

## Baraj göllerinin iklimsel etkisi ve Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpinar baraj gölü örneği

### A climate impact of dam lake and Recep Yazicioglu Gokpinar dam lake sample

Ülker GÜNER BACANLI<sup>1\*</sup>, Ayşe Tuğba TUĞRUL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>İnşaat Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye.  
ugbacanli@pau.edu.tr, aysetubatugrul@gmail.com

Geliş Tarihi/Received: 06.01.2015, Kabul Tarihi/Accepted: 20.05.2015

\* Yazışılan yazar/Corresponding author

doi: 10.5505/pajes.2015.94840

Araştırma Makalesi/Research Article

#### Öz

Barajların ekoloji üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri vardır. Bölge ikliminde meydana gelen değişim en önemli etkilerinden biridir. Bu çalışmada, Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpinar Baraj Gölü'nün Denizli İli iklimine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada Denizli ili meteoroloji istasyonundan alınmış maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, yağış ve buharlaşma verileri kullanılmıştır. Baraj yapılmadan önceki ve sonraki verilerdeki mutlak değişimler incelenmiştir. Baraj yapımından sonra maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklarda tüm aylarda artış gözlenmiştir. Yağış miktarlarında baraj yapıldıktan sonra, önceki döneme göre Ocak, Şubat ve Ekim aylarında artış olduğu halde, diğer aylarda azalma olduğu gözlenmiştir. Buharlaşma ve rüzgâr hızı parametrelerinde çok az değişim olmuştur. Trend analizi için Lineer Regresyon, Mann-Kendall ve Sen yöntemleri kullanılmıştır. Tüm yöntemlerde maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar ve rüzgâr hızında artan yönde bir eğilim olduğu, buharlaşma ve yağışta önemli bir eğilim olmadığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Trend analizi, Gökpinar baraj gölü, Mann-Kendall yöntemi, Sen yöntemi, Lineer regresyon yöntemi

#### Abstract

Dams have both positive and negative effects on the environment. The most important effect can be defined as the regional climate change. In this study, the impact on Denizli city climate of Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpinar Dam Lake was determined. In this study, Denizli city meteorological station (maximum, minimum and mean temperatures, total precipitation and wind speed) data were used. Before and after from the dam construction; absolute changes are examined. After the dam construction; maximum, minimum and average temperature increase was observed in all months. A rainfall was observed to be increased in January, February and October on after dam construction, but another times was observed to be decreased. The evaporation and wind speed parameter has been little change. Linear regression, the Mann-Kendall and Sen's Method for trend analysis were used. All techniques considered here consistently reveal that there are upward trend in maximum, minimum and mean temperatures, wind speed, no trend in precipitation and evaporation.

**Keywords:** Trend analysis, Gökpinar dam lake, Mann-Kendall method, Sen method, Linear regression method

## 1 Giriş

İklim, yeryüzünü şekillendirdiği gibi insanların yaşam şeklini, kalitesini, koşullarını ve kültürlerini de şekillendirir. Dünyamızda, belirli dönemlerde, doğal dengenin çeşitli nedenlerle bozulmasına bağlı olarak iklimde büyük değişimler olmuştur [1].

Büyük yüzeye sahip olan baraj gölleri, buldukları bölgede iklim değişikliğine sebep olan önemli bir etkidir. Baraj göllerin kapladığı alan barajın yapılış amacına göre değişir. Baraj haznelerinde 1950'lerden bu yana, önemli artış bulunmaktadır [2]. Bu miktar dünya üzerindeki akarsulardaki suyun 5 katına karşılık gelmektedir [3]. Baraj göllerinin buldukları bölgenin süregelen iklim faktörlerini etkileyerek değiştirdiği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı bilinmektedir. Çünkü hazne yüzeyi ile üstünden geçen hava kütlesi arasında ısı ve kütle alışverişi olur [4],[5].

Geçmişten günümüze kadar dünyanın birçok yerinde enerji, sulama, içme suyu sağlamak gibi farklı amaçlarla barajlar yapılmıştır. Farklı disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından pek çok çalışma barajların bulunduğu bölgeye mikro ölçekteki iklim değişimi üzerine yapılmıştır. Townsend [6], Bennett Barajı'nın ve Williston Gölet'inin (Peace Nehri, British Columbia, Kanada) Alberta'daki Peace-Athabasca deltası üzerindeki etkilerini incelemiştir. Tolmazin [7], Don nehri üzerinde birden fazla barajın Azov Denizi (Rusya Federasyonu) Bölgesi üzerindeki

etkilerini incelemiştir. Tonbul [8], Keban Barajı'nın yöre iklimi üzerinde olan etkilerini incelemiş, Keban Barajı öncesi ve sonrasında çevre ikliminin fraktal analizini yapmıştır. Güldal ve diğ. [4], baraj haznelerinin çevresel etkileri kapsamında Keban Barajı'nı incelemiş, kışın sıcaklıkta artış, yazın nemde yükselmeler olduğunu tespit etmiştir. Kadioğlu ve diğ. [5], büyük su haznelerinin çevresel etkilerini Keban barajında incelemiştir. Chao [2],[9] dünya çapındaki su tutma haznelerinin denizlerdeki su seviyelerini düşürdüğünü, bundan başka üst enlemlerdeki su tutma haznelerinin çok az da olsa dünyanın dönüş hızını arttırdığı, eksenini değiştirdiğini ortaya koymuştur. Özkan [10] Keban baraj gölünün Elazığ iklim şartlarına etkisini araştırmıştır. Baraj yapımından önceki ve sonraki dönemlerde iklim değişkenlerini incelemiştir. Baraj yapımından sonra, kış aylarındaki sıcaklıklarda önemli artışlar, yaz aylarındaki sıcaklıklarda ise bir miktar azalma tespit edilmiştir. Vörösmarty [11] dünya çapındaki büyük barajların, akarsu sistemlerinde değişikliğe yol açan akım azalmalarına sebep olduğunu tespit etmiştir. Gyau-Boakye [12], Volta Nehrinde Akosombo Barajı'nın Volta Nehri'nin iki büyük kolundaki akımları baraj öncesi ve sonrası dönemlerde incelemiştir. İki zaman periyodunu karşılaştırdığında, akımlarda düşmeler saptamıştır. Ayrıca, Volta Nehri'nin üst kısımlarında sıcaklıklarda 10 °C'lik artış tespit etmiştir. Bulut ve diğ. [13] Atatürk baraj gölünün bölge iklimi üzerindeki etkisini trend analizi ile tespit etmeye çalışmışlardır. Sıcaklık ve bağlı nemde artış trendi olduğunu, toplam yağışta önemli bir

değişimin olmadığını ve rüzgâr hızında azalma olduğunu göstermişlerdir. Şengün [14], Keban Barajının Elazığ ikliminde yapmış olduğu değişimi incelemiştir. Yöre ikliminde, baraj yapımından sonra özellikle kış aylarında az da olsa bir yumuşamanın olduğunu belirtmiştir. Yenigün ve Gümüş [15] Fırat Havzası akımlarında görülen trendlerin nedenlerini araştırmak amacıyla, iklimi ve baraj etkilerini araştırmışlardır. Keban Barajı etki alanında önemli bir trend değerinin bulunmadığını, Karakaya Barajı ve Atatürk Barajı'nın akım miktarlarının azalmasında ve azalmanın sürekliliğinde önemli bir etkisi olduğu varlığına ulaşmışlardır. Ekici [16], Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) Güney Doğu Bölgesi üzerindeki iklimsel etkilerini incelemiştir. Bu çalışmayla GAP'ın yeni bitki örtüsünün ortamda serinletici bir etkisi olduğu ve aynı zamanda sulanmayan arazilere göre sulanan arazilerde havadaki nemi artırdığı anlaşılmıştır. Batan [17], İlsu Barajı'nın Batman ili iklim verileri üzerindeki geleceğe yönelik etkisini araştırmıştır. Baraj sonrası, sıcaklık, nem, buharlaşma verilerinde değişimler gözlenmiştir. Yöresel etkenler ve küresel iklim değişikliği gibi diğer etkenlerden dolayı parametlerde beklenen doğrultuda eğilim gözlenememiştir. Ancak büyük su haznelerinin bölgenin iklimi üzerinde bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır [17]. Özdemir ve Bahadır, Denizli ili için sıcaklık, buharlaşma ve yağış serilerini analiz etmişlerdir. Denizli'ye yönelik yapılan 2015 yılına kadar olan analizlerde sıcaklık, buharlaşma ve yağıştaki değişim eğilimleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre Denizli'de gelecek yıllarda daha kurak iklim şartları olacağı ve küresel ısınmadan etkilenenleri sonucuna varmışlardır [18]. Erat ve diğ. Palandöken Çat barajının Erzurum ilinin sıcaklık parametresine etkisi değerlendirilmiştir. Sıcaklıkta önemli bir etki tespit edememişlerdir [19].

Son yıllardaki çalışmalar özellikle iklim değişikliğinin su kaynakları ve barajlar üzerine etkileri olası iklim senaryolarıyla birleştirilerek incelenmiştir. Fujihara ve diğ. Seyhan nehri havzasındaki su kaynakları üzerinde olası iklim senaryolarını hidrolojik modellerle ortaya koymuşlardır [20]. Degu ve diğ. büyük barajların iklim ve yağış verilerindeki etkilerini incelemişlerdir [21]. Bai ve diğ. 1997-2008 yılları arasında Üç Boğaz Barajına yakın alanlarda iklimsel değişiklikleri ele almışlardır [22]. Silkin, iklim değişikliği etkileri küresel boyutta ve ülkemiz özelinde incelenmiştir. Su kaynakları ile ilgili iklim değişikliğinin en önemli sonuçları; sıcaklıkların artması, yağış desen ve kar örtüsünde kaymalar, taşkın ve kuraklık sıklığında ve gelecekteki muhtemel deniz suyu seviyesindeki artışlarıdır [23].

Bu çalışmada Denizli iklimi üzerinde, Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Baraj Gölü'nün etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Bunun için, Denizli ilinin; yıllık ortalama maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık, rüzgâr hızı, buharlaşma ve yağış değerleri kullanılmıştır. İlk olarak verilerdeki değişim incelenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde trend analizi için Lineer regresyon, Mann-Kendall ve Sen yöntemleri kullanılmıştır.

## 2 Denizli Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Barajı verileri

Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Barajı, Denizli'de, Gökpınar Deresi üzerinde, sulama ve içme suyu üretmek amacıyla 1995-2002 yılları arasında inşa edilmiş bir barajdır. Toprak gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 1,497,000 m<sup>3</sup>, akarsu yatağından yüksekliği 43.00 m, normal su kotunda göl hacmi 28.20 hm<sup>3</sup>, normal su kotunda gölalanı 1.98 km<sup>2</sup>'dir. Baraj

5.824 hektarlık bir alana sulama hizmeti vermektedir. Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Barajı resmi Şekil 1'de, özellikleri Tablo 1'de verilmiştir [24]. Baraj gölünün, Denizli ili meteoroloji istasyonuna uzaklığı 3 km'dir.



Şekil 1: Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar barajı.

Tablo 1: Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar barajı özellikleri.

Denizli-Merkez	Baraj Yeri
Amacı	Sulama-İçme ve Kullanma Suyu
İnşaatın (başlama-bitiş) yılı	1995-2002
Gövde dolgu tipi	Kil çekirdekli toprak dolgu
Gövde hacmi	1.36 hm <sup>3</sup>
Yükseklik (talvegden)	43 m
Normal su kotunda göl hacmi	27.72 hm <sup>3</sup>
Normal su kotunda göl alanı	1.95 km <sup>2</sup>
Sulama alanı	5824 ha

Bu çalışmada yıllık veriler kullanılmıştır. Veriler Denizli Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınmış olup 17237 no.lu istasyona ait verilerdir. 1995-2013 yılları arasındaki verilerin istatistiksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Denizli ili 17237 no.lu istasyona ait verilerin istatistiksel özellikleri.

	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık Katsayısı
T <sub>ort</sub> (°C)	16.90	0.8	-0.19
T <sub>max</sub> (°C)	23.014	0.831	-0.46
T <sub>min</sub> (°C)	11.43	0.78	0.08
Rüzgâr Hızı (m/sn)	1.21	0.18	-2.02
Buharlaşma (mm)	4.77	0.62	-0.11
Yağış (mm)	49.85	8.88	-1.56

## 3 Yöntem

Herhangi bir serideki trendin belirlenmesinde birçok test vardır. Veri setinin analizinde genellikle ilk olarak, verinin grafiği çizilir. Verilerin grafiksel gösterimi, genel trendi veya çevrimi vermesi açısından uygun olmakla beraber yeterli değildir. Eğilimin tespiti ve analizinde kullanılan yöntemler özetle Tablo 3'te verilmiştir [13].

Bu çalışmada ilk olarak iklim parametrelerinde baraj öncesi ve sonrası mutlak değişimler belirlenmiştir. Daha sonra Lineer Regresyon, Mann-Kendall ve Sen yöntemi yardımıyla iklimsel parametrelerin değişim trendi araştırılmıştır.

Tablo 3: Trend analizinde kullanılan yöntemler [13].

Test Yöntemi	Özellikleri
Grafik Yöntemler	Eğilimin var olup olmaması görsel olarak gösterir. Nicelik olarak sonuç vermez.
Lineer Regresyon	Eğimin tahminini, güven aralığını verir. Çoklu bağımsız değişkenlerde kullanılabilir. Eksik verilerde kullanılmaz. Çevrimsel ve setin dışındaki verilerden oldukça etkilenebilir.
Mann-Kendall Metodu	Var olan eğim için Evet/Hayır testi ile tespit edebilir. Parametrik olmayan bir testtir. Eksik verilere izin verir, set dışı verilerden etkilenmez.
Sen Metodu	Eğimin değerini ve güven aralığını tahmin eder. Eksik verilere izin verir, set dışı verilerden etkilenmez.

### 3.1 İklimsel parametrelerdeki mutlak değişimler

Bu çalışmada Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Baraj Gölünün Denizli İli iklimine etkisini ortaya koyabilmek için Baraj öncesi ve sonrası veriler incelenmiştir. Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Baraj Gölü'nün bölge iklimine olan etkisini belirlemek için; baraj gölünde suyun tutulmaya başlandığı 2002 yılı referans noktası olarak seçilmiştir. Barajda suyun tutulmaya başlandığı 2002 yılı öncesi 10 yıl (1992-2002), baraj gölü öncesi I. dönem; sonrası 10 yıl (2003-2013), baraj gölü sonrası II. Dönem olarak; alınmıştır. I. ve II. döneme ait aylık ortalama değerler belirlenmiştir. Daha sonra, I. ve II. dönem aylık ortalama değerler arasındaki fark araştırılmıştır.

X; herhangi bir iklimsel parametrenin I. ve II. dönem arasındaki sayısal değişim,

$$\Delta X_i = (\bar{X}_i)_{II} - (\bar{X}_i)_I \quad (1)$$

bağıntısıyla ifade edilmektedir. Burada;  $(\bar{X}_i)_I$ : I döneme ait iklimsel (sıcaklık, yağış... gibi) parametrenin uzun yıllık i. nci aylık ortalaması;  $(\bar{X}_i)_{II}$ : II döneme ait iklimsel (sıcaklık, yağış... gibi) parametrenin uzun yıllık i. nci aylık ortalamasıdır.

### 3.2 Lineer regresyon analizi

Bir rastgele değişkenin değerini bir veya daha fazla sayıda rastgele değişkenlerin değerlerine bağlı olarak en iyi şekilde tahmin etmeye yarayan regresyon denkleminin belirlenmesine de regresyon analizi denir. Lineer regresyonda,  $y = ax + b$  şeklindeki regresyon denkleminde, a sabiti değişimin yönünü ve miktarını vermektedir. a'nın pozitif olması artan bir değişimi, negatif olması azalan bir değişimi ifade eder. a'nın sıfırdan çok farklı olmaması ise bir değişimin olmadığını gösterir. Lineer trendin anlamlılığı, Student t testi ile tespit edilir [25].

### 3.3 Mann-Kendall yöntemi

Mann-Kendall Yöntemi, Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından önerilen parametrik olmayan istatistiksel bir test yöntemidir.

Bir zaman serisinde gidiş varlığının belirlenmesinde  $H_0$  hipotezinin kontrolü için kullanılır. Test istatistiği,

$$S = \sum_{k=0}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \text{sgn}(x) = \begin{cases} +1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases} \quad (2)$$

şeklinde hesaplanır. Burada  $x_j$  ve  $x_k$  sırasıyla j ve k yıllarındaki gözlenen değerleri, n ise toplam yıl sayısını ifade etmektedir.  $n \geq 10$  için s'nin ortalaması 2. denklem ve varyansı 3. denklem ile hesaplanır.

$$E(s) = 0 \quad (3)$$

$$\text{Var}(s) = \sigma_s \sqrt{\left( n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^r t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right) / 18} \quad (4)$$

Burada, r veri setindeki tekrar gözlem sayıları,  $t_i$  değeri i uzunluğundaki bir seride tekrarlanan gözlemleri göstermektedir. Eşitlikteki toplama terimi sadece veride tekrar gözlem olduğunda kullanılır. Böylece; şekilde tanımlanan Z istatistiğinin dağılımı standart normal dağılımdır.

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sigma_s}, & s > 0 \\ 0, & s = 0 \\ \frac{s+1}{\sigma_s}, & s < 0 \end{cases} \quad (5)$$

İki yönlü test hipotezinde  $\alpha$  önem seviyesinde,  $|Z| \leq Z_{1-\alpha/2}$  ise boş hipotez kabul edilir. Aksi durumda hipotez reddedilir [26],[27].

### 3.4 Sen yöntemi

Sen, tarafından geliştirilen parametrik olmayan bir testtir. Eğer doğrusal bir gidiş mevcut ise birim zamandaki değişim için veri hatalarından veya uç değerlerden etkilenmeyen, eksik kayıtların bulunduğu sayılara uygulanabilen bir yöntemdir [28]. Burada veri sayısı n olmak üzere önce j ve k zamanlarındaki veriler  $x_j$  ve  $x_k$  ise ( $j > k$ )

$$N = n(n-1)/2 \quad (6)$$

adet olmak üzere  $Q_i$  parametresi:

$$Q = \frac{(x_j - x_k)}{j - k} \quad (i = 1, \dots, N) \quad (7)$$

bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntı yardımı ile tüm  $Q_i$  değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır. Sen yöntemine göre, hesaplanan N adet  $Q_i$  değerlerinin medyanı söz konusu doğrusal gidişin eğimini verir. N sayısının tek olması durumunda:

$$Q_{Medyan} = Q_{(N-1)/2} \quad (8)$$

eşitliği kullanılır. Gözlemlerin birim zamandaki değişimi bulunur. Bu değer pozitif olması artan yönde, negatif olması ise azalan yönde bir eğilimin olduğunu gösterir [22].

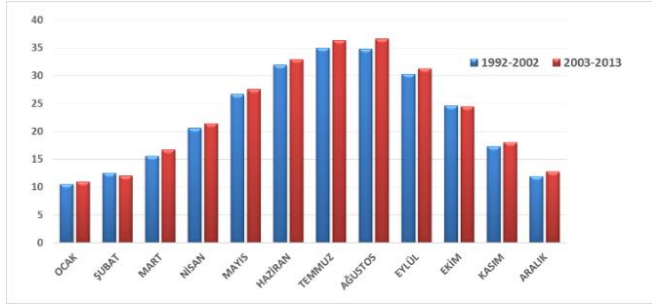
## 4 Bulgular

### 4.1 Mutlak değişimler

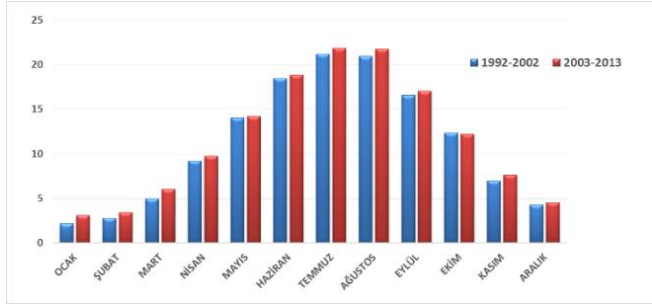
I. ve II. dönemde aylık ortalama sıcaklıklar Şekil 2'de verilmiştir. II. dönemde I. döneme göre tüm aylarda artış

gözlenmiştir. I ve II. dönemde aylık maksimum sıcaklıklar Şekil 3'te verilmiştir. II. dönemde I. döneme göre 0.4 °C ile 1.88 °C artış görülmektedir. I. ve II. dönemde aylık minimum sıcaklıklar Şekil 4'te verilmiştir. II. dönemde I. döneme göre 0.12 °C ile 1.11 °C aralığında aylara göre değişen artış görülmektedir.

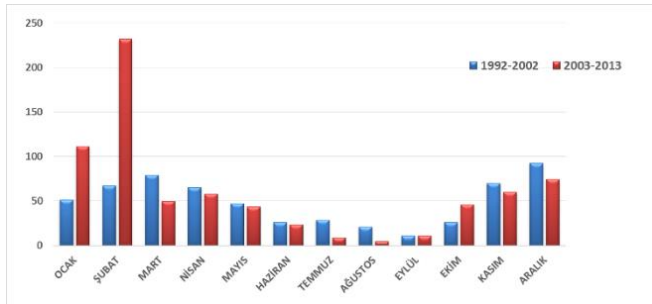
Baraj öncesi I. ve sonrası II. dönemde yağış miktarlarına bakıldığında yıllık yağış miktarlarındaki değişim Şekil 5'te verilmiştir. I. ve II. dönemde yağış miktarlarında bazı değişiklikler görülmektedir. II. dönemde I. döneme göre Ocak, Şubat ve Ekim aylarında artış olduğu halde, diğer aylarda azalma olduğu görülmektedir. I. ve II. dönemde buharlaşma ve rüzgar hızı parametrelerinde çok az değişim olmuştur. Bundan dolayı şekil olarak konulmamıştır.



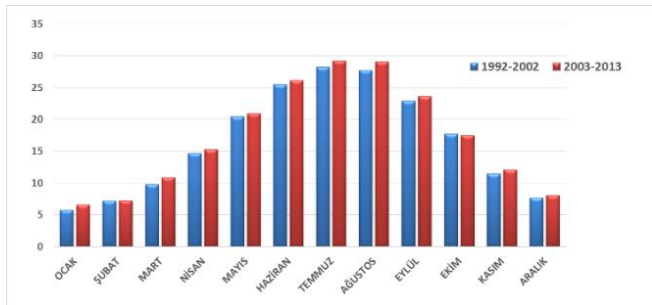
Şekil 2: I. ve II. dönemde aylık ortalama sıcaklıklar.



Şekil 3: I. ve II. dönemde aylık maksimum sıcaklıklar.



Şekil 4: I. ve II. dönemde aylık minimum sıcaklıklar.



Şekil 5: I. ve II. dönemde aylık ortalama yağışlar.

## 4.2 Lineer regresyon analizi

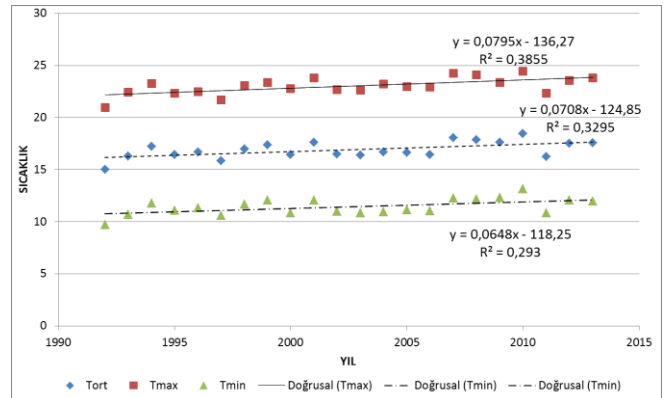
Denizli ili için maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, yağış, rüzgâr hızı ve buharlaşma verilerinin lineer regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4'ten görüldüğü gibi Denizli için yıllık ortalama değerler için, trend denklemi eğimi maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, yağış, rüzgâr hızı ve buharlaşma için pozitif değerdedir. Yıllık Maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar ve rüzgâr hızı artış göstermektedir. Yağış ve buharlaşmada değişim çok küçüktür. %95 güven düzeyine t testi ( $t_{\alpha/2} = 2.086$ ) sonucuna göre değişimde önemli bir artma olmadığı söylenebilir.

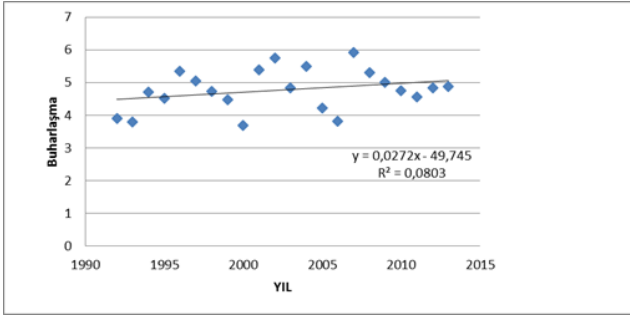
Tablo 4: Denizli ili için yıllık ortalama iklim verilerinin trend denkleminde ait katsayıları ve test sonuçları.

İklim Elemanı	b	a	R <sup>2</sup>	t	Hipotez
Tort	-124.85	0.07	0.329	3.135	Ret
Tmax	-136.26	0.08	0.385	3.538	Ret
Tmin	-118.25	0.06	0.293	2.879	Ret
Rüzgâr Hızı	-36.88	0.02	0.471	4.216	Ret
Buharlaşma	-49.75	0.03	0.080	1.319	Kabul
Yağış	-161.1	0.11	0.005	0.345	Kabul

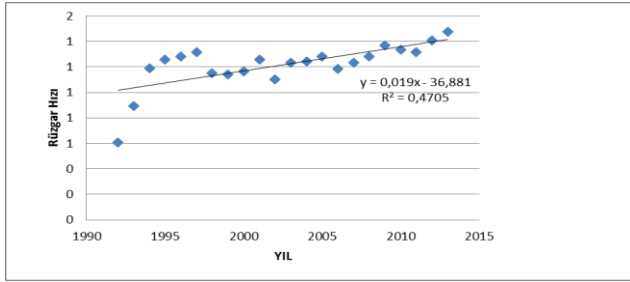
Özdemir ve Bahadır tarafından 2010 yılında yapılan çalışmada, Box-Jenkins tekniği ile Denizli'ye yönelik yapılan 2015 yılına kadar olan analizlerde sıcaklık, buharlaşma ve yağıştaki değişim eğilimleri arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler tespit etmişlerdir [18]. Bu çalışmada bulunan sonuçlar ile Özdemir ve Bahadır tarafından yapılan çalışmayla bulgular örtüşmektedir. Şekil 6'da yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi görülmektedir. Şekil 7, 8 ve 9'da ise sırasıyla yıllık buharlaşma, rüzgâr hızı ve yağış değerlerinin değişimi görülmektedir. Vali Recep Yazıcıoğlu Gökpınar Barajının su tutmaya başladığı 2002 yılı ve sonrasında verilerde Şekil 6, 7, 8 ve 9'dan da görüldüğü gibi önemli bir değişim gözlenmemiştir. Denizli ili karasal etkiler olsa da asıl iklim özelliği Akdeniz iklimidir. Akdeniz Bölgesi için önerilen değişimleri yansıtmaktadır [18]. Bu nedenle Denizli ili coğrafi konumunda dikkate alındığında bu değişimi tamamen baraj gölünden olmadığı açıktır.



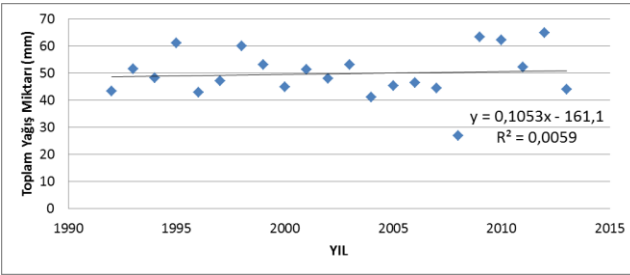
Şekil 6: Denizli ili yıllık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri değişimi.



Şekil 7: Denizli ili yıllık buharlaşma değerleri değişimi.



Şekil 8: Denizli ili yıllık rüzgâr hızı değerleri.



Şekil 9: Denizli ili yıllık yağış değerleri değişimi.

#### 4.3 Mann-Kendall yöntemi

Mann-Kendall testi, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık, yağış, rüzgâr hızı ve buharlaşma verilerine uygulanmıştır ve sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Mann-Kendall testi sonuçlarına göre iki yönlü %95 ve %90 güven aralıklarında, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar ile rüzgâr hızında  $H_0$  (eğilim yoktur) hipotezi reddedilmiştir. Bu parametrelerde artan yönde bir eğilim olduğu görülmektedir. Buharlaşma ve yağışta ise  $H_0$  (eğilim yoktur) hipotezi kabul edilmiştir. Buharlaşma ve yağışta önemli bir eğilim olmadığı görülmektedir.

Tablo 5: Mann-Kendall test sonuçları.

İklim Elemanı	Z	$Z_{0.90}$	$Z_{0.95}$	Hipotez
$T_{ort}$	2.34	1.645	1.96	Ret
$T_{max}$	2.76	1.645	1.96	Ret
$T_{min}$	2.43	1.645	1.96	Ret
Rüzgâr Hızı	3.50	1.645	1.96	Ret
Buharlaşma	1.18	1.645	1.96	Kabul
Yağış	0.39	1.645	1.96	Kabul

#### 4.4 Sen yöntemi

Sen testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir. Maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, buharlaşma, yağış ve rüzgâr hızında eğim pozitiftir. Buharlaşma ve yağışta önemli bir eğilim olmadığı görülmektedir.

Tablo 6: Sen testi sonuçları.

İklim Elemanı	Q(Eğim)	$Q_{min99}$	$Q_{max99}$
$T_{ort}$	0.066	-0.005	0.133
$T_{max}$	0.076	0.015	0.147
$T_{min}$	0.059	-0.006	0.139
Rüzgâr Hızı	0.017	0.005	0.029
Buharlaşma	0.023	-0.044	0.093
Yağış	1.920	-10.385	11.782

## 5 Sonuçlar

Vali Recep Yazıcıoğlu Gökınar Baraj Gölü'nün Denizli ili iklim verilerine etkisi 1992-2013 arasında yıllık meteorolojik veriler yardımıyla araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak veriler baraj öncesi (I. dönem) ve baraj sonrası (II. dönem) olarak incelenmiştir. Maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklarda II. Dönemde I. döneme göre tüm aylarda artış gözlenmiştir. Yağış miktarlarına bakıldığında ise II. Dönemde I. döneme göre Ocak, Şubat ve Ekim aylarında artış olduğu halde, diğer aylarda azalma olduğu görülmektedir. Ancak bu yağış azalmasının direkt olarak lokal ölçekte olan baraj gölüne bağlı olması düşük olasılıktır. Buharlaşma ve rüzgâr hızı parametrelerinde dönemler arasında çok az değişim gözlenmiştir.

Denizli ili yıllık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, yağış, buharlaşma ve rüzgâr hızı verilerine lineer regresyon analizi yapılmıştır. Trend denklemi eğimi maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, yağış, rüzgâr hızı ve buharlaşma için pozitif değerdedir. Yıllık maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar ve rüzgâr hızı artış göstermektedir. Vali Recep Yazıcıoğlu Gökınar Baraj Gölü'nün su tutmaya başladığı 2002 yılı ve sonrasında verilerde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Mann-Kendall testi ile Denizli için maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar; rüzgâr hızında artan yönde bir eğilim olduğu, buharlaşma ve yağışta önemli bir eğilim olmadığı görülmüştür.

Sen testi ile Denizli için Maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, buharlaşma, yağış ve rüzgâr hızında eğim pozitiftir. Buharlaşma ve yağışta önemli bir eğilim olmadığı görülmektedir.

Yapılan çalışma sonucunda tüm yöntemlerde sıcaklıkta artış gözlenmiştir. Ancak bu artış eğilimini direkt olarak baraj gölünün etkisi değildir. Baraj gölünün bulunduğu Denizli ili karasal etkiler olsa da asıl İklim özelliği Akdeniz İklimidir. Bu artış daha önce yapılmış iklimsel çalışmalardan da saptandığı gibi küresel iklim değişikliğinin Akdeniz iklimi üzerindeki etkisidir.

Verilerin çok az olması nedeniyle yağış, buharlaşma, rüzgâr hızı parametrelerinde tüm yöntemlerde ortak artış ya da azalma gözlenmemiştir. İlerideki çalışmalarda daha uzun veriler ve farklı baraj göllerine bölgesel olarak inceleme yapılması durumunda baraj etkisi daha iyi gözlenebilir.

## 6 Teşekkür

Yazarlar, çalışmaya katkılarında dolayı Denizli Meteoroloji İl Müdürlüğüne teşekkür ederler.

## 7 Kaynaklar

- [1] Bennert T, Hanson D, Maher A. "Influence of pavement surface type on tire/pavement generated noise". *Journal of Testing & Evaluation*, 33(2), 94-100, 2005.

- [2] Chao BF. "Anthropogenic impact on global geodynamics due to reservoir water impoundment". *Geophysical Research Letters*, 22(24), 3529-3532, 1995.
- [3] McCully P. *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*. New Jersey, USA, Zed Books, 1996.
- [4] Güldal V, Ağralıoğlu N. "Baraj haznelerinin iklime etkisi: Keban barajı". *Su ve Toprak Kaynaklarını Geliştirme Konferansı*, Ankara, Türkiye, 12-14 Nisan 1994.
- [5] Kadioğlu M, Satılmış S, Özgüler H, "Büyük su yapılarının çevre iklimine etkisi". *Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı*, Ankara, Türkiye, 12-14 Nisan 1994.
- [6] Townsend GH. "Impact of the bennett dam on the Peace-Athabasca Delta". *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32(1), 171-176, 1975.
- [7] Tolmazin D. "Black Sea-Dead Sea". *New Scientist*, 84(1184), 767-769, 1979.
- [8] Tonbul S. "Elazığ ve çevresinin iklim özellikleri ve Keban barajının yöre iklimi üzerine olan etkileri". *Fırat Üniversitesi Coğrafya Sempozyumu*, Elazığ, Türkiye, 14-15 Nisan 1986.
- [9] Chao BF. "Man, water and global sea level". *EOS, Transactions of the American Geophysical Union*, 72(45), 492, 1991.
- [10] Özkan F. Keban Baraj Gölü'nün Elazığ Bölgesi İklim Şartlarına Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ, Türkiye, 1996.
- [11] Vörösmarty CJ, Sharma KP, Fekete BM, Copeland AH, Holden J, Marble J, Lough JA. "The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world". *Ambio*, 26(4), 210-219, 1997.
- [12] Gyau-Boakye P. "Environmental impacts of the Akosombo dam and effects of climate change on the lake levels". *Environment, Development and Sustainability*, 3(1), 17-29, 2001.
- [13] Bulut H, Yeşilata B, Yeşilnacar Mİ. "Atatürk baraj gölünün bölge iklimi üzerine etkisinin trend analizi ile tespiti". *GAP V. Mühendislik Kongresi*, Şanlıurfa, Türkiye, 26-28 Nisan 2006.
- [14] Şengün MT. "Son değerlendirmeler ışığında Keban Barajı'nın Elazığ iklimine etkisi". *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları (DAUM) Dergisi*, 5(3), 116-121, 2007.
- [15] Yenigün K, Gümüş V. "Fırat havzası akımlarında görülen trendlerin nedenlerinin araştırılması". *V. Ulusal Hidroloji Kongresi*, Ankara, Türkiye, 5-7 Eylül 2007.
- [16] Ekici A. Climate Impacts of GAP on Southeast Anatolia. MSc Thesis, İstanbul Technical University, İstanbul, Turkey, 2008.
- [17] Batan M. "Diyarbakır ile Batman illeri iklim verilerinin lineer regresyon ile karşılaştırılması ve Ilısu barajı sonrası Batman ilinin gelecek iklim verilerinin elde edilmesi". *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 1(2), 225-232, 2012.
- [18] Özdemir MA, Bahadır M. "Denizli'de Box-Jenkins tekniği ile küresel iklim değişikliği öngörüsü". *The Journal of International Social Research*, 3(12), 352-362, 2010.
- [19] Erat M, Doğan H, Çiloğlu G, Fidan F, Cengiz H. "Palandöken Çat barajının, küresel ısınma ve iklim değişikliği açısından Erzurum ili üzerine etkilerinin değerlendirilmesi". *Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu*, Düzce, Türkiye, 21-22 Ekim 2010.
- [20] Fujihara Y, Tanaka K, Watanabe T, Nagano T, Kojiri T. "Assessing the impacts of climate change on the water resources of the Seyhan River Basin in Turkey: Use of dynamically downscaled data for hydrologic simulations". *Journal of Hydrology*, 353(1-2), 33-48, 2008.
- [21] Degu AM, Hossain F, Niyogi D, Pielke R, Shepherd JM, Voisin N, Chronis T. "The influence of large dams on surrounding climate and precipitation patterns". *Geophysical Research Letters*, 38(4), 1-7, 2011.
- [22] Bai Y, Xu Z, Zhang J, Mao D, Luo C, He Y, Liang G, Lu B, Bisesi MS, Sun Q, Xu X, Yang W, Liu Q. "Regional impact of climate on Japanese encephalitis in areas located near the three gorges dam". *PLoS ONE*, 9(1), 1-9, 2014.
- [23] Silkin H. İklim Değişikliğine Uyum Özelinde Bazı Uygulamaların Türkiye Açısından Değerlendirilmesi. Orman ve Su İşleri Uzmanlık Tezi, Ankara, Türkiye, 2014.
- [24] DSİ. "Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü". <https://www2.dsi.gov.tr/bolge/dsi21/denizli.htm> (08.01.2015).
- [25] Bayazıt M, Yeğen Oğuz EB. *Mühendisler İçin İstatistik*. 3. Baskı. İstanbul, Türkiye, Birsan Yayınevi, 1995.
- [26] Kendall MG. *Rank Correlation Methods*. 4<sup>th</sup> ed. London, England, Charles Griffin, 1975.
- [27] Mann HB. "Non-Parametric test against trend". *Econometrica*, 13(3), 245-259, 1945.
- [28] Sen PK. "Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau". *Journal of American Statistical Association*, 63(324), 1379-1389, 1968.