması ve bu değişimin alansal ilişkisinin sorgulanması gerekir*”. Bunun dışında tek veya birkaç istasyonun genel iklim özellikleri verilerken kısaca konuya değinen çalışmalar mevcuttur (Günek ve Karadoğan, 2000; Şeker, 2001; Özcan vd., 2017).

Yapılan bu çalışmada amaç; önemli bir su potansiyeline sahip, iklim değişikliğine karşı hassas Doğu Anadolu Bölgesi'nde küresel iklim değişmelerinin etkisini, kar örtülü gün sayısı ve kar yağışlı günler sayısı üzerinden belirlemeye çalışmak ve bu iki parametre arasında istasyon bazlı ilişkileri incelemektir.

## 2. Çalışma Sahası

Doğu Anadolu Bölgesi (Şekil 1), Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesinden birisi olup (MEB, 1941; Erinç, 1953; Özçağlar, 2003), en yüksek bölgesidir (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Doğu Anadolu Bölgesi'nin 1941'de 1. Coğrafya Kongresi'nde çizilen sınırlarına Erinç (1953), iki noktada eleştiri getirmiştir. Bunlardan birincisi kuzey ve güney sınırlarında genişleme ancak kongrede çizilen genel sınırdan daralma ve ülke idari sınırlarını aşan geniş manalı bir Doğu Anadolu teriminin oluşturulmasıdır (Erinç, 1953: 3). Türkiye'de 2500 metrenin üstündeki yerler ülkenin % 3'üne karşılık gelirken bu oran Doğu Anadolu Bölgesi için yaklaşık % 10'dur (Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Erinç (1953), bu konuda Doğu Anadolu'yu Erzurum paftası ile karakterize ederek bölgenin  $\frac{3}{4}$  (% 71,4)'ünün 1500-2000 m arasında yer aldığını belirtmiştir. Ortalama eğimi % 20'yi aşan Doğu Anadolu Bölgesi, 4000 metreden yüksek 4 zirveye sahip olup; bunlardan Büyük Ağrı Dağı Türkiye'nin de en yüksek dağıdır (Tanoğlu, 1947; Elibüyük ve Yılmaz, 2010). Bölgenin iklimine yönelik olarak Erinç (1953), doğuya doğru civar denizlerin etkisinin azaldığını, şiddetli karasallığın olduğunu vurgulamıştır. Yağışlara ilişkin olarak ise depresyonlar hariç tutulduğunda yıllık yağış tutarının genellikle 400 mm'nin üzerinde olduğunu belirtmiştir. Aydın (2014), bölgenin denizlere uzak ve yükseltisinin fazla olması nedeniyle, kış mevsiminin uzun ve soğuk, yaz mevsiminin sıcak ve kısa olduğunu; kış mevsiminde yağışların genelde kar şeklinde olduğunu, erimeden uzun süre yerde kaldığını belirtmiştir. 1975-2010 yılları arası yıllık ortalama toplam yağış değerleri kullanılarak yapılan analizlerde maksimum değer 1232 mm ile Bitlis'de, minimum değeri 262.7 mm ile Iğdır'dadır (Aydın, 2014). Bölge, coğrafi özellikleriyle turizm potansiyeli açısından da önemlidir (Doğaner, 1997; Özgen, 2010). Bölgenin sahip olduğu verimli tarım alanları ve geniş otlak alanları ile önemli bir tarım ve hayvancılık üssü olduğu belirtilmiş ve bu durumun iklim eğilimlerinin etkilerine açık olduğu vurgulanmıştır (Çelik vd., 2018).

Öztürk vd. (2017), tarafından yapılan Köppen-Geiger İklim sınıflandırmasına göre Iğdır hariç bölge “*Kışları soğuk nemli orta enlem (D) iklim*” sınıfına dahil olup yıllık ortalama toplam yağış değeri ise 507 mm'dir. Iğdır'ın dahil olduğu “*Kurak iklim tipi (B)*” yağış değerinin en düşük olduğu iklimdir ve yıllık ortalama toplam yağış değeri 322 mm'dir. Aydın vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye'de yıllık maksimum sıcaklıkların ortalaması (MSO) değerlerinin 10-26°C arasında değiştiği ve Kars-Ardahan civarında 10°C'ye kadar düştüğü belirtilmiştir.

Bölgenin kuraklık durumuna yönelik güncel çalışmalardan birisi Çelik vd. (2018), tarafından aynı meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak yapılmış; bölgede karasal iklim koşullarının tipik şekilde etkili olduğu; kışların soğuk ve yer yer kar yağışlı, yazların ise sıcak ve kurak geçtiği vurgulanmıştır. Kar yağışının diğer bölgelere göre erken başladığı, ve sıcaklıkların düşmesiyle de karın yerde kalma süresinin yükselti kontrolünde uzadığı belirtilmiştir (Çelik vd., 2018). Karın yerde kalma süresinde sıcaklık önemli bir etken olup (Clark vd., 1999; Bednorz, 2004) Ocak ayı ortalama sıcaklık -4.2°C olarak verilmiştir (Şensoy vd., 2008; Çelik vd., 2018). Çalışma alanının genelinde yıllık ortalama sıcaklık 9,9°C, ortalama yıllık toplam yağış ise 605,4 mm'dir (Çelik vd., 2018).



Şekil 1. Çalışma sahası lokasyon haritası

### 3. Materyal ve Metot

İklim değişikliğinin meteorolojik veriler üzerinden eğilimleri incelenirken en yoğun kullanılan veri setleri yağış (Feidas, 2007; Türkeş vd., 2009; Topuz vd., 2020) ve sıcaklık (Türkeş ve Erlat, 2008; Cosun ve Karabulut, 2009; Kızılelma vd., 2015; Karabulut, 2015) parametrelerinin ölçümlerinden oluşur. Ayrıca yaz ve tropik günler (Erlat ve Yavaşlı, 2009; Erlat ve Türkeş, 2013) donlu günler (Erlat ve Türkeş, 2012), yağışlı günler (Topuz ve Karabulut, 2019) sayıları değerlendirilerek yapılan çalışmalar da literatürde mevcuttur. Bu çalışmada ise MGM'den alınan Doğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Malatya, Muş, Tunceli, Van, Elazığ, Erzurum, Bingöl, Erzurum, Bitlis, Hakkâri, Ağrı, Iğdır, Kars, Ardahan meteoroloji istasyonlarına ait kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayılarına ilişkin uzun dönem (1970-2020) aylık, mevsimlik ve yıllık verileri kullanılmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1:** Verileri Kullanılan meteoroloji istasyonları ve özellikleri

İstasyon Adı/No	Yükselti(m)	Veri Uzunluğu	Enlem-Boylam	İstasyon Adı/No	Yükselti(m)	Veri Uzunluğu	Enlem ve Boylam
Malatya/17199	950	(1970-2019)	38.3 K-38.2 D	Iğdır/17100	856	(1970-2019)	39.9 K-44.0 D
Muş/17204	1322	(1970-2019)	38.7 K-41.5 D	Kars/17097	1777	(1970-2019)	40.6 K-43.1 D
Tunceli/17165	981	(1970-2019)	39.1 K-39.5 D	Ağrı/17099	1646	(1970-2019)	39.7 K-43.0 D
Erzurum /17096	1869	(1970-2019)	39.9 K- 41.2 D	Ardahan/17046	1827	(1970-2019)	41.1 K-42.7 D
Van bölge/17172	1675	(1970-2019)	38.4 K-43.3 D	Bingöl/17203	1177	(1970-2019)	38.8 K-40.5 D
Erzurum/17094	1154	(1970-2019)	39.7 K-39.5 D	Bitlis/17208	1785	(2011-2019)	38.4 K-42.1 D
Hakkari/17285	1727	(1970-2019)	37.5 K-43.7 D	Elazığ bölge/17201	989	(1970-2019)	38.6 K-39.2 D

#### **Kaynak:** Meteoroloji Genel Müdürlüğü

İlk olarak aylık veriler mevsimlik ve yıllık verilere dönüştürülmüş sonrasında ise hazırlanan veri seti eğilim analizlerinde yoğun olarak kullanılan, Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı testi kullanılarak analiz edilmiştir (Türkeş vd., 2007; Erlat ve Yavaşlı, 2009; Mallick vd., 2021). Bu test, verilerin normal dağılıma uyma zorunluluğunu aramayan, parametrik olmayan bir testtir (Partal, 2003; Sarış, 2006; Erlat ve Yavaşlı, 2009; Karabulut, 2009; Karabulut, 2012; Oğuz vd., 2021). Bu yöntemde medyan değerleri baz alınarak küçükten büyüğe bir sıralama yapılır ve bu sıralanmanın anlamlılığı önemlidir. Zamana göre sıralanmış  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  seriler,  $H_0$  hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılmış rastgele değişkenlerdir.  $H_1$  alternatif

hipotezine göre ise ( $k \neq j$ ) ve  $n \geq k, j$  ( $n$ , data kayıt uzunluğu) olmak üzere seride  $X_k$  ve  $X_j$  ardışık data değerlerinin dağılımı benzer değildir ve seride lineer bir trend vardır (Karabulut vd., 2008). Veri eksikliğini tolere edebilmesi ve verilerin normal dağılıma uyma zorunluluğunu aramaması nedeniyle kullanışlıdır. Testin avantajları ise; uygulanması kolay, sıralar üzerine esas olması ve serisel korelasyon etkisini yok etmiş olmasıdır (Önöz ve Bayazıt, 2003; Lazaro vd., 2001; Kahya ve Kalaycı, 2004; Karabulut ve Cosun, 2009). Mann-Kendall sıra ilişki katsayısı testine ek olarak yine parametrik olmayan Sen'in eğim tahmincisi, eğilim eğimini tahmin etmek için kullanılmıştır (Karabulut vd., 2008; Gocic ve Trajkovic, 2013). Son olarak kar örtülü gün ve kar yağışlı günler arasındaki ilişkiyi test etmek için değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü, derecesini ve önemini ortaya koyan istatistiksel bir yöntem olan korelasyon analizi yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2004, Karakoç ve Tağıl, 2014).

#### 4. Bulgular ve Tartışma

Doğu Anadolu Bölgesi'nde kar örtülü gün sayısı ve kar yağışlı günler sayısı, Mann-Kendall trend analiz yöntemiyle analiz edilmiştir. Her iki parametre için yıllık periyoda ek olarak yaz ayları hariç diğer üç mevsimde meydana gelen değişimin anlamlılık düzeylerine göre mekânsal dağılımları haritalandırılmıştır (Şekil 2 ve 3). Değişimlerin mevsimsel olarak etki büyüklüklerini görmek için her iki parametrede uzun yıllar ortalama gün sayıları alınarak % cinsinden hesaplanmıştır. Böylece bir istasyonda herhangi bir mevsimde meydana gelen anlamlı değişimin o bölge için ne kadar önemli olduğu hakkında fikir edinilebilir (Tablo 2). Sen eğim tahmini analizine göre istasyonlarda yıllık kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayısında meydana gelen değişimler tablosal olarak verilmiştir (Tablo 3). Her istasyon için yaz mevsimi ve içerdiği aylar hariç olmak üzere yıllık, mevsimlik ve aylık eğilimleri hesaplanmıştır (Tablo 4-Tablo 17). Çalışmada son olarak kar örtülü gün ve kar yağışlı günler arasındaki ilişkinin varlığı, yönü ve gücü Pearson Korelasyon Analizi yöntemi ile istasyon bazlı olarak sınanmıştır (Tablo 18).

**Tablo 2:** İstasyonlarda mevsimlere göre kar örtülü gün ve kar yağışlı günlerin dağılışı ve % değerleri

İstasyon	Yıllık ortalama kar örtülü günler sayısı ve (%değeri)	Kış ortalama kar örtülü günler sayısı ve (% değeri)	İlkbahar ortalama kar örtülü günler sayısı ve (%değeri)	Sonbahar ortalama kar örtülü günler sayısı ve (%değeri)	Yıllık ortalama kar yağışlı günler sayısı ve (%değeri)	Kış ortalama kar yağışlı günler sayısı ve (%değeri)	İlkbahar ortalama kar yağışlı günler sayısı ve (%değeri)	Sonbahar ortalama kar yağışlı günler sayısı ve (%değeri)
Malatya	25(%100)	22(%88,5)	2(%7,6)	1(%3,9)	21(%100)	17,3(82,6)	2,5(%11,9)	1,2 (%5,6)
Muş	93 (%100)	69 (%74,9)	20 (%21,7)	3 (% 3,5)	50 (%100)	38 (%75,8)	9 (%18,2)	3 (%6,0)
Tunceli	50 (%100)	44 (%87,7)	5 (%10,1)	1 (%2,1)	24 (%100)	21 (% 85,1)	3 (%12,4)	1 (%2,5)
Erzurum	105,2(%100)	77,8(%74,0)	20,6 (%19,6)	6,8 (%6,4)	63,3 (%100)	38,2 (%60,4)	18,5 (%29,2)	6,6 (%10,4)
Van	68,9 (%100)	56,5(%82,0)	9,1 (%13,1)	3,3 (%4,8)	39,4 (%100)	26,8 (%68,0)	9,7 (%24,7)	2,9 (%7,3)
Erzincan	38,5 (%100)	33,4(%86,6)	3,9 (%10,2)	1,3 (%3,3)	27,9 (%100)	21,0 (%75,3)	5 (%17,8)	1,9 (%6,9)
Hakkâri	101,2(%100)	76,5 (575,5)	21 (%20,8)	3,7 (%3,7)	52,3 (%100)	36,5 (%69,8)	12,5 (%23,9)	3,3 (%6,2)
İğdır	33,9 (%100)	31,1(%91,8)	1,9 (%5,5)	0,9 (%2,7)	14,3 (%100)	12,1 (%84,9)	1,4 (%9,5)	0,8 (%5,6)
Kars	100,7(%100)	75,6(%75,0)	19 (%18,9)	6,1 (%6,1)	32,3(%100)	18,9 (%58,5)	9,5 (%29,4)	3,9 (%12,1)
Ağrı	113(%100)	79,6(%70,4)	27,7(%24,5)	5,7(%5,1)	38(%100)	26(%68,4)	9,5(%24,9)	2,5(%6,6)
Ardahan	118,4(%100)	83,1(%70,2)	26(%21,9)	9,4(%7,9)	42,(%100)	22,7(%53,9)	13,3(%31,4)	6,2(%14,7)
Bingöl	64,8(%100)	53,7(%82,8)	9,9(%15,3)	1,2(%1,9)	32,9(%100)	26,8(%81,2)	4,9(%15)	1,2(%3,8)
Bitlis	124,3(%100)	79,6(%64,0)	39,8(%32)	5(%4)	95,4(%100)	66,2(%69,4)	23,9(%25)	5,3(%5,6)
Elazığ	27,1(%100)	24,4(%90)	2(%7,4)	0,7(%2,7)	23,6(%100)	19(%80,3)	3,6(%15,3)	1(%4,4)

Sen eğim tahmini analizine göre; kar örtülü gün sayısındaki en önemli azalma 50 yılda -38.5 gün ile Van'da; kar yağışlı günler sayısındaki en önemli artış 48 yılda 30.2 gün ile Kars'ta; en önemli azalma ise 44 yılda -26.4 gün ile Elazığ'dadır (Tablo 3).

**Tablo 3:** Sen eğim tahmini analizine göre istasyonlarda yıllık kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayısında meydana gelen değişimler (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Kar örtülü gün sayısı		Kar yağışlı günler sayısı	
	Azalma Sen eğim değeri	Artma Sen eğim değeri	Azalma Sen eğim değeri	Artma Sen eğim değeri
Malatya	<b><i>-0,47/yıl</i></b>		<b><i>-0,43/yıl</i></b>	
Muş	<b><i>-0,58/yıl</i></b>	<b><i>+0,47/yıl</i></b>		
Tunceli	-0,48/yıl		-0,19/yıl	
Erzurum	-0,28/yıl	+0,22/yıl		
Van	<b><i>-0,77/yıl</i></b>			
Erzincan	<b><i>-0,5/yıl</i></b>			
Hakkâri	-0,35/yıl	+0,05/yıl		
İğdır	<b><i>-0,5/yıl</i></b>			
Kars		<b><i>+0,63/yıl</i></b>		
Ağrı	-0,38/yıl		-0,18/yıl	
Ardahan	<b><i>-0,5/yıl</i></b>			

Bingöl	<i>-0,5/yıl</i>		<i>-0,35/yıl</i>
Bitlis	-2,54/yıl	+2,00/yıl	
Elazığ	<i>-0,5/yıl</i>		<i>-0,6/yıl</i>

Muş istasyonu ise diğer istasyonlardan farklı olarak anlamlı bir şekilde kar yağışlı günler sayısında artışa (50 yılda 23.5 gün) sahipken kar örtülü günler sayısında da azalma (50 yılda -29 gün) yaşanmıştır. Malatya, Elazığ ve Bingöl'de ise her iki parametrede bir azalma görülmesi ve bunun da Elazığ'da derinleşmesi, 1974 yılında su tutmaya başlayan Keban Barajı bölgedeki kar ölçümüne ilişkin parametrelerde değişime mi neden oldu sorusunu akla getirmektedir. Elbette bunun için öncesine bakmak gerekir ki bu ayrıca bir çalışma konusudur. Nitekim MGM'de bu soruya cevap arayan bir rapor mevcut olsa da net yanıtı gitmek için yeterli olmadığı düşünülmektedir (Kayhan vd., 2011).

Doğu Anadolu Bölgesi'nde genel olarak azalan kar yağışlı gün ve kar örtülü günler eğilimi hakimdir. Kar örtülü günler sayısında hiçbir istasyonda anlamlı artma eğilimi görülmezken kar yağışlı gün sayısında yıllık periyotta Muş ve Kars istasyonlarında anlamlı artma trendi izlenmiştir (Şekil 2 ve 3). Malatya meteoroloji istasyonu kar yağışlı günler için sonbahar mevsimindeki azalma istatistiksel açıdan anlamlı bulunmazken ilkbahardaki azalma % 95 güven aralığında anlamlıdır. 1970-2020 yılları arası toplam 50 yıllık periyotta Malatya'da yıllık ortalama 25 gün kar örtülü gün sayısı olup bunun 22 günü (yaklaşık % 89'u) kış aylarında gerçekleşmiştir. İlkbahar mevsiminde yıllık ortalama 2 gün; sonbahar mevsiminde ise 1 gün ortalama kar örtülü gün sayısı yaşanmıştır. Malatya istasyonun kar yağışlı günler sayısının trend analizine bakıldığında benzer özellikler görülür. Yıllık ve kış mevsimindeki azalma eğilimleri istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemlidir. İlkbahardaki azalma istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemli iken sonbahardaki değildir. 1970 yılından 2016 yılına kadar veriler incelendiğinde ortalama yıllık toplam 21 olan kar yağışlı günler sayısının 17,3'ü kış (% 82,2), 2,5'i İlkbahar (% 5,6) , 1,2'si Sonbahar (% 5,6) mevsimindedir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). İstasyonda ocak ayı hariç diğer kış aylarında kar örtülü gün sayısında istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı azalmaların yaşandığı görülür (Tablo 4). Kar yağışlı günler sayısı trend analizinde de benzer eğilimler görülmekle birlikte şubat, mart ve aralık aylarındaki azalma eğilimleri anlamlıdır (Tablo 5). Eriç (1953), Malatya'da yıllık ortalama kar örtülü günler sayısını 32,1 gün olarak belirtmiştir. Bu değer, 1970-2020 yılları arası ortalaması olan 25 günden 7,1 gün daha yüksektir. Diğer bir ifadeyle 67 yıllık bir süreçte Malatya istasyonunda kar örtülü günler sayısı 7,1 gün azalmıştır.

Muş meteoroloji istasyonu için kış mevsimi dahil her 3 mevsimdeki azalma istatistiksel açıdan anlamlı bulunurken yıllık azalma da % 95 güven aralığında anlamlıdır. Muş istasyonunda 1970-2020 yılları arası toplam 50 yıllık periyotta yıllık ortalama 93 gün kar örtülü gün sayısı olup bunun 69 günü (yaklaşık % 75'i) kış aylarında gerçekleşmiştir. İlkbahar mevsiminde yıllık ortalama 20 gün (% 21,7) sonbahar mevsiminde ise 3 gün (% 3,5) ortalama kar örtülü gün sayısı yaşanmıştır. Muş istasyonu kar yağışlı günler sayısı eğilim analizine bakıldığında; yıllık periyotta ve kış mevsiminde anlamlı artışların yaşandığı görülür. İlkbahar mevsimindeki artış ve sonbahar mevsimindeki azalış istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemsizdir. Yıllık ortalama 50 olan kar yağışlı günler sayısının 38'i (%75,8) kış, 9'u (%18,2) ilkbahar ve son olarak 3'ü (%6,0) sonbahar mevsimindedir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Eğilimler aylık bazda incelendiğinde; aralık ayı hariç diğer kış aylarında kar örtülü gün sayısında istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı azalmaların olmadığı görülür (Tablo 4). Aralık ayına ek olarak mart ve kasım aylarındaki azalma eğilimleri istatistiksel açıdan önemlidir. Kar yağışlı günler sayısı eğilim analizine bakıldığında; sadece ocak ayında anlamlı artışların yaşandığı görülür (Tablo 5).

**Tablo 4:** Malatya ve Muş istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
MALATYA	Ocak	-1,18	0,24	-0,12	MUŞ	Ocak	-0,49	0,62	0,00
	Şubat	-2,36	<b><i>0,02</i></b>	-0,08		Şubat	-0,75	0,46	0,00
	Mart	-1,99	<b><i>0,05</i></b>	0,00		Mart	-2,10	<b><i>0,04</i></b>	-0,20
	Nisan	0,30	0,76	0,00		Nisan	-1,51	0,13	0,00
	Mayıs	0,00	1,00	0,00		Mayıs	-0,74	0,46	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	0,59	0,56	0,00		Ekim	-0,32	0,75	0,00
	Kasım	-0,69	0,49	0,00		Kasım	-2,40	<b><i>0,02</i></b>	0,00
	Aralık	-2,72	<b><i>0,01</i></b>	-0,07		Aralık	-2,13	<b><i>0,03</i></b>	-0,24

	Yıllık	-2,74	<u>0,01</u>	-0,47		Yıllık	-2,84	<u>0,00</u>	-0,58
	İlkbahar	-2,01	<u>0,04</u>	0,00		İlkbahar	-2,15	<u>0,03</u>	-0,29
	Sonbahar	-0,54	0,59	0,00		Sonbahar	-2,42	<u>0,02</u>	0,00
	Kış	-2,65	<u>0,01</u>	-0,43		Kış	-1,99	<u>0,05</u>	-0,29

**Tablo 5:** Malatya ve Muş istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
MALATYA	Ocak	-0,73	0,47	-0,04	MUŞ	Ocak	2,88	<u>0,00</u>	0,25
	Şubat	-2,72	<u>0,01</u>	-0,14		Şubat	1,69	0,09	0,11
	Mart	-2,55	<u>0,01</u>	0,00		Mart	0,32	0,75	0,00
	Nisan	-0,55	0,58	0,00		Nisan	-0,07	0,94	0,00
	Mayıs	0,88	0,38	0,00		Mayıs	-0,72	0,47	0,00
	Eylül	#####	#####			Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	0,32	0,75	0,00		Ekim	-0,87	0,39	0,00
	Kasım	-1,80	0,07	0,00		Kasım	-1,08	0,28	0,00
	Aralık	-3,33	<u>0,00</u>	-0,10		Aralık	0,02	0,99	0,00
	Yıllık	-3,83	<u>0,00</u>	-0,43		Yıllık	2,27	<u>0,02</u>	0,47
	İlkbahar	-2,76	<u>0,01</u>	-0,06		İlkbahar	0,39	0,69	0,00
	Sonbahar	-1,64	0,10	0,00		Sonbahar	-1,15	0,25	0,00
	Kış	-3,34	<u>0,00</u>	-0,35		Kış	2,45	<u>0,01</u>	0,38

Tunceli'de kar örtülü gün sayısında ilkbahar mevsimindeki azalma eğilimi istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemlidir. Yıllık eğilimi ise yine azalma yönünde olup belirlenen güven aralığında önemli değildir. Kar örtülü gün sayısında aralık, şubat ve mart aylarındaki azalma eğilimi istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemlidir (Tablo 6). Ortalama 50 gün olan kar örtülü gün sayısının 44'ü kış, 5'i ilkbahar ve 1'i sonbahar mevsimindedir. Tunceli istasyonunda kar yağışlı günler sayısında istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı bir değişim hiçbir periyotta görülmemiştir (Tablo 7). Ortalama 24 olan yıllık kar yağışlı günler sayısının 21'i kış, 3'ü ilkbahar ve 1'i sonbahardadır (Şekil 2 ve 3; Tablo 2).

Erzurum Havalimanı istasyon verileri 1970 yılından itibaren kesintisiz ölçümleri içermektedir. Sonbahar mevsimi kar örtülü gün sayısındaki azalmalar istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemlidir. İlkbahar mevsimindeki artma eğilimi hariç diğer periyotlarda istatistiksel açıdan anlamsız azalmalar mevcuttur. 105,2 gün yıllık kar örtülü gün sayısı olan istasyonda bunun 77,8'i kış, 20,6'sı ilkbahar ve 6,8'i ise sonbahar mevsimindedir. Erzurum Havalimanı istasyonu kar yağışlı günler sayısı trendi sonbahar ve ilkbahar mevsimlerinde azalma eğilimindedir. Ancak bu eğilimler istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Kış mevsiminde ve yıllık periyotta ise aksine artma eğilimi mevcuttur. Ancak bu eğilim de istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Yıllık kar yağışlı günler sayısı ortalama 63,3 olup bunun 38,2'si kış, 18,5'i ilkbahar ve 6,6'sı ise sonbahar mevsiminde görülür (şekil 2 ve 3; tablo 2). Aylık olarak ekim ve kasım aylarında kar örtülü gün sayısındaki azalmalar ile ocak ayındaki kar yağışlı günler sayısında artışa ek olarak mayıs ayındaki azalış eğilimleri istatistiksel olarak anlamlıdır (Tablo 6 ve 7). 1970-2020 yılları arası yıllık kar örtülü günler sayısı ortalaması 105,2 iken Erinç (1953)'te bu değeri 120,2 gün olarak vermiştir. 67 yıllık bir süre zarfında yıllık kar örtülü günler sayısı ortalaması 15 gün azalmıştır.

**Tablo 6:** Tunceli ve Erzurum istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
TUNCELİ	Ocak	-0,25	0,80	0,00	ERZURUM	Ocak	-1,38	0,17	0,00
	Şubat	-2,29	<u>0,02</u>	-0,23		Şubat	1,06	0,29	0,00
	Mart	-2,05	<u>0,04</u>	-0,04		Mart	0,37	0,71	0,03
	Nisan	-1,61	0,11	0,00		Nisan	-0,49	0,63	0,00



	Mayıs	0,00	1,00	0,00		Mayıs	-1,52	0,13	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	0,00	1,00	0,00		Ekim	-2,44	<u>0,01</u>	0,00
	Kasım	-1,20	0,23	0,00		Kasım	-2,08	<u>0,04</u>	-0,10
	Aralık	-1,94	<u>0,05</u>	-0,08		Aralık	-1,46	0,14	-0,06
	Yıllık	-1,83	0,07	-0,48		Yıllık	-1,21	0,22	-0,28
	İlkbahar	-2,19	<u>0,03</u>	-0,04		İlkbahar	0,30	0,76	0,04
	Sonbahar	-1,20	0,23	0,00		Sonbahar	-2,52	<u>0,01</u>	-0,14
	Kış	-1,43	0,15	-0,31		Kış	-1,00	0,32	-0,07

**Tablo 7:** Tunceli ve Erzurum istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
TUNCELİ	Ocak	0,08	0,94	0,00	ERZURUM	Ocak	2,09	<u>0,04</u>	0,20
	Şubat	-1,35	0,18	-0,05		Şubat	0,51	0,61	0,04
	Mart	-0,36	0,72	0,00		Mart	0,05	0,96	0,00
	Nisan	-0,74	0,46	0,00		Nisan	-1,36	0,17	-0,05
	Mayıs	0,00	1,00	0,00		Mayıs	-1,93	<u>0,05</u>	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	0,00	1,00	0,00		Ekim	-1,09	0,27	0,00
	Kasım	-0,52	0,61	0,00		Kasım	-0,61	0,55	0,00
	Aralık	-1,71	0,09	-0,06		Aralık	0,53	0,60	0,05
	Yıllık	-1,45	0,15	-0,19		Yıllık	0,61	0,54	0,22
	İlkbahar	-0,52	0,60	0,00		İlkbahar	-0,72	0,47	-0,08
	Sonbahar	-0,52	0,61	0,00		Sonbahar	-0,83	0,41	-0,04
	Kış	-1,53	0,13	-0,16		Kış	1,11	0,27	0,39

Van istasyonu için yıllık ve kar yağışının olduğu diğer üç mevsimde kar örtülü gün sayısında istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimi vardır. Özellikle kar örtülü gün sayısının fazla olduğu kış ve ilkbahar mevsimlerinde bu anlamlılık derecesi daha da derinleşmektedir. Yıllık 68,9 gün olan kar örtülü günler sayısının 56,5'i kış, 9,1'i ilkbahar ve 3,3'ü sonbahardadır. 2017 yılına kadar ölçümü alınan Van istasyonu için istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı azalma eğilimi ilkbahar mevsiminde görülmektedir. İlkbaharda 9.7 ortalama gün kar yağışı olurken istasyon çevresinde yıllık toplam ortalama kar yağışlı günler sayısı 40'tır. Bunun ortalama 27 gününün kış mevsiminde yaşandığı göz önünde bulundurulursa ilkbahar mevsiminde meydana gelen bu değişimin, yıllık eğilimde kışa göre çok büyük bir etkiye sahip olmadığı düşünülebilir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Kar örtülü gün sayısında şubat, mart, nisan ve kasım; kar yağışlı günler sayısında ise sadece nisan ayında meydana gelen azalma eğilimleri istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında önemlidir (Tablo 8 ve 9). Erinç (1953), kar örtülü gün sayısını istasyon için en az 33, en fazla 148 olarak belirtmiş; yıllık ortalama ise 82,3 olarak bulmuştur. 1970-2020 yılları ortalaması olan 68,9 gün ile bu değeri kıyasladığımızda 13,4 gün fark olduğu görülür. Dolayısıyla eğilim çalışması, 1950'lerden başlatılmış olsaydı görünen o ki azalma eğilimleri daha da dramatik bir hal alacaktı.

Yıllık, ilkbahar ve kış dönemlerinde anlamlı azalma eğilimlerinin bulunduğu Erzincan istasyonunun kar örtülü gün sayısı yıllık ortalama 38,5 gün olup; bunun ortalama 33 günü kış mevsimindedir. Ortalama 4 günü ise yine anlamlı azalma eğiliminin görüldüğü ilkbahar mevsimindedir. Bu açıdan bakıldığında ortalama kar örtülü gün sayısında en yüksek sayıya sahip mevsimlerde anlamlı azalma eğilimlerinin bulunması önemlidir. Nitekim bu durum yıllık kar örtülü gün sayısında meydana gelen azalma eğilimini de anlamlı kılmıştır. Erzincan istasyonu kar yağışlı günler sayısı trend analizine bakıldığında yalnızca sonbahar mevsiminde istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı azalmaların yaşandığı görülür. Yıllık ortalama 27,9 gün olan kar yağışlı günler sayısının 21'i kış, 5'i ilkbahar ve 1,9'u sonbahara aittir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Erzincan istasyonu aylık

eğilimlere bakıldığında mart ve aralık ayında kar örtülü günde; sadece kasım ayında kar yağışlı günler sayısında istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimlerinin olduğu görülür (Tablo 8 ve 9). Erinç (1953), Erzincan istasyonu yıllık kar örtülü günler sayısını ortalama 39,7 gün olarak belirtmiştir. Bu değeri 1970-2020 yılları arası ortalama kar örtülü günler sayısı olan 38,5 gün ile kıyasladığımızda; mukayese edilen diğer istasyonlardaki büyüklükte bir azalmanın olmadığı görülür. 67 yıllık periyotta 1,2 günlük bir azalma gerçekleşmiştir.

**Tablo 8:** Van ve Erzincan istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
VAN	Ocak	-1,39	0,17	-0,03	ERZİNCAN	Ocak	-1,00	0,32	-0,09
	Şubat	-2,80	<b><u>0,01</u></b>	-0,20		Şubat	-1,67	0,10	-0,10
	Mart	-2,28	<b><u>0,02</u></b>	-0,12		Mart	-2,12	<b><u>0,03</u></b>	-0,04
	Nisan	-2,82	<b><u>0,00</u></b>	0,00		Nisan	0,90	0,37	0,00
	Mayıs	0,31	0,76	0,00		Mayıs	0,00	1,00	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	-1,05	0,29	0,00		Ekim	0,47	0,64	0,00
	Kasım	-2,13	<b><u>0,03</u></b>	-0,03		Kasım	-0,75	0,45	0,00
	Aralık	-1,71	0,09	-0,16		Aralık	-2,38	<b><u>0,02</u></b>	-0,11
	Yıllık	-3,08	<b><u>0,00</u></b>	-0,78		Yıllık	-2,26	<b><u>0,02</u></b>	-0,50
	İlkbahar	-2,58	<b><u>0,01</u></b>	-0,16		İlkbahar	-2,04	<b><u>0,04</u></b>	-0,04
	Sonbahar	-2,34	<b><u>0,02</u></b>	-0,04		Sonbahar	-0,67	0,51	0,00
	Kış	-2,72	<b><u>0,01</u></b>	-0,50		Kış	-2,01	<b><u>0,04</u></b>	-0,40

**Tablo 9:** Van ve Erzincan istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
VAN	Ocak	-0,26	0,80	0,00	ERZİNCAN	Ocak	0,81	0,42	0,05
	Şubat	-0,56	0,57	-0,03		Şubat	0,26	0,79	0,00
	Mart	-1,21	0,23	-0,06		Mart	0,39	0,70	0,00
	Nisan	-3,51	<b><u>0,00</u></b>	-0,06		Nisan	-0,07	0,94	0,00
	Mayıs	0,32	0,75	0,00		Mayıs	0,00	1,00	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	-0,33	0,74	0,00		Ekim	-1,19	0,23	0,00
	Kasım	-1,74	0,08	0,00		Kasım	-1,93	<b><u>0,05</u></b>	0,00
	Aralık	-0,92	0,36	-0,04		Aralık	-1,04	0,30	-0,03
	Yıllık	-1,65	0,10	-0,26		Yıllık	0,04	0,97	0,00
	İlkbahar	-2,42	<b><u>0,02</u></b>	-0,16		İlkbahar	0,52	0,60	0,00
	Sonbahar	-1,87	0,06	-0,03		Sonbahar	-1,95	<b><u>0,05</u></b>	0,00
	Kış	-0,19	0,85	0,00		Kış	-0,07	0,95	0,00

Hakkari istasyonu için kar örtülü günlerdeki azalma eğilimi, yalnızca sonbahar mevsimi için ve kasım ayı için istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlıdır (Tablo 10). Yıllık ortalama kar örtülü gün sayısında 3,7 gün ile ancak % 3,7'sinin sonbahar mevsiminde olduğunu hesaba katarsak bu değişimin çok güçlü olmadığı söylenebilir (Tablo 2). Yıllık % 90 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı bir azalma eğilimi mevcuttur. Sen eğim değerine göre ise kar örtülü gün sayısı 50 yıllık periyotta yaklaşık -17 gün azalmıştır (Tablo 3). Hakkari istasyonun kar yağışlı günler sayısı bakımından trendine baktığımızda ve kar örtülü günlerle ilişkilendirdiğimizde ortaya farklı bir tablo çıkmaktadır. Şöyle ki; kar örtülü günler sayısı kar yağışlı

mevsimlerde ve yıllık periyotta azalırken; kar yağışlı günlerde özellikle kar yağışının ortalama % 70'inin gerçekleştiği kış mevsimi ve etkilediği yıllık periyotta istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı olmamakla birlikte bir artış eğilimi görülmektedir. Bu durum karın yerde kalma süresinin azaldığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Öte yandan sonbahar mevsiminde görülen azalma eğilimi ise istatistiksel açıdan anlamlıdır. Literatürde azalan kış yağışları ve artan güz yağışları (Türkeş vd., 2007, 2009; Çiçek ve Duman, 2015) ile bu durum birlikte değerlendirildiğinde mevsimsel kaymaların yalnızca toplam yağış miktarlarında değil aynı zamanda kar yağışlı günler sayısında da mevcudiyetini göstermesi açısından önemlidir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Nisan ve kasım aylarında kar yağışlı günler sayısında istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimi hakimdir (Tablo 11).

İğdir istasyonu için 2018 ve 2019 yılları, veri eksikliği nedeniyle kapsam dışı tutulmuştur. 1970-2017 yılları arası için yapılan eğilim analizi sonucunda; kar örtülü gün sayılarında yıllık, kış ve ilkbahar periyotlarında istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı azalmaların yaşandığı görülmüştür. Ortalama yaklaşık 34 günün kar örtülü olduğu istasyonda; % 92 oranla 31 günü kışta, %5 oranla 2 gün ilkbaharda, %3 oranla 1 gün de sonbahardadır. Yıllık ortalama 14,3 olan kar örtülü günler sayısının 12.1'i kış, 1.4'ü ilkbahar ve 0.8'i sonbahardadır (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Aylık periyotta şubat ve mart aylarında kar örtülü gün sayılarında; sadece şubat ayında ise kar örtülü günler sayısında istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimleri görülür (Tablo 10 ve 11).

**Tablo 10:** Hakkari ve İğdir istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
HAKKARİ	Ocak	-0,03	0,97	0,00	İĞDIR	Ocak	-0,91	0,36	-0,08
	Şubat	-0,75	0,45	0,00		Şubat	-3,43	<b>0,00</b>	-0,33
	Mart	-1,05	0,29	-0,06		Mart	-2,49	<b>0,01</b>	0,00
	Nisan	-0,98	0,33	0,00		Nisan	####	####	
	Mayıs	-0,74	0,46	0,00		Mayıs	####	####	
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	####	####	
	Ekim	1,35	0,18	0,00		Ekim	####	####	
	Kasım	-2,12	<b>0,03</b>	-0,03		Kasım	-0,60	0,55	0,00
	Aralık	-0,85	0,39	-0,04		Aralık	-0,09	0,93	0,00
	Yıllık	-1,78	0,07	-0,35		Yıllık	-2,31	<b>0,02</b>	-0,55
	İlkbahar	-1,07	0,28	-0,14		İlkbahar	-2,49	<b>0,01</b>	0,00
	Sonbahar	-2,10	<b>0,04</b>	-0,03		Sonbahar	-0,60	0,55	0,00
	Kış	-1,26	0,21	-0,16		Kış	-2,10	<b>0,04</b>	-0,42

**Tablo 11:** Hakkari ve İğdir istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
HAKKARİ	Ocak	1,38	0,17	0,09	İĞDIR	Ocak	-1,69	0,09	-0,05
	Şubat	0,01	0,99	0,00		Şubat	-2,11	<b>0,04</b>	-0,05
	Mart	-0,83	0,41	-0,04		Mart	-1,69	0,09	0,00
	Nisan	-2,47	<b>0,01</b>	-0,03		Nisan	0,51	0,61	0,00
	Mayıs	-0,72	0,47	0,00		Mayıs	0,00	1,00	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	0,72	0,47	0,00		Ekim	-1,49	0,14	0,00
	Kasım	-2,81	<b>0,00</b>	-0,06		Kasım	-0,95	0,34	0,00
	Aralık	1,86	0,06	0,10		Aralık	-1,10	0,27	0,00

	Yıllık	0,28	0,78	0,05		Yıllık	-1,80	0,07	-0,16
	İlkbahar	-1,65	0,10	-0,12		İlkbahar	-1,64	0,10	0,00
	Sonbahar	-2,66	<b>0,01</b>	-0,05		Sonbahar	-0,96	0,34	0,00
	Kış	1,73	0,08	0,29		Kış	-1,68	0,09	-0,13

Kars istasyonu kar örtülü günler sayılarının eğilim analizine bakıldığında ilk olarak diğer istasyonlara kıyasla yüzde bazlı kış yağışının azalan oranı (%75) ve artan sonbahar oranı (%6) dikkati çeker (Tablo 2). Kars istasyonu kar yağışlı günler sayısı trend analizi 1970-2017 yılları arası için yapılmıştır. Kış mevsiminin kar yağışlı günler sayısındaki oranı 19 gün ile % 58,5'dir. Yıllık, kış ve ilkbahar periyotları, istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı olarak artma eğilimindedir. Sonbahar mevsiminde artış olsa da istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. Hakkari'ye benzer bir durum Kars için de geçerlidir. Karın yerde kalma süresi azalmaktadır. Kar yağışlı günler sayısında anlamlı artışlar gerçekleşse de kar örtülü günler istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı olmasa da azalmaktadır (Şekil 2 ve 3; Tablo 2 ve 12). Kars'ta aylık periyotta kar örtülü gün sayısında istatistiksel açıdan anlamlı olmayan artış ve azalışlar görülmekte iken; kar yağışlı günler sayısında ocak, şubat ve mart aylarında anlamlı artış eğilimleri söz konusudur (Tablo 13). 100,7 gün olan 1970-2020 yılları arası yıllık kar örtülü günler sayısı, Erinç (1953) tarafından 122,3 gün olarak belirtilmiştir. İki değer arasında 67 yılda 21,6 gün kar örtülü günler sayısında azalmanın olduğu görülür.

Ağrı kar örtülü gün sayısı eğilim analizi incelendiğinde; yıllık periyotta anlamlılık derecesine çok yakın bir azalma eğilimi, kış ve sonbaharda istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamsız azalma ve son olarak ilkbaharda anlamlı azalma eğilimi olduğu görülür. Yıllık kar örtülü gün sayısı 113 olan istasyonda 79,6 gün kış, 27,7 gün ilkbahar ve 5,7 gün sonbaharda kar örtülüdür. Ağrı kar yağışlı günler sayısı eğilim analizi incelendiğinde; ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde anlamlı azalma eğiliminin varlığı dikkati çeker. Yıllık azalma eğilimi de istatistiksel açıdan anlamlı olmamakla beraber kış mevsimi için anlamlı olmasa da diğer periyotların aksine artış trendi görülür. Kar yağışlı günler ile kar örtülü günler değerlendirildiğinde ilk olarak yıllık, ilkbahar ve sonbahar için eğilim yönleri uyumlu iken anlamlılık yönünden farklıdır. Ancak kış mevsimi için anlamlı olmasa da kar yağışlı günler artarken kar örtülü gün sayısının azalma eğiliminde olması dikkati çekmektedir. 38 gün yıllık ortalama kar yağışlı iken bunun 26'sı kış, 9,5'i ilkbahar ve 2,5'i sonbahar mevsimlerinde görülür (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Aylık bazda kar örtülü gün sayısında mart, nisan ve ekim aylarında anlamlı azalma eğilimleri söz konusu iken; kar yağışlı günler sayısında sadece nisan ve ekim aylarındaki azalma eğilimleri anlamlıdır (Tablo 12 ve 13).

**Tablo 12:** Kars ve Ağrı istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

Istasyon	Periyot	MK	P	Sen	Istasyon	Periyot	MK	P	Sen
KARS	Ocak	0,67	0,50	0,00	AĞRI	Ocak	-1,63	0,10	0,00
	Şubat	-0,62	0,53	0,00		Şubat	-0,89	0,37	0,00
	Mart	-0,31	0,76	0,00		Mart	-2,05	<b>0,04</b>	-0,03
	Nisan	-0,12	0,90	0,00		Nisan	-2,35	<b>0,02</b>	-0,04
	Mayıs	0,30	0,77	0,00		Mayıs	-0,94	0,35	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	-0,20	0,84	0,00		Ekim	-2,28	<b>0,02</b>	0,00
	Kasım	-1,04	0,30	-0,02		Kasım	-1,39	0,16	0,00
	Aralık	-0,51	0,61	0,00		Aralık	-0,72	0,47	0,00
	Yıllık	-0,54	0,59	-0,14		Yıllık	-1,85	0,06	-0,38
	İlkbahar	-0,28	0,78	0,00		İlkbahar	-1,93	<b>0,05</b>	-0,25
	Sonbahar	-1,25	0,21	-0,03		Sonbahar	-1,61	0,11	-0,03
	Kış	-0,43	0,67	-0,04		Kış	-0,98	0,33	-0,06

**Tablo 13:** Kars ve Ağrı istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

Istasyon	Periyot	MK	P	Sen	Istasyon	Periyot	MK	P	Sen
----------	---------	----	---	-----	----------	---------	----	---	-----

KARS	Ocak	3,08	<u>0,00</u>	0,18	AĞRI	Ocak	0,77	0,44	0,04
	Şubat	2,71	<u>0,01</u>	0,11		Şubat	-0,60	0,55	-0,04
	Mart	2,86	<u>0,00</u>	0,12		Mart	-1,09	0,27	-0,05
	Nisan	0,31	0,76	0,00		Nisan	-2,03	<u>0,04</u>	0,00
	Mayıs	1,90	0,06	0,00		Mayıs	-0,89	0,37	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	1,18	0,24	0,00		Ekim	-3,04	<u>0,00</u>	0,00
	Kasım	0,32	0,75	0,00		Kasım	-1,68	0,09	0,00
	Aralık	1,89	0,06	0,09		Aralık	-0,21	0,83	0,00
	Yıllık	3,31	<u>0,00</u>	0,64		Yıllık	-0,80	0,42	-0,18
	İlkbahar	2,31	<u>0,02</u>	0,15		İlkbahar	-2,33	<u>0,02</u>	-0,13
	Sonbahar	0,87	0,38	0,00		Sonbahar	-2,28	<u>0,02</u>	-0,04
Kış	3,01	<u>0,00</u>	0,36	Kış	0,03	0,98	0,00		

Ardahan kar örtülü günler sayısı trend analizine bakıldığında; kış ve ilkbahar mevsimlerinde ve yıllık periyotta anlamlı azalmaların olduğu görülür (Tablo 14). Sonbahar mevsiminde de azalma hakimdir fakat istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır. İstasyonda 118.4 gün olan kar yağışlı günler sayısının 83.1'i kış, 26'sı ilkbahar ve 9.4'ü ise sonbahar mevsimindedir. Ardahan kar yağışlı günler sayısı eğilimine bakıldığında ise; mevsimsel ve yıllık bazda istatistiksel olarak anlamlı olmayan artışların olduğu görülür (Tablo 15). Ardahan istasyonu, kar yağışlı günlerin anlamsız artmasına rağmen kar örtülü günlerin anlamlı azalması açısından oldukça önemlidir. Ortalama 42 günün yıllık kar yağışlı geçtiği istasyonda kış ortalama 22,7 gün ile % 53,9 oranına sahiptir. 13,3 ortalama gün ile ilkbahar % 31,4'üne sahip iken sonbahar ortalama 6,2 gün ile % 14,7 oranındadır (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Aylık periyotta ocak, mart ve ekim aylarında kar örtülü gün sayılarında anlamlı azalma eğilimi görülürken; kar yağışlı günler sayısında ocak, şubat, mart, nisan ve aralık aylarında anlamlı artma eğilimi görülmüştür (Tablo 14 ve 15). Hakkari ve Kars istasyonlarında görülen kar örtülü günler sayısındaki azalmaya karşın kar yağışlı günler sayısındaki artış, bu istasyonda daha anlamlı hale gelmiştir.

Bingöl istasyonu kar örtülü günler sayısı eğilim analizine bakıldığında; yıllık, ilkbahar, sonbahar ve kış mevsiminde azalma eğiliminin olduğu görülür. Bunlardan kış ve sonbahar hariç ilkbahar ve yıllık periyottaki azalma istatistiksel açıdan anlamlıdır. % 82,8 oranla 53,7 gün kış mevsiminde kar örtülü güne sahip istasyonda, % 15,3 ile 9,9 gün ilkbahar ve % 1,9 oran ve 1,2 gün ile sonbahar mevsimi kar örtülü gün sayısına sahiptir. İstasyonda kar örtülü günler sayısı yıllık ortalama 64,8 gündür (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Bingöl istasyonu kar yağışlı günler sayısı eğilimine bakıldığında; yıllık periyotta anlamlı bir azalma eğiliminin olduğu, kış ve sonbahar mevsimlerindeki azalmanın istatistiksel açıdan anlamsız fakat; ilbahardaki azalmanın anlamlı olduğu görülür. % 81,2 oranla kış (26,8 gün), % 15 oranla ilkbahar (4,9 gün) ve % 3,8 oranla (1,2 gün) sonbahar mevsimleri kar yağışlı günler sayısına sahiptir. Ortalama yıllık toplam 32,9 gün kar yağışlı günler sayısı mevcuttur. İstasyon için 2 veri birlikte değerlendirildiğinde ilkbahar mevsiminde her 2 ölçümde de meydana gelen ve anlamlı olan azalma eğilimi dikkat çekicidir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Aylık periyotta Bingöl'de mart ve aralık aylarında istatistiksel açıdan anlamlı azalmalar kar örtülü gün sayısında yaşanırken; kar yağışlı günler sayısında mart ve aralık aylarında anlamlı azalma eğilimleri hakimdir (Tablo 14 ve 15).

**Tablo 14:** Ardahan ve Bingöl istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
ARDAHAN	Ocak	-2,32	<u>0,02</u>	0,00	BİNGÖL	Ocak	-0,84	0,40	0,00
	Şubat	-1,44	0,15	0,00		Şubat	-1,64	0,10	-0,07
	Mart	-3,06	<u>0,00</u>	-0,24		Mart	-2,02	<u>0,04</u>	-0,13
	Nisan	-0,37	0,71	0,00		Nisan	-0,19	0,85	0,00
	Mayıs	0,36	0,72	0,00		Mayıs	0,00	1,00	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	-2,22	<u>0,03</u>	0,00		Ekim	0,00	1,00	0,00
	Kasım	-1,08	0,28	-0,07		Kasım	-0,95	0,34	0,00

	Aralık	-1,61	0,11	0,00		Aralık	-2,01	<b>0,04</b>	-0,17
	Yıllık	-2,92	<b>0,00</b>	-0,53		Yıllık	-2,14	<b>0,03</b>	-0,53
	İlkbahar	-2,53	<b>0,01</b>	-0,25		İlkbahar	-1,99	<b>0,05</b>	-0,13
	Sonbahar	-1,46	0,14	-0,10		Sonbahar	-0,95	0,34	0,00
	Kış	-2,41	<b>0,02</b>	-0,13		Kış	-1,77	0,08	-0,31

**Tablo 15:** Ardahan ve Bingöl istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
ARDAHAN	Ocak	4,38	<b>0,00</b>	0,20	BİNGÖL	Ocak	-0,27	0,79	0,00
	Şubat	3,65	<b>0,00</b>	0,17		Şubat	-1,46	0,14	-0,09
	Mart	3,38	<b>0,00</b>	0,13		Mart	-2,02	<b>0,04</b>	-0,07
	Nisan	2,13	<b>0,03</b>	0,07		Nisan	-1,74	0,08	0,00
	Mayıs	0,40	0,69	0,00		Mayıs	0,00	1,00	0,00
	Eylül	0,00	1,00	0,00		Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	-0,39	0,70	0,00		Ekim	0,00	1,00	0,00
	Kasım	0,67	0,51	0,00		Kasım	-1,69	0,09	0,00
	Aralık	3,70	<b>0,00</b>	0,16		Aralık	-2,11	<b>0,04</b>	-0,10
	Yıllık	4,92	<b>0,00</b>	0,76		Yıllık	-2,18	<b>0,03</b>	-0,35
	İlkbahar	4,00	<b>0,00</b>	0,20		İlkbahar	-2,36	<b>0,02</b>	-0,09
	Sonbahar	0,43	0,67	0,00		Sonbahar	-1,69	0,09	0,00
	Kış	5,02	<b>0,00</b>	0,56		Kış	-1,74	0,08	-0,25

Bitlis istasyonu, verileri 2011 ve 2019 yılları arasında olması sebebiyle, verisi tam olmayan ve kapsam dışı bırakılmak zorunda kalınan tek istasyondur. Genel gidişi görmek ve bölgesel bütünlüğü bozmamak adına analiz edilmiştir. Kar örtülü günler sayısında 9 yıllık periyotta azalma eğilimi hakimdir. Ortalama yıllık 124,3 gün kar örtülü günler bulunmakla beraber bunun % 64'ü yani 79,6 günü kışın, % 32'si 39,8 gün ilkbahar, % 4'ü 5 günü ise sonbahardadır. Bitlis istasyonu için kar yağışlı günler sayısı eğiliminde ise; anlamlı olmayan azalma ve artma eğilimleri görülür. Ayrıca her ne kadar süre 9 yıl ile sınırlı olsa da ortaya çıkan sonuç bazı diğer istasyonlarla benzerdir. Şöyle ki; genel olarak kar yağışlı günlerdeki artma eğilimi ve kar örtülü günler sayısındaki azalma eğilimi diğer istasyonlarda olduğu gibi karın yerde kalma süresinin azaldığının bir işareti olarak yorumlanabilir. % 69,4 oran ve 66,2 ortalama gün ile en çok kışın görülen kar yağışlı günler sayısı % 25 oranla (23,9 gün) ilkbahar, % 5,6 oranla (5,3 gün) sonbaharda görülür. Ortalama toplam kar yağışlı günler sayısı ise 95,4 gündür (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Bitlis'te aylık periyotta ne kar örtülü gün ne de kar yağışlı günler sayılarında anlamlı bir eğilim bulunamamıştır (Tablo 16 ve 17).

Elazığ istasyonu kar örtülü günler sayısının eğilim analizi incelendiğinde; yıllık, ilkbahar ve kış periyotlarındaki anlamlı azalma dikkat çekicidir. Sonbahar mevsiminde de azalma hâkimdir ancak % 95 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Yıllık toplam ortalama 27,1 gün kar örtülü günler sayısı var olup; bunların % 90'ı (24,4 gün) kış, % 7,2'si (2 gün) ilkbahar, % 2,7'si (0,7 gün) sonbahar mevsimindedir. Elazığ kar yağışlı günler sayısı eğilim analizine bakıldığında ise ilk olarak verilerin 44 yıllık olması dikkati çeker. 1970-2013 yılları arasında kesintisiz veri mevcutken 2014-2020 yılları arasında neredeyse tüm yıllarda yıllık kar yağışlı günler sayısı "0" olarak verilmektedir. Bu durum mümkün olmadığından 2013 yılına kadar olan veriler kullanılmıştır. Yıllık ortalama 23,6 gün kar yağışlı olmakta ve bunun % 80,3 oranla (19 günü) kışın, % 15,3'ü (3,6 gün) ilkbahar, % 4,4'ü (1 gün) sonbaharda gerçekleşmektedir. Eğilime bakıldığında ise; yıllık ve kar yağışlı günlerin en yüksek olduğu iki mevsim olan kış ve ilkbaharda anlamlı azalma eğilimi görülmektedir. Sonbaharda da azalma görülmektedir ancak istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı bulunmamıştır (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Aylık periyotta Elazığ'da kar örtülü gün sayılarında şubat, mart ve aralık aylarındaki azalma eğilimleri ile aralık, ocak, şubat ve mart aylarında kar yağışlı günler sayılarındaki azalma eğilimleri istatistiksel açıdan anlamlıdır (Tablo 16 ve 17).

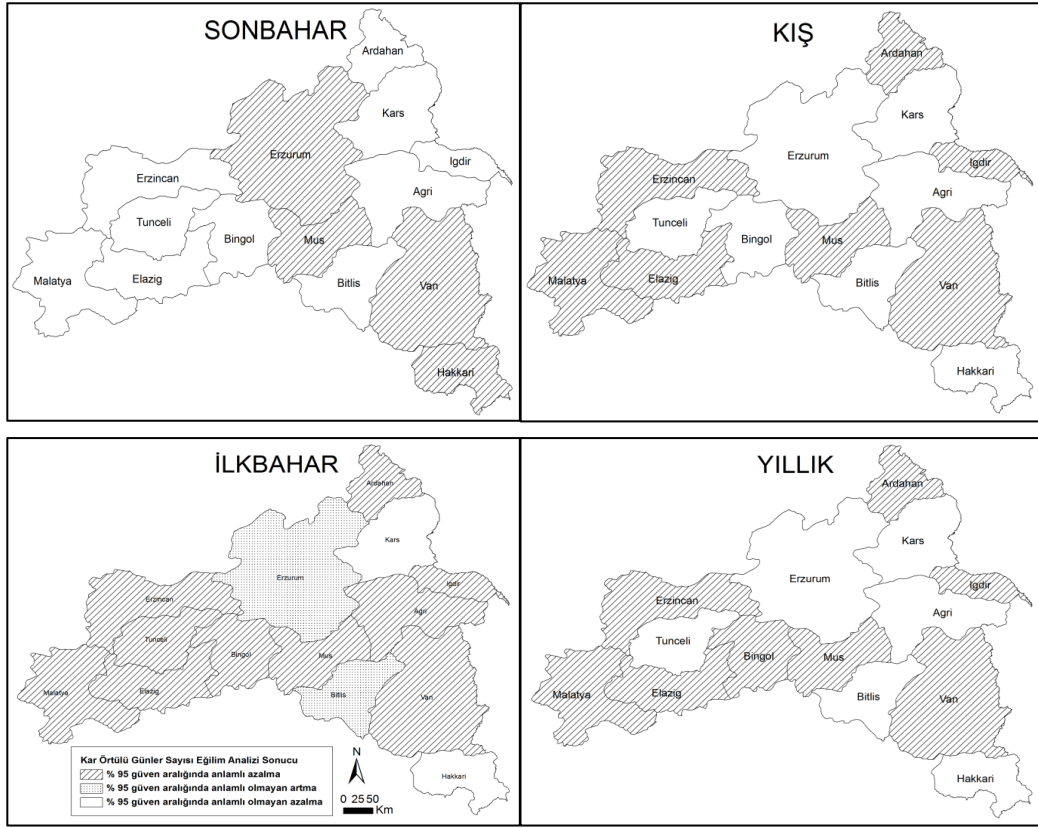
**Tablo 16:** Bitlis ve Elazığ istasyonları kar örtülü gün sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
BITLİS	Ocak	-1,16	0,25	0,00	ELAZIĞ	Ocak	-1,88	0,06	-0,16
	Şubat	-1,01	0,31	0,00		Şubat	-3,25	<b><u>0,00</u></b>	-0,14
	Mart	-0,72	0,47	0,00		Mart	-2,00	<b><u>0,05</u></b>	0,00
	Nisan	0,73	0,46	0,58		Nisan	-0,27	0,79	0,00
	Mayıs	####	####			Mayıs	0,00	1,00	0,00
	Eylül	####	####			Eylül	0,00	1,00	0,00
	Ekim	-1,76	0,08	0,00		Ekim	0,00	1,00	0,00
	Kasım	-0,53	0,59	-0,46		Kasım	-1,68	0,09	0,00
	Aralık	-1,15	0,25	-1,27		Aralık	-2,26	<b><u>0,02</u></b>	-0,05
	Yıllık	-1,46	0,14	-2,54		Yıllık	-3,56	<b><u>0,00</u></b>	-0,59
	İlkbahar	0,73	0,46	0,58		İlkbahar	-2,00	<b><u>0,05</u></b>	0,00
	Sonbahar	-0,63	0,53	-0,46		Sonbahar	-1,68	0,09	0,00
	Kış	-1,25	0,21	-1,92		Kış	-3,32	<b><u>0,00</u></b>	-0,51

**Tablo 17:** Bitlis ve Elazığ istasyonları kar yağışlı günler sayıları Mann-Kendall trend analizi sonuçları ve Sen eğim değerleri (MK: Mann-Kendall İstatistiği, P: Güven Aralığı, Sen: Sen Eğim Değeri). (Kalın, italik ve altı çizililer % 95 güven aralığında anlamlıdır).

İstasyon	Periyot	MK	P	Sen	İstasyon	Periyot	MK	P	Sen
BITLİS	Ocak	0,63	0,53	1,88	ELAZIĞ	Ocak	-2,55	<b><u>0,01</u></b>	-0,15
	Şubat	-0,53	0,59	-0,58		Şubat	-2,18	<b><u>0,03</u></b>	-0,12
	Mart	0,11	0,92	0,00		Mart	-2,75	<b><u>0,01</u></b>	-0,09
	Nisan	0,00	1,00	0,00		Nisan	0,56	0,57	0,00
	Mayıs	####	####			Mayıs	####	####	
	Eylül	####	####			Eylül	####	####	
	Ekim	-1,88	0,06	0,00		Ekim	-0,59	0,55	0,00
	Kasım	-0,31	0,75	-0,29		Kasım	-1,49	0,14	0,00
	Aralık	0,52	0,60	1,20		Aralık	-2,24	<b><u>0,02</u></b>	-0,08
	Yıllık	0,21	0,83	2,00		Yıllık	-3,71	<b><u>0,00</u></b>	-0,61
	İlkbahar	0,21	0,83	0,24		İlkbahar	-2,73	<b><u>0,01</u></b>	-0,09
	Sonbahar	-0,52	0,60	-0,29		Sonbahar	-1,62	0,10	0,00
	Kış	0,21	0,83	0,42		Kış	-3,35	<b><u>0,00</u></b>	-0,43

Sonuçları harita üzerinde genel olarak değerlendirdiğimizde ilk olarak yıllık kar örtülü gün sayısındaki değişimlerin tamamının azalma eğiliminde olduğu ve bunlardan büyük bir bölümünün istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı olduğu görülür (Şekil 2).

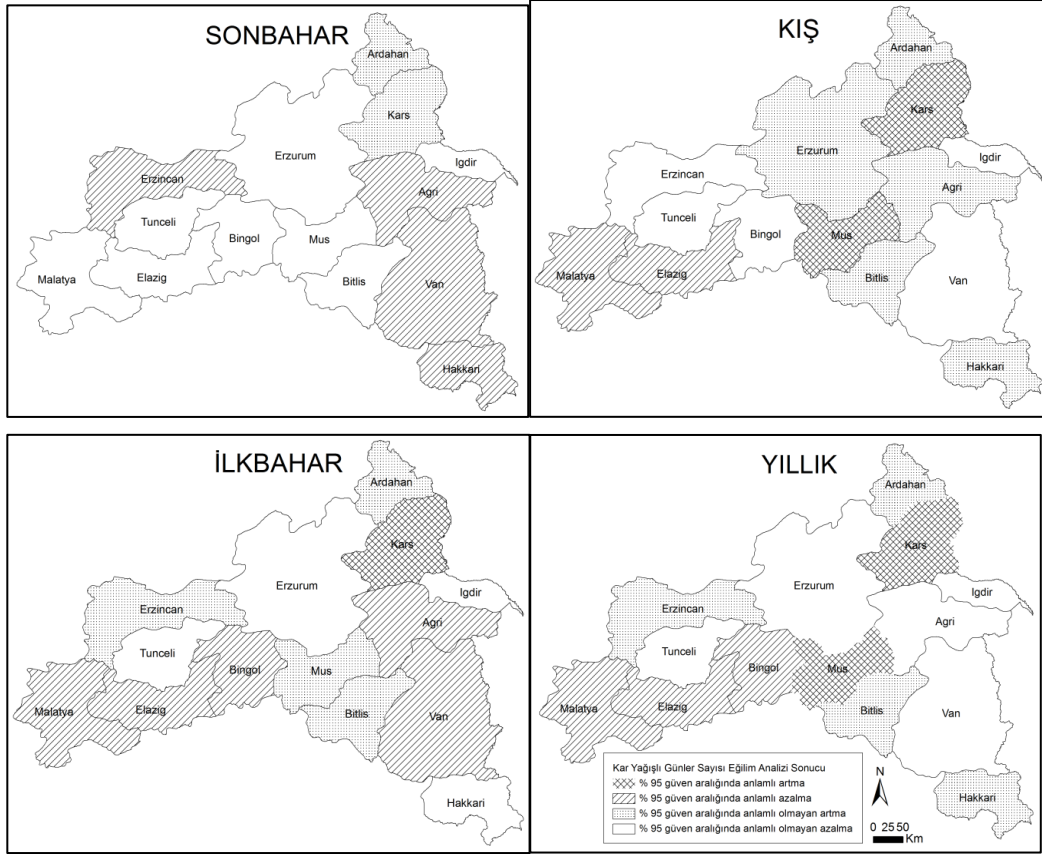


Şekil 2. Kar örtülü günler sayısı eğilim analizi sonuçları

Yıllık kar yağışlı günler sayısındaki değişimlerin örtülü günlere göre daha çeşitli olduğu dikkati çeker. Özellikle Kars ve Muş istasyonlarının kar yağışlı günlerde anlamlı artışa sahip olması, analizlerde karşılaşılan tek örnektir (Şekil 3). Anlamlı azalmaların Malatya'dan başlayarak Muş'a kadar bir hat üzerinde görülmesi de dikkat çekicidir. Onun dışında diğer illerde anlamlı olmayan artış ve azalış eğilimleri görülmektedir. Bu konuya ilişkin Kayhan vd. (2011), su yapılarının değişikliğe neden olabileceğini belirterek 2005 sonrası Elazığ'da yıllık toplam yeni kar miktarında belirgin bir azalma eğilimi olduğunu vurgulamıştır. Karla örtülü gün sayısındaki azalma da 2005 sonrası daha belirgin hale gelip baraj yakınlarındaki meteoroloji istasyonlarında bu değişim izlenmiştir. Bu istasyonlarda yıllık toplam kar yağışı miktarında bulunan azalma eğilimleri ise istatistik açıdan anlamlı bulunmamıştır (Kayhan vd., 2011).

Bir diğer önemli araştırma bulgusu ise kar yağışlı günler sayısı eğilimi ile kar örtülü günler sayısındaki eğilimlerin istasyon bazlı olarak uyumsuzluğu konusudur. Şöyle ki bazı istasyonlarda örneğin; Ardahan ve Erzincan'da kar yağışlı günler sayısı anlamsız da olsa artarken kar örtülü günler sayısı anlamlı bir şekilde azalmaktadır. Yine süresi az ve anlamlılığı istatistiksel açıdan önemsiz olsa da Bitlis'te de benzer durum söz konusudur. Kars ve Muş istasyonlarında ise bu durum yağışlı gün için daha da derinleşmiş; örtülü gün Kars için istatistiksel açıdan anlamsız; Muş için anlamlı bir biçimde azalırken her iki istasyon için yağışlı gün sayıları anlamlı bir şekilde artmıştır. En önemli bulgu ise hiçbir istasyonda yıllık bazda kar örtülü günler sayısının artma eğiliminde olmadığıdır. 14 istasyonun kar örtülü günler sayısı için 8 (% 57.1'inde) tanesinde anlamlı azalma tespit edilmiş ve geriye kalan istasyonlarda ise istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamsız azalma eğilimi görülmüştür. Kar yağışlı günler sayısında ise 14 istasyonun 3 tanesinde istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamlı azalma tespit edilmiş; geriye kalanlarda ise 2 anlamlı artışa ek olarak 5 anlamsız azalma ve 4 tane anlamsız artış tespit edilmiştir. Kar örtülü ve kar yağışlı günler sayısında meydana gelen eğilimlere mevsimsel olarak mekansal ölçekte baktığımızda; istasyonların genel yıllık eğilimlerini yansıttığını söylemek mümkündür. Bu periyotlardaki eğilimler özellikle yıllık kar yağışlı günler sayısındaki oranları ile birlikte düşünüldüğünde daha önemlidir (Tablo 2). İstasyonların büyük bir bölümünde özellikle kar örtülü günler sayısında neredeyse tüm haritalarda anlamlı azalma eğilimi hakimdir (Şekil 2).





Şekil 3. Kar yağışlı günler sayısı eğilim analizi sonuçları

Kış kar örtülü günler sayısında meydana gelen eğilimlerin dağılışı, harita üzerinde incelendiğinde; yıllık da olduğu gibi yalnızca azalmanın olduğu ve bunun da büyük bölümünün anlamlı olduğu görülür (Şekil 2). Yıllık periyottan farklı olarak Bingöl'deki anlamlı azalma yerini anlamsız azalmaya bırakmıştır. Kış aylarında meydana gelen eğilim yönleri ve anlamlılık düzeyi benzerliği bir diğer ifade ile yıllık periyottaki etkisi önemlidir. Şöyle ki; istasyonların tamamında değişen oranlarda en yüksek kar yağışlı ve kar örtülü günlere bu mevsimde ulaşılır. Bazı istasyonlarda bu değer % 90'ları geçerken bazı istasyonlarda % 58'e kadar düşer. Ancak nihayetinde her parametre için en yüksek değerlere yine kış mevsiminde ulaşılır. Bu durum bir tablo ile verilerek değişimlerin önemleri daha net ortaya koyulmaya çalışılmıştır (Tablo 2). Kış kar yağışlı günler sayısında meydana gelen değişimlerin mekânsal dağılışına bakıldığında yıllık trendde olduğu gibi özellikle Muş ve Kars istasyonlarındaki anlamlı artma eğilimi dikkat çeker (Şekil 3). Ek olarak anlamlı olmasa da 4 istasyonda daha görülen artış küresel iklim değişikliği ile birlikte düşünüldüğünde ve bölge için senaryo sonuçları değerlendirildiğinde (Türkeş, 2018) önemlidir. Anlamlı azalma eğilimleri de kısmen senaryo sonuçları ile örtüşmekle beraber (Türkeş, 2018) diğer periyotlardaki eğilim özelliklerini korumaktadır. Özellikle Malatya ve Elazığ her iki parametrede ve sonbahar hariç tüm periyotlarda anlamlı azalma eğilimindedir (Şekil 2 ve 3). İlkbahar mevsimi kar örtülü gün sayısında meydana gelen eğilimlerde, yıllık periyotta olduğu gibi genelde benzer azalma eğilimleri görülür. Yalnızca farklı olarak Tunceli ve Ağrı'daki azalma eğilimleri bu mevsim için anlamlı hale gelmiştir. Bunların dışında Bitlis ve Erzurum istasyonları için ilkbahar mevsiminde kar örtülü günler sayısında istatistiksel açıdan anlamsız da olsa artma eğilimleri görülür. İlkbahar kar yağışlı günler sayısında meydana gelen değişimlerin mekânsal dağılışına bakıldığında Kars'taki anlamlı artış ve istatistiksel olarak anlamlı olmasa da beraberindeki 4 istasyondaki artış dikkat çekicidir. Anlamlı azalma görülen istasyonlar ise büyük oranda diğer periyotlarda da anlamlı azalmaların görüldüğü istasyonlardır (Şekil 2 ve 3). Sonbahar mevsimi kar örtülü günler sayısının eğilimleri, mekânsal örüntüde değerlendirildiğinde diğer periyotlarda anlamlı olmayan Hakkari istasyonun anlamlı azalma eğiliminde olduğu dikkati çeker. Onun dışında genelde anlamlı azalmalar yerini istatistiksel açıdan anlamsız azalmalara bırakmıştır. Anlamsız da olsa tek bir istasyonda bile artma eğilimi yoktur (Şekil 2). Sonbahar mevsimi kar yağışlı günler sayısı eğilimine mekânsal olarak bakıldığında; kar örtülü günlerden farklı olarak 2 istasyonda (Ardahan ve Kars) anlamlı artışların varlığı dikkati çeker (Şekil 3). Kars istasyonu diğer periyotlarda da benzer özelliktedir. Ancak Ardahan'ın ilk kez bu periyotta

anamlı artışlara sahip olması önemlidir. Genel olarak azalmaların görüldüğü ve 4 istasyon hariç ( Erzinca, Ağrı, Van ve Hakkari) bu azalmaların istatistiksel açıdan anlamsız olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 3).

Son olarak kar örtülü gün ve kar yağışlı günler arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına bakıldığında yıllık periyotta istatistiksel açıdan % 99 güven aralığında anlamlı 7 istasyonda pozitif yönde ve çoğunluğu orta düzeyde ilişkinin varlığı dikkat çeker (Tablo 18). Ayrıca 2 istasyonda % 95 güven aralığında anlamlı, pozitif yönde ve düşük ilişki vardır. İstatistiksel açıdan anlamsız 6 istasyonda görülen ilişkilerin 3 tanesi negatif yönde ve oldukça zayıftır. Kış periyodu için sadece Ardahan'da negatif bir ilişki söz konusudur. İlkbaharda Ardahan'a ek olarak Kars ve Siirt'te de negatif yönde ilişki vardır. Sonbahar mevsiminde negatif yönde bir ilişki hiçbir istasyonda görülmezken; Siirt hariç tamamı anlamlıdır. Hatta Kars hariç tamamı % 99 güven aralığında anlamlı pozitifdir. Yine bunlarında büyük bölümü güçlü ilişkilerdir (Tablo 4).

**Tablo 18:** Kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayıları arasındaki korelasyon analizi sonuçları (\* %90 ve \*\* %95 güven aralığında anlamlılık seviyesini göstermektedir).

İstasyon	Yıllık	Kış	Sonbahar	İlkbahar
Malatya	0,63**	0,63**	0,75**	0,54**
Muş	0,42**	0,35*	0,83**	0,58**
Tunceli	0,61**	0,50**	0,91**	0,71**
Erzurum	-0,07	0,09	0,50**	0,04
Van	0,33*	0,24	0,70**	0,43**
Erzinca	0,60**	0,59**	0,71**	0,52**
Hakkari	0,14	0,03	0,80**	0,43**
Iğdır	0,66**	0,61**	0,86**	0,50**
Kars	-0,07	0,16	0,29*	-0,11
Ağrı	0,30*	0,18	0,75**	0,41**
Ardahan	-0,16	-0,19	0,43**	-0,05
Bingöl	0,48**	0,39**	0,75**	0,60**
Bitlis	0,30	0,28	0,96**	0,81**
Elazığ	0,67**	0,63**	0,75**	0,50**
Siirt	0,18	0,13	0,05	-0,18

## 5. Sonuç ve Öneriler

İklim değişikliğinin Türkiye'deki en önemli su kaynaklarının bulunduğu Doğu Anadolu Bölgesi'nde, kar yağışına ilişkin iki parametredeki etkisini ortaya koymak için yapılan çalışmada, aylık, mevsimlik ve yıllık periyotlarda genel olarak gerek kar örtülü gün gerekse de kar yağışlı günler sayılarında, azalma eğiliminin hakim olduğu söylenebilir. Ancak özellikle yıllık kar yağışlı günler sayısında Muş ve Kars istasyonlarındaki anlamlı artış dikkat çekicidir. Literatürde hem kar örtülü gün sayısının hem de kar yağışlı günler sayısının güncel bir şekilde yıllık ve mevsimlik trendlerin incelendiği bir çalışmaya rastlamamakla beraber; MGM'nin resmi internet sayfasında yer alan 2 raporun birinde (MGM, 2019), 1970-2018 yılları arası Türkiye ortalama kar örtülü günler sayısı 94 meteoroloji istasyonu verileri kullanılarak 28,0 gün olarak belirlenmiştir. 1992 yılında 55 gün ile en çok; 2018 yılında 9,4 gün ile en az kar örtülü gün yaşanmıştır (MGM, 2019). 1970-2019 yılları arası verilerine göre oluşturulan haritada Doğu Anadolu Bölgesi'nde kar örtülü gün sayısının diğer bölgelere oldukça yüksek olduğu ve 100 günü geçtiği bilinmektedir.

MGM'nin resmi internet sayfasında yer alan ikinci bir raporda (MGM, 2011), 1950-2010 yılları arasında özellikle 1975 yılından itibaren Türkiye geneli istasyonların ve Fırat Havzası'ndaki 6 istasyonun yıllık ortalama kar örtülü gün sayılarının 5'er yıllık ortalamalarına bakıldığında Fırat Havzası'nda kar örtülü gün sayısında bir düşüşün olduğu belirtilmektedir (Kayhan vd., 2011). Rapor ve yapılan bu çalışma kıyaslandığında yıl aralıkları uyuşmasa da raporda düşüş eğiliminin varlığının belirtilmesi, çalışma bulgusu ile örtüşmektedir. Aynı raporda 1970'li yıllardan sonra yıllık ortalama kar yağışı miktarında Türkiye yıllık ortalama kar yağışı miktarına göre bir azalmanın olduğu belirtilmiş; kar örtülü gün sayısında da yine 1975 sonrası düşüş olduğu vurgulanmıştır (Kayhan vd., 2011). Doğu Anadolu Bölgesi'nin mevsimlik kuraklık analizinin yapıldığı diğer bir çalışmada Çelik vd. (2018), Muş, Ağrı, Erzurum ve Erzinca illerinde belli mevsimlerde derinleşen genel bir kuraklık eğiliminin olduğu; Malatya, Elazığ, Tunceli, Van ve Kars illerinde ise ciddi kuraklık eğilimlerinin yaşandığı tespit edilmiştir. Ayrıca Bingöl, Bitlis, Hakkari ve Iğdır'da nemlilik eğiliminde artış gözlenirken; Ardahan'da sonbaharda kuraklık eğilimine karşın ilkbahar ve yaz mevsimlerinde nemlilik eğilimi görülmüştür (Çelik vd., 2018). Malatya ve Elazığ'da hem kar örtülü gün hem de kar yağışlı günler sayısındaki anlamlı azalma, görülen ciddi kuraklık eğilimi ile birlikte düşünüldüğünde bölgenin su kaynakları açısından oldukça tehlikelidir. Bölgede özellikle Kars ve Muş'ta anlamlı olmak üzere toplam 6 istasyonda kar yağışlı günler sayısında görülen anlamlı artış eğilimlerinin, küresel iklim değişikliği bağlamında yağışların artış göstereceği öngörülen sahada yer alması büyük oranda literatür ile örtüşmektedir (Türkeş, 2018). Doğu Anadolu Bölgesi'nin

iç ve güney bölgelerinde her iki parametrede de görülen anlamlı azalma eğilimleri kuraklaşma açısından önemli olup; literatürde desteklenmektedir (Türkeş, 2012; Çelik vd., 2018). Özellikle Hakkari istasyonu kar yağışına ilişkin parametrelerin bölgedeki buzul gerilemesi ile de ilişkilendirilebilmesi açısından önemlidir. Literatürde özellikle uydu görüntüleri üzerinden yapılan analizlerle farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar benzer sonuçlar vermekte, sürekli azalan bir buzul örtüsüne vurgu yapılmaktadır (Yavaşlı ve Ölgen, 2008; Sarıkaya, 2011; Yavaşlı vd., 2015; Geçen ve Varol, 2017). Acaba bu durumu kar örtülü günlerdeki azalma trendi de destekler mi sorusunun cevabı olarak yalnızca sonbahar mevsiminde anlamlı azalmaların olduğunu söylemek mümkündür. Elbette karın buza dönüşme serüveninde en önemli etken sıcaklıktır ve literatürde daha çok bu durum ile birlikte ele alınır (Yavaşlı vd., 2015). Dağ istasyonlarının eksikliği veya verilerin süre kısalığı da bu konun daha net tartışılmasını engellediği düşünülebilir. Burada amaç ise ölçümü bulunan iki parametrede meydana gelen değişime, bütüncül bir bakış açısıyla bölgesel olarak bakmaktır. Yıllık kar örtülü gün sayısında % 90 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı bir azalma eğilimi mevcuttur. Sen eğim değerine göre ise kar örtülü gün sayısı 50 yıllık periyotta yaklaşık 17 gün azalmıştır. Hakkari istasyonunu kar yağışlı günler sayısı bakımından değerlendirip kar örtülü günlerle ilişkilendirdiğimizde; kar örtülü günler sayısı, kar yağışlı mevsimlerde ve yıllık periyotta azalırken; kar yağışlı günlerde özellikle kar yağışının ortalama % 70'inin gerçekleştiği kış mevsimi ve etkilediği yıllık periyotta istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı olmamakla birlikte bir artış eğilimi görülmektedir. Bu durum karın yerde kalma süresinin azaldığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir. Sonbahar mevsiminde görülen istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimi ise literatürde azalan kış yağışları ve artan güz yağışları (Türkeş vd., 2007, 2009; Çiçek ve Duman, 2015) ile birlikte değerlendirildiğinde mevsimsel kaymaların yalnızca toplam yağış miktarlarında değil aynı zamanda kar yağışlı günler sayısında da mevcudiyetini göstermesi açısından önemlidir (Şekil 2 ve 3; Tablo 2). Kar örtülü günler ve kar yağışlı günler sayısında istasyonların ve periyotların büyük çoğunluğunda orta düzeyde, pozitif ve anlamlı ilişkilerin olduğu görülür. Özellikle sonbahar mevsimi için bu ilişki oldukça güçlenmektedir. Bu durumun ise büyük oranda mevsimsel kayma olarak nitelendirilen kış yağışlarının sonbahara kayması nedeniyle olduğu düşünülmektedir (Türkeş vd., 2007, 2009; Koç ve İrdem, 2007; Çiçek ve Duman, 2015; Topuz vd., 2020). Hayatın her aşamasında kullanımı giderek artan ve hızla gelişen teknolojilerin, kar ölçümlerine yönelik verilerin sürekliliği, objektifliği, ölçüm için gerekli işgücünün azalması gibi pek çok konuda gelişme sağlaması beklenir. Bu bağlamda uzaktan algılama teknikleri ile kar ölçümlerine yönelik çalışmalar, tüm Dünya'da olduğu gibi çalışmada veri temini sağlayan MGM'de devam etmektedir (MGM, 2021). Kar yağışına ilişkin verilerdeki eğilimlerin incelenmesi beşeri kullanımlar açısından da önemlidir. Örneğin; kışın çatı çökmelerinin önüne geçmek için yapılan zemin kar yüklerinin değerlendirilmesi (Durmaz ve Daloğlu, 2014) bu eğilim bilgileri ışığında yapıldığında sonuçlar daha sağlıklı olabilecektir.

Sonuç olarak; kar yağışlı gün ve kar örtülü günler sayılarında meydana gelen eğilimler, su potansiyeli açısından oldukça yüksek ancak iklim değişikliği açısından oldukça hassas Doğu Anadolu Bölgesi'nde genelde azalma yönündedir. Kar yağışlı günler ile kar örtülü gün sayıları genelde pozitif ilişkiye sahiptir. İklim değişikliğinin bölgesel etkilerinin daha net belirlenebilmesi adına, veri süresinin geriye doğru uzatılmasına ek olarak, minimum, ortalama, ortalama yeni eklenen kar yüksekliklerine, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıkların etkilerinin bir arada değerlendirilebileceği bir yöntemle yapılacak çalışmalar faydalı olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Akbaş, A. (2014). Türkiye üzerindeki önemli kurak yıllar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 101-118.
- Akbaş, A., Freer, J., Özdemir, H., Bates, P. D., & Turp, M. T. (2020). What about reservoirs? Questioning anthropogenic and climatic interferences on water availability. *Hydrological Processes*, 34(26), 5441-5455.
- Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz M. L. (2012). Simulating the climatology of extreme events for the central Asia domain using the RegCM 4.0 regional climate model. In: C.G. Helmig and P. Nastos (Eds.), *Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics*, pp. 365-370. Springer Atmospheric Sciences, Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg.
- Arkian, F., Karimkhani, M., & Taheri, H. R. (2014). Variability and trends in the duration and depth of snow cover in Iran in thirty years. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 5(10), 1.
- Avcı V., & Sunkar, M. (2015). Giresun'da sel ve taşkın oluşumuna neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfometrik analizleri. *Coğrafya Dergisi*, 30, 91-119.

- Aydın, O. (2014). *Türkiye'de yıllık ortalama toplam yağışın kriging yöntemiyle belirlenmesi* (Yayınlanmamış doktora tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya (Bölgesel Coğrafya) Anabilim Dalı, Ankara.
- Aydın, S., Şimşek, M., Çetinkaya, G., & Öztürk, M.Z. (2019). Erinç yağış etkinlik indisi'ne göre belirlenen türkiye iklim bölgelerinin rejim karakteristikleri. *1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı*, 752-760, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Aykır, D. (2017). Türkiye'de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 47-57.
- Bednorz, E. (2004). Snow cover in eastern Europe in relation to temperature, precipitation and circulation. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 24(5), 591-601.
- Bilbay, Ö., Çelik, A., & Aksungur, A. (2019). Su güvenliği açısından sınır aşan sular: fırat nehri örneği. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergisi*, 13. Uluslararası kamu yönetimi sempozyumu bildirimleri özel sayısı, 283-292.
- Büyüköztürk, Ş. (2004). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Clark, M.P., Serreze, M.C., & Robinson, D.A. (1999). Atmospheric control on Eurasian snow extent. *International Journal of Climatology* 19, 27-40.
- Cosun, F., Karabulut, M. (2009). Kahramanmaraş'ta ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıkların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 53, 41-50.
- Çelik, M.A., Kopar, İ., & Bayram, H. (2018). *Doğu anadolu bölgesi'nin mevsimlik kuraklık analizi*. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(3), 1741-1761.
- Çiçek, İ., Duman, N. (2015). Seasonal and annual precipitation trends in Turkey. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 10(2), 77-84.
- Demir, İ., Kılıç, G., & Coşkun, M. (2008). *PRECIS Bölgesel İklim Modeli ile Türkiye İçin İklim Öngörülleri: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu, IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı*, 365-373. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 25-28 Mart 2008, İstanbul.
- Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tüvan, A., Demircan, M., & Akçakaya, A. (2013). Rcp4. 5 Senaryosuna göre Türkiye'de sıcaklık ve yağış projeksiyonları. *III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK*, 3-5.
- Doğaner, M.S. (1997). Türkiye'nin dağlık alanlarında kış turizmini etkileyen başlıca etmenler. *Coğrafya Dergisi*, 5, 23-54.
- Durmaz, M., & Daloğlu, A. (2014). Türkiye kar verilerinin istatistiksel analiziyle Türk standartlarındaki zemin kar yüklerinin değerlendirilmesi. *Teknik Dergi*, 25(124). 6890- 6908.
- Elibüyük, M., & Yılmaz, E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 27-56.
- Erinç, S. (1953). Doğu Anadolu Coğrafyası. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, 572, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 15, İstanbul.
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve metotları*, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 2, İstanbul.
- Erlat, E., & Türkeş, M. (2012). Analysis of observed variability and trends in numbers of frost days in Turkey for the period 1950–2010. *International Journal of Climatology*, 32(12), 1889-1898.
- Erlat, E., & Türkeş, M. (2013). *Observed changes and trends in numbers of summer and tropical days, and the 2010 hot summer in Turkey*. *International Journal of Climatology*, 33(8), 1898-1908.
- Erlat, E., & Yavaşlı, D. (2009). *Ege Bölgesi'nde tropikal gün ve yaz günü sayılarındaki değişim ve eğilimler*. *Ege Coğrafya Dergisi*, 18(1-2), 1-15.
- Feidas, H. (2017). Trend analysis of air temperature time series in Greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: recent trends and an update to 2013. *Theor Appl Climatol* 129(3-4), 1383-1406.

- Feidas, H., Nouloupoulou, C.H., Makrogiannis, T., & Bora-Senta, E. (2007). Trend analysis of precipitation time series in greece and their relationship with circulation using surface and satellite data: 1955–2001. *Theor Appl Climatoloji*, 87, 155–177. doi: 10.1007/s00704-006-0200-5.
- Fural, Ş., Cürebal, İ., & İnan, F. (2019). Elmalı'da (Antalya) yağışın tetiklediği sel, taşkın ve çamur akıntısı afetlerinin jeomorfolojik analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 3, 49-61.
- Geçen, R., & Varol, M. (2017). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak cilo (buzul) dağıtında aktif buzul ve değişiminin incelenmesi. *International Symposium on Geomorphology*, 12-14 October 2017, Elazığ/Türkiye 654-663.
- Gocic, M., & Trajkovic, S. (2013). Analysis of changes in meteorological variables using Mann-Kendall and Sen's slope estimator statistical tests in Serbia. *Global and Planetary Change*, 100, 172-182.
- Günel, N. (2013). “Türkiye’de kar yağışı, karın yerde kalma süresi ve daimi kar sınırı”. *Acta Turcica*, 5, 1-13.
- Güneş, H., & Karadoğan, S. (2000). *Yukarı Karasu (Fırat) havzasında kar yağışlarının akım üzerine etkisi. II. Ulusal Kar Kongresi (Erzurum) Bildiriler Kitabı*, 105-120.
- Gürer, İ. (1993). *Kar hidrolojisi. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 5, 99-116.
- Gürkan, H., Arabacı, H., Demircan, M., Eskioğlu, O., Şensoy, S., & Yazıcı, B. (2016). GFDL-ESM2M Modeli temelinde RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre Türkiye için sıcaklık ve yağış projeksiyonları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 14(2), 77-88.
- Huang, X., Liu, C., Wang, Y., Feng, Q., & Liang, T. (2019). Snow cover variations across China from 1952–2012. *The Cryosphere Discussions*, 1-21.
- Kahya, E., & Kalaycı, S. (2004). Trend analysis of stream flow in Turkey, *Journal of Hydrology*, 89, 128-144.
- Kapluhan, E. (2013). Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487-510.
- Karabulut, M. (2015). *Drought analysis in Antakya-Kahramanmaraş graben. Journal of Arid Land*, 7(6), 741-754.
- Karabulut, M., & Coşun, F. (2009). *Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi. Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (1), 65-83 . doi: 10.1501/Cogbil\_0000000095.
- Karabulut, M., Gürbüz, M., & Korkmaz, H. (2008). Precipitation and temperature trend analyses in Samsun. *Journal International Environmental Application & Science*, 3(5), 399-408.
- Karakoç, A., & Tağıl, Ş. (2014). İzmir ve Ankara’da yağış paterni ile Kuzey Atlantik Salınımı (NAO) arasındaki ilişki. *Journal of International Social Research*, 7(30), 149-157.
- Kayhan, M., Akgündüz, A.S., & Alan, İ. (2011). *Fırat Havzası’nın klimatolojik analizi*. MGM e-bülteni <https://www.mgm.gov.tr/genel/firathavzasi.aspx?s=1> adresinden erişilmiştir.
- Kızılelma, Y., Çelik, M.A., & Karabulut, M. (2015). İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 1-10.
- Koç, T., İrdem, C. (2007). *Türkiye’de yağışların şiddet bakımından zamansal ve alansal değişkenliği*. *Türk Coğrafya Dergisi*, (49), 1-42.
- Koç, T., Kartum, Ş. (2015). Türkiye’de kar yağışlı günlerin özellikleri ve dağılışı. *TUCAUM 2015 Tam Metin Bildiri Kitabı*, 339-348.
- Lazaro, R., Rodrigo, F.S., Gutierrez, L., Domingo, F., & Puigdefabregas, J. (2001). *Analysis of a 30-year rainfall record (1967-1997) in semi-arid SE Spain for Implications on Vegetation. Journal of Arid Environment*, 48, 373- 395.
- Mallick, J., Talukdar, S., Alsubih, M., Salam, R., Ahmed, M., Kahla, N. B., & Shamimuzzaman, M. (2021). Analysing the trend of rainfall in Asir region of Saudi Arabia using the family of Mann-Kendall tests, innovative trend analysis, and detrended fluctuation analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 143(1), 823-841.
- MEB, (1941). Birinci Coğrafya Kongresi, 6-21 Haziran 1941 Raporlar, Müzakereler, Kararlar 1941, Ankara.

- Oğuz, K., Pekin, M., & Çamalan, G. (2021). *Muğla ilinde 1960-2018 dönemi kuraklık analizi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 89-100. doi: 10.21324/dacd.774955
- Onur, A. (1964). *Türkiye'de kar yağışları ve yerde kalma müddeti üzerine bir etüd*. Ankara: Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları, No 152, 1964.
- Öngör, S. (1958). Türkiye'de kar yağışları rejimi üzerinde bazı müşahedeler. *Türk Coğrafya Dergisi*, 18(19), 70-77.
- Önol, B., Ünal, Y. S., & Dalfes, H.N. (2011). İklim değişimi senaryosunun Türkiye üzerindeki etkilerinin modellenmesi. *İTÜ DERGİSİ*, 8(5).
- Önöz, B., & Bayazıt, M. (2003) The power of statistical tests for trend detection. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 27, 247-251.
- Özcan O., Bookhagen B., & Musaoğlu N. (2017). Ekstrem yağış olaylarının firat havzası'ndaki hidrolojik bileşenlerin yıllar arası değişimi üzerine etkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26, 35-47.
- Özçağlar, A. (2003). Türkiye'de yapılan bölge ayrımları ve bölge planlama üzerindeki etkileri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(1), 3-18.
- Özgen, N. (2010). Doğu Anadolu Bölgesi'nin doğal turizm potansiyelinin belirlenmesi ve planlamaya yönelik öneriler. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(2), 1407-1438.
- Özgür, E., Koçak, K. (2013). Kış yağış bileşenlerinin Gap ve çevresi için aylık trend analizi. *III. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, TİKDEK 2013*, 3 - 5 Haziran 2013, İstanbul.
- Öztürk, M.Z., Çetinkaya, G., & Aydın, S. (2017). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye'nin iklim tipleri. *Coğrafya Dergisi*, 35, 17-27.
- Partal, T. (2003). *Türkiye yağış verilerinin trend analizi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Popova, V. (2007). Winter snow depth variability over northern Eurasia in relation to recent atmospheric circulation changes. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 27(13), 1721-1733.
- Sarıkaya, M.A. (2011). *Türkiye'nin güncel buzulları, Fiziki coğrafya araştırmaları: sistematik ve bölgesel. Türk Coğrafya Kurumu Yayınları*, 6, 527-544, İstanbul.
- Sen, B., Topcu, S., Türkes, M., Sen, B. & Warner, J.F. (2012). Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research*, 52, 175-191.
- Surfleet, C. G., & Tullos, D. (2013). Variability in effect of climate change on rain-on-snow peak flow events in a temperate climate. *Journal of Hydrology*, 479, 24-34.
- Szwed, M., Pińskwar, I., Kundzewicz, Z. W., Graczyk, D., & Mezghani, A. (2017). Changes of snow cover in Poland. *Acta Geophysica*, 65(1), 65-76.
- Şeker, S. (2001). *Kars il merkezinin iklim analizi ve iklim özelliklerinin sosyo-ekonomik etkileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U., & Balta, I. (2008). *Türkiye İklimi*. DMI. www.dmi.gov.tr/iklim/iklim.aspx. adresinden erişilmiştir.
- Şimşek, M., Utlu, M. & Öztürk, M. Z. (2020). Gidengelmaz dağları'nın yüzey karstı özellikleri (Orta Toroslar). Birinci S., Kaymaz, Ç.K., & Kızıllan, Y. (Eds.), *Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar*. İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Tanoğlu, A. (1943). Türkiye'nin kuraklık indisleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 1, 36-41.
- Tanoğlu, A. (1947). Türkiye'nin irtifa kuşakları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 9(10), 37-63.
- Tonbul, S., & Sunkar, M. (2011). Batman'da yaşanan sel ve taşkın olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) sebep ve sonuçları. *Fiziki Coğrafya Araştırmaları*, 237-258.
- Topuz, M., Feidas, H., & Karabulut, M. (2020). Trend analysis of precipitation data in Turkey and relations to atmospheric circulation:(1955-2013). *Italian Journal of Agrometeorology*, 2, 91-107.

- Topuz, M., & Karabulut, M. (2019). *Mersin’de yağışlı gün sayısı değişiyor mu?. 2. International Mersin Symposium*, 91-106.
- Türkeş M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26-37.
- Türkeş, M., & Erlat, E. (2008). Influence of the arctic oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 92(1), 75-85.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji kitabı*, İstanbul: Kriter Yayınevi.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye’de gözlenen ve öngörülen iklim değişikliği, kuraklık ve çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1-32.
- Türkeş, M. (2018). *Küresel ve bölgesel iklim değişikliklerinin anadolu coğrafyasına etkileri. Bilim ve Ütopya*, 292, 37-44.
- Türkeş, M., Koç, T., & Sarış, F. (2007). Türkiye’nin yağış toplamı ve yoğunluğu dizilerindeki değişikliklerin ve eğilimlerin zamansal ve alansal çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5, 57-74.
- Türkeş, M., Koç, T., & Sarış, F. (2009). Spatiotemporal variability of precipitation total series over Turkey. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 29(8), 1056-1074.
- Yavaşlı, D.D., & Ölgen, M.K. (2008). Recent glacier change in mount süphan using remote sensing and meteorological data. *BALWOIS 2008, Conference on Water Observation and Information System for Decision Support*, Ohrid, Macedonia
- Yavaşlı, D.D., Tucker, C.J., & Melocik, K. A. (2015). *Change in the glacier extent in Turkey during the Landsat Era. Remote Sensing of Environment*, 163, 32-41.

#### **İnternet Kaynakları**

- MGM, 2019. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/resmi-istatistikler/parametreAnalizi/Turkiye-OrtalamaKarOrtuluGunler-Sayisi-2019.pdf>. adresinden 24.02.2021 tarihinde erişilmiştir.
- MGM, 2011. <https://www.mgm.gov.tr/genel/firathavzasi.aspx?s=1>. adresinden 24.02.2021 tarihinde erişilmiştir.
- MGM, 2021. <https://www.mgm.gov.tr/genel/yagisolcumleri.aspx?s=12>. adresinden 24.02.2021 tarihinde erişilmiştir.

