



Kayseri İlinde Mevsimsel Bitki Su Tüketimindeki (ET_o) Değişimin Saptanması

Kadri YÜREKLİ*

Ali ÜNLÜKARA²

Sevda SAFİ³

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, TOKAT

² Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği, KAYSERİ

³ Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği, TOKAT

*Sorumlu Yazar
kadiyurekli@yahoo.com

Özet

Bu çalışma, ülkemizin yıllık yağış ortalamasının düşük olduğu Orta Anadolu bölgesi içerisinde yer alan Kayseri ilinin, FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden yararlanılarak aylık referans bitki su tüketimlerine bağlı olarak k-referans periyotları (k1, Ocak-Mart; k2, Ocak-Haziran; k3, Ocak-Eylül; k4, Ocak-Aralık) için elde edilen toplam ET_o değerlerinde meydana gelen değişimi saptamak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, Kayseri meteoroloji istasyonunda 1975-2009 yıllarında ölçülmüş olan meteorolojik unsurlara göre hesaplanan mevsimsel ET_o değerlerine parametrik Birim Kök testi ile, non-parametrik Kruskal-Wallis ve Levene testleri uygulanmıştır. Birim kök testi, k-referans periyotları için elde edilen mevsimsel ET_o değerlerinde trendin olmadığını göstermiştir. Kruskal-Wallis ve Levene testini uygulamak için mevsimsel ET_o serileri üç alt seriye ayrılmıştır. Kruskal-Wallis ve Levene testleri alt seriler arasında medyan ve varyans açısından farkın olmadığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Referans bitki su tüketimi, FAO56 Penman-Monteith, Birim Kök, Kruskal Wallis, Levene

Analyzing Change of Seasonal Crop Water Consumption in Kayseri Province

Abstract

Main Purpose of this study is that the change of seasonal reference evapotranspiration (ET_o) based on FAO56 Penman-Monteith relationship for k-reference periods (k1; January-March, k2; January-June, k3; January-September, k4; January-December) is determined in Kayseri province located in Middle Anatolian Region having low annual mean rainfall. In this reason, the parametric (Unit Root) and non-parametric (Kruskal-Wallis and Levene) tests were applied to the seasonal ET_o values from meteorological components measured from 1975 to 2009 in Kayseri meteorology station. The unit root test showed that there was no trend in seasonal ET_o values of the reference periods. The seasonal ET_o series were divided into three sub-series to apply Kruskal-Wallis and Levene tests. The Kruskal-Wallis and Levene tests showed that there was no difference among the sub-series in terms of median and variance.

Key Words: Reference evapotranspiration, FAO56 Penman-Monteith, unit root, Kruskal-Wallis, Levene

GİRİŞ

Yıllık kullanılabilir yerüstü ve yer altı su potansiyeli 112 milyar m³ olan ülkemizde bu miktarın yaklaşık %75' i tarım sektöründe kullanılmaktadır. Bu anlamda gerek ülkemiz gerekse dünya ölçeğinde küresel ısınmaya bağlı yaşanması muhtemel gözükten kuraklık tehdidinden en fazla zarar görecektir. Ülkemiz açısından bakıldığında zaten mevcut karakteristik iklim özelliği bakımından yarı kurak bir iklime sahip olan ülkemiz için ileriki dönemlerde iklim bilimcileri tarafından yaşanacağı tahmin edilen en ciddi doğal afetlerin başında kuraklık gelmektedir. Konu ile ilgili bilim insanları küresel ısınmadan ülkemizde özellikle Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin ciddi anlamda yağış eksikliği yaşayacağını bildirmektedirler. Zaten adı geçen bölgelerin geçmiş yıllardaki yıllık yağış ortalamalarına bakıldığında oldukça düşük değerlere sahip olduğu bilinmektedir. Dolayısı ile bu bölgelerin var olan kurak doğal bir iklim yapısına sahip olmasının yanında bir de küresel ısınma tehdidi, hem tarımsal üretim hem de diğer ihtiyaçlar için gerekli olan su talebinin

karşlanması anlamında önemli sorun oluşturacaktır. Bu anlamda karar vericilerin ve uygulayıcıların sudan nasıl daha optimal şekilde yararlanabileceği konusu üzerinde gayret göstermeleri gerekmektedir. Bu durumda yukarıda adı geçen bölgelerde işletmeye açılan ya da açılacak sulama sistemlerinin doğru planlanması kadar işletilmeleri de o oranda önemlidir. Suyun zamanında ve yeterli miktarda verilmesi gerekir. Özellikle suyun kısıtlı olduğu bölgelerde su uygulama randımanı yüksek olan sulama yöntemleri seçilmeli, suyu ekonomik kullanan alternatif bitki desenleri göz önüne alınmalıdır.

Kuraklık, diğer doğal afetler gibi ani olarak ortaya çıkmasına rağmen, insanoğlunu ve yaşadığı ekosistemi diğerlerinden daha fazla tehdit eden ve yıllık ortalama zararı 8-10 milyar doları bulan dünyanın en yüksek maliyetli afetlerindedir [1]. Kuşkusuz kuraklığın etkisini artıran diğer bir faktör de hızlı nüfus artışı ve bunun bir sonucu olan suya olan talepteki artıştır. Aslında bilim adamları tarafından kuraklık farklı şekillerde tanımlansa da, kuraklığa ana etken yağışlarda ciddi anlamda meydana gelen azalmadır. Dolayısı ile kuraklık, tarımsal, hidrolojik ve meteorolojik kuraklık

olarak sınıflandırılrsa da, kuraklık denilince akla yağıştaki azalmadan dolayı meteorolojik kuraklık gelmektedir. Bu nedenle kuraklık ile ilgili çalışmaların çoğunda yağış en önemli parametre olmuştur. Küresel ısınma tehdidi tarım sektörünü iki şekilde etkileyecek, birincisi bitkinin ihtiyaç duyduğu suyun karşılanamaması, diğeri ise bitki su tüketimini artırmasıdır. Bu anlamda bitkinin aleyhine işleyen böylesine önemli bir sürecin zaman içindeki değişimlerinin incelenmesi gerekmektedir.

Bitki su tüketimi tahmininde kullanılan FAO56 Penman-Monteith yönteminde atmosfer şartlarındaki değişim referans bitki su tüketimiyle (ET_0) ifade edilirken bitkilere göre değişen şartlar ise bitki katsayılarıyla ifade edilmektedir. Bu nedenle iklim veya atmosferik şartlarda meydana gelen değişim doğrudan referans bitki su tüketimine yansiyacaktır. [2], atmosferin buharlaşma talebini gösteren referans bitki su tüketimi veya referans evapotranspirasyonun (ET_0), yılın farklı dönemlerinde karşılaştırmalar yapılabilmesine izin vermesi yanında başka bölgeler arasında da karşılaştırmalar yapılabilmesine imkân tanıyan bir standart olduğunu bildirmiştir. FAO56 Penman-Monteith Yöntemi'nde tek bitki katsayısı (k_c) veya çift bitki katsayısı ($k_e + k_{cb}$) ile referans bitki su tüketimi düzeltildikten sonra bitkilerin su tüketimleri (ET_c) belirlendiği gibi kuraklık, tuzluluk, hastalık ve diğer etmenlerden kaynaklanan çeşitli stresler nedeniyle bitki su tüketiminde meydana gelen değişim de stres katsayısı (k_s) kullanılarak belirlenebilmektedir [2].

Bu çalışma, ülkemizin yıllık yağış ortalamasının en düşük olduğu Orta Anadolu bölgesi içerisinde yer alan Kayseri ilinin, FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden yararlanılarak elde edilen aylık referans bitki su tüketimi değerlerinde gözlem süresi boyunca meydana gelen değişiminin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Böylece bu çalışma ile küresel ısınmanın Kayseri ilinde bitki su tüketiminin atmosferik talebini yansıtan referans bitki su tüketimi kısmında nasıl bir değişime neden olduğu ortaya konulmaya çalışılacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

İç Anadolu yukarı Kızılırmak bölgesinde $34^\circ 56'$ ve $36^\circ 59'$ doğu boylamlarıyla $37^\circ 45'$ ve $38^\circ 18'$ kuzey enlemleri arasında yer alan Kayseri ili 16.917 km^2 yüzölçümü ile ülke topraklarının yüzde 2,2'lik bir bölümünü kaplamaktadır. İl merkezinin denizden yüksekliği 1094 metredir. Kayseri ili topraklarının %53,4 tarım arazisidir. Kayseri İli, Kızılırmak ve Seyhan havzaları arasında kalmaktadır. İldeki en önemli akarsular Kızılırmak havzasında kalan Kızılırmak ve Sarımsaklı, Seyhan havzasında kalan ve kaynağını il sınırları içinde alan Zamantı ırmağıdır. Bunların dışında irili ufaklı birçok dere ve çay da bulunmaktadır. İlin iklim özelliği ise karasal iklime sahiptir [3]. Kayseri ili 1975-2009 yılları için yıllık ortalama aylık ve yıllık yağmur miktarları sırası ile 33.09 mm ve 397.08 mm olmuştur.

Bu çalışma ülkemizin yıllık yağış ortalamasının düşük olduğu Orta Anadolu bölgesi içerisinde yer alan Kayseri ilinin, FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden yararlanılarak aylık bitki su tüketimlerine bağlı olarak 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemler için elde edilen toplam ET_0 değerlerinde meydana gelen değişimin saptaması amacıyla yapılmıştır. Çalışmada ET_0 'daki değişimin analizi ile ilgili izlenecek yöntem aşağıda açıklanmıştır.

Referans bitki su tüketimi hesaplanmasında Kayseri ili 1975-2009 yılları arası Kayseri Meteoroloji Bölge Müdürlüğü tarafından kaydedilen meteorolojik verilerden aylık ortalamalar olarak maksimum ve minimum sıcaklıklar, maksimum ve minimum bağıl nem değerleri, güneş radyasyonu ve rüzgâr hızı verileri kullanılmıştır. Hesaplamalarda Microsoft Office Excel 97-2003 programı kullanılmıştır. Atmosferin buharlaşma talebini gösteren referans bitki su tüketimi [2]'de belirtilen yöntemler takip edilerek aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad (1)$$

Eşitlikte;

- ET_0 : Referans evapotranspirasyon (mm gün^{-1}),
- R_n : Bitki yüzeyindeki net radyasyon ($\text{MJ m}^{-2} \text{gün}^{-1}$),
- G : Toprak ısı akış yoğunluğu ($\text{MJ m}^{-2} \text{gün}^{-1}$),
- T : 2 m yükseklikte ortalama günlük hava sıcaklığı ($^\circ\text{C}$),
- U_2 : 2 m yükseklikte rüzgâr hızı (m s^{-1}),
- e_s : Doygun buhar basıncı (kPa),
- e_a : Gerçek buhar basıncı (kPa),
- $e_s - e_a$: Doygun buhar basıncı açığı (kPa),
- Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$),
- γ : Psikrometrik sabit ($\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Kayseri merkez istasyonunda gözlem süresi boyunca (35 yıl) her ay için ölçülen aylık meteorolojik unsurlara göre, FAO56 Penman-Monteith (Eşitlik1) ilişkisinden saptanan aylık bitki su tüketimlerine bağlı olarak mevsimsel veya k-referans periyotları (k1, Ocak- Mart; k2, Ocak-Haziran; k3, Ocak-Eylül; k4, Ocak-Aralık) için elde edilen toplam ET_0 değerlerinde meydana gelen değişimin saptanması amacıyla elde edilen ET_0 serilerine parametrik Birim Kök testi ile non-parametrik Kruskal-Wallis ve Levene testleri uygulanmıştır. Bu testlere ait matematiksel ilişkiler aşağıda verilmiştir. Birim kök testinde her bir mevsimsel seri bir bütün olarak ele alınmış ve trendin varlığı araştırılmıştır. Kruskal-Wallis ve Levene testleri için her ET_0 serisi üç alt seriye (1975-1984, 1985-1994, 1995-2009) ayrılarak ortalama ve varyans açısından serilerdeki değişim incelenmiştir.

Birim Kök Testi;

Bir verinin ortalama ve varyansı zaman içinde değişim gösteriyor ise veri artan ya da azalan yönde bir trende sahiptir. Böyle veri serileri durağan olamayan seri olarak belirtilmektedir [4]. Bu nedenle herhangi bir verinin durağanlığını saptamak için kullanılan ve parametrik olan yöntemlerden biri de birim kök testidir [5]. Bu test Dickey and Fuller (DF) veya Augmented Dickey-Fuller (ADF) test olarak bilinmektedir. ADF testi aşağıda verilmiştir.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \beta t + \alpha_1 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p d_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (2)$$

$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ (t ve t-1 anındaki gözlemlerin farkı), α_0 sabit, (regresyon doğrusunda doğrunun ordinatı kestiği nokta), t zaman trendi, b zaman trend katsayısı, d katsayı, u hata terimi, P lag sayısıdır.

Enders (1995) [6]'de Dickey and Fuller test için hataların (error) bağımsız ve hataların varyansının sabit olması gerektiği belirtilmektedir. Bu durumda, hatalarda otokorelatif ilişki bulunuyorsa, Dickey and Fuller test regresyonuna hatalardaki otokorelasyonu gidermek için $\theta_j \sum_{j=1}^{p-1} \Delta y_{t-j}$ teriminin eklenmesi gerektiğini bildirmiştir.

Eğer $|\alpha_1| = 0$ ise seride trendin olduğuna birim kökün bulunduğu karar verilir. Hipotez birim kök vardır şeklinde kurulması durumunda ($H_0: \alpha_1 = 0$), α_1 parametresi için saptanan ADF istatistiği, ADF (α_1), [7]'de verilen tablo değeri (τ_1) ile karşılaştırılır. Hesaplanan ADF istatistiği tablo değerinden büyük olması koşulunda hipotez red edilir. Yani veride birim kökün olmadığına (trendin) karar verilir.

Kruskal-Wallis Testi

Bir değişkene ait iki ya da daha fazla örneğin karşılaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Örnekler arasında istatistikî anlamda önemli farkın olup olmadığına bakılır. Bu amaçla iki ya da daha fazla örneğin aynı dağılımdan gelip gelmediği karşılaştırılır. Non-parametrik olan bu teste örneklerin ortanca değerleri karşılaştırılır. Non-parametrik olmasından dolayı bu testte normallik ve varyans sabitliği dikkate alınmaz. Sadece testin geçerliliği için tek şart eldeki serinin sürekli bir dağılıma uygun olmasıdır. Non-parametrik yöntemlerin çoğu gibi bu test de verinin rankına göre saptanır.

Kruskal-Wallis (KW) kritik değeri aşağıda verilen ilişkiden saptanır [8]:

$$KW = \left[\frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k n_i \bar{R}_i^2 \right] - 3(N+1) \quad (3)$$

N toplam gözlem sayısı, n_i i. grubuna ait gözlem sayısı, k grup sayısıdır. R_i i. grubun ortalama rankıdır.

Kruskal-Wallis testinde, hesaplanan KW istatistik değeri, α önem seviyesinde k-1 serbestlik derecesi için χ^2 -tablo ($\alpha, k-1$) kritik değerinden daha büyükse ortalamalar eşittir şeklindeki hipotez red edilir.

Levene Testi

Levene testi örnek ortalamalarının varyansının eşit olup olmadığını saptamak için kullanılan non-parametrik bir testtir. Bu test normaliteye karşı Barlett testi kadar duyarlı değildir. Levene test istatistiği aşağıda verilen ilişkiden saptanmaktadır [9]:

$$LW = \frac{(N-k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2} \quad (4)$$

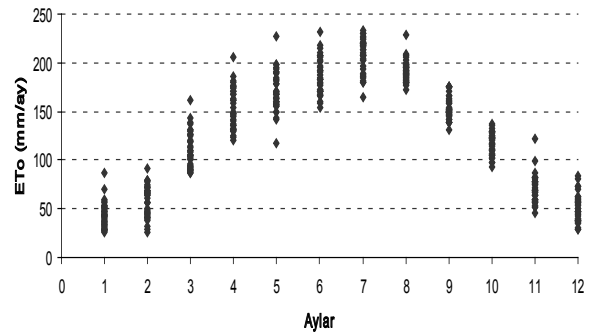
$$Z_i = |X_i - \bar{X}_i| \quad (5)$$

Eşitlik 4'de verilen N serinin gözlem sayısı, n_i N gözlem sayılı seriden elde edilen i. grubun gözlem sayısı, k grup sayısı, \bar{X}_i i. grubun ortalaması, \bar{Z}_i Z_i 'nin ortalaması, Z gruplar için elde edilen tüm Z_i 'lerin ortalamasıdır.

Levene testi için α önem seviyesi seçilerek k-1 ve N-k serbestlik derecelerinde F dağılımı tablo kritik değeri ile Eşitlik 4'de hesaplanan LW istatistiği karşılaştırılır. Hesaplanan LW istatistiği F-Tablo kritik değerinden daha küçükse, örnek populasyon varyanslarının eşitliğiyle ilişkili hipotez kabul edilir. [10]'da, medyanda homojen olan bir prosesin varyans homojenliği gerektirmeyebileceği ifade edilmiştir. Bu nedenle medyan ya da varyans anlamında homojen olmayan bir değişkene ait zaman serisinin homojen olarak kabul edilmemesi bildirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Kayseri ili merkez meteoroloji istasyonunda 1975-2009 yıllarında ölçülen minimum ve maksimum sıcaklık, minimum ve maksimum bağıl nem, güneş radyasyonu ve rüzgar hızı verilerine dayanılarak FAO56 Penman-Monteith ilişkisine göre hesaplanan referans evapotranspirasyon değerlerinin aylara göre dağılımı Şekil 1'de gösterilmiş ve hesaplamada kullanılan hava elemanları ise Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kayseri Merkez Meteoroloji İstasyonu verileriyle hesaplanan Referans Evapotranspirasyon değerlerinin aylara göre dağılımı

Çizelge 1. Uzun yıllar ETo değerlerinin aylara göre değişimi

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Rs	6.83	9.80	13.36	16.52	19.84	22.86	23.67	21.59	17.61	12.13	7.97	5.97
T _{mak}	11.4	14.0	20.9	26.5	29.5	33.2	36.0	35.9	32.9	28.4	20.3	14.5
T _{min}	-17.7	-16.4	-10.4	-3.5	0.23	4.45	7.4	6.7	1.55	-2.9	-9.5	-14.8
RH _{min}	39.9	33.6	21.2	17.5	18.3	18.1	16.8	16.9	16.3	18.4	28.2	36.7
RH _{mak}	96.5	96.2	96.8	96.9	95.5	93.4	88.5	90.4	95.9	97.2	96.7	97.0
U ₂	1.19	1.37	1.60	1.75	1.42	1.31	1.29	1.19	1.16	1.11	1.09	1.15
ETog	1.38	2.04	3.58	5.11	5.50	6.20	6.69	6.17	5.12	3.77	2.33	1.64
ETo a	43.4	57.6	111.1	153.6	170.3	186.5	207.4	191.4	154.1	116.9	70.3	51.0

Rs; solar radyasyon (MJ/m².gün), T_{mak} ve T_{min}; aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların ortalaması (°C), RH_{mak} ve RH_{min}; aylık en yüksek ve en düşük bağıl nemlerin ortalaması, U₂; 2 m yükseklikte ölçülen rüzgâr hızı (m/s), ETog ve EToa; günlük ve aylık referans evapotranspirasyon (mm/gün veya mm/ay).

Birim kök testine göre k-referans periyotları (k1,Ocak- Mart; k2, Ocak-Haziran; k3, Ocak-Eylül; k4, Ocak-Aralık) için ETo serilerinde trend gözlenmemiştir (Çizelge 2). Çizelge 2'den de görüleceği üzere, her ETo serisi için hesaplanan birim kök testi (ADF) sonuçlarına göre yani birim kök vardır şeklinde kurulan hipoteze göre (H₀: α₁ =0), α₁ parametresi için saptanan ADF istatistiği, ADF (α₁), tablo kritik değeri olan, TKD (τ₁)'den daha büyük olmuştur. Dolayısıyla k-referans periyotları için ETo değerlerinde birim kök vardır şeklinde kurulan hipotez red olunmuştur. Böylece Birim Kök testine göre k-referans periyotlarının toplam ETo serilerinde trendin olmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte ETo serileri non-parametrik yaklaşımlar olan Kruskal-Wallis ve Levene testleri ile de analiz edilmiştir. Bu amaçla serilerin zamana bağlı değişkenliğini saptamak amacıyla seriler üç alt seriye (1975-1984, 1985-1994, 1995-2009) ayrılarak ortalama ve varyans açısından serilerdeki değişim incelenmiştir. Non-parametrik test olan Kruskal-Wallis testi analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Birim Kök Testi Sonuçları

k-referans periyodu	ADF	TKD		
		% 1	% 5	% 10
k-1	-5.488	-4.253	-3.548	-3.207
k-2	-4.985			
k-3	-5.488			
k-4	-4.980			

ADF, Augmented Dickey-Fuller test istatistiği

TKD, MacKinnon (1990)'da seçilen güven aralığı için verilen tablo değeri (τ₁)

Çizelge 3. Kruskal-Wallis Test Sonuçları

k-referans periyodu	KW Değeri /P	TKD
k-1	3.335 / 0.189	5.991
k-2	1.195 / 0.550	
k-3	1.792 / 0.408	
k-4	3.048/ 0.218	
TKD, χ ² tablo kritik değeri		

Eşitlik 3 ten elde edilen KW istatistiği, α (0.05) önem seviyesinde 2 serbestlik derecesi için χ²-tablo kritik değerinden (TKD), 5.991, daha küçük olmuştur. Yine eşitlik 3'ten elde edilen KW istatistik değerinin χ² tablosunda karşılık gelen olasılık değerleri araştırma için kabul edilen α önem seviyesi (0.05)'den daha büyük olmuştur. Dolayısı ile ortalamalar (ortanca değer) arasında fark olmadığından her grubun ortalamalarının kendi aralarında çoklu karşılaştırma yapılmasına gerek kalmamış yani her referans periyoda ait toplam ETo alt serilerinin ortalamaları (ortanca değer) aynıdır şeklinde kurulan hipotez kabul edilmiştir. Bu anlamda Kruskal-Wallis testine göre k-referans periyotları için elde edilen toplam ETo serilerinde zamana bağlı bir değişimin olmadığı saptanmıştır.

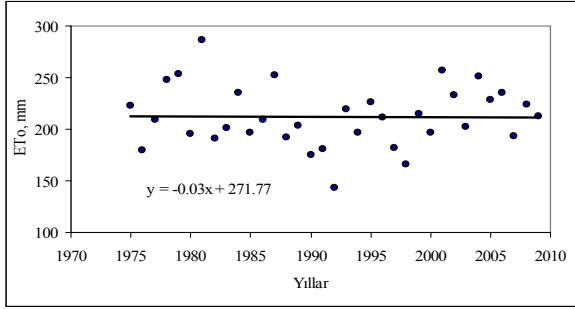
Varyans açısından, k-referans periyoduna ait toplam ETo serilerindeki değişimin varlığını saptamak için göz önüne alınan Levene test sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'teki sonuçlardan görülmektedir ki, k-referans periyodu (k-2 referans periyodunun G₁ ve G₂ alt serilerinin varyansları hariç) için elde edilen ETo alt serilerinin varyansları açısından bir farkın olmadığı Eşitlik 4'ten elde edilen LW istatistiğinin F tablosundaki olasılık değeri çalışma için kabul edilen α önem seviyesi (0.05)'den daha büyük olmuştur. Çizelge, k-2 referans periyodunun G₁ ve G₂ alt serilerinin varyansları eşittir şeklinde kurulan hipotezin red edildiğini göstermektedir. Dolayısı ile, k-2 referans periyodunun G₁ ve G₂ alt serileri hariç, tüm periyotlara ait toplam ETo serilerinde gözlem sürelerinin başından sonuna doğru bir değişimin olmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılan bu analiz ile ETo serilerinde zaman içinde varyans açısından bir değişkenlik görülmemiştir, yani varyansın eşitliği ile ilgili hipotez kabul edilmiştir.

Bu çalışmada, Kayseri ili merkez meteoroloji istasyonunda kaydedilen meteorolojik unsurlara göre tahmin edilen ETo miktarlarındaki değişimi saptamak için göz önüne alınan parametrik ve non-parametrik yaklaşımlara göre elde edilen analiz sonuçları bir birini teyit etmektedir.

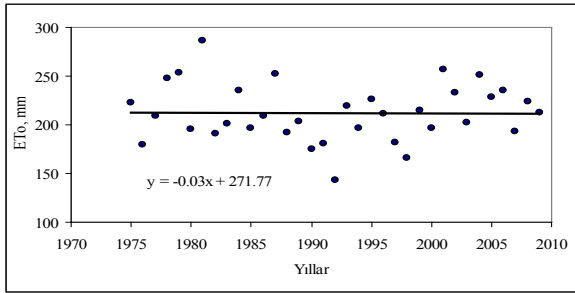
Çizelge 4. Levene Test Sonuçları

k-referans periyodu	LW Değeri/P		
	G ₁ -G ₂	G ₂ -G ₃	G ₁ -G ₃
k-1	0.820 / 0.377	0.000 / 0.992	1.447 / 0.241
k-2	4.532 / 0.047	3.730 / 0.066	0.073 / 0.790
k-3	1.763 / 0.201	3.843 / 0.062	0.522 / 0.477
k-4	0.157 / 0.696	2.859 / 0.104	2.198 / 0.152

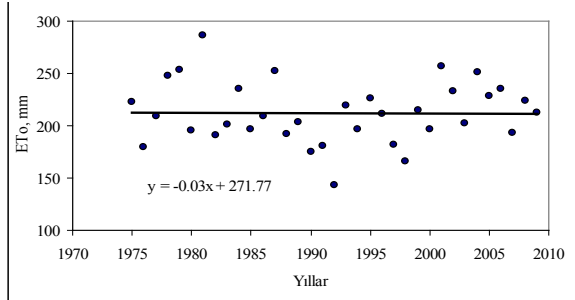
G₁, G₂, G₃, ETo serileri için elde edilen alt gruplar



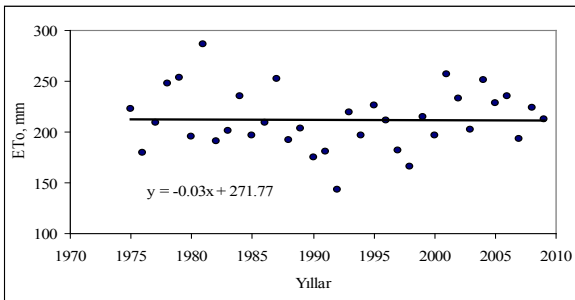
Şekil 2. k-1 referans periyodu için ETo Değişimi



Şekil 3. k-2 referans periyodu için ETo Değişimi



Şekil 4. k-3 referans periyodu için ETo Değişimi



Şekil 5. k-4 referans periyodu için ETo Değişimi

Kayseri ili için elde edilen ETo serilerindeki değişimi görsel olarak saptamak için ETo değerlerinin zamana bağlı değişim grafikleri çizilmiştir (Şekil 2-5). Aslında şekiller üzerinde verilen doğrunun eşitliğinden de ETo değerlerinde önemli bir eğimin olmadığı gözlenmektedir. Yalnızca k-4 referans periyodu için elde edilen doğrunun eğimi diğer periyotlar için elde edilen doğruların eğiminden biraz daha fazla olmuştur.

Son yüzyılda ekosistemi en ciddi tehdit eden küresel ısınmanın, ülkemizi kuraklık olarak etkileyeceği tahmin edilmektedir. Bu anlamda olması muhtemel iklim değişimi üzerinde daha çok yağışlar değerlendirilmektedir. Ancak aylara göre yağışların değerlendirilmesi durumunda özellikle Temmuz ve Ağustos ayları doğal olarak kurak olduklarından, bazı yıllarda meydana gelen şiddetli yağışlardan dolayı bu aylarda trend meydana gelmektedir. Bu ayların doğal yapısını bir anlamda tam yansıtmamaktadır. Gerçekte bu aylar oldukça kurak geçmesine rağmen meydana gelen şiddetli yağışlar özellikle non-parametrik testlerde trende neden olmaktadır. Bu anlamda bu çalışma ile küresel ısınmanın yada diğer faktörlerin iklim elemanları üzerindeki etkisini anlamada ETo değerlerinin kullanılması daha doğru sonuç vermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Wilhite, D.A., 2000. Drought as a natural hazards: concept and definition in: Wilhite, D.A. (Ed.), Drought: A Global Assessment Routledge, 3-18s.
- [2] Allen, R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Crop Evapotranspiration (guidelines for computing crop water requirements): FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56.
- [3] Anonymous, 2002. Kayseri İl Gelişme Raporu. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, 265s.
- [4] Greene, W.H., 2000. Econometric Analysis: Prentice Hall International, Inc.
- [5] Dickey, D.A., Fuller, W. A., 1981. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root: Econometrica, 49: 1057-1072.
- [6] Enders, W., 1995. Applied Econometric Time Series: John Wiley and Sons, Inc., New York.
- [7] McKinnon, J.G., 1990. Critical values for co-integration tests: UC San Diego Discussion Paper.
- [8] Sokal R.R., Rohlf F.J., 1995. Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research, third ed. WH Freeman and Company, New York. pp. 887.
- [9] Khan M.S., Coulibaly P., Dibike Y., 2006. Uncertainty Analysis of Statistical Downscaling Methods, Journal of Hydrology, 319 (1-4): 357-382.
- [10] Cun C., Vilagines R., 1997. Time series analysis on chlorides, nitrates, ammonium and dissolved oxygen concentrations in the Siene River near Paris. The Science of the Total Environment 208 (1-2): 59-69.