

Yeraltisulari Açısından Jeolojik Ortamlar ve Akiferlerin Sınıflanması

The geological media in terms of groundwater and the classification of aquifers

TURGUT ÖZTAŞ

İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul

ÖZ : Yazının İlk bölümünde, yeraltısuyu taşıyıcılığı yeteneklerine göre «jeolojik ortamlar dört kümede toplanmış, ikinci bölümünde bilimsel, teknik ve ekonomik açıdan bu kümelerin en önemlisi olan akiferler, önerilen ölçütler çerçevesinde sınıflandırılmıştır,

ABSTRACT; In the first part of this paper, the geological media are classified into four groups according to their ability to bear water. In the second part, the aquifers, which are the most important group from the scientific, technical and economical point of view, are classified in the frame of the criterion proposed by the author.

İİKİŞ

Yeraltısulan jeolojisinin (Hidrojeoloji) ana Uğraşı ilanlarından birisi yeraltısuları hidroliğidir. Yeraltısuları hidroliği, genel bir tanımlama ile; değişik yapısal ve İtolojik özellikleri olan jeolojik ortamlar içindeki yeraltısuyu hareketini ve bu hareketin bağlı bulunduğu hidrolik etmenleri araştırarak ortamın yeraltısuyu içerebilme yeteneğini ve hidrolik katsayılarını açığa çıkaran bir bilim dalıdır.

Hidrojeoloji İle ilgili araştırmalarda; jeolojinin ve hidroliğin kuralları gözönüne alınarak, çeğitli varsayımların ışığı altında oluşturulan "Jeolojik Ortam Model"nin matematik bağıntıları elde edilmeye çalışılır, Modelleme için yapılacak varsayımlar ve sonuçta elde edilen déferler, ortamın yeraltısuyu içerebilme yeteneğini ve hidrolik katsayılarını denetleyen yapısal ve İtolojik özelliklere sıkıca batlıdır. Bundan dolayı jeolojik Özelliklerin daha başlangıçtan bilinmesi, yapılacak var. sayımların ve oluşturulacak ortam modelmln gerçeğe yaklaşımı açısından çok önemlidir.

Bu yazmm amacı, değişik yapısal ve litolojik özellikleri bulunan jeolojik ortamların yeraltısuyu İçerebilme yeteneklerine göre ayırtlandığı kümeler arasındaki sınırı daha iyi belirlemek ve bu kümelerin en önemlisini oluşturan akiferleri önerilen ölçütler çerçevesinde sınıflandırmaktır.

YEBAI/EISULABX AÇISINDAN JEOLojİK OBTAM-LAB

Jeolojik ortamların yeraltısuyu içerebilme yeteneği aşağıdaki üç ana koşulun gerçekleşme derecesine baflıdır;

- a) Boşlukluluk (Gözenek + Çatlak bpluluğu) ve boşluk boyutla«,
- b) Su dolaşımına elverişli bolluk geometrisi,
- c) Sınır koşulları

İlk özellik, kayacın jeolojik oluşum süreci içersinde birincil kökenli olarak (tortul kayaçlarda çökeltme» magmatik ve volkanik kayaçlarda soğuma, metamorfik kayaglarda şistleşme, vb) ya da oluşum süreci sırasındaki ve sonrasındaki fiziko-mekanik ve kimyasal olaylar etkisi ile İkincil kökenli (tektonik etkilerle kazanılan süresizlikler, ayrışma, erime, vb) olarak oluşur. Böylece içinde su toplanabilecek ortam isin gereken ön koşullar sağlanmış, olur. Burada önemli olan nokta, boşluk boyutunun veya açıklığının İÖ-s mm'den büyük olması gerektiğidir. Aksi takdirde suyun yüzey gerilimi yenilemez ve boşluk içindeki su pratik olarak hareket edemez.

İkinci özellik, jeolojik ortama çeşitli yollarla gelen suyun, değişik boyutlardaki gözenek ve çatlaklardan oluşan "Boşluklu Ortam" içindeki hareketini denetler. Boşlukları birbiriyle ilişkili olmayan bir ortam İçindeki tüm bolluklara su gelemez (ikincil boğlülük kazanmamii sünger taglarında ve bazaltlarda görüldüğü gibi) ve dolayısı ile suya doymunluk derecesi düşük olur. Bundan dolayı, yeraltısuları açısından önemli olan nokta jeolojik-ortamın toplam boşlukluğundan, çok, ortam İgersinde su dolaşımına elverişli geometrisi bulunan; bir. biriyile ilişkili bollukların oluşturduğu etkin boşluklukduf.

Üçüncü ana koşulu sağlayan özellik, boşluk boyutları 10-8 mm'den büyük ve su dolaşımına elverişli geometrisi bulunan bir boşluklu ortama komşu olan difer bir jeolojik ortama ilifkin özellikleri (yapısal ve litolojik) içerir. Jeolojik ortam içindeki boşluklara gelen suyun belirli bir şurudan İtibaren hareketini engelleyen (geçirimsiz smır) ya da boşluklara ayrıca ek su gelmesine veya boşluklara gelen suyun kaçmasına neden olan (geçirimli smır) komşu ortama alt yapısal ve İtolojik Özellikler kısaca "smır koşullan" olarak tanımlanır.

Jeolojik ortamların yeraltısuyu İçerebilme yeteneği, ni denetleyen bu üç ana koşula bağlı olarak jeolojik ortamlar yeraltısuları açısından 4 kümede toplanır (Çizelge, 1).

1 — AHfj (Aquifuge - AquMuge - Gmindwassers. perre) Ortamlar: Boşluksuz, ya da içerdüğü boşlukları birbiriyle ilişkili olmayan jeolojik ortamlardır. Başlan, gıçta birbiriyle ilişkili veya ilişkisiz boşlukları bulunan, fakat daha sonra erimez bileşimi! malzeme ile boşluklarının doldurulması sonucu boşluksuz hale gelen jeolojik birimler de bu kümeye girer. AMfj ortamlar içinde yeraltısuyu atamı bulunmadığından dolayı akım bileşenleri yoktur ve geçirimlilik (perméabilité) pratik olarak sıfırdır. Örneğin yoğun (masif) veya tüm çatlakları silis dolgulu granit, kuvarsit, vb.

2 — Aküdüd (Aqulclude . Aqutetade . Gnmddaa. »eretauer) Ortamlar: Boşluklarına çok uzun bir süre içinde ve çok düşük bir hızla da olsa doymunluk derecesine kadar su alabilen, fakat suyun yüzey gerilimi ve absorpsiyon özellikleri nedeniyle, güçlükle içerebildüğü suyu iletemeyen, ya da ancak çok uzun süreli bir konsolidasyon sonucu İtebilen jeolojik ortamlardır. Bu nedenle akıklüd ortamlar, yeraltısuları jeolojisi açısından pratik olarak geçirimsiz kabul edilir. Boğluk boyutları genellikle 10-s mm'den küçüktür. Böyle ortamların geçirimliliği 10⁻¹⁰ - 10-s m/gün arasında değişir, Yeraltısuyu enerjisinin yitim def erinin sıfıra gok yakın olması nedeniyle, gok zayıf bir düzenli akış rejiminden (laminer akış) ve düşey doğrultuda çok küçük bir akın bileşiminden (qy) söz edilebilir. Örneğin kil, vb.

8 — Akltard (Aqiütfird , Aquitard , Begrenzt Durchlässiger Çrondwasseretauer) Ortamlar; Boşluklarına uzunca bir süre içinde aldığı suyu düşük bir hızla da olsa iletebilen ve doğada genellikle iki akifer ortam arasında bulunan jeolojik ortamlardır. Böyle ortamların geçirimliliği 10-a - 1 m/gün arasında değişir, Yeraltısuyu enerjisinin yitim değeri, akıklüd ve akifer ortamlardaki değerler arasında, ancak akıklüd ortamardakine daha yakm bir noktada bulunur. Bu nedenle, akitard ortamların düzenli bir akış rejimi (laminer akış) ve yeraltısuyu akımının biri düğey doğrultuda (q_y) diğer ise küçük de olsa yata/ doğrultuda (q_x) olan 2 akım bileşeni vardır. Örneğin akifer ortam niteliği taşıyan iki kum katmam arasında yer alan sltli ve ince

• kumlu kil, vb.

?

4 — Akifer (AguMer - Aquifere - Grandwasserleiter) Ortamlar: Su dolaşımına elverişli bir geometrisi bulunan birbiriyle ilişkili boşluklar içeren ve tabanında geçirimsiz sınır koşulu olan jeolojik ortamlardır. İğeri- rilen yeraltısuyuaun yeryüzeyine çıkışı, ya kaynaklar geklinde kendiliğinden ya da değişik yöntemlerle ağılan

kuyu ve galeriler aracılığı ile olur. Bu tür jeolojik ortamların geçirimsizliği 1 m/gün'den büyüktür. Ayrıca, bunlar içindeki yeraltı suyu enerjisinin yitim değerinin büyüklüğü, akifer türüne bağlı olarak değişir. Bundan dolayı akifer ortamlar için akış rejimi düzenli (laminer) olabileceği gibi düzensiz de (türbülanslı) olabilir. Her iki durumda da yeraltı suyu akımının değişik boyutlarda olabilen dikey (q_v) ve yatay (q_h) 2 akım bileşeni vardır, örneğin kumçakıl, kumtaşı, kireçtaşı, vb.

Yeraltı suyu içeriğine yeteneklerine göre 4 küme- de toplanan jeolojik ortamlar ile bunların geçirimsizlik (perméabilité) değerleri ve yeraltı suyu akım özellikleri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

	Güçlü geçirimsizlik, K m/gün	Akım hızı, cm/san	Birimli geçirimsizlik, $10^{-6} \cdot \gamma_y(\%)$	Yatay akım (q_h)	Dikey akım (q_v)	Âkifer Düzeni
AKİFÜJ	$K > 1$		$q_v = 0$	$q_h > 0$		-
AKIKLÜDÜ			$q_v \neq 0$			Lomant
AKİTARD	$10^{-6} < K < 1$					tomans
ÂKİFER	$K < 10^{-6}$		$q_v \neq 0$			tanım# Türbülanslı

Çizelge 1: Yeraltı suları açısından sınıflanan Jeolojik Ortamların Ayırtıcı Hidrolik Özellikleri,
Table 1: The Diferent Hydrologic Properties of Geologic Media Classified In terms of Groundwater

AKİFERLERİN SINIFLANMASI ve SINIFLAMA ÖLÇÜTLERİ

Su içeriğine yeteneğini denetleyen VB daha önce belirtilen 3 ana koku, ortamın jeolojik ve hidrolojik özellikleri tarafından sağlanır. Aslında birbirinden bağımsız olmayan bu özellikler, "Jeohidroloji" (hidrolojik özellikler etkin) ve "Hidrojeoloji" (jeolojik özellikler etkin) kökenli sınıflama ölçütlerinin esaslarını oluşturur. Bu düjine yolu izlenerek aşağıda akifer ortamların ayrıntılı bir sınıflaması yapılmıştır (Şekil 8), Jeohidroloji Kökenli Sınıflama Ölçütlerine Göre Akifer Türleri

Akiferin yeraltı su düzeyi üzerindeki hidrolik basıncı ve normal atmosfer basıncı ile akifer ortamın geçirimsizliği ve tavan jeolojik ortamının, geçirimsizliği arasındaki denge jeohidroloji kökenli sınıflama ölçütlerini oluşturur.

1, Akifer ortamın suya doymun kalınuğının üst düzeyi üzerine etkiyen hidrolik basıncı (Ph) Üe normal atmosfer basıncı (Pa) arasındaki denge ölçütüne göre akifer türleri

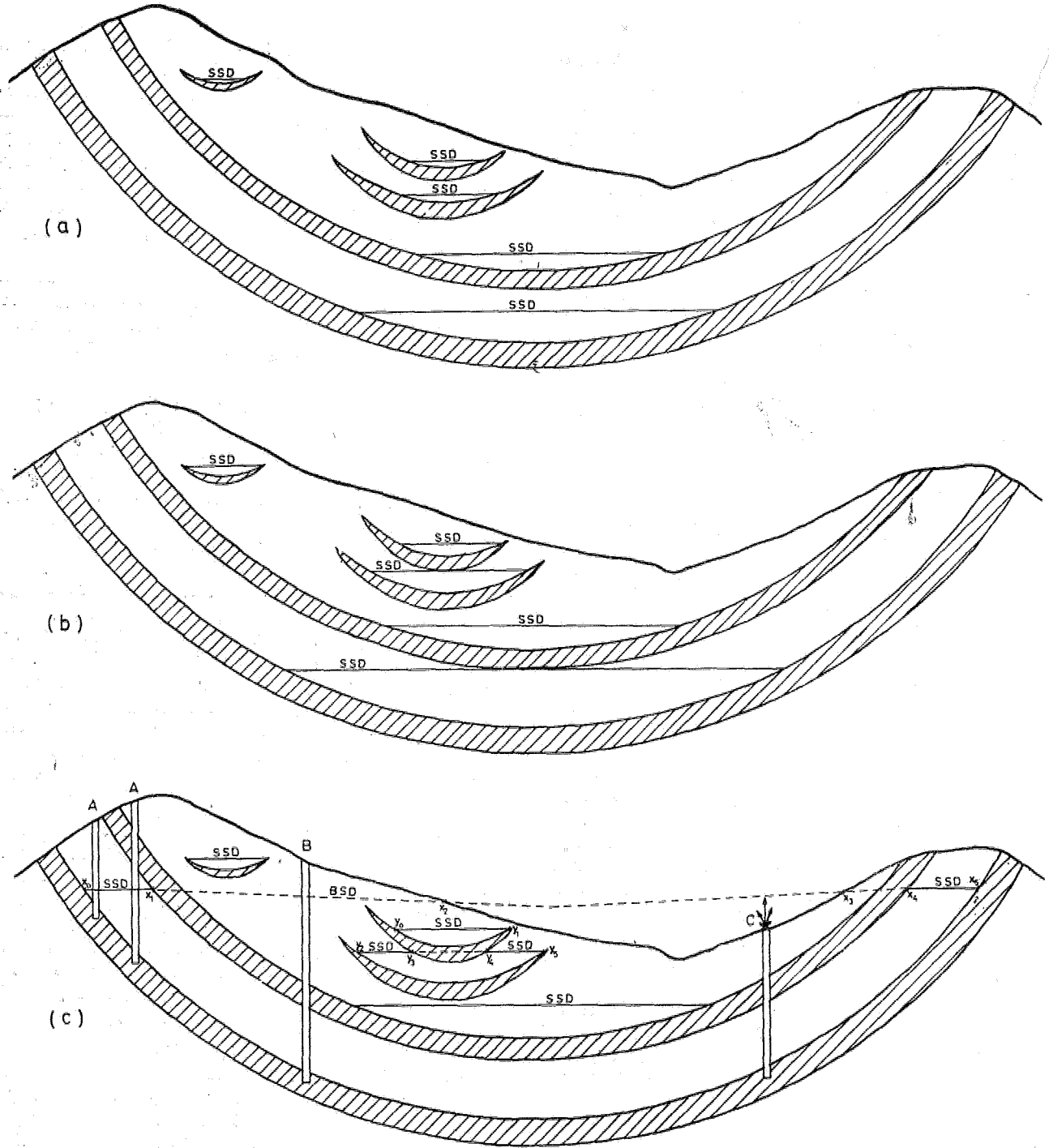
Serbest Akifer (Unconfined Aquifer . Nappe Libre. Ungespanntes Grundwasser) : $Ph = Pa$ geçirimsiz bir jeolojik birim (Akifer, Akiklud) üzerindeki akifer nitelikli bir jeolojik ortam içinde yeraltı suyunun toplanması ile oigan ve serbest su düzeyi (SSD) üzerine etkiyen hidrolik basıncı (Ph) ile normal atmosfer basıncının (Pa) dengede olduğu ($Ph = Pa$) akifer türleridir (Şekil 1), Serbest akifere ait SSD yüksekliği; meteorolojik olaylar, gel-git ve depremler gibi nedenlerle hidrolik basıncın değişmesine paralel olarak farklılık gösterir.

Tavanında akifer, akiklud ya da akitard ortam bulunan akifer nitelikli bir jeolojik ortamın (basıncı akifer ortam) içerdiği yeraltı suyunun tavana kadar yükselememesi halindeki akifer ortam da serbest akifer olarak adlandırılmıştır. Çünkü bu durumda da $Ph = Pa$ (du*) Diğer bir serbest akifer gekli, şenklinel yapı içersinde oluşan bir basıncı akifer ortamın, suya doymun olan ve atmosfer (hava) ile doğrudan temas eden bir su düzeyinin bulunduğu şenklinel kanatlarında yv alır (Şekil, i), Yeraltın suya doymun olmayan bölgesi içinde bulunan, en çok bir kaç yüz metre boyutlu küçük yerel ve serbest akiferler klâsik tünak akiferler (Perched Perchee-Schwebendes Grundwasser) kavramı ile birleştirilerek "Serbest Tünak Akiferler" (Perched Unconfined) olarak adlandırılmıştır (gekil le, $y_0 \sqrt{h}$ aralığı)

Basmolı Akifer (Confined Aquifer-Nappe Oapptve-Gespanntes Grundwasser) i $Ph > Pa$ bu tür akiferlerin altında geçirimsiz bir jeolojik birim (Akifer, Akiklud), üstünde az geçirimsiz (Akitard) veya geçirimsiz (Akifer, Akiklud) bir başka jeolojik birim bulunur. Basıncı akiferlerde, tavan ve taban birimleri arasındaki akifer ortam tümüyle suya doymundur. Bu durum şenklinel yapı içersinde oluşan bir basıncı akifer için 3 aşamalı bir gelişim sırasında şematik olarak gösterilmiştir (Çekil 1), Basıncı akiferler, içinde oluştukları jeolojik ortamların yapışma (şenklinel, eğimli tabaka, fay, vb) bağlı olarak yeri ve boyutları değişik olabilen serbest akiferler haline geçiş gösterirler (Şekil ic, $X^$ ve X_1 x. bölgesi). Görüldüğü gibi, B ve O kuyuları basıncı akifer içinde yer almakta, A kuyuları ise, basıncı akiferin serbest akifer haline geçtiği bölge içinde kalmaktadır. Bu durum, diifer jeolojik yapı türleri içinde oluşan başka basıncı akiferler için de geçerlidir.

Basıncı akiferlerde, suya doymun akifer ortam ile üstteki (tavandaki) akifer, akiklud veya akitard ortamı ayıran sınır üzerindeki hidrolik basıncı (Ph), normal atmosfer basıncından (Pa) büyüktür ($Ph > pa$), Basıncı farkı bulunmayan ($Ph = Pa$) düzey ise soyut (hayali, İmajiner) bir düzeydir. Basıncı akifer tavanına göre daha üst kotlarda bulunan bu düzeye ($Ph = Pa$) "Basıncı Su Düzeyi (BSD)" (Piyezometrik Düzey) denir ve ancak basıncı akifer içinde kuyu asılması durumunda somut olarak gözlenir (Şekil 1),

Hidrolik basıncı (Ph) ile normal atmosfer basıncı (Pa) arasındaki dengenin, meteorolojik olaylar, gel-git, depremler ve insan eli ile oluşturulan değişiklikler gibi nedenlerle bozulmasına bağlı olarak BSD yüksekliğinde de değişimler görülür. Basıncı su düzeyinin (BSD) topografya yüzeyinden daha aşağıda veya daha yukarıda olmasına göre, basıncı akiferler içinde sırasıyla, "Yükselen" (Şekil le, K_x jji, ve K_3 x_4 bölgeleri) ve "Fıfkıran" (Şekil lo, x_2 x_1 bölgesi) basıncı akifer bölgeleri olarak yeniden tanımlanan 2 bölge bulunmaktadır. Bir "Fıfkıran" basıncı akifer bölgesi, BSD'nin çeşitli nedenlerle alçalması sonucunda "Yükselen" basıncı akifer bölgesi niteliği kazanabilir, "Yükselen" bir basıncı akifer bölgesinin, BSD'nin alçaimına bağlı olarak bu niteliğini kaybetmesi ile de basıncı akiferin bir bölümü ya da tamamı "Serbest" akifer niteliği kazanacaktır (Şekil lb, lo).



Şekil 1: Bir Jeolojik Ortamda Serbest ve Basıncı Akiferlerin Oluşumu ve Aralarındaki İlişki
Figure 1: Occurrence of the Confined and Unconfined Aquifers in an Geological Media and the Interrelations between them

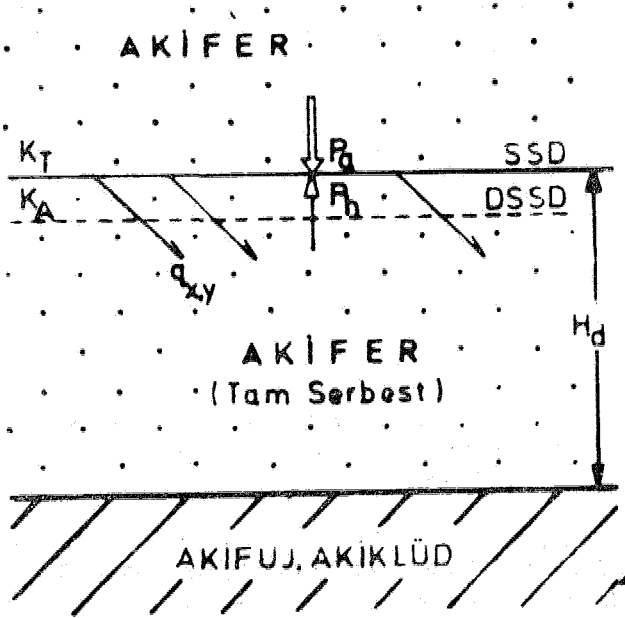
Yeraltınm suya doymun olmayan bölgesinde yeralan, en çok bir kaç yüz metre boyutlu yerel ve küçük basınçlı akiferler, klasik tünek akifer kavramı ile birleştirilerek, "Basıncı Tünek Akiferler" (Perched Confined) olarak adlandırılmıştır (Şekil 1e, y_a y_4 bölgesi). Basıncı tünek akiferler de serbest akiferlere geçişlidirler (Şekil 1c, y_a y_a ve y_4 y_B bölgesi),

8. Akifer ortam geçirimsizliği (K_4) ile tavan ortam

geçirimsizliği (K) arasındaki farklılık ölçütüne göre akifer türleri t

Tam Serbest Akifer (Perfectly Unconfined Aquifer) : $K_A \sim K_T$ sertest su düzeyi (BSD) defigimline bağlı olarak serbest akifer niteliğini kaybetmeyen yani hiç bir şekilde basınçlı akifer özelliğini kazanmayan akiferler olarak tanımlanmıştır. Tam serbest akifer ortamlam geçirimsizliği, SSD'nin altında ($K^$) ve üstünde

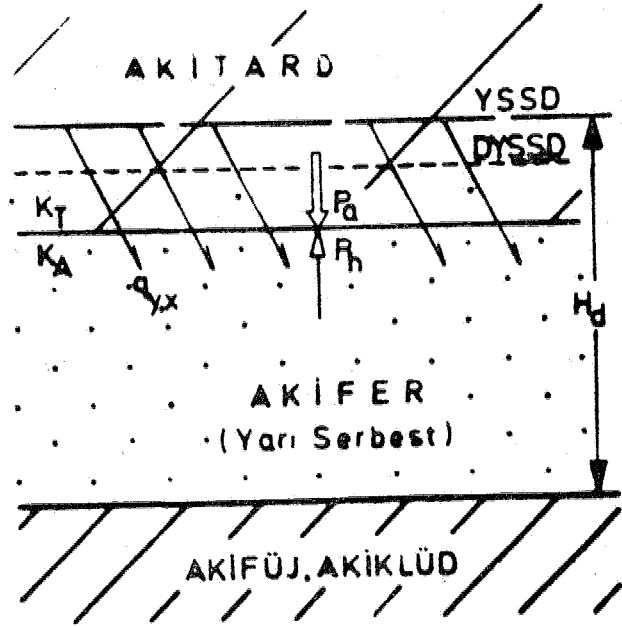
(K_T) aynıdır ($K_A = K_T$). Yeraltısuyu akını vektörünün deflik boyutlarda olabilen 2 akım bileşeni ($q_x \neq 0$, $q_y \neq 0$ ve $q_x \neq q_y$ vardır. Tam serbest akiferler içinde kuyu açılarak pompalama yapılması durumunda oluşan deflişken serbest su düzeyi (DSSD), doygun akifer kalınlığı (H_d) ve diğer özellikler Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2: Tam Serbest Akiferin Şematik Kesiti
Figure 2: Schematic Section of Perfectly Unconfined Aquifer

Yarı Serbest Akifer (Semi Unconfined Aquifer) s $K_A > K_T$ Tavanında akitard nitelikli bir Jeolojik ortam bulunan ve hem serbest akifer hem de basınçlı akifer özellikleri taşıyan akiferlerdir. Yarı serbest akifer ortamların geçirimsizliği (K_A), üstteki akitard ortamın geçirimsizliğinden (K_T) daha büyüktür ($K_A > K_T$). Bu tür akiferler içinde pompalama yapılarak yarı serbest su düzeyi (YSSD) üzerindeki hidrolik basıncı (P_h) ile normal atmosfer basıncı (P_a) arasındaki denge değiştirilmezse, bunlar için tam serbest akifer davranışı geçerlidir. Fakat böyle ortamlarda pompalama yapılması durumunda, K_A geçirimsizliğindeki akifer ortamın suyu, $K_A > K_T$ koşulundan dolayı üstteki akitard ortama göre daha çabuk boşalır. Bu durumda K_T geçirimsizliğindeki akitard ortamdaki, K_A geçirimsizliğindeki akifer ortama doğru ve belirli bir gecikmeyle su akıp oluşur. Bu olaya "Süzülme" (Percolation-Fercolation-Sickerstömung) denir, ölügan yeraltısuyu akım vektörünün, esas olarak düşey doğrultuda ve küçük de olsa yatay doğrultuda olmak üzere 2 akım bileşeni ($q_x \neq 0$, $q_y \neq 0$ ve $q_x \neq q_y$ vardır. Yarı serbest akiferler içinde kuyu açılarak pompalama yapılması durumunda oluşan değişken yarı serbest su düzeyi (DYSSD), doygun akifer kalınlığı (H_d) ve diğer özellikler Şekil 3'te gösterilmiştir.

Yarı Basınçlı Akifer (Semi Confined Aquifer): $K_A > K_T$ Tavanında akitard-akiklüd nitelikli bir jeolojik ortam bulunan basınçlı akiferlere ait özellikleri taşıyan

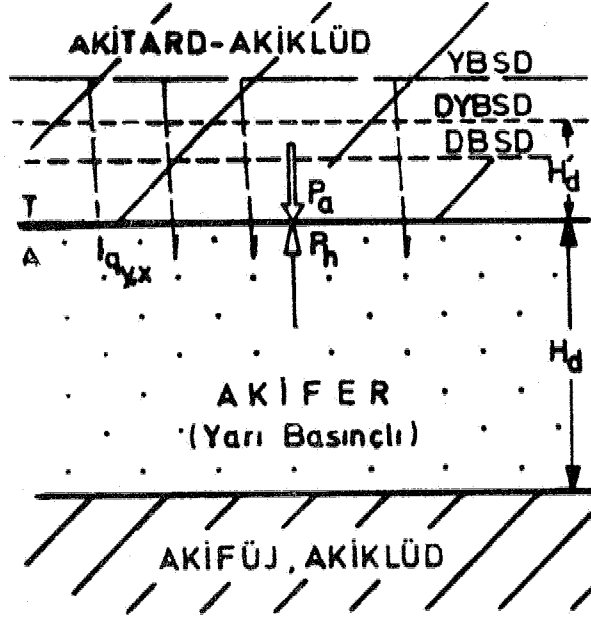


Şekil 3: Yarı Serbest Akiferin Şematik Kesiti
Figure 3: Schematic Section of Semi Unconfined Aquifer

lar. Yarı basınçlı akifer ortamların geçirimsizliği (K_A), üstteki akitard-akiklüd ortamların geçirimsizliğinden (K_T) çok büyüktür ($K_A > K_T$). Yarı basınçlı akiferler içinde pompalama yapılması durumunda, üstteki K_T geçirimsizliğindeki jeolojik ortamda (Akitard nitelikli) daha etkin olan Akiklüd ortam çok yavaş ve güçlükle de olsa K_A geçirimsizliğindeki akifer ortama doğru bir su akışı olur. Bu olaya "Sızma" (Leakage) olarak tanımlanır ve bundan dolayı yarı basınçlı akiferlere "Sızdıran" (Leaky) akiferler de denir. Sızma olayı sırasında oluşan yeraltısuyu akım vektörünün yatay bileşenini ihmal edilecek kadar küçük olması nedeniyle, esas olarak sadece düşey doğrultuda bir bileşeni ($q_x \neq 0$, $q_y = 0$ ve $q_x > q_y$ vardır.

Pompalama yapılmadığında yalnız K_T geçirimsizliğindeki akitard-akiklüd nitelikli jeolojik ortam içinde ve bir tek su düzeyi (yarı basınçlı su düzeyi, YBSY) bulunur. Pompalama yapıldığı zaman ise, biri K_T geçirimsizliğindeki tavan ortamı içinde (deflişken yarı basınçlı su düzeyi, DYBSD), diğeri K_T geçirimsizliğindeki veya daha üst kütlerdeki ortamlar içinde yer alabilen ve yarı basınçlı akifere alt olan (değişken basınçlı su düzeyi, DBSD) 2 farklı su düzeyi ortaya çıkmaktadır. Bunun başlıca nedeni, bu tür akiferler için geçerli olan $K_A > K_T$ koşuluna bağlı olarak gelişen sızma olayıdır. Yarı basınçlı akiferler içinde kuyu açılarak pompalama yapılması durumunda oluşan DYBSD (akitard-akiklüd nitelikli tavan ortamına ait), DBSD (yarı basınçlı akifer ortama ait), H_d (tavan ortamının suya doygun kalınlığı), H_d akifer ortamının suya doygun kalınlığı (yarı basınçlı akiferin kalınlığı) ve diğer özellikler Şekil 4'te gösterilmiştir.

Tam Basınçlı Akifer (Perfectly Confined Aquifer): $K_T = 0$ Tavanında akifüj - akiklüd nitelikli bir



Şekil 4: Yarı Basıncılı Akiferin Şematik Kesiti.
Figure 4: Schematic Section of Semi Confined Aquifer.

jeolojik ortam bulunan basınçlı akiferlere ait Özellikle, ri taşıyan akiferler olarak tanımlanmıştır, T&van ortamının K_T geçirimsizliği sıfır olduğu için (Akifüj-AMklüd), akifer içinde bu ortamdan su akışı olmayacaktır. Basınçlı su düzeyinin (BSD), kuyu ağız kotuna göre topografya yüzeyinin, altına» veya üstünde olması Özelliğine bağlı olarak tam basınçlı akiferler, sırasıyla, yükselen (negatif) ve fişkıran (pozitif) tam basınçlı akifer bölgeleri olarak adlandırılan iki kısımdan oluşurlar. Tam basınçlı akiferler içinde kuyu ağız olarak pompalama yapılması durumunda oluşan değişken basınçlı, su düzeyi (DBSD), H_d suya doymun akifer kalınlığı (tam basınçlı akiferin kalınlığı) ve diğer özellikler Şekil 5'te gösterilmiştir.

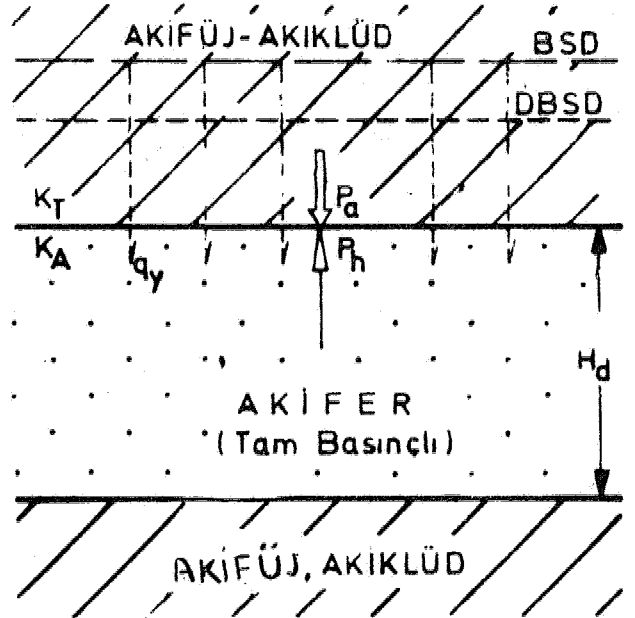
Hidrojeoloji Kökenli Suuflamta Ölçütlerine Göre Akifer Türleri

Hidrojeoloji kökenli sınıflama ölçütlerini, akifer ortam malzemesini oluşturan kayaların "taneli-çimentolu veya taneli-gevşek çimentolu" olması ile "gatlaklı-masif veya gatlaklı-sıkı çimentolu" olması özellikleri oluşturur,

İ, Taneli(Granular) Ortam Akiferleri; Bunlar; taneli-fiimntosuz veya taneli-gevşek çimentolu (Loose Cemented), geçirimsizlikleri genelde homojen, ve izotrop olan akiferler olarak tanımlanmıştır. Bu tür akiferler, tanımlanan özellikleri taşıyan jeolojik ortamların oluşumuna neden olan doğa işlemlere göre adlandırılmış, tır.

Su işlevü (Fluviomarine) taneli ortam akiferleri; Alüvyon, birikinti konisi, delta, göl ve deniz sökelleri, v.b. taneli ortamlar içinde oluşur,

Rüzgâr İlevli (Eoljan) taneli ortam akiferleri; Kumul, lős, v.b. taneli ortamlar içinde oluşur.



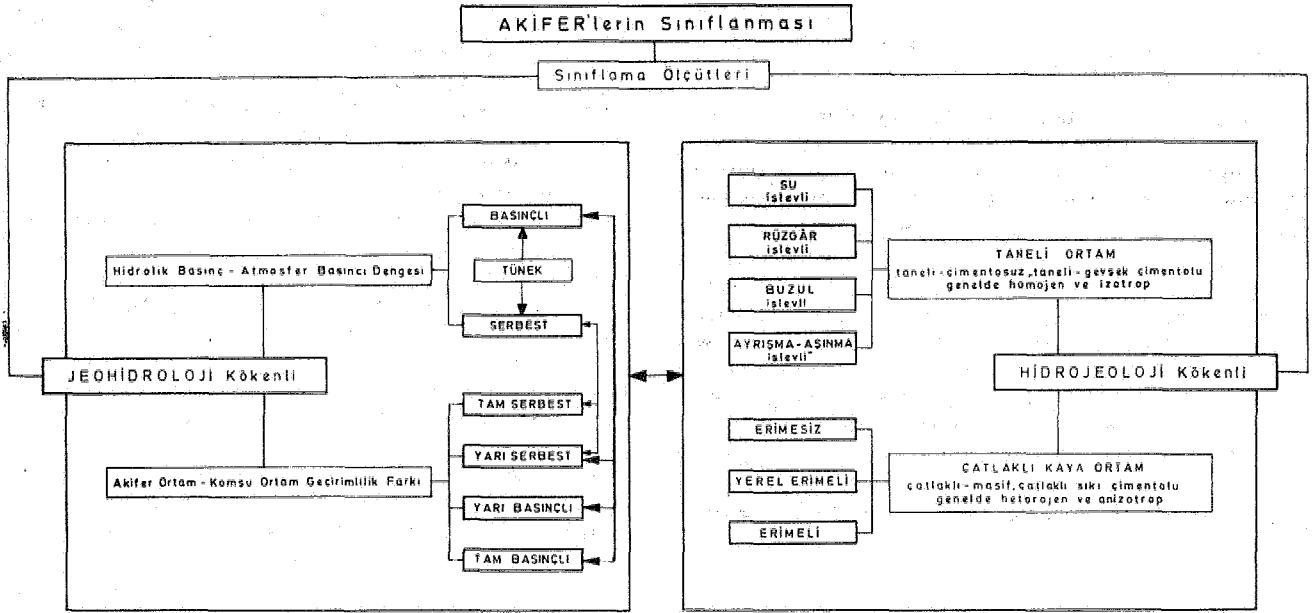
Şekil 5: Tam Basıncılı Akiferin Şematik Kesiti.
Figure 5: Schematic Section of Fully Confined Aquifer.

Buzul iflevli (Glacial) taneli «item akiferleri ı Malzeme özellikleri buzulların başlangıç ve bitil bölgeleri arasında buldukları yere bağlı olan sürüntü malzeme, v.b. taneli ortamlar içinde oluşur.

Ayrışma-aşınma işlevli (Alteration) taneli ortam akiferleri; Yamaç molozu, arena, skapolit, v.b. taneli ortamlar içinde oluşur,

Ayrırtıyan bu akifer türlerine ait malzeme, yeryüzündeki kayaların ayrışma-aşınma, aürüklenme-tagınma ve biriktirilme-çökme süreçlerinin herhangi bir evresinde ya da bu olayların bitiminde oluşur. Ayrıca, biriktirilme-çökme sırasındaki veya sonrasındaki fiziko-mekanik ve kimyasal olaylar nedeniyle, taneli ortam akiferleri kapsamlı içinde kalacak derecede bir gevşek çimentolanma da (Loose Cementation) kazanabilirler. Taneli ortamların diğer bir özelliği ise, an» akifer ortamına göre daha düşük ya da daha yüksek geçirimsizlikli bulunabilen bazı yerel malzeme birikimleri (kil, silt, kum, çakıl mercikleri gibi) içermeleridir. Bu durum, akifer ortama matematik bağıntılarının daha kolay uygulanabilmesi olanağın sağlayan homojenlik ve izotropluk özelliklerini azaltır ve hesaplamaların çok daha karmaşık bir nitelik kazanmasına neden olur.

%, Çatlaklı Kaya (Jointed Rock) Ortam Akiferleri; Bunlar; çatlaklı - yoğun (Compact, Massive) veya çatlaklı-sıkı çimentolu (Well Cemented), genelde heterojen ve anizotrop geçirimsizlikteki jeolojik ortam akiferleri olarak tanımlanmıştır. Bu tür akiferler, içlerinde su dolaşımına elverişli bir çatlak geometrisinin varlığı ön kofulu ile tüm magmatik, metamorfik ve sıkı çimentolanmış tortul kayaların oluşturduğu jeolojik ortamlar içinde yer alırlar. Çatlaklı kaya ortam akiferleri, içlerindeki karbonat-sülfat gibi eriyebilen bileşimlerin miktar ve dağılımına bağlı olarak gruplanmışlardır.



Şekil 6: Önerilen Akifer Sınıflaması ve Ayırtılan Akifer Türleri (Ayırtma ölçütleri ve akifer türleri arasındaki ilişkilerle gösterilmiştir.)

Figure 6: Proposed Aquifer Classification and Aquifer Types (Interrelations between distinctive criteria and aquifer types are demonstrated by arrows.)

EMmesiz - Çatlaklı Kaya Ortam A kiferleri : Tüm magmatik kayalar, mermerler dışı metamorfik kayalar ve karbonat-sülfat gibi eriyebilir bileşenler içermeyen akifer ortamı oluşturduğu 'akifer niteliği taşıyan çatlaklı kaya ortamlar bu kümede toplanmıştır. Bu tür kayalara akifer ortam niteliğini (boşlukluluk, boşluk geometrisi, sınır koşulları) kazandıran özellikler, fiziko-mekanik etkenlerle oluşmuştur. Örneğin çatlaklı granit, kuvarsit, silis gimentolu kumtaş, v.b.

Yerel Erime Ü. Çatlaklı Kaya Ortam Akiferleri : Yerel olarak mermer ve kristalle kireçtaşı bantları içeren metamorfik kayalar ile bileşimlerinde ya da tane aralarında yer yer karbonat-sülfat gibi eriyebilir bileşenler bulunan sıkı çimentolanmış tortul kayaların oluşturduğu akifer nitelikli çatlaklı kaya ortamları olarak tanımlanmıştır. Bu tür kayalara akifer ortam niteliğini kazandıran özellikler, fiziko-mekanik ve kimyasal etkenlerle oluşmuştur, örneğin mermer ara bantlı metamorfik şistler, 'anhidrit ara katmanlı ya da az karbonat gimentolu kumtaşlar, v.b.

Erimeli Çatlaklı Kaya Ortam Akiferleri : Mermer türünden metamorfik kayaların ve bileşimlerinde ya da tane aralarında esas olarak karbonat-sülfat gibi eriyebilir bileşenlerin bulunduğu sıkı çimentolanmış tortul kayaların oluşturduğu 'akifer nitelikli çatlaklı kaya ortamları olarak tanımlanmıştır. Etkinlik derecesi zamanın fonksiyonu olarak değişen kimyasal olayların fiziko-mekanik nedenlerle kazanılmış süresiz, likleri değişik boyut ve doğrultuda genişletmesi bu tür kayalara akifer ortam niteliğini kazandırmıştır. Bu kümede toplanan akifer nitelikli çatlaklı kaya ortamları, genel bir tanım içerisinde "Karst Akiferleri" olarak

adlandırılır, örneğin çatlaklı mermer, kireçtaşı, dolomit, jips-anhidrit, v.b.

SONUÇLAR

Yazının ilk bölümünde, jeolojik ortamların yeraltı suyu içerebilme yeteneğini belirleyen ana koşullar ortaya konmuş ve önceki araştırmalar tarafından adlandırılmış olan yeraltı suyu 'açısından jeolojik ortamlar arasında daha belirgin bir sınırlama çizilmiştir.

İkinci bölümde ise, yeraltı suyu açısından ayırtılan jeolojik ortamların bilimsel, teknik ve ekonomik bakımdan en önemlisi olan akifer ortamları, önerilen bir sınıflama çerçevesinde çeşitli türlere ayrılmış ve her türün ayrı ayrı tanımı yapılmıştır (Şekil 6). Bu sınıflama ölçütü olarak jeohidrolojik (hidrolik özellikler etkin) özellikler alınmıştır.

1 - Yeraltı suyu açısından ayırtlanmış jeolojik ortamlara ilişkin yenilikler : Jeolojik ortamların yeraltı suyu içerebilme yeteneğini denetleyen 3 ana kriter belirlenmiş, ve kısaca açıklanmıştır,

önceki araştırmacılar tarafından ayırtlanmış olan jeolojik ortam ve bunlar arasındaki sınır; boşluk boyutlarının, geçirimsizlik değerlerinin, içerilen yeraltı suyu na ilişkin akış düzeni ve akım bileşenlerinin göz önüne alınması ile daha belirgin, olarak çizilmiş, sonuçlar bir çizelge üzerinde gösterilmiştir (Çizelge 1).

2 - Önerilen akifer sınıflaması « bitaenlerle olan farklılıkla ; Önerilen sınıflama, önceki sınıflamalarda ele alınmayan "Jeohidroloji" ve "Hydrojeoloji" kökenli 2 ana sınıflama ölçütüne dayandırılmıştır.

Jeohidroloji kökenli sınıflama ölçütleri olarak, "Akifer ortamın suya doygun kalınlığının üst düzeyi

üzerine etkiyen hidrolik basıncı ile normal atmosfer basıncı arasındaki denge" ve "Akifer ortam geçirirliiliği ile tavan ortam geçirirliiliği arasındaki farklılık" gözönüne alınmıştır.

Önceki çalışmalarda tanımlanmış olan "Basıncılı" ve "Serbest" akifer kavramları, önerilen akifer sınıflamasında daha değişik bir görüş ve içerikle yeniden ele alınmışlardır. Bunlar; alt sınıflama ölçütlerinden, akifer ortam-komşu ortam geçirirliilik farkına göre ayrımlanan "Tam Basıncılı" ve "Tam Serbest" akiferler olarak tanımlanmıştır. "Basıncılı" ve "Serbest" akifer deyimleri ise, difer alt sınıflama ölçütünü oluşturan, hidrolik basıncı-atmosfer basıncı dengesinin belirlediği genel anlamdaki basıncılı ve serbest akiferler için kullanılmıştır. Ayrıca, önceki çalışmalarda genellikle birbirinden bağımsız akifer türleri olarak gösterilen basıncılı ve serbest akiferin doğada, akifer ortamının jeolojik yapısına ve suya doymun kalımlılığının değişimine bağh olarak yanyana oluşabilecekleri gösterilmiştir (Şekil i).

Önceki çalışmalarda ayrı birer basıncılı akifer türü olarak kabul edilen "Fışkıran" ve "Yükselen" basıncılı akifer kavramları burada terkedilmiş, basıncılı bir akifer içinde açılan kuyuların yerlerine bağhı olarak belirlenen "Fışkıran" ve "Yükselen" basıncılı akifer bölgele tanımlanmıştır. Tünek akiferler "Basıncılı ve Serbest Tünek Akiferler" olarak iki alt gruba ayrılmıştır.

Hidrojeoloji kökenli sınıflama ölçütlerine göre akiferler, "Taneli ortam" ve "Çatlaklı kaya ortam" akiferleri adı altında tanımlanan 2 kümede toplanmışlardır.

Taneli ortam akiferleri, "Su", "Rüzgâr", "Buzul" ve "Ayrışma-aşımna" iflevli taneli ortam akiferleri olarak, çatlaklı kaya ortam akiferleri ise, "Erimesiz", "Yerel erimelt" ve "Erimeli" çatlaklı kaya ortam akiferleri adı altındaki kümelerde toplanmışlardır.

DEĞİNİLEN RF/f,GFJ,KR

- BLANK, H, R, SOHROEDER, M.O., 1973, Geologic Classification of Aquifers, Groundwater, Vol, 11, No. %, pp. 3-5
- BÖGÖMÖLÖV, G. V. BBKTOHaURINE, A, !., 1955, Hydrogéologie Spécialisée, Publie avec L'aide du Centre National da la Recherche Scientifique, 236 p., Moscov
- CASTANY, G., 1963, Traité Pratique des Eaux Souterraines, Dunod, 657 p., Paris
- DAVIS, S.N, de WIEST., R, J. M., 1986, Hidrogeology, John Wiley and Sons Inc., 463 p., New York
- de WIEST, R, J, M., 1965, Geohydrology, John Wiley and Sons, Inc., 366 p., New York
- ERGUVANDI, K. - YÜZER, E., 1973, Yeraltıuları Jeolojisi, İTÜ Kütüphanesi, Sayı: 987, 340 s., İstanbul
- JOHNSON, E, E., 1966, Groundwater and Wells, 476 p., Minnesota
- KROL, G. J., 1978, Groundwater - Rock - Structures, Lecture Notes of ITC, 56 p., Enschede
- KRUSEMAN, G,P. de RIBDER. N, A., (Çev. DİLEK, R.), 1979, Hidrojeolojide Pompaj Deney Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi (KTÜ yayını olarak baskıda)
- PFANNKUCH, H.O., 1969, Dictinoary of Hydrogeology, Elsevier Publ, Comp., 168 p., Amsterdam
- SCHOELLE, H. (Çev. KARACADAG, K.),, 1973, Yeraltıuları, Dizerkonca Math., 605 s., İstanbul
- THURNER, A., 1967, Hydrogiologie, Springer-Verlag, 350 p., Wien
- TODD, D, K., 1969, Groundwater Hydrology, John Wiley and Sons Inc., 336 p., London
- TOLMAN, C. F., 1937, Groundwater, Me Oraw Hill Book Comp., 593 p., New York
- WALTON, W. C, 1970, Groundwater Resource Evaluation, Me Graw Hill Book Comp., 664 p., New York