



Kireçtaşı akiferlerinde yağıştan süzülmenin hesabı üzerine bir araştırma: Triyas kireçtaşları, Çorum

A study on infiltration rate into limestone aquifers: Triassic aged limestones, Çorum, Northern Anatolia, Turkey

Ahmet APAYDIN

DSİ V. Bölge Müdürlüğü, 06100 Ankara

Oz

Akiferlerin besleniminde yağış, sıcaklık, buharlaşma terleme kayıpları gibi meteorolojik etkenler ile akiferin yayılımı alanı ve kalınlığı, jeolojik konumu, litolojik ve yapısal özellikleri, topoğrafya, toprak ve bitki örtüsü gibi özellikler etkilidir. Bir akiferden sürekli olarak güvenle çekilebilecek azami yeraltısuyu miktarının belirlenmesinde öncelikle bu özelliklerin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı; kaynak boşalimlarından yola çıkarak, akiferlerde yağıştan süzülmenin hesaplanması ve farklı miktardaki süzülme-lerin nedenlerinin açıklanmasıdır. Bu amaçla, Çorum güneyinde seçilen bir pilot alandaki Triyas yaşlı kireçtaşı akiferlerinde, kaynak azalma eğrilerinin analizi yöntemiyle yağıştan süzülme oranları hesaplanmıştır. Hesaplanan süzülme oranları % 35 ile % 62 arasında değişmektedir.

Anahtar Sözcükler: Akifer, Kaynak azalma eğrisi, Azalma katsayısı, Beslenim, Boşalim, Rezerv değişimi, Süzülme.

Abstract

Recharge of an aquifer depends on meteorological elements, such as precipitation, temperature, evapotranspiration and aquifer properties such as surface area, thickness, geological setting, lithological and structural features and soil cover and structural features and soil cover and vegetation. In order to estimate the amount of safe yield of an aquifer, it is necessary to determine these properties. The aim of this study, is to calculate recharge rates into the limestone aquifers by using the spring discharges and to explain the causes of different rates. In this study, infiltration rates into the Triassic aged limestone aquifers in a selected region in the southern part of Çorum are calculated by analysing the spring recession curves. The rates calculated, range from 35% to 62%.

Key Words: Aquifer, Spring recession curve, Coefficient of recession, Recharge, Discharge, Changing reservoir, Infiltration.

GİRİŞ

Çorum kentinin yaklaşık 30 km güneyinde seçilen, 25 km² büyüklüğünde bir pilot alanda (Şekil 1) yürütülen çalışmada amaç; Triyas yaşlı kireçtaşlarında yağıştan süzülme oranlarını araştırmak; böylece Çorum çevresinde birbirinden ayrı irili ufaklı mostralarda halindeki yer alan kireçtaşı akiferlerinin yeraltısuyu potansiyelleri hakkında daha doğru tahminler yapmaktır.

Seçilen pilot alanın özelliği, yaklaşık aynı kotta, birbirine yakın, beslenimlerinin tamamını kaynaklarla boşaltan, değişik büyüklükteki kireçtaşı mostralarının yer almasıdır.

Sınırları, konumları ve boşalim noktaları belirlenen dört adet kireçtaşı mostrasında, Haziran 1991-Kasım 1992 döneminde aylık kaynak debi ölçümleri yapılmış, ölçülen değerler kullanılarak kaynak azalma eğrilerinin analizi yöntemi ile (Maillet, 1905) herbir kireçtaşı akiferinin yağıştan süzülme oranları hesaplanmaya çalışılmıştır.

İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

Çalışma alanında yer alan oluşumlar formasyon adlarıyla yaşlıdan gence doğru incelenmiştir. Formasyon adları Şenalp (1981), Ulu ve diğ., (1996)'den alınmıştır.

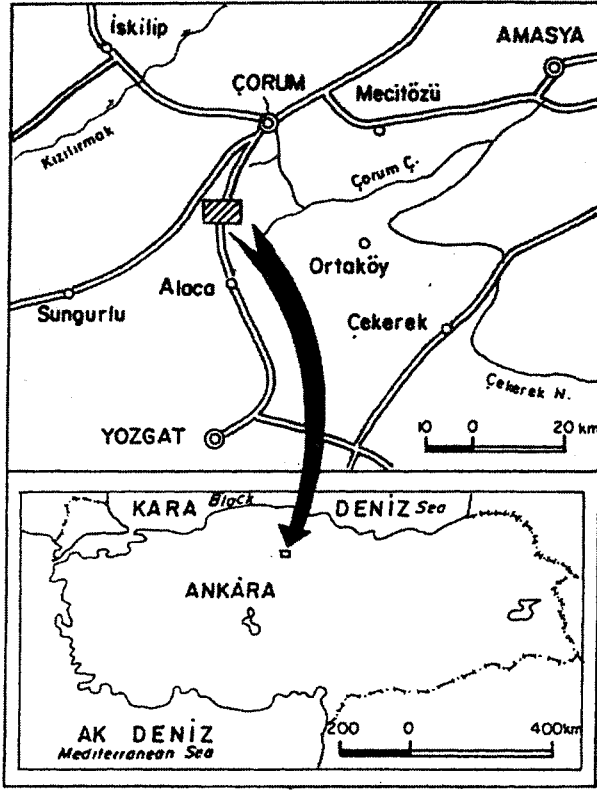
Kalecik kaya karmaşığı (Rk)

Çalışma alanındaki en yaygın oluşumdur. Çeşitli araştırmacılar tarafından Triyas yaşlı verilmiş olan karmaşık (Özcan vd., 1980, Hakyemez vd., 1986), killi, kumlu, karbonatlı tortul kayalar ile volkanik ve bazik magmatik kayaların metamorfizma geçirmesi sonucunda oluşmuş, yeşilist fasiyesi özellikleri sunan metamorfik kayalardan ibarettir.

Karmaşığı oluşturan metamorfikler çeşitli şistler, filit, arduvaz, metakumtaşı, metavolkanit ve metabazik magmatik kayalardır.

Dağkarapınar üyesi (Rkd)

Rekristalize kireçtaşlarından ibarettir ve Triyas yaşlı Kalecik kaya karmaşığı üzerinde bloklar halinde yer al-



Şekil1. Yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map.

maktadır. Önceki çalışmalarda Triyas yaşı verilmiş olan bu kireçtaşları pembe, bej, gri ve siyah olup bol kumlu ve çatlaklıdır.

Metamorfikler üzerinde 1-2 km² alana sahip aşınma kalıntıları halinde yer alan ve kalınlıkları 100-300 m arasında değişen kireçtaşları Küçükgülücek, Balumsultan, Çakır, Boğazönü ve Göcenovacıği köyleri çevresinde olmak üzere 5 ayrı bölgede yer almaktadır.

Büyükşeyhedefitepe formasyonu (Tbş)

Pliyosen yaşlı siltli killerden oluşmaktadır. İnceleme alanında Çakır, Göcenovacıği, Boğazönü, Budakören köyleri çevresinde yaygındır.

Formasyonun en kalın olduğu Budakören doğusunda, DSİ tarafından 1971 yılında açılan sondaj kuyusunda kalınlığı 87 m olarak saptanmıştır.

Alüvyon (Qa)

Hatap deresi ve kollan boyunca ince bir şerit halinde uzanan alüvyon kil, kum ve çakıllardan ibarettir. Hatap deresi üzerinde, Babaoğlu köyü mansabında inşaatına

başlanan Hatap barajı aks yeri temel sondajlarında, alüvyon kalınlığının 15-25 m arasında olduğu saptanmıştır.

HİDROLOJİ

Çalışma alanı Karadeniz Bölgesinde yer almasına rağmen, İç Anadolu Bölgesi sınırına çok yakındır. Dolayısıyla bölgede İç Anadolu'ya özgü karasal iklim ile Karadeniz Bölgesinin ılıman iklimi arasında bir geçiş iklimi egemendir.

Çalışma alanı içerisinde meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Yakın çevredeki en eski istasyon olan Çorum meteoroloji istasyonunda 1929-1992 yılları arasındaki 64 yıllık verilere göre ortalama yıllık yağış 420 mm, ortalama sıcaklık 10.6 °C'dir. Çalışmaların yürütüldüğü 1992 hidrolojik yılında ise 483.2 mm yağış kaydedilmiştir.

Çalışma alanı, bölgedeki meteoroloji istasyonlarından daha yüksek kotlarda yer almaktadır. İnceleme alanındaki 1992 yılı yağış gözlem istasyonlarına ait verilerden, yağış-yükselti ilişkisini araştırmak suretiyle yapılmıştır. $Y=130.542+0.385X$ lineer regresyon eşitliğinden ($R=0.86$), kireçtaşı akiferleri üzerine düşen yıllık yağışın 592 mm olabileceği tahmin edilmiştir.

HİDROJEOLOJİ

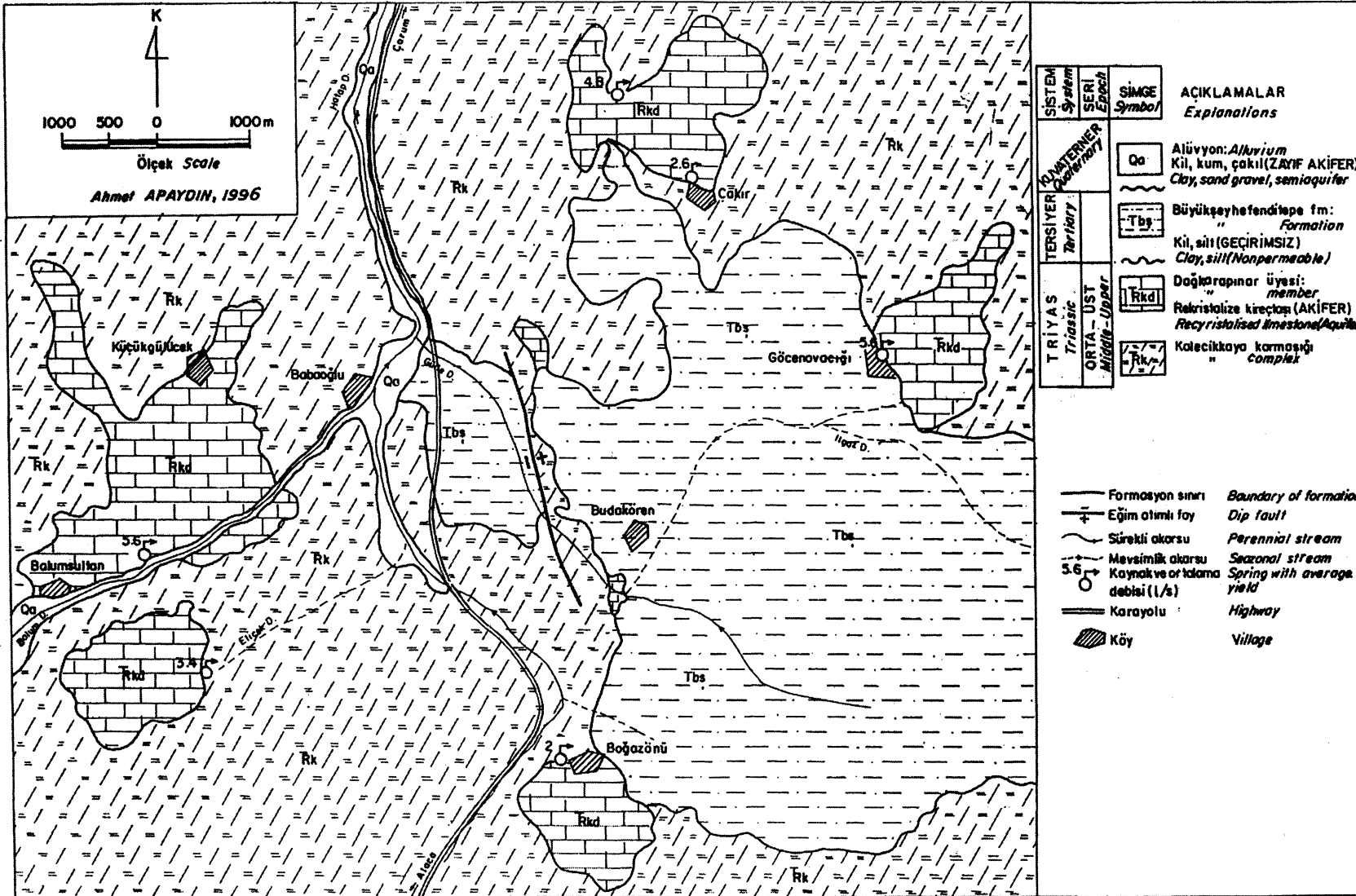
Akiferlerin konum, yayılan ve kalınlıkları

Çalışma alanındaki Triyas yaşlı rekristalize kireçtaşı akiferleri, geçirimsiz metamorfik kayalar üzerinde, birbirinden ayrı 1-2 km²'lik mostralarda halinde yer almaktadırlar (Şekil 2). Görünür kalınlıkları 100-300 m arasındadır.

İnceleme alanında Göcenovacıği, Balumsultan, Boğazönü Küçükgülücek ve Çakır köyleri yakınında olmak üzere 5 ayrı bölgede gözlenen kireçtaşlarından, Çakır, Göcenovacıği, Balumsultan güneyi ve Boğazönü köyündeki 4 mostra üzerinde çalışılmıştır. Balumsultan ile Küçükgülücek köyü arasındaki kireçtaşlarından Balum deresi alüvyonuna içten boşalım olması nedeniyle, akiferin toplam boşalımı ölçülemediğinden bu alan değerlendirilmeye alınmamıştır.

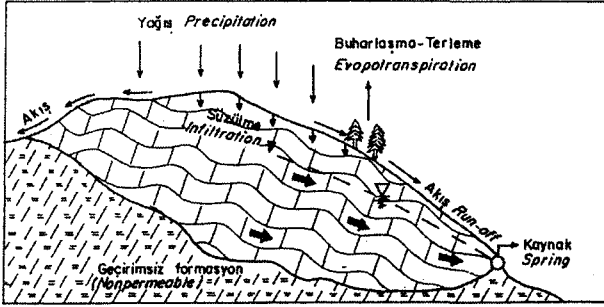
Çevresindeki arazilere göre yüksek kotlarda yer alan alan nedeniyle, kırık ve çatlaklar vasıtasıyla yalnızca yağıştan süzülme ile beslenen kireçtaşları, beslenimlerinin tamamını kaynaklarla boşaltmaktadırlar (Şekil 3).

Kireçtaşlarının altında yer alan metamorfik kayaların litolojik ve yapısal özellikleriyle pratik açıdan geçirimsiz kabul edilerek, kireçtaşlarından metamorfiklere olabilecek çok az miktardaki süzülme ihmal edilmiştir. Gerçekten de kireçtaşı mostralarının yakınında metamorfiklerden boşalan bir kaynağa rastlanmamış; ayrıca inceleme alanının bulunduğu bölgede metamorfiklerden boşalan çok az sayıda kaynağın debisinin 0.51/s'nin altında olduğu gözlenmiştir (Apaydın, 1993).



Şekil 2. İnceleme alanının hidrojeoloji haritası.

Figure 2. Hydrogeological map of the study area.



Şekil 3. Kireçtaşı akiferlerinin konumu ve hidrolojik çevrimi.

Figure 3. Geological position of the limestone aquifers and hydrological cycle.

Akiferlerde boşalım ve kaynak azalma eğrisi analizleri

İnceleme alanındaki kireçtaşlarından boşalan kaynaklarda Haziran 1991-Kasım 1992 arasında ayda bir kez debi ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 1). Çeşmelere alınmış olan kaynaklar küçük debili olduklarından, ölçümler hacmi belli kaplarla hassas bir şekilde yapılmıştır.

Debi değerlerinden her kaynağa ait kaynak azalma eğrisi çizilmiştir (Şekil 4), bu eğrilerinin değerlendirilmesi ile kireçtaşı akiferlerinde azalma katsayısı (α), boşalım (V_s), rezerv değişimi (AR), beslenme (V_{bes}) miktarları hesaplanmıştır.

Şekil 5'de;

S_M : Azalma dönemi başlangıcındaki su seviyesi (m)

S_{min} : Azalma dönemi sonundaki su seviyesi (m)

S_o : Kaynak boşalım kotu (m)

V_d : (t) süresi sonunda boşalan su hacmi (m^3)

V_s : (t) süresi sonunda rezervuarda kalan dinamik su hacmi (m^3)

V_{s2} : Depolama kapasitesini (Kaynaktan yerçekimi ile boşalabilen su miktarı, m^3) simgelemektedir.

Kaynak azalma eğrilerinin analizinde, Maillet, (1905) tarafından önerilmiş olan (Günay, 1984; Torbarov, 1976; Ivankovic, 1976);

Çizelge 1. Kaynaklarda ölçülen boşalım değerleri.

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t} \quad (!) \quad \text{eşitliği kullanılmıştır.}$$

Bu eşitlikte;

Q_t : Kaynağın (t) zamanındaki debisi (m^3/s)

Q_0 : Kaynağın azalma dönemi başlangıcındaki debisi (m^3/s)

e : e katsayısı (2.71828)

α : Azalma katsayısı (Depo değişim faktörü veya drenaj katsayısı, 1/gün)

t : Zaman (gün)'dir.

Azalma eğrileri çizilen her kaynakta, (1) eşitliğinden elde edilen,

$$\alpha = \frac{\log Q_0 - \log Q_t}{0.4343 (t - t_0)} \quad (2)$$

eşitliği kullanılarak α katsayısı hesaplanmıştır.

Kaynaklarda debi ölçümleri Haziran 1991-Kasım 1992 arasında yapıldığından, hesaplamalar 1992 su yılı için yapılmıştır. Rezerv değişimi hesaplamalarında, kaynakların 1991 yılı azalma dönemi sonundaki (1992 yılı beslenme dönemi başlangıcı, Kasım-Aralık) dinamik rezervleri ile 1992 yılı azalma dönemi başlangıcındaki (1992 yılı beslenme dönemi sonundaki, Haziran) dinamik rezervleri dikkate alınmıştır. Burada, kaynakların yıllık beslenimlerinin, bir önceki yılın (1991) azalma dönemi sonu ile o yılın (1992) azalma dönemi başlangıcına kadar olan dönem içinde gerçekleştiği kabul edilmiştir.

Gerçekten de kaynakların azalma eğrileri incelendiğinde, 1992 yılı azalma döneminde boşalımlarda artışlara neden olacak yağışların gerçekleşmemesinden dolayı, debilerde azalmaların doğrusal bir şekilde devam ettiği görülmektedir (Şekil 4).

Kaynakların 1991 yılı azalma dönemi sonundaki (Kasım-Aralık) dinamik rezervleri,

$$V_{s1} = \frac{Q_0}{\alpha} \quad (3)$$

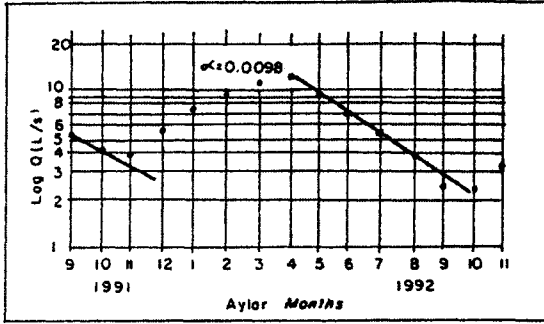
eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada V_{s1} bir önceki yıldan rezervuarda kalan ve o yıl hiç beslenme olmaması durumunda bile kaynaklardan bir süre daha boşalabilecek su miktarını ifade etmektedir.

Table I. Discharges of the springs.

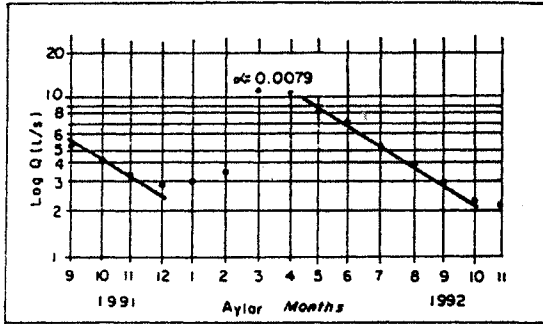
KAYNAK DEBİLERİ (Haziran 1991-Kasım 1992, l/s) Spring discharges (June 1991-November 1992, l/s)																		
KAYNAK ADI Name of Spring	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
ÇAKIR	16.5	10.7	6.9	5.5	4.2	3.8	5.7	7.5	9.5	11.5	13.0	9.2	6.9	5.5	3.8	2.5	2.4	3.3
GÖCENOVACIĞI	17.5	12.7	7.7	5.3	4.1	3.3	2.9	3.0	3.5	12.3	11.2	8.3	7.0	5.2	3.8	2.9	2.3	2.2
BALUMSULTAN	-	-	-	4.6	3.2	2.5	2.2	2.2	2.3	2.5	4.8	5.2	5.7	4.0	3.2	2.5	2.1	-
BOĞAZÖNÜ	-	-	-	2.1	1.7	1.4	1.3	1.3	1.4	2.7	5.1	3.1	2.3	1.8	1.2	0.9	0.7	0.7

- Ölçüm yok

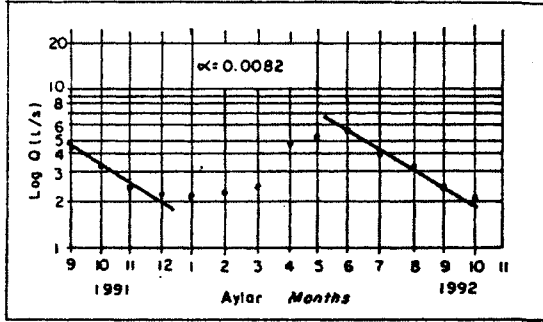
KİREÇTAŞI AKİFERLERİNDE YAĞIŞTAN SÜZÜLME



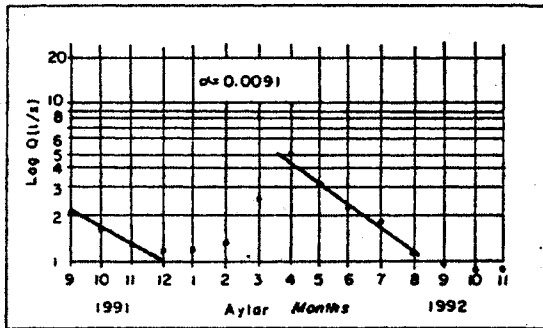
ÇAKIR



GÖCENOVACIĞI



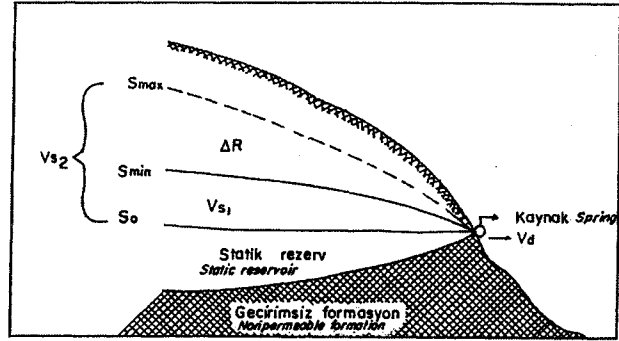
BALUMSULTAN



BOĞAZÖNÜ

Şekil 4. Kaynak azalma eğrileri.

Figure 4. Spring recession curves.



Şekil 5. Besenim ve boşalım hesaplarında kullanılan parametrelerin şematik gösterimi.

Figure 5. Schematic figure of the parameters used in recharge and discharge calculation.

Besenim hesabı yapılan 1992 yılının besenim dönemi sonundaki (Haziran) dinamik rezervler ise,

$$V_{s2} = \frac{Q^k}{a} \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Böylece, 1991 azalma dönemi sonu ile 1992 azalma dönemi başlangıcı (besenim dönemi sonu) arasındaki rezerv değişimleri;

$$AR = V_{s2} - V_{s1} \quad (5)$$

eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu dönem içerisindeki kaynak boşalmalarının toplam miktarı ($V_{boş}$) ise, ölçülen debi verilerinden; kaynakların 1992 yılındaki besenim miktarı da;

$$V_{bes} = V_{boş} \pm AR \quad (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada eşitlik, rezerv arttığından;

$$V_{tes} = V_{s1} + AR \text{ halini almıştır.}$$

Şekil 5'de;

S_{min} : 1991 yılı azalma dönemi sonundaki (1992 su yılı besenim dönemi başlangıcı, Kasım-Aralık) su seviyesini

V_{s1} : 1991 yılı azalma dönemi sonundaki dinamik rezervi

S_{max} : 1992 yılı azalma dönemi başlangıcındaki (1992 yılı besenim dönemi sonu, Haziran) su seviyesini

V_{s2} : 1992 yılı azalma dönemi başlangıcındaki dinamik rezervi ifade etmektedir.

Çizelge 2. Akiferlerde beslenme-boşalım parametreleri.

Table 2. Recharge and discharge parameters of the aquifers.

KAYNAK/ AKİFER ADI Name of Spring/ Aquifer	AZALMA KATSAYISI Coefficient of recession (α)	V_{s_1} (10^6 m ³)	V_{s_2} (10^6 m ³)	REZERV DEĞİŞİMİ Changing Reserv. (ΔR) (10^6 m ³)	BOŞALIM Discharge (10^6 m ³)	BESLENİM (Boşalım+ ΔR) Recharge (Disc.+ ΔR) (10^6 m ³)
ÇAKIR	0.0098	0.39	0.70	0.31	0.16	0.47
GÖCENOVACIĞI	0.0079	0.37	0.89	0.52	0.12	0.64
BALUMSULTAN	0.0082	0.27	0.70	0.43	0.06	0.49
BOĞAZÖNÜ	0.0091	0.14	0.25	0.11	0.16	0.27

V_{s_1} : 1992 yılı beslenme dönemi başlangıcındaki dinamik rezerv
Dynamic reservoir at the beginning of recharge period in 1992
 V_{s_2} : 1992 yılı beslenme dönemi sonundaki dinamik rezerv
Dynamic reservoir at the end of recharge period in 1992

Çizelge 3. Akiferlerde yağıştan süzülme oranları.

Table 3. Infiltration rates into the aquifers.

AKİFER ADI Name of Aquifer	BOŞALIM KOTU Discharge Elevation (m)	BESLENİM KOTU Recharge Elevation (m)	TOPOĞRAFİK EĞİM Topographic Inclination	YILLIK BESLENİM (Boş+ ΔR) Annual Recharge (10^6 m ³)	BESLENİM ALANI Recharge Square (10^6 m ²)	YILLIK YAĞIŞ Annual Precipitation (m)	HACIMSAL YAĞIŞ Precipit. as volume (10^6 m ³)	YAĞIŞTAN SÜZÜLME Infiltration Rate (%)
ÇAKIR	1090	1200	15°	0.47	1.90	0.592	1.12	42
GÖCENOVACIĞI	1165	1200	7°	0.54	1.50	0.592	0.89	60
BALUMSULTAN	1160	1200	9°	0.49	1.34	0.592	0.79	62
BOĞAZÖNÜ	1170	1200	15°	0.27	1.30	0.592	0.77	35

Yapılan hesaplamalarda elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Akiferlerde yağıştan süzülme oranlarının hesaplanması

Dört ayrı bölgede yer alan kireçtaşlarında ortalama beslenme kotu, boşalım kotu, ortalama topoğrafik eğim, akifer alanı ve yıllık toplam yağışlar ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Hesaplanan yağış miktarı akifer alanları ile çarpılarak hacimsel yağış miktarları hesaplanmıştır.

Boşalım ve rezerv değişimleri kullanılarak (Beslenme=Boşalım+AR) hesaplanan beslenme miktarları, hacimsel yağış miktarlarına oranlanarak yağışın ne kadarının akifere süzüldüğü dört ayrı akifer için hesaplanmıştır.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, akiferlerde yağıştan süzülme % 35 ile % 62 arasında değişmektedir. Başka bir deyişle, akiferler üzerine düşen yağışın % 35-% 62'si akiferlere süzülerek yeraltısuyu oluşturmaktadır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Akiferlerde yağıştan süzülme etki eden faktörler; yağış, sıcaklık, buharlaşma-terleme gibi meteorolojik etkenlerle akiferin yayılım alanı, litolojik ve yapısal özellikleri (tane boyu, tane boyu dağılımı, tane şekli, kırık-çatlak yoğunluğu, karstlaşma vb.), topoğrafik eğim, toprak ve bitki örtüsü gibi özelliklerdir.

İnceleme alanındaki kireçtaşları genellikle killi, yer yer humuslu bir toprak örtüsü ile kaplıdır. Çoğunlukla sık, bazen de seyrek ağaçlar yer almaktadır. Üzerindeki toprak ve bitki örtüsü nedeniyle, kırık ve çatlak özellikleri hakkında sistematik bir çalışma yapılamamıştır. Ancak yapılan çalışmalarda, kireçtaşlarının gerek toprak-bitki örtüsü, gerekse kırık-çatlak yoğunluğu bakımından benzer özellikler taşıdığı gözlenmiştir.

İnceleme alanındaki kireçtaşı akiferlerinde hesaplanan yağıştan süzülme oranları % 35-% 62 arasındadır. Ancak çizelge 3'de görüldüğü gibi, dört akiferden ikisinde (Çakır ve Boğazönü) süzülme oranı sırasıyla % 42, %35; diğer ikisinde ise (Göcenovacığı ve Balumsultan) % 60, % 62'dir. Süzülme oranlarındaki bu farklılık; topoğrafik eğim farklılığı ile açıklanabilir. Gerçekten de, süzülme oranlarının düşük olduğu Çakır ve Boğazönü akiferlerinde ortalama topoğrafik eğim daha yüksek (15°), süzülme oranlarının yüksek olduğu Göcenovacığı ve Balumsultan akiferlerinde ise daha düşüktür (7°-9°).

Kaynak azalma eğrisi analizlerinde uygulanan Maillet, (1905)'in önerdiği $Q_t = Q_0 e^{-\alpha t}$ eşitliği, özellikle büyük rezervi olan karstik akiferlerde iyi sonuçlar veren bir yöntemdir. Kaynağın bulunduğu alanın jeolojisine ve morfolojisine bağlı olan α katsayısı, yeraltı rezervuarının hacmi, akımın kırık-çatlak veya büyük karstik boş-

KİREÇTAŞI AKİFERLERİNDE YAĞIŞTAN SÜZÜLME

luklar içerisinde geldiği ve drenaj hızı konularında bilgi verir (Günay 1984).

İnceleme alanındaki kaynaklarda a katsayısı 10^5 l/gün değerini vermiştir. Dolayısıyla yeraltısuyu akımının eklem ve çatlaklar boyunca geliştiği ve drenajın yavaş olduğu söylenebilir.

Bilindiği gibi akiferlerde, kendi yüzey alanı dışından gelen yüzeysel sular, komşu akiferlerden veya havzalarından içten beslenme ve yapay yolla beslenimin dışında, beslenimin büyük bir kısmı veya bazen tamamı üzerlerine düşen yağıştan sağlanmaktadır.

Akiferlerde çoğu zaman sistemin karmaşıklığı nedeniyle, özellikle kırıklı-çatlaklı kayaç akiferleri ve karstik akiferlerde beslenme hesabı araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Özellikle son 15-20 yılda, dünyada ve ülkemizde akiferlerin beslenimlerinin tahmininde çeşitli fiziksel, kimyasal yöntemler ile matematiksel model yaklaşımları uygulanmaktadır.

Akiferlerin yeraltısuyu potansiyellerinin araştırılmasında, çoğunlukla jeolojik konumlarının karmaşıklığı nedeniyle, boşalım noktalarının veya boşalım bölgelerinin belirlenemediği durumlarda yağıştan beslenme miktarı genellikle arazide yapılan gözlemler, benzer bölgelerle karşılaştırma ve deneyimlerden yararlanma yoluyla tahmin edilmektedir. Oysa bu çalışmada, kireçtaşı akiferlerinde yağıştan süzülme oranları, ölçülen kaynak boşalımına dayanılarak hesaplanmıştır. Böylece, gözlem ve deneyimlerden tahmin edilen süzülme oranları ile ölçümlere dayanılarak hesaplanan oranları denetleme olanağı doğmuştur. Dolayısıyla, pilot alanlarda yapılacak buna benzer çalışmalar, benzer özellikteki ve jeolojik konumları nedeniyle boşalınan ölçülemeyen; ancak yağıştan beslenme alanları belirlenebilen akiferlerin beslenme miktarlarının tahmininde yararlı olacaktır.

Yapılan hesaplama ve değerlendirmeler, bir yıl gibi kısa bir zaman diliminde elde edilen verilere göre yapılmıştır.

Kuşkusuz, daha uzun bir dönemde, daha sık aralıklarla yapılan ölçümlerle daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Apaydın, A., 1993, Derinçay Havzasının (Çorum) hidrojeolojisi İncelemesi: Yük. Müh. Tezi, Hacettepe Univ., 127 s. (yayınlanmamış).
- Günay, G., 1984, Genel hidrojeoloji lab. ders notları, Hacettepe Univ., 208 s. (yayınlanmamış).
- Hakyemez, Y., Barkut, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan Ş., Can, B., Dağ, Z. ve Sözeri, B., 1986, Yapraklı-İlgaz Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi, MTA Der. Rap. No: 7966, 114 s. (yayınlanmamış).
- Ivanovic, T., 1976, Hydrogeologic estimation of ground water storage connected with the surface water storage. Case of the Salakovac reservoir, Karst hydrology and Water Resources Proceedings of the U.S.-Yugoslavian Symposium Dubrovnik, 871 p.
- Maillet, E., 1905, Essais d'hydraulique fluviale, Paris.
- Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980, Kuzey Adanlı Fayı-Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi, MTA Der. Rap. No: 8722, 136 s. (yayınlanmamış).
- Şenalp, M., 1981, Çankırı-Çorum Havzasının Sungurlu bölgesindeki karasal formasyonların sedimentolojik incelenmesi, TJK Bül., 24-1, 65-74.
- Torbarov, K., 1976, Estimation of permeability and effective porosity in karst on the basis of recessin curve analysis, Karst Hydrology and Water Resources Proceedings of the U.S.-Yugoslavian Symposium, Dubrovnik, 871 p.
- Ulu, Ü., Ateş, M., Genç, Ş., Gök, L., Arbas, A., Öztürk, Ş., Akpınar, K., ve Aziz, A., (baskıda), 1/100 000 Ölçekli Açınma nitelikli Çorum G33 paftasının jeolojisi, MTA Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi.

Makalenin geliş tarihi: 20.04.1996

Makalenin yayma kabul edildiği tarih: 15.03.1997

Received April 20, 1996

Accepted March 15, 1997

