

İl Merkezi Meteoroloji İstasyon Verilerine Göre Doğu Anadolu Bölgesi'nde Maksimum Kar Yüksekliğinin Eğilim Analizi

Trend Analysis of Maximum Snow Height in Eastern Anatolia Region According to Provincial Meteorology Station Data

Muhammet TOPUZ 

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,
Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya
Bölümü, Hatay, Türkiye



ÖZ

Kar yağışları, ekolojik olarak doğada devamlılığın ve beşeri faaliyetlerde sürekliliğinin önemli bir unsurudur. Etkisini neredeyse tüm hayatta hissettiğimiz iklim değişikliği, kar klimatolojisinde de varlığını göstermektedir. Kar yağışı Türkiye'de en çok Doğu Anadolu Bölgesi'nde görülmekte ve en yüksek kar yüksekliğine de bu bölgede ulaşılmaktadır. Yapılan çalışmada amaç; uzun yıllar (1970–2020) Doğu Anadolu Bölgesi'nde aylık maksimum kar yüksekliğinde azalma veya artma eğiliminin olup olmadığını değerlendirmektir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nden alınan karın aylık maksimum yükseklik verileri ile Mann-Kendall Trend Analizi yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak; maksimum kar yüksekliğinde istasyonların büyük çoğunluğunda anlamlı azalmaların varlığı izlenir. Karın aylık maksimum yüksekliğindeki değişimlerde azalmaların yanında artmaların da var olduğu görülür. Kars'ta maksimum kar yüksekliğinde artışa sahip olması, önemli bir bulgudur. Azalmaların komşu illerde görülmesi, kümelenmenin işareti olabilir. Bu bağlamda daha çok istasyon verisi ve mekânsal istatistik yöntemleri kullanılarak değişim incelenebilir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Bölgesi, aylık maksimum kar yüksekliği, eğilim analizi

ABSTRACT

Snowfall is an important element of ecological continuity in nature and durability in human activities. Climate change, whose effect we feel in almost all areas of life, also shows its presence in snow climatology. In Turkey, snowfall is mostly seen in the Eastern Anatolia Region and the highest snow cover depth is reached in Eastern Anatolia Region. The aim of the study is to test whether there is a trend in the monthly maximum snow cover depth in long times (1970–2020) in the Eastern Anatolia Region. Monthly maximum snow height data for long years (1970–2020) from the General Directorate of Meteorology (MGM) of the provincial central meteorology stations and Mann-Kendall Trend Analysis method were used. As a result, it is seen that there are statistically significant decreases in the 95% confidence interval in the majority of stations at monthly maximum snow cover depth. It is noteworthy that there are increases as well as decreases in the changes in the monthly maximum snow cover depth. It is an important finding that especially Kars station has an insignificant increase in the monthly maximum snow cover depth. Decreases in neighboring provinces may be a sign of clustering. In this context, the change can be examined by using mostly station data and spatial statistics methods.

Keywords: Eastern Anatolia Region, monthly maximum snow cover depth, trend analysis

Geliş Tarihi/Received: 06.04.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 22.02.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 24.03.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Muhammet TOPUZ

E-mail: ksutopuz@gmail.com

Cite this article as: Topuz, M. (2023).

Trend analysis of maximum snow height in eastern Anatolia region according to provincial meteorology station data. *Eastern Geographical Review*, 28(49), 74–81.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Giriş

Doğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'nin ve Ortadoğu'nun su kulesi olarak tanımlanmasına ve bu özelliğini en çok kar yağışları ile almasına rağmen konu hakkında literatür oldukça azdır (Acar ve ark., 2010, s. 1-7). Bu duruma klimatoloji biliminde kar çalışmalarının kayıt, analiz ve yorum bağlamında en zor olması neden

olabilir (Gürer, 1993). İklim değişikliği ile birlikte bölgenin öneminin daha da artacağı tahmin edilmekte olup; pek çok jeopolitik gelişimin bu durumdan bağımsız olmadığı belirtilmektedir (Bilbay ve ark., 2019, s. 283-292). Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde bölgenin kar klimatolojisine ilişkin maksimum kar yüksekliği gibi parametrelerin zamansal eğilimleri oldukça önemlidir.

Bölgede kış aylarında serin ve soğuk kutbi hava kütleleri etkin olur ve böylece etki alanını genişleten polar cephenin bölgedeki konumuna göre gelişen cephesel yağışlar oluşur (Günel, 2013). Dolayısı ile uzak bağlantı desenlerinde meydana gelebilecek değişimler bölgedeki kar yağışını ve yüksekliğini de büyük oranda belirleyecektir.

Aynı istasyonlar ve periyot kullanmak suretiyle bölgenin il merkezlerindeki kar örtülü günler ve kar yağışlı günler sayılarının eğilimleri analiz edilmiş ve sonuç olarak; %95 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamlı azalmaların istasyonların büyük bölümünde görüldüğü tespit edilmiştir (Topuz & Karabulut, 2021). Sıcaklıkların eğilimi incelendiğinde ise maksimum, minimum ve ortalama sıcaklarda %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı artışların istasyonların genelinde izlendiği görülmüştür (Topuz, 2021).

İklim değişikliği senaryo çalışmalarında Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaşanabilecek değişimlere vurgu yapılmış (Altınsoy ve ark., 2013, s. 365-370; Demir ve ark., 2013; Önel ve ark., 2011), bölgenin yıllık ortalama toplam yağış açısından en hassas sahalardan birisi olduğu (Gürkan ve ark., 2016), sadece Doğu Anadolu'da değil; Güneydoğu Anadolu'da dahil olmak üzere tarımsal sulama açısından önemli olduğu (Sen ve ark., 2012) belirtilmiş; azalmaların kış ve ilkbahar mevsimlerinde olacağı tahmin edilmiştir (Demir ve ark., 2013). Yıllık ortalama toplam yağışın tahmini için topografyanın rolünden kaynaklı sorunların olduğu (Aydın, 2014), kar kalınlığının gelecekte azalacağı (Demir ve ark., 2008, s. 365-373) vurgulanmıştır.

İklim değişikliğinin en önemli etkilerinden birisinin su kaynakları üzerine olacağı tahmin edilmekte ve yapılan çalışmalar toplam ortalama yağış tutarlarında meydana gelen azalma eğilimlerinin (Topuz ve ark., 2020; Türkeş ve ark., 2009), ekstrem olaylara bağlı kuraklığın (Akbaş, 2014; Kapluhan, 2013; Tanoğlu, 1943), ve son olarak artan sel ve taşkınların (Avcı & Sunkar, 2015; Tonbul & Sunkar, 2011) üzerine odaklanmaktadır. Yağış şiddet ve toplamaları mevsim kaymalar (Koç & İrdem, 2007; Türkeş ve ark., 2007), ekstrem sıcaklıklar (Aykır, 2017) etkilendiği gibi yağış biçimi, karın yerde kalma süresi (Surfleet & Tullos, 2013; Türkeş, 2008; Türkeş, 2012) ve de kar yüksekliği (Acar ve ark., 2010) küresel iklim değişikliğinden etkilenmektedir.

Kar Türkeş (2010) tarafından; "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 tanımlanmıştır. Gürer (1993) ise kar örtüsünün oluşmasında ve erimesinde etkili olan faktörleri ve bunların sel ve taşkın olayları ile ilişkisini etraflıca incelemiştir. Erinç, (1984) ve Günel (2013) tarafından da kar oluşum ve gelişimi açıklanmıştır. Genellikle yıldız şeklinde ve altıgen yapıda olan kar tanelerinin biçim ve boyut özellikleri ile yoğunlukları, oluşum sıcaklığından etkilenir (Türkeş, 2010). Milletlerarası kar sınıflandırmasına göre katı yağış biçimleri Gürer (1993) tarafından verilmiştir.

Dağlık alanlar, morfolojik birimler arasında su varlığı açısından en önemlilerindendir (Şimşek ve ark., 2020). Dolayısı ile bölge

Türkiye'nin ve yakın çevresinin önemli su kaynaklarına sahiptir. İçme ve kullanım dışında hidroelektrik santralleri için de benzer durum söz konusudur. Bu bakımlardan kar yağışları ve ilgili parametre ölçümleri ve eğilimleri son derece hayattır. Bölgede ekolojik özelliklerin devamlılığı haricinde beşeri kullanımlar açısından da kar yağışı önemlidir (Özgür & Koçak, 2013). Baraj doluluk oranları (Akbaş ve ark., 2020), enerji üretimindeki devamlılık (Bilbay ve ark., 2019), büyük oranda Doğu Anadolu'daki kar yağışı ve ilişkili diğer parametrelerle bağlantılıdır.

Konu ile ilgili literatürdeki çalışmalarda kar yüksekliği sıcaklıklarla ilişkili bir biçimde incelenmiş ve uzaktan algılama teknolojileri, modellemeler vb. gelişmelerden yararlanılmıştır (Ayhan ve ark., 2016; Bednorz, 2004; Clark ve ark., 1999; Leinss ve ark., 2014; Reusser ve ark., 2011; Torun & Ekercin, 2021). Li ve ark., (2019), 1961-2015 yılları arası için Tiyan-şan Dağları'nda maksimum kar yüksekliği ve kar yağışlı günler sayılarının örüntüsünü incelemiş ve sonuç olarak; kar örtülü günlerde azalma ve kuzey yamaçlarda kar yüksekliğinde artma eğilimi olduğunu belirtmişlerdir.

Coğrafya disiplini açısından kar klimatolojisine ilişkin ilk çalışmalar Türkiye'de Öngör (1958) ve Onur (1964) tarafından yapılmıştır. Günümüze yaklaştıkça özellikle son dönemde Günel (2013), Koç ve Kartum (2015), tarafından yapılan çalışmalar bir tarafa bırakıldığında oldukça yetersiz bir kar klimatolojisi literatürü göze çarpar. Ek olarak Koç ve Kartum (2015) tarafından eğilim analizlerinin gerektiği ve yapılması önerildiği izlenir. Kar yüksekliğine ilişkin olarak Acar ve ark. (2010), 1970-2015 yılları arası Doğu Anadolu Bölgesi'nde 13 istasyonda yaptıkları çalışmada değişen eğilimler olduğunu tespit etmiş ve 4 istasyonda %95 güven aralığında anlamlı artışın olduğunu vurgulamıştır. Verilen çalışmalar haricinde kısıtlı istasyon sayısında lokal iklim özellikleri tanımlanırken kısaca konu ile ilişkili bilgilerin verildiği çalışmalar da vardır (Güneş & Karadoğan, 2000; Özcan ve ark., 2017).

Çalışmada amaç; Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1970-2020 yılları arasındaki maksimum kar yüksekliklerinin eğilimini incelemek ve yapılan bu çalışmanın konu ile ilgili bölgede daha önce yapılmış çalışmalarla uyumunu denetlemektir.

Çalışma Sahası

Doğu Anadolu Bölgesi, ortalama 1800 m ile Türkiye'nin en yüksek bölgesidir (Erinç, 1953; MEB, 1941; Özçağlar, 2003; Şekil 1). Doğu Anadolu Bölgesi'nin yaklaşık %10'u 2500 metrenin üstünde yer alır (Elibüyük & Yılmaz, 2010). Oysa bu oran Türkiye için %3'tür. Erinç (1953), 1500-2000 m arasında bölgenin %71,4'nün yer aldığını vurgulamıştır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde ortalama eğitim %20'yi aşar. 4000 metreden yüksek 4 zirveye sahiptir ve bunlardan birisi Türkiye'nin de en yüksek zirvesi olan olan Büyük Ağrı Dağı'dır (Tanoğlu, 1947). Doğu Anadolu Bölgesi'nin iklimi için Erinç (1953), yıllık toplam yağışı 400 mm'nin üzerinde bildirmiştir. Kış mevsiminin soğuk ve uzun, yaz mevsiminin kısa ve sıcak olduğu; yağışların kış mevsiminde kar şeklinde olduğu ve uzun süre yerde kaldığı literatürde yer almıştır (Aydın, 2014). İğdir hariç bölgenin yıllık toplam yağış değeri ortalama 507 mm olup Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre "Kışları soğuk nemli orta enlem (D) iklim" sınıfına dahildir (Öztürk ve ark., 2017). tarafından yapılan çalışmada ise Türkiye'de yıllık maksimum sıcaklıkların ortalaması (MSO) değerlerinin 10-26°C arasında değişirken Kars-Ardahan civarında 10°C'ye kadar düştüğü literatürde bildirilmiştir (Aydın ve ark., 2019, s. 752-760).



Şekil 1.
Çalışma Sahası Lokasyon Haritası.

Bölgede karasal iklim koşulları tipik şekilde etkili olmakta; kışları soğuk ve yer yer kar yağışlı iken yazları ise sıcak ve kurak geçer (Çelik ve ark., 2018). Karın yerde kalma süresinin yükselti kontrolünde arttığı ve bölgede kar yağışının erken başladığı literatürde beyan edilmiştir (Çelik ve ark., 2018). Literatürde sıcaklığın karın yerde kalma süresinde önemli bir etken olduğu vurgulanmış olup (Bednorz, 2004; Clark ve ark., 1999) bölgede ocak ayı ortalama sıcaklık $-4,2^{\circ}\text{C}$ 'dir (Şensoy ve ark., 2008). Bölgede ortalama sıcaklık $9,9^{\circ}\text{C}$ iken toplam yağış ise $605,4\text{ mm}$ 'dir (Çelik ve ark., 2018). Coğrafi özellikleri nedeniyle turizm (Doğaner, 1997; Özgen, 2010) ile tarım ve hayvancılık (Çelik ve ark., 2018) bakımından bölge oldukça önemlidir.

Yöntem

İklim değişikliğinin meteorolojik veriler üzerinden eğilimleri incelenirken daha çok yağış (Feidas ve ark., 2007; Türkeş ve ark., 2009) ve sıcaklık (Cosun & Karabulut, 2009; Feidas ve ark., 2017; Karabulut, 2015; Kızılelma ve ark., 2015; Türkeş & Erat, 2008) veri setleri kullanılır. Bunun dışında tropik günler (Erlat & Yavaşlı, 2009; Erlat & Türkeş, 2013) donlu günler (Erlat & Türkeş, 2012), yağışlı günler (Topuz & Karabulut, 2019), kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayıları (Topuz & Karabulut, 2021) değerlendirilerek yapılan çalışmalar da literatürde yer alır. Çalışmada veri temini sağlayan MGM'de tüm Dünya'da olduğu gibi uzaktan algılama teknikleri ile

kar ölçümlerine yönelik çalışmalar devam etmekte ise de kullanılan bu veriler, manuel olarak ölçülen aylık maksimum kar yüksekliği verileridir (URL 1). İstasyonların konumlarında herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir. Maksimum kar yüksekliği, ekstrem olayların etkisine açık olsa da olası iklim değişikliğinin göstergeleri arasında değerlendirilebilir (Schöner ve ark., 2009). Bu bağlamda çalışmada maksimum kar yüksekliği verisi tercih edilmiştir. Bu çalışmada; Doğu Anadolu Bölgesi'nde il merkezlerinde yer alan meteoroloji istasyonlarına ait maksimum kar yüksekliklerine ilişkin uzun dönem verileri MGM'den alınarak kullanılmıştır (Tablo 1).

İlk olarak çalışmada aylık veriler içerisinde kar yağışı olan aylar belirlenmiştir. Sonrasında hazırlanan veri seti Mann-Kendall sıra ilişkisi katsayısı testi kullanılarak analiz edilmiştir (Geçen & Topuz, 2021; Mallick ve ark., 2021; Türkeş ve ark., 2007). Mann-Kendall sıra ilişkisi katsayısı testi parametrik olmayan, verilerde normal dağılıma uyma zorunluluğu aramayan bir testtir (Karabulut, 2011; Oğuz ve ark., 2021; Partal, 2003; Sarış ve ark., 2010). Yöntemde küçükten büyüğe maksimum kar yüksekliklerinde medyan bazlı bir sıralama yapılır ve testte bu sıralanmanın anlamlılık düzeyi önem taşır. Serilerin dağılım özelliklerine göre hipotezler test edilir (Karabulut ve ark., 2008). Yöntem, verilerin normal dağılıma uyma zorunluluğunu ortadan kaldırması, veri eksikliğini tolere edebilmesi ve serisel korelasyon etkisini yok etmiş olması ve uygulanması kolay nedeniyle oldukça kullanışlıdır (Kahya & Kalaycı, 2004; Karabulut & Cosun, 2009; Lazaro ve ark., 2001; Önöz & Bayazit, 2003).

Bulgular

Çalışmada Mann-Kendall trend analiz yöntemiyle Doğu Anadolu Bölgesi'nde maksimum kar yüksekliği analiz edilmiştir. Kar yağışı olmayan dönemler hariç olmak üzere üç mevsimde ve aylık bazda meydana gelen değişimin yönü ve gücü belirlenmiş ve sonrasında mekânsal dağılımları ortaya konmaya çalışılmıştır (Şekil 2).

Maksimum kar yüksekliği eğilimleri yıllık, kış, ilkbahar ve sonbahar mevsimleri ile 8 ay (Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Ekim, Kasım ve Aralık) için yapılmıştır.

Ocak ayı maksimum kar yüksekliği eğiliminin mekânsal dağılımına bakıldığında; sadece Elazığ'da istatistiksel açıdan anlamlı azalmanın olduğu ve 4 istasyondaki istatistiksel olarak anlamsız artma eğilimi hariç (Kars, Ardahan, Iğdır ve Bitlis) anlamsız azalmanın yoğun olduğu görülür (Şekil 2). Kars, Ardahan ve Iğdır istasyonları, kar yağışlı günler sayısında artma eğilimi gösteren sahada (Topuz & Karabulut, 2021) yer almaları bağlamında önemlidir. Şubat ayında iki istasyonda istatistiksel açıdan anlamlı azalma

söz konusudur. Iğdır ve Tunceli istasyonları, kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayılarında da azalmaların olduğu istasyonlardır (Topuz & Karabulut, 2021). Bitlis istasyonunda görülen artma istatistiksel açıdan anlamsızdır. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel açıdan anlamsız azalma eğilimleri görülür. Mart ayında maksimum kar yüksekliği eğilimleri Ağrı ve Iğdır hariç tüm istasyonlar için Şubat ayı ile aynıdır. Şubat ayında anlamlı azalma gösteren Iğdır yerine Mart'ta Ağrı'da anlamlı azalma eğilimi görülür.

Nisan ayı, tüm periyotlarda en çok istasyonda istatistiksel olarak %95 güven aralığında anlamsız da olsa artma eğiliminin olduğu dönemdir. Mart ayında olduğu gibi Nisan'da da Ağrı istasyonunda anlamlı azalma eğilimi görülmektedir. Tunceli, Muş, Hakkari ve Van istasyonlarında ise istatistiksel olarak %95 güven aralığında anlamsız azalma eğilimleri vardır. Iğdır istasyonunda ise Nisan ayında eğilim analizi yapacak düzeyde maksimum kar yüksekliği verisi sağlanamamıştır (Şekil 2). Kar örtülü gün ve kar yağışlı günler sayılarında Ağrı için istatistiksel açıdan %95 güven aralığında anlamsız olsa da azalma eğiliminin varlığını (Topuz & Karabulut, 2021), azalan maksimum kar yüksekliği eğilimi ile birlikte düşündüğümüzde oldukça önemlidir. Mayıs ayında herhangi bir istasyonda anlamlı artma/azalma eğilimi yoktur. Kars ve Ardahan istasyonlarında anlamsız artma; Erzurum, Muş, Ağrı, Van ve Hakkari'de ise anlamsız azalma eğilimi vardır. Diğer istasyonlarda ise yeterli düzeyde veri sağlanamamıştır.

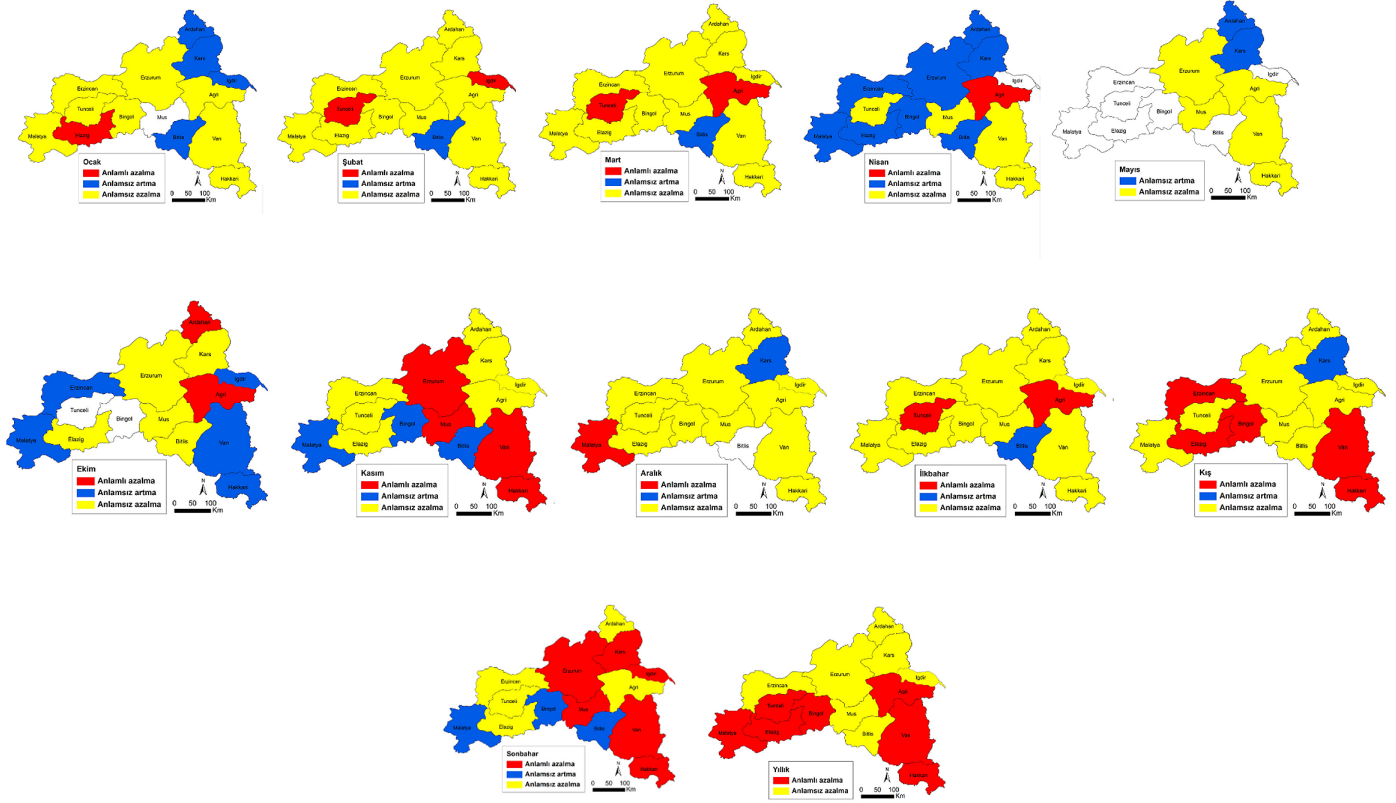
Ekim ayında Ağrı istasyonuna ek olarak Ardahan'da da istatistiksel açıdan anlamlı azalma eğilimi vardır. 4 istasyonda (Elazığ, Muş, Bitlis, Erzurum ve Kars) anlamsız azalma, 5 istasyonda ise (Malatya, Erzincan, Iğdır, Van ve Hakkari) istatistiksel açıdan % 95 güven aralığında anlamsız artma eğilimi görülür. Tunceli ve Bingöl istasyonlarında ise analiz için yeterli veri yoktur (Şekil 2). Kasım ayı, tüm aylar içerisinde en çok istasyonda anlamlı azalma eğiliminin olduğu aydır. Erzurum, Muş, Van ve Hakkari olmak üzere 4 istasyonda anlamlı azalma eğilimi hakimdir. 3 istasyonda (Malatya, Bingöl, Bitlis) anlamsız artma eğilimi vardır. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel açıdan %95 güven aralığında anlamsız azalma eğilimi görülür (Şekil 2). Aralık ayında hiçbir ayda anlamlı azalmanın görülmediği Malatya istasyonu, tek anlamlı azalmanın olduğu istasyondur. Kars istasyonunda anlamsız artma eğilimi görülür. Diğer istasyonlarda ise anlamsız azalma eğilimleri söz konusudur.

Mevsimlik olarak durum değerlendirildiğinde özellikle sonbahardaki durum dikkat çekicidir. 6 istasyonda (Iğdır, Kars, Erzurum, Muş, Hakkari ve Van) anlamlı azalma eğilimi görülür (Şekil 2). 3 istasyonda (Malatya, Bingöl ve Bitlis) ise istatistiksel açıdan %95 güven aralığında anlamsız azalma söz konusudur. Kalan diğer 5

Tablo 1.
Maksimum Kar Yükseklikleri Verisi Kullanılan Meteoroloji İstasyonları ve Özellikleri

İstasyon Adı/No	Yükselti(m)	Veri Uzunluğu	Enlem ve Boylam	İstasyon Adı/No	Yükselti(m)	Veri Uzunluğu	Enlem ve Boylam
Malatya/17199	950	(1970–2020)	38,3 K-38,2 D	Iğdır/17100	856	(1970–2020)	39,9 K-44,0 D
Muş/17204	1322	(1970–2020)	38,7 K-41,5 D	Kars/17097	1777	(1970–2020)	40,6 K-43,1 D
Tunceli/17165	981	(1970–2020)	39,1 K-39,5 D	Ağrı/17099	1646	(1970–2020)	39,7 K-43,0 D
Erzurum havalimanı/17096	1869	(1970–2020)	39,9 K- 41,2 D	Ardahan/17046	1827	(1970–2020)	41,1 K-42,7 D
Van bölge/17172	1675	(1970–2020)	38,4 K-43,3 D	Bingöl/17203	1177	(1970–2020)	38,8 K-40,5 D
Erzincan/17094	1154	(1970–2020)	39,7 K-39,5 D	Bitlis/17208	1785	(2010–2020)	38,4 K-42,1 D
Hakkari/17285	1727	(1970–2020)	37,5 K-43,7 D	Elazığ bölge/17201	989	(1970–2020)	38,6 K-39,2 D

Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü (URL 1).



Şekil 2.

Maksimum Kar Yüksekliği Eğilim Analizi Sonuçları (Analizler %95 Güven Aralığında Yapılmıştır. Dolayısı ile Anlamlılık Düzeyi %5 (0,05)'tir. Beyaz Renkli İstasyonlar İse Analiz İçin Yeterli Değere Sahip Olunmadığını Gösterir).

stasyonda (Erzurum, Tunceli, Elazığ, Ardahan ve Ağrı) ise istatistiksel olarak anlamsız artma eğilimi vardır. İlkbahar, diğer mevsimlere göre daha istasyonda anlamlı azalmanın olduğu bir periyottur. Sadece Tunceli ve Ağrı istasyonlarında anlamlı azalma söz konusudur. Bitlis'te anlamsız artma eğilimi görülürken kalan diğer tüm istasyonlarda anlamsız azalma eğilimi hâkimdir.

Kış mevsimi, kar yağışlarının büyük bir bölümünün düştüğü dönem olması nedeniyle bu periyottaki eğilimler son derece önemlidir. 5 istasyonda (Van, Hakkâri, Erzincan, Bingöl, Elazığ) anlamlı azalma eğilimi vardır. Bu istasyonlardan ikisinin (Van ve Hakkâri) Sonbahar mevsiminde de anlamlı azalma eğilimi göstermiş olması ve diğer 3 istasyonun (Erzincan, Bingöl, Elazığ) büyük su yapıları bağlamında mekânsal konumu ve küme özelliği göstermesi önemli bir araştırma bulgusudur. Kars istasyonundaki artma eğilimi, kar yağışlı günler sayılarındaki anlamlı artış eğilimi birlikte düşünüldüğünde daha anlaşılır hale gelir. Nitekim literatürdeki çalışmalar da bu durumu desteklemektedir (Türkeş, 2018). Yıllık olarak değerlendirildiğinde ise anlamsız da olsa artma eğiliminin hiçbir istasyonda olmaması dikkat çekicidir. Ancak iki küme halinde anlamlı azalma eğilimlerinin olması önemlidir. Birinci küme 4 istasyondan (Malatya, Elazığ, Bingöl ve Tunceli) oluşurken ikinci küme 3 istasyondan (Ağrı, Van ve Hakkâri) oluşur. Kalan diğer istasyonlarda ise %95 güven aralığında istatistiksel açıdan anlamsız azalma eğilimleri söz konusudur (Şekil 2).

Literatürde bölgenin kar yüksekliğine ilişkin tek çalışma Acar ve ark. (2010) tarafından ortalama kar yüksekliği üzerine yapıldığı görülmüş; çalışmada 1970–2015 yılları arası Doğu Anadolu Bölgesi'nde 13 istasyonda değişen eğilimler olduğunu ve 4 istasyonda %95 güven aralığında anlamlı artışın varlığı vurgulanmıştır. MGM'nin

resmi internet sayfasında yer alan Fırat Havzasının Klimatolojik Analizi raporlarında kar ölçümlerine ilişkin farklı parametreler yer alırken kar yüksekliklerine ilişkin bir analiz bulunmamaktadır (URL 1). Raporda Fırat havzasındaki istasyonlarda ortalama kar yağışı miktarında 1970'lerden itibaren azalma eğilimi olduğu, nisbi nemin aynı tarihten itibaren barajlardan kaynaklı yükseldiği, yağışlarda bir değişimin olmadığı ancak 5'er yıllık ortalama yağış verilerinde az da olsa artma olduğu vurgulanmıştır. Literatürde de benzer sonuçlar mevcuttur (Kadioğlu & Şen 1994, s. 1145–1155; Şengün, 2007; Tonbul, 1990).

Bölgede yapılan iklim çalışmaları neticesinde bazı istasyonlarda nemlilik eğiliminde artış gözlenirken (Bingöl, Bitlis, Hakkâri ve Iğdır); bazılarında (Ardahan) sonbaharda kuraklık; ilkbahar ve yaz mevsimlerinde nemlilik trendi izlenmiştir (Çelik ve ark., 2018). Maksimum kar yüksekliğinde tespit edilen anlamlı azalma, bölgede kuraklıkla ele alındığında; durumun su kaynakları bakımından tehlikeli olduğu söylenebilir. İstatistiksel açıdan anlamsız olsa da artma eğilimi görülen Kars'ın, yağışların küresel iklim değişikliği bağlamında artış göstereceği öngörülen sahada yer alması, literatür ile örtüşür (Türkeş, 2018). Bölgenin güney ve iç kısımlarında anlamlı azalma eğilimleri kuraklaşma açısından önemlidir (Çelik ve ark., 2018; Türkeş, 2012). Çalışmanın önemli bir bulgusu ise elde edilen sonuçların uydu görüntüleri ile desteklenen buzul gerilemelerinin ilişkilendirilebiliyor olmasıdır. Nitekim; Hakkâri istasyonu ölçüm neticeleri, literatürde verilen buzul gerilemesini klimatolojik olarak doğrular niteliktedir (Geçen & Varol, 2017, s. 654–663; Sarıkaya, 2011, s. 527–544; Yavaşlı & Ölgün, 2008; Yavaşlı ve ark., 2015). Yani buzul gerilemesini, maksimum kar yüksekliğindeki azalma trendi de destekler mi sorusuna yanıt olarak

yıllık, sonbahar, kış ve kasım periyotlarındaki anlamlı azalmaların varlığı verilebilir. Bu arada şunu hemen belirtmek gerekir ki; karın buza dönüşme sürecinde en önemli etkenlerden birisi sıcaklık ve literatürde daha çok birlikte ele alınmaktadır (Yavaşlı ve ark., 2015). MGM'nin henüz veri uzunluğu 30 yılı aşan dağ istasyonlarının olmayışı, konunun daha iyi anlaşılmasını engellediği düşünülebilirse de amaç maksimum kar yüksekliğinde meydana gelen değişime, bölgesel bir bakış açısıyla bakmaktır (URL 1).

Sonuçlar, literatürde kış yağışlarında azalma ve güz yağışlarında artma (Çiçek & Duman, 2015; Topuz ve ark., 2020) ile birlikte değerlendirildiğinde; mevsimsel kaymaların yalnızca toplam yağış miktarlarında değil aynı zamanda maksimum kar yüksekliğinde de olabildiğini göstermesi açısından son derece önemlidir (Şekil 2). Bingöl istasyonu örneğinde, istatistiksel açıdan anlamsız da olsa sonbahar mevsimindeki artışa karşın kış mevsimindeki anlamlı azalma eğilimi bu duruma örnek gösterilebilir. Teknolojide yaşanan gelişmeler, kar parametreleri ölçümlerinde de kullanılmakta olup MGM'de bunun çalışmaları başlamıştır (URL 1). Bu durum veri kalitesi ve maliyeti azaltma bağlamında son derece önemlidir. Maksimum kar yüksekliklerinin eğilimlerinin incelenmesi, zemin kar yüklerinin değerlendirilmesi bağlamında kışın çatı çökmeleri (Durmaz & Daloğlu, 2014) de dahil pek çok açıdan önemlidir.

Sonuç ve Öneriler

Doğu Anadolu Bölgesi'nde, iklim değişikliğinin maksimum kar yüksekliğine etkisini ortaya çıkarmak için yapılan bu çalışmada, aylık, mevsimlik ve yıllık periyotlarda büyük oranda azalma eğiliminin hakim olduğu söylenebilir. Ancak özellikle kış mevsimindeki anlamlı azalma dikkat çekicidir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nin maksimum kar yüksekliği eğiliminde meydana gelen azalma eğilimleri, genel atmosferik dolaşımdaki salınımlarla ilişkili olabileceği gibi (Bojariu & Gimeno, 2003; Seager ve ark., 2010) istasyonların şehir merkezleri içerisinde kalmasından da (Aykir, 2017) etkilenmiş olabilir. Günel (2013) tarafından belirtilen bölgedeki etkin hava kütleleri, özellikleri ve kalma süresi kar yüksekliğini önemli ölçüde etkileyeceği için uzak bağlantı desenleri ve ilişkileri bu bağlamda önem kazanır.

Sonuç olarak; su varlığı bakımından son derece yüksek fakat iklim değişikliği bağlamında bir o kadar hassas olan bölgede maksimum kar yüksekliklerinde meydana gelen eğilimler istasyonların genelinde kar yağışlı periyotlarda azalma yönündedir. Tüm iklim parametrelerinin mekânsal istatistik yöntemleri ile birlikte değerlendirildiği çalışmalar, problemin daha iyi tanımlanması ve alınacak önlemler bağlamında hayati öneme sahiptir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declare that they have no competing interest.

Funding: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Akbaş, Abdullah (2014). Türkiye üzerindeki önemli kurak yıllar. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 12(2), 101–118. [CrossRef]
- Acar, R., Şenocak, S., & Şengül, S. (2010). Mean monthly snow cover depth trends in east Anatolia region of Turkey. Fourth International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support (BALWOIS 2010) (pp. 1–7). Ohrid, Macedonia.
- 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. [CrossRef]
- Altınsoy, H., Öztürk, T., Türkeş, M., & Kurnaz, M. L. (2013). Simulating the climatology of extreme events for the central Asia domain using the RegCM 4.0 regional climate model. In C. G. Helmig, P. Nastos (Eds.), *Advances in meteorology, climatology and atmospheric physics* (pp. 365–370). Springer-Verlag. [CrossRef]
- Avcı, V., & Sunkar, M. (2015). Giresun'da sel ve Taşkın oluşumuna neden olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi havzalarının morfolojik 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].
- Aydın, S., Şimşek, M., Çetinkaya, G., & Öztürk, M. Z. (2019). Erinç Yağış Etkinlik İndisi'ne göre belirlenen Türkiye iklim bölgelerinin rejim karakteristikleri. 1. *İstanbul uluslararası coğrafya kongresi Bildiri kitabı* (ss. 752–760). İstanbul Üniversitesi.
- Ayhan, S., Pauli, M., Scherr, S., Göttel, B., Bhutani, A., Thomas, S., Jaeschke, T., Panel, J. M., Vivier, F., Eymard, L., Weill, A., Pohl, N., & Zwick, T. (2016). Millimeter-wave radar sensor for snow height measurements. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 55(2), 854–861. [CrossRef]
- Aykir, D. (2017). Türkiye'de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 47–57. [CrossRef]
- Bednorz, E. (2004). Snow cover in eastern Europe in relation to temperature, precipitation and circulation. *International Journal of Climatology*, 24(5), 591–601. [CrossRef]
- Billbay, Ö., Çelik, A., & Aksungur, A. (2019). Su güvenliği açısından sınır aşan sular: Fırat Nehri örneği. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergisi 13. Uluslararası Kamu Yönetimi Sempozyumu Bildirileri Özel Sayısı* (ss. 283–292).
- Bojariu, R., & Gimeno, L. (2003). The role of snow cover fluctuations in multiannual NAO persistence. *Geophysical Research Letters*, 30(4). [CrossRef]
- Clark, M. P., Serreze, M. C., & Robinson, D. A. (1999). Atmospheric control on Eurasian snow extent. *International Journal of Climatology*, 19(1), 27–40. [CrossRef]
- 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 için iklim Öngörüler: HadAMP3 SRES A2 Senaryosu, IV. *Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı* (ss. 365–373). İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü.
- Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Tuvan, A., Demircan, M., & Akçakaya, A. (2013). RCP4.5 Senaryosuna göre Türkiye'de Sıcaklık ve Yağış Projeksiyonları. III. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi*. TİKDEK. mgm.gov.tr/FILES/iklim/rcp-45.pdf
- 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), 6889–6908.
- Elbüyük, M., & Yıldız, E. (2010). Türkiye'nin coğrafi bölge ve bölümlerine göre yükselti basamakları ve eğim grupları. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1), 27–55. [CrossRef]
- Erinç, S. (1953). *Doğu Anadolu Coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü.
- Erinç, S. (1984). *Klimatoloji ve Metotları*. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.
- 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. [CrossRef]
- 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. [CrossRef]
- 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. *Theoretical and Applied Climatology*, 129(3–4), 1383–1406. [CrossRef]
- 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. *Theoretical and Applied Climatology*, 87(1–4), 155–177. [CrossRef]
- Geçen, R., & Topuz, M. (2021). Türkiye'de illere göre kaba boşanma oranlarının (2001–2020) mekânsal oto-korelasyonu ve trend analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(123), 163–184.
- Geçen, R., & Varol, M. (2017). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak Cilo (Buzul) Dağı'nda aktif buzul ve değişiminin incelenmesi (ss. 654–663). International Symposium on Geomorphology.
- 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. [CrossRef]
- Kadioğlu, M., & Şen, Z. (1994). *Keban Barajı Öncesi ve Sonrasında Çevre İkliminin Fraktal Analizi. Son Değerlendirmeler Işığında Keban Barajı'nın Elazığ İklimine Etkisi*. (ss. 1145–1155).
- Kahya, E., & Kalaycı, S. (2004). Trend analysis of stream flow in Turkey. *Journal of Hydrology*, 89, 128–144.
- Kaplan, E. (2013). Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487–510.
- Karabulut, M. (2011). Doğu Akdeniz'de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı: 37–44.
- Karabulut, M. (2015). Drought analysis in Antakya-Kahramanmaraş Graben, Turkey. *Journal of Arid Land*, 7(6), 741–754. [CrossRef]
- Karabulut, M., & Cosun, F. (2009). Kahramanmaraş ilinde yağışların trend analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7(1), 65–83.
- Karabulut, M., Gürbüz, M., & Korkmaz, H. (2008). Precipitation and temperature trend analyses in Samsun. *Journal of International Environmental Application and Science*, 3(5), 399–408.
- Kızılcı, 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* (ss. 339–348).
- Lázaro, R., Rodrigo, F. S., Gutiérrez, L., Domingo, F., & Puigdefábregas, J. (2001). Analysis of a 30-year rainfall record (1967–1997) in semi-arid SE Spain for Implications on Vegetation. *Journal of Arid Environments*, 48(3), 373–395. [CrossRef]
- Leinss, S., Parrella, G., & Hajnsek, I. (2014). Snow height determination by polarimetric phase differences in X-band SAR data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(9), 3794–3810. [CrossRef]
- Li, Q., Yang, T., Zhou, H., & Li, L. (2019). Patterns in snow depth maximum and snow cover days during 1961–2015 period in the Tianshan Mountains, Central Asia. *Atmospheric Research*, 228, 14–22. [CrossRef]
- Mallik, 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(1–2), 823–841. [CrossRef]
- MEB (1941). Birinci Coğrafya Kongresi, 6–21 Haziran 1941 Raporlar, Müzakereler, Kararlar 1941. Ankara.
- Oğuz, K., Pekin, M., & Çamalan, G. (2021). Muğla İlinde 1960–2018 dönemi kuraklık analizi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 7(1), 89–100.
- Onur, A. (1964). *Türkiye'de Kar Yağışları ve Yerde Kalma Müddeti Üzerine Bir Etüd*. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi.
- 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. *İTÜDERGİSİ/d*, 8(5), 169–177.
- Önöz, B., & Bayazit, M. (2003). The power of statistical tests for trend detection. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 27, 247–251.
- Özçağlar, A. (2003). Türkiye'de yapılan bölge ayrımları ve bölge planlama üzerindeki etkileri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(1), 3–18.
- Özcan, O., Bookhagen, B., & Musaoğlu, N. (2017). Ekstrem yağış olaylarının Fırat Havzası'ndaki hidrolojik bileşenlerin yıllar arası değişimi üzerine etkisi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 26, 35–47.
- 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*. TIKDEK.
- 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], Yükseköğretim Kurumu Tez Merkezi.
- Reusser, D. E., & Zehe, E. (2011). Low cost monitoring of snow height and thermal properties with inexpensive temperature sensors. *Hydrological Processes*, 25(12), 1841–1852. [CrossRef]
- Sarıkaya, M. A. (2011). *Türkiye'nin Güncel Buzulları, Fiziki Coğrafya Araştırmaları: Sistemik ve Bölgesel*, (Cilt 6, pp. 527–544). Türk Coğrafya Kurumu Yayınları.
- Sarış, F., Hannah, D. M., & Eastwood, W. J. (2010). Spatial variability of precipitation regimes over Turkey. *Hydrological Sciences Journal*, 55(2), 234–249. [CrossRef]
- Schöner, W., Auer, I., & Böhm, R. (2009). Long term trend of snow depth at Sonnblick (Austrian Alps) and its relation to climate change. *Hydrological Processes*, 23(7), 1052–1063. [CrossRef]
- Seager, R., Kushnir, Y., Nakamura, J., Ting, M., & Naik, N. (2010). Northern Hemisphere winter snow anomalies: ENSO, NAO and the winter of 2009/10. *Geophysical Research Letters*, 37(14). [CrossRef]
- Sen, B., Topcu, S., Türkeş, M., Sen, B., & Warner, J. F. (2012). Projecting climate change, drought conditions and crop productivity in Turkey. *Climate Research*, 52, 175–191. [CrossRef]
- 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. [CrossRef]

- Şengün, M. T. (2007). Son değerlendirmeler ışığında Keban Barajı'nın Elazığ iklimine etkisi. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 116–121.
- Şensoy, S., Demircan, M., Ulupınar, U., & Balta, I. (2008). Türkiye İklimi. https://mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/13_turkiye_iklimi.pdf
- Şimşek, M., Utlu, M., & Öztürk, M. Z. (2020). Gidengemez Dağları'nın Yüzey Karstı özellikleri (Orta Toroslar). İçinde S. Birinci, Ç. K. Kaymaz, Y. Kızılkın (Çev.), *Coğrafi Perspektifle Dağ ve Dağlık Alanlar*. 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. (1990). *Elazığ ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Keban Barajının Yöre İklimi Üzerine Olan Etkileri*. Fırat Üniversitesi Coğrafya Sempozyumu 14–15 Nisan 1986 Elazığ, Fırat Havzası Araştırma Merkezi, Elazığ.
- Tonbul, S., & Sunkar, M. (2011). *Batman'da Yaşanan Sel ve Taşkın Olaylarının (31 Ekim-1 Kasım 2006) Sebep ve Sonuçları* (ss. 237–258). Fiziki Coğrafya Araştırmaları.
- Topuz, M. (2021). Doğu Anadolu bölgesinin maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık eğilimlerinin analizi (1970–2020). 2. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi. İstanbul.
- 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 (ss. 91–106).
- 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.
- Torun, A. T., & Ekerçin, S. (2021). Estimating snow density, depth, volume, and snow water equivalent with InSAR data in the Erciyes mountain/Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(15), 1–16. [CrossRef]
- Türkeş, M. (2008). Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1, 26–37
- Türkeş, M. (2018). Küresel ve bölgesel iklim değişikliklerinin Anadolu coğrafyasına etkileri. *Bilim ve Ütopya*, 292, 37–44.
- Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve meteoroloji*. Kriter Yayınevi.
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1–32.
- Türkeş, M., & Erlat, E. (2008). Influence of the arctic oscillation on the variability of winter mean temperatures in Turkey. *Theoretical and Applied Climatology*, 92(1–2), 75–85. [CrossRef]
- 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*, 29(8), 1056–1074. [CrossRef]
- URL-1: MGM (2022). Adresinden Alındı. <https://mgm.gov.tr/>
- 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. [CrossRef]