



İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
İNŞAAT FAKÜLTESİ

KONGRE BİLİM KURULU

Doğan ALTINBİLEK (D.S.İ., O.D.T.Ü.)
Mehmetçik BAYAZIT (İ.T.Ü.)
Erdal COŞKUN (EİEİ)
İbrahim GÜRER (G.U.)
Nilgün HARMANCIOĞLU (D.E.Ü.)
Ferruh MUFTUOĞLU (İ.T.Ü.)
Unal ÖZİŞ (D.E.Ü.)
Zekai ŞEN (İ.T.Ü.)

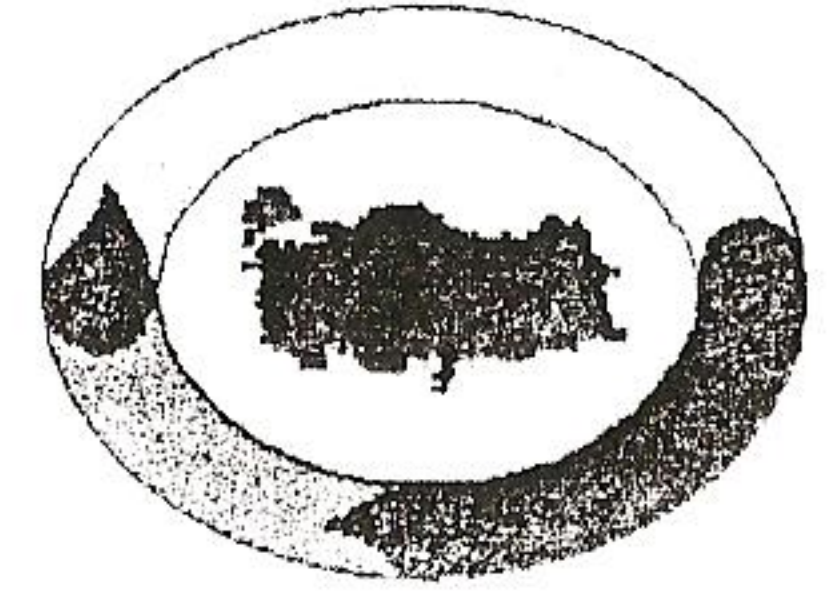
YAZIŞMA ADRESİ

II. ULUSAL HİDROLOJİ KONGRESİ
Kongre Sekreteri
Doç. Dr. Beyhan OĞUZ
İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,
Hidrolik Anabilim Dalı, 80626, Maslak,
İSTANBUL

E-Posta: boguz@srv.ins.itu.edu.tr
ismail@rain.hydro.itu.edu.tr
haksoy@sariyer.cc.itu.edu.tr
http://www.hydro.itu.edu.tr
Tel: +(212) 285 37 32
+(212) 285 37 35
Fax: +(212) 285 37 10

KONGRE YÜRÜTME KURULU

Tanju AKAR
Hafzullah AKSOY
Atilla BAYRAM
Şevket ÇOKGÖR
İsmail DURANYILDIZ
Beyhan OĞUZ
Bihret ÖNÖZ



II. ULUSAL HİDROLOJİ KONGRESİ

22-24 Haziran 1998

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR :



Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü

225 . yıl

GAP KAPSAMINDAKİ İLLERİN SU BİLANÇOSU

M. İrfan YEŞİLNACAR

Reşit GERGER

Mustafa S. YAZGAN

Harran Üniv. Müh. Fak.
İnşaat Müh. Böl.
Ş. Urfa

Harran Üniv. Müh. Fak.
İnşaat Müh. Böl.
Ş. Urfa

İ.T.Ü. İnş. Fak.
Çevre Müh. Böl.
İstanbul

ÖZET

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP), Fırat ve Dicle nehirleri üzerinde yapımı öngörülen barajlar, hidroelektrik santralleri ve sulama tesislerinin yanı sıra tarım, endüstri başta olmak üzere birçok sektörü de içine alan entegre bir kalkınma projesidir. GAP; Türkiye yüzölçümünün % 9.7' si, nüfusun % 9.1' i ve ekonomik olarak sulanabilir toprakların % 19' unu içine alan bir büyüklüktedir. Bu temel göstergelere sahip bir bölgede önemli ölçüde teknik, ekolojik, sosyo-ekonomik ve kültürel değişimlerin yaşanacak olması bir gerçektir. Su kaynaklarının yönetimi kapsamında; GAP bölgesinde 22 barajın yapılacak olması ekolojik dengede ve dolayısıyla da klimatolojik elemanlarda da bir takım değişimlere yol açacaktır. GAP' ın hayatiyete geçirilmesi bölgede ilk defa yetiştirilecek bitki türlerini, sulama sistemlerini ve yöntemlerini gündeme getirmiştir. Bu bağlamda özellikle ekolojik hayatı etkileyen, sulama sistemleri ve bitki deseninin tespiti çalışmalarını denetleyen ve önemli bir unsur olan iklimsel parametrelerin ortaya konması ve amaca göre bu donelerin değerlendirilmesi gereği vardır.

Bu çalışma ile GAP bölgesi kapsamında bulunan 9 ili (Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis, Adıyaman, Diyarbakır, Batman, Mardin, Şırnak, Siirt) içine alan bir bölgede meteorolojik elemanları (yağış, sıcaklık vb.) baz olarak alan Thornthwaite iklim sınıflandırma yöntemine göre; aylık evapotranspirasyon değerleri hesaplanmış, buradan hareketle anılan illerin su bilançoları ve bunların değerlendirilip irdelenmesi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : GAP, Su Bilançosu, Etp, İklim, Yağış

POTANSİYEL ve GERÇEK EVAPOTRANSPIRASYON

Suyun sıvı veya katı halden gaz (su buharı) haline geçmesine buharlaşma (evaporasyon), bitkilerin bünyelerinde bulunan suyun su buharı şeklinde atmosfere verilmesine (transpirasyon), bu iki olayın her ikisine birden buharlaşma-terleme (evapotranspirasyon) denir. Yağış ve yeraltı sularınca sürekli olarak ve yeterince beslenen zemin ve bitki örtüsünün atmosfere bıraktığı su miktarına potansiyel evapotranspirasyon (Etp) denir. Yağış ve zemin, potansiyel evapotranspirasyon için gerekli suyu her zaman karşılamayabilir; bu durumda zemin, bitki örtüsü ve eğer varsa yağışın evapotranspirasyona verebileceği su miktarına gerçek (reel) evapotranspirasyon denir. Buharlaşma-terleme ortamlarındaki atmosfere geçen su buharı miktarlarının birbirinden farklı olması nedeniyle bunların ayrı ayrı hesaplanması güç olduğundan çeşitli yöntem ve formüller ileri sürülmüştür. Bunlardan en çok kullanılanlarından bazıları şunlardır: Thornthwaite, Serra, Turc, Coutagne, Lowry-Johnson, Blaney-Criddle, Hargreaves yöntem ve/veya formülleridir.

Bu çalışmada en çok kullanılan yöntemlerin başında gelen Thornthwaite yöntemi tercih edilmiştir.

THORNTHWAİTE YÖNTEMİNE GÖRE SU BİLANÇOSUNUN HAZIRLANMASI

Thornthwaite yöntemine göre bir yerin su bilançosuna ait tablo, o yerin aylık ortalama sıcaklık, aylık ortalama yağış ve aylık evapotranspirasyon değerlerinden faydalanılarak hazırlanır. Bu elemanlar kullanılarak elde edilen su bilançosuna ait tablo, toprakta yıl içinde birikmiş suyu, birikmiş suyun aylık değişmesini, yıllık gerçek evapotranspirasyon miktarlarını, topraktaki su fazlasını, su eksiğini, akışı ve nemlilik oranını gösterir.

Evapotranspirasyon aşağıdaki formül yardımı ile bulunur.

$$Etp = 1.6 * \left(\frac{10 * t}{I} \right)^a * G$$

Etp : Aylık potansiyel evapotranspirasyon (cm)

t : Aylık sıcaklık ortalaması (°C)

I : Yıllık sıcaklık indeksi olup 12 ayın indekslerinin toplamına eşittir.

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514} \quad I = \sum_{i=1}^{12} i$$

$$a=675*10E-9*I^3-771*10E-7*I^2+179.21*10E-4*I+0.49293$$

G: Enlem düzeltme katsayısı

Aylık evapotranspirasyonlar yukarıdaki formüller yardımı ile hesaplandıktan sonra, gerçek evapotranspirasyonların hesabına geçilir.

1. herhangi bir ay için yağış miktarı (P), potansiyel evapotranspirasyondan (Etp) fazla ise (P>Etp);

a. O ayın gerçek evapotranspirasyon (Etr) miktarı, Etp miktarına eşit olur.

b. P ile Etp arasındaki fark zemin rezervini artırır.

c. Zemin rezervi maksimum değerine ulaştıktan sonra suyun fazlası akış haline geçer.

2. Herhangi bir ay için yağış miktarı (P), potansiyel evapotranspirasyondan (Etp) az ise (P<Etp);

a. Etr, o ayın P değeri ile mevcut zemin rezervinin bir kısmının veya hepsinin toplamına eşit olur.

b. Zemin rezervinin kuruma noktasına ulaşması ile Etr miktarı P miktarına eşit olur (Etr=P).

Hesaplamalara ocak ayından başlanabileceği gibi, zemin rezervinin artmaya başlayacağı ekim ayından da başlanabilir.

Akış hesap edilirken, su fazlasının olduğu aydan başlanır ve bu aydaki su fazlasının yarısı akış hanesine kaydedilir. Diğer yarısı da bir sonraki ayın su fazlasına eklenir. Diğer ayların akışı da aynı şekilde hesap edilir ve bütün ayların toplamı yıllık hanesine yazılır.

Nemlilik oranı aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\frac{P - Etp}{Etp}$$

P : Aylık yağış miktarı (mm)

Etp : Potansiyel evapotranspirasyon (mm)

Bu formül neticesinde elde edilen değerler, artı (+) işaretli ise o aylarda su yeterli demektir; değerler eksi (-) işaretli ise o aylarda su yetersizdir. Eğer hesaplamalar sonucu sıfır çıkarsa o aylardaki su fazlası ile su eksiğinin birbirine eşit olduğunu gösterir

1. Şanlıurfa İli Su Bilançosu

Şanlıurfa ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksiği 804 mm, su fazlası 207.6 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 1)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 1)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

I. Su Fazlası: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den arta kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.

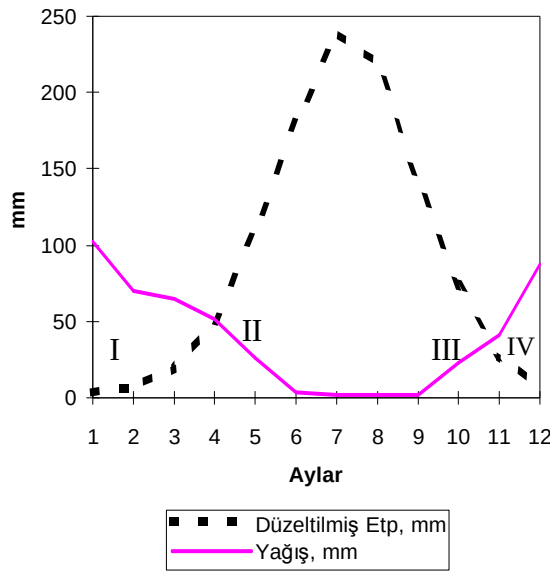
II. Zemin Rezervinden Yararlanma: Mayıs ayı başlarından haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.

III. Su Eksiği : Haziran ayı sonundan kasım ayına kadar 804 mm su eksiği belirlemiştir.

IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması : Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayının son günlerinde tamamlanmıştır.

Tablo 1. Şanlıurfa İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	4,9	6,5	10,0	15,6	21,7	27,6	31,5	31,1	26,6	19,9	12,9	7,3	18,0
Aylık index (i)	1,0	1,5	2,9	5,6	9,2	13,3	16,2	15,9	12,6	8,1	4,2	1,8	92,2
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	4,5	7,9	18,9	46,3	90,2	146,6	191,4	186,6	136,1	75,7	31,5	10,0	
Düzeltilmiş Etp, mm	3,8	6,6	19,4	50,9	110,0	180,3	239,3	218,3	140,1	73,4	26,8	8,3	1077,4
Yağış (P), mm	101,9	69,5	65,1	51,9	26,0	3,4	1,6	1,8	1,7	22,7	41,4	87,5	474,5
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,6	93,8	
Zemin rezerv değişimi					-84	-16					14,6	79,2	
Etr, mm	3,8	6,6	19,4	50,9	110,0	19,4	1,6	1,8	1,7	22,7	26,8	8,3	273,1
Su fazlası, mm	98,1	62,9	45,7	1,0									207,6
Su eksiği, mm						160,6	237,7	216,5	138,4	50,7			804,0
Akış, mm	49,1	56,0	50,8	25,9	12,9	6,5	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	49,2
Nemlilik oranı, %	25,9	9,5	2,4	0,0	-0,8	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,7	0,5	9,6	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 1. Şanlıurfa İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

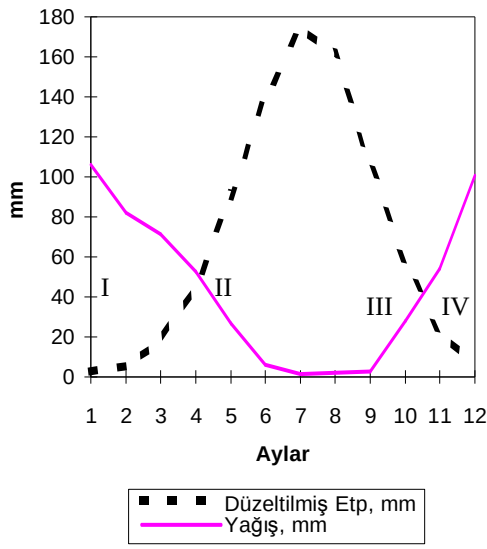
2. Gaziantep İli Su Bilançosu

Gaziantep ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 561.3 mm, su fazlası 266.7 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 2)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 2)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den artı kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Mayıs ayı başlarından haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksikliği*: Haziran ayı sonundan kasım ayına kadar 561.3 mm su eksikliği belirlemiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması*: Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 2. Gaziantep İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	2,3	3,8	7,3	12,6	18,2	23,7	27,1	26,9	22,2	15,6	9,3	4,4	14,5
Aylık index (i)	0,3	0,7	1,8	4,1	7,1	10,5	12,9	12,8	9,6	5,6	2,6	0,8	68,6
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	2,8	6,3	17,6	41,7	74,5	113,1	139,7	138,1	102,0	58,4	25,8	7,9	
Düzeltilmiş Etp, mm	2,4	5,3	18,2	45,9	90,9	139,1	174,7	161,6	105,1	56,7	22,0	6,6	828,3
Yağış (P), mm	106,0	82,3	71,6	52,4	27,0	6,2	1,2	1,8	2,7	27,8	54,0	100,7	533,7
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	100,0	
Zemin rezerv değişimi, mm	0,0	0,0	0,0	0,0	-63,9	-36,1	0,0	0,0	0,0	0,0	32,0	68,0	
Etr, mm	2,4	5,3	18,2	45,9	90,9	42,3	1,2	1,8	2,7	27,8	22,0	6,6	267,0
Su fazlası, mm	103,6	77,0	53,4	6,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	266,7
Su eksikliği, mm	-	-	-	-	-	96,8	173,5	159,8	102,4	28,9	-	-	561,3
Akış, mm	51,8	64,4	58,9	32,7	16,4	8,2	4,1	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	239,5
Nemlilik oranı, %	42,8	14,6	2,9	0,1	-0,7	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	1,5	14,3	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 2. Gaziantep İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

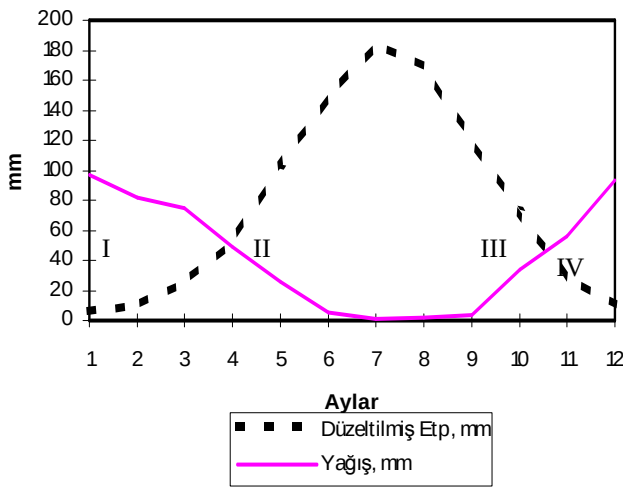
3. Kilis İli Su Bilançosu

Kilis ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 632.3 mm, su fazlası 222.7 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 2)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 2)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Nisan ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den artı kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Nisan ayı başlarından Mayıs ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksikliği* : Haziran ayı başından Kasım ayına kadar 632.3 mm su eksikliği belirmiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması* : Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayı sonunda tamamlanmıştır.

Tablo 3. Kilis İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12,0	Yıllık
Sıcaklık, °C	5,4	6,8	10,3	15,0	20,5	25,0	27,8	27,6	24,6	19,2	12,4	7,3	16,8
Aylık index (i)	1,1	1,6	3,0	5,3	8,5	11,4	13,4	13,3	11,2	7,7	4,0	1,8	82,2
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	7,5	11,3	24,1	47,9	84,5	121,3	147,1	145,2	117,8	75,0	33,9	12,9	
Düzeltilmiş Etp, mm	6,3	9,5	24,9	52,7	103,1	149,2	183,9	169,9	121,3	72,8	28,8	10,7	933,0
Yağış (P), mm	97,2	82,0	74,4	48,8	25,4	5,5	1,2	2,0	3,4	34,2	56,2	93,1	523,4
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	96,2	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,4	100,0	
Zemin rezerv değişimi				-3,9	-77,7	-18,4					27,4	72,6	
Etr, mm	6,3	9,5	24,9	52,7	103,1	23,9	1,2	2,0	3,4	34,2	28,8	10,7	300,7
Su fazlası, mm	90,9	72,5	49,5									9,8	222,7
Su eksikliği, mm						125,2	182,7	167,9	117,9	38,6			632,3
Akış, mm	45,4	81,7	61,0	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,9	217,8
Nemlilik oranı, %	14,3	7,6	2,0	-0,1	-0,8	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	1,0	7,7	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 3. Kilis İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

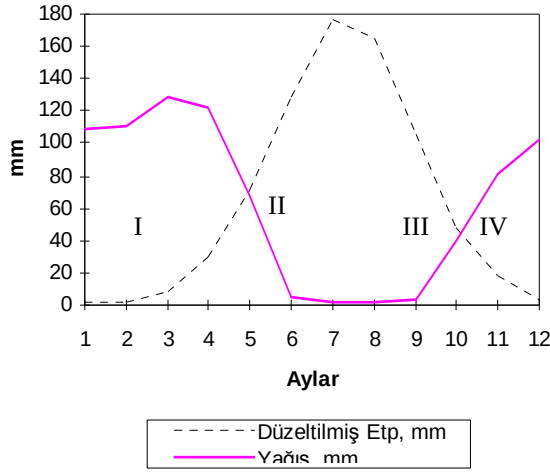
4. Adıyaman İli Su Bilançosu

Adıyaman ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 623.5 mm, su fazlası 489.2 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 4)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 4)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den arta kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeyel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Mayıs ayı başlarından Haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksikliği*: Haziran ayı sonundan Kasım ayına kadar 623.5 mm su eksikliği belirlemiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması*: Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 4. Adıyaman İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	3,7	5,4	9,3	13,9	19,2	24,9	29,0	28,5	25,5	18,9	12,1	6,3	16,4
Aylık index (i)	0,6	1,1	2,6	4,7	7,7	11,4	14,3	13,9	11,8	7,5	3,8	1,4	80,8
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	4,0	7,8	20,6	42,2	75,3	119,9	157,6	152,7	125,2	73,2	33,0	10,2	
Düzeltilmiş Etp, mm	3,4	6,5	21,2	46,5	91,9	147,5	197,0	178,7	128,9	71,0	28,0	8,5	929,1
Yağış (P), mm	173,5	116,5	110,8	83,3	52,6	5,6	1,5	0,8	3,7	27,3	74,5	144,7	794,8
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	60,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	46,5	100,0	
Zemin rezerv değişimi					-39,3	-60,7					46,5	53,5	
Etr, mm	3,4	6,5	21,2	46,5	91,9	66,3	1,5	0,8	3,7	27,3	28,0	8,5	305,6
Su fazlası, mm	170,1	110,0	89,6	36,8								82,7	489,2
Su eksikliği, mm						81,2	195,5	177,9	125,2	43,7			623,5
Akış, mm	85,1	140,1	99,8	63,2	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	447,9
Nemlilik oranı, %	50,6	16,8	4,2	0,8	-0,4	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,6	1,7	16,0	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 4. Adıyaman İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

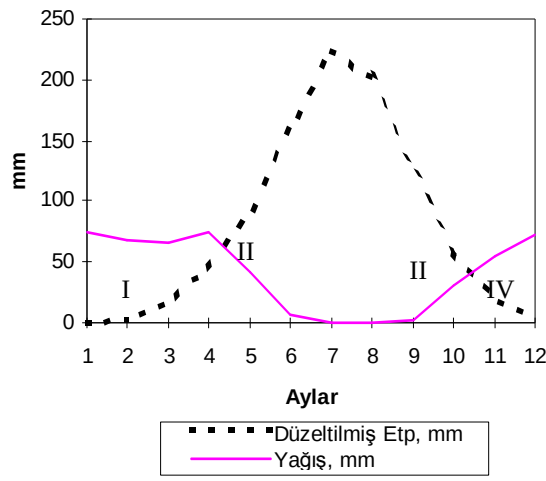
5. Diyarbakır İli Su Bilançosu

Diyarbakır ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 677.3 mm, su fazlası 223.8 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 5)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 5)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. Su Fazlası: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den arta kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma: Mayıs ayı başlarından haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. Su Eksikliği: Haziran ayı sonundan kasım ayına kadar 677.3 mm su eksikliği belirmiştir.
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması: Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 5. Diyarbakır İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	1,6	3,6	8,3	13,9	19,3	25,9	31,0	30,3	24,9	17,1	9,8	4,1	15,8
Aylık index (i)	0,2	0,6	2,2	4,7	7,7	12,1	15,8	15,3	11,4	6,4	2,8	0,7	79,9
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	0,8	3,6	16,3	41,7	75,7	129,3	179,4	172,1	120,4	60,8	22,1	4,5	826,7
Düzeltilmiş Etp, mm	0,7	3,0	16,8	45,8	92,4	159,1	224,2	201,3	124,0	58,9	18,7	3,7	948,8
Yağış (P), mm	74,6	68,4	66,4	73,5	40,8	7,2	0,7	0,6	2,6	30,8	54,6	71,4	491,6
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	48,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,9	100,0	
Zemin rezerv değişimi					-51,6	-48,4					35,9	64,1	
Etr, mm	0,7	3,0	16,8	45,8	92,4	55,6	0,7	0,6	2,6	30,8	18,8	3,8	271,6
Su fazlası, mm	73,9	65,4	49,6	27,7								7,3	223,8
Su eksikliği, mm						103,5	223,5	200,8	121,4	28,1			677,3
Akış, mm	37,0	69,7	57,5	38,6	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	220,2
Nemlilik oranı, %	106,7	21,8	3,0	0,6	-0,6	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,5	1,9	18,0	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 5. Diyarbakır İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

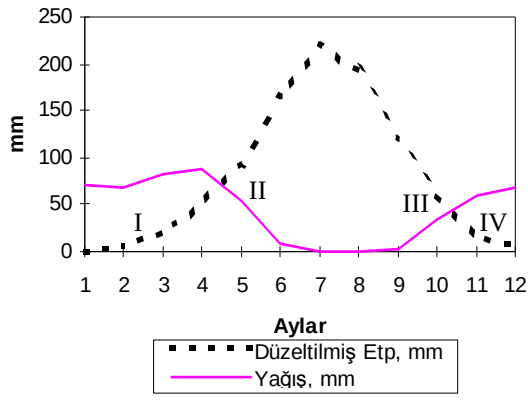
6. Batman İli Su Bilançosu

Batman ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksiği 653 mm, su fazlası 234.4 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 6)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 6)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den arta kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Mayıs ayı başlarından haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksiği* : Haziran ayı sonundan kasım ayına kadar 653 mm su eksiği belirmiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması* : Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 6. Batman İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	2,2	4,7	9,4	14,9	19,5	26,1	30,8	29,6	24,6	17,1	9,7	4,6	16,1
Aylık index (i)	0,3	0,9	2,6	5,2	7,9	12,2	15,7	14,8	11,2	6,4	2,7	0,9	80,7
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	1,5	5,8	20,4	47,3	77,2	131,2	177,3	164,9	117,8	60,8	21,7	5,6	831,5
Düzeltilmiş Etp, mm	1,2	4,9	21,1	52,0	94,1	161,3	221,6	193,0	121,3	58,9	18,4	4,6	952,5
Yağış (P), mm	69,9	69,6	81,6	89,0	53,1	7,7	0,4	0,6	2,2	33,4	59,4	67,1	534,0
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	58,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,0	100,0	
Zemin rezerv değişimi					-41,1	-58,9					41,0	59,0	
Etr, mm	1,2	4,9	21,1	52,0	94,1	66,6	0,4	0,6	2,2	33,4	18,4	4,6	299,5
Su fazlası, mm	68,7	64,7	60,5	37,0								3,5	234,4
Su eksiği, mm						94,8	221,2	192,4	119,1	25,5			653,0
Akış, mm	34,3	66,7	62,6	48,8	18,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	232,7
Nemlilik oranı, %	55,5	13,3	2,9	0,7	-0,4	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,4	2,2	13,5	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 6. Batman İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

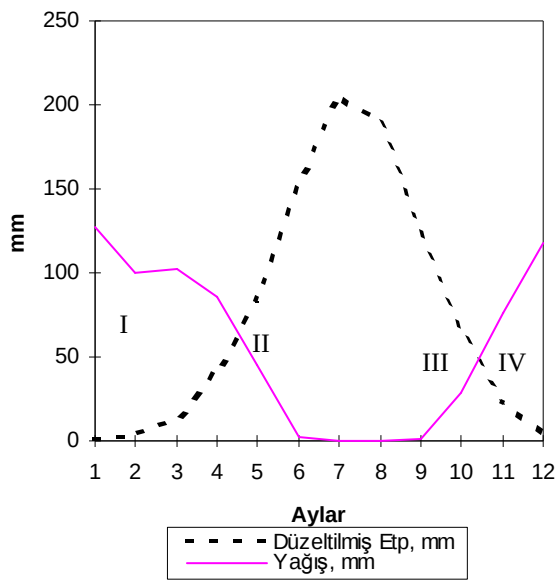
7. Mardin İli Su Bilançosu

Batman ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 646 mm, su fazlası 424.4 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 7)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 7)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den artı kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Mayıs ayı başlarından Haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksikliği* : Haziran ayı sonundan Kasım ayına kadar 646 mm su eksikliği belirlemiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması* : Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 7. Mardin İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	2,4	3,8	7,3	12,9	18,3	25,4	29,6	29,4	24,9	18,1	11,1	4,9	15,7
Aylık index (i)	0,3	0,7	1,8	4,2	7,1	11,7	14,8	14,6	11,4	7,0	3,3	1,0	77,9
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	1,7	3,9	12,9	36,4	68,7	124,8	164,9	162,9	120,4	67,4	27,7	6,2	797,9
Düzeltilmiş Etp, mm	1,4	3,3	13,3	40,0	83,9	153,5	206,2	190,6	124,0	65,4	23,5	5,2	910,3
Yağış (P), mm	127,2	100,5	102,7	86,0	45,4	2,1	0,4	0,3	1,2	28,1	76,5	118,3	688,7
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	61,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	53,0	100,0	
Zemin rezerv değişimi					-38,5	-61,5					53,0	47,0	
Etr, mm	1,5	3,3	13,3	40,0	83,9	63,6	0,4	0,3	1,2	28,1	23,5	5,2	264,3
Su fazlası, mm	125,8	97,2	89,4	46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,1	424,4
Su eksikliği, mm						89,9	205,8	190,3	122,8	37,3			646,0
Akış, mm	62,9	111,5	93,3	67,7	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	391,4
Nemlilik oranı, %	86,8	29,4	6,7	1,1	-0,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,6	2,3	21,8	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 7. Mardin İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

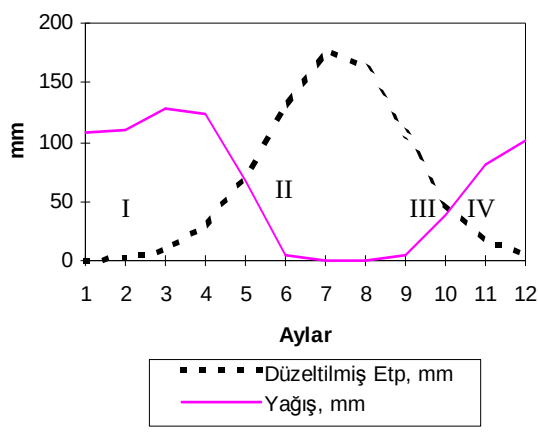
8.Şırnak İli Su Bilançosu

Şırnak ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 477.6 mm, su fazlası 430.3 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 8)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 8)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den arta kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Mayıs ayı başlarından haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksikliği*: Haziran ayı sonundan kasım ayına kadar 477.6 mm su eksikliği belirlemiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması*: Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 8. Şırnak İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	1,8	2,4	5,7	10,8	16,8	23,0	27,2	27,1	22,9	15,2	9,4	3,9	13,9
Aylık index (i)	0,2	0,3	1,2	3,2	6,3	10,1	13,0	12,9	10,0	5,4	2,6	0,7	65,9
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	1,0	1,7	8,2	26,3	58,8	104,2	141,4	140,5	103,4	49,0	20,4	4,1	659
Düzeltilmiş Etp, mm	0,9	1,4	8,5	29,0	71,8	128,2	176,8	164,3	106,5	47,6	17,4	3,4	755,6
Yağış (P), mm	108,3	110,5	128,8	122,5	67,1	5,3	0,9	0,9	4,0	39,3	80,7	102,0	770,3
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	95,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,3	100,0	
Zemin rezerv değişimi					-4,7	-95,3					36,7	63,3	
Etr, mm	0,9	1,4	8,5	29,0	71,8	100,6	0,9	0,9	4,0	39,3	17,4	3,4	278,0
Su fazlası, mm	107,4	109,1	120,3	93,5									430,3
Su eksikliği, mm						27,5	175,9	163,4	102,5	8,3			477,6
Akış, mm	53,7	108,3	114,7	106,9	46,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	430,4
Nemlilik oranı, %	125,2	76,2	14,2	3,2	-0,1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	-0,2	3,6	28,8	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 8. Sırnak İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

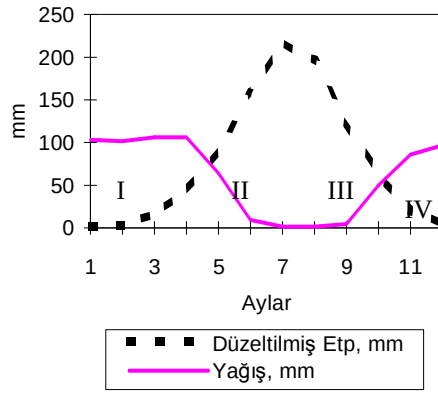
9. Siirt İli Su Bilançosu

Siirt ilinin 31 yıllık (1960-1990) uzun yıllar ortalamalarına göre Thornthwaite yönteminden faydalanılarak aylık buharlaşma-terleme miktarı hazırlanmıştır. Buna göre anılan periyotta su eksikliği 620.3 mm, su fazlası 410 mm olarak bulunmuştur. Su bilançosu (Tablo 9)' na göre çizilen yağış ve buharlaşma-terleme aylık değişim grafiği (Şekil 9)' nin sonuçları aşağıda açıklanmıştır.

- I. *Su Fazlası*: Mayıs ayı başlarına kadar yağış (P), buharlaşma-terlemeden (Etp) fazla olduğu için Etp' den arta kalan yağış yeraltı sularına ya da yüzeysel akışa karışmıştır.
- II. *Zemin Rezervinden Yararlanma*: Mayıs ayı başlarından haziran ayı sonlarına kadar Etp için gerekli su zemin rezervinden karşılanmıştır.
- III. *Su Eksikliği*: Haziran ayı sonundan kasım ayına kadar 620.3 mm su eksikliği belirlemiştir.
- IV. *Zemin Rezervinin Tamamlanması*: Kasım ayından başlamak üzere yağış Etp' den fazladır. 100 mm' lik zemin rezervi aralık ayında tamamlanmıştır.

Tablo 9. Siirt İli Su Bilançosu

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Sıcaklık, °C	2,3	3,9	7,8	13,5	19,2	25,7	30,4	29,8	25,0	17,8	10,3	4,6	15,9
Aylık index (i)	0,3	0,7	2,0	4,5	7,7	11,9	15,4	14,9	11,4	6,8	3,0	0,9	79,5
G	0,9	0,8	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8	
Düzeltilmemiş Etp, mm	1,6	4,1	14,6	39,5	75,0	127,5	173,1	167,0	121,3	65,4	24,1	5,6	818,8
Düzeltilmiş Etp, mm	1,3	3,5	15,0	43,5	91,5	156,9	216,4	195,3	124,9	63,4	20,5	4,6	936,9
Yağış (P), mm	102,7	101,3	105,8	105,6	63,8	8,8	1,3	0,8	4,0	49,5	86,0	97,0	726,6
Zemin rezervi, mm	100,0	100,0	100,0	100,0	72,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,5	100,0	
Zemin rezerv değişimi					-27,7	-72,3					65,5	34,5	
Etr, mm	1,3	3,5	15,0	43,5	91,5	81,1	1,3	0,8	4,0	49,5	20,5	4,6	316,6
Su fazlası, mm	101,4	97,8	90,8	62,1								57,9	410
Su eksikliği, mm						75,8	215,1	194,5	120,9	13,9			620,3
Akış, mm	50,7	99,6	94,3	76,5	31,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	28,9	381,1
Nemlilik oranı, %	75,6	28,2	6,1	1,4	-0,3	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-0,2	3,2	20,0	



- I. Su Fazlası
- II. Zemin Rezervinden Yararlanma
- III. Su Eksiği
- IV. Zemin Rezervinin Tamamlanması

Şekil 9. Siirt İli Etp-Yağış Aylık Değişim Grafiği

SONUÇLAR

D.M.İ. Genel Müdürlüğünden ilgili illere ait uzun yıllar sıcaklık ve yağış ortalamaları değerleri alınmıştır. Bu değerler kullanılarak Etp değerleri hesaplanarak, her il için ayrı ayrı su bilançoları yapılmıştır. Su bilançolarından hareketle Etp-Yağış aylık değişim grafikleri çizilip, sonuçları irdelenmiştir. Tüm illere ait önemli parametrelerin ekstrem değerleri Tablo 10’ da verilmiştir.

Tablo 10.GAP Kapsamındaki İllerin Su Bilançolarındaki Önemli Parametrelerin Karşılaştırılması

İller	Ş.Urfa	G.Antep	Kilis	Adıyaman	D.Bakır	Batman	Mardin	Şırnak	Siirt
Ortalama sıcaklık, °C	18	14.5	16.8	16.4	15.8	16.1	15.7	13.9	15.9
Toplam Etp, mm	1077.4	828.3	933	929.1	948.8	952.5	910.3	755.6	936.9
Toplam yağış, mm	474.5	533.7	523.4	794.8	491.6	534	688.7	770.3	726.6
Toplam su fazlası, mm	207.6	266.7	222.7	489.2	223.8	234.4	424.4	502.3	410
Toplam su eksikliği, mm	804	561.3	632.3	623.5	677.3	653	646	477.6	620.3
Toplam akış, mm	49.2	239.5	217.8	447.9	220.2	232.7	391.4	466.3	381.1

Bu Değerler D.M.İ. Genel Müdürlüğünden alınmıştır (Altı çizili rakamlar ekstrem değerlerdir).

KAYNAKLAR

Armağan, B., Yeşilnacar, M.İ., Boybay, M., 1994, Şanlıurfa’ da Meteorolojik Parametrelerin Değerlendirilmesi, VIII. Mühendislik Haftası, Isparta.

Canik, B., 1971, Yeraltısu Bilançosu, M.T.A. Dergisi, Sayı:76, Ankara.

D.M.İ. (Devlet Meteoroloji İşleri), 1997, Meteoroloji Bülteni, Ankara.

Dönmez, Y., 1984, Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları, İ.Ü. Yayın no:2506, Coğrafya Enstitüsü Yayın no:102, İstanbul.

Şahinci, A., 1986, Genel Hidrojeoloji, D.E.Ü. Müh. Mim. Fak. MM/Jeo-86, İzmir.

Şahinci, A., 1991, Karst, Reform matbaası, İzmir.

Yeşilnacar, M.İ., 1994, Hidroloji Ders Notları (yayınlanmamış), Harran Üniv. Müh. Fak. Ş.Urfa.