

## ATATÜRK BARAJ GÖLÜNÜN BÖLGE İKLİMİ ÜZERİNE ETKİSİNİN TREND ANALİZİ İLE TESPİTİ

Hüsamettin BULUT, Harran Üni. Makina Müh. Bölümü, 63300-Şanlıurfa, [hbulut@harran.edu.tr](mailto:hbulut@harran.edu.tr)  
Bülent YEŞİLATA, Harran Üni. Makina Müh. Bölümü, 63300-Şanlıurfa, [byesilata@harran.edu.tr](mailto:byesilata@harran.edu.tr)  
M. İrfan YEŞİLNACAR, Harran Üni. Çevre Müh. Bölümü, 63300-Şanlıurfa, [mirfan@harran.edu.tr](mailto:mirfan@harran.edu.tr)

### Özet

Bu çalışmada, Atatürk Baraj Gölünün Bölge iklimine etkisi araştırılmaktadır. Bu amaçla, baraj gölüne yakın iki il merkezine (Şanlıurfa ve Adıyaman) ait bazı önemli meteorolojik parametrelerin (maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, bağıl nem, yağış miktarı ve rüzgar hızı) trend analizleri yapılmıştır. Trend analizi için Lineer Regrasyon Yöntemi, Mann-Kendall Yöntemi ve Sen Yöntemi kullanılmıştır. Uygulanan her üç yöntemin sonuçları da; sıcaklık ve bağıl nemde artış trendi, toplam yağışta önemli bir değişim olmadığı ve rüzgar hızında azalma olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler :** İklim, trend analizi, GAP Bölgesi, Atatürk Baraj Gölü

## DETERMINATION OF THE IMPACT OF ATATÜRK DAM LAKE ON REGIONAL CLIMATE BY TREND ANALYSIS

### Abstract

In this study, the impact of Atatürk Dam Lake on some meteorological variables (maximum, minimum, and mean temperatures, relative humidity, total precipitation, and wind velocity) of regional climate is determined using various trend analysis techniques: linear regression, the Mann-Kendall, and Sen's Method. All techniques considered here consistently reveal that there are upward trend in temperature and relative humidity, no trend in precipitation and decreasing trend in wind speed.

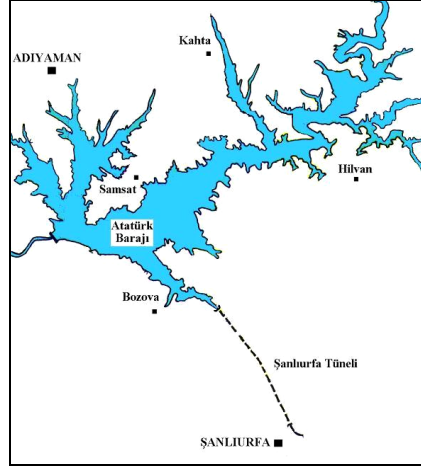
**Keywords :** Climate, trend analysis, GAP Region, Atatürk Dam Lake

### 1. Giriş

Çeşitli amaçlar için yapılan gölet ve baraj gölleri gibi büyük su haznelerinin; buldukları bölgenin süregelen iklim faktörlerini etkileyerek değiştirdiği ve bölgeye farklı bir iklim yapısı kazandırdığı bilinmektedir. Çünkü, hazne yüzeyi üzerinden geçen hava kütlesi ile yüzey arasında ısı ve kütle alışverişi olacaktır. Bunun bir sonucu olarak büyük yüzeye sahip olan göller ve büyük su tutma hazneleri yerel iklimi değiştiren önemli bir etken olmaktadır. Uzun yıllar ölçülmüş meteorolojik değerler incelenerek büyük su kütlelerinin bölge iklimine olan etkisi belirlenir [1,2]. Büyük su kütlelerinin iklime olan etkisi Türkiye'de farklı bölgeler için çeşitli araştırmalarla incelenmiştir [1-5]. Atatürk Baraj Gölünün bölgenin mikro iklimine etkisi Şanlıurfa için daha önce bağımsız bazı çalışmalarla yapılmasına rağmen [6-10], ele alınan iklim parametreleri ve ölçüm periyodları ve kullanılan yöntemler açısından yeterli seviyede değildir. Dünya'da da büyük göl ve su yüzeylerinin bölge iklimi üzerine olan etkileri değişik çalışmalarla araştırılmıştır [11-17].

Atatürk Baraj Gölü, Adıyaman ve Şanlıurfa il sınırları içerisinde, Şanlıurfa ilinin yaklaşık 62 km Kuzeybatısında ve Adıyaman il merkezinin 35 km Güneyinde, Fırat Nehri üzerinde inşa edilmiştir. Atatürk Baraj Gölünün Şanlıurfa il merkezine en yakın mesafesi yaklaşık 17 km'dir. Atatürk Baraj Gölü, 180 km uzunluğu, 48.7 km<sup>3</sup> hacmi ve 817 km<sup>2</sup> yüzölçümüyle Türkiye'nin 3. büyük gölü konumundadır. Atatürk Baraj Gölü'nün Bölge iklimi üzerindeki etkisi, bu çalışmada sadece Şanlıurfa (37° 08' N enlem/38° 46' E boylam / 547 m rakım) ve Adıyaman (37° 45' N enlem / 38° 17' E boylam / 672 m rakım) il merkezleri için araştırılmıştır. Bunun nedeni, Atatürk Baraj Gölünün bu iki il sınırları içinde olması, diğer iller için yeterli meteorolojik verilere ulaşmaktaki karşılaşılan zorluklar ve GAP projesi kapsamında diğer illerde yapımı devam eden barajların olmasıdır. Şekil 1'de Atatürk Baraj Gölü'nün lokasyonu verilmiştir.

Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Genel Müdürlüğünden temin edilen meteorolojik ölçüm değerleri, 1972-2003 yılları arasında olup, en az 26 yıllık periyottadırlar. Bu çalışmada, ele alınan istasyonlarda kullanılan alet ve teknolojinin aynı kaldığı kabul edilmiştir. Bu çalışma, Atatürk Baraj Gölünün yöre iklimine etkisini ortaya koymak açısından bir ön çalışma niteliğinde olup, bu nedenle kullanılan uzun dönem verileri yeterlidir.



**Şekil 1.** Atatürk Baraj Gölü ile Şanlıurfa ve Adıyaman illerinin konumu

Atatürk Baraj Gölü'nün Bölge iklim parametreleri üzerine etkisini araştırmak amacıyla, Adıyaman ve Şanlıurfa illerinin ortalama aylık ve yıllık bazda; maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık ile bağımlı nem ve rüzgar hızı değerlerine üç farklı yöntem (Lineer Regrasyon, Mann-Kendall ve Sen) kullanılarak trend analizi uygulanmıştır.

## 2. İklim Verilerinin Trend Analizleri

Bölgedeki İklim değişiminin kesin olarak belirlemek için küresel ve diğer yerel faktörler çok daha uzun periyotlarda göz önüne alınması gerekir. Dolayısıyla Atatürk Baraj Gölü'nün Bölge iklimine etkisinin devam ettiği düşünüldüğünde bu etkinin derecesi ancak istatistiksel olarak trend analizi ile belirlenebilir. Bu çalışmada sadece belirli meteorolojik ölçümler için trend analizleri yapılmıştır. Bu çalışmanın dışında kalan diğer meteorolojik verilerin için de trend analizi yapılması ve tüm meteorolojik veriler arasındaki ilişkinin belirlenmesi halinde iklim değişikliği hakkında kesin bir yargıya varmak mümkündür.

Herhangi bir serideki trendin belirlenmesinde ve nicelik olarak ifade edilmesinde bir çok test vardır. Veri setinin analizinde ilk adım genellikle verinin grafiğini yer veya zamanın fonksiyonu olarak çizmektir. Verilerin grafiksel gösterimi genel trendi veya çevrimi vermesi açısından uygun olmakla beraber yeterli değildir. Eğilimin tespiti ve analizinde kullanılan yöntemler özetle Çizelge 1'de verilmiştir [18]. Her bir tekniğin avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte eldeki veri tipi ve çeşidine göre uygun metod kullanılmalıdır.

**Çizelge 1.** Trend analizinde kullanılan yöntemler

Test Yöntemi	Özellikleri
Grafik Metotlar	Sadece eğilimin var olup olmadığını gösterir. Nicelik olarak sonuç vermez.
Lineer Regrasyon	Eğimin tahminini, güven aralığını verir ve uydurmanın derecesini tanımlar. Çoklu bağımsız değişkenlerde kullanılabilir. Eksik verilerde kullanılamaz. Çevrimsel ve setin dışındaki verilerden oldukça etkilenebilir.
Mann-Kendall	Varolan eğim için Evet/Hayır testi ile tespit edebilir. Parametrik olmayan bir testtir. Eksik verilere izin verir, set dışı verilerden etkilenebilir.
Sen Metod	Eğimin değerini ve güven aralığını tahmin eder. Eksik verilere izin verir.

Bu çalışmada, tüm yöntemler, iklim verileri olarak maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, toplam yağış miktarı ve ortalama rüzgar hızına uygulanmıştır. Verilerin aylık ve yıllık bazda analizleri yapılmıştır. Grafiksel metot için gerekli gözlemler, diğer yöntemlerle verilen iklim elemanlarının değişimini gösteren grafiklerle kısmen de olsa yapılabileceğinden grafiksel metot ayrı bir şekilde ele alınmamıştır.

### 2.1. İklim Elemanlarının Lineer Regresyon Analizi

Lineer regresyonda, gerçek değerler ile trend denkleminde bulunan değerler arasındaki farkın karelerinin minimum olmasına dayanır.  $y = ax + b$  şeklindeki lineer (doğrusal) 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 iki yönlü Student t- testi %95 ( $\alpha = 0.05$ ) güven aralığı kullanılarak tespit edilmiştir. Eğer  $-t_{\alpha/2} \leq t \leq t_{\alpha/2}$  ise, sıfır hipotezi (trend yok) kabul edilir.  $t_{\alpha/2}$ ,  $(n-2)$  serbestlik derecesinde  $t$  dağılımı

tablosundan alınır. Çizelge 2’te Şanlıurfa ve Çizelge 3’de Adıyaman için iklim elemanlarının yıllık bazda trend denkleminin sabitleri (a, b), belirleme katsayısı  $R^2$  ve t değerleri verilmiştir.

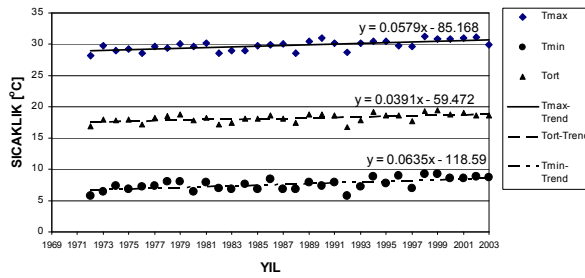
**Çizelge 2.** Şanlıurfa ili için yıllık ortalama iklim verilerinin trend denklemine ait katsayıları ve test sonuçları

İklim Elemanı	Gözlem Periyodu	a	b	$R^2$	t	$t_{\alpha/2} = 0.025$	Hipotez
Tmax	1972-2003	0.0579	-85.1681	0.4127	4.591	2.042	Red
Tmin	1972-2003	0.0635	-118.594	0.3971	4.446	2.042	Red
Tort	1972-2003	0.0391	-59.4724	0.2724	3.352	2.042	Red
Bağıl Nem	1972-2003	0.2371	-419.003	0.3931	4.408	2.042	Red
Toplam Yağış	1972-2003	0.0101	16.9877	0.0001	0.048	2.042	Kabul
Rüzgar Hızı	1975-2003	-0.0012	4.0874	0.0008	-0.151	2.052	Kabul

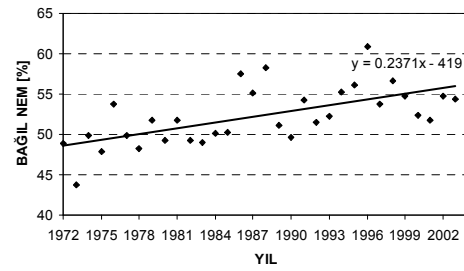
**Çizelge 3.** Adıyaman ili için yıllık ortalama iklim verilerinin trend denklemine ait katsayıları ve test sonuçları

İklim Elemanı	Gözlem Periyodu	a	b	$R^2$	t	$t_{\alpha/2} = 0.025$	Hipotez
Tmax	1972-2001	0.0768	-124.055	0.4689	4.972	2.048	Red
Tmin	1972-2001	0.0379	-68.7108	0.0835	1.597	2.048	Kabul
Tort	1972-2001	0.0262	-34.9391	0.1168	1.924	2.048	Kabul
Bağıl Nem	1972-2001	0.3283	-602.223	0.3153	3.591	2.048	Red
Toplam Yağış	1972-2001	0.1665	-273.437	0.0102	0.537	2.048	Kabul
Rüzgar Hızı	1975-2000	-0.0325	66.6128	0.8377	-11.132	2.064	Red

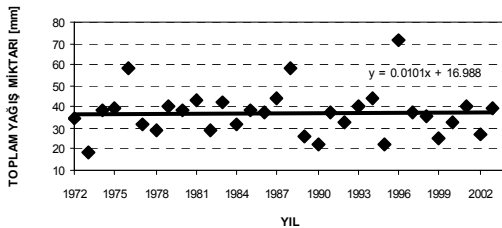
Çizelge 2’den görüldüğü gibi Şanlıurfa için yıllık ortalama değerler olarak, trend denkleminin eğimi maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, bağıl nem ve toplam yağmur miktarı için pozitif, rüzgar hızı için ise negatif değerdir. Bu değerler yıllık bazda, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, bağıl nem ve toplam yağmur için bir artışı göstermesine rağmen sıcaklık değerlerindeki artışın, bağıl nem değerindeki kadar bir artış olmadığı görülmektedir. Rüzgar hızında eğimin negatif olmasına rağmen bu değer çok küçük olması, değişimde önemli bir azalmanın olmadığı t- testi sonucuna göre söylenebilir. Rüzgar hızında değişim olmadığı kabul edilebilir. Adıyaman ilinde iklim verilerindeki trend çizelge 3’ten de görüldüğü gibi Şanlıurfa iline benzerdir. Adıyaman’da da sıcaklıklarda az artış olmasına rağmen, bağıl nemde pozitif yönde kayda değer bir değişim var. Rüzgar hızında ise az da olsa bir değişim söz konusudur. Şekil 2’de Şanlıurfa için sıcaklıklara ait yıllık ortalama değerlerinin değişimi görülmektedir. Değişimin 1987-1990 yıllından itibaren başladığı Şekilden görülmektedir. Bu yıllar ise Atatürk baraj Gölüne suyun toplandığı yıllara denk gelmektedir. Şekil 3, 4 ve 5’te ise sırasıyla ortalama bağıl nem, toplam yağış miktarı ve rüzgar hızının değişimi yıllık olarak trend denklemleri ile birlikte gösterilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi rüzgar hızında ve toplam yağışta bir değişim olmamakta fakat bağıl nem de önemli bir artış görülmektedir.



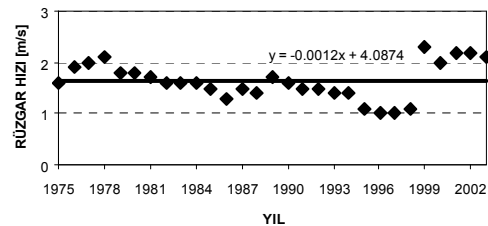
**Şekil 2.** Şanlıurfa ili için yıllık sıcaklık değerleri ve trend denklemleri



**Şekil 3.** Şanlıurfa ili için yıllık ortalama bağıl nemin değişimi ve trend denklemleri

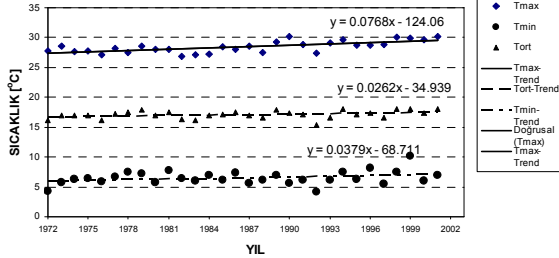


**Şekil 4.** Şanlıurfa ili için yıllık ortalama toplam yağışın değişimi ve trend denklemleri

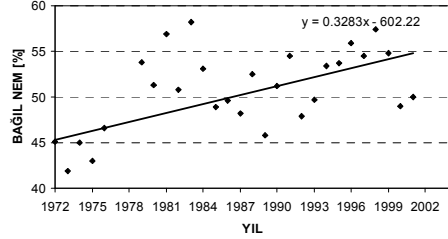


**Şekil 5.** Şanlıurfa ili için yıllık ortalama rüzgar hızının değişimi ve trend denklemleri

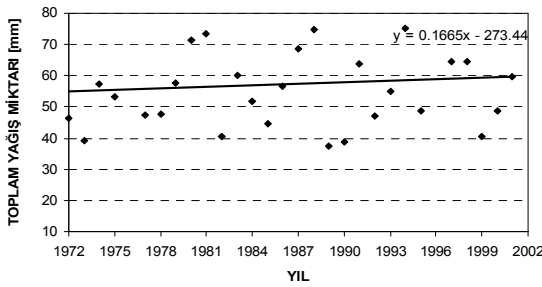
Adıyaman için iklim elemanlarının yıllara göre değişimi ve trend denklemleri Şekil 6, 7, 8 ve 9'da gösterilmiştir. Şekillerden görüldüğü gibi sıcaklıklarda ve bağıl nemde artış, rüzgar hızında ise azalma olduğu görülmektedir. Toplam yağışta trend denklemleri pozitif olmasına rağmen bir artıştan bahsetmek mümkün değildir. Çünkü değerler yıllar boyunca aynı salınımı yapmaktadırlar. Adıyaman'da bağıl nem'de artış ve rüzgar hızında azalma net olarak kendini göstermektedir.



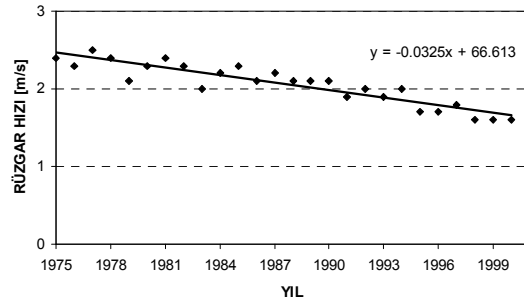
Şekil 6. Adıyaman için sıcaklıklara ait değişim ve trend denklemleri



Şekil 7. Adıyaman için bağıl nemin değişimi ve trend denklemleri



Şekil 8. Adıyaman için toplam yağış miktarının değişimi ve trend denklemleri



Şekil 9. Adıyaman için yıllara göre ortalama rüzgar hızının değişimi ve trend denklemleri

Şanlıurfa ve Adıyaman için iklim elemanlarının aylık bazda trend denkleminin sabitleri ve denklemin uygunluğunu ifade eden belirleme katsayısı  $R^2$  ve t değerleri hesaplanmıştır. Fakat yer kısıtlamasından dolayı burada değerler verilmemiştir. Belirleme katsayıları çok küçük tespit edilmiştir. Bu beklendiği gibi yıllar ve iklim arasında çok sağlıklı bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Fakat iklim elemanının trend yönünü vermesi bakımından bir fikir verebilir. Şanlıurfa'nın aylık trend denklemlerine bakıldığında, sıcaklık trend denklemleri minimum sıcaklıktaki Şubat ve Eylül ve Ortalama sıcaklıktaki Eylül aylarında negatif, diğer aylarda ise pozitif olduğu görülmüştür. Eğimi gösteren a katsayısının Nisan-Ağustos arasında büyük değerlerde olduğu gözlenmiştir. Bağıl nem trend denkleminde tüm aylarda eğimin pozitifdir. Özellikle yaz ve sonbahar mevsimlerinde "a" katsayısı ve belirleme katsayısının yüksek olduğu görülmektedir. Bağıl nemde bir artış olduğu söylenebilir. Toplam yağış olarak son bahar ve ilk baharda hafif bir artış var. Rüzgar hızında ise aylık bazda önemli bir değişim gözlenmemiştir.

## 2.2. Mann-Kendall Metodu İle İklim Elemanlarının Trend Analizi

Mann-Kendall Metodu [19-20], hidroloji ve klimatoloji gibi alanlardaki zaman serilerindeki trendin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından da önerilen bir parametrik olmayan bir istatistiksel bir test yöntemidir Mann- Kendall testi, bir çok çalışmada trend analizinin yapılmasında üstünlüğünü ortaya koymuştur [21-26]. Mann-Kendall test istatistiği S aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır.

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (1)$$

Burada n toplam veri sayısını, x, i ve j zamandaki veriyi göstermekte olup,  $j > i$ 'dir. Sign işaret fonksiyonu olup,

$$\text{Sign}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1 & x_j > x_i \\ 0 & x_j = x_i \\ -1 & x_j < x_i \end{cases} \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanır. S'nin varyansı aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$\text{Var}(S) = \left[ n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^m t(t-1)(2t+5) \right] / 18 \quad (3)$$

Burada t birbirine eşit olan verilerin sayısını, m ise bir birbirine eşit olan sayıların toplam sayısını göstermektedir. Veri sayısı 10'dan büyük serilerde, seri normal dağılım göstereceğinden Z test istatistiği aşağıdaki denklem ile tespit edilir.

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

İki yönlü test hipotezinde  $\alpha$  önem seviyesinde,  $|Z| \leq Z_{1-\alpha/2}$  ise boş hipotez kabul edilir. Aksi durumda hipotez reddedilir. Pozitif Z değeri artan bir trend olduğunu, negatif Z değeri ise azalan bir trend olduğunu gösterir.

Bu çalışmada, Mann-Kendall Testi, Şanlıurfa ve Adıyaman için aylık ve yıllık ortalama maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklara, bağıl neme, toplam yağış miktarına ve rüzgar hızına uygulanmıştır. Trendin var oluşu Atatürk Baraj Gölü'nün etkisi olarak kabul edilmiştir. Çizelge 4'de Şanlıurfa için yıllık ortalama iklim verilerinin Mann-Kendall test istatistikleri verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi S istatistiği sıcaklıklar ve bağıl nem için pozitif değerde olup, artan bir değişimin olduğunu göstermektedir. İki yönlü %95 ( $\alpha=0.05$ ) ve % 90 ( $\alpha=0.10$ ) güven aralıklarında, sıcaklık ve bağıl nemde bir değişim olduğu, toplam yağış miktarında ve rüzgar hızında S istatistiği negatif olmasına rağmen önemli bir değişim olmadığı görülmektedir.

**Çizelge 4. Şanlıurfa ili için 6 iklim verisinin Mann-Kendall test sonuçları**

İklim Elemanı	Ölçüm Periyodu	S	Var (S)	Z	Z <sub>0.95</sub>	Z <sub>0.975</sub>	Hipotez
Tmax	1972-2003	238	3784.667	3.852	1.645	1.96	Red
Tmin	1972-2003	211	3781.667	3.415	1.645	1.96	Red
Tort	1972-2003	189	3777.667	3.059	1.645	1.96	Red
Bağıl Nem	1972-2003	239	3797.667	3.862	1.645	1.96	Red
Toplam Yağış	1972-2003	-1	3799.667	0.000	1.645	1.96	Kabul
Rüzgar Hızı	1975-2003	-78	2806.000	-1.454	1.645	1.96	Kabul

Çizelge 5'te Adıyaman için iklim verilerine uygulanan Mann-Kendall testinin sonuçları verilmiştir. S istatistiği sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış için pozitif olmasına rağmen, sadece maksimum ve ortalama sıcaklıklarda ve bağıl nemde iki yönlü %95 ( $\alpha=0.05$ ) ve % 90 ( $\alpha=0.10$ ) güven aralıklarına göre artan bir değişim görülmüştür. Rüzgar hızında ise azalan bir trend tespit edilmiştir.

**Çizelge 5. Adıyaman ili için iklim verilerinin Mann-Kendall test sonuçları**

İklim Elemanı	Ölçüm Periyodu	S	Var (S)	Z	Z <sub>0.95</sub>	Z <sub>0.975</sub>	Hipotez
Tmax	1972-2001	209	3131.000	3.717	1.645	1.96	Red
Tmin	1972-2001	57	3128.333	1.001	1.645	1.96	Kabul
Tort	1972-2001	124	3116.000	2.203	1.645	1.96	Red
Bağıl Nem	1972-2001	164	3140.667	2.909	1.645	1.96	Red
Toplam Yağış	1972-2001	44	3140.667	0.767	1.645	1.96	Kabul
Rüzgar Hızı	1975-2000	-247	2019.000	-5.475	1.645	1.96	Red

### 2.3. Sen Metodu ile Meteorolojik Verilerin Trend Analizi

Bir zaman serisinde lineer bir trend varsa, değişimin eğimi parametrik olmayan bir yöntem olan Sen Metodu [27] ile belirlenebilir. Aşağıda Sen metodu detaylı bir şekilde verilmiştir [18, 22-25].

Belirli bir zaman periyodunda n tane veri varsa, bu n veri arasında N tane çift oluşturacak şekilde eğim vardır.

$$N = n(n-1)/2 \quad (5)$$

eşitliği ile hesaplanır. Sen Metoduna göre N tane eğimin medyanı, serinin eğimini,  $\beta$  verir.

$$\beta = \text{Medyan} \left[ Q_i = \frac{X_j - X_k}{j - k} \right] \quad (6)$$

Burada X veriyi,  $j > k$  ve  $i=1 \dots N$ 'dir. Eğer N tek sayı ise,

$$Q_{medyan} = Q_{(N+1)/2} \quad (7)$$

olarak hesaplanır. Eğer N çift sayı ise,

$$Q_{medyan} = [ Q_{N/2} + Q_{(N+2)/2} ] / 2 \quad (8)$$

eşitliği ile medyan hesaplanır.

Sen Metodu, hesaplanan eğimin sıfırdan farklı oluşunu istatistiksel olarak belirlenmesine izin verir. Alt ve üst güven limitleri sıra korelasyonunda belirlenerek güven aralığı ve bu sıra limitlerine denk gelen eğim değerleri tespit edilir. Normal dağılım için iki yönlü Z istatistiği uygulanır. Genellikle %90( $\alpha=0.10$ ) veya %95 ( $\alpha=0.05$ ) güven aralıkları için hesaplamalar yapılır. Örneğin iki yönlü %95 güven aralığında Z değeri ( $Z_{1-0.05/2}=Z_{0.975}$ ) 1.96'dır. Sıralanmış seride alt limit sırası(M1) ve üst limit sırası (M2) aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır.

$$M1 = \frac{N - C}{2} \quad (9)$$

$$M2 = \frac{N + C}{2} \quad (10)$$

Burada N eşitlik 5'ten, C ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$C = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{VAR(S)} \quad (11)$$

Burada S, Mann-Kendall testinin istatistiğini, VAR(S) de varyasyonunu göstermekte olup, sırasıyle Eşitlik 1 ve 3'ten hesaplanırlar.Genellikle üst limitin sırası M2+1 şeklinde düzeltmeye gidilir. Daha sonra M1 ve M2'ye denk gelen eğimler tespit edilir. Böylelikle verilen güven aralığında eğimin sıfırdan farklı olduğu ve eğimin bu güven sınırları içinde kaldığı istatistiksel olarak belirlenmiş olunur.

Çizelge 6'de Şanlıurfa için ve Çizelge 7'de ise Adıyaman için Sen Metoduna göre belirlenen eğim değerleri verilmiştir. Çizelge 6'dan görüldüğü gibi Şanlıurfa'da eğim, sıcaklıklar ve bağıl nem için pozitifdir. Toplam yağış için eğim sıfır olup değişimin olmadığını, rüzgar hızı için ise eğim negatif olmasına rağmen %90 güven aralığında sıfır olduğundan bir değişimden söz etmek mümkün değildir. Adıyaman ilinde ise sıcaklıklar bağıl nem ve toplam yağış pozitif, rüzgar hızı ise negatifdir.

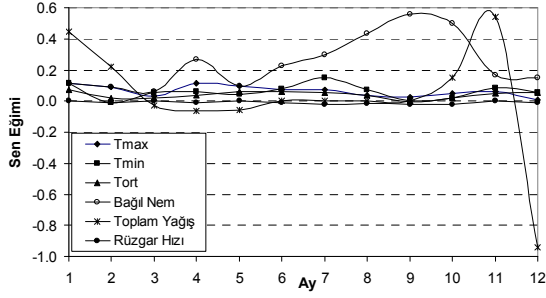
**Çizelge 6.** Şanlıurfa iklim elemanlarının Sen eğimi ve %95 ve %90 güven aralıkları için alt ve üst limit değerleri

İklim Elemanı	Ölçüm Periyodu	Eğim	$Z_{0.95}$		$Z_{0.975}$	
			M1 Eğim	M2 Eğim	M1 Eğim	M2 Eğim
Tmax	1972-2003	0.061	0.041	0.076	0.038	0.083
Tmin	1972-2003	0.066	0.042	0.091	0.033	0.100
Tort	1972-2003	0.040	0.022	0.057	0.020	0.059
Bağıl Nem	1972-2003	0.231	0.137	0.300	0.126	0.314
Toplam Yağış	1972-2003	0.000	-0.317	0.280	-0.396	0.370
Rüzgar Hızı	1975-2003	-0.018	-0.033	0.000	-0.036	0.004

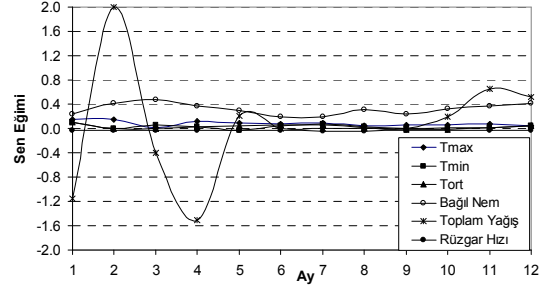
**Çizelge 7.** Adıyaman iklim elemanlarının Sen eğimi ve %95 ve %90 güven aralıkları için alt ve üst limit değerleri

İklim Elemanı	Ölçüm Periyodu	Eğim	$Z_{0.95}$		$Z_{0.975}$	
			M1 Eğim	M2 Eğim	M1 Eğim	M2 Eğim
Tmax	1972-2001	0.079	0.050	0.100	0.044	0.108
Tmin	1972-2001	0.025	-0.011	0.072	-0.014	0.080
Tort	1972-2001	0.025	0.009	0.050	0.000	0.056
Bağıl Nem	1972-2001	0.355	0.161	0.490	0.140	0.500
Toplam Yağış	1972-2001	0.200	-0.373	0.704	-0.414	0.837
Rüzgar Hızı	1975-2000	-0.033	-0.040	-0.027	-0.040	-0.025

Şekil 10'da Şanlıurfa ili için Sen eğim değerlerinin aylık değişimi gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği gibi sıcaklık değerleri tüm aylar için pozitifdir. En çarpıcı olan ise bağıl nemin yıl boyunca pozitif olması ve eğim değerinin diğer verilere göre daha yüksek olmasıdır. Rüzgar hızında önemli bir eğimin olmadığı, fakat toplam yağış miktarında yıl boyunca artan ve azalan bir eğimin olduğu Şekil 10'dan tespit edilebilir. Şekil 11'de Adıyaman ili için Sen eğim değerlerinin yıl boyunca değişimi verilmiştir. Toplam yağış miktarının yıl boyunca artan ve azalan bir değişim gösterdiği, sıcaklıkların az da olsa arttığı ve bağıl nemdeki artışın kayda değer olduğu Şekilden görülebilir



Şekil 10. Şanlıurfa ili için Sen Eğim değerlerinin aylık değişimi



Şekil 11. Adıyaman ili için Sen Eğim değerlerinin aylık değişimi

Ortalama yıllık iklim değişkenlerine uygulanan yöntemlere göre trend sonuçlarının özeti Çizelge 8'de verilmiştir. Trend sonuçlarının benzer olduğu görülmüştür. Her iki yerleşim yerinde sıcaklık ve bağıl nemde bir artışın olduğu, rüzgar hızında düşmenin, toplam yağışta önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.

**Çizelge 8.** Şanlıurfa ve Adıyaman için ortalama yıllık iklim değişkenlerine uygulanan yöntemlere göre trend sonuçlarının özeti

İklim Değişkeni	Lineer Regresyon		Mann-Kendall		Sen	
	Şanlıurfa	Adıyaman	Şanlıurfa	Adıyaman	Şanlıurfa	Adıyaman
Tmax	+	+	+	+	+	+
Tmin	+	+	+	0	+	+
Tort	+	+	+	+	+	+
Bağıl Nem	+	+	+	+	+	+
Toplam Yağış	+	+	0	0	0	+
Rüzgar Hızı	-	-	-	-	-	-

+: Artan trend, -: Azalan trend, 0: Değişim yok

### 3. Sonuçlar

Baraj Gölünün Bölge iklimine etkisinin devam edeceği düşünüldüğünde, bu çalışmada sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış miktarı gibi belirli meteorolojik ölçümler ele alınmış ve bu etkinin niteliği/niceliği trend (eğilim) analizleri ile belirlenmeye çalışılmıştır

Lineer regresyon analizi olarak, Şanlıurfa'da yıllık bazda, maksimum, minimum ve ortalama sıcaklıklar, bağıl nem ve toplam yağmur için bir artış görünmüştür. Rüzgar hızında eğimin negatif olmasına rağmen bu değerler çok küçük olması, değişimde önemli bir azalmanın olmadığını göstermiştir. Adıyaman ilinde iklim verilerindeki trend, Şanlıurfa ilindeki trendle benzerlik arz etmektedir. Adıyaman'da da sıcaklıklarda ve özellikle bağıl nemde pozitif yönde kayda değer bir değişim vardır. Rüzgar hızında ise az da olsa bir azalım yönünde değişim söz konusudur.

Mann-Kendall Yöntemi, Şanlıurfa'da sıcaklıklar ve bağıl nem artan bir değişimin olduğunu, toplam yağış miktarında ve rüzgar hızında önemli bir değişim olmadığını göstermiştir. Adıyaman için iklim verilerine uygulanan Mann-Kendall testinin sonuçlarına göre ise; sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış miktarında artan bir değişim görülmüştür. Rüzgar hızında ise azalan bir trend tespit edilmiştir.

Sen Metoduna göre Şanlıurfa'da eğim değerleri, sıcaklıklar ve bağıl nem için pozitifdir. Toplam yağış için ise eğim sıfır olup değişimin olmadığını, rüzgar hızı için ise eğim negatif olmasına rağmen %90 güven aralığında sıfır olduğundan bir değişimin olmadığı sonucuna varılmıştır Adıyaman ilinde ise eğimlerin, sıcaklık, bağıl nem ve toplam yağış için pozitif, rüzgar hızı için ise negatif olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışma, Atatürk Baraj Gölünün yöre iklimine etkisini ortaya koymak için bir ön çalışma niteliğindedir. Şanlıurfa ve Adıyaman illerine ait iklim verilerindeki değişimi ortaya koymak için kullanılan farklı yöntemler, kabul edilebilir seviyede farklarla aynı sonuçları vermişlerdir. Meteorolojik verilerdeki değişimler, Atatürk Baraj Gölü'nün etkisi olarak kabul edilmiştir. İklim değişikliğinin temel nedeni ile ilgili somut bir sonuçtan bahsedebilmek için; bölgede bulunan diğer meteoroloji istasyonlarından da temin edilecek meteorolojik ölçüm değerlerinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması gerekir. Ayrıca, meteorolojik olayların birbiriyle olan etkileşimleri ile küresel iklim değişikliğinin etkisinin de göz ardı edilmemesi gereklidir.

## Teşekkür

Meteorolojik ölçüm verilerinin temininde yardımlarından dolayı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne ve bu çalışmayı (Proje No: HÜBAK-443) destekleyen Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- [1]. GÜLDAL, V. ve AĞIRALIOĞLU, N., 1994. Baraj Haznelerinin İklim Etkisi: Keban Barajı. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildiriler Kitabı, , Cilt 1, Sayfa 417-435, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı D.S.İ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [2]. KADIOĞLU, M., SATILMIŞ, S. ve ÖZGÜLER, H., 1994. Büyük su Yapılarının Çevre İklimine Etkisi. Su ve Toprak Kaynaklarının Geliştirilmesi Konferansı Bildiriler Kitabı, , Cilt 3, Sayfa 1099-1108, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı D.S.İ Genel Müdürlüğü, Ankara.
- [3]. TONBUL, S., 1986. Elazığ ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Keban Barajının Yöre İklimi Üzerine Olan Etkileri. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Sayfa 275-292, Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- [4]. EMİROĞLU, M. E., ÖZKAN, F. ve ÖZTÜRK M., 1996. Keban Barajı Rezervuarının Elazığ İli İklim Şartlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma, GAP I. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 167-174, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- [5]. YEŞİLATA, B., BULUT, H. ve YEŞİLNACAR, M.İ., 2004. GAP Bölgesinde Sıcaklık ve Nem Parametrelerindeki Baraj Gölü Kaynaklı Değişim Trendinin Araştırılması. Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı 83, Sayfa 21-31.
- [6]. YEŞİLNACAR, M.İ. ve GÜLŞEN, H., 1999. Şanlıurfa ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Atatürk Barajının Yöre İklimi Üzerine Etkileri, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 10-12 Mayıs 1999, Sayfa 122-128, Ankara.
- [7]. BULUT, H., ŞENOCAK, M.İ. ve KARASU, H., 1996. Şanlıurfa İklim ve Meteoroloji Dosyası. GAP I. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 151-159, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- [8]. YEŞİLATA, B. ve AKTACİR, A., 2001. Yapay Su Kütlelerinin Sebep Olduğu Psikrometrik Değişimler Üzerine Bir Çalışma. Termodinamik, , Sayı 106, Sayfa 56-60.
- [9]. BİÇER, Y. ve YILDIZ, C. 1994. Atatürk Barajı Rezervuarının Şanlıurfa İli Dış Sıcaklık Parametresine Etkisinin Araştırılması. 3. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiri Kitabı, Sayfa 333-340, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- [10]. BİÇER, Y. ve YILDIZ, C. 1996. Fırat Havzasında Bulunan Baraj Rezervuarlarının Bölge İllerinin Dış Sıcaklık Parametresine Etkisi. GAP I. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 175-180, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- [11]. BATES, G. T., GIORGI, F., HOSTELLER, S. W., 1993. Toward The Simulation of the Effects of the Great Lakes on Regional Climate. Monthly Weather Review, Vol. 121, pp. 1373-1387.
- [12]. BATES, G. T., HOSTETLER, S. W., GIORGI, F., 1995. 2-Year Simulation of the Great-Lakes Region with A Coupled Modeling System, Monthly Weather Review, Vol. 123 (5), pp. 1505-1522.
- [13]. SMALL, E. E., SLOAN, L. C. NYCHKA, D., 2001. Changes In Surface Air Temperature Caused By Desiccation of The Aral Sea, Journal of Climate, Vol. 14(3), pp. 284-299.
- [14]. HOSTETLER, S. W., BARTLEIN, P.J., CLARK, P.U., 2000. Small EE, Solomon AM Simulated Influences of Lake Agassiz on The Climate Of Central North America 11,000 Years Ago. Nature, Vol. 405 (6784), pp. 334-337.
- [15]. HOSTETLER, S. W., SMALL, E. E. 1999. Response of North American Freshwater Lakes to Simulated Future Climates. Journal Of The American Water Resources Association, Vol. 35 (6), pp. 1625-1637.
- [16]. LOFGREN, B. M., 1997. Simulated Effects of Idealized Laurentian Great Lakes on Regional and Large-Scale Climate. Journal of Climate, Vol. 10 (11), pp. 2847-2858.
- [17]. KRINNER, G., 2003. Impact of Lakes and Wetlands on Boreal Climate. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, Vol. 108 (D16): art. no. 4520.
- [18]. BRAUNER, S., 1997. Nonparametric Estimation of Slope: Sen's Method in Environmental Pollution, [http://www.cee.vt.edu/program\\_areas/environmental/teach/smprimer/sen/sen.html](http://www.cee.vt.edu/program_areas/environmental/teach/smprimer/sen/sen.html), Last Modified: 2 May 1997. Visit date: 08 July 2004.
- [19]. MANN, H. B., 1945. Non-parametric Test Against Trend. Econometrika, Vol. 13, pp. 245-259.
- [20]. KENDALL, M.G., 1975. Rank Correlation Methods. Charles Griffin, London.
- [21]. KOSİF, K., 2001. Samsun İlinde İklim Trendleri. DSİ Teknik Bülteni, Cilt 98, Sayfa 3-13.
- [22]. KAHYA, E., KALAYCI, S., 2004. Trend Analysis of Stream flow in Turkey. Journal of Hydrology, Vol. 289, pp.128-144.
- [23]. BURN, D. H., ELNUR M. A. H., 2002. Detection of Hydrologic Trends and Variability. Journal of Hydrology, Vol. 255, pp.107-122.
- [24]. HAMED, K. H., RAO, A. R., 1998. A modified Mann-Kendall Trend Test for Autocorrelated Data. Journal of Hydrology, Vol. 204, pp.182-1196.
- [25]. XU, Z. X., TAKEUCHI, K., ISHIDAIRA, H., 2003. Monotonic Trend and Step Changes in Japanese Precipitation. Journal of Hydrology, Vol. 279, pp. 144-150.
- [26]. SILVA, V. P. R., 2004. On Climate Variability in Northeast of Brazil. Journal of Arid Environments, Vol. 58(4), pp. 575-596.
- [27]. SEN, P.K., 1968. Estimates of the Regression Coefficient Based On Kendall's Tau. Journal of the American Statistical Association, Vol. 63, pp. 1379-1389.