



## Konya ve Karaman İllerinde Bitki Su Tüketimi (ETo) Değişiminin Analizi

Ali ÜNLÜKARA<sup>1</sup>

Kadri YÜREKLİ<sup>2</sup>

Turhan AKÜZÜM<sup>3</sup>

İnci ÖRS<sup>2</sup>

Sevda SAFİ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği, KAYSERİ

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, TOKAT

<sup>3</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ANKARA

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, TOKAT

<sup>4</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği, TOKAT

\*Sorumlu Yazar  
unlukara@gmail.com

**Özet:** Bu çalışmada, Konya ve Karaman illerinde, FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden yararlanılarak her ay için aylık referans bitki su tüketimi değerleri tahmin edilmiş ve bu değerlere bağlı olarak ardışık ayların toplamlarından elde edilen ETo miktarlarında meydana gelen değişim saptamaya çalışılmıştır. Bu amaçla, Konya ve Karaman merkez meteoroloji istasyonlarında Konya için 1975-2006, Karaman için 1975-2009 yıllarında ölçülmüş olan meteorolojik unsurlara göre hesaplanan mevsimsel ETo değerlerine parametrik Birim Kök ile non-parametrik Mann-Whitney U ve Levene testleri uygulanmıştır. Birim kök testi sonuçları Konya ilinde ilk üç ay ve Karaman ilinde ise ilk beş ay için elde edilen serilerde trendin olmadığını göstermiştir. Trendin olduğu ayların kümülatif ETo serilerine uygulanan non-parametrik testler bazı aylar için birim kök testi sonuçlarını teyid ederken bazı aylarda ortalama ya da varyans açısından değişimin olmadığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kümülatif referans bitki su tüketimi, FAO56 Penman-Monteith, Birim Kök testi, Mann-Whitney U, Levene

## Analyzing Change in Crop Water Consumption of Konya and Karaman Provinces

**Abstract:** This study was aimed to test the change of monthly cumulative ETo series from reference evapotranspiration (ETo) predicted for each month using FAO56 Penman-Monteith relationship in Konya and Karaman provinces. In this reason, the parametric (Unit Root) and non-parametric (Mann-Whitney U and Levene) tests were applied to the cumulative ETo series obtained by using meteorological components measured from 1975 to 2006 for Konya and from 1975 to 2009 for Karaman in Konya and Karaman meteorology stations. The unit root test results showed that there was no trend in the cumulative ETo series from January to march for Konya and from January to may for Karaman. While the non-parametric tests applied to the cumulative ETo series of the months having trend confirmed the unit root test results for some months, these tests also showed for some months that there was no difference in terms of median and variance.

**Key Words;** Cumulative reference evapotranspiration, FAO56 Penman-Monteith, Unit root, Mann-Whitney U, Levene

## GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, şehirleşme, orman tahribatı ve özellikle sanayi devriminden sonra fosil yakıtların hızla tüketilmesinin bir sonucu olarak atmosfere salınan sera gazlarının artışı hidrolojik döngü üzerinde ciddi etkiye sahip olmuştur. İklim sistemi üzerinde önemli etkiye sahip olan sera gazları salınımları sonucu ortaya çıkan küresel ısınmadan ülkemizin kuraklık şeklinde etkileneceği iklim bilimciler tarafından öngörülmektedir. Bu anlamda sınırlı miktardaki su kaynakları potansiyelimizin efektif kullanımı dünden daha fazla önem kazanmıştır. Ülkemizde suyun yaklaşık %75'i tarım sektöründe kullanılmaktadır. Bu anlamda yaşanması muhtemel gözükten kuraklıktan en fazla zararı da tarım sektörü görecektir. Hatta daha da önemlisi ülkemizi tarım ürünleri bakımından dışa bağımlı kılacaktır. Problemin böylesine ciddi olması nedeniyle var olan su kaynaklarımızın gerek optimal gerekse kirletilmeden kullanımının ne denli önemli olduğu ülkemiz insanı tarafından kavranmalıdır. Bununla birlikte hayatın vazgeçilmez bir parçası olan su aynı zamanda temiz enerji üretiminde de en önemli maddedir. Su kaynaklarımızdan etkin bir şekilde yararlanmak için

küresel ısınma tehdidinin ülkemiz üzerindeki etkilerinin doğru bir şekilde analizinin yapılması ve buna bağlı önlemlerin alınması gerekmektedir.

Su eksikliğinin bulunmadığı bir referans yüzeyden oluşan evapotranspirasyona referans bitki evapotranspirasyonu veya referans evapotranspirasyon denilmekte ve ETo şeklinde ifade edilmektedir. Referans yüzey ise belli özellikleri olan teorik bir çim yüzeydir. Referans evapotranspirasyon kavramı bitki tipi, bitki gelişimi ve yönetim uygulamalarından bağımsız şekilde atmosferin buharlaşma talebini ortaya koyabilmek için ileri sürülmüştür. Referans evapotranspirasyonun gerçekleştiği yüzeyde su bol miktarda bulunduğu için toprak faktörleri evapotranspirasyonu etkilememektedir. Evapotranspirasyonun özel bir yüzeyle ilişkilendirilmesi, diğer yüzeylerden meydana gelecek evapotranspirasyonla ilişki kurulabilmesi için bir referans sağlamaktadır. Böylece referans yüzey, her bitki ve her bitkinin gelişme dönemleri için ayrıca bir evapotranspirasyon düzeyi tanımlama ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır. Farklı bölgelerde veya farklı dönemlerde hesaplanan ETo değerleri, aynı yüzeyden meydana gelen evapotranspirasyona işaret ettiği için karşılaştırılabilir

olmaktadır. Referans yüzey, bitki boyu 0.12 m, sabit yüzey direnci  $70 \text{ s m}^{-1}$  ve albedosu 0.23 farz edilmiş bir bitkiye sahip bir teorik çim yüzeydir. Bu referans yüzey, homojen boylu, aktif şekilde büyüyen ve zemini tamamen gölgeleyen iyi sulanmış yeşil bir çim yüzeyi sıkı şekilde temsil etmektedir.

ET<sub>0</sub>'ı etkileyen faktörler sadece iklim parametreleridir. Sonuç olarak, ET<sub>0</sub> bir iklim parametresidir ve hava verilerinden hesaplanabilmektedir. ET<sub>0</sub> bitki özelliklerini ve toprak faktörlerini dikkate almamakta, özel bir bölgede ve yılın özel bir zamanında atmosferin buharlaşma talebini ifade etmektedir. ET<sub>0</sub>'ın belirlenmesi için FAO56 Penman-Monteith yöntemi tek yöntem olarak önerilmektedir. Bu yöntem tercih edilmektedir çünkü değerlendirilen bölgede çim ET<sub>0</sub> değeriyle oldukça sıkı şekilde benzerlik göstermekte, fiziksel olarak temeli atılmış, fizyolojik ve aerodinamik parametrelerin her ikisini de açıkça birleştirmiştir [1].

Ekosistem tehdit eden küresel ısınmadan dolayı olması muhtemel iklim değişimi üzerinde daha çok yağışlar analiz edilmektedir. Ancak yağışların yıl içerisindeki dağılımları aylara göre önemli miktarda farklılık göstermektedir. Özellikle Temmuz ve Ağustos ayları doğal olarak kurak olduklarından, bazı yıllarda meydana gelen şiddetli yağışlardan dolayı bu ayların normal gidişi etkilenmekte ve yağışlarda artan bir eğilim gözükmektedir. Söz konusu bu analizler ayların doğal yapısını bir anlamda tam yansıtmamaktadır. Gerçekte bu aylar oldukça kurak geçmesine rağmen meydana gelen şiddetli yağışlar özellikle non-parametrik analizlerde trende neden olmaktadır. Bu anlamda küresel ısınmanın yada diğer faktörlerin iklim elemanları üzerindeki etkisini anlamada referans bitki su tüketimi (ET<sub>0</sub>) değerlerinin kullanılması daha doğru sonuç vermektedir. Bu nedenle iklim veya atmosferik şartlarda meydana gelen değişim doğrudan ET<sub>0</sub>'a yansiyacaktır. Çalışmada ET<sub>0</sub>'ı tahmin etmede kullanılacak FAO56 Penman-Monteith yönteminde atmosfer şartlarındaki değişim ET<sub>0</sub>'la ifade edilebilecektir.

Bu çalışma, ülkemizde yıllık yağış ortalamasının oldukça düşük olduğu Konya ve Karman illerinin, FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden yararlanılarak aylık bitki su tüketiminde meydana gelen değişiminin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla gerek çalışmanın yapıldığı bölgeler gerekse diğer bölgeler için iklim değişikliğinin referans bitki su tüketimi üzerine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma Konya kapalı havzasında yer alan Konya ve Karaman illerinde gerçekleştirilmiştir. Konya ili 36° 41' ve 39° 16' kuzey enlemleri ile 31° 41' ve 34° 26' doğu boylamları arasında yer alır. Denizden ortalama yüksekliği 1016 m olan ilin, il merkezinin yüksekliği 1028 m' dir. Konya'da yıllık ortalama yağışın miktarı

321 mm civarındadır. Karakteristik olarak karasal iklim özelliği gösteren ilde yaygın tarım şekli, kuru tarımdır [2]. Karaman ili 37° 11' kuzey enlemi, 33° 13' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Karaman ilinin yüzölçümü 939.3 ha olup bu alanın 345.6 ha'lık kısmı, yaklaşık %37, tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. İlin çalışabilir nüfusunun yaklaşık % 66.6 sı tarımla uğraşmaktadır. İlin ortalama olarak denizden yüksekliği 1033 m dir. Karasal bir iklim özelliği gösteren Karaman ilinin son 30 yıllık yağış ortalaması 343 mm dir [3].

Bu çalışma iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Önce Konya ve Karaman illerinde sırası ile 1975-2006, 1975-2009 yılları arası kaydedilen meteorolojik verilerden yararlanılarak [1] de belirtilen yöntemler takip edilerek Eşitlik 1'de verilen FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden aylık referans bitki su tüketimi tahmin edilmiştir. Hesaplamalarda meteorolojik verilerden aylık ortalamalar şeklinde maksimum ve minimum sıcaklıklar, maksimum ve minimum bağıl nem değerleri, güneş radyasyonu ve rüzgâr hızı verileri kullanılmış ve atmosferin buharlaşma talebini gösteren referans bitki su tüketimi (ET<sub>0</sub>) hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Microsoft Office Excel 97-2003 programı kullanılmıştır.

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

Eşitlikte;

- ET<sub>0</sub> : Referans evapotranspirasyon (mm gün<sup>-1</sup>),
- R<sub>n</sub> : Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>),
- G : Toprak ısı akış yoğunluğu (MJ m<sup>-2</sup> gün<sup>-1</sup>),
- T : 2 m yükseklikte ortalama günlük hava sıcaklığı (°C),
- U<sub>2</sub> : 2 m yükseklikte rüzgar hızı (m s<sup>-1</sup>),
- e<sub>s</sub> : Doymun buhar basıncı (kPa),
- e<sub>a</sub> : Gerçek buhar basıncı (kPa),
- e<sub>s</sub>-e<sub>a</sub> : Doymun buhar basıncı açığı (kPa),
- Δ : Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa °C<sup>-1</sup>),
- γ : Psikrometrik sabit (kPa °C<sup>-1</sup>).

İkinci aşamada Konya ve Karman illerinin aylık ET<sub>0</sub> miktarlarının Eşitlik 2'ye göre ardışık toplamalarının oluşturduğu seriler elde edilmiştir. Ardışık serilerin zamana bağlı değişimini saptamak amacıyla parametrik Birim Kök testi, non-parametrik Mann-Witney U testi ile Levene testleri uygulanmıştır. Bu testlere ait matematiksel ilişkiler aşağıda verilmiştir. Birim kök testinde her kümülatif seri bir bütün olarak ele alınmış ve değişimin varlığı araştırılmıştır. Mann-Withney U ve Levene testleri, Konya ve Karaman için sırası ile her ET<sub>0</sub> serisi iki alt seriyeye (1975-1990, 1991-2006), (1975-1991, 1992-2009) ayrılarak ortalama ve varyans açısından serilerdeki değişim incelenmiştir.

$$ETo_{i,j} = \sum_{j=1}^{12} (ETo_{i,j} + ETo_{i,j-1} + ETo_{i,j-2} + \dots + ETo_{i,j-11}) \quad (2)$$

$i = 1, 2, \dots, N, j = 1, 2, \dots, 12$

$ETo_{i,j}$  i yılının j. ayının kümülatif referans bitki su tüketimini vermektedir.  $N$  ise gözlem süresidir.

### 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.

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \beta t + \alpha_1 Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p d_i \Delta Y_{t-i} + u_t \quad (3)$$

Enders (1995) [6] de Dickey and Fuller test için hataların (error) bağımsız ve hataların varyansının sabit olması gerektiği belirtmiştir. 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 gerektiği bildirilmiştir.

$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$  (t ve t-1 anındaki gözlemlerin farkı),  $\alpha_0$  sabit, (regresyon doğrusunda doğrunun ordinatı kestiği nokta), t zaman trendi, b zaman trend katsayısı, d katsayı, u hata terimi, P, lag sayısını göstermektedir.

Eğer  $|\alpha_1| = 0$  ise seride trendin ve birim kökün olduğuna karar verilir. Hipotezin birim kök vardır şeklinde kurulması durumunda ( $H_0: \alpha_1 = 0$ ),  $\alpha_1$  parametresi için saptanan ADF istatistiği, ADF ( $\alpha_1$ ), [7]'de verilen tablo değeri ( $\tau_1$ ) ile karşılaştırılır. Hesaplanan ADF istatistiği tablo değerinden büyük olması koşulunda hipotez red edilir. Yani veride birim kökün olmadığına (trendin) karar verilir.

### Mann-Whitney U Testi

Non-parametrik bir test olan Mann-Whitney U testi, bir değişkene ait iki örneğin karşılaştırılması (homojen olup olmadığı) yani aynı kümenin elemanları olup olmadığını saptamak amacıyla kullanılmaktadır. Örnekler arasında istatistiki anlamda önemli farkın olup olmadığına bakılır. Bu testin kritik değeri ( $|u|$ ) aşağıda verilen ilişkiden saptanır [8]. Testi yapmak için öncelikle N adet ölçülen gözlemler farklı iki gruba (p ve q,  $p \leq q$  olmak koşuluyla) ayrılır. Gözlemlenen serinin artan dizilimleri yapılarak, aşağıda verilen ilişkilere göre Mann-Whitney istatistik değeri (U) saptanır.

$$V = R - \frac{p(p+1)}{2} \quad (4)$$

$$W = pq - V \quad (5)$$

$$\mu u = \frac{pq}{2} \quad (6)$$

$$S_U^2 = \left[ \frac{pq}{N(N-1)} \right] \left[ \frac{N^3 - N}{12} - \sum T \right] \quad (7)$$

$$T = (J^3 - J) / 12 \quad (8)$$

$$|u| = |(U - \mu_U) / [S_U^2]^{1/2}| \quad (9)$$

Eşitliklerde, R, gözlem sayısı N olan seride, ilk grubun (p gözlem sayılı) elemanlarının ranklarının toplamıdır. Mann-Whitney U istatistiği (U), Eşitlik 4 ve 5'den elde edilen V ve W parametrelerinden küçük olana eşittir.  $N > 20$  ve  $p, q > 3$  olması durumunda, U normal dağılıma yaklaşır ve bu parametrenin (U) ortalama ( $\mu_U$ ) ve varyansı ( $S_U^2$ ) Eşitlik 6 ve 7'den saptanabilir. Eşitlik 8'de verilen J, N gözlem sayılı serideki bağ değerleri (aynı değerli gözlemler) sayısıdır.

Bir serideki gözlemlerin homojen olup olmadığını saptamak için Eşitlik 9'dan tahmin edilen  $|u|$  parametresi,  $\alpha = 0.05$  önem seviyesinde standart normal dağılımın tablo değeri ( $\pm 1.96$ ) ile karşılaştırılır. Bu değer ( $|u|$ ), standart normal dağılımın tablo değerinden ( $\pm 1.96, \alpha = 0.05$ ) daha büyükse, gözlemlerin aynı kümenin elemanları olmadığına karar verilir.

### 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].

$$LW = \frac{(N - k) \sum_{i=1}^k n_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{(k - 1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Z_i - \bar{Z}_i)^2} \quad (10)$$

$$Z_i = |X_i - \bar{X}_i| \quad (11)$$

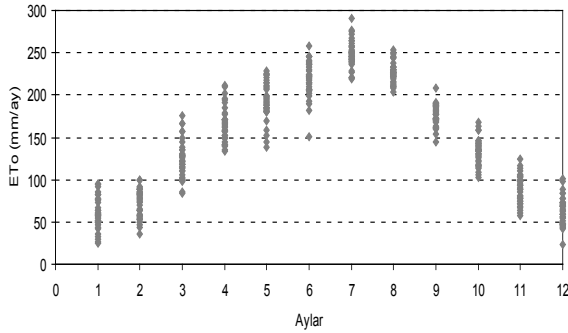
Eşitlik 4'de N serinin gözlem sayısı,  $n_i$  N gözlem sayılı seriden elde edilen i. grubun gözlem sayısı, k grup sayısı,  $\bar{X}_i$  i. grubun ortalaması,  $\bar{Z}_i$   $Z_i$ 'nin ortalaması, Z gruplar için elde edilen tüm  $Z_i$ 'lerin ortalamasıdır.

Levene testi için  $\alpha$  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] medyanda homojen olan bir prosesin varyansa homojenliği gerektirmeyebileceğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle medyan yada varyans anlamında homojen olmayan bir değişkene ait zaman serisinin homojen olarak kabul edilmemesini bildirmişlerdir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

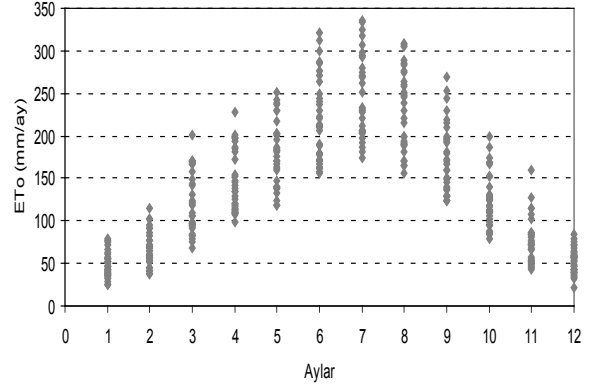
Konya ve Karaman illeri merkez meteoroloji istasyonunda 1975-2006, 1975-2009 yılları arasında ölçülen meteorolojik unsurlar kullanılarak FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden tahmin edilen aylık ETo değerlerinin aylara göre dağılımı Şekil 1 ve 2’de gösterilmiştir.

Aylık ortalama ETo değerleri ile ETo hesabında kullanılan hava elemanlarının ortalama değerleri Çizelge 1 ve 2’de verilmiştir. Yapılan korelasyon analizinde Karaman’da ETo ile meteorolojik veriler arasındaki ilişki  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. ETo ile solar radyasyon arasında Pearson korelasyon katsayısı  $R = 0.94$ , ETo ile  $T_{\text{mak}}$  arasında  $R = 0.94$ , ETo ile  $T_{\text{min}}$  arasında  $R = 0.88$ , ETo ile  $RH_{\text{min}}$  arasında  $R = -0.71$ , ETo ile  $RH_{\text{mak}}$  arasında  $R = -0.58$  ve ETo ile  $U_2$  arasında  $R = 0.18$  belirlenmiştir. Konya’da ETo ile meteorolojik veriler arasındaki ilişki rüzgar hızı dışında  $p < 0.01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. ETo ile solar radyasyon arasında Pearson korelasyon katsayısı  $R = 0.94$ , ETo ile  $T_{\text{mak}}$  arasında  $R = 0.87$ , ETo ile  $T_{\text{min}}$  arasında  $R = 0.80$ , ETo ile  $RH_{\text{min}}$  arasında  $R = -0.68$  ve ETo ile  $RH_{\text{mak}}$  arasında  $R = -0.64$  belirlenmiştir.



Şekil 1. Karaman ilinde referans bitki evapotranspirasyon değerlerinin aylara göre değişimi

Konya ve Karaman illeri merkez meteoroloji istasyonunda 1975-2006, 1975-2009 yıllarında ölçülen meteorolojik unsurlar kullanılarak FAO56 Penman-Monteith ilişkisinden tahmin edilen aylık ETo’dan Eşitlik 2’ye göre elde edilen ardışık toplamlarının oluşturduğu ETo serilerindeki değişimi saptamak amacıyla çalışmada



Şekil 2. Konya ilinde referans bitki evapotranspirasyon değerlerinin aylara göre değişimi

göz önüne alınan parametrik trend test yöntemlerinden olan birim kök yaklaşımına ait sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’den görüleceği üzere Konya ve Karaman illeri için elde edilen kümülatif ETo serileri için hesaplanan birim kök testi (ADF) sonuçları ve birim kök vardır şeklinde kurulan hipoteze göre ( $H_0: \alpha_1 = 0$ ),  $\alpha_1$  parametresi için saptanan ADF istatistiği, ADF ( $\alpha_1$ ), Konya için 4. aydan, Karaman için ise 6. aydan itibaren, tablo kritik değeri olan, TKD ( $\tau_1$ )’den daha küçük olmuştur. Dolayısıyla bu aylardan itibaren elde edilen kümülatif ETo serileri için kurulan birim kök vardır şeklindeki hipotez kabul olunmuştur. Bu sonuç Konya için 4. aydan, Karaman için ise 6. aydan itibaren trendin olduğunu göstermektedir. Konya ve Karaman illeri için elde edilen kümülatif ETo serilerinde değişim non-parametrik yaklaşımlar olan Mann-Whitney U ve Levene testleri ile de analiz edilmiştir. Bu amaçla ETo serilerinin zamana bağlı değişkenliğini saptamak amacıyla seriler Konya ve Karaman için iki alt seriye (1975-1990, 1991-2006), (1975-1991, 1992-2009) ayrılarak ortalama ve varyans açısından serilerdeki değişim incelenmiştir. Elde edilen iki alt seriye ait ortalamalar açısından farkın olup olmadığı non-parametrik test olan Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4’ den görülmektedir ki, Konya ili için 4. ve daha sonraki ayların kümülatif ETo alt serilerine uygulanan Mann-Whitney U test istatistiği,  $|u|$ , değeri

Çizelge 1. Karaman İli Referans Evapotranspirasyonu Etkileyen Hava Elemanları ile Referans Evapotranspirasyonun Aylara Göre Değişimi

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Rs	7.94	10.77	15.4	19.3	23.1	25.5	26.4	24.1	19.7	13.7	9.4	6.9
$T_{\text{mak}}$	13.0	15.3	21.1	26.3	30.2	34.1	36.3	36.1	33.1	28.8	21.0	15.6
$T_{\text{min}}$	-14.3	-14.3	-8.5	-2.3	2.6	7.1	10.8	9.6	3.8	-1.2	-7.4	-12.2
$RH_{\text{min}}$	35.7	32.1	21.9	20.7	19.8	17.4	16.9	16.5	16.7	18.4	25.2	35.9
$RH_{\text{mak}}$	94.9	94.3	94.7	94.0	92.9	89.5	83.3	83.9	90.2	95.0	95.7	95.2
$U_2$	1.64	1.81	1.95	2.03	1.69	1.68	1.83	1.63	1.45	1.36	1.53	1.59
ETo g	1.91	2.51	3.94	5.32	5.97	6.94	7.71	7.06	5.68	.21	2.95	2.05
ETo a	59.4	71.7	125.2	165.2	193.2	218.5	249.0	226.8	176.1	133.1	89.1	63.5

Rs solar radyasyon ( $MJ/m^2$  gün),  $T_{\text{mak}}$  ve  $T_{\text{min}}$  aylık en yüksek ve en düşük sıcaklıkların ortalaması ( $^{\circ}C$ ),  $RH_{\text{mak}}$  ve  $RH_{\text{min}}$  aylık en yüksek ve en düşük bağıl nemlerin ortalaması,  $U_2$  2 m yükseklikte ölçülen rüzgâr hızı (m/s), ETo g ve ETo a günlük ve aylık referans evapotranspirasyon (mm/gün veya mm/ay).



**Çizelge 2.** Konya İli Referans Evapotranspirasyonu Etkileyen Hava Elemanları ile Referans Evapotranspirasyonun Aylara Göre Değişimi

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Rs	7.6	11.0	15.0	18.1	21.2	23.8	24.1	21.9	18.3	13.0	9.0	6.6
T <sub>mak</sub>	12.7	15.6	21.1	26.0	29.3	33.4	35.5	35.3	32.4	28.1	19.9	14.4
T <sub>min</sub>	-12.5	-11.8	-7.9	-1.8	2.8	7.0	11.1	10.7	5.4	-0.6	-6.5	-10.5
RH <sub>min</sub>	36.4	29.7	19.9	17.1	17.4	16.5	14.8	15.8	14.7	16.9	26.7	35.0
RH <sub>mak</sub>	96.5	95.8	95.7	95.5	93.5	88.8	81.8	83.0	88.9	95.6	96.4	96.7
U <sub>2</sub>	1.65	1.84	1.93	2.06	1.69	1.67	1.83	1.64	1.46	1.37	1.55	1.61
ETo <sub>g</sub>	1.56	2.40	3.91	4.81	5.78	7.33	8.05	7.43	5.79	4.02	2.53	1.72
ETo <sub>a</sub>	48.5	67.3	121.4	144.0	179.2	220.0	249.6	230.5	173.7	124.8	76.0	53.2

standart normal dağılım tablosundan % 5 anlamlık seviyesi için belirlenen  $\pm 1.96$  değerinden daha büyük olmuştur. Bu da elde edilen ETo alt serilerinin ortalamalar açısından homojenlik göstermediği anlamına gelmektedir.

Ancak Karaman ili için 6. ve daha sonraki ayların kümülatif ETo alt serilerine uygulanan Mann-Whitney U test istatistiği, sadece 6. ve 7. ayların kümülatif ETo serileri için standart normal dağılım tablosunun kritik değerinden daha büyük olmuş, 7. aydan sonraki aylar için ise daha küçük olmuş yani ortamlar açısından bir fark bulunmamıştır. Yine Konya ilinin 4. ve daha sonraki ayları için elde edilen ETo serilerine varyans değişkenliğini saptamak amacıyla uygulanan Levene testine göre, Çizelge 4’de verilen Levene

istatistiği (LW) ve onun olasılığı (P), varyans açısından anlamlı bir farkın olmadığını göstermiştir. Ancak Karaman ili için 6. ve 7. aylar için Levene testine göre varyans açısından anlamlı fark bulunurken, 7. aydan sonraki aylar için anlamlı fark bulunmamıştır.

Konya ili 12 ay için elde edilen kümülatif ETo serilerinin saçılma grafikleri artan yönde bir eğime sahip olmuştur. Ancak bu grafiklerin eğimleri 3. aydan sonra ciddi olarak artış göstermiştir. Bu artış 5. aydan sonra daha da fazlalaşmıştır. Karaman ilinin ilk üç aylık kümülatif ETo serileri için elde edilen saçılma grafiklerinin eğimi diğer aylardan daha düşük miktarda artan yönde olurken, 4. aydan sonra bu artış artarak 7. ay dahil devam etmiş, 8. ve 9. ay daha düşük olurken (7. aya göre), 10, 11 ve 12 ay için ise artış 7. aya benzer şekilde elde edilmiştir.

**Çizelge 3.** Birim Kök Sonuçları

Seriler	Konya		Karaman	
	ADF	TKD, % 5	ADF	TKD, % 5
k1-1	-6.366	-3.563	-4.748	-3.548
k1-2	-6.046	-3.563	-4.673	-3.548
k1-3	-4.068	-3.563	-4.871	-3.548
k1-4	<b>-1.881</b>	-3.587	-4.156	-3.553
k1-5	<b>-3.416</b>	-3.563	-4.122	-3.548
k1-6	<b>-2.910</b>	-3.563	<b>-3.496</b>	-3.548
k1-7	<b>-2.634</b>	-3.563	<b>-3.282</b>	-3.548
k1-8	<b>-2.293</b>	-3.563	<b>-3.024</b>	-3.548
k1-9	<b>-2.039</b>	-3.563	<b>-2.036</b>	-3.548
k1-10	<b>-1.858</b>	-3.563	<b>-3.250</b>	-3.548
k1-11	<b>-1.823</b>	-3.563	<b>-3.275</b>	-3.548
k1-12	<b>-1.751</b>	-3.563	<b>-3.199</b>	-3.548

k1-5, 1. aydan 5. ay dahil ETo toplamını ifade ediyor  
ADF, Augmented Dickey-Fuller test istatistiği  
TKD, [7]’de seçilen güven aralığı için verilen tablo değeri ( $\tau$ )

## KAYNAKLAR

- [1] 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.
- [2] Tapur, T., 2008. Kazımkarabekir İlçesi’nde (Karaman) Tarım ve Hayvancılık, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Sayı: 20, Sayfa: 603-620, Konya.
- [3] Anonymous, 2003. Karaman Tarım Master Planı. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, 104s.
- [4] Greene, W.H., 2000. Econometric Analysis: Prentice Hall International, Inc.
- [5] Dickey, D. A., Fuller, W. A., 1981. Likelihood ratio

**Çizelge 4.** Mann-Whitney ve Levene Test Sonuçları

Seriler	Konya		Karaman	
	Mann-Whitney, (U)	Levene, LW / P	Mann-Whitney, (U)	Levene, LW / P
k1-1	***	***	***	***
k1-2	***	***	***	***
k1-3	***	***	***	***
k1-4	-4.070	2.339 / 0.137	***	***
k1-5	-3.732	0.077 / 0.784	***	***
k1-6	-3.694	0.182 / 0.673	-2.904	6.440 / 0.016
k1-7	-3.618	0.369 / 0.548	-2.508	6.935 / 0.013
k1-8	-3.580	0.880 / 0.356	-0.528	1.326 / 0.258
k1-9	-3.430	1.807 / 0.189	-0.297	1.766 / 0.193
k1-10	-3.392	2.472 / 0.126	-0.165	1.888 / 0.179
k1-11	-3.430	2.503 / 0.124	-0.231	1.688 / 0.203
k1-12	-3.392	3.019 / 0.093	-0.528	1.296 / 0.263

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 cointegration tests: UC San Diego Discussion Paper.
- [8] Bobee, B., ve S. Ashkar, 1991. The Gamma Family and Derived Distribution Applied in Hydrology. Water resources Publication, Colorado, 203 s.
- [9] Khan MS, 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.