

YERALTI SUYU BİLANÇOSU

Baki CANİK

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZET. — Yeraltı suyu bilançosu, belirli bir zamanda, belirli bir napa giren ve bu naptan çıkan su miktarlarını karşılaştırarak yapılır. Bilanço zamanının seçiminde meteoroloji olayları göz önüne alınır. Bu zaman bir yıl civarındadır.

Bilanço formülündeki bütün elemanların tayini veya hesaplanması aynı derecede önemlidir. Yağışın mühim bir kısmına tekabül eden gerçek evapotranspirasyon çeşitli formüllerle hesaplanır.

Tesirli veya etkili süzülme, bilinen terimlerin yardımı ile ve ayrıca klor metodu ile tayin edilebilir.

Napın rezervindeki değişim, bilanço devresinin başlangıcı ile bitimindeki su tablasının incelenmesi ile meydana çıkarılır.

Havzanın yeraltı ve yerüstü suyu potansiyeli, napın kazanç ve kayıpları bilanço sonunda anlaşılır.

Neticeler hacim m³, yağmur % si ve yükseklik mm olarak verilirse de, ölçü olarak hacim biriminin kullanılması araştırmacılarca alışılmış bir husustur.

Napa giren ve naptan çıkan suların toplamlarının farkları neticede yorumlanmalıdır.

GİRİŞ

Dünyada ve memleketimizde suya olan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Yerleşme ve endüstri merkezlerinden yenilerinin yaratılması için çok fazla miktarda suya ihtiyaç vardır.

Uzun veya kısa süreden beri işletilmekte olan bazı su napları şimdiden bitmiş durumdadır. İstikbalde susuz kalmamak ve insanlık âleminin su ihtiyacını karşılamak için yürütülen çalışmaların ilmî bir değeri olmalıdır.

Problemleri farklı olan akiferlerde, yeraltı sularının araştırılma ve işletilmesi esnasında karşılaştığımız güçlükleri yenmek için iyi bir jeoloji, jeofizik, matematik, fizik ve kimya bilimlerinin tanımı ile çok titiz ve hassas bir çalışma ancak kâfi gelecektir.

YERALTI SUYU BİLANÇOSU

Hidrojeolojinin en önemli bölümü şüphesiz yeraltında dolaşan suyun miktarını tayin etmektir. Hidrojeoloji etütlerinin gerçek hedefi, neticede incelenen sahanın yeraltı suyu bilançosunu yapmaktır.

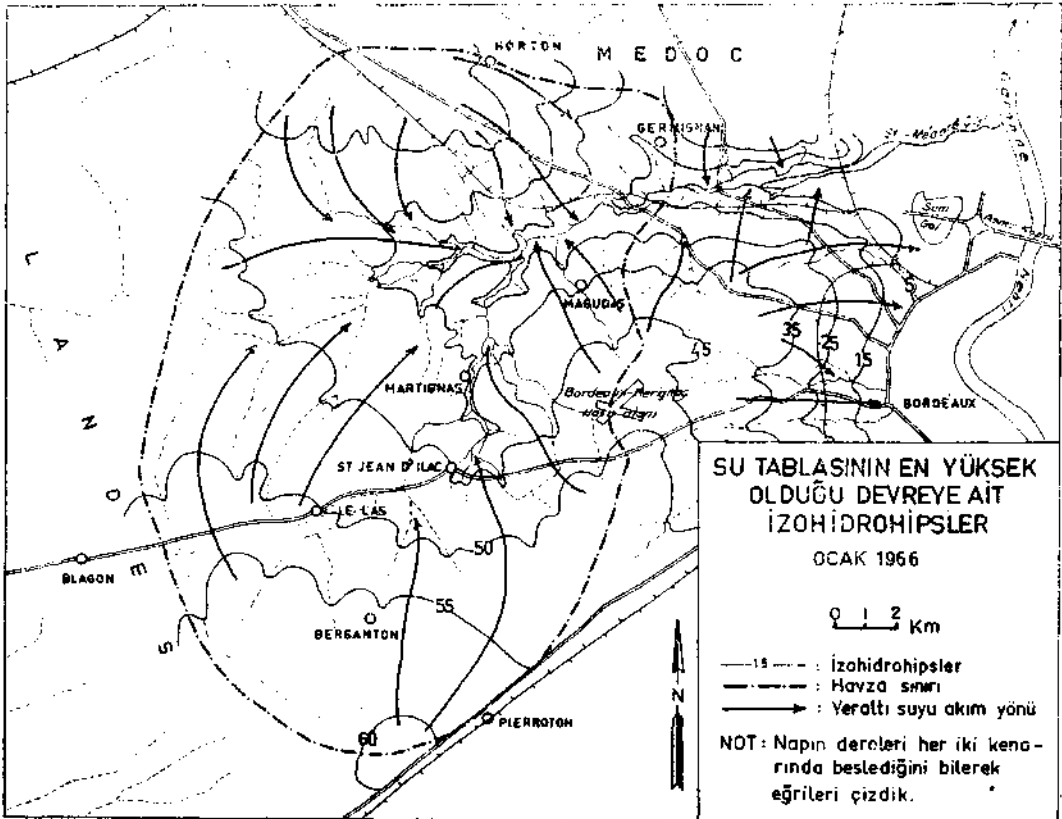
Bilanço, seçilen bir periyotta belirli bir napa giren ve aynı naptan çıkan su miktarlarını karşılaştırmaktır. Belirli bir naptan maksadımız, akiferin hidrolik ve geometrik sınırlarının tamamen bilinmesidir. Kaptiv bir nap için empermeabl taban ve tavanın, serbest bir nap için empermeabl tabanın çok iyi tanınması gerekir.

Bir havzada, yeraltı suyu akımının yanal hudutlarını tayin etmek, sıvı akıların çizilebilmesi ve hidrolik gradyanı hesaplayabilmek için piezometrik yüzeyin, yani izohidrohipslerin durumunun çok iyi bilinmesi lâzımdır (Şek. 1).

Havzaların hidrojeoloji etütlerinde, önce çok detaylı bir jeoloji etüdü yapmak ve daima jeoloji verilerine dayanarak neticeye gitmek şarttır (diskordanslar, senklinaller, faylar, permeabl ve empermeabl seviyelerle formasyonun gözeneklilik durumu gibi).

Bilanço için seçilen zaman bir periyot olmalı ve tayininde meteoroloji olayları göz önüne alınmalıdır: piezometrik yüzeyin en alçak olduğu devreden, en alçak olduğu devreye kadar geçen zaman gibi. Periyot her zaman tam olarak bir yıl değildir. Bir periyot yapılan araştırmalarda meteorolojik olaylar anormal olabilir. Bu nedenle birkaç periyodu içine alan uzun bir zamana ait bilanço daha doğru neticeler verir. Bilanço, napın beslenme ve boşalma devrelerine ait olmak üzere ayrı ayrı yapmak en iyisidir.

Bilanço için iki gaye için yapabiliriz: Birincisi tamamen ilmi olandır. Bunda bilançonun bütün elemanları mümkün olduğu kadar sıhhatli bir şekilde tayin edilmeye çalışılır. İkinci ise, akiferden belirli bir zamanda çekilebilecek su hacmini bulmak içindir. Akiferlerin işletilmesinde, akifer formasyonunun transmisivite ($-T$), permeabilite ($=K$), serbest naplarda özgül verim veya etkili porozite ($=m_e$) ile basınçlı veya kaptiv naplarda depolama katsayısı ($=S$) gibi karakteristiklerinin, inşa edilecek kuyunun verimi ve beslenmesini tayin için hassasiyetle tetkiki gerekir. Aki-



Şek. 1

Terlerin beslenmesi, şüphesiz boyutlarının büyüklüğünden çok daha önemlidir. Boyutları oldukça küçük fakat çok iyi beslenen bir napın işletilmesi, geniş alanlara yayılan fakat fena beslenen bir napın işletilmesinden daha fazla ekonomiktir.

H. Schoeller'in 1967 de teklif ettiği genel yeraltı suyu bilanço formülünden, her türlü hidrojeoloji etüdünde istifade edilebilir.

Bilanço tanziminde, havzanın su potansiyeline etkiyen bütün terimler üzerinde önemle durulması şarttır.

Genel bilanço formülünü basitleştirerek tablo halinde şöyle yazabiliriz :

1. AKTİF SÜTUN-GİRENLER

a. Tabii olarak girenler

- P = Yağmur, kar, çığ, vb.;
- $Q'r$ = Akarsu ve göllerden napa süzülen sular;
- $Q'n$ = Başka naplardan, incelenen napa üst sınırından giren sular;
- $\Delta's$ = Napın rezervind ekideğişimden gelen sular (inceleme periyodu başındaki duruma göre rezervdeki noksanlık).

b. Sunî olarak girenler

- $Q'a_1$ = Her çeşit sulama ile napa süzülen sular;
- $Q'a_2$ = Kanallardan süzülen sular;
- $Q'a_3$ = İkamet yerleri ve fabrikaların kirlenen sularından süzülenler.

2. PASİF SÜTUN-ÇIKANLAR

a. Tabii olarak çıkanlar

- | | | | | | |
|----------------------------|------------|---|-----------------------------|---|---|
| | E_{tr} | = | Hakiki evapotranspirasyon; | | |
| Akarsuların toplam miktarı | QR | } | Q_r | = | Hakiki yeryüzü suyu (akarsuların yeryüzü sularını ihtiva eden miktarı); |
| | | | Q_{nr} | = | Yeraltı akım suyu (naplardan akarsulara boşalan miktar); |
| Napın toplam debisi | QN | } | Q_{nn} | = | Napın mansabından başka naplara geçen sular; |
| | | | $Q_{nn'}$ | = | İncelenen naptan başka naplara doğru geçen sular; |
| | Δs | = | Napın rezervine olan ilâve. | | |

b. Sunî olarak çıkanlar

- Q_{a_1} = Drenaj yoluyla;
- Q_{a_2} = Kanallara boşalan sular;
- Q_{a_3} = Pompajla alınan sular.

Formülü soldan sağa doğru şöyle de ifade edebiliriz:

$$P + Q'r + Q'n + \Delta's + Q'a_1 + Q'a_2 + Q'a_3 = E_{tr} + Q_r + Q_{nr} + Q_{nn} + Q_{nn'} + \Delta s + Q_{a_1} + Q_{a_2} \quad (1)$$

TERİMLERİN HESABI

Terimleri su hacmi m^3 , su yüksekliği mm ve yağış yüzdesi yağmur -- % 100 olarak hesaplayabiliriz.

a. Tabii olarak girenler

$P = \text{Yağış:}$

İncelenen havza ve civarındaki yağmur ölçerlerden faydalanarak, bilanço devresine tekabül eden bir eş yağış haritası (isohyetes) çizilir (Şek. 2). Havza üzerine düşen yağmuru hesaplamak için eş yağış eğrileri ile sınırlı her bölgenin alanı planimetre ile ölçülür ve bu alan düşen yağmur miktarı ile çarpılır.

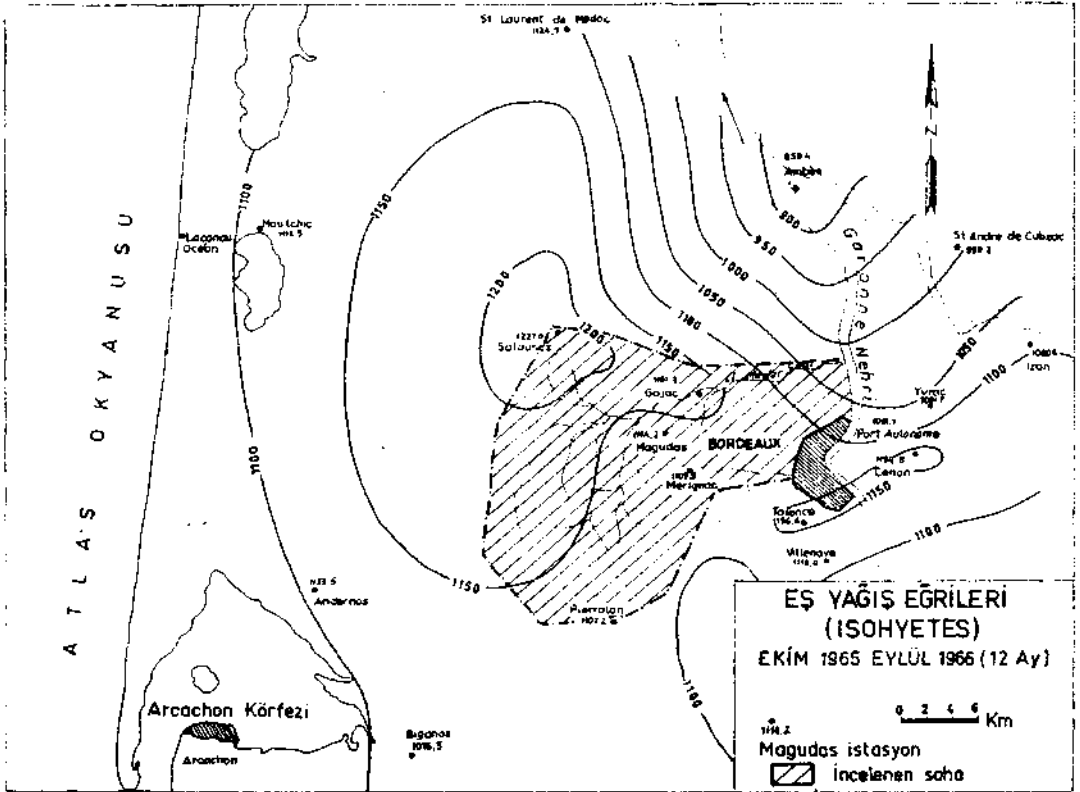
$Q'r = \text{Akarsu ve göllerden napa süzülen sular:}$

Akarsuyun havzaya giriş ve çıkışındaki fark, yaklaşık olarak süzülme ifade eder.

Göllerden süzülme için, göle boşalan ($=q_1r$) ve gölden çıkan ($=q_2r$) akarsuların miktarı, göl yüzeyinden buharlaşma ($=E$) ve göl yüzüne düşen yağış ($=P$) ise:

$$P + q_1r = E + q_2r + Q'r \mp \Delta R \quad \text{yazılır} \quad (2)$$

$\Delta R = \text{Bilanço devresinin başlangıcı ile bitişindeki gölün seviyelerini mukayese, başlangıca göre göl seviyesindeki yükselime tekabül eden su miktarı } \mp \Delta R, \text{ alçalıma tekabül eden su miktarı ise } -\Delta R \text{ olarak tesfir edilmelidir.}$



Şek. 2

Diğer terimlerin hesabından sonra formülden Q'r çekilebilir.

$Q'n$: Başka naplardan, incelenen napa üst sınırından giren sular:

Serbest naplarda, izohidrohipsler, transmisivite ve suların giriş cephesinin uzunluğu bilirse Darcy kanununa göre Q'n hesaplanabilir.

$$Q'n = T.L.i.t \quad 31$$

T=Transmisivite (m^2/s)

L=Cephe uzunluğu veya akım alanı genişliği (m)

i =Hidrolik eğim. İzohidrohipsler yardımı ile hesaplanır (%)

t =Bilanço devresine tekabül eden zaman (saniye). Böylece bilanço devresine ait Q'n değeri m^3 olarak bulunur.

$\Delta's$ = Napa rezervindeki değişim :

Bilanço devresinin başlangıcı ile bitim devrelerine ait (örneğin: piezometrik yüzeyin en alçak olduğu devreden, en alçak olduğu devreye kadar) piezometrik yüzeylerin mukayesesi ile tayin edilir. Başlangıca göre, bitimde su tablasındaki alçalma bilanço formülünde napa giren, yükselme ise çıkan olarak tefsir edilmelidir. $\Delta's$ in miktarı çizilecek *Su Tablası Eş Değişim Haritasında*. (Şek. 3) zonların alanını değişim miktarı ve efektif porozite ile çarparak bulunur.

b. Sunî olarak girenler

$Q'a_1$ =Bilanço devresinde her çeşit zirai sulama ile havzaya giren suların toplamıdır. Doğrudan ölçülerek veya kullananların yaklaşık tahmini ile (veya anket yaparak) hesaplanır.

$Q'a_2$ = Kanallardan süzülen sular, havzayı kateden kanallardaki suyun, havzaya giriş ve çıkışındaki debi farkı ile hesaplanır.

$Q'a_3$ =Kirlenen sular, kirli suların miktarı yaklaşık olarak sarf edilen su miktarına eşit kabul edilerek sayaçlardan hesaplanabilir.

a. Tabîî olarak çıkanlar

E_{tr} = Hakiki evapotranspirasyon:

Havzadaki hakiki evapotranspirasyonu hesaplamak için mevcut pek çok formülden Thornthwaite ve Türe formülleri araştırmacılarca en çok kullanılanlardır.

1) Thornthwaite'in potansiyel evapotranspirasyonu veren formülü:

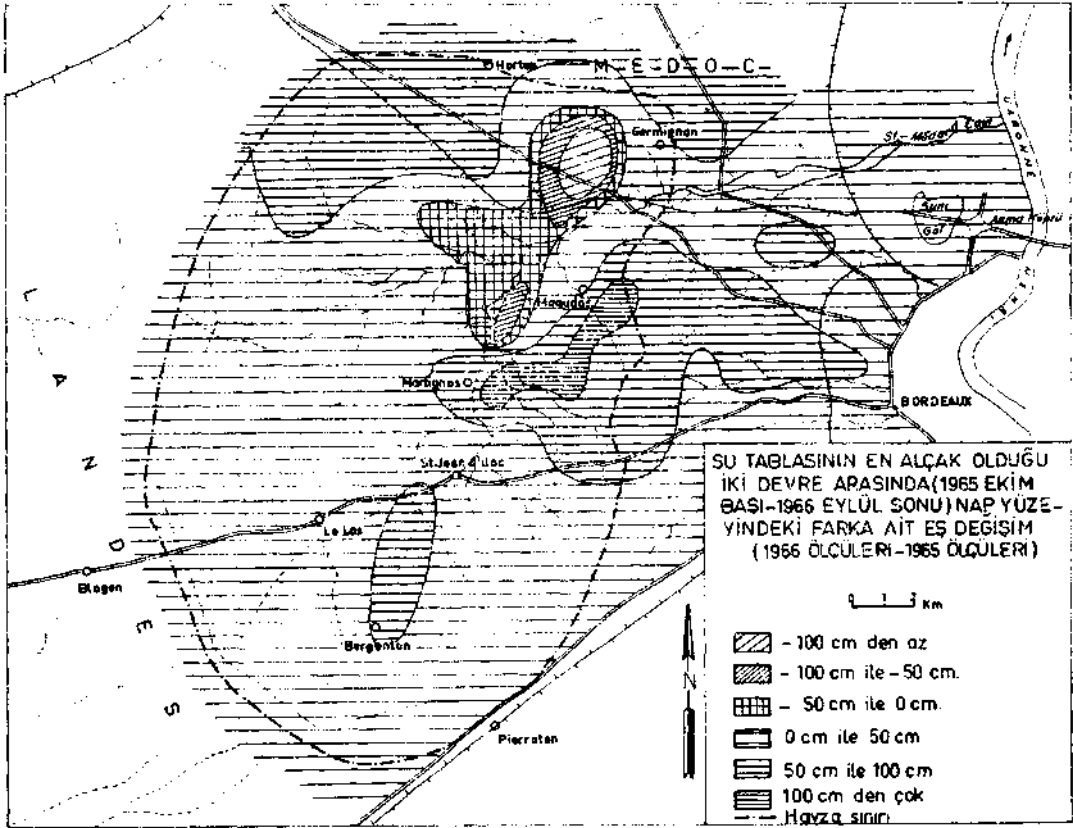
$$E_{tp} = 1.6 \left(\frac{10 t}{I} \right)^ a \quad (4)$$

t = Aylık ısı ortalaması C°

$$I = \sum j = \sum \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

$$a = 675 \times 10^{-7} \times I^3 - 7.71 \times 10^{-5} \times I^2 + 1.79 \times 10^{-2} \times I + 0.492$$

Önce her ay için i değerleri hesaplanır. İnceleme devresine ait i lerin toplamı I yı verir. Sonra a hesaplanır. Her aya ait t değerleri (4) no.lu formülde yerine konarak o aya ait potansiyel evapotranspirasyon bulunur. Bu değerler, enlemelere göre değişen düzeltme katsayıları ile çarpılarak, düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon elde edilir.



Şek. 3

Aylık, gerçek evapotranspirasyon değerleri ise yağış ve bitkilere faydalı su rezervinin yardımı ile hesaplanır. Lecarpentier'nin «Bitkilere faydalı su rezervi» havzanın iklimi, bitki örtüsü ve formasyon tipi göz önüne alınarak seçilir. Genellikle bu rezerv, hafif ve taşlı topraklar için 50 mm, ağır topraklar için 200 - 300 mm ye kadar alınabilir (Tablo 1).

2. Türe metodu:

Aylık nispi rutubet % sine göre iki ayrı formül kullanılır:¹

Aylık ortalama nispi rutubet < % 50 ise :

$$E_{tp} = (50 + I_g) 0.4 \frac{t}{t-15} \left(1 + \frac{50 - \text{nispi rutubet}}{70} \right) \quad (5)$$

Aylık ortalama nispi rutubet \geq % 50 ise :

$$E_{tp} = (50 + I_g) 0.4 \frac{t}{t-15} \quad (6)$$

Formüllerde:

E_{tp} = Aylık potansiyel evapotranspirasyon mm

t = Gölgede aylık sıcaklık ortalaması °C

¹ L. Türe, R. Hlavek, Th. Gobillot & C. Lecarpentier (1963) :

Bulletin Technique du Genie Rural no. 60 eclite par le G.R.E.G.R., Paris, pp. 1-5.

Tablo - 1

Thorntwaite formülüne göre evapotranspirasyon tablosu

Örnek : Fransa, Bordeaux, St. Medard çayı havzası.

	<i>Ekim</i> 1965	<i>Kasım</i> 1965	<i>Aralık</i> 1965	<i>Ocak</i> 1966	<i>Şubat</i> 1966	<i>Mart</i> 1966	<i>Nisan</i> 1966	<i>Mayıs</i> 1966	<i>Haziran</i> 1966	<i>Temmuz</i> 1966	<i>Ağustos</i> 1966	<i>Eylül</i> 1966
Aylık ısı (°C)	15.5	9.5	8.8	6.5	11	7.6	12.7	14.7	17.7	17.9	18.9	18.8
Aylık <i>i</i> değerleri	5.54	2.64	2.35	1.48	3.29	1.88	4.10	5.11	6.77	6.89	7.48	7.42
Potansiyel evapotranspirasyon (mm)	65.17	33.66	30.35	20.16	41.03	24.91	49.80	60.67	77.96	79.17	85.21	84.58
Düzeltilme katsayısı (45. enlem için)	0.94	0.79	0.75	0.80	0.81	1.02	1.13	1.28	1.29	1.31	1.21	1.04
Düzeltilmiş potansiyel evapotranspirasyon (mm)	61.26	26.59	22.76	16.13	33.23	25.41	56.27	77.66	100.67	103.71	103.10	87.96
Yağış (mm)	21.6	212.0	197.3	143.6	118.6	40.9	84.5	44.0	124.2	34.7	39.7	45.5
Bitkilere faydalı su rezervi (mm)	0	100	100	100	100	100	100	66.34	89.87	20.86	0	0
Hakiki evapotranspirasyon (mm)	21.60	26.59	22.76	16.13	33.23	25.41	56.27	77.66	100.67	103.71	60.56	45.50

Bitkilere faydalı su rezervi = 100 mm

Toplam hakiki evapotranspirasyon = 590.00 mm

I_g = Yatay düzlemin cm^2 sine küçük kalori cinsinden, seçilen ay devamınca günlük güneş enerjisinin aylık ortalaması.

$$I_g = I_g A \left(0.18 + 0.62 \frac{h}{H} \right) \text{ dır.}$$

h = Güneş görme müddeti. Ayda saat olarak.

H = Günün toplam astronomik müddeti. Ayda saat olarak.

$\frac{h}{H}$ = Nispi güneşlenme.

$I_g A$ ve H değerleri enlem dairelerine bağlı olarak değişir ve hazırlanmış tablolardan bulunur. Türkiye için 35° - 42° enlemlere göre bu değerler şöyledir (Tablo 2 ve Tablo 3) :

Bulunan aylık potansiyel evapotranspirasyon değerlerinden, gerçek evapotranspirasyon değerlerini hesaplamak için Thornthwaite metodunda olduğu gibi yağış ve bitkilere faydalı su rezervinin yardımı ile yine bir evapotranspirasyon tablosu hazırlanır.

3. Serra metodu

$$E_{tp} = 270 e^{0.0644t} \quad (7)$$

E_{tp} = Yıllık potansiyel evapotranspirasyon (mm)

270 = Sabit bir katsayı

c = 0.434

t = İncelenen bölgeye ait yıllık sıcaklık ortalaması ($^\circ C$)

$QR = Q_r + Q_{nr}$ Akarsuların toplam debisi:

QR ile gösterilen bu iki terim, inceleme devresinde akarsu şeklinde havzayı terk eden su miktarıdır.

Havzadaki akarsuyun, inceleme devresine ait debi değişim grafiği, yani hidrogramı çizilir. Bunun için akarsuyun seviyesi çeşitli limnigraflardan birisi ile kaydedilir ve hidrogramı çizerken bir mukayese eğrisinden faydalanılır.

Şüphesiz hidrogramda naplardan akarsuya boşalan yeraltı akım suyu ($-Q_{nr}$) ile, yağışlarda naplara inmeden doğrudan doğruya yüzeyden akan hakikî yeryüzü suları ($=Q_r$) beraber görülmektedir (Şek. 4).

Nap suyu ile yeryüzü suyunu grafik üzerinden ayırmak için mevcut metotlardan oldukça emin ve kolay olanı Schoeller'in hidrograf metodudur.

Akarsuyun gerçek rejimde, yani napın ve akarsuyun dış tesirlerle beslenmediği devredeki boşalma katsayısı hesaplanmalıdır. Sonra, gerçek rejimde herhangi iki tarih arasındaki akım miktarı kolayca hesaplanabilir.

Maillet'nin boşalma katsayısını veren formülü:

$$q = q_0 e^{-\alpha (t-t_0)} \quad (8)$$

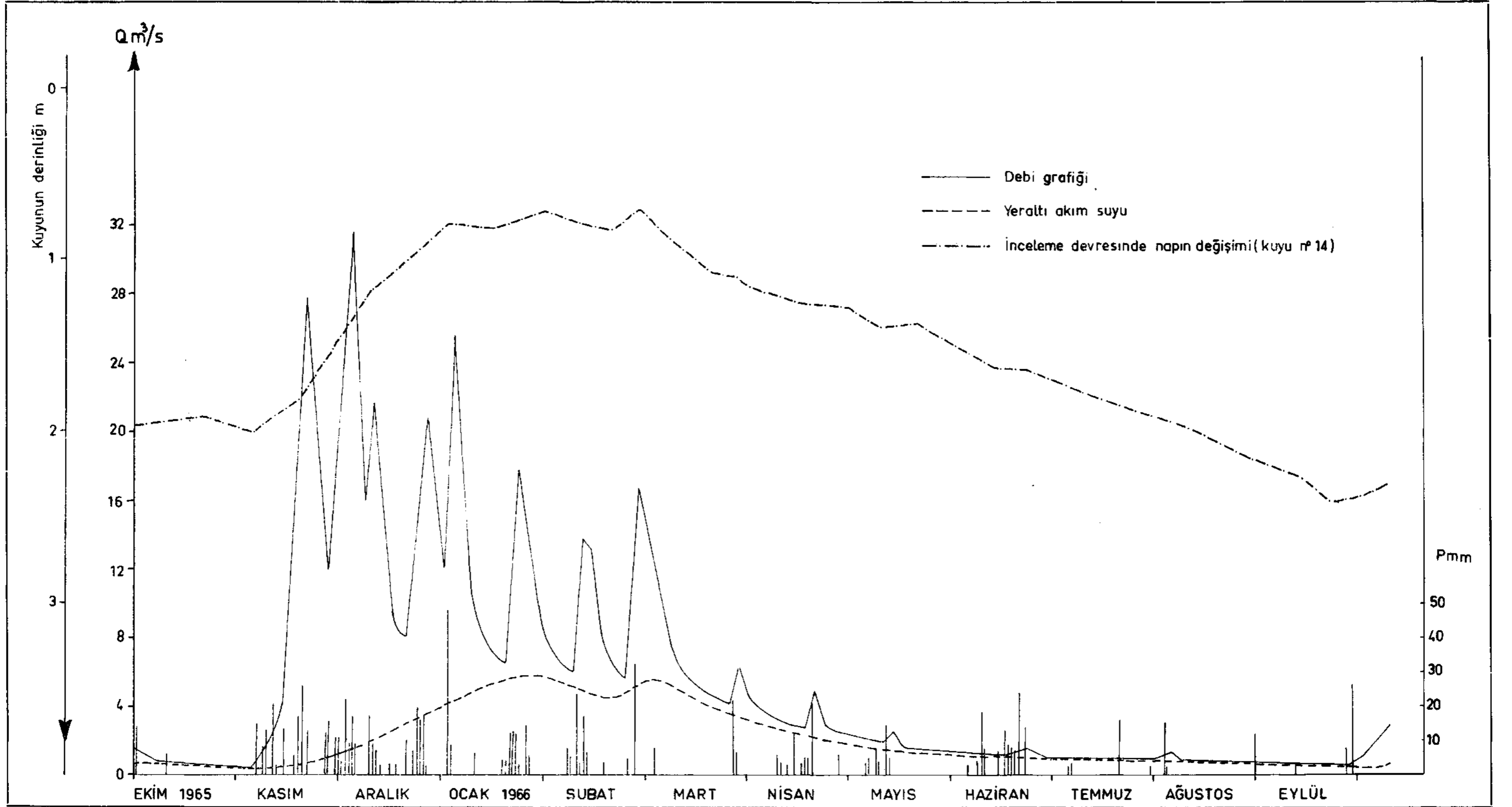
q = t zamanındaki debi ($m^3/gün$)

q_0 = t_0 zamanındaki debi ($m^3/gün$) (gerçek rejim başlangıcı).

e = 0.434

α = Boşalma katsayısı

$t-t_0$ = Boşalmanın başlangıcından beri geçen zaman (gün)



Şek. 4 - St.-Médard çayı hidrogram ve yağmur (= P).

Tablo - 2
H değerleri (ortalama). Ayda saat olarak

Enlemler	A Y L A R											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
35°	313	306	371	392	435	435	443	417	373	350	311	304
36°	312	304	371	393	437	438	445	420	372	349	308	302
37°	307	303	371	394	439	441	449	421	374	348	306	299
38°	305	302	371	395	442	444	452	422	374	347	304	296
39°	302	301	371	397	444	447	454	424	373	346	302	293
40°	300	299	371	398	447	450	457	426	374	345	299	290
41°	298	298	371	400	450	453	460	427	375	344	298	287
42°	296	297	371	401	452	454	461	429	376	343	295	284

Tablo - 3
Ig A değerleri. Kalori/cm²/gün

Enlemler	A Y L A R											
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
35°	434	562	711	858	950	982	957	878	750	597	462	396
36°	420	548	703	852	948	985	957	874	742	584	447	382
37°	406	534	696	844	947	990	956	870	733	571	432	367
38°	390	522	687	839	946	989	956	865	724	559	418	351
39°	376	510	679	834	944	988	955	860	716	546	404	336
40°	362	496	670	829	942	987	955	856	707	533	390	322
41°	348	483	661	824	941	986	954	851	698	521	376	308
42°	336	468	651	819	939	985	954	846	689	510	362	294

St.-Medard çayı için 1 Haziran - 28 Eylül 1966 tarihleri arasında $\alpha = 0.008$ gün⁻¹ dir (Şek. 4). Aynı tarihler arasındaki akım miktarı, (8) no. lı formülün t göre entegre edilip değerlerinin yerine konması ile $V = 9.36 \times 10^6 \text{ m}^3$ bulunur.

$Q_{nn} = \text{Napın mansabından başka naplara geçen sular:}$

(3) no. lı formülle yine Darcy kanunundan faydalanarak hesaplanabilir.

$Q_{nn} =$ Bilançonun sonunda, giren ve çıkanların toplamlarının farkından yorumlanarak çıkarılır.

ÖRNEKLER

1. Yüzeysel akımın sıfır olduğu, napa sunî olarak giren ve çıkanın bulunmadığı bazı özel sahalarda (örneğin: Fransa, Akitan havzası, Atlantik kenarında kumulların yayıldığı sahada) bilanço formülü şu şekilde yazılabilir:²

$$P - E - I$$

P = Yağmur. % 100

E = Evapotranspirasyon. % 63

I = İnfiltrasyon veya beslenme. % 37

2. Fransa, Bordeaux batısındaki St.-Medard çayı havzasında, serbest Plio-Kuaterner napa ait bilanço, piezometrik yüzeyin en alçak olduğu iki devre arası için gerçekleştirdik: 1965 Ekim başı ile 1966 Eylül sonu. inceleme alanı 302.3 km² dir.

(1) no. lı formülün havzamızı ilgilendiren terimleri üzerinde durarak etüt sahamıza tatbik ettiğimiz formülü şu şekilde yazabiliriz:

$$P + \Delta's = E_{tr} + Q_r + Q_{nr} + Q_{nn}' \quad (9)$$

$le = \text{Tesirli süzülme :}$

Diğer terimleri hesaplanan (9) no. lı bilanço formülünden tesirli süzülme, yani beslenmeyi bulabiliriz:

$$I_e = P - E_{tr} - Q_r + \Delta's$$

Bu şekilde nap yüzeyinin kazandığı su kolayca hesaplanır:

$le = 92.87 \times 10^6 \text{ m}^3$ veya yağışın % 25.7 si.

Beslenmeyi, Schoeller'in klor metodu ile de hesaplayabiliriz:

$$A = (1 - Q_r) \frac{Cl_p}{Cl_n} \quad (10)$$

A = Beslenme yüzdesi

$Q_r = \text{Hakiki yeryüzü suyu (\% olarak)} = \% 29.24$

$Cl_p = \text{Havzaya düşen yağmur suyunun ortalama } Cl^- \text{ konsantrasyonu} = 8.9 \text{ mg/l.}$

$Cl_n = \text{Nap suyunun ortalama } Cl^- \text{ konsantrasyonu} = 27.62 \text{ mg/l.}$

Değerler (10) no. lı formülde yerine konursa:

$A = 82.19 \times 10^6 \text{ m}^3$ veya yağışın % 22.8 bulunur.

² Ph. Cortège (1967) : Etude hydrogéologique du Plio-Quaternaire dans la région de l'étang de Parentis-Biscarrosse. These 3 eme cycle. Fac. des Sci. Bordeaux, no. 476, p. 67.

³ B. Canik (1968) : Etude géologique et hydrogéologique du Bassin Versant de la Jalle de Saint-Medard. These de doctorat Univ. Fac. des Sci. Univ. de Bordeaux, no. 53, pp. 90-109.

Belirtelim ki, serbest Plio-Kuaterner napın etüdünde, akifer formasyonun T, K ve S gibi karakteristikleri, yaptığımız birkaç deneme pompajı ve Garonne nehri kenarında gelgit olayının incelenen napa etkisi araştırılarak tayin edildi.

(9) no.lu formüldeki terimlerin hesabından sonra, St.-Medard çayı havzasına ait yeraltı suyu bilançosunu şöyle tanzim edebiliriz:

Tablo - 4

Napa girenler Hacim $10^6 m^3$	Naptan çıkanlar Hacim $10^6 m^3$		
	Havza	Nap	Akarsular
P = 360.50	Etr = 178.40	178.40	178.40
$\Delta^s = 17.67$	Qr = 105.41	105.41	QR = 171.07
	Qnr = 65.66	65.66	
Toplam $\Sigma_1 = 378.17$	Toplam : $\Sigma_2 = 349.47$		

$$\Delta = \Sigma_1 - \Sigma_2 = 28.70 \times 10^6 m^3$$

$$\Delta = \text{Ölçme hataları} + \text{ölçülemeyen terimler} + \text{derin naplara doğru süzülme (=Qnn')}.$$

NETİCE

Yeraltı suyu çalışmaları detaylı bir bilanço ile sonuçlanmalı ve bilanço tanziminden önce akiferin işletilmesinden kaçınılmalıdır.

Bilanço sonunda terimlere etkiyen faktörler aydınlatılacağından, yorumlar çok daha kolaylıkla yapılabilir.

St.-Medard çayı havzasında, % 25.7 ye ulaşan beslenme bizim için normal görülmektedir. Çünkü:

- Havzanın büyük kısmı, Atlantik kenarındaki kumullardan rüzgârla taşınan kumlarla örtülüdür.
- Havza oldukça az engebeli ve bitki örtüsü ile kaplıdır (orman ve mera).

Yağışın yaklaşık olarak yarısına eşit olan hakikî evapotranspirasyon da, havzanın iklim, bitki örtüsü ve formasyon cinsine göre normaldir.

Qnn' nün (= incelenen naptan başka naplara doğru geçen sular) tayininde, akiferin konumu ve hidrojeolojik karakteristiklerinin çok iyi tanınması gerekir. Havzamızın şartlarına göre bu değer % 5-6 arasındadır.

Neşre verildiği tarih, 30 ekim 1971

BİBLİYOGRAFYA

- CANİK, B. (1968) : Etude geologique et hydrogeologique du Bassin Versant de la Jalle de Saint-Medard. *These de doctorat d'Universite Fac. des Sci.* no. 53, p. 90-109, Bordeaux.
- CORREGE, Ph. (1967) : Etude hydrogeologique du Plio-Quaternaire dans la Region de l'Etang de Parentis-Biscarrosse. *These de 3 eme cycle. Fac. des Sci. de l'Universite de Bordeaux.* no. 467, p. 67.
- SCHOELLER, H. (1962) : Les eaux souterraines. *Masson et Cie.*, Paris.
- (1967) : Methodes pour obtenir le bilan des eaux souterraines. *Extrait de «Eaux Souterraines» Assemblée Generale de Berne. Sept.-Oct. 1967.*
- TURC, L.; GOBILLOT, Th.; LECARPENTIER, C. & HLAVEK, R. (1963) : *Bulletin Technique du Genie Rural*, no. 60. C.R.E.G.R. Paris, pp. 1-5.