

Yeraltısuyu Koruma Alanlarının Belirlenmesine İlişkin İlkeler ve Yöntemler

Die grundlag e und méthode über die ermittlung der grundwasser Schutzgebieten

İSMAİL KULAKSIZOĞLTI İller Bankası Genel Müdürlüğü, Ankara

Ü% % Yeraltısulan için koruma alanları oluşturulması, ağırlıklı olarak ilgili havzadan gesitii amaçlı yararlanımlara getirilecek sınırlamalarla çok yakından ilişkilidir, Bundan dolayı, her koruma alanı için gerekli değerlendirmelerin olanaklı olduf unca kesinlikle yapılması» hem gerekli koruma alanının saf lıklı olarak saptanması, nemde konunun ekonomik önemi açısından önem tapmaktadır.

50 f ün sınırı ile Nötr Yeraltısuyu yolunun belirlenmesi, yeraltısının tek düze olmayan yapısı ve elde yeterli kertede hidrolik, hidrojeolojik verilerin bulunamayımından ötürü, oldukça sorunsaldır.

Bu yazıda, yeraltısuyu nötr su yolu ve Koruma Zonu II'nin, elde yeterli ölçüde veriler bulunmaması durumunda da saptanmasına ilükin ilkeler yöntemler ve olanaklar irdelenecektir,

KURZFASSUNG : Mit der Festsetzung von Wasserschutzgebieten (Für Grujidwasseir) ist ©ine Beihe von 2ST, schwerwiegenden NutÄungseinhraenkunf en verbunden. Deshalb ist es notwendig, die Bemessungsgrandiagen, für die einzelnen Schutzzonen so genau wie möglich zu ermitteln» unti einerseits dem geforderten Schutz des Gruuidwassörs und anderseits «ten wirtschnaftlichen Belangen Rechnung zu tragen.

Die Ermittlung der 50 * Tage - Linie und des neutralen Grandwaiserweges bleiben wegen der Inhom»&geni-taet des Untergrundes Probleinatiseh, hinzu kommt, dass selten hydrologische, hydrogeologische Bfessdaten in ausreichender Anzahl zur Verfügung stehen.

Eine Reihe von Verfahren wird beschrieben, und es werden MögEchkeiten gezeigt, wie auch mit nur wenigen Messdaten eine Bemessung der Zone II und des neutralen Wasserweges vorgekommen werden kann.

GİRİŞ

Yeraltısuyu, insanlığın yaşamsal önemdeki gereksinimlerinden biridir, Bu nedenle yeraltısuyunun her çeşit kirlenmelerden yoğun olarak korunması için getirilecek önlemlerde, içilebilirlik niteliğinin bozulmaması Önemli görevlerden biri olmaktadır.

Giderek artan endüstrileşme ve yerleşim yofunltu ğu, yeraltısuyunu artan ölçüde kimyasal ve bakte* riolojik kirlenme tehlikesiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Bunlardan sakınılmam ve gelecekte de yeraltı« suyunun korunma altına alınabilmesi için, bazı yasal düzenleme ve yönetmeliklere zorunluluk bulunmaktadır.

Yeraltısuyunun korunmasına yönelik olarak bir işletme sahası çeşitli kısımlara ayrılabilir. Genelde 3 kısım söz konusudur.

Koruma Zonu I : Kuyunun en yakın çevresini kapsar. Zeminin niteliğine göre 10-50 m. çapında bir dairesel alan koruma zonu I olarak ayrılabilir,

Koruma Zonu II : Genel olarak bu zon, yeraltısuyunun, kuyuya ulaşımaya dek 50 günde tatetmesi zorunlu bulunan yolun uzaklığına efit (r) yarı çaplı bir dairesel alandır,

Koruma Zonu III ; Kuyunun, yeraltısuyunu drene ettifi alanın tümünü kapsar,

ALÜVYONDA YERALTI SUYU KORUMA ZONLARI

Burada en önemli veri, yeraltısuyu tablası haritasıdır. Bu harita ile yeraltısuyu depolayan akiferin hidrolik karakterinin açıklanması ve işletme sahasının sınırlandırılması olanaklıdır.

Yeterli ve güvenilir bir yeraltısuyu tablası haritası üretebilmek için yeterli sayıda gözlem kuyularına ve özellikle alt kulminasyon noktasının bilinmesine gerek vardır. Bunların varlığı, yeraltısuyu çekim sahasının şuurlarının çizilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Yeni işletme sahalarının saptanmasında, kuyuların yapımı ile birlikte eş zamanlı olarak yeterli sayıda gözlem kuyularının da yerleştirilmesine dikkat edilmelidir. Varolan işletmelerde genellikle gözlem kuyularının eksikliği gözlemlenmiştir, bu tesisler için yeni gözlem kuyularının yapımı da Önemlidir,

Drenaj alanının sınırlandırılması için genelde yeraltısuyu tablasının herhangi bir durumuna göre harita üretmek yeterli olmamaktadır. Burada yeraltısuyunun en alçak ve en yüksek seviyesinin saptanması gerekmektedir. Bu durum özellikle» nehir ya da akarsuya yakın kesimlerdeki yeraltısuyu işletmeleri için büyük önem taşımaktadır. Çünkü, akarsuyun su yüksekliğinin durumuna göre, akiferden kuyuya su girişi büyük ölçüde etkilenebilir, Su seviyesinin akarsuda düşük olması halinde yeraltısuyunun kuyuya girişi her yönden olabilmekte ama akarsuyun su seviyesinin yüksek olması durumunda ise kuyuya su girişi sadece akarsudan olmakta ve diğer yönlerden su girişleri ise tamamen engellenmektedir.

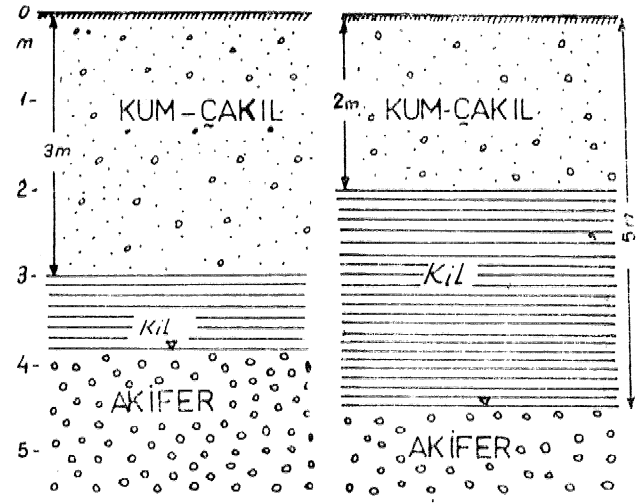
Çeşitli yeraltısuyu tablası haritalarının değerlendirilmesinden, değişik hidrolik kofullar altında kuyuya su girişinin olduğu kesimler belirlenebilir. Bu

kesimlerin tümüyle saptanması, —eğer olası bütün etkileyici kesimler koruma zonu kapsamına alınmak isteniyorsa— önem taşımaktadır,

KORUMA ZONU FİN SAPTANMASI

Kuyunun yakın çevresinin yeraltı koşulları burada belirleyici olmaktadır. Düşünülmesi gereken» koruma zonu II'de tarımsal üretim ve doğal gübre ile gübrelemenin yasaklanıp yasaklanmadığıdır. Koruma zonu II'nin böylesi yararlanmalara açık olmasına, karşılık koruma zonu I'nin sağlıklı bir koruma görevi üstlenmesi gerekir.

Asıl yeraltısuyu akiferinin üzerinde kalan filtrasyon özelliği çok ya da az iyi zemin tabakalarının durumu titizlikle değerlendirilmelidir.



Şekil 1 (A-B) i Koruyucu örtüt tabakalar Bild 1 (A-B) i Günstig© boctetidecsksehicteti

Şekle I-A : Akiferin üzerinde yüzeysel y ay ılımlı kil yer almakta, kilinde üzerinde S m, kalıfıüğa sahip kum-çgakil bulunmaktadır,

Şeldl I-B : Akiferin üzerinde yer alan 3 m. ka* lımlıdaki kil tabakası üzerine de 2 m, kalınlıkta kum-çgakil gelmektedir.

Şekli I-A ve I-B'de sergil^Len iki kesitte, kumlu ve çakıllı seviyeler, akiferden gok ya da az kalınlıkta» ki kil tabakası ile ayrılmaktadır,

Şekil I-A'daki ince kil tabakasının, kuyunun çevresindeki yüzeysel yayılmamın olup olmadığı sorusu mutlaka yamtlanmalıdır. Eğer yayılım var ise Koruma Zonu I, kuyunun çevresinde 10 m, yarı çaplı bir dairesel alanı kapsayabilir. Ama burada çoğunlukla rastlanılan kil merceği sözkonusu ise, Koruma Zonu I'm saptanmasında bu kil tabakası gözetilmemelidir.

Şekil I-B'deki 4,5 m, kalınlığındaki kil tabakasının varlığı ile, yeterli yayılıma sahip olacağı göze,, tilerek, Koruma Zonu I, 10 m, yan çaplı dairesel bir alanı kapsayabilir,

Elverifsiz sayılan zemin durumlarına ilişkin örneklemler aşağıda sıralanmıştır.

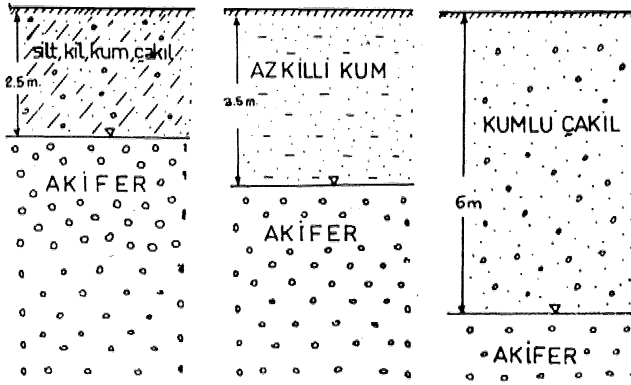
ŞeMİ n-A : İyi geçirgen bir akiferin üzerinde 2,5 m, kalınlığında killi kum yeralmaktadır, Böyle bir ta-

baka geçirimsiz sayılmıyaeaf indan, bu durumda Koruma Zonu yarı gapı 20 m. olmalıdır.

Şekil H-B s Akiferin üzerinde çok az killi ince kumlu bir seviyenin gelmesi halinde, (ki böyle bir seviyenin filtrasyon yeteneğinin fazla olmam nedeniyle temizleyici etkisi fazladır,) bu seviyenin kalınlığına ve statik seviyenin düşük olup olmadığına dikkat edilmelidir. Bfer kum tabakası 3,5 m,lik kalınlığa sahipse, daha az geçirgen olabilecek 2,5 m. kalınlıktaki bir siltli, killi» kumlu seviye ile eş değerde tutulabilir, ($r_j = 20$ m.)

Şekil II-O İ Tane çapı 0,4 mm olan» kumlu ça* killı seviyenin varlığı halinde Koruma Zonu I'in yarı gapı 20 m, dolayında tutulmak isteniyorsa, bu seviyenin en az 6 m, lik bir kalınlığa sahip olması gerekecektir. Ancak böyle bir örnekte Koruma Zonu Tin daha geniş tutulması yararlı olacaktır, ($r^* = 20$ m.)

Bütün örneklerdeki belirleyici varsapm; örtü tabakalarının yeraltısu taşımadığıdır.



ŞeMİ 2 (A-B-C) t tyi armdırıcı örtü tabakaları ile örtülmüş aMfer

Büd % (A-B-C) ı Crnujdw&serlelter von gut reinigenden Deckschichten überlagert

ŞeMİ m-Ä t Akiferin üzerinde, yanal değişkenlik gösteren ve a m. kalınlığa sahip (Kum«killi silt) bulunmaktadır.

Burada Koruma Zonu Tin belirlenmesinde, kaba kum ve çok iyi geçirgen Örtü tabakaları varmifoasma ($r \ll 20-40 m$) arası olmasına dikkat edilir, Burada ayrıca örtü tabakasının kalınlığı belirleyici olmaktadır*

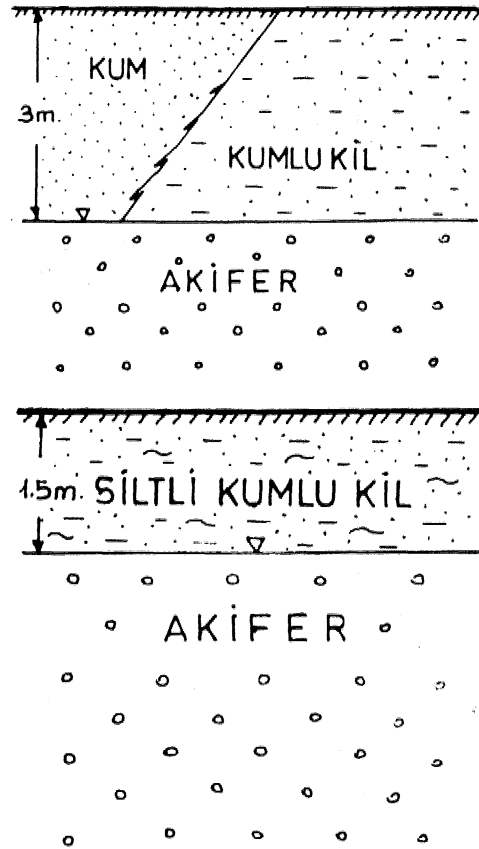
ŞeMİ m-B ? Akiferin üzerindeki örtü tabakası siltli» killi kumdan oluşmakta ve yanal defifkenUk göstermemekte. Buna karşılık kalınlığı 1,5 m. Böyle bir seviye geçirimsiz sayılmıyacağı gibi filtrasyon özelliği oldukça fazladır ve temizleme yeteneği de en fazla olan birimlerden biridir.

Kabul edilen kalınlıkta (1,5 m) ki böyle seviyelerin varlığı halinde koruma zonu I« $r = 30$ m. olmalıdır;

ŞeMİ IV-A-B t Ba tip zemin cinslerinde örtü tabakasının kalınlığı dikkate alınmaksızın $r = 50$ m, olarak saptanmalıdır.

KORUMA ZONU n

Bir alandan tarımsal ve diğer amaçlı yararlanımlara getirilecek sınırlamaların bir kısmı, Yeraltı*



Şekil 8 (A-B) ; Kaımhfi az örtü tabakası ile Örtülmüş arındırma yeteneği yüksek aMfer

Bild S (A»B) ; Gut reinigender ürmiäwageßeiter von Deckschichten mit gerüwgeren Maech tig keilen überlagert

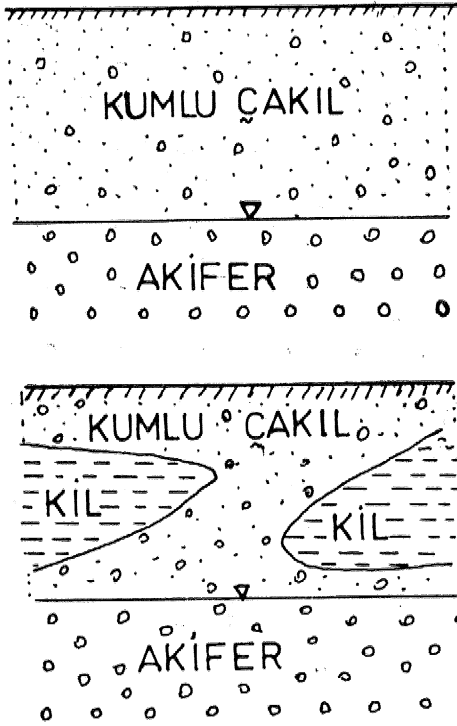
suyu Koruma Zonlarının belirlenmesinde baf hdir. Bu yüzden, Yeraltısuunun Korunması için getirilecek önlemler yamsıra» konunun ekonomik açıdan da def erlen«dirilmesi ve temel bilimsel ilkelerin saptanması gerekmektedir.

Koruma Zonu H, 50 gün sınırı ile gevrenmektedir. Ve bu m_n yeraltısuunun kuyuya ulaşınca dek 50 günde katetmeM gereken yolun uzaklığına eşit (r) yarı çaplı bir dairesel alan kapsamaktadır.

Bu süre zararlı bakterilerin etkinliğini yitirmeleri açısından yeterli bulunmaktadır. 50 gün snurmin belirlenmesi, yeraltının tekdüze bir yapıya sahip olmamasının yamsıra, akiferin hidrolik parametrelerinin, safhklı ve yeterli ölçümlerle bulunmalarının güçlüğü gözetilirs© sorunun karmaşudıfı kendiliğinden anlaşılır,

50 GÜN SINIRI

Yeraltısuunun Koruma Eonu IT'in belirlenmesine ilişkin bütün yöntemler, yeraltısuunun maksimum akı hızının bulunmasını amaçlar, ister alan sml incelemeler, ister hesaplama yöntemleri olsun» bu kural defipirmektedir, Bu yöntemler, "Akiferin tek düzelifi ve akiferin tüm k&hnhfini gözetecek şekilde teçhiz edilmesi" gibi odukkğa basit varsayımlardan yararlanırlar.



Şekil 4 (A-B) : Arındırıcı niteliği az olan akifer
Bild 4 (A-B) : Ungünstigere Grundwasserleiter

Uzun zamandan beri yeraltısuyunun akım yönü, boya deneyleriyle saptanmaktadır. Bu amaca uygun biçimde gözlem kuyularının sıralanması, yeraltına boya verilerek, yeraltısuyunun akım hızına ilişkin bilgiler sağlanmaktadır. Katedilen yol ve geçen zamandan maksimum akım hızı için bir defa bulunabilir,

$$V_a = \frac{S \text{ (Yol)}}{t \text{ (Zaman)}}$$

Bu sırada ağırlıklı olarak yeraltısuyunun yatay hareketi sözkonusudur. Zeminin suyu doymayan kesimindeki akım durumu gözönüne alınmamaktadır. Elde edilecek sonuçlar, denemenin yapıldığı an için geçerli olacaktır. Çünkü yeraltısuyu seviyesinde oluşacak önemli bir değişiklik, yeraltısuyu akım yönünde olduğu gibi akım hızında da değişikliğe yol açacaktır. Bu durum gözetilirse denemenin yeraltısuyu seviyesini farklılık gösteren durumlarda da tekrar edilmesi gerektiği anlaşılacaktır. Ayrıca elverişsiz sayılabilecek hidrolojik etkenlerin varlığı durumunda, 50 gün sınırının belirlenmesinde bu etkenlerde gözönüne alınmalıdır. Boya maddesi olarak çeşitli tip ve özlerdeki maddeler kullanılabilir. (Renkli, köpüklü maddeler, tuz ve sporeler gibiler). Ancak alansal incelemeler ve laboratuvar deneyleri göstermiştir ki, çeşitli boya maddelerinin aynı anda kullanılmaları halinde, bu maddelerin gözlenen akım hızları farklı değerlere sahip olabilmektedirler. Boya maddelerinin, akifer ve yeraltısuyuna karşı; az sayılabilecek kerte karşı koyma nitelikleri yanısıra, derişim yeteneğinin azlığı, ayrıca da zararlı maddeler içermemeleri gerekmektedir. Aranılan nite-

liklerin tümüne birden sahip ideal bir boya maddesi bulunmamaktadır. Bu nedenle bir işletme sahasındaki yeraltısuyu akım hızının saptanmasına ilişkin soruların "yanıtlayacak ve alanın jeolojik, hidrojeolojik yapıya uygun bir boya deneyi yapılabilmesini sağlayacak bilgilerin elde edilmesi için, yeraltısuyu dalında uzman bir Jeoloji Mühendisi gözetiminde, boya deneyleri yapılmalıdır.

Yeraltısuyu akım hızı çoğu kez ağaftaki eşitlemeden hesaplanmaktadır,

$$V_a = \frac{k \cdot I}{P} \quad (D)$$

burada;

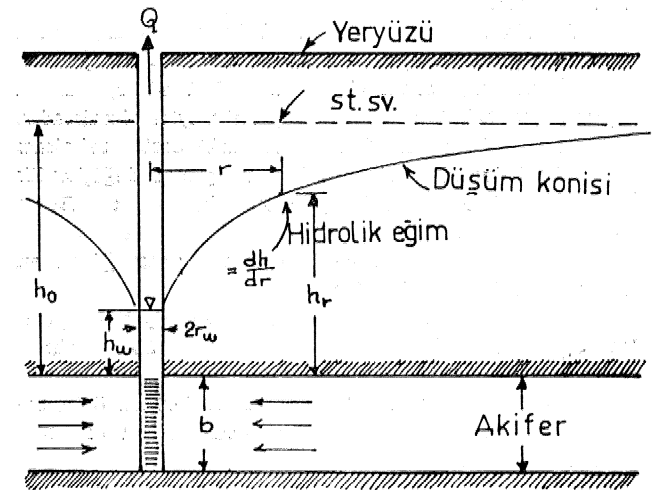
- V_a = Akım hızı (m/sn.)
- I = Hidrolik eğim (boyutsuz)
- P = Yararlanılabilir boşluk oranı, (boyutsuz)
- k = geçirgenlik kat sayısı (m/sn/)

Bu eşitliğin çözülmesinin ayrı bir güçlüğü vardır. Çünkü geçirgenlik katsayısı dışında, yeraltısuyu tablası dinamik eğimi, yararlanılabilir boşluk oranı çoğunlukla bilinmemekte, bu değerler kabul ile hesaplara katılmaktadır,

50 GÜN SİYOTBİNİN HESAPLANMASI

1972 yılında LILLICH - LÜTTIG tarafından geliştirilen bu yöntem, bilinen bir çekim miktarında, kuyunun çevresinde oluşan düşüm konisinin her yerinde, dinamik su tablası hidrolik eğiminin hesapla türetilmedi ilkesine dayanmaktadır. Yeraltısuyu tablasının seviye ölçümlerinin yapılabilmesi amacıyla oluşturulan gözlem kuyuları aynı gibi büyük giderleri gerektiren bir çalılık ile, kuyudan maksimum miktarda su çekilmek suretiyle düşüm konisinin gelişimi, yayılımı ve biçimi oldukça saf likli denebilecek bir sonuçla bulunabilmektedir,

Çekim kuyusu çevresinde oluşacak düşüm konisinin gelişirken izlediği yol yaklaşık olarak ağaftaki eşitlemeden türetilir.



Şekil 5 A : Çekim kuyusunda düşüm konisinin kuramsal seyri

Bild 5 A : Theoretischer Verlauf des Abgesenktes Grundwasserspiegels eines Förderbrunnens

$$h_r - h_w = (h_0 - h_w) \frac{\ln(r/r_w)}{\ln(r_0/r_w)} \quad (II)$$

Lurada;

h_r = kuyudan r uzaklıktaki düşürülmüş yeraltı-suyu kalınlığı (m)

r = Çekim kuyusuna uzaklık (m)

h_w = Kuyuda düşürülmüş su kalınlığı (m)

h_0 = Kuyuda duruk su kalınlığı (m)

r_0 = Etki yarı çapı (m)

r_w = efektif kuyu yarı çapı (m)

Eğilem (II) basınçlı akiferler için uygulanmaktadır, Serbest akiferler için;

$$(h_r - h_w)^3 = (h_0 - h_w)^3 \frac{\ln(r/r_w)}{\ln(r_0/r_w)} \quad (in)$$

Yeraltısu tablasında akiferin kalınlığının onda biri kadar, yani az sayılan bir düşüm oluşuyorsa, daha az hesabı gerektiren I, eşitlemin uygulanması ile de, sapmaları önemsiz düzeyde kalan, sağlıklı sonuçlar elde edilebilmektedir.

Çekim kuyusuna olan herhangi M_r (r) uzaklığı ile bu uzaklıkta düşüm konisi üzerindeki yeraltısuyunun düşürülmüş su kalınlığı arasındaki fonksiyonel bağıntıdan hareketle tanımlanan (II) no.lu eşitlemden r uzaklıkta kuyuya kadar yeraltısu tablası ortalama dinamik hidrolik eğimi hesaplanabilir.

$$I = 5 \frac{h_r - h_w}{r} \quad (IV)$$

burada;

I = dinamik yeraltısu tablası hidrolik eğimi (boyutsuz)

h_r = kuyudan (r) uzaklıktaki yeraltısu düşürülmüş su kalınlığı (m)

h_w = çekim kuyusundaki düşürülmüş su kalınlığı (m)

Büfüm konisinin geometrik biçimi uyarınca, dinamik su tablası hidrolik eğimi kuyuya yaklaştıkça giderek artacaktır,

$$V_a = \frac{k_4 I}{p} \quad (m/sn) \text{ eşitleminden yeraltısu}$$

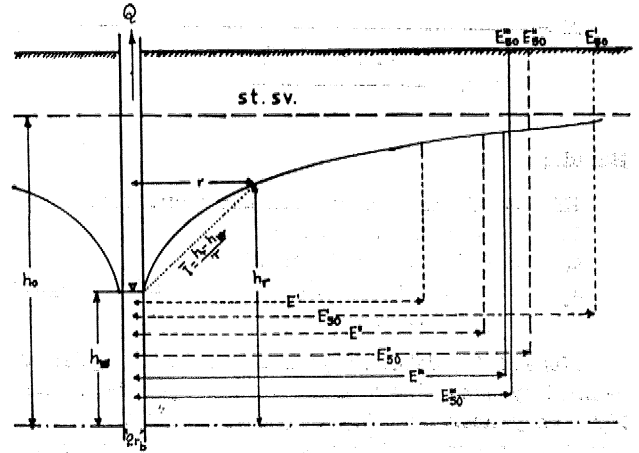
akım hızının, hidrolik eğimle doğru orantılı olduğunu göstermektedir, Ayrıca;

m_m (m) = V_a (m/sn) , 50 (gün) x 86400 (sn.) (V) Eşitlemiyle de, dinamik-su tablası ortalama hidrolik eğimine bağlı olarak 50 gün sınırının çekim kuyusuna olan uzaklığının çoğaldığı ve yeraltısu akım hızının bu uzaklığın bir fonksiyonu olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu durumda, çekim kuyusundan öyle bir (r) uzaklığı bulunmalıdır ki, bu uzaklığa *süt* dinamik su tablası ortalama hidrolik eğim değeri ile saptanacak 50 gün sınırının kuyuya olacak uzaklığı değer olarak, bu (r) uzaklığına eşit olsun,

YÖNTEMİN İŞLEYİŞİ

İlkin kuyudan herhangi bir (r) uzaklığı için değer seçilir (örneğin 100 mt), Seçilen bu uzaklık için eşitlem



Şekil ö B t 00'gtn sınırnın kuyuya olan uzaklığının kademeli bulunması

Bild 5 B s Schrittweise Ermittlung des Abstandes* der 50 - Tage-Linie Vom Brunnen

irden, ilgili bilinen diğer parametrelerin yerine konmasıyla bulunan ($h_r - h_w$) değerinin (IV) eşitleme hesabına alınması suretiyle dinamik su tablası hidrolik eğimi öncelikle saptanır.

Bu değer eşitlem r_0 yerine konarak yeraltısu akım hızı hesaplanır ve bulunan değer yardımıyla eşitlem (V) den 50 gün sınırının kuyuya olan uzaklığı, seçilmiş ($r = 100$ mt,) uzaklığı için bulunur:

Eğer, seçilen (r) uzaklığı deferi olan 100 mt. hesaplanan 50 gün sınırı uzaklığına eşit ise işlem tamamlanmış ve 50 gün sınırının gerçek değeri hesaplanmış demektir.

Değilse, (r) uzaklığı için bu kez başka bir değer alınarak işleme yukarıda açıklandığı gibi devam edilir. Ancak (r) için verilecek ikinci değerin, ilkinin (100 mt) değeri ile bu değere bağlı olarak hesaplanan 50 gün sınırı değeri arasında kalmasına dikkat edilmelidir, Böylece yinelenerek sürdürülecek işlem sonucunda, r in hesaba katılmış herhangi bir değeri için bulunan dinamik su tablası hidrolik eğim değerinden hareketle (r) değerine eşit olacak, E_{i_0} değeri saptanmış, olacaktır.

Burada bir kez daha vurgulanmalıdır ki; Bu yöntem, akiferin tümüyle pénétre edilebilmesi, yeraltısu tekdüzede bir yapıda olması durumunda uygulanabilir, Ayrıca yeraltısu tablasının duruk durumdaki eğiminin, dinamik eğime oranla hesap dip tutulabilecek kadar küçük olması gerekmektedir.

KÖBÜMA ZÖNÜ IH

Çalışan kuyunun drenaj sahasının tümünü kapsamakta ve nötr yeraltısu yolu ile sınırlandırılmaktadır,

Hötr Yeraltısu yolunun bulunması

Eğer çekim kuyusu bir koordinant sisteminin merkezinde düşünülürse nötr yeraltısu yolu için aşağıda verilen eşitlem geçerli olacaktır.

$$X = \frac{-Y}{\tan\left(\frac{2\pi \cdot kf \cdot M \cdot I_0}{Q} \cdot y\right)} \quad (VI)$$

Burada;

- Kf — Akiferin geçirgenlik kat sayısı m/sn.
M = Akiferin kalınlığı m.
Q == Çekilen su miktarı m³/mi,
== Yeraltısuyu tablası doğal hidrolik eğimi (boyutsuz)

Negatif (K) Neferleri yeraltısuyu akım çizgilerinin çekim kuyusuna olan uzaklığı verir. Negatifde olabilen X₀'in en yüksek (+) def eri, yeraltısuyu nötr su yolunun (x) eksenini kestirir noktam kuyuya olan uzaklığını gösterir, Bu nokta alt kulminasyon noktasıdır* Alt Kulminasyon noktasında paralel ve ışınal akım çizgileri akım fonksiyon değerleri toplamı (0) olduğundan kuyuya au girimi olmamaktadır.

Bu noktanın çekim kuyusuna olan uzaklığı aşaf ıdaki eşitleme hesaplanabilir,

$$\hat{x} = \frac{Q}{2 \cdot kf \cdot M \cdot I_0} \quad (vn)$$

Eşitleme rdeki (y) değeri kuyunun su çekim sahasının yan genişliğini vermekte ve verilen Şu formülle bulunmaktadır.

$$Y \gg \frac{Q}{2 \cdot kf \cdot M \cdot I_0} \quad (vnrj)$$

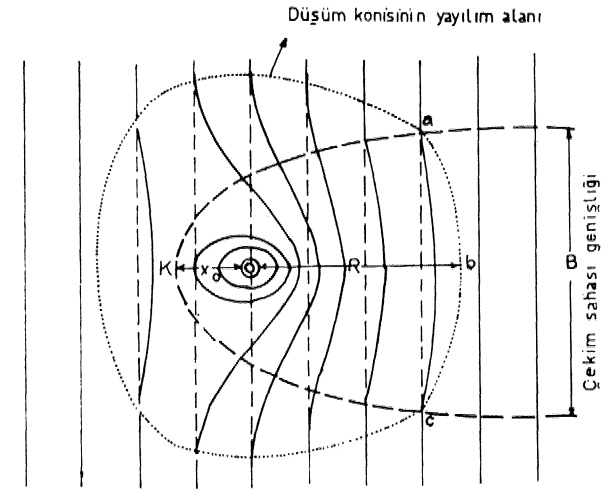
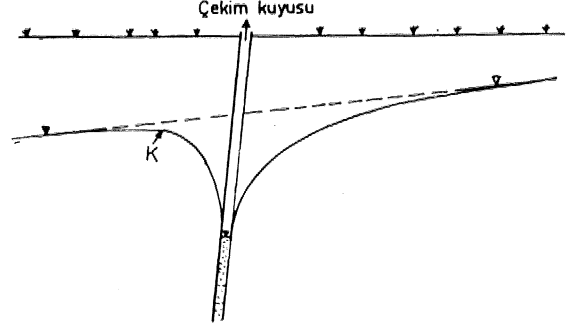
Tanımlanan eşitlemler, homogen ve eş kalınlıkta yayılımı olan» yönlere göre değirikken T değeri göstermeyen bir akiferin varlığı gözönünde bulundurularak türetilmiştir. Normal durumda bu niteliklere sahip bir akiferin varlığı olası degüsedede eşitleme^ kısmen düzensiz yapıdaki akiferlerde de pratik amaçlar için sağlıklı denebilecek sonuçla*r vermektedirler.

Buma kargın, her durumda sonuçların hata payının kabul edilebilir düzeyde olup olmadıkları gözetilmeliür.

Buraya kadar eşitlemlerde simgelenen kavramlar (Şekil 6-A) da ayrıca açıklanmıştır, Nört yeraltısuyu yo-

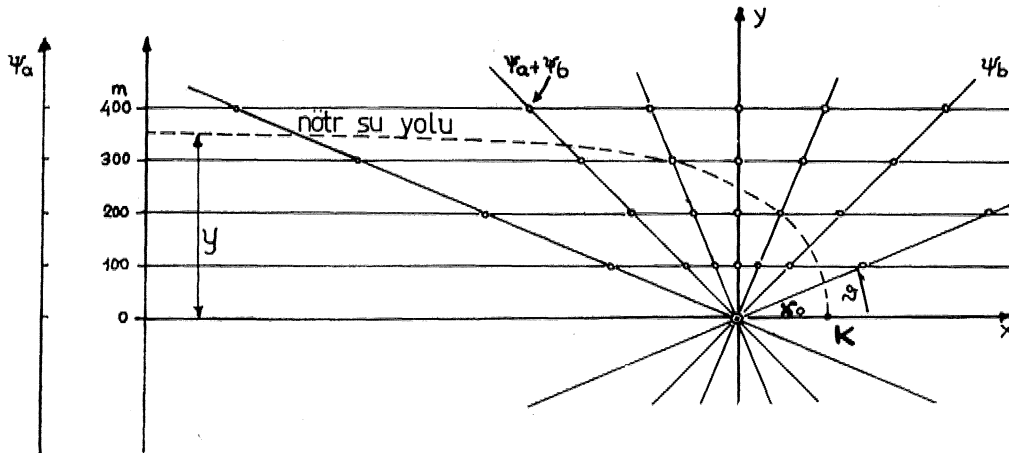
lunun bulunmasına ilişkin grafik yöntem WIEST tarafından 1965 yılında geliştirilmiştir, (şekil 6-B)

Şekilden de anlaşılacağı gibi doğal yeraltısuyu akım çizgileri paralel akım çizgileri ile gösterilmiştir, Paralel akım çizgilerinin her biri için ilgili akım fonksiyonu (Ψa) şu eşitleme hesaplanır.



Şekil 6 A : Çekim kuyusunda düşüm ve çekim konisi
R = etki yarıçapı, Kabek = Çekim konisi alanı
X₀ = K (alt Kulminasyon noktasının) kuyuya uzaklığı

Bild 6 A : Absenkungs - und Entnahmerichter um einen Brunnen



Şekil 6 B : Koruma zonu III'ün bulunması

Bild 6 B : Koustruktion des neutralen wasserwegs durch Überlagerung von Stromfunktionen.

$$\hat{a} = \frac{1}{k} \cdot I_0 \cdot y \cdot (m/san.) \quad (DC)$$

Paralel akım çizgilerinin her birinin (X) eksenine olan uzaklıkları eşitleme (y) ile gösterilmiştir,

Kuyudan su çekilmesine başlanır başlanmaz kuyuya doğru ışınsal bir akım olugurki bu akım çizgileri şekilde olduğu gibi ilınsal olarak gösterilmiştir. Işınsal akım çizgileri ile ilgili akım fonksiyon değerlerini veren eşitleme aşıağıda belirtilmektedir.

$$\hat{a} = \frac{Q}{2ITM} \cdot Q \quad (ni2/san) \quad (X)$$

Burada (<p) çekimle oluşan ışınsal akım çizgileri ile X ekseninin yaptığı açıdır ve («*) değerine baf imli olarak değerlendirilir, örnekte 180 derecelik açı on'a bölünerek işleme geçildiğinden (<p) def eri Öâ Ğ* 0,2 „ 0,3 w% , ir» olarak almıyor. Her iki akım fonksiyonunun (#a + ^b) toplamı, ışınsal ve paralel akım çizgilerinin çakışmasından oluşan akım çizgileri akım fonksiyonları def erlerini verir. Akım fonksiyon def eri sıfır akım çizgisi nötr su yolu üzerinde kalmaktadır. Hesaplama da özetle aşıağıda verilen yol izlenmelidir:

1 — ilkin paralel ve ışınsal akım çizgilerinin yer aldığı diyagram çizilir, (Şekil VI « B)

2 — Çekim sahasının yarı genişliği (Y) eşitleme VIII'e göre hesaplanır,

Bu değere göre paralel akım çizgileri çizilir,

8 — Paralel akım çizgileri için akım fonksiyon def erleri eşitleme IX' a ışınsal akım çizgilerinin akım fonksiyon değerleri de eşitleme X* a göre hesaplanır.

4 — Işınsal akım çizgilerinin paralel akım çizgilerini kestiği her nokta için hesaplanarak bulunan akım fonksiyon değerleri toplanır. Sonuç, kesime **noktasının** akım fonksiyon değeridir,

6 — Her ışınsal akım çizgisi üzerinde yer alan negatif ve pozitif akım fonksiyon değerleri, nötr su yolu üzerinde kalan ve değeri sıfır olan noktanın konumunu tam olarak saptamak için interpe edilir.

6 — Efitlem VII aracılığıyla Alt Kulminasyon noktasının kuyuya olan uzaklığı saptanır, (X₀)

7 — Alt Kulminasyon **noktası** ile akım fonksiyon değerleri sıfır olan bütün diğer noktaları birbirlerine bağlayan sınır nötr yeraltısuyu yolu olacaktır,

BEÖİNBLEN BELGELER

HQFMANN, W. . LİLLİOH, W., 1973, Problematik der Bemessung Schutzzone Für Loekergestelnsaquifere.

KOSOHHEL, H., 1979, 50 Tage - Linie und Der neutrale Wasserweg (BGR-HANNOVBR)

KOSCHBL, H., LEBKÜCHNER, H, TİBDBMAN, O, BLANKE, K» Sözlü katkıları (1980 „ BGR HANNOVER)

LİLLİOH, W., 1972, Der Gewaesserschutz aus hidrogeologischer Sicht, Insbesondere hydrogeologische Kriterien zur Festsetzung von Wasserschutzgebieten, (BGR - HANNOVER)

SCHNEIDER, H., 1973, Die Wasserschuttschutz des Grundwasser,

TRUELSEN. O., 1967, Die Direkt - Methode zur Bestimmung des Wasserdranges bei im Loekergestein fließenden Grundwasserströmen,

