

NIĞDE İLİ'NDEKİ POTANSİYEL EVAPOTRANSPIRASYON TAHMİNLERİNİN TREND ANALİZİ

Onur ARSLAN (ORCID: 0000-0003-2456-1788)*

İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 30.03.2017

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 18.06.2017

Kabul / Accepted: 19.06.2017

ÖZ

İklim değişiminin incelenmesi su kaynaklarının planlanması ve yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır ve potansiyel evapotranspirasyon iklim değişiminin incelenmesi için önemli bir parametredir. Bu çalışmada, Niğde İli'nin potansiyel evapotranspirasyon değerleri Turc ve Coutagne formülleri kullanılarak hesaplanmıştır ve hesaplanan değerler için trend analizi gerçekleştirilmiştir. Niğde İli'nin 1950 ve 2015 arasındaki yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin hesaplanması için kullanılmıştır. Verilerin homojenliğinin araştırılması için run testi uygulanmıştır. Trend analizi için Mann Kendall Meritbe Korelasyon (MKMK) testi kullanılmıştır. Run testi sonuçları verilerin %95 güven aralığında homojen olduğunu göstermiştir. Her iki yöntemden elde edilen potansiyel evapotranspirasyon değerlerine uygulanan trend analizi sonuçlarına göre trendler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak, bir artış trendi gözlenmiştir. Bu durum Niğde'de bulunan barajların yönetimini etkileyebilir.

Anahtar Kelimeler: Mann Kendall meritbe korelasyon, Turc, Coutagne, evapotranspirasyon, Niğde

TREND ANALYSIS OF POTENTIAL EVAPOTRANSPIRATION PREDICTIONS IN NIGDE PROVINCE

ABSTRACT

Investigation of climate change is of great importance for the planning and management of water resources and potential evapotranspiration is an important parameter for investigation of climate change. In this study, potential evapotranspiration values of Niğde province was calculated by using Turc and Coutagne formulas and a trend analysis was performed for calculated values. Yearly total precipitation and yearly mean temperature values of Niğde province between 1950 and 2015 were used for calculating potential evapotranspiration values. Run test is applied for investigation of homogeneity of data. Mann Kendall Rank Correlation (MKRC) test was used for trend analysis. Run test results indicated that the data were homogeny at the 95% confidence interval. According to the results of trend analysis applied to potential evapotranspiration values obtained from both of two methods, the trends were not statistically significant. However, an increasing trend was observed. This can affect the management of dams in Niğde.

Keywords: Mann Kendall rank correlation, Turc, Coutagne, evapotranspiration, Niğde

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

*NİĞDE İLİ'NDEKİ POTANSİYEL EVAPOTRANSPIRASYON TAHMİNLERİNİN TREND ANALİZİ***1. GİRİŞ**

Hidrolojik çevrimin önemli bir parametresi olan buharlaşma (evaporasyon) suyun sıvı halden gaz (su buharı) haline geçmesi durumu olup miktarı meteorolojik şartlara göre değişmektedir. Terleme (Transpirasyon) bitkilerin suyu kullandıktan sonra yapraklarından buhar halinde havaya vermesi durumu olup meteorolojik şartlara, bitki örtüsüne, zemin cinsine ve zeminde mevcut su miktarına bağlı olarak değişmektedir. Buharlaşma ve terleme olaylarının her ikisine birden evapotranspirasyon denilmektedir. Evapotranspirasyon gerçek ve potansiyel evapotranspirasyon olmak üzere iki farklı şekilde ifade edilebilir. Potansiyel evapotranspirasyon gerçekleşebilecek maksimum evapotranspirasyon iken gerçek evapotranspirasyon ise gerçekleşen evapotranspirasyondur. Eğer zeminde yeterli nem varsa gerçek evapotranspirasyon potansiyel evapotranspirasyona eşit olur. Evapotranspirasyon hesabı bitkilerin su ihtiyacının belirlenmesi ve buna bağlı olarak su kaynaklarının projelendirilmesi ve işletilmesi açısından önemlidir. Evapotranspirasyon çeşitli meteorolojik değişkenler ile hesaplanmakta olup iklim değişiminin incelenmesi açısından da önemli bir parametredir.

Xu ve ark. [1] Yangtze Nehir Havzası için Penman Monteith yöntemi ile hesapladıkları referans evapotranspirasyon değerleri için trend analizi yapmışlardır ve tüm havza için önemli azalma trendi belirlemişlerdir. Shenbin ve ark. [2] Tibet platosu için potansiyel evapotranspirasyonu Penman Monteith yöntemini kullanarak hesaplamışlardır. Trendleri belirlemek için doğrusal regresyon analizi kullanmışlardır. Tibet platosunda potansiyel evapotranspirasyonun tüm mevsimler için azaldığını tespit etmişlerdir. Gao ve ark. [3], yıllık gerçek evapotranspirasyon değerleri için doğrusal regresyon yöntemini ve Mann Kendall trend testini kullanarak trend analizi yapmışlardır. 100° Doğu boylamının doğusundaki çoğu alanlarda azalma trendi ve kuzeydoğu Çin'in batı ve kuzey bölümlerinde ise artma trendi tespit edilmiştir. Elnesr ve ark. [4], Arap Yarımadası'nda iklim değişimini incelemek amacıyla Gıda ve Tarım Örgütü tarafından önerilen Penman-Monteith eşitliğinden yararlanarak hesapladıkları referans evapotranspirasyon değerleri için Mann-Kendall ve Sen eğim yöntemlerini kullanarak trend analizi yapmışlardır. Mann-Kendall ve Sen eğim yöntemleri tutarlı sonuçlar vermiş olup Suudi Arabistan Krallığı'nın kuzey kesimlerinde birçok istasyonda artış trendi gözlenmiştir. Ayrıca Ekimden Ocak ayına kadar kış ayları hariç, yılın çoğunda artan eğilimlerin hakim olduğu belirlenmiştir. Moratiel ve ark. [5] İspanya'da Duero Nehir Havzası için yaptıkları çalışmada 50 yıl içerisinde evapotranspirasyon değerlerinin %5 ile %11 arasında artacağı sonucuna ulaşmışlardır. Saphioğlu ve Kilit [6], Afyon İli'nde iklim değişikliğini araştırmak üzere sıcaklık ve yağış verilerine Mann-Kendall yöntemi ile trend analizi yapmışlardır. Yıllık bazda yağış ve sıcaklık değerleri için istatistiksel yönden anlamlı olan bir trend yokken aylık bazdaki verilere bakıldığında Haziran ve Temmuz aylarında sıcaklık verilerinde %95 güven aralığında artış trendi, yağış verilerinde de Mayıs ayında azalış trendi ve Eylül ayında da artış trendi tespit etmişlerdir. Ye ve ark. [7], Çin'in Poyang Göl Havzası için potansiyel evapotranspirasyon değerlerini hesaplamışlardır. Bahar hariç olmak üzere yaz, kış ve sonbahar için azalma trendi görülmüştür. Bayramoğlu [8], Trabzon İli'nde iklim değişikliğinin mevsimsel bitki su tüketimine etkisini araştırmak amacıyla Penman-Monteith eşitliğinden yararlanarak 2009-2012 yılları arasında referans bitki su tüketimlerini hesaplamıştır. Artan sıcaklık ve değişen meteorolojik parametrelere bağlı olarak evapotranspirasyon miktarının arttığını belirlemiştir. Wang ve ark. [9], Çin'in Hetao sulama bölgesi için Mann-Kendall ve Sen eğim yöntemini kullanarak iklim değişkenleri ve Penman Monteith yöntemini kullanarak hesapladıkları referans evapotranspirasyon değerleri için değişiklikleri incelemişlerdir. Nem ve rüzgar hızında azalma, sıcaklıkta ve evapotranspirasyonda ise artma trendi tespit etmişlerdir. Kramer ve ark. [10], Amerika'nın doğusunda 20. yüzyıl boyunca evapotranspirasyon için artış trendi belirlemişlerdir. Saphioğlu [11], iklim değişimi araştırmalarında kullanılan trend analizi için yeni bir yöntem geliştirmiş ve geliştirdiği yöntemi Isparta ve Burdur illerinin yağış verilerine uygulamıştır. Elde ettikleri sonuçları Mann-Kendall, regresyon modeli ve Sen grafik yöntemiyle karşılaştırmış ve benzer sonuçlar elde etmiştir. Burdur için Ocak ayında azalma, Ağustos ayında için artma trendi ve Isparta için de Haziran ayında azalma trendi tespit etmiştir. Rajabi [12], İran'ın batısı için potansiyel evapotranspirasyonu Penman Monteith yöntemini kullanarak hesaplamıştır. Mann Kendall ve Sperman Rho testlerini kullanarak yapılan trend analizi sonucunda tüm istasyonlarda artan trend tespit edilmiştir. Arslan [13], Türkiye'nin en büyük ikinci tatlı su gölü olan Eğirdir Gölü'nün bazı meteorolojik verileri için trendleri araştırmıştır. Eğirdir Gölü verileri Eğirdir, Senirkent ve Yalvaç meteoroloji istasyonlarının verilerinin aritmetik ortalaması hesaplanarak belirlenmiştir. Trend analizi için Mann Kendall Meritebe Korelasyon (MKMK) testi kullanılmıştır. Ortalama sıcaklıklarda Temmuz ve Ağustos ayları için %95 güven aralığında artış trendi belirlenmiştir. Diğer aylar için istatistiksel olarak anlamlı artışlar olmamasına rağmen bahar ve yaz ayları için artış trendi vardır. Aylık toplam yağışlar için trend aylara göre değişkenlik göstermektedir ve Eylül ayı için %95 güven aralığında artış trendi görülmüştür. Arslan [14], baraj işletme seviyeleri ve baraj yönetimini etkileyen parametreler için trendleri araştırmıştır. Uygulama için Oymapınar Barajı'nın 1987 ve 2009 yılları arasındaki aylık toplam yağış, aylık toplam buharlaşma ve aylık gelen akım değerleri ve aylık işletme seviyeleri ve trend analizi için Mann Kendall Meritebe

O. ARSLAN

Korelasyon (MKMK) testi kullanılmıştır. Aylık toplam yağışlar için Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında %95 güven aralığında azalma trendi belirlenmiştir. Baraja gelen aylık akım değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir trend yoktur. Aylık toplam buharlaşmalar için Mayıs, Haziran ve Ağustos aylarında %95 güven aralığında artma trendi görülmüştür. Aylık toplam yağış, aylık toplam buharlaşma ve aylık gelen akım değerlerinde trendler aylara göre değişkenlik göstermekte iken aylık işletme seviyeleri için tüm aylarda azalma trendi görülmüştür. Bu nedenle baraj işletiminde meteorolojik parametrelerin dikkate alınmadığı ve barajın ihtiyaçlara göre işletildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca, Mart ve Eylül ayları için %95 güven aralığında azalma trendi belirlenmiştir. Dadaşer-Çelik ve ark. [15] Türkiye'deki 77 meteorolojik istasyon için referans evapotranspirasyonu 1975 ile 2006 arasındaki dönem için Penman Monteith yöntemi ile hesaplamışlardır. Trend analizi için Mann Kendall testini kullanmışlardır. Yıllık evapotranspirasyon için yapılan analiz sonucunda incelenen istasyonların % 58'inde artış trendi bulunmuştur ve bu artış trendi istasyonların % 32'si için % 95 güven aralığında anlamlı çıkmıştır. Ayrıca aylık evapotranspirasyon değerleri için de artış trendi gözlenmiştir.

İklim değişimi, zaten kurak olan Niğde İlini daha kötü bir duruma sokabilir. Bu nedenle iklim değişiminin incelenmesi tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini de sağlamak amacıyla ildeki su kaynaklarının planlanması ve yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, Niğde İlinin iklim değişimini incelenmek amacıyla Niğde İlinin potansiyel evapotranspirasyon değerleri için trend analizi yapılmıştır. Potansiyel evapotranspirasyon değerleri Turc ve Coutagne formülleri ile hesaplanmış ve trend analizi için MKMK testi uygulanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı ve Veriler

Niğde İli Konya Kapalı Havzası içinde deniz seviyesinden 1300 m yükseklikte bulunmaktadır. Karasal iklim etkisinde olup yazlar sıcak ve kuru kışlar ise soğuk ve karlıdır. Niğde İli Türkiye'nin en az yağış alan illerinden bir tanesidir.

Niğde ilinde tarım yapılan alan 275783 hektar olup bu alan Niğde ilinin yüzölçümünün %35,37'sine karşılık gelmektedir. Tarımsal alanın 237576 hektarı tarla, 27591 hektarı meyve bahçesi, 6169 hektarı sebze ve 4447 hektarı da bağdır. Ayrıca bu alanın 117804 hektarı sulu tarım 157979 hektarı ise kuru tarım alanıdır. 2000 yılına bakıldığında tarım alanı 321576 hektar olup bu alan Niğde ilinin yüzölçümünün %41,25'ine karşılık gelmektedir [16]. Bu durum günümüze doğru tarım alanlarının azaldığını göstermektedir. Ayrıca, Niğde ili Türkiye'nin en kurak illerinden bir tanesidir. İlde Gebere, Akkaya, Gümüşler, Bozkır, Altunhisar, Murtaza ve Yeşilburç barajları bulunmaktadır [17].

Niğde ili orman örtüsü bakımından zengin olmayıp il yüzölçümünün ancak %5'ini oluşturmaktadırlar [18]. Bu çalışmada 1950 ve 2015 yılları arasındaki periyot dikkate alınmıştır. 1950 yılından 2015 yılına doğru Niğde İlinde tarım alanları azalmıştır. Bitki örtüsünün iklim değişimine etkisi, bu durum göz önüne alınarak ve evapotranspirasyon trend analiz grafiklerine bakılarak araştırma bulguları ve sonuçlar kısmında yorumlanmıştır.

Bu çalışmada, Niğde meteoroloji istasyonunun 1950 ve 2015 yılları arasındaki yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmış olup bu veriler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Niğde meteoroloji istasyonu 34° 67" doğu boylamı ve 35° 95" kuzey enlemi arasında yer almaktadır.

2.2. Potansiyel Evapotranspirasyonun Hesaplanması

Potansiyel evapotranspirasyonun hesaplanmasında kullanılan Blaney-Criddle, Lowry-Johnson ve Hargreaves gibi formüller bitki örtüsünün cinsini dikkate alırlar. Penman yönteminde ise radyasyon, buhar basıncı gibi birçok meteorolojik parametrelere ihtiyaç vardır ve bazı yerlerde bu parametrelerin geçmiş yıllara ait gözlem değerlerine ulaşılammaktadır. Penman-Monteith Yönteminde ise hem birçok meteorolojik veriye hem de bitki örtüsünün cinsine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada Potansiyel Evapotranspirasyonun hesaplanması için Turc ve Coutagne formülleri kullanılmıştır. Bu formüller bitki örtüsünün cinsini dikkate almayıp sadece yıllık yağış yüksekliğini ve yıllık ortalama sıcaklığı dikkate aldıkları için evapotranspirasyonu hesaplamada büyük kolaylıklar sağlamaktadırlar. Ancak bu formüller ampirik formüllerdir. Ampirik formüllerin en büyük dezavantajı, yalnızca belirli şartlar altında iyi sonuç vermeleridir çünkü ampirik bağıntılar elde edildiklerine benzer şartlar için geçerlidirler. Yıllık evapotranspirasyon değerlerini hesaplayan Turc formülü Denklem 1'de Coutagne formülü ise Denklem 2'de verilmiştir:

NİĞDE İLİ'NDEKİ POTANSİYEL EVAPOTRANSPIRASYON TAHMİNLERİNİN TREND ANALİZİ

$$U = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{(300 + 25T + 0,05T^3)^2}}} \tag{1}$$

$$U = P - \frac{0,0001}{0,8 + 0,14T} P^2 \tag{2}$$

Burada U yıllık evapotranspirasyonu (mm), P yıllık yağış yüksekliğini (mm) ve T yıllık ortalama sıcaklığı (°C) göstermektedir.

2.3. Homojenlik Testi

Potansiyel evapotranspirasyonu hesaplamada kullanılan yağış ve sıcaklıkların verilerinin ölçülme konumunda ya da ölçme metodunda bir değişiklik yapıp yapılmadığını öğrenmek amacıyla homojenlik testine ihtiyaç vardır. Verilerin homojenliğini kontrol etmek için run testi uygulanmıştır. Bu amaçla iki hipotez oluşturulur. H₀ hipotezine göre veriler aynı toplumdandır gelmekte ve birbirinden bağımsızdır yani homojendir. Zıt hipotez olan (H₁) hipotezine göre veriler aynı toplumdandır gelmemektedir yani homojen değildir.

Bu testte küçükten büyüğe doğru sıralanan verilerin medyan yani ortanca değerinin altında mı yoksa üstünde mi olduğu belirlenir. Veri sayısı tek ise tam ortadaki değer, çift ise ortadaki iki değer ortalaması medyan değeri olarak kullanılır [19]. Verilerin medyan değerine göre alttan üste ya da üstten alta geçiş sayılarının toplamı run sayısını verir. Elde edilen z değeri ile güven seviyesine göre belirlenen z test değeri karşılaştırıldığında elde edilen z değeri güven seviyesine göre belirlenen z test değerinin mutlak değeri arasında ise H₀ hipotezi kabul edilir yani veriler homojendir. Aksi takdirde veriler homojen değildir. Bu çalışmada run testi için en çok tercih edilen güven aralığı olan %95 alınmış olup z değeri ±1,96 arasındadır.

$$z = \frac{r - \frac{2N_k N_b}{N_k + N_b} + 1}{\sqrt{\frac{2N_k N_b (2N_k N_b - n)}{n^2 (n - 1)}}} \tag{3}$$

Burada z elde edilen test değerini, n toplam veri sayısını, N_k medyandan küçük olan veri sayısını, N_b medyandan büyük olan veri sayısını ve r ise run sayısını göstermektedir.

2.4. Mann Kendall Mertebe Korelasyon (MKMK) Testi

Trend araştırmalarında parametrik ve parametrik olmayan yöntemler olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Parametrik yöntemlerde verinin gerçek değeri kullanılmakta iken parametrik olmayan yöntemlerde verilerin sıralanmasıyla elde edilen sıra sayısı kullanılmakta olup veriler normal dağılıma uymak zorunda değildir. Parametrik olmayan yöntemler eksik verilerin varlığına müsamaha edebilmekte olup parametrik yöntemlere daha göre etkin sonuçlar vermektedir [20].

Trend analizi için MKMK testi kullanılmıştır. Parametrik olmayan bu test ile veri serisinde herhangi bir trend olup olmadığı ve bir trend varsa bu trendin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı belirlenebilmektedir. Ayrıca bu test ile trendin başladığı yıl tespit edilebilmektedir. Yöntemde veriler için sıralama yapılarak verinin mertebesi belirlenir. Her bir mertebe 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 5, varyansı Var (t) Denklem 6 ve MKMK Test istatistiği u(t) ise Denklem 7 ile hesaplanır. Geriye doğru MKMK test istatistiği u'(t) de benzer şekilde hesaplanır.

$$t = \sum_{i=1}^n n_i \tag{4}$$

$$E(t) = i(i - 1) / 4 \tag{5}$$

$$Var(t) = i(i - 1)(2i + 5) / 72 \tag{6}$$

O. ARSLAN

$$u(t) = \frac{(t - E(t))}{\sqrt{Var(t)}} \quad (7)$$

$u(t)$ '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 için güven aralığı %95 alınmış olup z değeri $\pm 1,96$ arasındadır. $u(t)$ ve $u'(t)$ değerlerinin birbirini kestiği nokta trendin başladığı yeri gösterir.

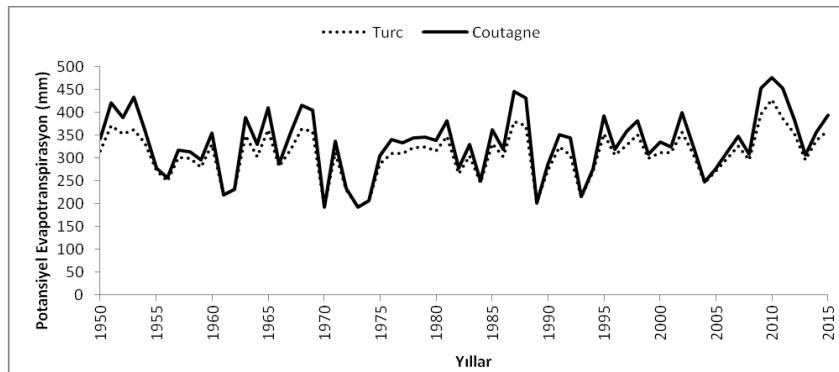
3. BULGULARI VE TARTIŞMA

Niğde İli'nin 1950-2015 yılları arasındaki yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri için run testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Bu test sonuçlarına göre Niğde İli'nin 1950-2015 yılları arasındaki yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri homojendir.

Tablo 1. Yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri için run testi sonuçları

Nitelik	r	z	Hipotez (H_0)
Yıllık toplam yağış değerleri	33	0,248	+
Yıllık ortalama sıcaklık değerleri	32	0	+

Niğde İli için Turc ve Coutagne formülleri kullanılarak hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere Coutagne formülüne göre hesaplanan evapotranspirasyon değerleri Turc formülüne göre hesaplanan değerlerden daha yüksektir. Ancak minimum değerlere bakıldığında Turc ve Coutagne formüllerinin birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Örneğin çalışma süresi içinde en düşük değer hesaplandığı 1973 yılında potansiyel evapotranspirasyon değeri Turc formülüne göre 193,15 mm Coutagne formülüne göre de 191,25 mm olarak hesaplanmıştır. Aralarındaki fark 1,9 mm olup oldukça küçüktür. Maksimum değerlere bakıldığında Turc ve Coutagne formülleri arasındaki farkın arttığı görülmektedir. Örneğin çalışma süresi içinde en yüksek değer hesaplandığı 2010 yılında potansiyel evapotranspirasyon değeri Turc formülüne göre 428,27 mm Coutagne formülüne göre de 474,87 mm olarak hesaplanmıştır. Aralarındaki fark 46,6 mm'dir. Bu fark bağışın ampirik olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 1. Turc ve Coutagne formülüne göre hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri

Niğde ilinin Turc ve Coutagne formüllerinden elde edilen potansiyel evapotranspirasyon değerleri için yapılan trend analizi sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Sonuçlara göre %95 güven aralığında anlamlı bir trend söz konusu değildir. Ancak $u(t)$ değerlerinin pozitif çıkmış olması bir artış trendinin olduğunu göstermektedir. Niğde ilinin tarım alanları incelenen zaman periyodunda azalma göstermiş olup bu durum evapotranspirasyon miktarında bir azalmaya neden olmalıdır. Bu nedenle Potansiyel evapotranspirasyon değerlerinde görülen artış trendinin iklim değişiminden kaynaklandığı sonucuna varılabilir.

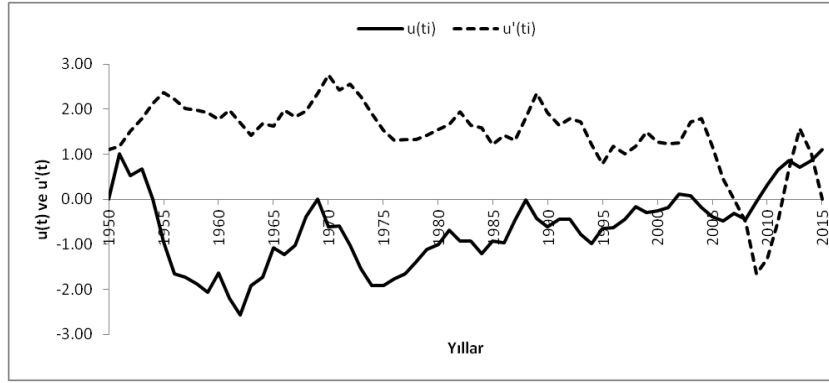
Trend değişimlerinin başladıkları zamanları göstermek amacıyla $u(t)$ ve $u'(t)$ değerleri Turc formülü için Şekil 2'de ve Coutagne formülü için de Şekil 3'te grafik olarak gösterilmiştir. Turc formülü için Şekil 2'ye

NİĞDE İLİ'NDEKİ POTANSİYEL EVAPOTRANSPIRASYON TAHMİNLERİNİN TREND ANALİZİ

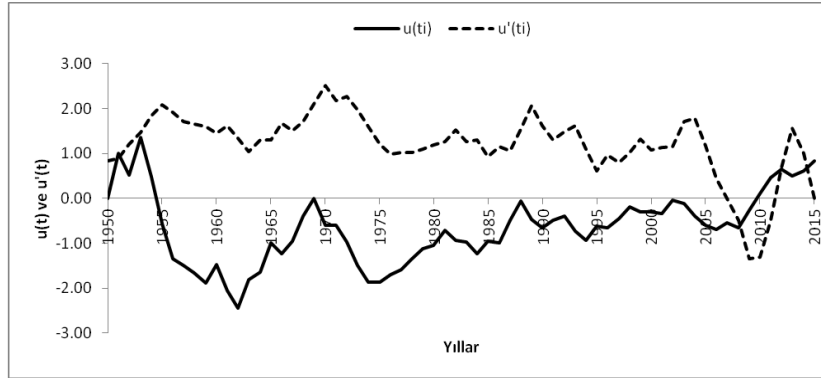
bakıldığında son yıllarda trend değişiminde bir dalgalanma yaşandığı görülüyor. Bu dalgalanmaya göre 2008 yılında artma, 2012 yılında azalma ve 2014 yılında ise artma trendi başlamıştır. Coutagne formülü için Şekil 3'e bakıldığında yine son yıllarda trend değişiminde bir dalgalanma yaşandığı görülüyor. Bu dalgalanmaya göre 2008 yılında artma, 2012 yılında azalma ve 2014 yılında ise artma trendi başlamıştır. Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde her iki formüle göre de 1955-2006 yılları arasında $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrileri birbirine göre paralel davranış göstermekte olup bu yıllar arasında bir trend olmadığı görülmektedir. Turc formülüne göre 1951 ve Coutagne formülüne göre de 1953 yılında $u(t)$ ve $u'(t)$ eğrilerinin birbirini kesecek kadar yaklaştığı görülmektedir ancak eğriler birbirini kesmediğinden bir trend oluşmamıştır. Ayrıca Coutagne formülüne göre 1951 yılında bir artma trendi görülmüştür.

Tablo 2. Potansiyel evapotranspirasyon değerleri için yapılan trend analizi sonuçları

	$u(t)$	Trend Durumu
Turc	1,10	%95 güven aralığında anlamlı bir trend yoktur
Coutagne	0,84	%95 güven aralığında anlamlı bir trend yoktur



Şekil 2. Turc formülüne göre hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri için $u(t)$ ve $u'(t)$ değerleri



Şekil 3. Coutagne formülüne göre hesaplanan potansiyel evapotranspirasyon değerleri için $u(t)$ ve $u'(t)$ değerleri

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Niğde ilinin iklim değişimi incelenmiştir. Bu amaçla Niğde ilinin potansiyel evapotranspirasyon değerleri kullanılmıştır. Potansiyel evapotranspirasyon değerleri Turc ve Coutagne formülleri ile hesaplanmıştır. Coutagne formülüne göre hesaplanan evapotranspirasyon değerleri Turc formülüne göre hesaplanan değerlere göre daha yüksek çıkmıştır. Aralarındaki fark 46,6 mm olup bu fark bağıntıların ampirik olmasından kaynaklanmaktadır.

O. ARSLAN

Homojenlik için run testi kullanılmıştır ve Niğde İli'nin 1950-2015 yılları arasındaki yıllık toplam yağış ve yıllık ortalama sıcaklık değerleri homojen çıkmıştır.

Trend analizi için MKMK testi uygulanmıştır. Hem Coutagne hem de Turc yöntemlerinden elde edilen potansiyel evapotranspirasyon değerleri için trend istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak, her iki yöntemden elde edilen potansiyel evapotranspirasyon değerleri için $u(t)$ değerlerinin pozitif çıkmış olması nedeniyle artış trendi tespit edilmiştir. Tarım alanlarının incelenen periyotta zamanla azalmış olmasına rağmen evapotranspirasyon değerleri için artış trendinin görülmesi iklim değişimini işaret etmektedir. Bu durum bitkilerin su ihtiyacının artması yani sulama suyunun artması ve barajlarda meydana gelecek buharlaşmanın artması anlamına gelmektedir. Bu nedenle evapotranspirasyon değerlerindeki artış trendi barajların yönetimini etkileyebilir.

KAYNAKLAR

- [1] XU, CHONG-YU., GONG, L., JIANG, T., CHEN, D., SINGH, V.P., "Analysis of Spatial Distribution and Temporal Trend of Reference Evapotranspiration and Pan Evaporation in Changjiang (Yangtze River) Catchment", *Journal of Hydrology*, 327, 81-93, 2006.
- [2] SHENBIN, C., YUNFENG, L., THOMAS, A., "Climatic Change on the Tibetan Plateau: Potential Evapotranspiration Trends from 1961–2000", *Climatic Change*, 76, 291-319, 2006.
- [3] GAO, G., CHEN, D., XU, C.Y., SIELTON, E., "Trend of Estimated Actual Evapotranspiration over China during 1960–2002", *Journal of Geophysical Research*, 112, 1-8, 2007.
- [4] ELNESR, M., ALAZBA, A., ABU-ZREIG, M., "Analysis of Evapotranspiration Variability and Trends in the Arabian Peninsula", *American Journal of Environmental Sciences*, 6, 535-547, 2010.
- [5] MORATIEL, R., SNYDER, R.L., DUR'AN, J.M., TARQUIS, A.M., "Trends in Climatic Variables and Future Reference Evapotranspiration in Duero Valley (Spain)", *Natural Hazards Earth System Sciences*, 11, 1795–1805, 2011.
- [6] SAPLIOĞLU, K., KİLİT, M., "İklim Değişikliğinin Afyon İlindeki Yağış ve Sıcaklıklara Etkisinin Araştırılması ve Trendlerinin Belirlenmesi", *e-Journal of New World Sciences Academy*, 7, 696-705, 2012.
- [7] YE, X.C., LIU, J., ZHANG, Q., "Trends of Estimated Potential Evapotranspiration in the Poyang Lake Basin, China", *Advanced Materials Research*, 726-731, 3299-3302, 2013.
- [8] BAYRAMOĞLU, E., "Trabzon İlinde İklim Değişikliğinin Mevsimsel Bitki Su Tüketimine Etkisi: Penman-Monteith Yöntemi", *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13, 300-306, 2013.
- [9] WANG, X., LIU, H., ZHANG, L., ZHANG, R., "Climate Change Trend and Its Effects on Reference Evapotranspiration at Linhe Station, Hetao Irrigation District", *Water Science and Engineering*, 7, 250-266, 2014.
- [10] KRAMER, R.J., BOUNOUA, L., ZHANG, P., WOLFE, R.E., HUNTINGTON, T.G., IMHOFF, M.L., THOME, K., NOYCE, G.L., "Evapotranspiration Trends over the Eastern United States during the 20th Century", *Hydrology*, 2, 93-111, 2015.
- [11] SAPLIOĞLU, K., "A New Methodology for Trend analysis: A Case Study in Burdur and Isparta, Turkey", *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 3344-3351, 2015
- [12] RAJABI, A., "Monthly and Annual Trend of Potential Evapotranspiration in West of Iran", *Ecology, Environment and Conservation*, 21, 19-23, 2015.
- [13] ARSLAN, O., "Eğirdir Gölü'nün Bazı Meteorolojik Verileri için Trend Analizi", 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016), 3193-3198, Adana, Türkiye, 2016.
- [14] ARSLAN, O., "Baraj İşletme Seviyeleri ve Baraj Yönetimini Etkileyen Parametreler için Trend Analizi", 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2016), 3615-3622, Adana, Türkiye, 2016.
- [15] DADAŞER-ÇELİK, F., CENGİZ, E., GÜZEL, Ö., "Trends in Reference Evapotranspiration in Turkey: 1975–2006", *International Journal of Climatology*, 36, 1733-1743, 2016.
- [16] www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Nigde2015.pdf (erişim tarihi 29.03.2017).
- [17] <http://www.dsi.gov.tr/docs/stratejik-plan/dsi-2015-faaliyet-raporu.pdf?sfvrsn=2> (erişim tarihi 29.03.2017).
- [18] GEZGİN, N., Niğde İli'nin Coğrafi Görünümünde Ot Toplayıcılığının Yeri, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde, Türkiye, 2006.
- [19] SWED, F.S., EISENHART, C., "Tables for Testing Randomness of Grouping in a Sequence of Alternatives", *Annals of Mathematical Statistics*, 14, 66-87, 1943.
- [20] HELSEL, D.R., HIRSCH, R.M., *Statistical Methods in Water Resources*, Elsevier, New York, USA, 1992.