

## KAPADOKYA BÖLGESİ'NİN YAZ AYLARI BUHARLAŞMA VERİLERİ İÇİN TREND ANALİZİ

Onur ARSLAN<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0003-2456-1788)\*

<sup>1</sup>*İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye*

*Geliş / Received: 05.12.2018  
Kabul / Accepted: 12.02.2019*

### ÖZ

Bu çalışmanın amacı Kapadokya Bölgesi'nin yaz ayları buharlaşma verileri için trend analizi gerçekleştirmektir. Kapadokya Bölgesi Türkiye'nin en popüler turistik yerlerinden biridir. Uygulama için Kapadokya Bölgesi'ndeki Kırşehir, Kayseri, Niğde, Nevşehir ve Aksaray meteorolojik istasyonlarının aylık toplam buharlaşma değerleri kullanılmıştır. Trend analizi için Mann Kendall Merit Korelasyon (MKMK) testi uygulanmıştır. Niğde, Kayseri ve Kırşehir meteoroloji istasyonları için %99 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı artma trendleri tespit edilmiştir. Aksaray ve Nevşehir için trend aylara göre değişmektedir ve bu meteorolojik istasyonlar için istatistiksel olarak anlamlı bir trend yoktur.

**Anahtar kelimeler:** MKMK testi, buharlaşma, Kapadokya bölgesi

## TREND ANALYSIS FOR EVAPORATION DATA IN SUMMER MONTHS OF CAPPADOCIA REGION

### ABSTRACT

Aim of this study is to perform a trend analysis for evaporation data in summer months of Cappadocia region. Cappadocia Region is one of the most popular tourist destinations of Turkey. Monthly total evaporation data of Kırşehir, Kayseri, Niğde, Nevşehir and Aksaray meteorological stations in Cappadocia Region are used for application. Mann Kendall Rank Correlation (MKRC) test is applied for trend analysis. Statistically significant increasing trends at 99% confidence level are observed for Niğde, Kayseri and Kırşehir meteorological stations. Trend changes according to months for Aksaray and Nevşehir meteorological stations and there is no a statistically significant trend for these meteorological stations.

**Keywords:** MKRC test, evaporation, Cappadocia region

### 1. GİRİŞ

Nüfus, tarım ve sanayileşmedeki artış suya olan ihtiyacı artırmaktadır. Ayrıca yaşam standartlarının iyileşmesi kişilerin günlük su tüketimini artıran bir diğer faktördür. Artan su ihtiyacının karşılanması amacıyla her geçen gün baraj ve gölet sayısı artmaktadır. Ancak buharlaşma tüm bu su kaynaklarının yönetimini etkileyen önemli bir parametredir. Buharlaşmada değerlerindeki trendlerin belirlenmesi ve özellikle istatistiksel olarak anlamlı artma trendlerinin tespit edildiği bölgelerde yeni yönetim planlarının oluşturulması su kaynaklarının sürdürülebilir ve verimli yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Buharlaşma meteorolojik şartlara bağlı olarak değişmekte olup son yıllarda yaşanan iklim değişiklikleri de buharlaşmayı etkileyen önemli faktörler olarak karşımıza çıkmaktadırlar.

Buharlaşma verileri için yapılan trend analizlerinde elde edilen sonuçlar inceleme yapılan yere özgüdür ve bu nedenle sonuçlar inceleme yapılan yere göre değişiklik göstermektedir. Chattopadhyay ve Hulme,

\*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 2267 ; e-mail / e-posta: onurarslan@ohu.edu.tr

O.ARSLAN

Hindistan'daki buharlaşma verilerini incelemişler ve son yıllar boyunca buharlaşma değerlerinde bir azalma olduğunu belirlemişlerdir [1]. Da Silva Kuzeydoğu Brezilya'daki çoğu istasyonda artma trendi tespit etmiştir [2]. Roderick ve Farquhar, Avustralya'da istasyonların çoğunda istatistiksel olarak anlamlı azalma trendi gözlemiştir [3]. Liu vd., Çin'de tava buharlaşma değerlerinin azaldığını ve azalmanın Kuzeydoğu Çin hariç Çin'in sekiz iklim bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir [4]. Zhang vd., Tibet platosunun tava buharlaşma değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma trendi bulmuşlardır [5]. Aydın ve Topaloğlu 1975-2006 yılları arasındaki buharlaşma verilerinde Nisan ve Ekim aylarında Marmara Bölgesi'nde 26, Ege ve İç Anadolu Bölgesi'nde 28, Akdeniz Bölgesi'nde 33, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 22, Karadeniz Bölgesi'nde 12, Doğu Anadolu Bölgesi'nde 22 istasyonda artma eğilimi tespit etmişlerdir. Ancak önemli olmayan artma eğiliminin daha fazla olduğunu belirlemişlerdir [6]. Ogolo, Nijerya'daki tava buharlaşma değerlerindeki trendleri incelemiştir. 1970-1979 arasındaki on yıllık dönemde Sahel bölgesi hariç azalma trendi, 2000 yılına kadar olan diğer on yıllık dönemlerde ise tüm istasyonlarda artma trendi tespit etmişlerdir [7]. Bao vd., Haihe Nehir Havzası'nın 50 yıllık tava buharlaşmaları değerleri için trend analizi yapmışlar ve istatistiksel olarak anlamlı azalma trendi tespit etmişlerdir [8]. Kay vd., İngiltere'de buharlaşma trendleri için yapılan çalışmaların genelini artışı işaret ettiğini ifade etmiştir [9]. Özfidaner vd., Adana ilinde 17351 nolu istasyonda 1963-2016 yılları arasında kaydedilen aylık ortalama buharlaşma değerleri için azalma eğilimleri belirlemişler ancak istatistiksel olarak önemli olmadığı sonucuna varmışlardır [10]. Bacanlı ve Tanrıkulu, Ege Bölgesi'ndeki Kuşadası, Bornova, Gediz ve Bolvadin istasyonlarında artan eğilim, Muğla, D. Manisa, Aydın, Tavşanlı ve İzmir istasyonlarında ise azalan eğilim belirlemişlerdir [11]. Bacanlı ve Çukurluoğlu, Antalya ilinin Ocak ayı buharlaşma verilerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma trendi belirlemişlerdir. Ancak diğer aylarda istatistiksel olarak anlamlı bir trend bulamamışlardır [12].

Kapadokya Bölgesi, Niğde, Kayseri, Kırşehir, Aksaray ve Nevşehir illerini kapsayan bir bölgedir [13]. Bölgede yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır [14]. Türkiye'nin orta kısmında yer alan bölge su kaynakları açısından zengin bir bölge değildir. Ayrıca yaz aylarında turistik bir bölge olması nedeniyle bölgedeki oteller dolmakta ve su ihtiyacı daha da artmaktadır. Bölgede buharlaşma yaz aylarında en üst seviyelere ulaşmakta ve bu durum da su kaynaklarındaki kayıpları artırmaktadır. Ayrıca buharlaşma verilerinde yaşanacak artma trendleri de su kaynaklarını daha da olumsuz etkileyecektir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı Kapadokya Bölgesi'nin yaz ayları buharlaşma verileri için trend analizi gerçekleştirmektir ve istatistiksel olarak anlamlı artma trendleri durumunda alınması gereken tedbirler ile ilgili öneriler sunulmuştur.

## 2. MATERYAL VE METOT

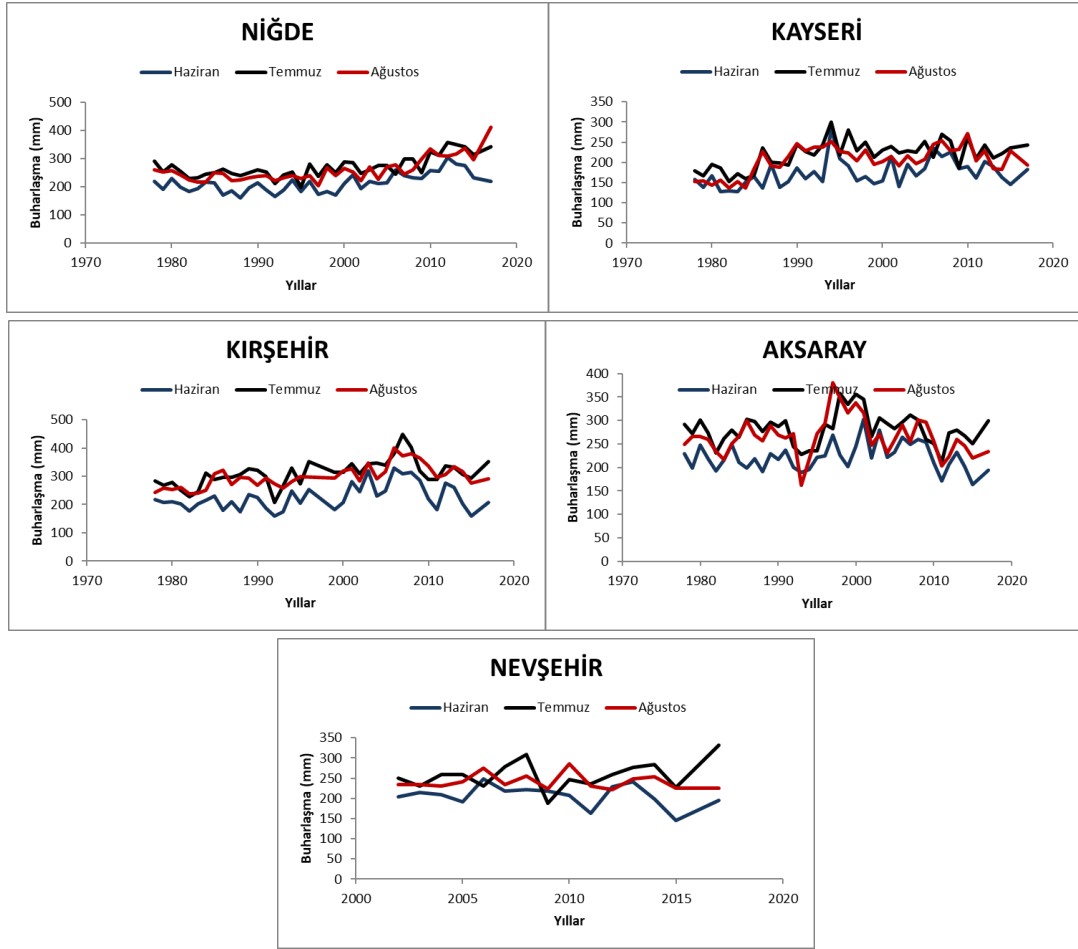
### 2.1. Veri

Bu çalışmada, Kapadokya Bölgesi'nde bulunan meteorolojik istasyonlara ait aylık toplam buharlaşma verileri kullanılmış olup bu veriler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Bu istasyonların kayıt aralıkları Tablo 1'de, aylık toplam buharlaşma değerleri ise Şekil 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Kapadokya Bölgesi meteoroloji istasyonları ve kayıt aralıkları

Meteorolojik İstasyon	Kayıt Aralığı
NİĞDE	1978-2017
KAYSERİ	1978-2017
KIRŞEHİR	1978-2017
AKSARAY	1978-2017
NEVŞEHİR	2002-2017

KAPADOKYA BÖLGESİ'NİN YAZ AYLARI BUHARLAŞMA VERİLERİ İÇİN TREND ANALİZİ



Şekil 1. Kapadokya Bölgesi'nde bulunan meteorolojik istasyonların aylık toplam buharlaşma verileri

2.2. Mann-Kendall Meritbe Korelasyon(MKMK) Yöntemi

Trend analizi için MKMK testi kullanılmıştır. Parametrik olmayan bu test ile trendin başladığı yıl tespit edilebilmektedir. Yöntemde veriler için sıralama yapılarak verinin mertebesi belirlenir. Her bir merite için kendinden önceki mertebelerden küçük olanlar sayılarak elde edilen  $n_i$  değerleri toplanarak test istatistiği olan  $t$  değeri hesaplanır.  $t$ 'lerin ortalaması  $E(t)$  Denklem 2, varyansı  $Var(t)$  Denklem 3 ve MKMK Test istatistiği  $u(t)$  ise Denklem 4 ile hesaplanır. Geriye doğru MKMK test istatistiği  $u'(t)$  de benzer şekilde hesaplanır [15].

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \quad (1)$$

$$E(t) = \frac{i(i-1)}{4} \quad (2)$$

$$Var(t) = i(i-1)(2i+5)/72 \quad (3)$$

$$u(t) = \frac{(t - E(t))}{\sqrt{Var(t)}} \quad (4)$$

$u(t)$ 'nin pozitif çıkması artış eğilimini, negatif çıkması azalış eğilimini göstermekte olup anlamlı bir trend olup olmadığı güven seviyesine göre belirlenen  $z$  test değeri ile karşılaştırılarak bulunur. Bu çalışmada MKMK testi

O.ARSLAN

İçin güven aralığı %99 alınmış olup z değeri 2,58 arasındadır.  $u(t)$  ve  $u'(t)$  değerlerinin birbirini kestiği nokta trendin başladığı yeri gösterir.

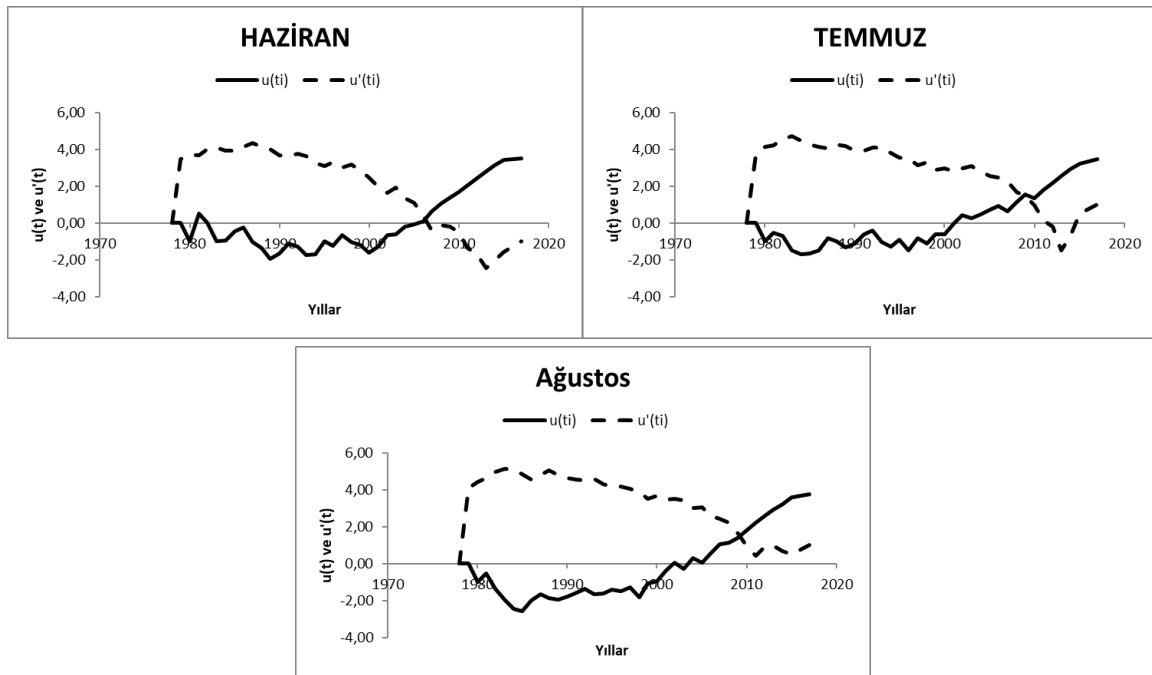
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kapadokya Bölgesindeki meteoroloji istasyonlarının yaz ayları aylık toplam buharlaşma değerleri için elde edilen MKMK testi sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. MKMK test sonuçlarına göre, Niğde ve Kayseri meteoroloji istasyonları için tüm yaz aylarında %99 güven seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı artma trendleri tespit edilmiştir. Kırşehir meteoroloji istasyonu için Temmuz ve Ağustos aylarında % 99 güven seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı artma trendleri bulunmuş olup Haziran ayında da artma trendi gözlenmiştir. Aksaray ve Nevşehir meteoroloji istasyonlarında Haziran ve Ağustos için azalma trendleri ve Temmuz ayı için artma trendleri görülmüştür ancak bu trendler % 99 güven seviyesinde anlamlı değildir.

**Tablo 2.** Kapadokya Bölgesi yaz ayları aylık toplam buharlaşma değerleri için MKMK testi sonuçları

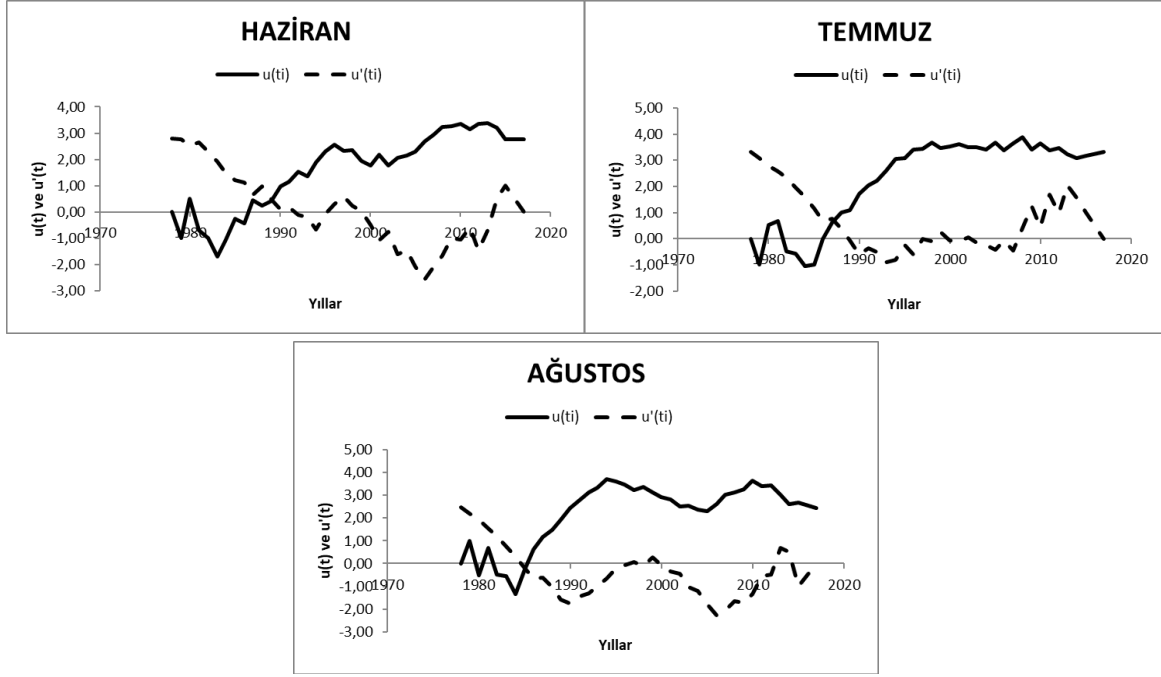
Meteorolojik İstasyon	u(t) - % 99 güven aralığında anlamlı trend durumu		
	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS
NİĞDE	3,47 – ARTMA	3,74 – ARTMA	4,08 – ARTMA
KAYSERİ	2,77 – ARTMA	3,30 – ARTMA	2,43 – ARTMA
KIRŞEHİR	1,88 – YOK	3,48 – ARTMA	3,87 – ARTMA
AKSARAY	-0,35 –YOK	0,11 – YOK	-0,35 – YOK
NEVŞEHİR	-0,74 – YOK	1,24 – YOK	-0,94 – YOK

Niğde meteoroloji istasyonunun yaz ayları için hesaplanan  $u(t)$  ve  $u'(t)$  değerleri ve trend başlangıçları Şekil 2’de verilmiştir. Buna göre Haziran ayı için 2006, Temmuz ve Ağustos ayları için 2009 yılından itibaren artma trendi başlamıştır. Kayseri meteoroloji istasyonunun yaz ayları için hesaplanan  $u(t)$  ve  $u'(t)$  değerleri ve trend başlangıçları Şekil 3’de verilmiştir. Buna göre Haziran ayı için 1989, Temmuz ayı için 1987 ve Ağustos ayı için 1985 yılından itibaren artma trendi başlamıştır. Kırşehir meteoroloji istasyonunun yaz ayları için hesaplanan  $u(t)$  ve  $u'(t)$  değerleri ve trend başlangıçları Şekil 4’te verilmiştir. Buna göre Haziran ayı için 1994, Temmuz ayı için 1987 ve Ağustos ayı için 1988 yılından itibaren artma trendi başlamıştır.

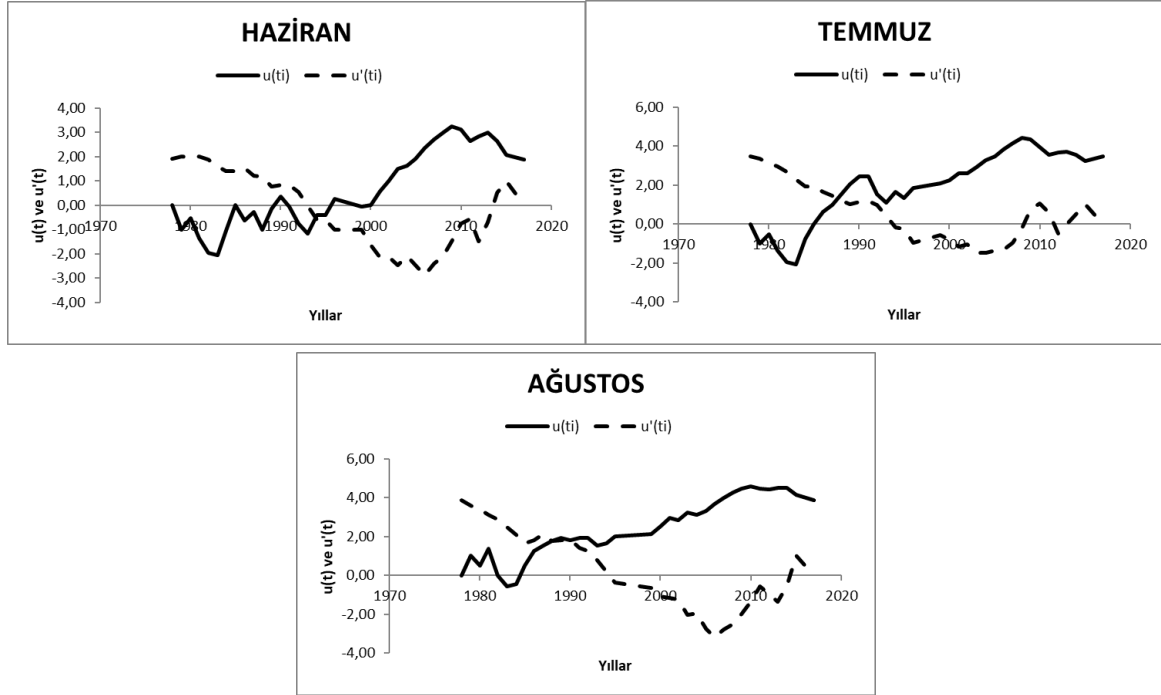


**Şekil 2.** Niğde meteoroloji istasyonunun yaz ayları için hesaplanan  $u(t)$  - $u'(t)$  değerleri ve trend başlangıçları

KAPADOKYA BÖLGESİ'NİN YAZ AYLARI BUHARLAŞMA VERİLERİ İÇİN TREND ANALİZİ



Şekil 3. Kayseri meteoroloji istasyonunun yaz ayları için hesaplanan  $u(t) - u'(t)$  değerleri ve trend başlangıçları



Şekil 4. Kırşehir meteoroloji istasyonunun yaz ayları için hesaplanan  $u(t) - u'(t)$  değerleri ve trend başlangıçları

#### 4. SONUÇLAR

Su kaynakları açısından zengin bir bölge olmayan Kapadokya Bölgesi'nde yaz aylarında turizm nedeniyle artan su ihtiyacına karşılık buharlaşmanın da yaz aylarında en üst seviyelere ulaşması nedeniyle su kaynaklarındaki kayıplar artırmakta iken buharlaşma verilerinde yaşanacak artma trendleri su kaynaklarını daha

O.ARSLAN

da olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle bu çalışmada Kapadokya Bölgesi'nin yaz ayları buharlaşma verileri için trend analizi gerçekleştirilmiştir.

MKMK test sonuçlarına göre %99 güven seviyesinde Kapadokya Bölgesi'ndeki Niğde, Kayseri ve Kırşehir meteoroloji istasyonlarının yaz aylarına ait buharlaşma değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı artma trendleri tespit edilmiştir. Ayrıca Nevşehir ve Aksaray meteoroloji istasyonları için de Temmuz ayında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da artma trendleri bulunmuştur.

Kapadokya Bölgesi'ndeki çoğu meteorolojik istasyonda belirlenmiş olan istatistiksel olarak anlamlı artma trendleri nedeniyle alınması gereken tedbirler aşağıda sunulmuştur:

1. Bölgedeki su kaynaklarının yönetimi revize edilmelidir.
2. Basınçlı sulama yöntemlerinin kullanımına öncelik verilmelidir.
3. Daha az su isteyen bitkiler ekilmelidir.

## KAYNAKLAR

- [1] CHATTOPADHYAY, N., HULME, M., "Evaporation and Potential Evapotranspiration in India under Conditions of Recent and Future Climate Change", *Agricultural and Forest Meteorology*, 87(1), 55-73, 1997.
- [2] DA SILVA, V.P.R., "On Climate Variability in Northeast of Brazil", *Journal of Arid Environments*, 58, 575-596, 2004.
- [3] RODERICK, M.L., FARQUHAR, G.D., "Changes in Australian Pan Evaporation from 1970 to 2002", *International Journal of Climatology*, 24, 1077-1090, 2004.
- [4] LIU, B., XU, M., HENDERSON, M., GONG, W., "A Spatial Analysis of Pan Evaporation Trends in China, 1955– 2000", *Journal of Geophysical Research*, 109(D15), 1-9, 2004.
- [5] ZHANG, Y., LÜ, C., TANG, Y., YANG, Y., "Trends in Pan Evaporation and Reference and Actual Evapotranspiration across The Tibetan Plateau", *Journal of Geophysical Research*, 112(D12), 1-12, 2007.
- [6] AYDIN, F., TOPALOĞLU, F., "Türkiye Buharlaşma Verilerinin Gidiş Analizi". *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 22(2), 173-184, 2010.
- [7] OGOLO, E.O., "Regional Trend Analysis of Pan Evaporation in Nigeria (1970 to 2000)", *Journal of Geography and Regional Planning*, 4(10), 566-577, 2011.
- [8] BAO, Z., ZHANG, J., WANG, G., FU, G., LIU, C., YAN, X., "Pan Evaporation Trend for The Haihe River Basin and its Response to Climate Change", *Proceedings of International Union of Geodesy and Geophysics Symposium*, 15-20. Melbourne, Australia, 2011.
- [9] KAY, A.L., BELL, V.A., BLYTH, E.M., CROOKS, S.M., DAVIES, H.N., REYNARD, N.S., "A hydrological Perspective on Evaporation: Historical Trends and Future Projections in Britian", *Journal of Water and Climate Change*, 4(3), 193-208, 2013.
- [10] ÖZFİDANER, M., ŞAPOLYO, D., TOPALOĞLU, F., BAYDAR, A., "Adana İlinde Buharlaşma Serilerinde Gidişlerin Yeni Bir Gidiş Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi", *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34, 59-66, 2018.
- [11] BACANLI, Ü.G., TANRIKULU, A., "Ege Bölgesinde Buharlaşma Verilerinin Trend Analizi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17, 980-987, 2017.
- [12] BACANLI, Ü.G., ÇUKURLUOĞLU, S., "Antalya İlinin Bazı Meteorolojik Verilerinin Trend Analizi", *Proceedings of the 1<sup>st</sup> International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Studies*, 371-375. Antalya, Türkiye, 2018.
- [13] <http://www.tanitma.gov.tr/TR-22783/kapadokya.html> (erişim tarihi 21.11.2018)
- [14] STEA, D., TURAN, M., 1993. *Placemaking: Production of Built Environment in Two Cultures*, Avebury Ashgate Publishing Limited, England, 1993.
- [15] SNEYERS, S., *On the Statistical Analysis of Series of Observations*, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 1990.