



## Yamula Barajı'nın Potansiyel Evapotranspirasyona Etkisi\*

Onur Arslan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye (ORCID: 0000-0003-2456-1788)

(Konferans Tarihi: 5-7 Mart 2020)

(DOI:10.31590/ejosat.araconf3)

**ATIF/REFERENCE:** Arslan, O. (2020). Yamula Barajı'nın Potansiyel Evapotranspirasyona Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (Özel Sayı), 15-20.

### Öz

Yamula Barajı Kızılırmak Nehri üzerinde Kayseri'de bulunmaktadır. Baraj sulama, enerji üretimi ve su sporları gibi çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Barajın normal su seviyesindeki hacmi 2.025 hm<sup>3</sup>'tür. Bu çalışmada Yamula Barajı'nın potansiyel evapotranspirasyona etkisi araştırılmıştır. Potansiyel evapotranspirasyon hesabı bitki su ihtiyacının belirlenmesi, iklim değişiminin incelenmesi ve de su kaynaklarının projelendirilmesi ve işletilmesi açısından önemlidir. Bu amaçla baraj öncesi ve sonrası potansiyel evapotranspirasyon değerleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır ve eğilimler araştırılmıştır. Barajın Aralık 2003'te su tutması nedeniyle baraj öncesi dönem 1991 ve 2003 arasındaki yılları içermekte iken baraj sonrası dönem 2005 ve 2017 arasındaki yılları içermektedir. Thornthwaite yöntemi potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin hesaplanması için kullanılmıştır. Trend analizi doğrusal regresyon analizi ile gerçekleştirilmiştir. Baraj sonrası potansiyel evapotranspirasyon değerlerinde artma tespit edilmiştir. Bu bitki su ihtiyacının artması anlamına gelmektedir. Bu durum Yamula Barajı'nın işletilmesi açısından son derece önemlidir. Diğer taraftan baraj öncesi ve sonrası evapotranspirasyon değerleri için artma trendi bulunmuştur. Bu iklim değişimi anlamına gelmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Potansiyel Evapotranspirasyon, Thornthwaite yöntemi, Eğilim, Yamula Barajı, Kayseri.

## Effect of Yamula Dam on Potential Evapotranspiration

### Abstract

Yamula Dam is located on the Kızılırmak River in Kayseri. The dam is used for various purposes such as irrigation, energy generation and water sports. The storage of the dam at normal water level is 2.025 hm<sup>3</sup>. In this study, effect of Yamula dam on potential evapotranspiration was investigated. Potential evapotranspiration calculation is important in terms of determination of crop water requirement, investigation of climate change and also project and operation of water resources. For this aim, potential evapotranspiration values before and after the dam is compared with each other and trends are investigated. Due to the dam started to retain water in December 2003, the period after the dam covers the years between 2005 and 2017 while the period before the dam covers the years between 1991 and 2003. Thornthwaite method was used for calculation of potential evapotranspiration values. Trend analysis was performed with linear regression analysis. An increase was determined in potential evapotranspiration values after the dam. This means an increase in crop water requirement. This case is very important for operation of Yamula Dam. On the other hand, an increase trend was found for potential evapotranspiration values before and after the dam. This means climate change.

**Keywords:** Potential Evapotranspiration, Thornthwaite method, Trend, Yamula Dam, Kayseri.

\* Bu makale *International Conference on Access to Recent Advances in Engineering and Digitalization (ARACONF 2020)* de sunulmuştur.  
<sup>1</sup>Sorumlu Yazar: Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye, ORCID: 0000-0003-2456-1788, [onarslansdu@hotmail.com](mailto:onarslansdu@hotmail.com)

## 1. Giriş

Meteorolojik şartlara göre değişen buharlaşma (evaporasyon) suyun sıvı halden gaz (su buharı) haline geçmesi durumu olup hidrolojik çevrimin önemli bir parametresidir. Meteorolojik şartlara, bitki örtüsüne, zemin cinsine ve zeminde mevcut su miktarına bağlı olarak değişen terleme (transpirasyon) ise bitkilerin suyu kullandıktan sonra yapraklarından buhar halinde havaya vermesi durumudur. Bu iki olayın her ikisine birden evapotranspirasyon, gerçekleşebilecek maksimum evapotranspirasyona potansiyel evapotranspirasyon ve gerçekleşen evapotranspirasyona ise gerçek evapotranspirasyon denilmektedir. Evapotranspirasyon bitkilerin su ihtiyacının belirlenmesi, iklim değişiminin araştırılması ve de su kaynaklarının projelendirilmesi ve işletilmesi açısından son derece önemlidir.

Penman Monteith yöntemi ile hesaplanan Yangtze Nehir Havzası referans evapotranspirasyon değerlerine uygulanan trend analizi sonucunda önemli azalma trendi tespit edilmiştir (Xu vd., 2006). Yine Penman Monteith yöntemi kullanılarak hesaplanan Tibet platosu potansiyel evapotranspirasyon değerleri için trendleri belirlemek amacıyla doğrusal regresyon analizinden yararlanılmış ve tüm mevsimler için azalma gözlenmiştir (Shenbin vd., 2006). Kuzeydoğu Çin'in batı ve kuzey bölümlerinde yıllık gerçek evapotranspirasyon değerleri için doğrusal regresyon yöntemi ve Mann Kendall trend testi kullanılarak yapılan trend analizi sonucunda artma trendi tespit edilmiştir (Gao vd., 2007). Penman Monteith yöntemi kullanılarak hesaplanan Tibet platosu referans evapotranspirasyon değerleri için trendleri belirlemek amacıyla Mann-Kendall ve Sen eğim yöntemleri kullanılmış ve Suudi Arabistan Krallığı'nın kuzey kesimlerinde birçok istasyonda artış trendi belirlenmiştir (Elnesr vd., 2010). İspanya'da Duero Nehir Havzası evapotranspirasyon değerlerinin 50 yıl içerisinde %5 ile %11 arasında artacağı tespit edilmiştir (Moratitel vd., 2011). Çin'in Poyang Göl Havzası potansiyel evapotranspirasyon değerlerinde yaz, kış ve sonbahar için azalma trendi gözlenmiştir (Ye vd., 2013). Penman Monteith yöntemi ile hesaplanan Trabzon evapotranspirasyon değerlerinde artma görülmüştür (Bayramoğlu, 2013). Yine Penman Monteith yöntemi kullanılarak hesaplanan Çin'in Hetao sulama bölgesi referans evapotranspirasyon değerleri için trendleri belirlemek amacıyla Mann-Kendall ve Sen eğim yöntemlerinden yararlanılmış ve artma trendi belirlenmiştir (Wang vd., 2014). 20. yüzyıl boyunca Amerika'nın doğusunda evapotranspirasyon için artış trendi tespit edilmiştir (Kramer vd., 2015). Penman Monteith yöntemi ile İran'ın batısı için hesaplanan referans evapotranspirasyon değerlerine Mann Kendall ve Sperman Rho testleri kullanılarak yapılan trend analizi sonucunda artma trendi tespit edilmiştir (Rajabi, 2015). Penman Monteith yöntemi ile hesaplanan Türkiye'deki 77 meteorolojik istasyonun 1975 ile 2006 arasındaki referans evapotranspirasyon değerlerine uygulanan Mann Kendall testi ile istasyonların % 58'inde artış trendi bulunmuş ve % 32'nin ise % 95 güven aralığında anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Dadaşer-Çelik vd., 2016). Turc ve Cotagne formülleri kullanılarak hesaplanan Niğde'nin yıllık potansiyel evapotranspirasyon değerlerine uygulanan Mann Kendall testi ile yapılan sonuçlarına göre trendler istatistiksel olarak anlamlı değildir. Ancak, bir artış trendi gözlenmiştir (Arslan, 2017).

Bu çalışmada Kayseri'de Kızılırmak Nehri üzerinde bulunan Yamula Barajı'nın evapotranspirasyona etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla baraj öncesi ve sonrası potansiyel evapotranspirasyon değerleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır ve eğilimler araştırılmıştır. Barajın Aralık 2003'te su tutması nedeniyle baraj öncesi dönem 1991 ve 2003 arasındaki yılları içermekte iken baraj sonrası dönem 2005 ve 2017 arasındaki yılları içermektedir.

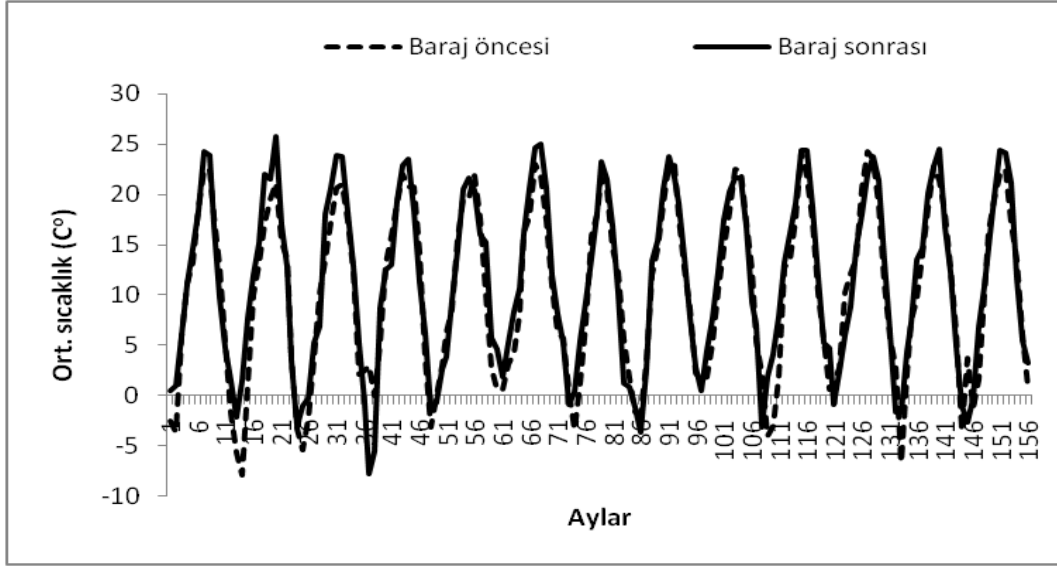
## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanı

Yamula Barajı Kızılırmak Nehri üzerinde Kayseri'de bulunmaktadır. 100 MW güç ile yıllık 422 GWh'lik enerji üretimi yapılan barajdan 6500 hektarlık alanın sulanması amacıyla faydalanılmaktadır. Ayrıca balıkçılık yapılmakta olup yelkenli, kürek, yüzme, off-shore ve kano yarışları gibi su sporları için kullanılmaktadır. Barajın normal su seviyesindeki hacmi 2.025 hm<sup>3</sup> olup alanı ise 85,30 km<sup>2</sup>'dir (Kayseri Belediyesi, 2019).

### 2.2. Materyal

Potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin hesaplanması için Kayseri meteoroloji istasyonuna ait baraj öncesi (1991-2003) ve baraj sonrası (2005-2017) dönemlere ait aylık ortalama sıcaklık verileri kullanılmış olup Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kayseri meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri

### 2.3. Thornthwaite Yöntemi

Potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin hesaplanmasında Thornthwaite yöntemi (Thornthwaite, 1948) kullanılmıştır. Bu yöntemde potansiyel evapotranspirasyon,

$$E_{tp} = 16 \times \left( \frac{10 \times t}{I} \right)^a \times G \quad (1)$$

formülü ile hesaplanır.  $E_{tp}$  aylık potansiyel evapotranspirasyonu (mm),  $t$  aylık ortalama sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $I$  yıllık sıcaklık indisini ve  $G$  enlem düzeltme katsayısını göstermektedir. Kayseri 38o77' Kuzey enleminde olup Kayseri için kullanılan enlem düzeltme katsayıları Tablo 1'de verilmiştir.

$$a = 6,7510 \times 10^{-7} \times I^3 - 7,7110 \times 10^{-5} \times I^2 + 7,791210 \times 10^{-2} \times I + 0,49239 \quad (2)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \quad (3)$$

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1,514} \quad (4)$$

Burada  $a$  yıllık sıcaklık indeksi kullanılarak hesaplanan bir katsayı ve  $i$  aylık sıcaklık indisini göstermektedir.

Tablo 1. Kayseri için enlem düzeltme katsayıları

Ay	G
Ocak	0,85
Şubat	0,84
Mart	1,03
Nisan	1,11
Mayıs	1,23
Haziran	1,24
Temmuz	1,26
Ağustos	1,18
Eylül	1,04
Ekim	0,96
Kasım	0,84
Aralık	0,82

### 2.3. Thornthwaite Yöntemi

Doğrusal regresyon analizi iki veya daha fazla değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılmakta olup iki değişken arasındaki doğrusal ilişki matematiksel olarak Denklem 5'te verilen bir doğru denklemi ile ifade edilir.

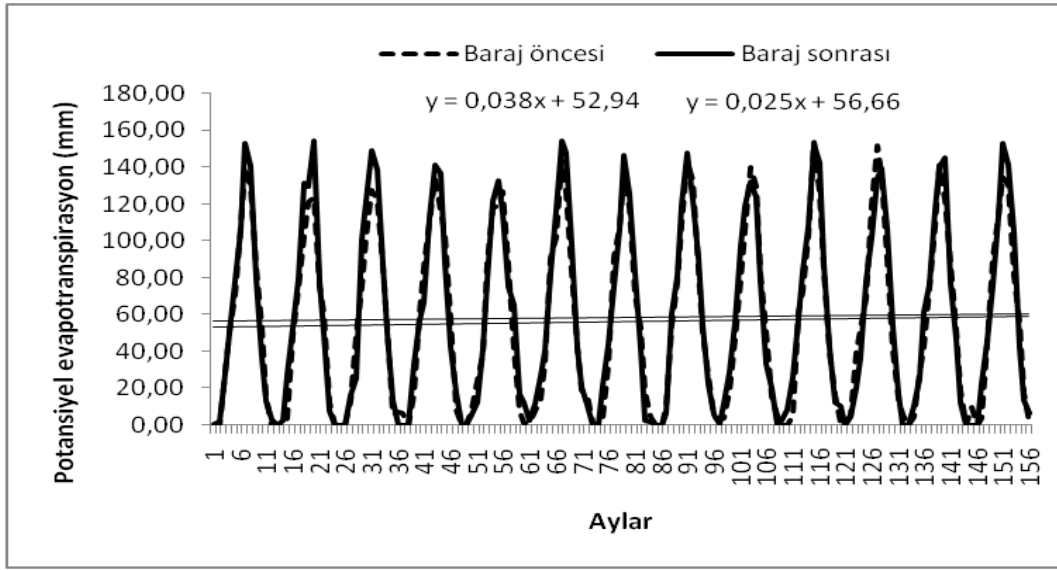
$$y=a \times x+b \quad (5)$$

Burada, y tahmin edilen değeri, b doğrunun y eksenini kestiği noktanın değerini ve a ise doğrunun eğimini göstermektedir. Trend analizi için doğrunun eğiminden yararlanılmıştır. Doğrunun eğimi pozitif ise artma trendini negatif ise azalma trendini ifade etmektedir.

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

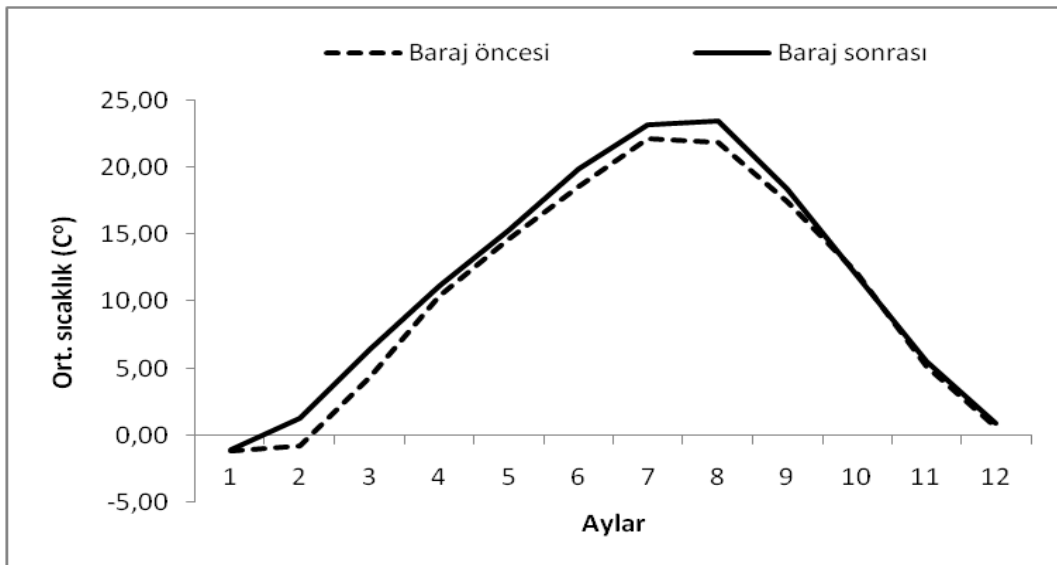
### 3.1. Araştırma Sonuçları

Kayseri meteoroloji istasyonuna ait baraj öncesi (1991-2003) ve baraj sonrası (2005-2017) dönemlere ait aylık ortalama sıcaklık verileri ve Thornthwaite yöntemi kullanılarak hesaplanan aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Baraj öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında çoğu ayda değerlerin arttığı görülmektedir. Doğrusal regresyon analizi ile elde edilen denklemler incelendiğinde baraj öncesi ve sonrasında potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin artma eğiliminde olduğu ancak baraj sonrasında artma eğiliminde azalma olduğu tespit edilmiştir.



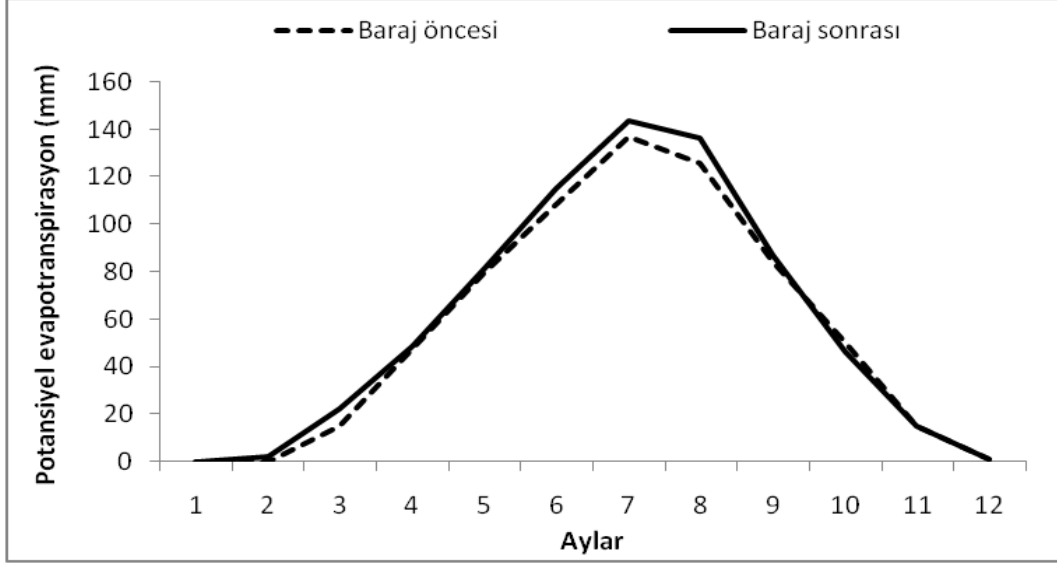
Şekil 2. Baraj öncesi ve sonrası aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri

Kayseri meteoroloji istasyonuna ait baraj öncesi (1991-2003) ve baraj sonrası (2005-2017) dönemlere ait uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık verileri hesaplanmış ve Şekil 3'te verilmiştir. Baraj sonrasında Ekim ayı hariç tüm aylarda artış görülmektedir.



Şekil 3. Kayseri meteoroloji istasyonunun aylık ortalama sıcaklık verileri

Kayseri meteoroloji istasyonuna ait baraj öncesi (1991-2003) ve baraj sonrası (2005-2017) dönemlere ait uzun yıllar aylık ortalama sıcaklık verileri ve Thornthwaite yöntemi kullanılarak hesaplanan aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri Şekil 4'te verilmiştir. Ekim ve kasım ayları hariç tüm aylarda artış görülmekte olup haziran ayındaki artış % 6,2, Temmuz ayındaki artış % 4,6 ve ağustos ayındaki artış ise % 7,9 olarak hesaplanmıştır. Yıllık potansiyel evapotranspirasyon değeri ise 666 mm'den 699 mm'ye çıkmış olup ve artış oranı % 5 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. Baraj öncesi ve sonrası potansiyel evapotranspirasyon değerleri

### 3.2. Tartışma

Potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin zamanla değişimi incelendiğinde dünyanın bazı bölgelerinde artma trendleri bazı bölgelerinde ise azalma trendleri gözlenmiştir [1-12]. Bu nedenle potansiyel evapotranspirasyon yerel olarak incelenmesi gereken bir parametredir.

### 4. Sonuç

Yamula Barajı öncesi (1991-2003) ve sonrası (2005-2017) dönemlere ait aylık potansiyel evapotranspirasyon değerleri karşılaştırıldığında baraj sonrasında evapotranspirasyon değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durum bitki su ihtiyacının artması anlamına gelmektedir. Bu da Yamula Barajı'nın doğru işletilmesi açısından son derece önemlidir.

Diğer taraftan baraj öncesi ve sonrası potansiyel evapotranspirasyon değerlerinde artma eğiliminin olması ise iklim değişimini göstermektedir.

### 5. Teşekkür

Kayseri meteoroloji istasyonu sıcaklık verilerinin alındığı Niğde Meteoroloji Müdürlüğüne teşekkür ederim.

### Kaynakça

- Xu, C. Y., Gong, L., Jiang, T., Chen, D., & Singh, V. P. (2006). Analysis of spatial distribution and temporal trend of reference evapotranspiration and pan evaporation in Changjiang (Yangtze River) catchment. *Journal of hydrology*, 327(1-2), 81-93.
- Shenbin, C., Yunfeng, L., & Thomas, A. (2006). Climatic change on the Tibetan Plateau: potential evapotranspiration trends from 1961–2000. *Climatic change*, 76(3-4), 291-319.
- Gao, G., Chen, D., Xu, C. Y., & Simelton, E. (2007). Trend of estimated actual evapotranspiration over China during 1960–2002. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D11).
- El-Nesr, M., Abdulrahman, A., & Abu-Zreig, M. (2010). Analysis of evapotranspiration variability and trends in the Arabian Peninsula. *American journal of environmental sciences*, 6(6), 535-547.
- Moratiel, R., Snyder, R. L., Duran, J. M., & Tarquis, A. M. (2011). Trends in climatic variables and future reference evapotranspiration in Duero Valley (Spain). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(6), 1795.
- Ye, X. C., Liu, J., & Zhang, Q. (2013). Trends of Estimated Potential Evapotranspiration in the Poyang Lake Basin, China. In *Advanced Materials Research* (Vol. 726, pp. 3299-3302). Trans Tech Publications Ltd.

- Bayramoğlu, E. (2013). Trabzon İlinde İklim Değişikliğinin Mevsimsel Bitki Su Tüketimine Etkisi: Penman-Monteith Yöntemi. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 13(2), 300-306.
- Kramer, R. J., Bounoua, L., Zhang, P., Wolfe, R. E., Huntington, T. G., Imhoff, M. L., Kurtis, T., Noyce, G. L. (2015). Evapotranspiration trends over the eastern United States during the 20th century. Hydrology, 2(2), 93-111.
- Rajabi, A. (2015). Monthly and Annual Trend of Potential Evapotranspiration in West of Iran. Ecology, Environment and Conservation, vol. 21, 19-23.
- Dadaser-Celik, F., Cengiz, E., & Guzel, O. (2016). Trends in reference evapotranspiration in Turkey: 1975–2006. International Journal of Climatology, 36(4), 1733-1743.
- Arslan, O. (2017). NİĞDE İLİ'NDEKİ POTANSİYEL EVAPOTRANSPIRASYON TAHMİNLERİNİN TREND ANALİZİ. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6(2), 602-608.
- (2019) Kayseri Municipality website. [Online]. Available: <https://www.kayseri.bel.tr/kesfet-listeleme/yamula-baraji>
- Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical review, 38(1), 55-94.