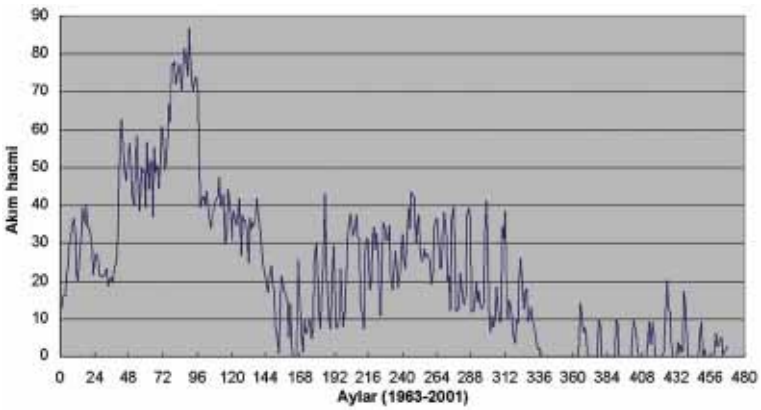
ISPARTA İLİNDEKİ BAZI DERELERİN AKIŞ VERİLERİNİN BAZI İSTATİSTİKSEL ÖZELLİKLERİ

Veysel GÜLDAL (*), Canan TÜRKER(**), Göksel TÜRK (***)

1. GİRİŞ

Suyun yaşam için önemi tartışılmaz, dahası, su demek, yaşam demektir. Üstelik, nüfus ve kişi başına su tüketimindeki artışlarla, kullanılabilir suyun önemi gitgide artmaktadır. Önümüzdeki yıllarda, petrol savaşlarının yerini "su savaşları" alacağı yönünde öngörülerde bile bulunulmuştur. Dolayısıyla da kullanılabilir su kaynaklarımıza ilişkin çalışmalar daha bir önem kazanmış bulunmaktadır.



Çizim 1 - Göl Ayağından Boşalım Zaman Serisi

Ülkemizin ikinci büyük tatlı su gölü Isparta ilinde yer alan Eğirdir gölüdür. Bu gölün eskiden 517 km² olan alanı (İzbırak, 1947/1990), şimdilerde 480 km²'ye inmiş (DSİ, 2002), başka deyişle, göl aynası %8 dolayında bir küçülmeye uğramıştır. Bu küçülme, 1972'lerde göl ayağında, (diğer bir deyişle, Eğirdir Gölünü Kovada Gölüne bağlayan ve buradan da Aksu üzerinden Akdeniz'e boşalımını sağlayan doğal su çıkış kanalında) yapılan kanal düzleme ve derinleştirme çalışması sonucu ortaya çıkan "aşırı" su boşalmasının sonucu olarak görünmektedir (Çizim 1). Nitekim, gölün su seviyesinin, eski yılların (70 öncesinin) seviyesinden yaklaşık 2 -2,5 m düşük olduğu kolayca gözlemlenen bir olgudur.

Bu çalışmada, suları Eğirdir Gölüne dökülen 4 akarsu ile göl suyunu boşaltan göl ayağından başka Isparta ilindeki diğer 4 akarsuyun aylık akış değerlerinin istatistiksel özellikleri incelenmiştir.

2. VERİLER

Eğirdir gölü havzasında, 1963'ten bu yana çeşitli ölçüm istasyonlarında, değişik süreler için akış gözlemleri yapıldığı bilinmektedir. Belki, daha eski yıllara ilişkin veriler de vardır, ama bu konuda henüz bir bilgi elde edemedik.

Ölçümlerin başlangıç yılları aynı olmadığı gibi, 1991'de ölçüm başlatılan Yanıkköy (Başak Deresi) dışında, bazı yıllarda ölçüm yapılmadığı ya da yılın belli dönemlerinde ölçüm yapılmadığı için bütün veriler kesikli zaman serisi durumundadır (Çizelge 1). Ancak, verilerinin istasyon ve ölçüm zaman ilişkisini göstermenin iyi bir yolu, "Veri Bulduru Çizelgesi (VBÇ)" düzenlemektir (Güldal, Barut ve Türk, 2002). Bu çalışmada kullanılan DSİ'nin ölçümlerine dayalı akış verilerinin VBÇ'si Çizim 2 olarak sunulmuştur. Günlük eşel okumasına dayalı bu akış değerleri, "bin m³" birimiyle ölçülen aylık toplam akım değerleridir.

3. YÖNTEM

3.1. Kavramsal Açıklama

Eskiden zahmetli bir iş olan istatistiksel değerlendirmeler, günümüzde, bilgisayar yardımıyla kolayca yapılabilmektedir. Matematiksel istatistik kitaplarından aktarılan formüllerin somut durumdaki anlamı ise, çoğu kez, uygulamacılarca yeterince kavranamamaktadır. Bu yüzden, akış verilerin istatistiksel değerlendirmesine geçmeden önce, kullanılacak istatistiksel göstergelerin -akarsuların özelliklerini tanımlama bağlamında- kavramsal bir açıklamasını sunmak yerinde olacaktır.

(*) Yrd. Doç. Dr., (**) İnş. Y. Müh.,
Süleyman Demirel Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta
(***) Ziraat Y. Müh

Çizelge 1 - Akım Ölçüm İstasyonları

İstasyon No	İstasyonun Adı	Akarsuyun Adı	Gözlem Periyodu	Gözlem Süresi	Drenaj Alanı (km^2)	Ort. Akış (hm^3)
09-016	Kovada Gölü	Göl ayağı	1963-1990 1993-2001	37	3728.0	279.26
09-042	Ağlasun	Ağlasun Çayı	1967-1978 1991-2001	23	48.7	18.46
09-057	Gökçeali	Hoyran Deresi	1973-1978 1997-2001	11	185.0	9.97
09-060	Eğirdir Gölü-Giriş	Çaydere	1974-1986 1997-2001	18	111.2	47.38
09-073	Senirkent Köprüsü	Üyüllü	1974-1986 1997-2001	15	291.0	12.84
09-075	Gelendost Avşar Köp.	Gelendost Deresi	1973-1990 1997-2001	23	988.96	61.37
09-086	Belence	Aksu Deresi	1987-1994 1996-2001	14	349.0	146.34
09-088	Sütçüler	Değirmen Dere 1	1987 1991-2001	12	131.0	57.70
09-089	Selimler	Değirmen Dere 2	1987-1989 1992-2001	13	314.0	222.90
09-100	Yanıkköy	Başak Deresi	1991-2001	11	223.0	119.93

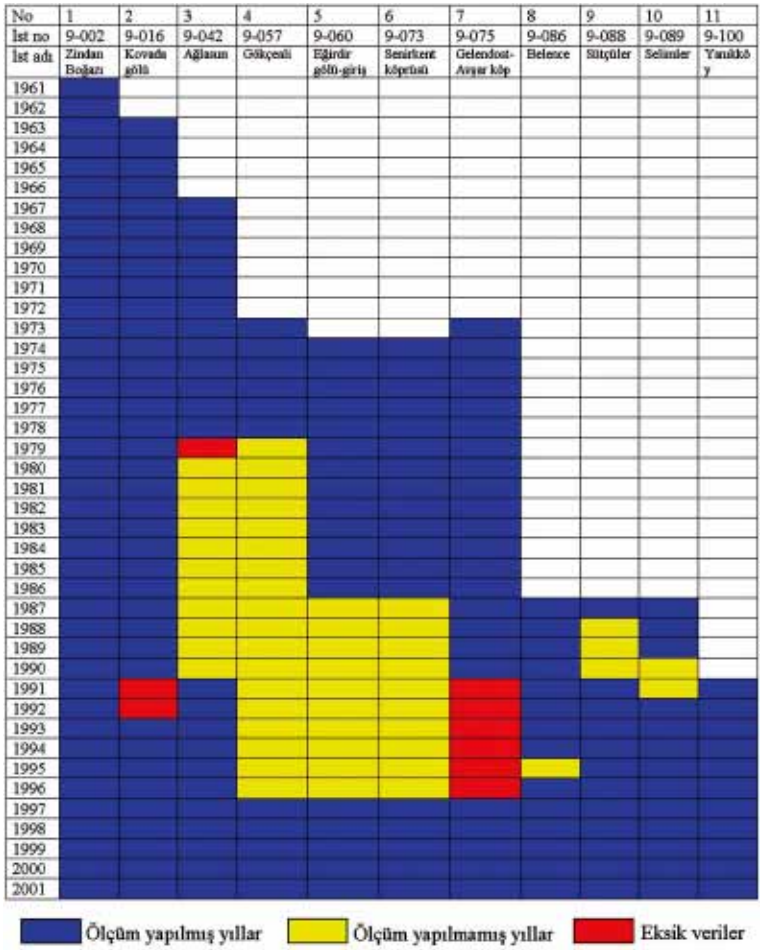
Akarsuların, derelerin suları sürekli azalıp çoğalmakta ise de, yine de bir derenin akış büyüklüğünü öbür derelerinkiyle karşılaştırabilir, "bu dere öbüründen daha gür akıyor" türü yargılara ulaşabiliriz. Bu uslamlamayı yaparken, değişen akış değerlerinin yerine tek bir "ana değer" kullanmaktayız. Bu, şu düşünceye dayanır: Gerçi diğer değerler, bu ana değerin iki yanında yer almaktadır, ama bu ana değer, büyük ölçüde, onların anlattığını dile getirebilmektedir. Başka deyişle, bu ana değer akış verilerinin yığılma noktası olarak, akış gürlüğünü gösteren bir değer olarak düşünülmektedir. İstatistikte kullanılan çok çeşitli ana değer göstergeleri vardır ve bunlara aşağıda değinilecektir (Bak. 3.2.1).

Akarsuları tanımlarken, akışın ana değeri gerekli ise de yeterli değildir. Çünkü, akış büyüklüğü aynı sayılabilen iki akarsuyun akış düzeni (=flow regime) birbirinden çok başka olabilir. Birisi hem kurur, hem de büyük taşkınlar yaparken, öbürü oldukça düzgün bir akış sergiler, alçalıp kabarması sınırlı kalabilir. Dolayısıyla da, akış büyüklüğü göstergesi yanında akış değerlerindeki bu akış dalgalanmalarını gösteren ölçüler de gereklidir. Buna ilişkin istatistiksel göstergeler de aşağıda açıklanacaktır (Bak. 3.2.2).

Dahası, değişkenlik sınırı aynı olsa bile, bir akarsuda çok görülen akış değerleri öbüründe az ya da bunun tersi olabilir. Dolayısıyla da, çoklukla görülen akış değerleri ile, seyrek görülen akış değerleri başka başka olan akarsuları da ayrıt etmek gerekir. Kuşkusuz, bu konudaki göstergeler de, bir akarsuyun tanımlamak açısından yararlı bilgiler sağlayacaktır. Bu konudaki istatistiksel göstergelere de aşağıda değinilecektir (Bak. 3.2.3 ve 3.2.4).

3.2. İstatistik Bilimi Açısından Açıklama

İstatistik biliminin terimlerini kullanırsak, akış verileri bir olasılık değişkeni (=random variable) olarak düşünülebilir. Birden çok değer alabilen



Çizim 2 - Veri Bulduru Çizelgesi

matematiksel göstergeye değişken (=variable) denir. Eğer bir değişkenin her bir değerine bir olasılık değeri (=probability value) bağlarsak, bu değişken artık bir olasılık değişkeni olur. Başka değişle, olasılık değişkeni, biri değerler'i, öbürü olasılıklar'ı içeren iki kümeyi eşleyerek tanımlanır. Değişkenin alabileceği değerler ile her bir değere bağlanan olasılığı gösteren bağıntıya ise olasılık dağılım ilişkisi -ODİ (=probability distribution function) ya da olasılık yoğunluk eğrisi -OYE (=probability density function) denir. Bu ilişkiyi gösteren eğri bakışık (= symetric) ise, dağılım bakışıktır denir, bakışık değilse çarpık (= asymmetric) denir. Çarpıklık türü, eğrinin tepe noktasının bulunduğu yanın tersine göre (ya da uzun kuyruğunun olduğu yana göre) adlandırılarak, sağa çarpık / sola çarpık denmektedir.

3.2.1. Ana Değer Göstergeleri

Bir olasılık dağılımının değerlerinin yığılma noktası için çeşitli ölçüler kullanılmaktadır. Bunlara ana değer göstergeleri (=measure of central tendency) denir. En önemli ana değer göstergeleri şunlardır:

a) Ortay (=Midrange)

Olasılık değişkeninin iki uç değerinin, başka deyişle en küçük (=minimum) ile en büyük (=maximum) değerlerin, tam ortası olarak tanımlanan (Crow, Davis ve Maxfield, 1960) bu değer, kimi durumlarda iyi bir gösterge olabilir. Özellikle, dağılım ilişkisini gösteren eğri bakışık ise ortay, diğer göstergelere yakın değer alan ve kolay hesaplanan bir göstergedir. Dağılım çarpık ise, ortay iyi bir gösterge olmaz, çünkü değerlerin çoğundan uzakta kalır.

ORTAY = En küçük + (En büyük - En küçük) / 2

= (En küçük + En büyük) / 2

b) Ortanca (= Median)

Değerleri boy sırasına dizip en ortadakini, ana değer saymak da bir yoldur. Bu göstergeye ortanca denir. Açıktır ki olasılık değişkeninin alabileceği değerlerin yarısı ortancadan küçük, yarısı ise büyüktür (Feller, W., 1957; Spiegel, M. R., 1961). Örneğin 101 değer varsa, 51. sıradaki değer ortancayı verir çünkü değerlerin 50'si ortancanın altında, diğer 50'si ise üstünde yer alır. Ortay'ın tersine, ortanca, dağılımın çarpıklığından etkilenmez. Dolayısıyla da, çarpık dağılımlı veriler için iyi bir ana değer göstergesidir. Örneğin, gelir dağılımı için ortanca iyi bir gösterge sağlar, çünkü zengin kesimin gelirin artmasından etkilenmez. Kuşkusuz, eğer eldeki mühendisli sorunu açısından, birkaç büyük taşkının etkisiyle artmayan bir akış ölçüsü gerekiyorsa, ortanca iyi bir göstergedir.

ORTANCA = [(n + 1) / 2] ninci sıradaki değişkenin değeri

(Eğer sıra değeri tam sayı-değilse-başka deyişle, veri sayısı çift ise-hesaplanan kesirli değerin altında ve üstündeki sırada yer alan değişken değerlerinin ortalaması kullanılır).

c) Ortalama (=Aritmetic Mean)

Kimi durumlarda, büyüklerin artığıyla küçüklerin eksiğini kapatarak, her bir değeri eşit yapmak iyi bir yol sayılabilir. Böylelikle, bütün değerlerin etkisinin ana göstergeye yansıtılması sağlanır. Aritmetik ortalama böyle bir göstergedir ve:

ORTALAMA = Değerler toplamı / Toplanan değer sayısı

olarak tanımlanır. Aritmetik ortalama, taşıdığı kuramsal özellikler yüzünden, istatistikte "beklenen değer (=expected value)" ya da "beklenti (=expectation)" diye de bilinir. Buna birinci moment de denir, çünkü bir olasılık değişkenin değerini "kuvvet kolu", bu değere bağlı olasılığı ise "yük" olarak düşünüp, moment hesabı yapmakla, aritmetik ortalamayı hesaplamak özdeştir. Nitekim, moment formülü ile, aritmetik ortalama formülünü karşılaştırmakla bunu kolayca görebiliriz. Kısacası, aritmetik ortalama, olasılık yüklerinin "ağırlık merkezi"ne denk düşer (Bayazıt ve Oğuz,1998). Ortalama, kimi mühendislik sorunları için yararlı bir göstergedir. Örneğin, bir dereden yılda akan su hacmini, gün sayısına (365'e) bölerek günlük ortalama akış değerini bulursak, "her günkü akış aynı olsa idi, akış değeri ne olurdu?" sorusunun yanıtını bulmuş oluruz. Bir ay içinde, az akışın eksiğini çok akışın artığı aşağı yukarı dengeleyeceği durumda, bu günlük ortalamanın 30 katı bir depo hacmi olan seddenin, bir aylık akışı biriktireceğini düşünmek oldukça gerçekçidir.

d) Doruk (=Mode)

En sık görülen değer (Crow, Davis ve Maxfield, 1960; Spiegel, M. R., 1961) de, bir anlamda, iyi bir ana gösterge sayılır. Örneğin Bu değer, dağılım eğrisinin tepe noktasına denk düşen değer olduğu için, "doruk" adı verilmiştir. En sık gözlemlenen akış değerini bilmenin, pek çok durumda yararlı olacağı açıktır.

3.2.2. Değişkenlik Göstergeleri

Ana değer göstergesi aynı olan iki dağılım birbirinin aynı olmayabilir. Dağılım eğrisi olarak bir ikiz kenar üçgen düşünelim. Tepe noktasının izdüşümü olan değer (ki doruk değerini verir) bu dağılımın bir ana değer göstergesidir. Dahası, diğer ana göstergeler de aynı noktada toplanır, çünkü, bu durumda ORTAY (ki kenar ortay noktasıdır), ORTANCA (ki üçgeni iki eşit alana bölen dikin geçtiği yerdir) ve Aritmetik ORTALAMA (ki üçgeni dengeleyen ağırlık merkezine konan desteğin bulunduğu yerdir) aynı noktadadır.

Kuşkusuz, bu ikizkenar üçgenin taban uzunluğunu değiştirmek bu ana gösterge noktasında bir değişme yapmaz. Oysa, değişkenin alabildiği değerlerde önemli başkalıklar ortaya çıkar. Bu yüzden, ana değer

göstergesine ek olarak, değişkenlik göstergeleri de olmalıdır ki dağılım konusunda daha iyi bilgimiz olsun. Bu konudaki önemli istatistiksel göstergeler şunlardır:

a) Aralık (=Range): Uç değerler arasındaki uzaklıktır (Crow, Davis ve Maxfield, 1960; Spiegel, M. R., 1961). Bütün diğer değerler iki uç değerin (en küçük ve en büyük değerin) arasında yer aldığına göre, değişkenlik arttıkça, aralık değeri de büyüyecektir.

b) Alt aralıklar: Uç değerlerin sayısı, başka deyişle, görülme olasılığı çok düşüktür. Dolayısıyla, değerlerin değişme bölgesini belirlemek üzere başka sınır değerler de seçilebilir. Örneğin, gözlenme olasılığı %10'dan az olan değeri alt sınır, %90'dan çok olan (diğer deyişle görülmeme olasılığı %10'dan az olan) değeri üst sınır alırsak 10-90 Yüzdelikler Aralığı (=10-90 Percentil range) elde edilir. Başka alt ve üst sınırlar kullanılarak başka alt-aralıklar tanımlanabilir. Bunun bazı örneklerini Spiegel (1961) vermektedir.

c) Sapmalar: Değişkenliği belirlemenin yolu, ana değer göstergesinden diğer değerlerin ne uzaklıkta olduğuna bakmaktır. Açıktır ki, değişkenlik arttıkça bu uzaklık da büyüyecektir. Aritmetik ortalama ile diğer bir değer arasındaki uzaklığa, o değerin sapma' sı (=deviation) denir. Bu sapmaların toplamına dayalı bir değişkenlik göstergesi yapmak istersek, başarısız oluruz çünkü bu toplam sıfıra eşittir. Bir çözüm, sapmaların mutlak değerlerini toplayıp, toplanan sapma sayısına bölmektir. Buna mutlak sapma (=absolute deviation) denmektedir. Bir başka çözüm, sapmaların kareleri toplamını kullanmaktır, ki bu toplamı toplanan bağımsız değişebilen sapmaların sayısına, (n - 1)'e, bölersek değişkenlik (=variance) denen göstergeyi elde ederiz. Bu, ortalama değerden geçen eksene göre, ODİ ile x ekseni (değerler ekseni) arasındaki alanın eylemsizlik momenti'ne eşittir (Bayazıt ve Oğuz,1998). Değişkenliğin karekökü ise sapma ölçeği ya da standard sapma - SS (=standard deviation) denen göstergedir (Crow, Davis ve Maxfield, 1960; Spiegel, M. R., 1961). Sapmayı, ortalama akışın yüzdesi olarak bilmek de yararlı olacağı için, SS'nın ortalamaya oranı alınır. Bu göstergeye, değişim katsayısı (= coefficient of variation) deniyor (Bayazıt ve Oğuz,1998) ise de, görece sapma daha doğru bir terim olur. Kuşkusuz, aritmetik ortalama yerine ortanca'dan sapmaları kullanarak da benzeri ölçüler geliştirilebilir.

3.2.3. Çebiçev Kuralı

Taşıdığı bazı matematiksel özellikler nedeniyle, SS önemli bir göstergedir. Rus bilgini Çebiçev'in kanıtladığı şu kural, bütün ODİ'leri için geçerlidir (Gnedenko ve Khinchin, 1962). Başka deyişle, olasılık dağılım eğrisinin biçiminden bağımsızdır. Örnek seçimi eş olasılıkla yapılırsa, gözlenen değerin ortalamadan belli bir sapma göstermesi olasılığının alt sınırını veren Çebiçev kuralı şöyledir:

Gözlenen değerin ortalamadan sapmasının SS'nin k katından büyük olması olasılığı $1/k^2$'den daha azdır. Bu kural, ODİ'nin biçimi ne olursa olsun geçerlidir.

Örneğin, Çebiçev kuralına göre, SS'nın 3 katından büyük bir sapma (artı ya da eksi) gözlemleme olasılığı 1/9'dan azdır, 5 katından büyük sapma olasılığı ise 1/50'den azdır. Dolayısıyla, yalnızca ortalama ve SS değerlerini bilirsek "50 yıllık taşkın" denen akış büyüklüğünden az olmayan akış değerini kolayca hesaplayabiliriz.

Kuşkusuz, ODİ'nin biçimi biliniyorsa, bu olasılık çok daha iyi belirlenebilir. Nitekim, eğer ODİ, çan eğrisi denen Gausscıl (Gaussian) dağılım eğrisi ise, SS'nın 3 katından büyük bir sapma görme olasılığı yok gibidir (Tam olasılık değeri 0.0026'dır, Çebiçev alt sınırı ise 0.1111).

Bu olasılık, iki yönde (artı ya da eksi) sapmalar içindir; tek yönde (örneğin yalnız artı) sapma için, bunun yarısı alınır. Ortalamadan 3 SS büyük bir değer gözlemleme olasılığı, Çebiçev kuralına göre 1/18, ve eğer ODİ Gausscıl ise 0.0013 olmaktadır.

Görülüyor ki, bir akarsuyun ortalama akışı ile SS değerini bilmek bile, önemli bilgiler sağlamaktadır. Örneğin, ortalama akışı 15 bin m^3 ve SS değeri 3 bin m^3 ise, bu durumda ortalamanın iki katı (30 bin m^3) akış olasılığı, Çebiçev kuralına göre 1/50'den azdır. Gausscıl dağılım için 1/50 olasılığı taşıyan akış büyüklüğü daha da küçük olup, Çebiçev kuralıyla bulunan değerin 2/3'ü kadardır (tam değer 21,18 bin m^3). Demek ki, akışların ODİ'sini bilirsek, Çebiçev kuralıyla bulduğumuzdan çok daha küçük bir "50 yıllık taşkın" değerine göre sel kapanı tasarlayabiliriz.

3.2.4. ODİ'nin Biçimine İlişkin Göstergeler

Çan biçimli Gausscıl dağılım eğrisi, matematik açıdan bazı istenir özellikler taşıdığı için, genelde örnek tutulan bir dağılım ilişkisidir. Gausscıl dağılımda, ana değer göstergeleri (ortay, ortanca, ortalama ve doruk) aynı değeri taşır ve diğer değerlerin olasılığı da, iki yanda bakışık olarak yer alır.

Oysa, pek çok hidrolojik verinin dağılımı bakışık değil sağa çarpıktır. Çünkü, birkaç büyük taşkın sonucu, akış ortalaması yükseleceği için, akış değerlerinin çoğu ortalamanın altında olacaktır. Sağa çarpık bir dağılımda, ana değer göstergeleri, küçükten büyüğe doğru şöyle sıralanır: Doruk, Ortanca, Ortalama, Ortay. Sola çarpık dağılımda, sıralama tersinedir.

Spiegel (1961), çarpık dağılımlar için çoklukla şu bağıntının geçerli olduğunu söylemektedir:

Doruk = Ortalama - 3(Ortalama - Ortanca)

Bakışık dağılımda, ortanca ile ortalama çakışır. Dağılım çarpıklaştıkça, ortanca ile ortalama giderek birbirinden ayrılır. Dolayısıyla da ikisi arasındaki açıklık bir çarpıklık göstergesidir. Örneğin Spiegel (1961) şu göstergeyi vermektedir:

Çarpıklık = (Ortalama - Ortanca) / SS.

Dağılım bakışık ise, sapmaların küplerinin toplamı sıfır olacaktır. Sağa çarpık (ortalamanın altındaki değerlerin olasılığı üstündekilerden daha çok, dolayısıyla eksi sapmalar, sayıca çok ama değer olarak küçük) ise, bu toplam sıfırdan büyük olur. Sola çarpık durumda ise bunun tersinedir. Öyleyse, sapmaların küpleri toplamına dayalı çarpıklık göstergeleri geliştirilebilir. Nitekim, çarpıklık katsayısı, Ç.K. (=Skewness) şöyle tanımlanır:

$$\text{Ç.K.} = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_i \left(\frac{x_i - \bar{x}}{SS} \right)^3$$

Örnek tutulan Gausscıl dağılım eğrisinin belirli bir biçimi vardır. Bu eğriden daha basık ya da daha sivri dağılım eğrileri de olabilir. Bu özelliği ölçmek için, SS'nın katı olarak ölçülen sapma değerlerinin 4.üncü kuvvetine dayalı basıklık katsayısı,B.K., kullanılır:

$$\text{B.K.} = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left(\frac{x_i - \bar{x}}{SS} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$

Burada, örnek büyüklüğü olan n değeriyle tanımlanmış olan 2.inci terim, dağılım Gausscıl ise elde edilecek değerdir. Dolayısıyla da, Gausscıl dağılımım basıklık katsayısı sıfır olmaktadır. Sivri dağılımlarda, bu katsayı artı, basık dağılımlarda ise eksi olmaktadır.

4. BULGULAR

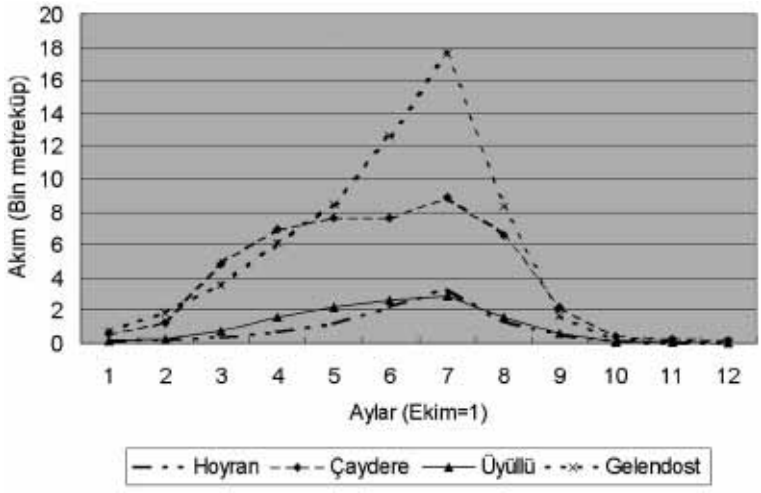
Toplanan akış verileri, bilgisayar ortamına aktarılarak, SPSS programı yardımıyla, bu akışların ana değerleri, değişkenlikleri ve dağılımlarının biçimlerine ilişkin bazı istatistiksel göstergeler hesaplanmıştır.

Çizelge 2'de, "göl ayağı"ndan aylık boşalım ile, diğer 9 derenin aylık akışları için hesaplanan 3 ayrı ana değer göstergesine - Ortalama, Ortanca ve Ortay- ilişkin sonuçlar sunulmuştur. Bu sonuçlar, aynı yağış bölgesinde bulunan akarsuların benzer akış düzeni gösterdiğini ortaya koymaktadır. Örneğin, Eğirdir gölüne akan 4 derenin akış düzeni, Ekim'den Nisan'a dek düzenli olarak yükselip, Nisan'dan sonra da düzenli bir düşüş göstermektedir (Çizim 3). Oysa, Akdeniz yağış düzeninden daha çok etkilenen Sütçüler yöresindeki akarsuların akış düzeni ise daha dalgalıdır.

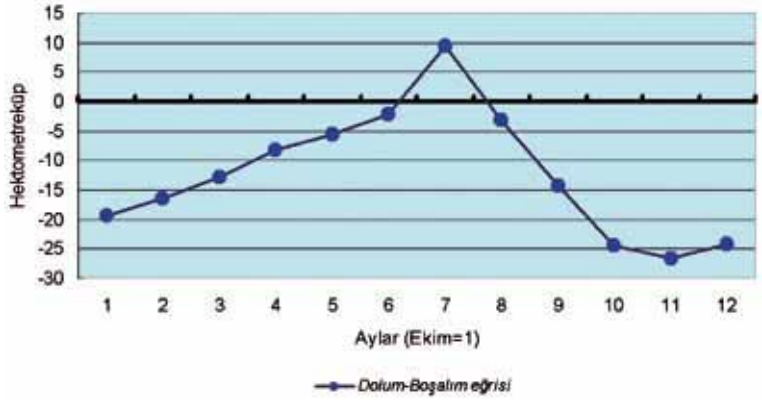
Göl ayağından olan boşalımla karşılaştırmak üzere, göle dökülen Hoyran Deresi, Çaydere, Üyüllü Çayı,

Çizelge 2 - Araştırma Bölgesi İstasyonlarının Akış Verilerinin Anadeğer Göstergeleri

İstasyon	Gösterge	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
Göl Ayağı	Ortalama	20,94	19,92	22,32	23,72	24,94	27,16	23,14	21,01	19,33	25,24	27,06	24,47
	Ortanca	17,3000	16,6000	17,8000	21,8000	20,9000	21,4000	14,0000	12,4000	12,1000	26,0000	29,5000	24,7000
	Ortay	35,15	38,65	40,85	39,7	37,1	44,84	39,215	39,1	36,1	37,25	38,8	37,65
Ağlasun Çayı	Ortalama	0,9196	1,2665	1,8739	2,2443	2,1587	2,4513	2,4278	2,0248	1,3757	0,7365	0,4430	0,5361
	Ortanca	0,8400	1,2500	1,5600	1,7600	1,6200	2,0300	2,2300	1,7300	1,2500	0,6200	0,3500	0,4800
	Ortay	1,045	1,43	3,125	3,99	3,955	3,865	3,42	3,01	1,755	1,105	0,665	0,765
Hoyran Deresi	Ortalama	0,1173	0,1518	0,3745	0,7164	1,1491	2,1755	3,2664	1,3936	0,5455	0,0473	0,0318	0,0018
	Ortanca	0,0700	0,1200	0,2100	0,4200	0,9300	1,6300	2,3900	1,1300	0,1700	0,0000	0,0000	0,0000
	Ortay	0,2	0,26	0,5	1,47	1,455	3,025	4,135	1,415	0,93	0,07	0,13	0,01
Çaydere	Ortalama	0,5828	1,2328	4,8439	6,9572	7,6111	7,6317	8,8922	6,6078	2,1961	0,3856	0,2333	0,2100
	Ortanca	0,0850	0,4850	2,1050	5,0600	7,3050	6,1000	6,1750	3,9050	1,0200	0,1900	0,0350	0,0150
	Ortay	1,925	3,89	11,45	10,65	10,77	11,235	13,065	10,025	3,815	1,355	0,9	0,87
Üyüllü Çayı	Ortalama	0,1620	0,2947	0,7873	1,6093	2,1660	2,6473	2,8587	1,6407	0,5573	0,0753	0,0733	0,0187
	Ortanca	0,0000	0,0600	0,3000	0,9200	0,9600	2,2800	2,5000	1,2400	0,0500	0,0000	0,0000	0,0000
	Ortay	0,55	0,83	1,35	3,045	3,625	3,415	3,13	3,26	2,955	0,54	0,54	0,12
Aksu	Ortalama	1,9079	9,3429	20,9379	13,8729	24,4457	21,5664	28,8136	15,8379	5,2750	2,2243	1,1986	0,9207
	Ortanca	1,4150	1,8150	20,9450	12,1000	12,9000	19,3500	19,9500	10,0050	3,3950	1,4050	0,7000	0,4300
	Ortay	3,535	26,785	29,825	14,23	61,365	31,33	38,29	24,455	10,1	3,425	2,955	1,64
Gelen-dost deresi	Ortalama	0,7835	1,8635	3,5526	6,1048	8,4439	12,5930	17,5987	8,3217	1,6835	0,2113	0,1135	0,1030
	Ortanca	0,0800	1,5800	2,6700	4,3700	6,4400	11,1000	11,9000	8,4000	1,4400	0,0000	0,0000	0,0000
	Ortay	5,1	2,93	6,65	11,15	11,03	17,14	26,53	12,055	2,605	1,02	0,455	0,65
Başak Deresi	Ortalama	5,6791	7,3091	11,8464	9,3427	9,7809	11,8618	17,6273	16,3364	12,3873	8,2773	5,5118	3,9664
	Ortanca	3,0200	5,8200	9,1900	10,2000	8,2900	13,8000	16,0000	15,1000	10,6000	7,2900	6,1600	3,2500
	Ortay	8,24	10,76	13,765	8,365	12,2	10,425	21,1	17,55	16,395	9,135	5,09	4,265
Değirmen dere 1	Ortalama	9,2277	14,6608	25,5162	22,7831	23,5192	30,1162	28,5662	21,4577	13,5738	12,1062	11,2746	10,0938
	Otanca	7,5000	11,6000	19,1300	25,9000	19,9000	29,4000	28,2000	22,6000	13,8900	10,8000	10,2000	11,2000
	Ortay	12,37	18,855	32,25	21,625	36,17	34,4	29,325	20,985	13,11	14,585	13,485	11,065
Değirmen dere 2	Ortalama	1,4117	3,1825	7,6075	7,4858	8,3825	8,2450	9,8475	5,9558	2,5042	1,2067	0,9300	0,9425
	Ortanca	0,6750	1,6300	6,9400	7,9150	5,6250	8,8850	10,0800	6,2900	2,3400	1,1800	0,7650	0,6250
	Ortay	3,32	5,15	9,05	8,15	12,475	8,255	9,17	6,37	2,6	1,325	1,535	1,755



Çizim 3 - Göle Akan Derelerin Akış Düzeni



Çizim 4 - (Göl ayağından boşalım) eksi (Göle akan dört derenin akımları toplamı) olarak Yüzey Akış Dengesi

Gelendost Deresinin akışların sağladığı dolum, bu derelerin akış ortalamaları toplamı olarak hesaplamıştır. Çizim 4'de sunulan bu dolum-boşalım karşılaştırması ilginç bir sonucu ortaya koymaktadır: Nisan ayını saymazsak, derelerin getirdiği sular göl ayağından olan boşalımı karşılamamaktadır.

Çizelge 3'de ise akışların dalgalanmasına ilişkin göstergelerin sonuçları (uç değerler, aralık, SS ve görece sapma değerleri) sunulmuştur. Genellikle, kış ve ilk bahar aylarında akışlardaki artışla birlikte, akışlardaki dalgalanmanın da büyüdüğü görülmektedir. Ağlasun Çayı ve Değirmendere 1'de akışlardaki gürleşme ile dalgalanma aynı boyutta olduğu için görece sapma (=değişim katsayısı) önemli bir değişiklik göstermemektedir. Diğerlerinde ise, değişim katsayısının bu aylarda azaldığı görülmektedir ki bu akıştaki gürleşmenin, dalgalanmadan daha büyük boyutta olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4'de ise ODİ'sinin biçimine ilişkin olan çarpıklık ve basıklık göstergelerinin sonuçları verilmektedir. Bu sonuçları inceleyerek, akış dağılımının biçimi üzerine bazı ön değerlendirmeler yapılabilir.

Örneğin, Değirmenderesi 2'ye ilişkin Mart - Temmuz aylarının çarpıklık değerleri, sıfıra çok yakın olduğu için dağılımın neredeyse bakışık olduğunu, ama basıklık katsayıları eksi olduğu için, bu dağılımın Gausscıl dağılımdan daha basık olduğunu söyleyebiliriz.

Bir başka örnek verelim: Çaydere'nin Haziran ve Temmuz dağılım biçim göstergelerine bakarsak, Temmuz'da dağılımın da daha çarpıklaştığını (Ç.K. değeri 1,13'ten 2,73'e yükseliyor) ve dağılımın aşırı ölçüde sivrileştiğini (B.K. değeri 0,29'dan 10,02'ye çıkıyor) görmekteyiz. Bu duruma, Temmuz ayında cılız ama pek değişmeyen sürekli akışlara ara sıra eklenen büyük yaz taşkınlarının yol açtığı düşünülebilir. Nitekim, Temmuz akış ortalamasın, Haziran değerinin %17,5'u olması bu yorumu desteklemektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma ile Isparta İlindeki Eğirdir gölünün boşalımını sağlayan göl ayağı ile, 4 tanesi göle dökülen toplam 9 akarsuyun "bin m^3" birimiyle verilen aylık akış değerlerinin temel istatistiksel göstergeleri incelenmiştir.

Çeşitli kamu kuruluşlarında dağınık olarak bulunan ama düzenli istatistiksel incelemeye konu olmamış veri yığınının, bir an önce bilgisayar ortamına aktarılarak bu tür incelemelerde kullanılması gereği açıktır. Sınırlı göstergelere dayalı bu tür kısa bir incelemenin bile ortaya ilginç sonuçlar koyduğu görülmektedir.

Dolayısıyla da, bu tür istatistiksel incelemelerin, bilgisayar çıktılarını özetlemenin ötesinde, bulguların hidrolojik yorumuna ağırlık veren çabalar olması gerekmektedir. Çünkü, Prof. Hamming'in dediği gibi, "Hesaplamanın amacı sayı değil, kavrayıştır".

Dahası, değişik istatistiksel göstergelerin sonuçları arasındaki uyum ya da uyumsuzluk, bu verilerin güvenirliğini ve işe yararlığını belirlemek açısından büyük önem taşır. Dolayısıyla da, kamu kurumlarınca yıllardır biriktirilmiş bu tür verilerin, bu açılardan da titiz bir incelemesinin yapılması görevi bizleri beklemektedir.

Bu kısa sunuşta, yeterince derinlemesine bir irdeleme yapılamamış ise de, bu konuda daha ayrıntılı yayınlanmamış bir çalışma (Türker, 2002) olduğu gibi, akış veri tabanı oluşturma amaçlı proje içinde, bu incelemelerimiz sürmektedir.

Çizelge 3 - Akımların Değişkenliğine İlişkin Göstergeler

İstasyon	Gösterge	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
Göl ayağı	En Büyük	70,3000	77,3000	81,7000	79,4000	74,2000	87,0000	78,4000	78,2000	72,2000	74,5000	77,6000	75,3000
	En Küçük	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2,6800	0,0300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Aralık	70,3000	77,3000	81,7000	79,4000	74,2000	84,3200	78,3700	78,2000	72,2000	74,5000	77,6000	75,3000
	Değişkenlik	352,2807	336,6186	356,6672	357,6121	294,5528	422,7147	389,8363	402,2243	392,3987	383,9627	417,0595	382,0303
	Std.Sapma	18,7691	18,3472	18,8856	18,9106	17,1625	20,5600	19,7443	20,0555	19,8091	19,5950	20,4220	19,5456
	Göre.Değ.	0,8962	0,9210	0,8460	0,7971	0,6881	0,7569	0,8534	0,9546	1,0250	0,7765	0,7546	0,7987
Ağlasun çayı	En Büyük	1,8100	2,2600	5,2200	7,1600	7,0800	6,7400	5,7300	5,0800	3,1100	1,9900	1,1900	1,3700
	En Küçük	0,2800	0,6000	1,0300	0,8200	0,8300	0,9900	1,1100	0,9400	0,4000	0,2200	0,1400	0,1600
	Aralık	1,5300	1,6600	4,1900	6,3400	6,2500	5,7500	4,6200	4,1400	2,7100	1,7700	1,0500	1,2100
	Değişkenlik	0,1761	0,2157	1,0196	2,0178	1,7983	1,7564	1,1023	0,9738	0,5290	0,2200	0,0734	0,0965
	Std.Sapma	0,4197	0,4645	1,0097	1,4205	1,3410	1,3253	1,0499	0,9868	0,7273	0,4690	0,2710	0,3107
	Göre.Değ.	0,4564	0,3667	0,5388	0,6329	0,6212	0,5407	0,4325	0,4874	0,5287	0,6368	0,6117	0,5796
Hoyran deresi	En Büyük	0,4000	0,5200	1,0000	2,9300	2,6800	5,4200	7,9900	2,7800	1,8600	0,1400	0,2600	0,0200
	En Küçük	0,0000	0,0000	0,0000	0,0100	0,2300	0,6300	0,2800	0,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Aralık	0,4000	0,5200	1,0000	2,9200	2,4500	4,7900	7,6100	2,7300	1,8600	0,1400	0,2600	0,0200
	Değişkenlik	0,0193	0,0247	0,1075	0,6418	0,6631	1,8400	6,5706	1,2411	0,4369	0,0033	0,0059	0,0000
	Std.Sapma	0,1388	0,1571	0,3279	0,8011	0,8143	1,3565	2,5633	1,1140	0,6610	0,0575	0,0766	0,0057
	Göre.Değ.	1,1833	1,0346	0,8755	1,1183	0,7087	0,6235	0,7848	0,7994	1,2118	1,2172	2,4078	3,1623
Çay dere	En Büyük	3,8500	7,7800	22,9000	21,3000	20,3000	20,3000	24,2000	19,1000	7,6300	2,7100	1,8000	1,7400
	En Küçük	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,2400	2,1700	1,9300	0,9500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Aralık	3,8500	7,7800	22,9000	21,3000	19,0600	18,1300	22,2700	18,1500	7,6300	2,7100	1,8000	1,7400
	Değişkenlik	1,0852	3,7998	38,1527	34,4368	24,7861	22,2092	61,6378	38,8141	5,1528	0,4042	0,1965	0,1860
	Std.Sapma	1,0417	1,9493	6,1768	5,8683	4,9786	4,7127	7,8510	6,2301	2,2700	0,6358	0,4433	0,4313
	Göre.Değ.	1,7875	1,5812	1,2752	0,8435	0,6541	0,6175	0,8829	0,9428	1,0336	1,6491	1,8998	2,0537
Üyüllü	En Büyük	1,1000	1,6600	2,7000	6,0900	7,1500	6,8300	6,2300	6,5200	5,9100	1,0800	1,0800	0,2400
	En Küçük	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1000	0,0000	0,0300	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Aralık	1,1000	1,6600	2,7000	6,0900	7,0500	6,8300	6,2000	6,5200	5,9100	1,0800	1,0800	0,2400
	Değişkenlik	0,0874	0,2205	0,7278	3,3931	4,7279	3,4644	4,5088	2,9510	2,1603	0,0721	0,0724	0,0036
	Std.Sapma	0,2956	0,4695	0,8531	1,8420	2,1744	1,8613	2,1234	1,7179	1,4698	0,2686	0,2691	0,0600
	Göre.Değ.	1,8245	1,5934	1,0835	1,1446	1,0039	0,7031	0,7428	1,0470	2,6372	3,5655	3,6694	3,2135
Aksu	En Büyük	6,9100	53,5000	56,4000	27,0000	120,0000	60,1600	70,6300	44,4000	19,3000	6,8400	5,9100	3,2700
	En Küçük	0,1600	0,0700	3,2500	1,4600	2,7300	2,5000	5,9500	4,5100	0,9000	0,0100	0,0000	0,0100
	Aralık	6,7500	53,4300	53,1500	25,5400	117,2700	57,6600	64,6800	39,8900	18,4000	6,8300	5,9100	3,2600
	Değişkenlik	3,3633	195,4711	235,2976	56,5473	834,5508	213,6173	391,3714	168,1863	30,0724	4,4933	2,1142	1,1439
	Std.Sapma	1,8339	13,9811	15,3394	7,5198	28,8886	14,6157	19,7831	12,9687	5,4838	2,1197	1,4540	1,0695
	Göre.Değ.	0,9613	1,4964	0,7326	0,5421	1,1817	0,6777	0,6866	0,8188	1,0396	0,9530	1,2131	1,1616
Gelen-dost deresi	En Büyük	10,2000	5,8600	13,3000	22,3000	21,4000	33,2000	52,2000	24,0000	5,2100	2,0400	0,9100	1,3000
	En Küçük	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,6600	1,0800	0,8600	0,1100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	Aralık	10,2000	5,8600	13,3000	22,3000	20,7400	32,1200	51,3400	23,8900	5,2100	2,0400	0,9100	1,3000
	Değişkenlik	4,3483	2,8893	11,4884	30,2963	38,3206	75,2671	232,8644	45,8289	2,1141	0,1919	0,0507	0,0786
	Std.Sapma	2,0853	1,6998	3,3895	5,5042	6,1904	8,6757	15,2599	6,7697	1,4540	0,4381	0,2251	0,2804
	Göre. Değ.	2,6615	0,9122	0,9541	0,9016	0,7331	0,6889	0,8671	0,8135	0,8637	2,0733	1,9834	2,7208
Başak deresi	En Büyük	15,3000	20,0000	25,0000	13,3000	21,9000	18,7000	32,2000	24,9000	26,2000	16,1000	8,9300	7,5200
	En Küçük	1,1800	1,5200	2,5300	3,4300	2,5000	2,1500	10,0000	10,2000	6,5900	2,1700	1,2500	1,0100
	Aralık	14,1200	18,4800	22,4700	9,8700	19,4000	16,5500	22,2000	14,7000	19,6100	13,9300	7,6800	6,5100
	Değişkenlik	21,9058	31,4183	47,7142	10,3875	33,0488	25,5017	39,3947	20,5387	30,5611	17,6578	5,5598	4,1741
	Std.Sapma	4,6804	5,6052	6,9075	3,2230	5,7488	5,0499	6,2765	4,5320	5,5282	4,2021	2,3579	2,0431
	Göre.Değ.	0,8241	0,7669	0,5831	0,3450	0,5878	0,4257	0,3561	0,2774	0,4463	0,5077	0,4278	0,5151
Değirmen Dere 1	En Büyük	19,5000	31,7000	57,8000	37,3000	61,6000	55,4000	49,1600	31,8700	20,0000	24,1000	22,0000	17,5000
	En Küçük	5,2400	6,0100	6,7000	5,9500	10,7400	13,4000	9,4900	10,1000	6,2200	5,0700	4,9700	4,6300
	Aralık	14,2600	25,6900	51,1000	31,3500	50,8600	42,0000	39,6700	21,7700	13,7800	19,0300	17,0300	12,8700
	Değişkenlik	18,4894	71,0254	284,8363	98,1474	176,9057	186,0946	140,4979	46,8628	20,7284	30,0753	29,4060	19,8228
	Std.Sapma	4,2999	8,4277	16,8771	9,9069	13,3006	13,6416	11,8532	6,8456	4,5528	5,4841	5,4227	4,4523
	Göre.Değ.	0,4660	0,5748	0,6614	0,4348	0,5655	0,4530	0,4149	0,3190	0,3354	0,4530	0,4810	0,4411
Değirmen Dere 2	En Büyük	6,5100	10,1000	17,9000	16,0000	21,6000	16,1000	18,0000	12,4100	4,9500	2,5300	2,9400	3,3800
	En Küçük	0,1300	0,2000	0,2000	0,3000	3,3500	0,4100	0,3400	0,3300	0,2500	0,1200	0,1300	0,1300
	Aralık	6,3800	9,9000	17,7000	15,7000	18,2500	15,6900	17,6600	12,0800	4,7500	2,4100	2,8100	3,2500
	Değişkenlik	2,9490	11,7499	28,8294	18,9415	33,2152	18,8274	32,3022	17,0550	2,8486	0,6407	0,6621	1,0619
	Std.Sapma	1,7173	3,4278	5,3693	4,3522	5,7633	4,3391	5,6835	4,1298	1,6878	0,8004	0,8137	1,0305
	Göre.Değ.	1,2165	1,0771	0,7058	0,5814	0,6875	0,5263	0,5772	0,6934	0,6740	0,6633	0,8750	1,0933

Çizelge 4 - Akışların Olasılık Dağılım Biçimlerine İlişkin Göstergeler

İstasyon	Gösterge	E	K	A	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E
Göl ayağı	Çarpıklık	0,8118	0,9339	0,8942	0,7884	0,7467	1,0641	1,2720	1,1946	1,0501	0,4677	0,3688	0,6192
	Basıklık	0,001408	0,955298	1,042288	0,719382	0,477606	0,90052	1,374221	1,074336	0,510959	0,198547	0,021558	0,32096
Ağlasun	Çarpıklık	0,9354	0,5944	1,9486	1,9977	2,1686	1,6135	1,3019	1,2628	0,7611	1,2531	1,3814	1,0070
Çayı	Basıklık	0,164621	-0,59003	4,406317	5,129563	6,847605	3,390937	2,636229	2,3602	-0,19318	1,127847	2,013081	1,095476
Hoyran	Çarpıklık	1,0983	1,0194	0,5851	1,8326	0,7484	1,2374	0,7096	0,0101	0,8092	0,5054	2,4543	3,8264
deresi	Basıklık	0,707457	1,033836	-0,99983	4,954252	-0,67559	1,79087	-0,3641	-2,08918	-0,58573	-1,31815	7,847414	11
Çay dere	Çarpıklık	2,1313	2,3358	1,5947	1,0991	0,9958	1,4035	1,1053	0,9686	1,1292	2,7257	2,6375	2,6372
	Basıklık	4,951529	6,770221	2,704499	0,696176	0,858943	2,166358	-0,16027	-0,4947	0,291563	10,01618	8,614802	8,73836
Üyüllü	Çarpıklık	2,2208	2,0239	1,1019	1,2543	1,0704	0,9516	0,2617	1,4178	3,1931	3,4183	3,5095	3,2592
çayı	Basıklık	6,315839	4,435595	0,299364	1,027754	0,25175	0,822627	-1,4663	2,997183	13,09486	14,97535	14,98734	13,98764
Aksu	Çarpıklık	1,4193	2,1953	0,6955	0,3389	2,5097	1,1518	0,8877	1,0615	1,4647	0,9117	2,3182	1,1452
	Basıklık	2,750685	6,841476	0,17201	-1,01393	8,890089	2,145361	-0,39563	0,000506	1,89204	0,011658	7,956591	0,295669
Gelendost	Çarpıklık	3,9946	0,7557	1,3156	1,5449	0,6642	0,7584	0,8191	0,6421	0,8688	3,1777	2,4261	3,4734
Deresi	Basıklık	19,29918	-0,24375	1,852701	2,900638	-0,76024	-0,22828	-0,24487	-0,27441	0,420403	13,26225	6,560845	14,84207
Başak	Çarpıklık	0,7545	0,8322	0,4809	-0,7881	0,5338	-0,4315	1,0210	0,3710	1,2363	0,1360	-0,3747	0,4644
deresi	Basıklık	-0,61825	0,497896	-0,80308	-0,12385	-0,14012	-0,90123	1,120202	-0,92972	2,241242	-0,76554	-0,85853	-0,87013
Değirmen	Çarpıklık	1,1986	0,5964	0,7333	-0,4605	1,7458	0,5096	0,0518	-0,1782	-0,2582	0,7105	0,4960	0,1782
1	Basıklık	0,958	-0,86204	-0,52565	-0,88314	4,43887	-0,72228	-0,95588	-1,14482	-1,30096	0,158863	-0,843	-1,46225
Değirmen	Çarpıklık	2,0891	1,0603	0,4720	0,2609	1,3225	-0,0545	-0,1135	0,0998	0,0649	0,0750	1,2012	1,4132
2	Basıklık	6,419488	-0,13604	-0,40185	-0,36077	1,344793	-0,45901	-1,36099	-1,08991	-1,43222	-1,27656	1,754482	1,667194

Değerbilirlik Açıklaması

Bu çalışmada kullanılan verileri ve raporları sağlayan DSİ 18. Bölge Müdürlüğü ile bu verilerin ölçümüne emeği geçmiş bütün görevlilere minnettarlığımızı açıklamayı bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

Bayazıt,M., Oğuz,B.; Mühendisler için İstatistik, Birsen Yayınevi, 1998.

Crow, E. L., Davis, F. A., Maxfield, M. W.; Statistical Manual, Dover Pub. 1960.

DSİ; "Eğirdir Gölü Su Potansiyeli ve Kullanımına ait Hidrolojik Raporu" DSİ Genel Müdürlğü, DSİ 18. Bölge Müdürlüğü, Isparta, 2002.

Feller,W.; An Introduction to Probability Theory & its Application, Vol. I, John Wiley, 1957.

Gnedenko, B. V., Khinchin, A. Ya.; An Elementary Introduction to the Theory of Probability, Dover Pub. 1962.

Güldal, V., Barut, H. B., Türk, G.; "Eğirdir Gölü Geniş Çevresi için bir Yağış Veri Tabanı"

SU Dergisi,TMMO, 2002

İzbırak, R.; Sular Coğrafyası, MEB Yayın No:159, 1947/1990

Spiegel, M. R.; Theory & Problem of STATISTICS, Schaum's Outline Series, 1961.

Türker,C.; "Eğirdir Gölü Havzasındaki Derelerin Akış Özellikleri Üzerine İstatitiki Bir Çalışma", Seminer, SDÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2002