



### Kısa Makale

# Eber Gölü' nde Su Seviye Değişimleri İle Hidrometeorolojik Değişkenler Arasındaki İlişkinin Çoklu Regresyon Analizi İle Tesbiti

Şaban YURTCU

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Afyonkarahisar

## ÖZET

Bu çalışmada, bağımlı değişken göl su seviyesi ve bağımsız değişkenler olarak da yağış, akış ve buharlaşmanın kullanıldığı bir istatistiksel modelle göl suyu seviye değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlayabilmek için çok değişkenli regresyon analizi yapılmış bu amaçla korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Ayrıca değişkenlerin modele katkılarını ortaya koyabilmek amacıyla kısmi korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Model katsayılarının ayrı ayrı anlamlılığı t testiyle, modelin kendisi F testiyle sınanmıştır

Uygulama Eber gölü ve çevresinde yer alan 5 adet gözlem istasyonunun 1990-1996 yıllarına ait aylık ortalama verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizler sonucu göl su seviye değişimi ile diğer meteorolojik değişkenler arasında pozitif ve yüksek düzeyde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Regresyon, korelasyon, Hidrometeoroloji

## 1. GİRİŞ

Gerçekte bütün hidrolojik olaylar doğada meydana geldikleri için çok sayıda değişkenden etkilenirler. Bu değişkenlerin hidrolojik olay üzerindeki etkilerini tam olarak ortaya koymak genellikle mümkün olmadığından hidrolojik olaylar rastgele karakterde olarak ele alınıp problemler istatistiksel yaklaşımla çözülmeye çalışılır.

Su kaynakları sistemlerinin planlanması, dizaynı ve işletilmesi, genellikle meteorolojik ve hidrolojik (yağış, akış, buharlaşma, vb) seriyi birden ihtiva ettiği için, çok değişkenli modelleme önemli bir konudur [1].

Su kaynaklarının en büyüğünü oluşturan göller tarım arazisinin sulanması, etrafında mesire yeri oluşturularak turizme kazandırılması, iç su yolu taşımacılığı gibi faydaları yanında, su seviyesinin çok yükselmesi durumunda yerleşim yerlerini, demir ve karayolu ulaşımını, kıyıda dinlenme ve eğitim tesislerini ve tarlaları olumsuz yönde etkilemektedir [2].

Faydaları yanında yüksek olduğu takdirde zararları da olabilen göl sularından azami fayda elde edilmesi ve zararlarının da en aza indirilebilmesi için göl suyu davranışının bilinmesi ve gerektiğinde değişik önlemlerle kontrol altına alınması gerekmektedir

Göl suyunun beslenmesinin genel olarak yağış ve akışla olması, kayıpların buharlaşma ile olması göz önüne alındığında göl su seviyesinin hareketi ile bu üç hidrometeorolojik değişken arasındaki ilişkiyi ortaya koymak önemli bir aşama olacaktır.

Bu çalışmada, Eber gölü su seviyesindeki değişim istatistik yaklaşımıyla modellenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Eber gölü su seviyesinin davranışının bilinmesi, diğer hidrometeorolojik değişkenlerle ilişkisinin ortaya konması açısından faydalı olacaktır. Kurulacak olan modeller Eber gölü suyunun kontrol ve takip edilmesi ile ilgili çalışmalara ışık tutacaktır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada göl suyu seviye değişiminde beslenme ve kayıpların etkisini ortaya koyabilmek amacıyla çoklu regresyon analizi kullanılmış, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. En küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilen bu sonuçların istatistik açıdan anlamlılıkları F testiyle sınanmıştır. Bu yöntemler ve bunları gerçekleştirebilmek için yardımcı testler aşağıda açıklanmıştır.

### 2.1. Regresyon Analizi

Hidrolojik olaylarda iki ya da daha çok sayıda değişkenin aynı gözlem sırasında aldıkları değerlerin birbirinden istatistik bakımdan bağımsız olmadığını, dolayısıyla değişkenler arasında bir ilişki olduğu görülür. Değişkenler arasında bir ilişki bulunması bunlardan birinin diğerinden etkilenmesinden kaynaklanır. Literatürde bir ilişki olup olmadığını ortaya çıkarmak ve bir denklemde nasıl ifade edilebileceğini göstermek için yapılan işleme regresyon analizi denir.

Regresyon analizi;

1. Basit doğrusal regresyon analizi
2. Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi
3. Doğrusal olmayan (nonlinear) regresyon analizi olmak üzere sınıflandırılmaktadır [3].

Bu çalışmada göl su seviyesine etki eden değişkenleri bir arada ele almak ve bir model oluşturabilmek amacıyla çok değişkenli doğrusal regresyon analizi kullanılmış, değişkenler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. En küçük kareler yöntemi kullanılarak elde edilen bu sonuçların istatistik açıdan anlamlılıkları F testiyle sınanmıştır.

#### 2.1.1 Çok Değişkenli Doğrusal Regresyon Denklemi

Çok değişkenli doğrusal regresyon analizinde, değişkenler arasındaki ilişkinin biçimini veren regresyon denkleminin genel formül;

$$y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_kx_k + \varepsilon \quad (1)$$

şeklinindedir. Burada  $y$ ,  $x_1, \dots, x_k$  gözlenebilen değerler ve  $\beta_j$ ,  $j = 0, 1, \dots, k$  regresyon katsayıları olarak  $\beta_j$  parametreleri  $x_j$ ' lerdeki birim değişim için  $y$ ' de olması beklenen değişimi temsil etmektedir.  $\beta_j$  parametreleri bağımsız değişkenin ( $x_j$ ) kısmi etkisini tanımladığından genellikle kısmi regresyon katsayıları olarak tanımlanmaktadır [4]. Çok değişkenli doğrusal regresyon denkleminin katsayılarını tahmin edebilmek için en küçük kareler metodu kullanılmaktadır [5]. Bu çalışmada regresyon analizi için araştırılan model (Tablo 1 ) de verilmiştir.

Tablo 1. Regresyon analizi için araştırılan model

| Bağımlı değişken (y) |   | Bağımsız değişken (x <sub>i</sub> )                           |
|----------------------|---|---|
| Göl suyu seviyesi    | = | $\beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_4x_4$ |

x<sub>i</sub>; akım, yağış, buharlaşma değişkenleri,  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  bilinmeyen parametrelerdir.

Çoklu regresyon fonksiyonunu belirledikten sonra x<sub>i</sub> değişkenlerinin y değişkenini açıklamadaki önemlerini ve fonksiyonun uyumunun derecesini ölçmek için çoklu korelasyon analizi yapılmaktadır.

Çok değişkenli korelasyon katsayısı ( $R^2_{x_i}$ )

$$R^2_{x_i} = \frac{n(\beta_0 \Sigma y + \beta_1 \Sigma x_1 y + \beta_2 \Sigma x_2 y) - (\Sigma y)^2}{[n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]} \quad (2)$$

ile hesaplanır. Burada; n; gözlem adedi  $\beta_0, \beta_i$  model sabitleri y, bağımlı değişken x<sub>i</sub>, bağımsız değişkenlerdir [6].

### 2.1.2. Modelin Anlamlılık Testi

$\beta_j$  model parametreleri olmak üzere modelin test edilmesinde hipotezler şu şekildedir.

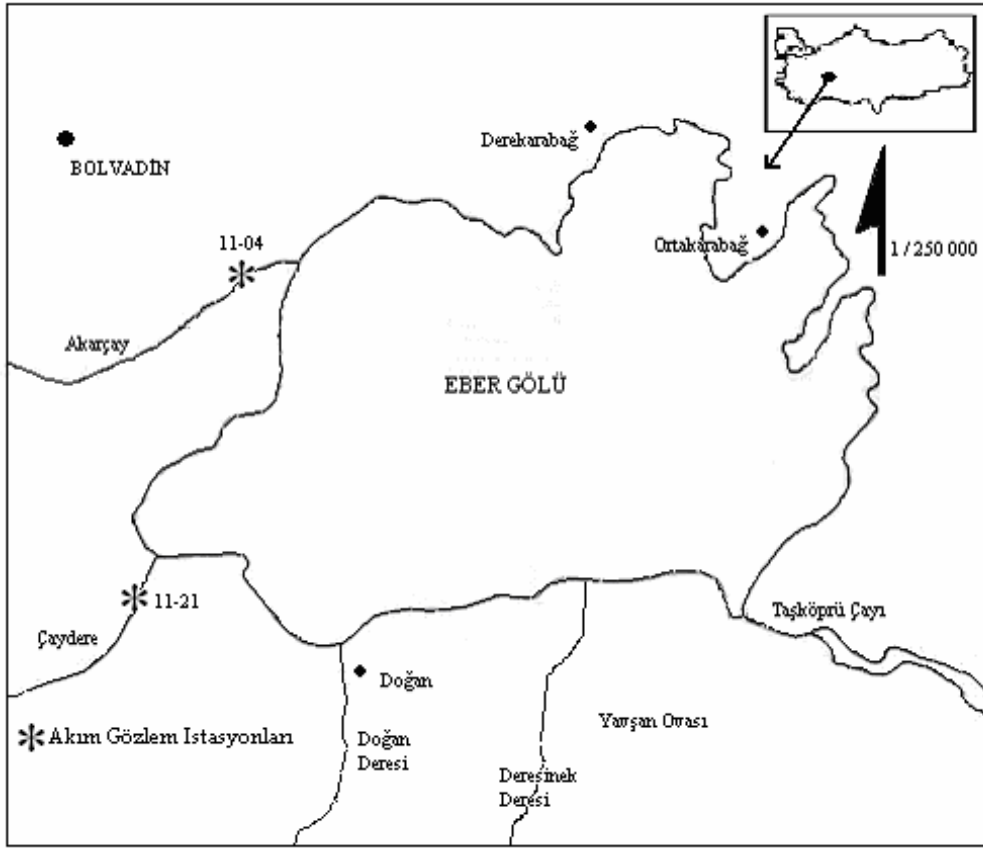
$$\begin{aligned} H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_k = 0 \\ H_1 : \text{en az bir } j \text{ için } \beta_j \neq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$H_0$ 'ın reddedilmesi modeldeki x<sub>1</sub>, x<sub>2</sub>,..., x<sub>n</sub> bağımsız değişkenlerinden en az birinin anlamlı olduğunu göstermektedir. Modelin hesaplanan test istatistiği (Fisher) kritik değerden küçük ise H<sub>0</sub> hipotezi kabul edilmektedir [7].

## 3. UYGULAMA

Uygulama Eber gölünde (Şekil 1) gerçekleştirilmiştir. Eber gölünde hidrolojik ve hidrojeolojik kapsamda 1998 yılında Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 18. Bölge Müdürlüğüne Eber - Akşehir Hidroloji Revize Raporu, 1977 yılında Akarçay Havzası Hidrojeolojik Etüt Raporu ve 1998 - 2002 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜ-UKAM) tarafından "Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Akım Modeli Projesi" başlıklı çalışma yapılmıştır.

Tezcan vd. 2002 tarafından yapılan çalışmada göl ve akarsuların ova alanında yer altı suyu sistemi ile ilişkisinin bulunmadığı ifade edilmektedir. [8]. Bu yüzden çalışmada göl su seviyesine yer altı suyunun etkisi araştırılmamıştır.



Şekil 1. Eber Gölü Gözlem İstasyonları [9]

### 3.1. Eber Gölü Coğrafi Konumu

Eber gölü Afyon iline bağlı Çay, Sultandağı ve Bolvadin ilçeleri arasındadır. Sultandağı eteklerinde yer alan göl denizden 967 m. yükseklikte 12.500 hektarlık alana sahiptir. Tektonik menşeele bir göldür. Gölü besleyen en önemli kaynaklar Afyon vadisinden gelen Akarçay ve Eber yan havzasından gelen Çay deresidir. Emirdağ ve Sultandağı' ndan kışın çoğalıp yazın kuruyan çaylar da gölü besleyen su kaynaklarıdır. Sultandağları'ndan beslenen, ancak ova alanının geçirimsiz birimler ile kaplı olması nedeniyle derine süzölemeyen ve göl içerisinde ya da gölün kıyıya yakın yerlerinden çıkan pınarlar da gölü beslemektedir. Eber Gölü sığ bir göl olup en derin yeri 5 m'yi geçmemektedir. Göl aynası dışında göl tamamen ot, kamyş ve sazlıklarla kaplıdır. Göl çevresinin geçirimsiz malzemeler ile kaplı olması nedeniyle yüzeyde toplanan sular yeraltına süzölememekte ve bu yüzden bataklıklar oluşmaktadır. Göl' ün drenajının olması nedeniyle suyu tatlıdır [8].

### 3.2. Eber Gölü Hidrojeolojisi

Gölün bulunduğu alanda üst seviyeler, özellikle ilk 15-20 m arası (950 m kotunun üstü) çok düşük bir geçirimsizliğe sahiptir. Göl kotunun yaklaşık 100 m altında ise geçirimsizlik görel olarak daha yüksek değerlere sahiptir. Gölün güneyinde Çay - Sultandağı arasında alüvyon yelpazelerinin oluşturduğu yüksek geçirimsiz bir zon bulunmaktadır. Bu zonda yüzeyden itibaren yaklaşık 150 – 200 m kalınlığa sahip çok yüksek geçirimsiz ve verimli bir zon bulunmaktadır. Sultandağı ilçesinin çevresinde 850 m kotunun altına inildikçe geçirimsizliğin azaldığı görölmektedir. 750 m kotunun altında ise geçirimsizlik tekrar yükselmektedir [8].

### 3.3. Kullanılan Veriler

Çalışmada göl suyu seviyesi, yağış, akış ve buharlaşma verileri kullanılmış (Tablo 2) tüm gözlem istasyonları için aylık ortalama değerler hesaplanmıştır (Tablo 3). Eber Gölü'nün fazla suları Eber Akarı olarak adlandırılan doğal bir kanal ile Akşehir Gölü'ne dökülmektedir. Bu kanal bir regülatör ile 1990 yılında kontrol altına alınmıştır. Bu yüzden çalışmada Eber Regülatörünün inşasından sonraki veriler kullanılmıştır. Gölü besleyen en önemli kaynak olan Akarçay-Bolvadin akım gözlem istasyonu verileri 1996 yılına kadar gözlemlendiğinden tüm istasyonları için 1990-1996 yıllarındaki ölçüm verileri kullanılmıştır. Eber gölü buharlaşma değerleri serbest su yüzeyinden meydana gelen buharlaşma olarak ölçülmektedir. Göl yüzeyinde buharlaşma ölçümleri 7 ay süreyle yapılmaktadır. Hidrolojik verilerin (yağış, akış, buharlaşma) analizlerinde aynı gözlem sürelerine sahip olmaları gerektiğinden Kasım-Mart aylarında eksik olan buharlaşma değerleri yakın istasyonlarda hesaplanmış Penman-Monteith değerleri ile tamamlanmıştır. Penman-Monteith yöntemi potansiyel buharlaşma- terleme değerini tüm meteorolojik faktörleri dikkate alarak enerji bütçesi yaklaşımı ile hesapladığı için günümüzde en geçerli yöntem olarak kabul edilmektedir [10]. Eber gölünde Penman-Monteith yöntemi ile yapılan hesaplamalar Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünce elde edilen ortalama değerlerle [11] deneştirilmiş ve uyum belirlenmiştir

Tablo 2. Kullanılan Veriler

| İSTASYON ADI       | VERİ TÜRÜ                | GÖZLEM SÜRESİ (YIL) | GÖZLEM BAŞLANGICI (YIL) | GÖZLEM SONU (YIL) | VERİ ADEDİ |
|--------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------|------------|
| Eber Gölü          | Su seviye (m)            | 7                   | 1990                    | 1996              | 84         |
| Eber Gölü          | Yağış (mm)               | 7                   | 1990                    | 1996              | 84         |
| Akarçay (Bolvadin) | Akım (m <sup>3</sup> /s) | 7                   | 1990                    | 1996              | 84         |
| Çay                | Akım (m <sup>3</sup> /s) | 7                   | 1990                    | 1996              | 84         |
| Eber               | Buharlaşma (mm)          | 7                   | 1990                    | 1996              | 84         |

Tablo 3. 1990-1996 Aylık Ortalama Değerler

| Aylar   | Eber su seviye kotları | Eber Yağış | Eber Buharlaşma | Akarçay Akış | Çay Akış |
|---------|------------------------|------------|-----------------|--------------|----------|
| Ocak    | 965.49                 | 18.10      | 35.57           | 6.76         | 1.19     |
| Şubat   | 965.59                 | 21.70      | 43.42           | 7.57         | 0.84     |
| Mart    | 965.78                 | 29.33      | 66.29           | 11.56        | 1.96     |
| Nisan   | 965.85                 | 36.24      | 83.45           | 10.42        | 5.97     |
| Mayıs   | 965.89                 | 40.84      | 111.11          | 3.78         | 5.44     |
| Haziran | 965.77                 | 25.70      | 140.02          | 1.41         | 1.70     |
| Temmuz  | 965.60                 | 27.40      | 170.57          | 3.82         | 0.60     |
| Ağustos | 965.36                 | 12.04      | 175.53          | 0.24         | 0.34     |
| Eylül   | 965.21                 | 8.44       | 121.53          | 0.33         | 0.30     |
| Ekim    | 965.14                 | 34.60      | 72.07           | 0.36         | 0.34     |
| Kasım   | 965.09                 | 26.06      | 51.16           | 1.14         | 0.58     |
| Aralık  | 965.28                 | 36.81      | 37.93           | 2.91         | 0.93     |

### 3.4. Çoklu Regresyon Analizi

Göl su seviyesinin değişimini etkileyen yağış, akış ve buharlaşma verileri kullanılmış, bu üç değişkenin göl su seviyesi ile bağımlılığı ve bağımlılığın yönü araştırılmıştır. Regresyon analizi için SPSS 11.5 paket programı kullanılmıştır.

Tablo 4. Eber Gölü Çoklu Regresyon Analiz Sonuçları

| DEĞİŞKEN  | İSTASYON ADI       | B                      | $\sigma$ | $\beta$                     | T TESTİ | P         | KORELASYON |           |
|-----------|--------------------|------------------------|----------|-----------------------------|---------|-----------|------------|-----------|
|           |                    |                        |          |                             |         |           | İkili (r)  | Kısmi (r) |
| a         | Göl su seviye kotu | 964,89                 | 0,225    |                             | 4285,69 | 0,000     |            |           |
| b         | Göl yağış          | 0,003                  | 0,006    | 0,102                       | 0,462   | 0,658     | 0,368      | 0,172     |
| c         | Göl buharlaşma     | 0,003                  | 0,001    | 0,481                       | 2,432   | 0,045     | 0,189      | 0,677     |
| d         | Akarçay akış       | 0,045                  | 0,015    | 0,626                       | 2,897   | 0,023     | 0,652      | 0,738     |
| e         | Çay akış           | 0,055                  | 0,036    | 0,377                       | 1,525   | 0,171     | 0,744      | 0,499     |
| R = 0,904 |                    | R <sup>2</sup> = 0.817 |          | F <sub>(3,26)</sub> = 7,822 |         | p = 0,010 |            |           |

a: bağımlı değişken, b,c,d,e: bağımsız değişkenler, B: standardize edilmemiş regresyon katsayısı,  $\sigma$ : standart hata,  $\beta$ : standardize edilmiş regresyon katsayısı, p: anlamlılık düzeyi, r: korelasyon katsayısı, R<sup>2</sup>: determinasyon katsayısı.

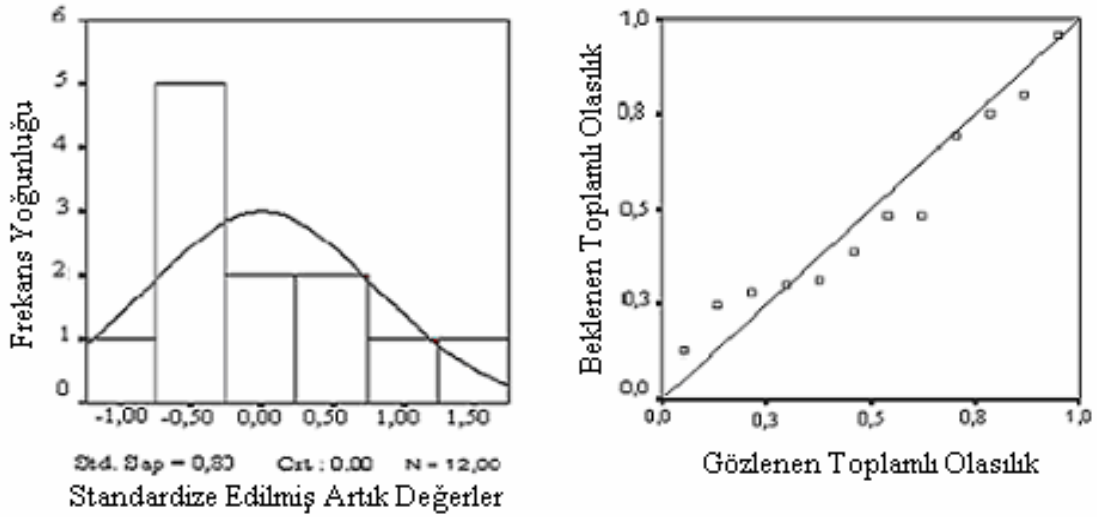
Bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ikili ve kısmi korelasyonlar incelendiğinde;

- Eber gölü su seviye kotu ile Eber gölü yağış arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişkinin ( $r = 0,368$ ) olduğu, ancak diğer değişkenler kontrol edildiğinde iki değişken arasındaki korelasyonun pozitif ve düşük düzeyde ( $r = 0,172$ ) olduğu görülmektedir.
- Eber gölü su seviye kotu ile Eber gölü buharlaşma arasında pozitif ve düşük düzeyde bir ilişkinin ( $r = 0,189$ ) olduğu, ancak diğer değişkenler kontrol edildiğinde iki değişken arasındaki korelasyonun pozitif ve orta düzeyde ( $r = 0,677$ ) olduğu görülmektedir.
- Eber gölü su seviye kotu ile Akarçay (Bolvadin) akış arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişkinin ( $r = 0,652$ ) olduğu, ancak diğer değişkenler kontrol edildiğinde iki değişken arasındaki korelasyonun pozitif ve yüksek düzeyde ( $r = 0,738$ ) olduğu görülmektedir.
- Eber gölü su seviye kotu ile Çay akış arasında pozitif ve yüksek düzeyde bir ilişkinin ( $r = 0,744$ ) olduğu, ancak diğer değişkenler kontrol edildiğinde iki değişken arasındaki korelasyonun pozitif ve orta düzeyde ( $r = 0,499$ ) olduğu görülmektedir.
- Eber gölü yağış-Eber gölü buharlaşma-Akarçay (Bolvadin) akış ve Çay akış değişkenleri birlikte Eber gölü su seviyesi ile yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermektedir (R=0,904, R<sup>2</sup>= 0,817, p<0,01). Adı geçen dört değişken birlikte Eber gölü su seviyesindeki toplam varyansın yaklaşık % 81' ini açıklamaktadır.

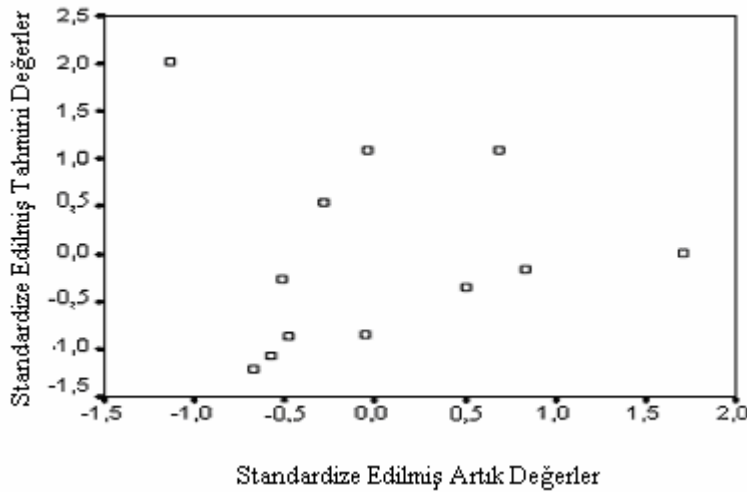
- Standardize edilmiş regresyon katsayısına ( $\beta$ ) göre, bağımsız değişkenlerin Eber gölü su seviye değişimi üzerindeki görelî önem sırası; Akarçay (Bolvadin) akış, Eber gölü buharlaşma, Çay akış ve Eber gölü yağıştır.
- Regresyon katsayılarının anlamlılığına ilişkin t-testi sonuçları incelendiğinde ise Akarçay (Bolvadin) akış ve Eber gölü buharlaşma değişkenlerinin Eber gölü su seviye değişimi üzerinde önemli anlamlı bir yordayıcı olduğu görülmektedir.
- Regresyon analizi sonuçlarına göre Eber gölü su seviye değişiminin yordanmasına ilişkin regresyon eşitliği (matematiksel model) şu şekildedir;

$$GSS = 964,897 + 0,003 Y + 0,003 B + 0,045 ABA + 0,055 ÇA$$

Burada; GSS: Göl su seviyesi, Y: Yağış, B: Buharlaşma, ABA: Akarçay (Bolvadin) akış, ÇA: Çay akışıdır.

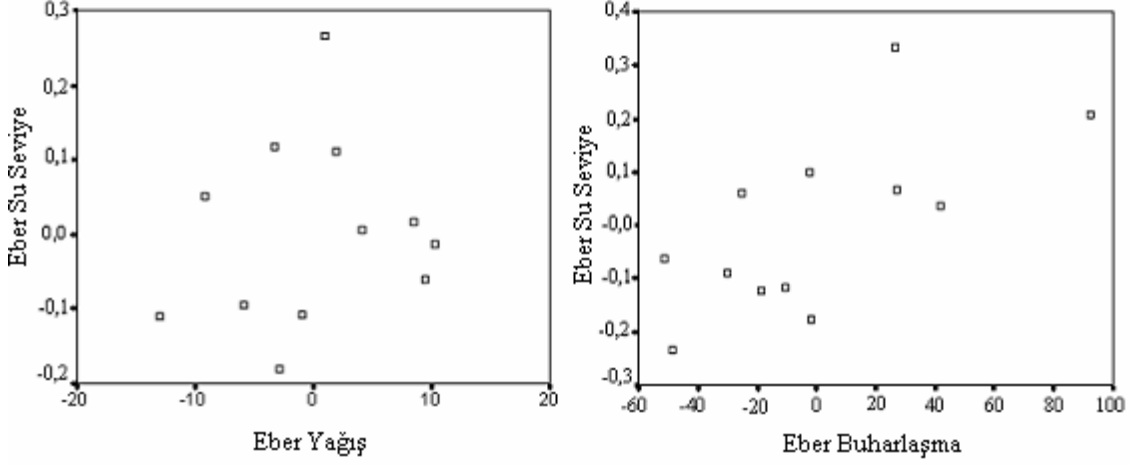


Şekil 2. Standardize Edilmiş Bağımlı Değişken Eber Su Seviye Kotları İçin Oluşturulan Histogram ve Normal Dağılım Grafiği

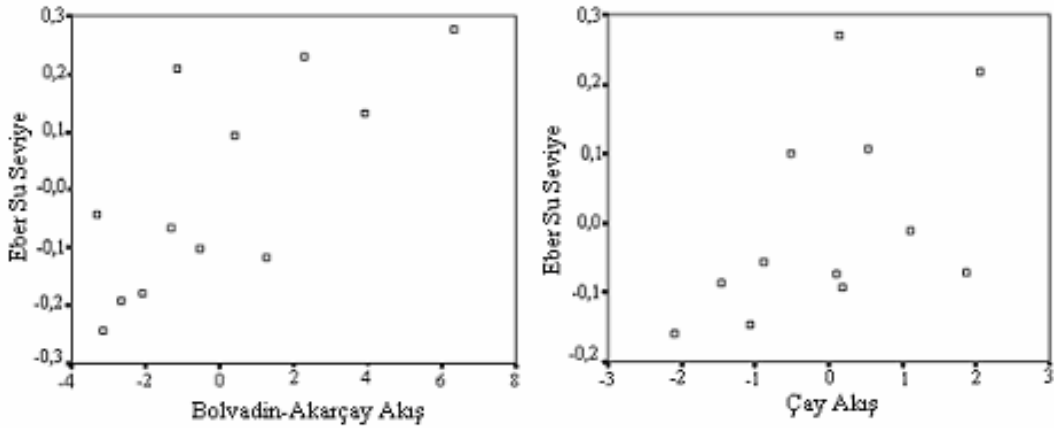


Şekil 3. Eber Su Seviye İçin Serpilme Diyagramı

Şekil 2-3 de verilen grafikler incelendiğinde standardize edilmiş artık değerler ile standardize edilmiş yordanan değerler için oluşturulan saçılma diyagramının doğrusal bir ilişkiyi tanımladığı, noktaların bir eksen etrafında toplanma eğilimi olduğu söylenebilir. Standardize edilmiş yordanan değerler için oluşturulan histogram ve normal dağılım eğrilerinin de normale yaklaşık bir dağılım gösterdiği ileri sürülebilir.



Şekil 4. Eber Su Seviye, Eber Yağış ve Eber Buharlaşma İçin Serpilme Diyagramı



Şekil 5. Eber Su Seviye, Bolvadin-Akarçay Akış ve Çay Akış İçin Serpilme Diyagramı

Şekil 4-5 de verilen grafikler incelendiğinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenle verdikleri kısmi ilişkileri temel alan saçılma diyagramlarından, Eber su seviye ile Eber yağış arasında sıfıra yakın bir ilişki olduğu; Eber su seviye ile buharlaşma ve akış değişkenleri arasında doğrusal ve pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir.

#### 4. SONUÇ

Göl su seviyesinin değişiminde etken olan yağış yüzeysel akış ve buharlaşmanın göl su seviyesine yaptıkları etkiler uygulanan yöntemlerle belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulama Eber gölü ve çevresinde bulunan Eber gölü su seviye kotları, yağış, akış ve buharlaşma gözlem değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve çok değişkenli regresyon analiziyle model oluşturulmuştur.

Yapılan analizler sonucunda Eber gölü yağış-Eber gölü buharlaşma-Akarçay (Bolvadin) akış ve Çay akış değişkenleri birlikte Eber gölü su seviyesi değişimine yüksek düzeyde ve anlamlı bir ilişki vermiştir. Gölü besleyen en önemli kaynağın pozitif ve yüksek düzeyde ilişki veren ( $r = 0,744$ ) Çay akış istasyonunun



olduğu görülmüştür. Adı geçen dört değişken birlikte Eber gölü su seviyesindeki toplam varyansın yaklaşık % 81' ini açıklamaktadır. % 19' luk varyansın ise eğimin 80 dereceye kadar yükseldiği Eber gölünün kuzeyinde bulunan Emirdağ ve Sultandağı'ndan kışın çoğalıp yazın kuruyan çaylar ve yüzeysel akış ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Pegram, G. G. S., James, W., Multilag Multivariate, Autoregressive Model for the Generation of Operational Hydrology, *Water Resources Research*, 8, 1074-1076, (1972).
2. Erkek, C., Ağalioğlu N., *Su Kaynakları Mühendisliği*, Dördüncü baskı, Beta Basım, İstanbul, (2002).
3. Bayazıt, M, Ogün, B., *Mühendisler İçin İstatistik*, İkinci Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul, (1994).
4. Ünver, Ö., Gamgam, H., *Uygulamalı İstatistik Yöntemler*, Üçüncü Basım, Siyasal Kitabevi, Ankara, (1999).
5. Sieber, A., Uhlenbrook, S., Sensitivity analyses of a distributed catchment model to verify the model structure, *Journal of Hydrology*, 310, 216-235, (2005).
6. Alabo, K.B., *İstatistik Analiz Metotları*. Çağlayan Kitabevi, İstanbul, (1998).
7. Hines, W.W., Montgomery, D.C., *Probability and Statistics In Engineering and Management Science*, Third Edition, John Wiley and Sons, Singapore, (1990).
8. Tezcan, L., Meriç, T., Doğdu, N., Akan, B., Atilla, Ö., Kurttaş, T., Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı suyu Akım Modeli Final Raporu, Hacettepe Üniversitesi UKAM, Ankara, (2002).
9. Ulusay, R., Aydan, Ö., Erken, Ayfer., Tuncay, Ergun., Kumsar, Halil., Kaya, Zülküf., An overview of geotechnical aspects of the Çay-Eber (Turkey) earthquake, *Engineering Geology*, 73, 51–70, (2004).
10. Allen, R.G., Pereira., L.S., Raes, D., Smith, M., *FAO-56:Crop Evapotranspiration, Guidelines for computing crop water requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper No 56, Rome, 326 s. (1998).
11. Dalgün, N., Penman formülüyle potansiyel evapotranspirasyon değerlerinin bulunması ve Türkiye'deki dağılımları, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Zirai Meteoroloji ve İklim Rasatları Dairesi Başkanlığı, Ankara, 26 s. (1988).