



## EGE BÖLGESİ YAZ AYLARI BUHARLAŞMA VERİLERİNE TREND ANALİZİ

**Hatice CİTAKOĞLU**<sup>1</sup>

**Mehmet Selim GEYİKLİ**<sup>2</sup>

**Vahdettin DEMİR**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Erciyes Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Kayseri, Türkiye

<sup>2</sup> Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Tokat, Türkiye

<sup>3</sup> KTO Karatay Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği, Konya, Türkiye

Sorumlu yazar: [hcitakoglu@erciyes.edu.tr](mailto:hcitakoglu@erciyes.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada Ege Bölgesi'nde bulunan Afyonkarahisar, Uşak, Denizli, Muğla, Aydın ve İzmir illerine ait meteoroloji gözlem istasyonlarının, 1971 – 2014 yılları arası kaydedilen Temmuz ve Ağustos aylarına ait buharlaşma verilerinin aylık trendleri incelenmiştir. Lineer Regresyon ve Mann-Kendall yöntemleri ile trend analizi yapılmış olup sonuçlar karşılaştırılmıştır. Lineer Regresyon ve Mann-Kendall yöntemlerinin analizi sonucunda Temmuz ve Ağustos aylarında Uşak ve Afyonkarahisar istasyonlarında artan yönde trend, Muğla istasyonunda azalan yönde trend olduğu tespit edilmiş, diğer illerde ise trend gözlemlenmemiştir. Çalışmanın son aşamasında ise Uşak, Afyonkarahisar ve Muğla istasyonlarındaki trendlerin başlangıç zamanı Mann-Kendall Mertebe Korelasyon yöntemiyle belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Açık Yüzey Buharlaşma, Gidiş Analizi, Parametrik Olmayan Testler

## TREND ANALYSIS OF AEGEAN REGIONAL SUMMER APPLIANCE EVAPORATION DATA

### Abstract

In this study, monthly trends of evaporation data of July and August recorded between 1971 and 2014 of meteorological observation stations belonging to Afyonkarahisar, Usak, Denizli, Mugla, Aydın and İzmir in Aegean Region were investigated. Linear Regression and Mann-Kendall methods were used for trend analysis and the results were compared. As a result of the analysis of Linear Regression and Mann-Kendall methods, increasing trends in Usak and Afyonkarahisar stations have been determined to be trends decreasing in Mugla station, and trends have not been observed in other cases for July and August. At the last stage of the study, the start time of trends in Usak, Afyonkarahisar and Mugla stations was determined by the Mann-Kendall Rank Correlation method.

**Key Words:** Open Surface Evaporation, Trend Analysis, Nonparametric Tests

## 1. GİRİŞ

İklimler mekâna ve zamana göre değişebilen yapılarıyla sürekli olarak değişkenlik gösterir. Dünyanın büyük bir kısmında kısa ve uzun dönemler içerisinde çeşitli iklimsel değişimler meydana gelmiştir. Uzun süreli iklim değişkenliği; herhangi bir iklim elemanının uzun yıllık ortalamasında meydana gelen belirgin değişimi ortaya koyar, diğer taraftan kısa süreli iklim değişkenliği ise; herhangi bir iklim elemanına ait yıllık ölçümün uzun yıllar ortalamasından farkını ifade eder (Gardner ve ark., 1996). Ayrıca son yıllarda bilim adamları tarafından kabul görülen küresel sıcaklığın artması ve yağış gidişatının değişmesi küresel iklim değişikliği şeklinde ifade edilmektedir (Karabulut ve Coşun, 2009).

İklim değişikliğine bağlı olarak artması öngörülen ciddi kuraklık olaylarının sonucunda atmosferik evaporasyon kayıplarının yükselmesi beklenmektedir (Örs ve Ekinci 2015, Teuling ve ark., 2013).

Sulama projelerinin gerçekçi bir şekilde hazırlanabilmesi için yetiştirilmesi planlanan bitkilerin ihtiyaç duydukları aylık ya da daha kısa dönemlere ilişkin su miktarının bilinmesi gerekmektedir. Sulama suyu ihtiyacının hesaplanmasında asıl amaç, bitki su tüketiminin belirlenmesidir. Bitki su ihtiyacı da iki kısımdan oluşur. Bunlar, bitkilerin besin maddelerini taşımak için kullandıkları su ve toprak yüzeyinden buharlaşmadır. Bitkinin düzgün bir gelişim göstermesi için evapotranspirasyon kaybının karşılanması gereklidir. Bu olaya Sıcaklık, rüzgâr, güneşlenme süresi, bağıl nem, yağış gibi meteorolojik faktörler; bitki cinsi, bitki gelişim evresi, kök derinliği ve bitki yüksekliği gibi bitkiye has özellikler; tarım yapılan toprağın bünyesi ve kimyasal özellikler vb. gibi etki eden pek çok parametre bulunmaktadır (Anlı, 2014, Koç ve Güner, 2005).

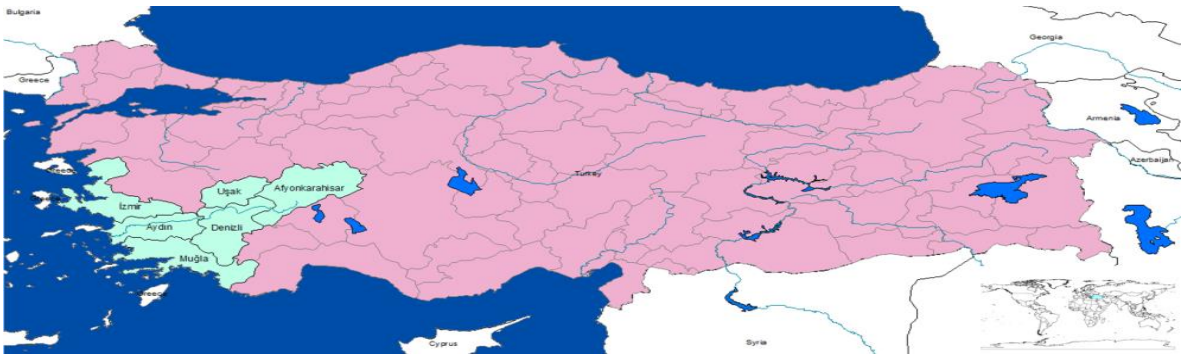
Buharlaşma genel anlamda kara ve su yüzeyinden olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Su yüzeyi ve ıslak yüzeylerde meydana gelen buharlaşma, sürekli bir hareket halindedir. Su yüzeyindeki buharlaşma miktarı, birim alan üzerindeki havanın (meteorolojik şartlar), suyun ve çevrenin özelliklerine göre değişim göstermektedir. Açık su yüzeyinde meydana gelen kayıplara buharlaşma (evaporasyon), bitkilerden meydana gelen su kaybına terleme (transpirasyon) denir. Bitkilerde ve toprakta meydana gelen su kaybına ise evapotranspirasyon adı verilmektedir (Aydın ve Topaloğlu, 2010).

Bu çalışmada, Ülkemiz Ege Bölgesine ait 17190/Afyonkarahisar, 17188/Uşak, 17237/Denizli, 17292/Muğla, 17234/Aydın ve 17220/İzmir meteoroloji istasyonlarının 1971-2014 yılları arasındaki aylık toplam buharlaşma (mm) verileri kullanılarak bölge için Temmuz ve Ağustos aylarının gidiş analizleri incelenmiştir. Analizlerde Mann-Kendall, Lineer trend ve Mertebe Korelasyon (Mann-Kendall) yöntemleri kullanılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada, Ege Bölgesine ait 20 yıl ve daha fazla kayıt uzunluğuna sahip 6 adet meteoroloji istasyonunun Açık Yüzey Buharlaşma verileri kullanılmıştır. Daha kısa kayıtlı istasyonlar istatistiksel anlamlılık açısından yetersiz olduğu kabulü ile alınmamıştır. Bu veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan 6 adet meteoroloji istasyonunun konumları ve Türkiye'deki dağılımları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışmada alanı ve çalışmada kullanılan şehirler

**Çizelge 1. Aylık buharlaşma verilerine ait temel istatistiksel bilgiler**

İstasyon	Veri periyodu	Ortalama, (mm)	Standard sapma, (mm)	Varyasyon katsayısı	Çarpıklık katsayısı	Basıklık katsayısı
Uşak /17188	TEMMUZ	246.995	34.366	0.139	-0.011	-0.0404
	AĞUSTOS	240.264	32.555	0.135	0.053	0.0338
Afyonkarahisar 17190	TEMMUZ	246.825	31.185	0.126	-0.289	-0.165
	AĞUSTOS	230.416	30.054	0.130	-0.165	-0.431
İzmir/17220	TEMMUZ	288.309	43.160	0.150	0.798	-0.416
	AĞUSTOS	260.765	28.225	0.108	0.883	-0.910
Aydın /17234	TEMMUZ	258.484	29.768	0.115	0.585	-0.646
	AĞUSTOS	232.634	23.826	0.102	0.439	-0.928
Denizli/17237	TEMMUZ	236.127	36.212	0.153	-0.042	-0.314
	AĞUSTOS	207.403	28.061	0.135	-0.051	-0.925
Muğla /17292	TEMMUZ	283.093	51.348	0.181	0.624	2.928
	AĞUSTOS	264.600	44.769	0.169	0.274	3.786

Çizelge 1 incelendiğinde Temmuz ayı en yüksek ortalama buharlaşma değeri İzmir istasyonunda (288 mm) görülürken düşük ortalama buharlaşma değeri ise Denizli istasyonunda (236 mm) görülmektedir. Ayrıca Ağustos ayı ortalama buharlaşma değerleri en yüksek Muğla istasyonunda (265 mm) ve en düşük ise Denizli istasyonunda (207 mm) görülmektedir. Çalışmada kullanılan veriler, Çizelge 1’deki tanımlayıcı istatistiksel parametreler doğrultusunda birbirine benzediği görülmektedir. Çizelge 1’de görüleceği üzere her bir istasyonun çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde Temmuz ve Ağustos aylarının normal dağılıma uyduğu görülecektir. Fakat Muğla/17292 istasyonunun Temmuz ve Ağustos ayında basıklık katsayısı sıfırdan büyük olması sebebiyle normal dağılıma uymadığı, normal dağılımdan daha dik bir olasılık yoğunluk grafiğine sahip olduğu belirlenmiştir.

## 2.2. Yöntem

### 2.2.1. Lineer Trend Analizi

Aralarında sebep-sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişki lineer regresyon analiz ile tespit edilmektedir. Ayrıca lineer regresyon analizi, araştırılan konu ile ilgili ilişkileri incelemek amacıyla geliştirilen matematiksel bir model ile karakterize edilen bir metottur (Şahinler, 2000). Bu yöntemle uzun dönemler boyunca buharlaşma verilerine ait gidiş değerlerinde artma veya azalma olup olmadığı verilerin zaman ekseninde oluşturduğu ortalama eğrinin eğimi ile izlenmektedir. Oluşturulan  $y=ax+b$  şeklindeki doğrunun eğimi yatay eksene göre saat yönünde ise azalan tersi durumda da artan gidişatın olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

### 2.2.2. Mann-Kendall Trend Analizi:

Tau olarak bilinen testin özel bir hali olan Mann-Kendall parametrik olmayan bir test yöntemidir (Mann, 1945; Kendall, 1975). Bu yöntemde zamana göre sıralanmış “ $x_1, \dots, x_n$ ” verileri,  $H_0$  hipotezine göre zamandan bağımsız ve benzer dağılım gösteren rastgele değişkenlerdir.  $H_1$  hipotezine göre ise ( $k \neq j$ ) koşuluyla tüm ( $k, j \leq n$ ) için seride  $x_k$  ve  $x_j$  değerlerinin dağılımı benzer değildir, yani seride doğrusal bir trend bulunmaktadır. Bu yöntemde öncelikle Mann-Kendall istatistiği “S” hesaplanır (Denklem 1 ve 2).

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} 1; & \text{if } x_j > x_i \\ 0; & \text{if } x_j = x_i \\ -1; & \text{if } x_j < x_i \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (2)$$

Veri sayısı (n),  $n > 10$  ise asimptotik olarak normal bir dağılıma uyan ve ortalaması sıfır olan Mann-Kendall istatistiği varyansı  $\text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5)/18$  şekilde hesaplanır. Bu denklem ile varyans hesaplandıktan sonra, Denklem 3 yardımıyla Mann-Kendall test istatistiğinin (S) sınırlarına göre Z değeri hesaplanır. Hesaplanan Z değeri de, belirlenen olasılık anlamlılık düzeylerine karşılık gelen normal dağılım çizelgesindeki standart Z değerleriyle karşılaştırılır.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{var}(S)}}; & \text{if } S > 0 \\ 0; & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{var}(S)}}; & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (3)$$

Normal dağılımda anlamlılık, genellikle 0.10 ( $\alpha = \%10$ ) ve 0.05 ( $\alpha = \%5$ ) olasılığına sahip çift yönlü güven aralıkları ile öngörülmektedir. Hesaplanan Z değeri, dağılım çizelgesindeki  $Z_{1-\alpha/2}$  değerinden küçük olduğu durumlarda sıfır hipotezi ( $H_0$ ) kabul edilmektedir ve zaman serisinde istatistiksel olarak anlamlı bir eğilimin olmadığı sonucuna varılmaktadır. Tersini durumda, hesaplanan Z değeri, dağılım çizelgesindeki  $Z_{1-\alpha/2}$  değerinden büyük olduğu durumlarda da sıfır hipotezi ( $H_0$ ) kabul edilmemekte ve zaman serisinde eğilimin varlığı sonucuna varılmaktadır. S'nin pozitif veya negatif değer alması durumuna göre de trendin artan veya azalan yönde olduğu söylenebilir. Hesaplanan S değeri pozitif ise, incelenen olayda artan yönde, negatif ise azalan yönde bir eğilim olduğu sonucuna varılmaktadır (Ay ve Kişi 2015, Demir ve ark., 2016).

### 2.2.3. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon İstatistiği

Zaman serilerindeki gidişin artan mı, azalan mı olduğunu belirlemek için kullanılan parametrik olmayan bir test yöntemidir. Bu test yardımıyla grafiksel olarak gidişin anlamlı bir değişim gösterdiği zaman belirlenmektedir (Gümüş ve Yenigün, 2006).

Çalışılan Hidro-meteorolojik parametrelere ait veriler zaman serisinde sıralanır  $x_i$ , tek tek tüm veriler kendinden önceki veriler içinde kendisinden kaç tanesinin büyük olduğu sayılmaktadır. Bu sayıya  $n_i$  denildiğinde  $x_i$  veri değerleri bunlarla yer değiştirerek tam sayılı örnek bir fonksiyon elde edilmektedir. Bu tam sayıların ardışık toplamları,  $t_i$  ile gösterilirse yöntem için gerekli büyüklük;

$$t = \sum_{i=1}^N n_i \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir. Bu değerlerin ortalaması, varyansı

$$E = \frac{N \cdot (N - 1)}{4}, \text{ var}(t) = \frac{N \cdot (N - 1) \cdot (2N + 5)}{72} \quad (5)$$

şeklinde hesaplanır. Mann-Kendall test istatistiği  $u(t)$  ise;

$$u(t) = \frac{u - E}{\sqrt{\text{var}(t)}} \quad (6)$$

olarak hesaplanır (Sneyers, 1990).

Zamanla değişimin olmadığı varsayımı,  $u(t)$ 'nin sıfıra yakın değerleri ile ifade edilirken,  $u(t)$ 'nin büyük değerleri değişimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. Örneğin,  $u(t)$ 'nin  $\pm 1.96$ 'ya ulaşması gidişin veya eğilimin anlamlılık seviyesinin %95'lere ulaştığını gösterir.  $u(t)$  ise seri içinde geri yönde  $u(t)$ 'ye benzer şekilde hesaplanır. Grafikselsel gösterimde eğilimin bulunmaması halinde bu 2 eğri birbirini altlı üstlü birkaç kere keserler. Eğilimin olması halinde ise, iki eğrinin birbirini kesmeleriyle eğilimin başlangıç zamanı belirlenir. Test istatistiğinin ( $u(t)$ ) pozitif değerleri zamanla bir artış eğiliminin olduğunu, negatif değerler ( $u(t) < 0$ ) zamanla bir azalma eğiliminin olduğunu gösterir (Büyük yıldız ve Berktaş, 2004).

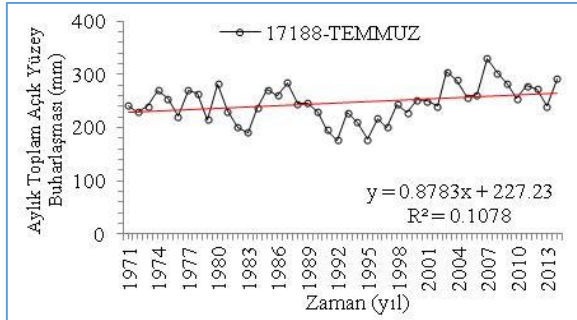
### 3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Gelecek dönemlerde su kaynaklarının zamanla olan ilişkilerini istatistiksel olarak incelemek amacıyla Lineer Regresyon, Mann-Kendal ve Mann-Kendall Mertebe Korelasyon yöntemleri bu çalışmada kullanılmıştır. Ege Bölgesinin geneline ait trend analizi 6 adet meteorolojik istasyonun 1971 ile 2014 yılları arasındaki temmuz ve ağustos ayları açık yüzey buharlaşma verileri kullanılarak incelenmektedir.

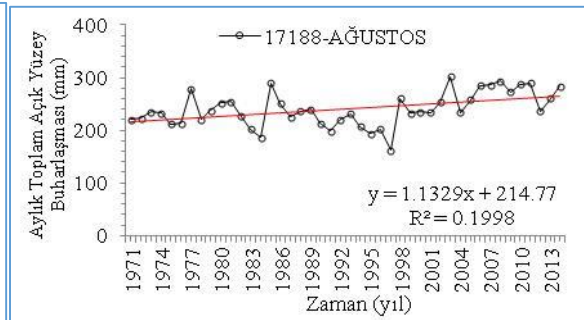
Lineer Regresyon ve Mann-Kendal yöntemleriyle trend analizleri ayrı ayrı yapılmış ve sonuçlar, tablolar ve grafikler halinde verilmiş ve yorumlanmıştır. İlk olarak lineer regresyon gidiş analizi yapılmış olup sonuçları Çizelge 2 ve Şekil 2'de mevcuttur. Çizelge 2'de görüleceği üzere lineer regresyona ait A ve B katsayıları, B katsayısının t değerleri verilmiştir. % 5 anlamlılık düzeyine göre 17188 nolu meteoroloji istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ve 17190 meteoroloji istasyonunun Ağustos ayına ait B katsayısının t değerleri, kritik t değerinden ( $t_{\text{kritik}}=1.64$ ) büyük olması nedeniyle trend mevcuttur. Ayrıca 17292 nolu meteoroloji istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ait B katsayısının t değerleri -6.919 ve -9.7 olarak hesaplanmış olup -1.64 den küçük olması sebebiyle bu istasyonda gidişin mevcut olduğu tespit edilmiştir. Diğer dört istasyonun B katsayısının t değerleri, kritik t değerinden ( $t_{\text{kritik}}=1.64$ ) küçük olması sebebiyle herhangi bir anlamlı bir trend gözlenmemektedir. Çizelge 2'de görüleceği üzere 17188 nolu meteoroloji istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ve 17190 meteoroloji istasyonunun Ağustos ayına ait B katsayılarının pozitif olması ve aynı zamanda Şekil 2'deki lineer regresyon eğrisinin zamanla artması sebebiyle bu istasyonda artan yönde bir gidişin varlığından söz edilmektedir. 17292 nolu meteoroloji istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ait B katsayısının negatif olması ve Şekil 2'deki lineer regresyon eğrisinin zamana bağlı olarak azalması sebebiyle bu istasyonda azalan gidiş mevcut olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 2. Ege Bölgesine ait açık yüzey buharlaşma verilerine uygulanan lineer regresyon trend testinin %5 kritik ihtimal seviyesine göre bulguları**

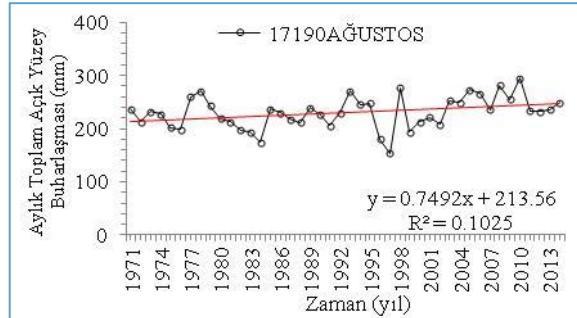
İSTASYON	Zaman periyodu	A	B	B	Sonuç
		katsayısının büyüklüğü	katsayısının büyüklüğü	katsayısının t değeri	
Uşak/17188	TEMMUZ	227.234	0.878	2.252	Artan Trend
	AĞUSTOS	214.774	1.133	3.238	Artan Trend
Afyonkarahisar/17190	TEMMUZ	231.33	0.689	1.917	Trend Yok
	AĞUSTOS	213.558	0.749	2.191	Artan Trend
İzmir/17220	TEMMUZ	309.238	-0.93	1.867	Trend Yok
	AĞUSTOS	271.832	-0.492	-1.488	Trend Yok
Aydın/17234	TEMMUZ	256.944	0.068	0.191	Trend Yok
	AĞUSTOS	230.25	0.106	0.371	Trend Yok
Denizli/17237	TEMMUZ	237.947	-0.081	-0.186	Trend Yok
	AĞUSTOS	205.841	0.069	0.206	Trend Yok
Muğla/17292	TEMMUZ	348.735	-2.917	-6.919	Azalan Trend
	AĞUSTOS	329.805	-2.898	-9.7	Azalan Trend



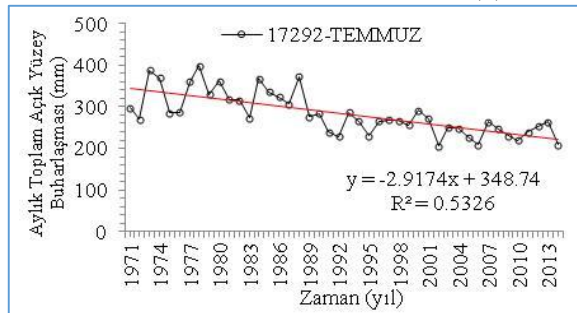
(a) 17188-Temmuz



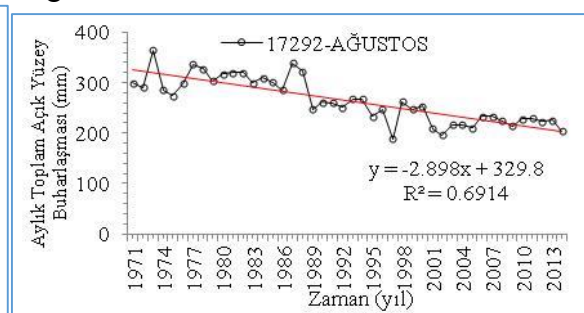
(b) 17188-Ağustos



(c) 17190-Ağustos



(d) 17292-Temmuz



(e) 17292-Ağustos

**Şekil 2. 17188/Uşak, 17190/Afyonkarahisar ve 17292/Muğla istasyonlarına ait açık yüzey buharlaşma verileri ve lineer regresyon trend analizi eğrisi**

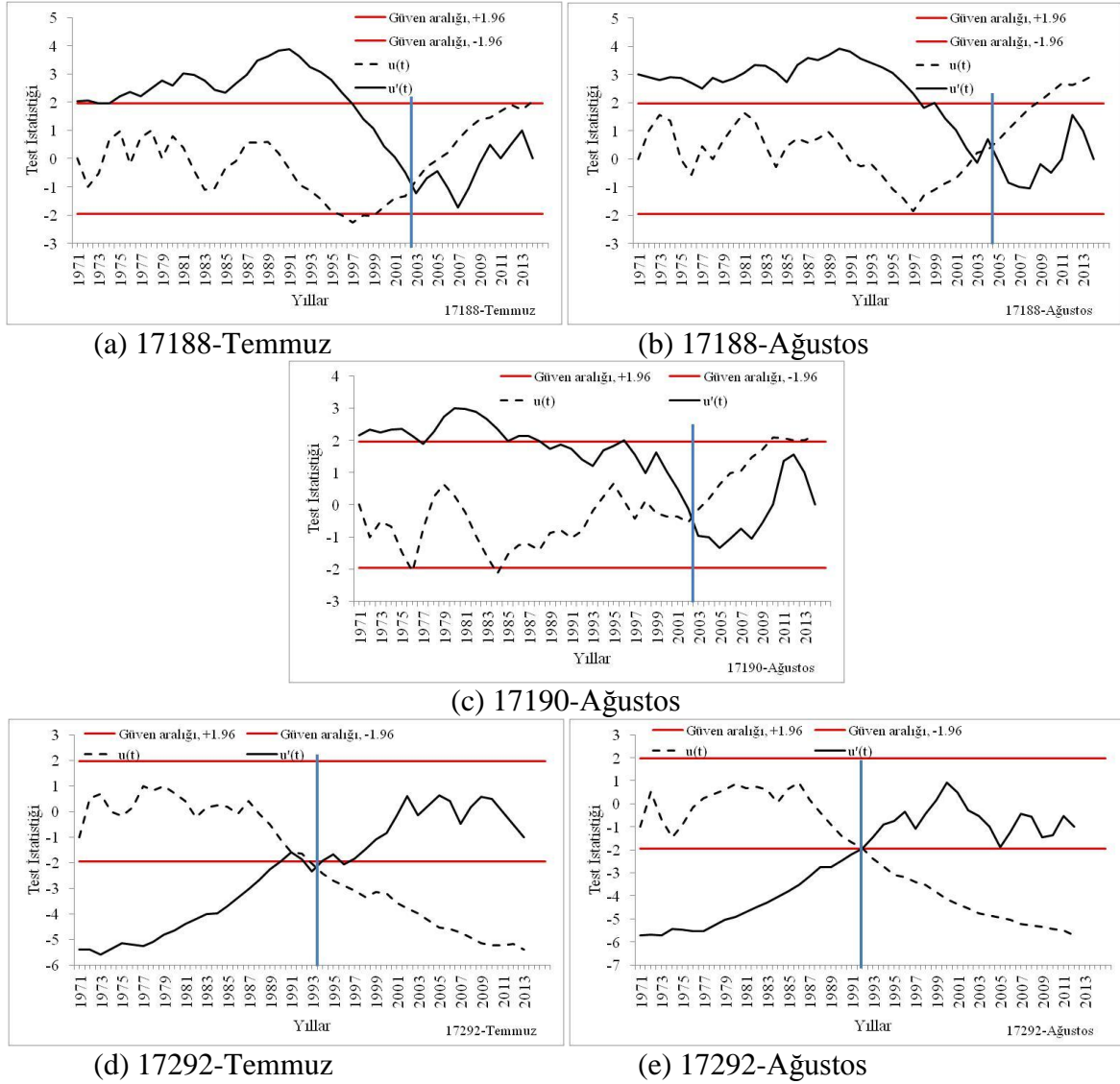
Mann-Kendall yöntemi Z istatistiğine dayanmakta olup trend analizinde oldukça sık kullanılan bir yöntemdir. Bu sebeple bu çalışmada ikinci bir yöntem olarak kullanılmıştır. Çizelge 3’de % 5 çift taraflı anlamlılık düzeyine göre Mann-Kendall analizi sonuçları mevcuttur. Mann-Kendal analizi sonucunda hesaplanan Z değerleri %5 çift taraflı anlamlılık düzeyine (-1,96 +1,96) karşılık gelen Z değerleri arasında olmadığı için 17188 nolu meteoroloji istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarında, 17190 meteoroloji istasyonunun Ağustos ayında ve 17292 nolu istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarında trend tespit edilmiştir. Çizelge 3’de görüleceği üzere, 17188 nolu meteoroloji istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına, 17190 meteoroloji istasyonunun Ağustos ayına ait Mann-Kendall istatistiği değerleri pozitif sonuç verdiği için artan yönde trendin var olduğunu göstermektedir. Ayrıca 17292 nolu istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ait Mann-Kendall istatistiği değerleri (-534 ve -570) sıfırdan küçük olması sebebiyle bu istasyondaki gidış azalan yöndedir.

**Çizelge 3. Buharlaşma verileri için Mann-Kendall trend testinin % 5 kritik ihtimal seviyesine göre bulguları**

İstasyon	Aylar	Mann-Kendall istatistiği	Z değeri	Sonuç
Uşak/17188	TEMMUZ	202	2.033	Artan Trend
	AĞUSTOS	296	2.983	Artan Trend
Afyonkarahisar/17190	TEMMUZ	182	1.830	Trend Yok
	AĞUSTOS	214	2.154	Artan Trend
İzmir/17220	TEMMUZ	-161	-1.618	Trend Yok
	AĞUSTOS	-90	-0.900	Trend Yok
Aydın/17234	TEMMUZ	8	0.070	Trend Yok
	AĞUSTOS	0	-0.010	Trend Yok
Denizli/17237	TEMMUZ	16	0.151	Trend Yok
	AĞUSTOS	51	0.505	Trend Yok
Muğla/17292	TEMMUZ	-534	-5.390	Azalan Trend
	AĞUSTOS	-570	-5.755	Azalan Trend

Lineer Regresyon ve Mann-Kendal yöntemleriyle yapılan Ege bölgesine ait Temmuz ve Ağustos ayları Açık Yüzey Buharlaşma verilerinin trend analizi sonuçları birbirleriyle uyumlu çıkmıştır. Çalışmanın son aşamasında ise her iki yöntemde trend çıkan istasyonların trendin başlama zamanını tespit etmek amacıyla Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi kullanılmıştır. Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi grafiksel bir yöntem olup şekil 3 de 17188 Uşak istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına, 17190 Afyonkarahisar istasyonunun Ağustos ayına ve 17292 Muğla istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ait sonuçlar mevcuttur. Şekil 3’de görüleceği üzere, 17188 nolu istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ve 17190 nolu istasyonunun Ağustos ayına ait Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi grafiklerinde  $u(t)$  eğrisi negatif değerlerden pozitif değerlere doğru artmaktadır. Bu durum artan yönde bir trend olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Ancak 17188 nolu istasyonunun Temmuz ayına ait artma miktarı 0.05 anlamlılık seviyesine karşılık gelen kritik Z değeri olan 1.96 değerine ulaşmadığı için istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ayrıca şekil 3’ de 17292 Muğla istasyonunun Temmuz ve Ağustos aylarına ait Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi grafiklerinde  $u(t)$  eğrisi pozitif değerlerden negatif değerlere doğru bir azalma eğilimi gösterirken  $u'(t)$  eğrisi

negatif değerlerden pozitif değerlere göre artmaktadır. Bu durum azalan yönde bir trend olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Şekil 3 de  $u(t)$  eğrisi ve  $u'(t)$  eğrisinin kesiştiği noktalar belirlenerek her bir istasyonun Temmuz ve Ağustos aylarına ait trendin başlama zamanı belirlenmiştir. Şekil 3 incelendiğinde buharlaşma verilerindeki trend 17188 nolu istasyonun Ağustos ayı için yaklaşık 2004 yılında, 17190 nolu istasyonun Ağustos ayı için yaklaşık 2002 yılında ve 17292 nolu istasyonun Temmuz ve Ağustos ayları için yaklaşık 1993 ve 1992 yıllarında başlamıştır.



Şekil 3. 17188,17190 ve 17292 nolu istasyonların için Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testi grafikleri

#### 4. SONUÇLAR

Ege Bölgesi'ndeki 6 adet meteoroloji istasyonundaki Temmuz ve Ağustos aylarının buharlaşma verilerine parametrik olmayan yöntemlerle yıllık bazda trend analizi yapılmış olup sonuçlar; 0.05 anlamlılık düzeyine göre Temmuz ayında Muğla istasyonunda azalan trend ve Uşak istasyonunda ise artan trend, Ağustos ayında ise Muğla istasyonunda azalan





trend, Uşak ve Afyonkarahisar istasyonlarında ise artan trend olduğu tespit edilmiştir. Diğer istasyonlarda ise istatistiksel olarak artan veya azalan yönde herhangi bir trend tespit edilememiştir. Çalışmanın son aşamasında ise Uşak istasyonunun Ağustos ayı için yaklaşık 2004 yılında, Afyonkarahisar istasyonunun Ağustos ayı için yaklaşık 2002 yılında ve Muğla istasyonunun Temmuz ve Ağustos ayları için yaklaşık 1993 ve 1992 yıllarında trend başladığı tespit edilmiştir. Uşak istasyonunun Temmuz ayı trendinin Mann-Kendall Mertebe Korelasyon testine göre, 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

## 5. KAYNAKLAR

- ANLI A. S., (2014) “Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Referans Bitki Su Tüketiminin (ET<sub>0</sub>) Zamansal Değişimi ve RDI (Keşif Kuraklık İndeksi) Yöntemiyle Meteorolojik Kuraklık Analizi.” Tarım Bilimleri Dergisi 20(3), 248.
- AY M., KİŞİ Ö. (2015). “Debi ve Sediment Değişkenlerinin Trend Analizi.” Harran Üniversitesi, Şanlıurfa: VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi.
- AYDIN F., TOPALOĞLU F. (2010). “Türkiye Buharlaşma Verilerinin Gidiş Analizi.” Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 22(2), 174-184.
- BÜYÜKYILDIZ M., BERKTAY A. (2004). “Parametrik Olmayan Testler Kullanılarak Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi”, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., 19(2), 23-37.
- DEMİR V., GEYİKLİ M.S., KİŞİ Ö. (2016). “Trend Analysis of Precipitation and Temperature in Tokat”. International Conference on Natural Science and Engineering (ICNASE'16), 1(1).
- GARDNER R.H., HARGROVE W.G., TURNER M.G., ROMME W. H. (1996). Climate Change, Disturbances and Landscape Dynamics. Great Britain: Global Change and Terrestrial Ecosystems. pp. 149–172.
- GÜMÜŞ V., YENİGÜN K. (2006). ”Aşağı Fırat Havzası Akımlarının Trend Analizi İle Değerlendirilmesi”, Yedinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, İstanbul, Türkiye, 1-10.
- KARABULUT M., COŞUN F. (2009). “Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi Precipitation. Coğrafi Bilimler Dergisi, 7(1), 65–83.
- KENDALL M. G. (1975). Rank Correlation Methods. Oxford University Press, New York.
- KOÇ A. C., GÜNER Ü. (2005). “Mevcut Sulama Projelerinin FAO Kriterleriyle Yeniden Değerlendirilmesi: Tavas Ovası Örneği.” Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9, 93-106.
- Mann H.B. (1945). “Nonparametric Tests against Trend.” *Econometrica*, 13(3), 245–59.
- ÖRS S., EKİNCİ M. (2015). “Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi.” *Derim*, 32 (2):237-250, DOI: 10.16882/derim.2015.90060
- SNEYERS R. (1990). “On Statistical Analysis of Series of Observations W.M.O.”, Geneva
- ŞAHİNLER S. (2000). “En Küçük Kareler Yöntemi ile Doğrusal Regresyon Modeli Oluşturmanın Temel Prensipleri,” *MKÜ Ziraat Fakültesi Derg.*, 5, (1–2), 57–73.
- TEULING A.J., VAN LOON A., SENEVIRATNE S.I., LEHNER I., AUBINET M., HEINESCH B., BERNHOFER C., GRUNWALD T., PRASSE H., SPANK U. (2013). Evapotranspiration Amplifies European Summer Drought. *Geophysical Research Letters*, 40(10), 2071-2075.