

# YERALTISULARI



**Ahmet Hamdi SARGIN**

Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltisulari Dairesi Başkanlığı

Ankara - 2010



	<b>Sayfa</b>
İçindekiler .....	i
Teşekkür .....	iii
Önsöz .....	iv
Giriş .....	v

## **BÖLÜM I**

Sarımsaklı Ovası Yeraltısuyu Akımı Sonlu Farklar Modeli .....	1
Kuyu Hidroliği Değerlendirmeleri .....	18
Su Sondaj Kuyusu İnşası ve Pompalama Deneylerinin Kuyu Verimine Etkisi.	33
Yeraltısuları Kirliliği .....	46
Sahil Akiferlerinde Tuzlu Su Girişimi ve Demre Ovası.....	61
Yeraltısuları Kirliliği ve Katı Atık Depolama Yeri Seçimi .....	73

## **BÖLÜM II**

İsrail Hükümeti Tarım Bakanlığının Su Konusundaki Çalışmaları .....	90
Brezilya Hükümeti Ulusal Su Kaynakları Politikasının Tespiti .....	101
Groundwater In Turkey .....	112

Ülkemizde Yeraltısuları İle İlgili Kurumsal Yapı - Mevzuat ve AB Direktifleri .. 118

Ülkemizde Yeraltısuları Mevzuatı ve AB Mevzuatına Uyumlaştırma Süreci ... 127

### **BÖLÜM III**

Yeraltısuyu Sulamaları ..... 137

Groundwater Management In Turkey ..... 143

A New Approach For Groundwater Management In Turkey ..... 152

İklim Değişikliğinin Yeraltısuyu Sulamalarına Etkisi ..... 169

Ülkemizde Yeraltısuyu Kaynaklarının Etkin Yönetimi ..... 177

Konya Kapalı Havzası Sorunlar ve Çözüm Önerileri ..... 192

## TEŞEKKÜR

İş hayatına başladığım ilk günlerde, öğrencilik döneminde edindiğim pratik bilgileri uygulamaya aktarmak için usta-çırak ilişkisi gibi büyüklerimin deneyimlerinden oldukça faydalandım. Şimdi ise yeni nesillere çalışmalarında yardımcı ve destek olmanın zamanının geldiğine inanıyorum.

Bu nedenle, Devlet Su İşleri camiasında görev yaptığım 22 sene süresince edindiğim bilgi ve deneyimleri ülkemizin su yönetiminde söz sahibi olacak yeni nesillerle paylaşmak ve onlara aktarmak ihtiyacı hissettim. Bunun için meslek hayatım süresince çeşitli ortamda yapmış olduğum sunumları tekrar gözden geçirerek bu kitabı hazırladım.

Aynı zamanda bu kitap yeraltısuyu kaynakları üzerindeki endişelerimi de dile getirmek için bir araç olmuştur.

Kitap üzerinde son düzeltmeleri yapan Sayın Ahmet İŞÇİOĞLU'na, basım aşamasında yardımcı olan Sayın Yeşim KAYA, Ali GÖRKMEN ve Hakan GÜRHAN'a, kapak tasarımını gerçekleştiren Cumhur GAZİOĞLU'na ve şekilleri çizen İsmail KAYMAZ'a teşekkür ederim.

Son olarak gerek bu kitabı hazırlarken gerek ise hayatımın her aşamasında desteklerini benden esirgemeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.



Ahmet Hamdi SARGIN

## ÖNSÖZ

Temel ve vazgeçilmez bir ihtiyaç olan su, günümüzde içme-kullanma, tarımsal faaliyetler, enerji üretimi, sanayi suyu ve tabiat ihtiyaçlarının karşılanmasında olduğu kadar sosyal ve ekonomik kalkınmada da hayati bir öneme sahiptir. Bunun yanı sıra su kaynaklarının stratejik değere sahip olması ve sınırlı miktarda bulunması bu kaynakların adil, sürdürülebilir, etkin ve rasyonel kullanılmasını ve korunarak yönetimini gerekli kılmaktadır.

İklim değişikliğine bağlı olarak su kıtlığı dönemine girerken, artan nüfus sınırlı su kaynakları üzerinde bir baskı unsuru oluşturmaktadır. Bu çerçevede su kaynakları yönetiminde teknik, ekonomik, hukuki ve ekolojik denge kurularak verimliliğin temel prensibi olan “daha az kaynak kullanımı ile daha fazla üretim yapılması” ana hedef olmalıdır.

Görünmez kaynak olan yeraltısularının kullanıma sunulması zaman açısından daha kısa sürede, ilk yatırım maliyeti açısından ise daha düşük maliyet ile gerçekleştirilebildiğinden bu kaynaklara olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu sebeple bu kaynağımıza ayrı bir önem verilmesi kaçınılmazdır.

Ülkemizde su kaynakları yönetiminde ana kuruluş olan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü' nün diğer önemli bir özelliği de araştırmacı, eğitici ve yetiştirici bir kurum olmasıdır. Çalışanlarımızın edindiği bilgi ve birikimlerini DSI' nin geleceğini sahiplenecek olan yeni nesillere aktarmak kuşkusuz büyük önem taşımaktadır.

Bu kapsamda 22 yıllık çalışma hayatında katılmış olduğu seminer, sempozyum ve panellerde yapmış olduğu sunumları kitap haline getirerek deneyimini genç kuşaklara aktarmayı hedefleyen Ahmet Hamdi SARGIN' ın hazırlamış olduğu bu eserin faydalı olmasını temenni ederim.

  
Haydar KOÇAKER  
Genel Müdür

## GİRİŞ

Nüfus artışı aynı zamanda sulama, içme ve kullanma suyu yanında endüstriyel su kullanımını da arttırmaktadır. Bu sebeple toplam su tüketimi sürekli bir şekilde artmaktadır. Bu artış yüzey sularının olmadığı veya yetersiz olduğu yerlerde sınırlı kaynak olan mevcut yeraltısuyu kaynaklarının ihtiyaç duyulan su talebini karşılayamaması nedeniyle yeraltısuyu kaynakları üzerinde baskıya yol açmaktadır.

Yeraltısuyu üzerinde gözlemlenen bu baskının yanı sıra iklim değişikliklerinin olumsuz etkisi ile çevre bilinci henüz oluşmamış kesimlerde gözlenen kirlilik faktörü, sınırlı kaynak olarak nitelendirdiğimiz kullanılabilir yeraltısuyu kaynaklarını ciddi boyutlarda tehdit etmektedir. Bu tehdidi en aza indirmeyi amaçlayan yeraltısuyu kaynakları yönetiminde ana hedef yapılan ekonomi kuralları çerçevesinde yapılan teknik çalışmaları hukuki ve idari yapı ile destekleyerek sürdürülebilir bir yönetim olmalıdır.

Bu kapsamda “sistemi tanımiyorsan yönetemezsin” kuralından hareketle kitabın ilk bölümünde hidrojeolojik sistemi tanımlamayı amaçlayan teknik çalışmalar yer almaktadır.

Yapılmış olan teknik çalışmaların kurumsal yapı tarafından uygulanması ve bu uygulamaların hukuki bir temelde gerçekleştirilmesi esastır. Bu sebeple ikinci bölümde Dünya ülkelerinden örnekler verilerek ülkemizde yeraltısuları ile ilgili mevcut kurumsal ve yasal yapı incelenmiştir.

Son bölümde ise gelecek nesilleri de dikkate alan sürdürülebilir yeraltısuyu kaynakları yönetimine yönelik çalışmalar bulunmaktadır.

Genç mühendisler için rehber niteliğinde bir kitap hazırlayan Ahmet Hamdi SARGIN'a teşekkür ederim.







# **SARIMSAKLI OVASI YERALTISUYU AKIMI SONLU FARKLAR MODELİ <sup>1</sup>**

## **1. GİRİŞ**

Kayseri ili ve çevresindeki yerleşim birimlerine içme, kullanma, sanayi ve sulama suyu sağlayan Sarımsaklı Ovasındaki yeraltısuyu rezervi tarımsal alanların genişlemesi, nüfusun artması ve sanayinin gelişmesi neticesi su ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalmak üzeredir. Bu sebeple yeraltısuyunun optimum şekilde kullanılması gerekmektedir.

Bu amaç doğrultusunda beslenme-boşalım ilişkilerinden yola çıkılarak hidrojeolojik sistemin dengede bulunacağı yeraltısuyu akım modeli kurulacaktır. Yeraltısuyu akım modeli kurulurken hidrojeolojik sistemin boyutlandırılmasına, hidrolik parametrelerin noktasal olarak belirlenmesine ve beslenme-boşalım ilişkilerinin tayin edilmesine çalışılacaktır.

### **1.1. Çalışma ve Değerlendirme Yöntemleri**

Yağış-yükseklik ilişkisi ile inceleme alanına düşen yağışın belirlenmesi, Thornthwaite Su Bilançosu ile eksik su ve fazla su değerlerinin bulunması, yağış-yeraltısuyu ilişkisi kurularak yağış eşiği ve süzülme oranının hesaplanması, pompalama deneyleri ile akiferin hidrolik karakteristiklerinin saptanması, hidrolik karakteristiklerin istatistiksel dağılımının yapılması, bilgisayar aracılığı ile sistemin modelinin kurulması ve kalibrasyonu çalışma yöntemlerini oluşturmaktadır.

### **1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması**

Sarımsaklı Ovası, Kızılırmak Havzasında 39° 00' ve 39° 30' enlem daireleri ile 35° 00' ve 35° 45' boylam daireleri arasında bulunur. Kayseri ili civarında KD-GB doğrultusunda uzanır (Şekil 1).

Ova, yayla karakterinde olup denizden ortalama yüksekliği 1060 m'dir. İnceleme alanında yarı kurak iklim hüküm sürmektedir.

Yeraltısuyunun akım modelini kurma çalışmaları sahanın kuzey doğusunda yer alan Kayseri-Bünyan yerleşim birimleri arasında gerçekleştirilmiştir. Çünkü batıda kalan tali havzada Karasazlık Bataklığı yer almaktadır.

## **2. JEOLJİ**

Çalışma sahasında Paleozoyik yaşlı birimler, siyah renkli ve hidrokarbon kokulu kristalize kireçtaşı ve metamorfizmaya uğramış şistler olarak yer

---

<sup>1</sup> *Yüksek Mühendislik tezi olup Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı tarafından İzmir'de 1998 yılında düzenlenen "Jeoteknik ve Yeraltısuları Semineri"nde sunulmuştur.*

almaktadır. Tektonik olayların etkisinde kalarak çatlama, kırılma ve faylanmalar göstermişlerdir. Bu birimlerde tabaka düzlemlerine dik olarak gelişen çatlaklar boyunca erime boşluklarına rastlanmaktadır. Kireçtaşları geçirmiş olduğu tektonik olayların etkisi ile sıkışmalara maruz kalmış ve tabakalı yapılarını kaybetmişlerdir.

Sahada Triyas ve Jura devri formasyonlarına rastlanmamıştır. Kretase ise gri renkli ve masif kireçtaşları ile belirgindir.

Senozoyik inceleme alanında Eosen, Oligosen, Neojen ve Kuvaterner yaşlı formasyonlarla temsil edilmektedir.

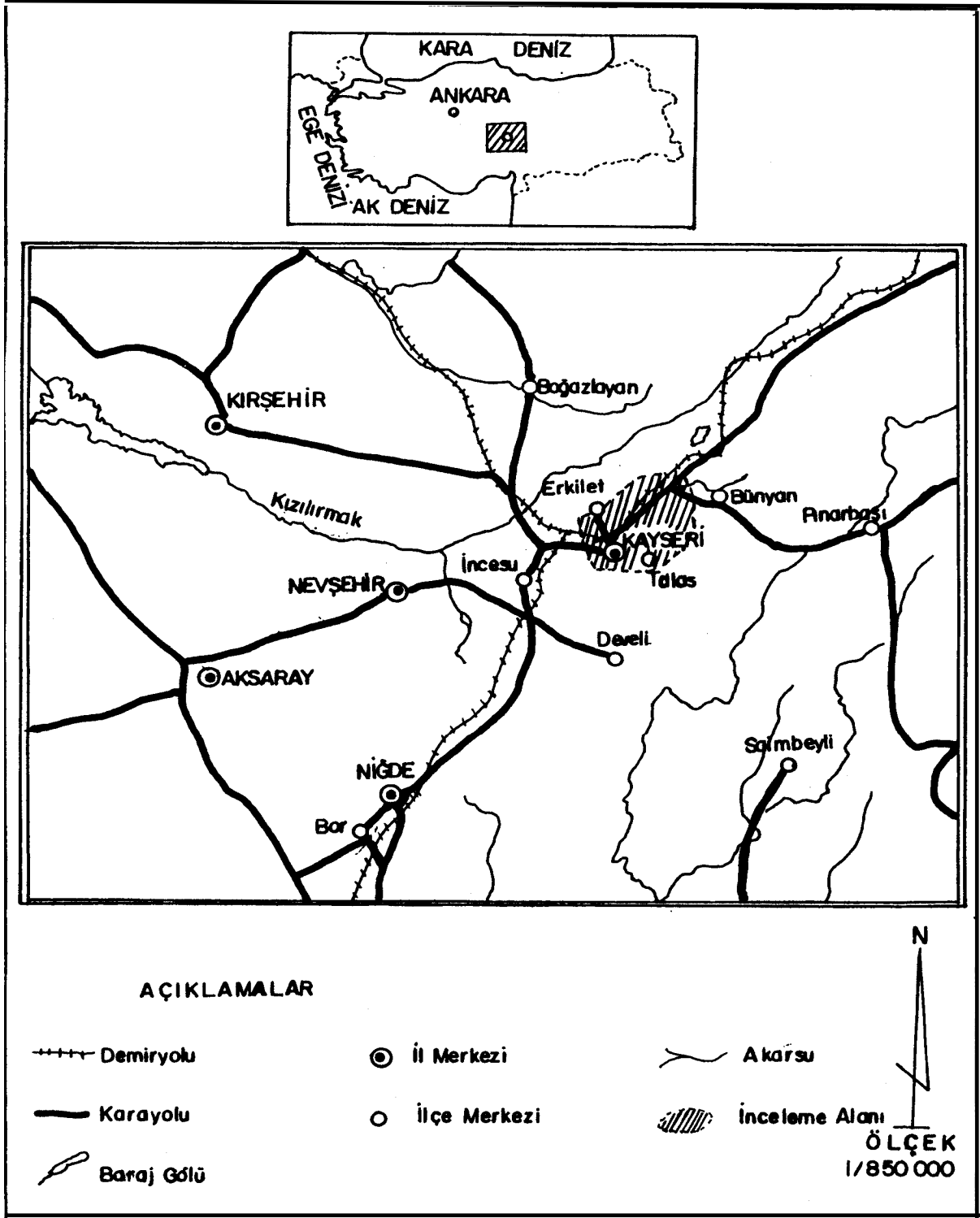
Eosen kumtaşı, kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşan fliş ile temsil edilmiştir. Oligosen, Eosen flişi üzerine konkordan olarak gelen kırmızımsıtrak kumtaşları katmanları halindedir.

Neojen volkanik ve sediman karakterlidir. Neojen başlarından itibaren faaliyete geçen Erciyes volkan sistemi tuf, aglomera, andezit ve bazaltların oluşumuna sebep olmuştur.

Kuvaterner yamaç molozları, birikinti konileri, andezit-bazalt çakılları, az miktarda marn ve kireçtaşı ile değişik elemanlı kum, çakıl, killerden ve bunların değişik oranlarda karışımından ibarettir.

Kuvaterner-Neojen formasyonlarının maruz kaldığı KD-GB doğrultusundaki iki ana fay hattı ile çöken ovanın orta kısımdaki çukurluk, Neojen sonlarına doğru ve Kuvaternerde erozyon malzemesi ve volkanik kayaç kırıntıları ile dolarak bugünkü ovanın meydana gelmesine neden olmuştur. Ova bir graben havzasıdır.

Erciyes volkanik bölgesinin stratigrafik istifi Ketin (1966) tarafından hazırlanmıştır (Şekil 2). İnceleme alanı Erciyes volkanik bölgesinin bir kısmını içerdiğinden stratigrafik istifte yer alan her birime inceleme alanında rastlanmamıştır.



Şekil 1. İnceleme sahasının yeri

ÜST SİSTEM	SİSTEM	ALT SİSTEM	SERİ	STRATİGRAFİ		LİTOLOJİ						
				SENOZOYİK	MESOZOYİK							
SENOZOYİK	TERSİYER	PALEOJEN	NEOJEN	Miosen	Pliosen	Alüvyon, curuf konileri, bazalt						
						Andezitik-bazaltik tuf, oolitlik kireçtaşı, kumtaşı						
						Marn, kil, jips, konglomera, kumtaşı						
						Konglomera ve jips, bazalt, kil marn içeren göl materyali						
						Fliş fasiyesi, granit, gabro, konglomera, kumtaşı, Numunulites fosili						
						Kireçtaşı, marn						
						MESOZOYİK	KRETASE	PALEOJEN	Eosen	Paleosen	Üst	Kısmen ofiyolitli volkanik ve kireçtaşlı seri, Globotruncana fosili
												Kısmen ofiyolitli kırmızımtrak kireçtaşları
												Kireçtaşları
						PALEOZOYİK	TRIYAS	PALEOJEN	Eosen	Paleosen	Alt	Kristalize kireçtaşı, kuvarsit fliş ve metamorfik şist Alg, Fusulina ve Graptolit fosilleri

Şekil 2. İnceleme alanının stratigrafik istifi (Ketin, 1966)

### **3. HİDROLOJİ**

Sarımsaklı Suyu'nun toplam drenaj alanı 2 325 km<sup>2</sup>'dir. İnceleme alanının yer aldığı tali drenaj alanı ise 1 680 km<sup>2</sup>'dir. Sarımsaklı Suyu' nun ortalama akımı 5.6 m<sup>3</sup>/s olarak gözlenmiştir.

Sarımsaklı Barajından yağışların meydana getirdiği su fazlasının depolanmasında ve bu suyun sulama döneminde kullanılmasında faydalanılmaktadır. Baraj ile Sarımsaklı Suyu akımları regüle edildiğinden, akım ölçümleri barajdan bırakılan su ile tarımdan dönen suları temsil etmektedir.

Ovadaki kaynaklar, yeraltısuyu seviyesinin topografya ile kesiştiği noktalardan ve volkanik birimlerin çatlaklarından çıkmaktadır. Bunlar Mezarlık, Gültepe, Cırgalan, Buğdaylı, Karpuzatan, Keykubat ve Küçük Hacı Çiftliği kaynaklarıdır. Bu kaynakların debileri 30 litre/s ile 600 litre/s arasında değişmektedir.

Kayseri meteoroloji gözlem istasyonunun ortalama yıllık yağış değeri 375.1 mm ve buharlaşma değeri ise 982.9 mm'dir.

### **4. HİDROJEOLOJİ**

Sarımsaklı Ovasında yeraltısuyu taşıyan formasyonlar birikinti konileri, yamaç molozları ile kumlu-çakıllı seviyeler, tüf, aglomera ve bazalt parçacıklarından oluşan alüvyon birimdir. Bu birim serbest tek bir akifer karakterindedir. Sistemin çalışması, sınır şartları ve akiferin hidrolik karakteristikleri ile sınırlanmaktadır.

Çakıl-blok boyutundaki birikinti konileri, iri bloklar halinde gözlenen yamaç molozları ve kumlu-çakıllı birimlerle ardalanmalı olarak bulunur.

Transmissivite katsayısı 400 - 2 500 m<sup>3</sup>/gün/m arasında değişmektedir. Kaynak membalarında ve birikinti konilerinin bulunduğu alanlarda bu değer artmaktadır.

Ayrıca akifer kalınlığının yeterli miktarda olmayıp transmissivite katsayısının azaldığı kesimlerde kaynakların meydana geldiği gözlenmektedir.

### **5. YERALTISUYU AKIM MODELİ**

#### **5.1. Sonlu Farklar Yöntemi**

Yeraltısuyu akımı deterministik bir sistem olduğundan matematiksel denklemlerle ifade edilir. Bunun için yeraltısuyu süreklilik denkleminde yararlanılır. Gözenekli ortamlarda sabit yoğunluktaki yeraltısuyunun üç boyutlu hareketi aşağıdaki kısmi diferansiyel denklemi ile tanımlanır;

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

Denklemden  $K_{xx}$ ,  $K_{yy}$  ve  $K_{zz}$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , Kartezyen koordinat eksenleri boyunca hidrolik kondüktiviteyi ( $L^2T^{-1}$ ),  $h$  piezometrik yükü ( $h$ ),  $W$  birim hacimdeki hacimsel değişimi ve sisteme giren ve/veya çıkan akımları ( $L^3T^{-1}$ ),  $S_s$  gözenekli ortamın özgül depolamasını ( $L^{-1}$ ) ve  $t$  zamanı ( $T$ ) ifade eder. Genelde  $S_s$ ,  $K_{xx}$ ,  $K_{yy}$ ,  $K_{zz}$  koordinat sisteminin bir fonksiyonu ( $S_s=S_s(x,y,z)$ ),  $h$  ve  $W$  ise koordinat sisteminin ve zamanın fonksiyonu olabilirler ( $h=h(x,y,z,t)$ ). Bu nedenle süreklilik denklemi, heterojen ve anizotropik ortamlarda dengesiz akım şartlarında yeraltısuyu akımını tanımlar.

Süreklilik denklemi, akifer sisteminin sınırlarındaki akım ve/veya hidrolik yük şartlarının ve başlangıç hidrolik yük değerlerinin belirtilmesi ile yeraltısuyu akımı matematiksel modelini teşkil eder.

Süreklilik denkleminin sonlu farklar denkleminin türetilmesi birçok matematiksel işlem gerektireceğinden burada ayrıntıya girilmeden sonlu farklar denklemi, model programında kullanılacak şekilde verilmiştir:

$$CR_{i,j-1/2,k}(h_{i,j-1,k}-h_{i,j,k})+CR_{i,j+1/2,k}(h_{i,j+1,k}-h_{i,j,k})+CC_{i-1/2,j,k}(h_{i-1,j,k}-h_{i,j,k})+CC_{i+1/2,j,k}(h_{i+1,j,k}-h_{i,j,k})+CV_{i,j,k-1/2}(h_{i,j,k-1}-h_{i,j,k})+CV_{i,j,k+1/2}(h_{i,j,k+1}-h_{i,j,k})+P_{i,j,k}h_{i,j,k}+Q_{i,j,k}=SS_{i,j,k}(\delta r_j \delta c_i \delta v_k) \delta h_{i,j,k} / \delta t$$

Sistemde  $i,j,k$  sırası ile  $x,y,z$  koordinat eksenlerine paralel olan hücre indislerini,  $CR$ ,  $CC$ ,  $CV$  sırası ile  $i,j,k$  indisleri boyunca akiferin kondüktivitesini ( $L^2T^{-1}$ ),  $h$  su seviyesini ( $L$ ),  $P$  ( $L^2T^{-1}$ ) ve  $Q$  ( $L^3T^{-1}$ ) hücrelere giren ve/veya çıkan akım miktarlarını,  $S_s$  hücrenin özgül depolamasını ( $L^{-1}$ ),  $\delta r$ ,  $\delta c$ ,  $\delta v$  hücre boyutlarını ( $L$ ) ve  $t$  zamanı ( $T$ ) temsil eder (Mc Donald and Harbaugh, 1984).

Program tabaka sayısının belirtilmesi, satır ve sütun adedinin belirlenmesi ile stres periyodun (bütün dış etkenlerin aynı olduğu dönem) seçiminde büyük kolaylık göstermesinin yanı sıra istenilen zaman biriminin tercih edilebilmesi kolaylığını da göstermektedir. Program kararlı veya kararsız akım rejimlerini dikkate alarak heterojenlik ve anizotropi faktörlerini de hesaba katıp depolama ve hidrolik iletkenlik katsayılarının sabit ve/veya değişken olma durumuna göre basınçlı ve serbest akiferlerin kombinezonundan oluşan üç boyutlu hidrojeolojik sistemin modelini kurabilmektedir. Böylece hidrojeolojik sistemin noktasal olarak geometrik yapısı ve hidrolik parametreleri belirlenebilir. Model programı beslenimin, nehirlerin, kuyuların, drenlerin, buharlaşma-terlemenin ve genel yük sınırlarının etkilerini benzeştiren alt programlar içermektedir.

Yeraltısuyu akım denkleminin çözümü için geliştirilen yöntemler iterasyon tekniğine dayanmaktadır. Bu çalışmada yeraltısuyu akım denkleminin çözümünde Trescott, Pinder ve Larson'un (1976) farklı parametreleri test

ettiği ve değişik problemler için parametreleri çevrim içinde en küçükten en büyüğe doğru tekrar ettiği ve geliştirdiği SIP (Strong Implicit Procedure) yöntemi kullanılmıştır.

## **5.2. Sınır Şartları ve Grid Ağı**

Model programı, hidrojeolojik sistemin sınır şartlarını üç alternatif şekilde benzeşime katmaktadır: (1) zamanla değişen hidrolik yük (akifer sistemi), (2) sabit hidrolik yük (göl, deniz vb.) ve (3) akım olmayan hücreler. Yeraltısuyu akım denklemi sadece zamanla değişen hidrolik yüke sahip hücreler için kurulmakta, sabit hidrolik yük hücrelerinde ise akifer sistemi ile sabit hidrolik yük hücresindeki su seviyeleri arasındaki ilişki dikkate alınarak yeraltısuyu akımı içe veya dışa akış olarak hesaplanmaktadır. Akım olmayan hücreler hesaba katılmamaktadır.

Serbest akifer şartlarının hâkim olduğu alanda topoğrafik kot, akifer tavan kotu olarak belirlenmiştir. Yeraltısuyu seviyesi akifer tavan kotu altında kaldığı sürece yeraltısuyu hareketi özgül verim ve hidrolik iletkenlik katsayısı yardımı ile benzeştirilmiştir.

İnceleme sahasında grid ağı oluşturulurken koordinat sisteminin y eksenini akım yönüne paralel olarak alınmıştır. Böylece hücreler arası geçişlerde hidrolik eğimin bu doğrultuda gittikçe düzenli olarak azaldığı ve transmissivite değerlerinin her iki doğrultuda aynı olacağı kabul edilmiştir. Bu sebeple anizotropi faktörü 1 alınmıştır.

Karmaşık yapıda bulunan sınır şartlarının etkisini azaltmak ve kuyuların sık olduğu yerlerde benzeşimi kolaylaştırmak için hidrolik parametrelerin kısa mesafelerde değişim gösterdiği alanlarda dar aralıklı, akifer parametrelerinin homojen olduğu alanlarda ise geniş aralıklı grid sistemi kullanılmıştır (Şekil 3).

## **5.3. Başlangıç Koşulları**

Kalibrasyon işlemine başlanabilmesi için, yeraltısuyu seviye gözlemleri, akifer taban (Şekil 4) ve tavan kotları (Şekil 5) ile transmissivite katsayıları (Şekil 6) her bir hücre için belirlenmiştir. Geçirimsiz birimlerin kapladığı alanlarda yer alan hücreler için başlangıç değerleri sıfır olarak alınmıştır.

## **5.4. Beslenme Değerleri**

İnceleme sahasında beslenme yağıştan, yüzeysel akıştan ve Sarımsaklı Barajından sulanan tarımsal alandan süzülme ile Erciyes Dağı eteklerinde bulunan kar örtüsünün erimesinden meydana gelmektedir. Yağış ve yüzeysel akıştan oluşan süzülme bütün geçirimli hücrelere, tarımsal alanın sulanmasından meydana gelen süzülme sulama yapılan alana ve kar erimesi ise Erciyes Dağı eteklerinde yer alan hücrelere ilave edilmiştir.

## 5.5. Boşalım Değerleri

Model alanında boşalım; kuyularla çekim, kaynaklarla boşalım, buharlaşma kayıpları, akarsuya boşalım ve ova dışına yeraltısuyu akımı şeklinde olmaktadır. Buharlaşma kayıpları buharlaşma olan hücrelere, kaynaklar ve kuyular koordinat sisteminde buldukları hücrelere, akarsu akımı akarsuyun yeraltısuyu ile ilişkili olduğu hücrelere ve ova dışına akım ise yeraltısuyu boşalımının grid ağı dışına olduğu hücrelere negatif değer olarak girilmiştir.

## 5.6. Kalibrasyon

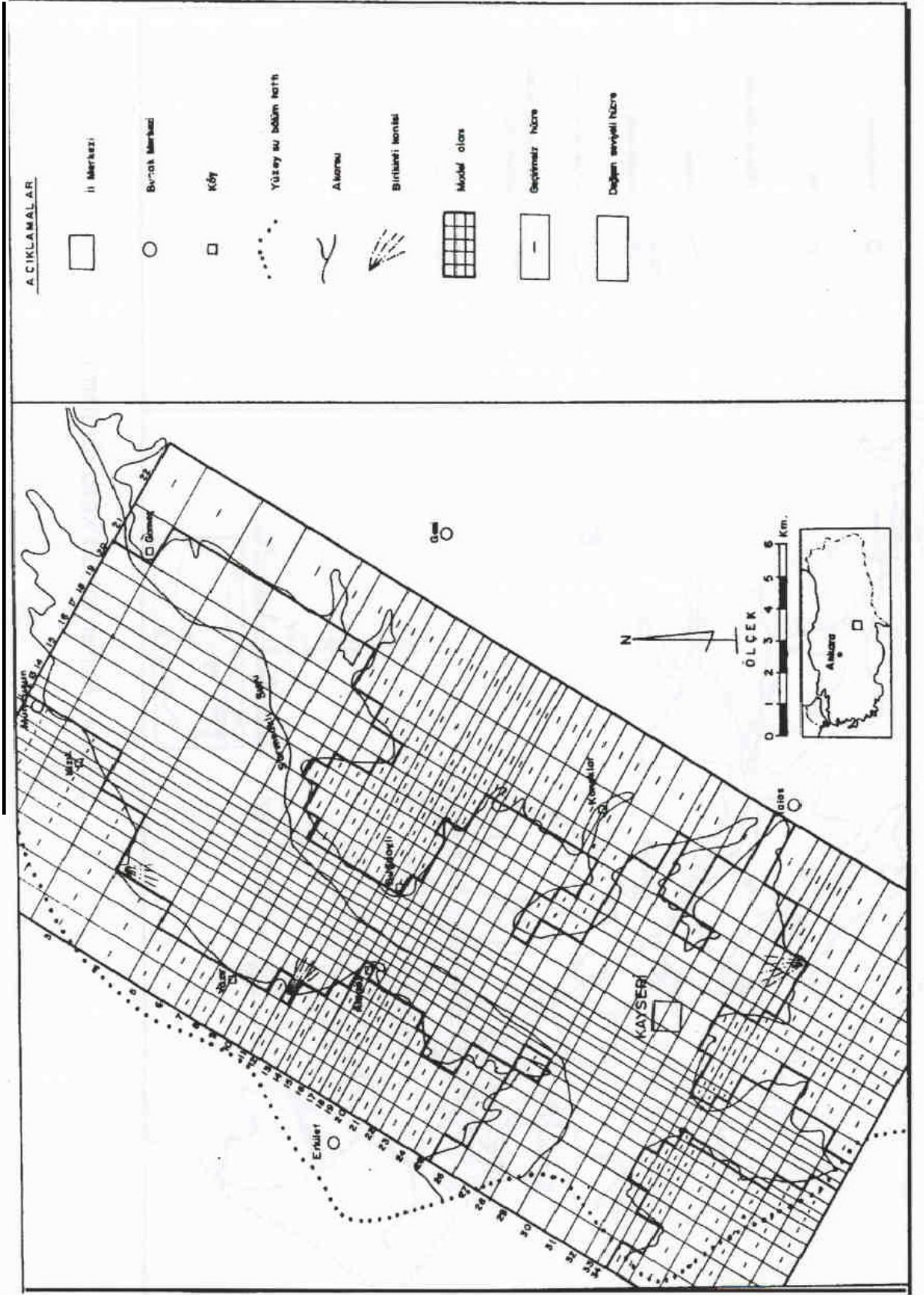
İnceleme sahasında yapılan yeraltısuyu akım modeli çalışmalarında kalibrasyon süresi 1987-1988 su yılını içermektedir. Sahada yer alan işletme sondaj kuyularında sulama mevsiminin başında ve sonunda yeraltısuyu seviye ölçümü yapılmaktadır. Kalibrasyon çalışmalarında önce mevcut kuyulardaki düşüm miktarı göz önünde bulundurularak ovada oluşabilecek ortalama düşüm miktarı bütün akifer için sağlandıktan sonra tek tek kuyuların yer aldığı hücrelerde model tarafından hesaplanan yeraltısuyu seviye değerlerinin ovada gözlenen değerlerle karşılaştırılması yapılmıştır. Hesaplanan değerlerle gözlenen değerler arasındaki farklar minimuma indiğinde kalibrasyon işlemi tamamlanmıştır.

Hesaplanan değerlerin gözlenen değerlere yaklaşımını sağlamak için kalibrasyon parametreleri olarak transmissivite katsayısı, akifer taban kotu ve ilksel yeraltısuyu seviye değerleri kullanılmıştır.

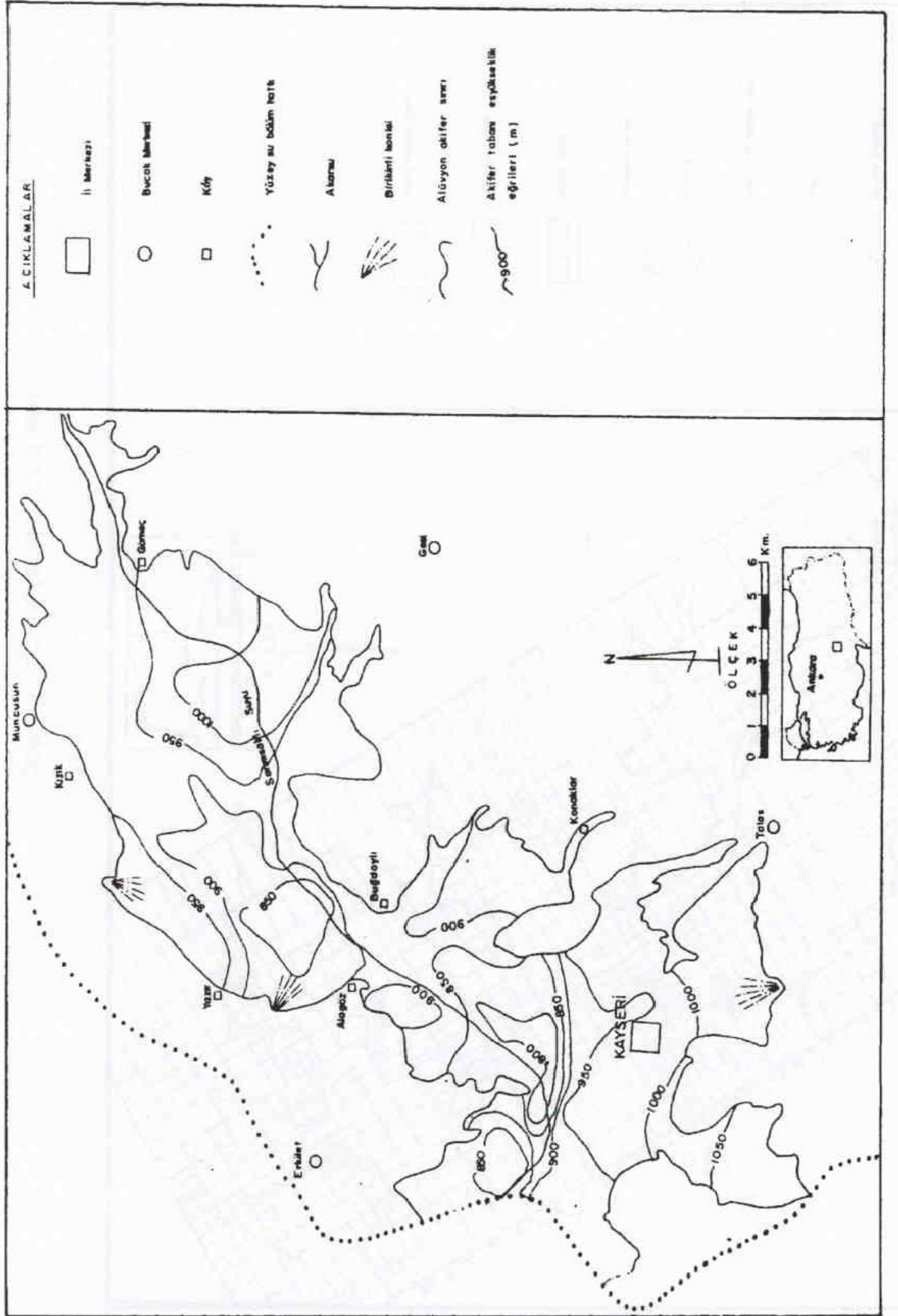
Kalibrasyon işleminde modelin geçerliliğini kontrol eden tek parametre yeraltısuyu seviye gözlemleridir. Bu sebeple bu değerlerin alansal yayılımının çok iyi yapılması gerekmektedir.

Mevcut transmissivite katsayısı bazı hücrelerde yüksek miktarda düşüme yol açmıştır. Bu düşümlerin sebebi incelendiğinde o hücre için kullanılan transmissivite katsayısının Darcy Kanunu'na göre hücre için yeterli su akışını sağlayamadığı görülmüştür. Bu yüzden transmissivite katsayısının artırılması ile gözlenen düşüm değerlerine yaklaşmıştır.

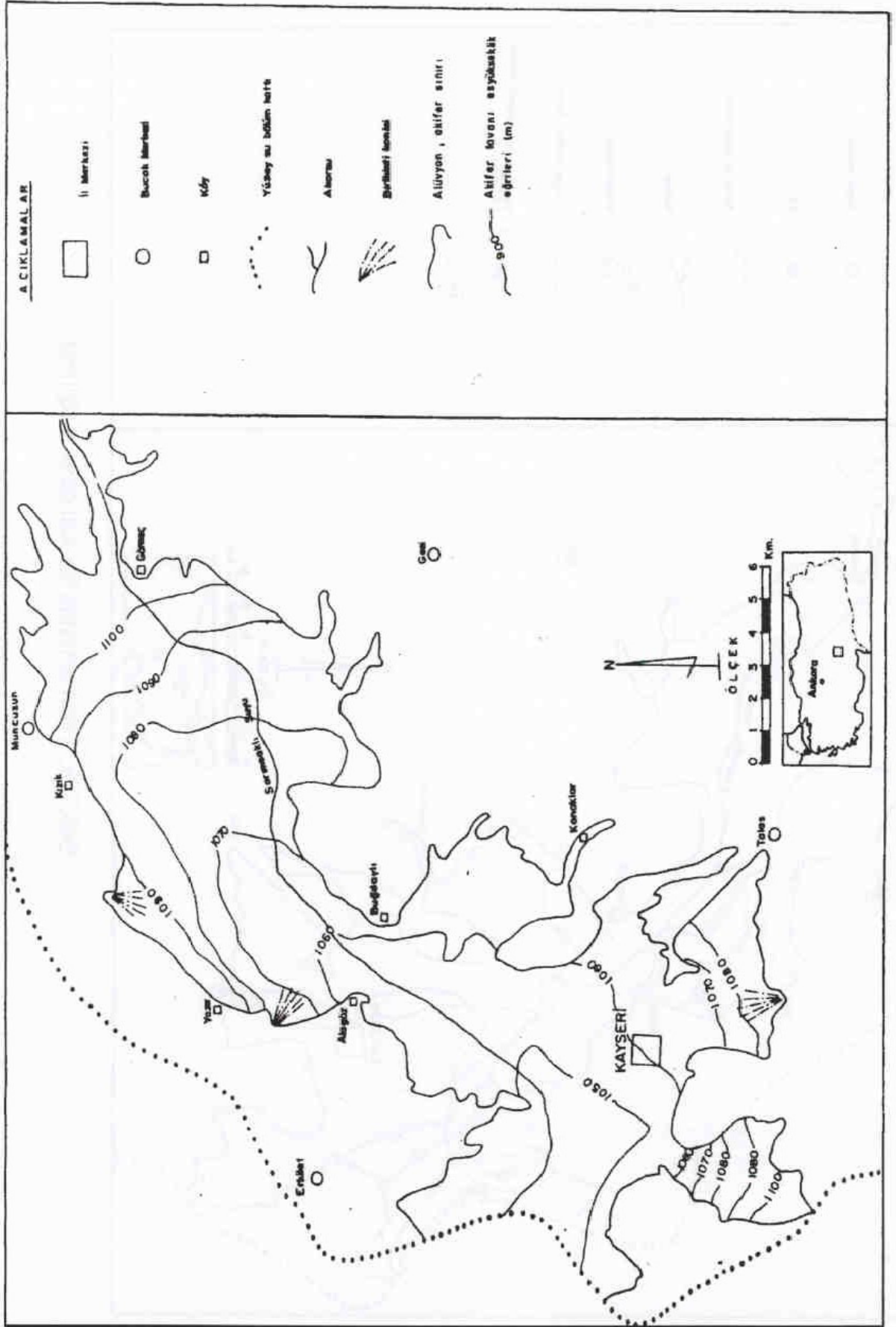




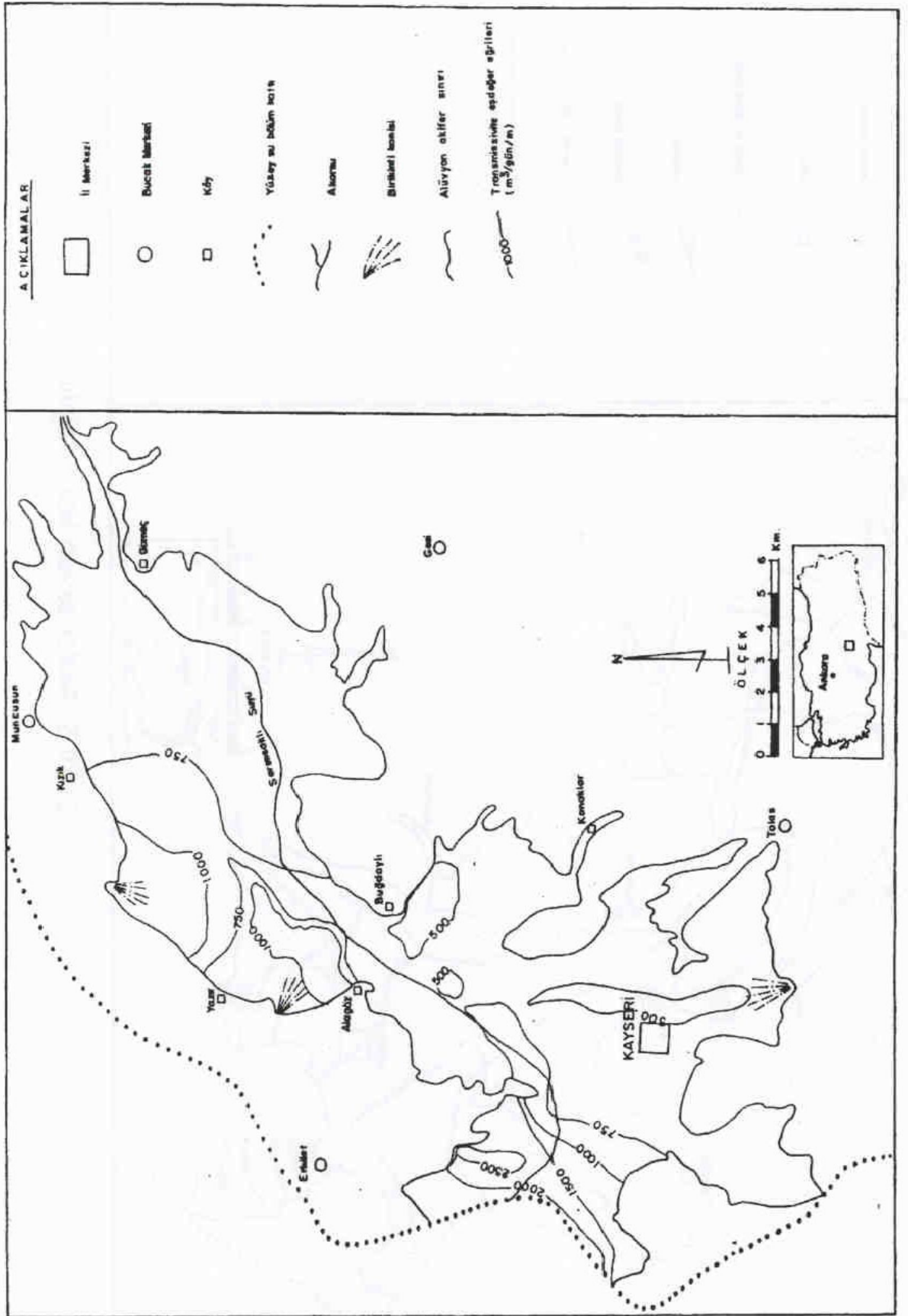
Şekil 3. Sonlu farklar grid ağı



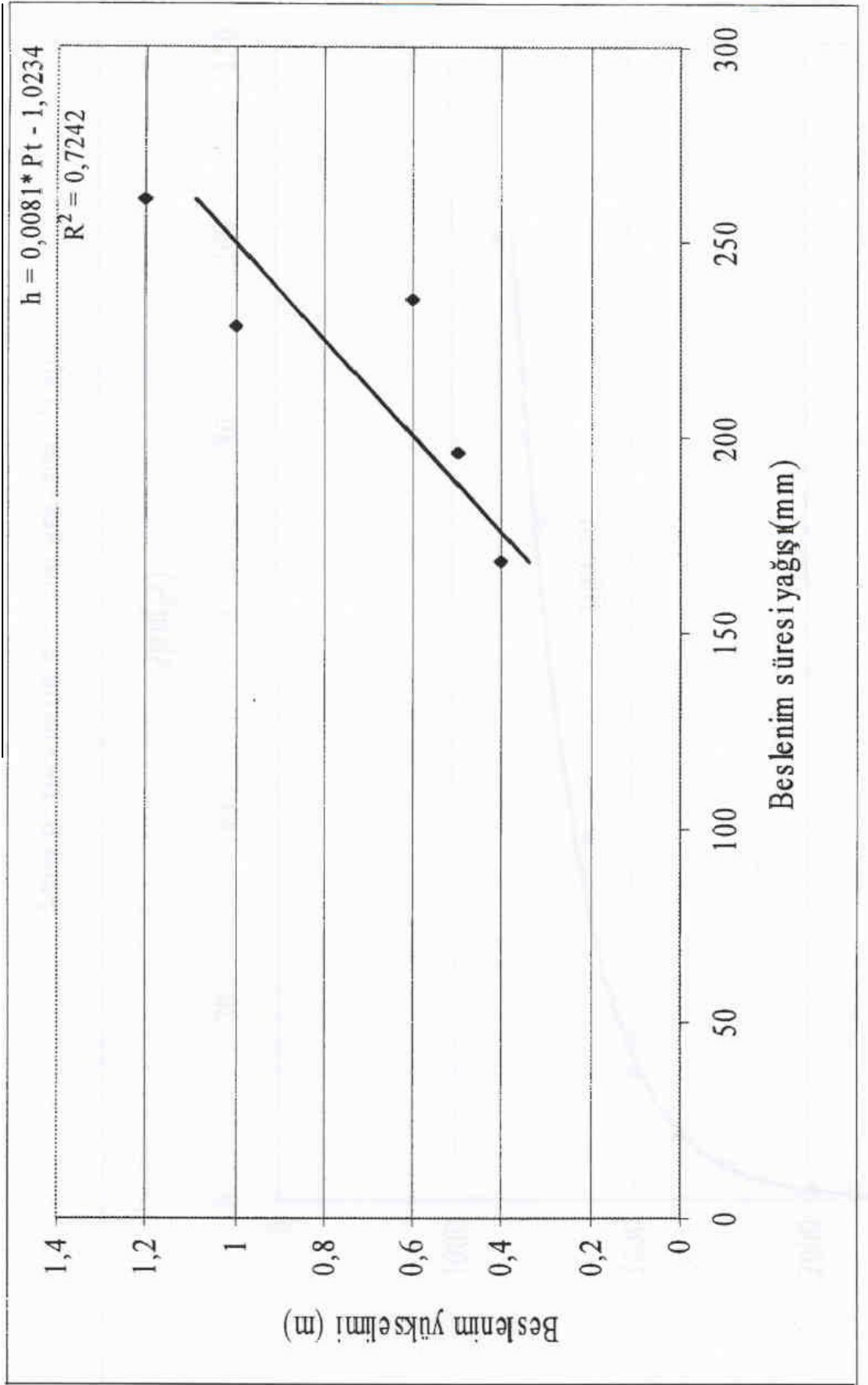
Şekil 4. Akifer taban kotu dağılımı



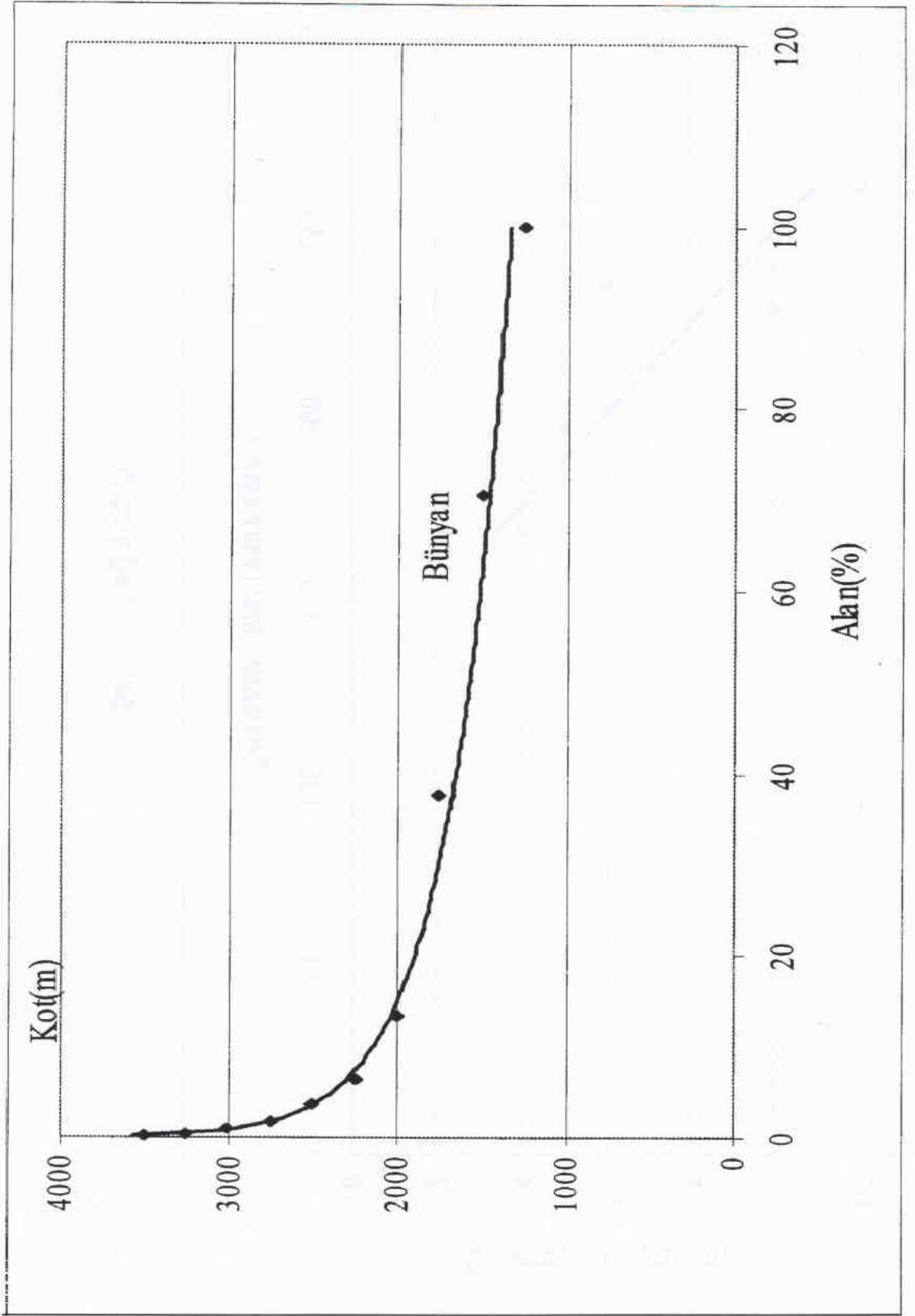
Şekil 5. Akifer tavan kotu dağılımı



Şekil 6. Transmissivite katsayı dağılımı



Şekil 7. Yağış eşiği



Şekil 8. İnceleme alanının kot-alan grafiği

## 6. SONUÇLAR

Su kaynakların planlanması; içme, kullanma, sulama, sanayi suyu ve hidroelektrik enerji için su temini gibi değişik amaçlı projelerde verilerin elde edilmesini, değerlendirilmesini, sistemin modellenmesini, optimizasyonunu ve ekonomik analizi içermektedir. Ayrıca su kaynaklarının planlanması çevre sorunları, sosyal faktörler ve genel ekonomi kuralları ile uyumu içeren çeşitli boyutları olan bir süreçtir. Bu süreç içerisinde yeraltısularının planlanması optimum şekilde yapılmalıdır.

Yeraltısuyu planlamasının optimum şekilde yapılabilmesi için hidrojeolojik sistemin bütün ayrıntıları ile tanımlanması gerekmektedir. Bundan hareketle hidrojeolojik sistemin modelinin kurulduğu Sarımsaklı Ovasında özetle aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Akifer taban kotu haritası çıkarılmıştır.
- Thornthwaite Su Bilançosu ile kalibrasyon yıllarına ait ovadaki eksik su ve fazla su değerleri hesaplanmış, yağıştan beslenme ve buharlaşma kayıpları bu değerler yardımı ile hesaplanmıştır.
- Ovada yeraltısuyu çekimlerinin yapılmadığı yıllar için yağış-yeraltısuyu seviye ilişkisinden yağış eşiği 125 mm, süzülme oranı % 28 olarak hesaplanmıştır. Beslenme süresi yağışı ile beslenme yükselimi ilişkisi Şekil 7'de verilmiştir.
- Yağış istasyonları arası korelasyon katsayıları, istasyonların kotları göz önünde bulundurularak incelendiğinde yağış-yükseklik ilişkisinin varlığı gözlenmiştir. Bundan hareketle havzanın kot-alan grafiği çizilmiş ve havzanın % 70'inin yağış istasyonlarınca temsil edilmediği görülmüştür (Şekil 8). Bu nedenle yağışın yüksekliğe göre dağılımı yapılmıştır.
- Ovanın kuzeydoğusunda tarım yapılan alanda barajdan bırakılan su ve Erciyes Dağına yağın karların yaz mevsiminde erimesi akifere oldukça önemli girdi oluşturmaktadır.
- Yüzey suyu ile sulama yapılan alanda akarsu akiferi beslerken, ova çıkışına doğru akifer taban kotunun yükselmesi ile akifer akarsuyu beslemektedir.
- Kalibrasyon işlemi sırasında düşümlerin kısa aralıklarla büyük miktarlarda değişim göstermesinin sebebi alüvyon malzemenin kısa mesafelerde değişim göstermesi olarak açıklanabilir.
- Gözlenen ve hesaplanan yeraltısuyu seviye değerleri arasında maksimum farkın 0.88 m olması işlemin sağlıklı olduğunu göstermektedir.
- Yeraltısuyu rezervi  $107.8 * 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$  bulunmuştur.

## 7. KAYNAKLAR

- Ahmet S. and Malsily G., 1987, Comparison of geostatistical methods estimating transmissibility and specific capacity: Water Resources Research, 23 (9), 1717-1737.
- Arı M., 1989, Bünyan, Elbaşı, Koççağız, Kamber, Gürpınar (Salkuma) ve Büyük Büründüz köylerinin hidrojeoloji raporu: DSİ yayını, 19 s.
- Arıkan A., 1987, Hidrojeolojik modeller: ders notları, HÜ, Hidrojeoloji Bölümü, yayınlanmamış.
- Aygün A., 1977, Uludağ kar gözlemlerinin su kaynakları mühendisliği yönünden değerlendirilmesi; DSİ II. Ulusal Kar Hidrolojisi Bildirimleri tebliğleri, 217-3219.
- Ayrancı B., 1970, Orta Anadolu'da Kayseri civarındaki Erciyes volkanik bölgesinin petrolojisi ve jeolojisi MTA Enstitüsü dergisi, 74, 13-18.
- Baykal F. ve Tatar Y., 1970, Erciyes volkanizmasının yaşı hakkında yeni gözlemler: TJK bülteni 2,19.
- DSİ, 1961, Sarımsaklı projesi Sarımsaklı Ovası arazi tasnif raporu; DSİ yayını, 1, 1-10.
- DSİ, 1963, Sarımsaklı projesi Sarımsaklı Ovası detaylı drenaj raporu; DSİ yayını, 1, 1-8.
- DSİ, 1962, Sarımsaklı projesi planlama raporu; DSİ yayını, 101 s.
- DSİ, 1962, Kayseri Ovasının yeraltısuyundan sulanmasına ait planlama raporu; DSİ yayını, 39 s.
- DSİ, 1969, Kayseri Sarımsaklı Ovasının planlama kademesinde hidrojeolojik etüd raporu; DSİ yayını, 39 s.
- DSİ, 1976, Mathematical model of Elazığ Uluova Plain; DSİ-UNDP technical report, no: 3, 66 p.
- Ergün Y., 1966, Kayseri Sarımsaklı Ovası ve Karasazlık bataklık sahası jeofizik rezistivite etüd raporu, DSİ yayını, 8 s.
- Freeze R. A. and Cherry J. A., 1979, Groundwater; Prentice-Hall, New Jersey, 211-217.
- Korkmaz N., 1988, Yağış-yeraltısuyu seviye ilişkisi ve su kaynaklarının projelendirilmesine etkisi; DSİ yayını, 114 s.



- Mc Donald G. and Harbough A. W., 1984, A modular three dimensional finite difference groundwater flow model; US Geological Survey, Open File Report 83-875, 528 p.
- Tezcan L., 1989, Edremit Ovası Yeraltısuyu Akımı Sonlu Farklar Modeli; Yüksek Mühendislik Tezi, HÜ Mühendislik Fakültesi, Beytepe. Ankara, 76 s.
- Thesis C. V., 1963, Estimating the transmissibility of a water table aquifer from the specific capacity of a well; Methods of determining permeable, transmissibility and drawdown, R. Bentall (Ed.), USGS water supply paper, 1563-I, 332-336.
- Trescott P. C., Pinder G. F. and Larson S. P., 1976, Finite difference model for aquifer simulation in two dimensions with results of numerical experiment; US Geological Survey, 7, 1-13.

# KUYU HİDROLİĞİ DEĞERLENDİRMELERİ <sup>1</sup>

## ÖZ

*Son yıllarda büyük gelişmeler gösteren yeraltısuyu kaynaklarını değerlendirme yöntemlerinde, akiferin hidrolik karakteristiklerinin bilinmesi daha da önen kazanmaktadır. Bu karakteristikler arazide yapılan pompalama deneylerinden sağlanan verilerin değerlendirilmesi ile saptanmaktadır. Değerlendirmede seçilen yöntemlerin akiferin doğal yapısına uygun olması, sağlıklı sonuçlar elde edilmesi açısından önemlidir. Bir pompalama deneyi noktasal gözlem olmasına rağmen oldukça büyük bir bölgeyi temsil eden güvenilir sonuçlar vermektedir. Günümüzde pompaj kuyularına doğru olan yeraltısuyu akımı tamamen matematiksel işlemlere dayalıdır. Bu sayede farklı akifer türlerinde kararlı ve kararlı olmayan akım durumlarına ait çözümlerde ilerlemeler sağlanmıştır. Kuyu hidroliği çalışmaları, hidrolik bir yapı olan işletme kuyularının projesi ve inşasının sondaj tekniğine uygun yapılması halinde su taşıyan formasyondan suyun ekonomik ve emniyetli olarak alınmasını sağlamaktadır.*

*Bu çalışmada pompalama deneylerinin değerlendirilmesine ait bir örnek sunularak pompanın kuyuya monte edileceği Hm derinliği hesaplanmıştır.*

## 1. GENEL TANIMLAR

Suyu depo eden ve bir noktadan diğer noktaya ileten formasyonlara akifer denir. Su taşıyan formasyonlarda bulunan boşluklar hem suyun depo edilmesini hem de suyun hareketini sağlar. Boşlukların birbirleri ile irtibatlı olması ve yeraltısuyu hareketi neticesinde su, akiferde bir noktadan diğer noktaya taşınır. Suyun bir noktadan diğer bir noktaya taşınması (beslenme sahasından boşalma sahasına doğru) hidrolik eğim yönündedir.

Hidrolik eğim hareket eden suyun birim mesafedeki basınç kaybıdır. Hidrolik eğim altında birim zamanda bir akiferin birim kesitinden geçen su miktarına geçirgenlik (permeabilite) katsayısı denir.

Porozite, akiferde ne kadar suyun depo edileceğini gösterir. Fakat akiferde depo edilen suyun hepsi yerçekimi ile drene edilemez. Doymuş bir akiferin birim hacminden yerçekimi etkisi altında alınan su miktarına özgül verim denir, bu serbest akiferlerde depolama katsayısına eşittir. Yerçekimi etkisi

---

<sup>1</sup> *Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı tarafından Ankara'da 2000 yılında düzenlenen "Yerbilimcinin Yeraltısuyu Semineri"nde sunulmuştur.*

ile akiferden alınamayan su miktarı moleküler çekim ve kapilarite kuvveti ile akifer içinde tutulur. Birim akifer hacmi içinde tutulan su miktarına özgül tutum denir. Özgül tutum ile özgül verimin toplamı poroziteyi vermektedir.

Porozite üç sınıfa ayrılır:

1. İnce taneli malzemelerin arasındaki boşluklar,
2. Sert kayaçların çatlaması sonucunda oluşan çatlak ve kırıklar,
3. Kalkerlerin erime boşlukları ile lavlardaki soğuma nedeni meydana gelen boşluklar.

Henry Darcy (1856) yaptığı deneylerde doymuş bir kum kolonunda su akışının kolondaki hidrolik eğimle doğru ve kolonun uzunluğu ile ters orantılı olduğunu bulmuştur. Darcy Kanunu'nun matematiksel ifadesi;

$$V = k \frac{dh}{dl} = k \frac{h_1 - h_2}{dl}$$

V = akım hızı (m/gün)

k = geçirgenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)

dh = hidrolik basınç farkı (m)

dl = hidrolik seviyeler arası mesafe (m) dir.

Formülde  $\frac{h_1 - h_2}{dl} = i$  ifadesi hidrolik eğim olarak tarif edilir.

Buna göre formül  $V = k * i$  şeklinde yazılır. Genelde akım hızı yerine debi olarak tanımladığımız birim zamanda akan su miktarı daha çok kullanıldığından Darcy Kanunu şu şekilde yazılır:

$$Q = A * k * i = A * V$$

Formülde;

Q = debi (m<sup>3</sup>/gün)

V = akım hızı (m/gün)

A = akıma dik kesit alanı (m<sup>2</sup>) dir.

Darcy Kanunu'nun geçerli olduğu akım laminar akımdır. Laminer ve türbülans akımları ayırmak için Reynolds Sayısı kullanılır. Poroz ortamlar için Reynold Sayısı aşağıdaki formülle tarif edilir;

$$R = \frac{Vd\rho}{\mu}$$

Formülde;

- R = Reynold Sayısı
- V = akım hızı (m/s)
- d = ortalama tane çapı (m)
- $\rho$  = akışkanın yoğunluğu (kg/m<sup>3</sup>)
- $\mu$  = akışkanın viskozitesi (kg m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>) dir.

Poroz ortamlarda eğer  $R < 10$  ise laminer akım mevcut olup  $R > 10$  ise türbülanslı akım gerçekleşmektedir.

Eğer bir akiferin ortalama geçirgenliği (k), kalınlığı (b) ve hidrolik eğimi (i) bilinirse akiferin herhangi bir düşey kesitinden geçen su miktarını  $Q = k \cdot b \cdot i$  formülü ile tespit edebiliriz.

Theis (1935) ( $k \cdot b$ ) ifadesini tek bir terimle açıklamıştır. Buna iletkenlik (transmissibilite) katsayısı denir. İletkenlik katsayısı birim kesitli akifer kalınlığından birim zamanda birim hidrolik eğim altında geçen su miktarıdır.

Bu tanıma göre Darcy Kanunu;

$$Q = T \cdot I \cdot W \text{ şeklinde yazılır.}$$

Formülde;

- T = iletkenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m)
- I = hidrolik eğim
- W = akımın oluştuğu düşey kesitin genişliği (m) dir.

Akiferden numune alınarak laboratuvarında geçirgenlik katsayısının tespiti zordur ve akiferi tam olarak temsil etmez. Bu sebeple pompalama deneyleri yardımı ile akiferin ortalama iletkenlik katsayısını hesaplayabiliriz.

Bir akiferin depolama katsayısı birim kesitli bir akifer yüzeyinden, bu yüzeye dik olarak birim hidrolik yük değişmesi sonucu depolanan veya serbest hale geçen su miktarıdır. Serbest akiferler için depolama katsayısı 0.01 ile 0.35, basınçlı (artezyen) akiferler için  $10^{-3}$  ile  $10^{-5}$  değerleri arasında değişmektedir.

Depolama ve iletkenlik katsayıları akiferin önemli hidrolik karakteristikleridir. İletkenlik katsayısı akiferde ne kadar suyun hareket edeceğini ve depolama katsayısı ise akiferden ne kadar suyun drenaj veya pompajla alınabileceğini gösterir.

Akiferin her iki karakteristiği tespit edilirse;

- a) Kuyunun özgül debisi,
- b) Pompaj kuyusundan çeşitli mesafelerdeki düşümler,
- c) Pompaj başladıktan sonra kuyudaki herhangi bir andaki düşüm tespit edilebilir.

Kuyuda pompaj devam ederken, pompaj yapılan kuyuda veya belirli bir mesafedeki gözlem kuyusunda su seviyesinin zamanla değişiminin gözlenmesine pompalama deneyi denir. Pompalama deneyinin amaçları aşağıda verilmiştir:

A. Akifer özelliklerinin belirlenmesi

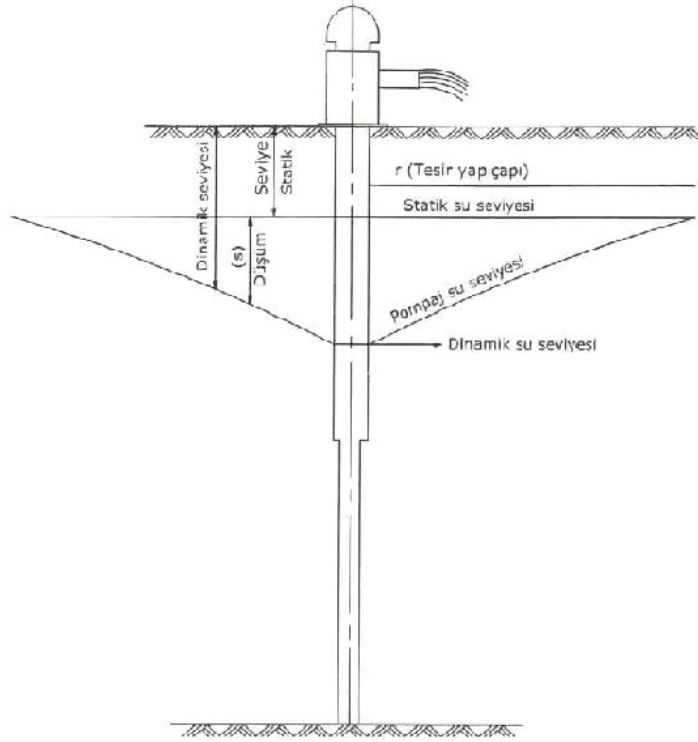
- 1.Akiferin hidrolik katsayıları
- 2.Akiferin geometrik yapısı
- 3.Akifer kayıpları

B. Kuyu özelliklerinin belirlenmesi

- 1.Kuyu kayıpları
- 2.Debi-düşüm ve zaman-düşüm ilişkilerinin tespiti
- 3.Tesir yarıçapının belirlenmesi

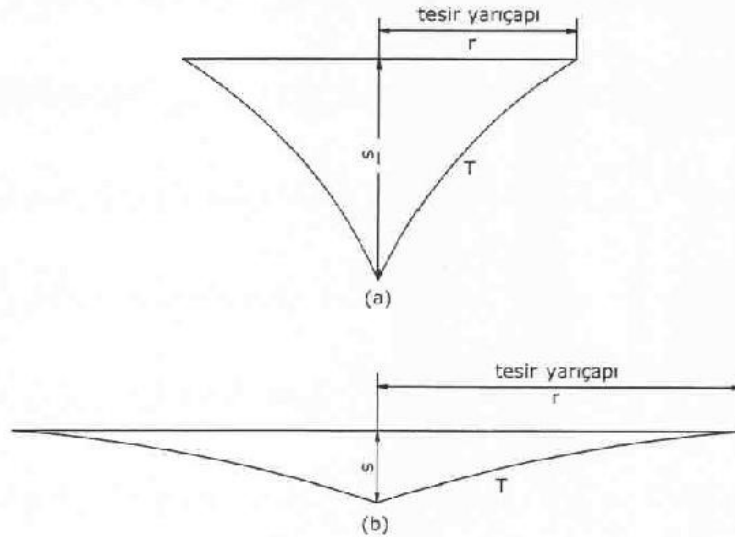
C.Kuyulara uygun pompa seçimi

Eğer bir kuyuda belirli bir debi ile pompaj yapılırsa kuyu civarında su seviyesi düşer. En düşük seviye kuyu içindedir. Kuyudan uzaklaştıkça düşüm miktarı azalır ve belirli bir mesafeden sonra düşüm sıfır olur. Suyun kuyu içine akmasını sağlayan kuvvet, kuyu içindeki ve kuyu dışındaki su seviyeleri arasındaki basınç farkıdır. Akiferin her doğrultusundan kuyuya doğru gelen akım aynı merkezli silindir yüzeylerinden geçerek kuyuya girerler. Bu silindir yüzeyleri kuyuya yaklaştıkça küçülürler. Kuyudan çekilen debi sabit olduğuna göre silindir alanı küçüldüğünden suyun hızı artar. Böylece pompaj esnasında kuyuya yaklaştıkça eğimi artan ve ters bir koniye benzeyen su yüzeyine düşüm konisi denir. Pompaj yapılan her kuyu etrafında bu koni meydana gelir (Şekil 1). Ancak bu düşüm konisinin şekli ve boyutu pompaj debisine, pompaj süresine, akiferin hidrolik karakteristiklerine, yeraltısuyunun eğimine ve kuyu tesir sahası içinde bulunan beslenme ve boşalım ilişkisine bağlı olarak değişir. Kuyunun beslenmesi pompaj debisine eşit olduğ zaman düşüm konisi dengeye ulaşır.



Şekil 1. Pompaj kuyusu

İletkenlik katsayısı küçük olan akiferlerde düşüm konisi yayılımı az fakat derinliği fazladır (Şekil 2-a). İletkenlik katsayısı büyük olan akiferlerde ise koni geniş alana yayılır fakat derinliği az olur (Şekil 2-b). Bir pompalama deneyi noktasal gözlemler olmalarına rağmen büyük bir bölgeyi temsil eden güvenilir sonuçlar verir.



Şekil 2. İletkenlik katsayısının düşüm konisi ile ilişkisi

## 2. AKIM TÜRLERİ

İki tür akım (rejim) vardır: Kararlı akım (permanan akım, dengeli akım) ve kararsız akım (permanan olmayan akım, dengesiz akım).

Bir kuyudan çekilen debi ile akiferden kuyuya giren debi eşit olduğu zaman gözlenen akım kararlı veya dengeli akımdır. Kararsız veya dengesiz akım pompajın başlangıcı ile kararlı akıma erişildiği an arasında meydana gelir.

Serbest ve basınçlı akiferlerde denge şartları formüllerini çıkarırken kabul edilen genel varsayımlar aşağıda belirtilmiştir:

- Akifer belirgin biçimde sonsuz bir yayılıma sahiptir,
- Akifer homojen, izotrop ve pompalama deneyinden etkilenen bölgede üniform kalınlıktadır,
- Pompajdan önce piezometrik veya serbest yüzey pompajdan etkilenen bölgede hemen hemen yatayıdır,
- Akifer sabit bir debi ile pompalanır,
- Pompaj kuyusu akiferin bütün kalınlığına açılmıştır ve kuyuya su bütün akifer kalınlığından yatay bir akımla girer.

### 2.1. Kararlı Akım

#### 2.1.1. Serbest akifer

Kararlı akımın hüküm sürdüğü serbest akiferlerde geçirgenlik katsayısını hesaplamak için aşağıdaki Dupuit Formülü kullanılır:

$$Q = \frac{k}{63.2} \times \frac{h_2^2 - h_1^2}{\log(r_2 / r_1)}$$

Formülde;

- Q = pompaj debisi (litre/s)  
k = geçirgenlik katsayısı ( m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)  
h<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusundaki su sütunu kalınlığı (m)  
h<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusundaki su sütunu kalınlığı (m)  
r<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusunun mesafesi (m)  
r<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusunun mesafesi (m) dir.

Serbest akiferlerde özgül debiyi hesaplamak için

$$h_2^2 - h_1^2 = (h_2 - h_1)(h_2 + h_1) \quad \text{eşitlemesi yapılmıca}$$

$$s = h_2 - h_1 \quad \text{olduğundan}$$

$$\frac{Q}{s} = \frac{k}{63.2} \times \frac{h_2 + h_1}{\log(r_2 / r_1)} \quad \text{formülü elde edilir.}$$

Formülde;

s = düşüm (m) dür.

Formülde görüleceği gibi düşüm (s) artınca kuyudaki su sütunu kalınlığı (h<sub>1</sub>) küçüleceğinden (Q/s) sabit olmaz.

### 2.1.2. Basıncılı (Artezyen) akifer

Kararlı akımın geçerli olduğu basıncılı akiferlerde aşağıdaki Theim Formülü kullanılarak iletkenlik katsayısı hesaplanır:

$$Q = \frac{T}{31.6} \times \frac{s_1 - s_2}{\log(r_2 / r_1)}$$

Formülde;

- Q = pompaj debisi (litre/s)
- T = iletkenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m)
- s<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusundaki düşüm (m)
- s<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusundaki düşüm (m)
- r<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusunun mesafesi (m)
- r<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusunun mesafesi (m) dir.

Artezyen akiferlerde özgül debiyi hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanılır;

$$\frac{Q}{s} = \frac{T}{31.6 \times \log(r_2 / r_1)}$$

Eşitlikte düşümün debi ile doğru orantılı olduğu görülür. Ancak bu durum düşümün akifer tavan kotu altında olmaması halinde doğrudur. Eğer düşüm akifer tavan kotu altında olursa akifer kalınlığı sabit kalmayıp değişir ve yukarıdaki eşitlik geçerli olmaz. Artezyen akiferlerde, artezyenlik bozulmamak şartı ile debi düşümle orantılı olduğundan düşüm artınca debinin de artması gerekir. Böylece kuyunun özgül debisi sabittir.

Serbest ve artezyen akiferlerde kararlı rejimler için yazılan denge formülleri iki gözlem kuyusu verileri kullanılarak hesaplanabilir. Ancak bir gözlem kuyusuna sahip olunduğu zaman, ikinci gözlem kuyusu için mesafe olarak pompaj kuyusunun yarıçapı düşüm olarak ise pompaj kuyusunda gözlenen düşüm değeri kullanılabilir.



## 2.2. Kararsız Akım

### 2.2.1. Serbest akifer

Serbest akiferlerde kararsız rejim için denge şartı formülleri yazılırken genel varsayımlara ilave olarak aşağıdaki varsayımlarda yapılır:

- Depolanmış olan su, hidrolik yükün düşmesi ile aynı zamanda serbest hale gelir, gecikmiş debinin etkisi yoktur,
- Pompaj kuyusunun çapı çok küçüktür, yani kuyudaki birikim ihmal edilir.

Dupuit Formülü' nde (s) düşümü yerine  $s'=s-s^2/2b$  konularak bu tip rejimde geçirgenlik katsayısını hesaplamak için gerekli olan formül elde edilir. Bu eşitlikte (b) ifadesi metre olarak akifer kalınlığıdır.

### 2.2.2. Basıncılı akifer

Zaman ve depolama katsayısını içeren kararsız akım formüllerini ilk defa geliştiren Theis (1935) yanal olarak sonsuz yayımlı bir akiferi tam olarak penetre eden bir kuyuda, sabit debili pompaj yapıldığında, pompajın etkisinin zamanla dışarıya doğru yayıldığını ortaya koymuştur. Tesir sahasının bütün noktalarında hidrolik yük düşüşü ile depolama katsayısı çarpılarak bulunan değerlerin toplamı elde edilen su hacmine eşit olmaktadır. Su, akiferden rezervin azalmasıyla alındığı için akifer gerçekten sonsuz yayımlı kaldığı sürece hidrolik yük düşmeye devam eder. Bundan dolayı kuramsal olarak hiçbir zaman kararlı rejime erişilemez. Bununla beraber, tesir bölgesi genişledikçe düşüm hızı belirgin biçimde azalır ve sonunda ihmal edilecek kadar küçülür, bu durum uygulamada kararlı rejim gibi kabul edilir.

Theis Formülü'nün uygulamalarında basıncılı akiferlerde kararsız akım kabulünde genel varsayımlara ek olarak aşağıdaki varsayımlar da dikkate alınır;

- Birikimden çıkan su, hidrolik yükün azalması ile hemen serbest hale gelir,
- Pompaj kuyusunun çapı çok küçüktür, yani kuyudaki birikim ihmal edilir.

Theis Formülü' nde su seviyesinin denge haline gelmesine ihtiyaç yoktur. Formül en basit şekilde aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \times \int_u^{e^{-u}} \frac{du}{u}$$

Burada,

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \text{ yazılabilir.}$$

$$W(u) = \int_u^{e^{-u}} \frac{du}{u} \text{ ise}$$

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \times W(u) \text{ elde edilir.}$$

Theis Formülü metrik sistemde aşağıdaki şekilde izah edilir;

- s = pompaj kuyusundan (r) mesafedeki gözlem kuyusundaki düşüm (m)
- Q = pompaj debisi (m<sup>3</sup>/gün)
- T = iletkenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m)
- W(u) = kuyu fonksiyonu
- r = gözlem kuyusunun mesafesi (m)
- S = depolama katsayısı (boyutsuz)
- t = pompaj süresi (gün)

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2!} + \frac{u^3}{3!} - \dots$$

Kuyu fonksiyonunu her problemde çözmek uzun zaman alacağından çeşitli tablolarda (u) değerine karşılık W(u) değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca yöntemin grafik çözümünde kullanılan abaklar, çözümde oldukça faydalıdır.

Pompaj süresi uzadıkça akımın düzensizliği azalır ve uyumluluk en iyi şekilde olmaktadır.

Jacob, Theis Formülü üzerinde değişiklikler yaparak yarı logaritmik çözümleri ortaya koymuştur.

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt}$$

Yukarıdaki eşitlikte görüldüğü gibi pompaj zamanı (t) artıkça, (u) değeri azalmaktadır. Buna göre zamanın (t) büyük değerleri veya gözlem kuyusunun mesafesinin (r) küçük değerleri için aşağıdaki formül serisinde (lnu)' nun sağında yer alan terimler ihmal edilirler. Böylece (u)' nun küçük değerleri için (u<0.01) düşüm, asimtotik şekilde ifade edilir.

$$s = \frac{Q}{4\pi T} (-0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2!} + \frac{u^3}{3!} - \dots)$$

Formülde  $u < 0.01$  şartı sağlanıp ve logaritmik dönüşüm yapıldıktan sonra aşağıdaki eşitlik:

$$s = \frac{2.3Q}{4\pi T} \times \log \frac{2.25Tt}{r^2 S}$$

Jacob Formülü metrik sistemde aşağıdaki şekilde açıklanabilir;

- s = pompaj kuyusundan (r) mesafedeki gözlem kuyusundaki düşüm (m)
- Q = pompaj debisi ( $m^3/gün$ )
- T = iletkenlik katsayısı ( $m^3/gün/m$ )
- t = pompaj süresi (gün)
- r = gözlem kuyusunun mesafesi (m)
- S = depolama katsayısı (boyutsuz)

Pompalama deneyinden elde edilen düşüm değerleri (s) için aritmetik eksen ve zaman değerleri (t) için logaritmik eksen kullanılmak üzere değerler yarı logaritmik kâğıda işlenip, iki ayrı nokta için formül yazılıp taraf tarafa çıkarılınca formül;

$$T = 0.183 \frac{Q}{\Delta s} \text{ halini alır.}$$

Formülde;

- T = iletkenlik katsayısı ( $m^3/gün/m$ )
- Q = pompaj debisi ( $m^3/gün$ )
- $\Delta s$  = bir logaritmik periyoda karşılık gelen düşüm (m) dür.

Jacob formülünde, düşümün sıfır olduğu anı ( $t_0$ ) dikkate alırsak depolama katsayısı aşağıdaki eşitlik elde edilir;

$$S = \frac{2.25t_0 T}{r^2}$$

- S = depolama katsayısı (boyutsuz)
- $t_0$  = düşümün sıfır olduğu an (gün)
- T = iletkenlik katsayısı ( $m^3/gün/m$ )
- r = gözlem kuyusunun mesafesi (m)

Aynı bir akiferde sabit bir debi ile pompaj yapıldığında, düşümlerin ölçüldüğü rasat kuyuları pompaj kuyusuna yaklaştıkça doğrular birbirine paralel olarak aşağı doğru ötelenir. Fakat her doğrudan hesap edilen iletkenlik ve depolama katsayıları aynıdır.

Ayrıca düşüme (s) karşılık zamanın logaritmasının (log t) çizildiği grafikler uzatılmak sureti ile her rasat kuyusunda belirli bir pompaj süresi sonunda farklı debilerde ne kadar düşüm elde edilebileceği önceden hesap edilebilir. Aynı şekilde pompaj kuyusundan elde edilen değerlerle de farklı debilerde pompaj kuyusunda düşümün ne olacağı tespit edilebilir. Eğer pompaja başladıktan belirli bir zaman sonra düşümün ne olacağı önceden bilinmek istenir ise (t/10) anındaki düşüme ( $\Delta s$ ) ilave edilir. Çünkü ( $\Delta s$ ) bir logaritmik periyottaki düşümdür.

Artezien akiferlerde değişim daha az olduğundan pompaj süresi için 24 saat yeterli olmaktadır. Ayrıca logaritmik eksene zaman işlendiğinde eşel küçüldüğü için değişimler, düşüme fazla tesir etmez. Ancak serbest akiferlerde değişimler daha belirgin olduğundan pompaj süresinin 72 saat olması tercih edilir.

Şimdiye kadar bahsedilen konular serbest ve artezyen akiferler için kararlı ve kararsız rejim durumlarını içermektedir. Oysa tabiatta serbest ve basınçlı akiferlerin yanı sıra yarı basınçlı ve gecikmiş debili akiferlerde bulunmaktadır. Bunların hesaplamaları değişik yöntemlerle olmaktadır. Bir veya daha fazla doğrusal beslenme sınırlı akiferler, bir veya daha fazla doğrusal beslenme veya geçirimsiz sınırla sınırlı akiferler, anizotrop akiferler, kama şeklinde akiferler, eğimli akiferler, değişik debi ile pompalanan akiferler, kısmen delinmiş akiferler, geniş çaplı bir kuyu ile pompalanan akiferler ve iki tabakalı yarı basınçlı akiferlerde daha önce belirtilen varsayımlar gerçekleşmediği için yapılan pompalama deneylerinde akifer ve rejim tiplerinin kendine özgü analiz yöntemi uygulanmalıdır.

### 3. ÖRNEK

İzmir-Ödemiş-Yeniköy sulama kooperatifi işletme sahasında bulunan 44189 numaralı işletme sondaj kuyusunun Hm değerinin tespit edilmesi örnek olarak verilmiştir.

Pompalama deneyinden elde edilen düşüm değerleri için aritmetik eksen ve zaman değerleri için logaritmik eksen kullanılmak üzere değerler yarı logaritmik kâğıda işlenir (Şekil 3). Pompalama deneyinin ilk dakikaları dikkate alınmaksızın noktaları temsil eden en iyi doğru çizilir. Doğrunun eğimi  $\Delta s$  hesaplanır (log10 anındaki düşüm ile log100 anındaki düşümün farkı).  $\Delta s=1.74$  m olarak bulunur.  $Q=20$  litre/s olduğuna göre;

$$T = 15.8 \frac{Q}{\Delta s}$$

formülü ile iletkenlik katsayısı  $181.5 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$  olarak hesaplanır. Debi (Q) birimi litre/s olmalıdır.

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \text{ formülünde}$$

r (kuyu yarıçapı) 5 inç = 12.7 cm = 0.127 metre

S = 0.1 ( serbest akifer kabulü) ve t (pompaj süresi) 1440 dakika yani 1 gündür.

Formülden  $u = 2.22 * 10^{-6}$  olarak hesaplanır. Wenzel Kuyu Fonksiyonu tablosunu kullanılarak (u) değerine karşılık gelen W(u) değeri 12.44 olarak bulunur.

$$s = 6.85 \frac{Q}{T} W(u)$$

Yukarıdaki formülde hesaplanan düşüm (s) = 9.39 metre olarak hesaplanır.

statik seviye = 28.6 metre  
dinamik seviye = 45.7 metre olduğuna göre  
gözlenen düşüm = 45.7 – 28.6 = 17.1 metre

Kuyu randımanı  $E = \frac{\text{hesaplanan düşüm}}{\text{gözlenen düşüm}} = 0.55 = \% 55$  dir.

Kuyu 1 yıl içerisinde sulama sezonu boyunca 130 gün çalışacaksa,

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \text{ formülünde}$$

t = 130 gün ise

$u = 1.71 * 10^{-8}$  ve W(u) = 17.3 olarak bulunur.

İşletme debisi 20 litre/s ise

$$s = 6.85 \frac{Q}{T} W(u) \text{ formülünde}$$

s = 13.06 metre bulunur.

Hesaplanan düşüm miktarı kuyu randımanına bölünerek hakiki düşüm elde edilir.

$$s = 13.06 / 0.55 = 23.7 \text{ metre}$$

Hakiki düşüm, kuyu tabanından itibaren akifer kalınlığının 1/3 oranından yukarıda olmalıdır.

Limnigrafli kuyudan alınan sulama mevsimi başı ve sonu yeraltısuyu seviye ölçümlerine göre Nisan ayı su seviyesi 9.5 metre ve Ekim ayı su seviyesi 12.9 metre ise mevsimsel değişim 3.7 metre olarak belirlenir.

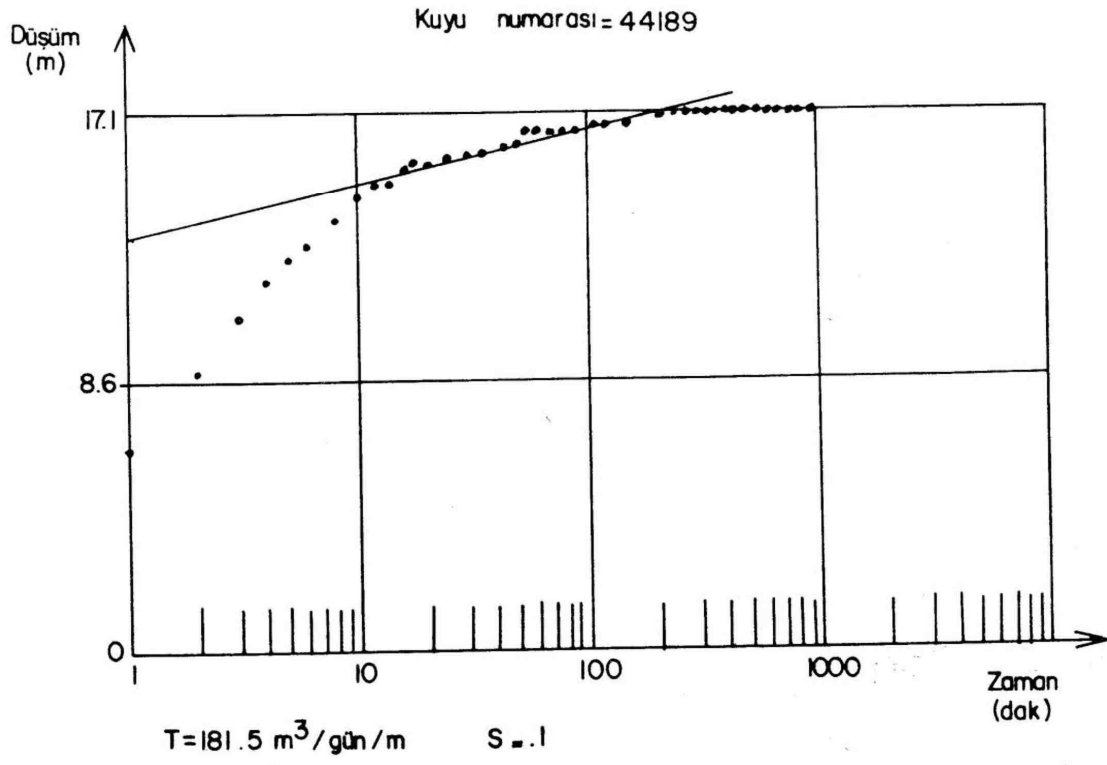
Kuyuya en yakın diğer kuyu 300 metre mesafede olup 20 litre/s ile çalışacaktır. O kuyunun da iletkenlik katsayısını aynı kabul edersek Theim Metodundan düşüm (s) – logaritmik mesafe (log r) grafiği kullanılarak yaklaşık olarak girişim düşümü 5.5 metre bulunur.

Statik seviye = 28.6 metre  
Pompa alt ucu = 2 metre  
Emniyet payı = 2 metre

$H_m = 28.6 + 2 + 2 + 23.7 + 3.7 + 5.5 = 65.5$  metre bulunur.

Pompanın filtre karşısına gelmemesi tercih edilir. Ayrıca pompa dış çapı ile kuyu teçhizi arasında 2 inç boşluk olması tercih edildiğinden pompanın kuyu teçhizine sığmasına dikkat edilmelidir.

Pompalama deneyinde Theim Metoduna göre  $T=189.5 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$  ve Theis Metoduna göre  $T=161.7 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}$  elde edilmiştir. İletkenlik katsayılarındaki farklılık  $H_m$  hesabında büyük ölçekli değişikliklere neden olmamıştır.



Şekil 3 Jacob düşüm - zaman grafiği

#### **4. KAYNAKLAR**

De Wiest R. J., 1967, Geohydrology.

Dilek R.,1988, Hidrojeolojide Pompaj Deney Verilerinin Analizi ve Değerlendirmesi.

DSİ, 1970, Yeraltısuyu Hidroliği Notları.

Erguvanlı K. ve Yüzer E., 1984, Yeraltısuları Jeolojisi.

Freeze R. A. and Cherry J. A., 1979, Groundwater.

H.Ü., 1985, Genel Hidrojeoloji Laboratuvarı Ders Notları.

Karaaslan F., 1967, Kuyu Hidroliği.



# SU SONDAJ KUYUSU İNŞASI VE POMPALAMA DENEYLERİNİN KUYU VERİMİNE ETKİSİ <sup>1</sup>

## ÖZ

*Su sondaj kuyusundan projelendirilen verimin alınabilmesi için kuyunun sondaj tekniğine uygun olarak açılması gerekmektedir. Tekniğine uygun olarak inşa edilmiş bir kuyudan yeraltısuyunun ekonomik olarak alınması pompanın montaj edileceği derinlik ile ilişkilidir. Pompa montaj derinliği arttıkça elektrik maliyetleri de artacak dolayısıyla işletme rantabilitesi düşecektir. Bu sebeple akifer karakteristikleri ve pompa montaj derinliğinin tespit edilmesi için pompalama deneylerinin güvenilir yapılması oldukça önemlidir.*

## 1. KUYU İNŞASI

Kuyunun açılması, teçhiz-filtre borularının indirilmesi, çakılanması, yıkanması ve geliştirilmesi işlemlerinin tamamı sondaj tekniği kapsamında değerlendirilmektedir. Kuyu veriminin artırılması için akiferin tamamının penetre edilmesi, kuyuya yeterli su girişinin sağlanabilmesi için filtre boyu ve açıklıklarının tespit edilmesi ve kuyuya montaj yapılacak pompanın çapına ve montaj derinliğine göre kuyu-teçhiz çapının belirlenmesi esastır. Bu hususlar tekniğine uygun olarak yapılmadığı takdirde verimli bir akiferden tam randıman alınamamaktadır.

### 1.1. Kuyu Derinliği

Kuyu inşasında temel amaçlardan birisi akiferi tam olarak penetre edip alınacak debi miktarını arttırmaktır. Çünkü debi, penetre edilen akifer kalınlığı ile doğru orantılıdır. İletkenlik katsayısı akiferin tüm kalınlığından geçen su miktarı olduğundan dolayısıyla özgül debi ile iletkenlik katsayısı arasında da doğrusal bir ilişki bulunmaktadır.

Ayrıca kuyu hidroliği çalışmalarında akiferden kuyuya su girişi yatay olarak kabul edildiğinden akifer tam penetre edilmelidir.

### 1.2. Filtrelemenin Önemi

Filtreleme kuyu inşasında en önemli hususlardandır. Kuyu projesi belirli bir debiye göre yapılır ve kuyu teçhizi de bu debi miktarına uygun olacak şekilde gerçekleştirilmelidir. Kuyu teçhiz edilirken dikkat edilecek husus filtre çapı, açıklığı ve filtre boyunun dikkatli bir şekilde hesaplanmasıdır.

---

<sup>1</sup> Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı tarafından Adana'da 2001 yılında düzenlenen "Hizmet İçi Eğitim Semineri"nde sunulmuştur.

Dinamik seviyenin üzerinde kuyuya herhangi bir su girişi olmadığından serbest akiferlerde dinamik seviyenin üzerine filtre konmamalıdır. Ayrıca filtreler, teçhiz borularına göre daha az dayanıklıdır. Bu sebeple dinamik seviye üzerine filtre konulan kuyuların ömrü daha az olmaktadır.

Basıncı akiferlerde dinamik seviye hiçbir zaman akifer tavan kotunun altına inmemelidir. İndiği takdirde akifer, serbest akifer özelliği gösterir ve basınçlı akifere göre yapılan hesaplamalarda sapmalar gözlemlenir. Filtreler akiferin tam ortasına gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Filtre karşısına pompa monte edilmesi tercih edilen bir durum olmadığından filtre borularının uzunluğu pompanın kuyuya monte edileceği derinliği etkilemektedir. Filtre karşısına pompa monte edilmemesi için kalın akiferlerde filtreler 6 metrelik dilimler halinde konulmalıdır.

### 1.2.1 Filtre uzunluğu etkisi

Kuyuya su girişi filtreler vasıtası ile gerçekleşeceğinden projelendirilen debi miktarının temini için filtre açıklıklarının yüzey alanı önemlidir. Filtre çapı ve tipine göre açıklıklar farklılık göstermekte olup Tablo 1'de belirtilmiştir. Tablo 1'de 1 metre filtre boyu için açıklık alanı ve yüzdeleri verilmiştir. Bu tablo yardımı ile gereken filtre boyu miktarı hesaplanmaktadır.

Tablo 1. Devlet Su İşleri (DSİ) tipi filtre açıklıkları ve yüzdeleri

Çap (inç)	Açıklık (cm <sup>2</sup> /m)	Açıklık (%)
6	578	11.5
8 (A tipi)	518	7.5
8 (B tipi)	945	13.5
10 (A tipi)	893	11.0
10 (B tipi)	1 708	20.0
12 (A tipi)	726	7.2
12 (B tipi)	1 256	13.8

Bir kuyudan 20 litre/s debi elde etmek istenildiği zaman kullanılması gereken filtre boyunun hesabı için bir örnek aşağıda verilmiştir:

$$Q_f = V * A$$

Formülde;

$$V = \text{kuyuya su giriş hızı (} \sim 3 \text{ cm/s)}$$

$$A = \text{filtre açıklık alanı (cm}^2\text{) dır.}$$

Tablo 1'de belirtildiği gibi 8 inç A tipi filtrede açıklık alanı 518 cm<sup>2</sup> 'dir.

$$Q_f = 3 * 518 = 1 554 \text{ cm}^3 / \text{s} = 1.554 \text{ litre/s}$$

Böylece 1 metre filtre boyunca kuyuya 1.554 litre/s su girişi gerçekleşir.

$$L_f = Q / Q_f$$

Formülde;

- $L_f$  = filtre boyu (m)  
 $Q_f$  = filtre verimi (litre/s/m)  
 $Q$  = kuyu verimi (litre/s) dir.

$$L_f = 20 / 1\,554 = 12.87 \text{ metre}$$

20 litre/s debi elde etmek için gereken filtre boyu en az 12.87 metre olmalıdır.

### 1.2.2 Heterojen akifer

Tablo 2’de verilen akifer örneğinde her seviye kalınlığının verimliliği hesaplanarak filtrenin yerleştirileceği seviyeler tespit edilmiştir.

Tablo 2. Farklı akifer seviyelerinin verimliliği

Seviye	Kalınlık (%)	Verimlilik (%)
A	20	8.1
B	30	26.8
C	40	63.7
D	10	1.4
A+D	30	9.0
B+C	70	91.0

Verimlilik her bir seviyedeki iletkenliğin, seviyelerin iletkenlik toplamındaki yüzdesidir.

Bu akiferde B ve C seviyelerini filtrelemek akifer veriminin % 91’inin alınacağı anlamına gelmektedir. Verimi daha arttırmak ilave masraf gerektirmektedir. Ancak suyun getirisinin yüksek olduğu yerlerde iyi bir rantabilite hesabı yapılmalıdır.

### 1.2.3. Homojen akifer

Homojenlik, formasyonun her noktasında değerlerin aynı olmasıdır. İzotropi ise bir noktadaki değerlerin üç yönde de aynı olmasını ifade eder.

Doğada homojen akiferlere rastlamak oldukça zordur. Elek analizi neticesinde uniformluk katsayısının 3’den az olduğu akiferlerde malzeme çaplarının uniform olduğu kabul edilir.

### 1.3. Kuyu apı Etkisi

Bir kuyu inşa projesinde kuyu çapını belirleyen en önemli etken projelendirilen debiyi temin etmek için kullanılacak dalgıç pompanın çapıdır. Debi miktarı ve pompa montaj derinliği arttıkça pompanın çapı artmaktadır. Dolayısıyla kuyu çapını belirlerken kuyudan alınacak debinin ve pompa montaj derinliğinin iyi tahmin edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde istenilen debiyi almak için gereken pompa kuyuya sığmayabilir.

Kuyu çapının, kuyu debisi ile ilişkisi o kadar azdır ki, debi artışı için kuyu çapının arttırılmasının hiçbir rantabilitesi yoktur.

Kararlı rejime sahip serbest akiferlerde debi-kuyu çapı ilişkisi aşağıda verilmiştir:

$$Q = \frac{k}{63.2} \times \frac{h_2^2 - h_1^2}{\log(r_2 / r_1)}$$

Bu eşitlik Dupuit Formülü olarak bilinir. Formülde;

- Q = pompaj debisi (litre/s)
- k = permeabilite (geçirgenlik) katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)
- h<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusundaki su sütunu kalınlığı (m)
- h<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusundaki su sütunu kalınlığı (m)
- r<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusunun mesafesi (m)
- r<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusunun mesafesi (m) dir.

Pompalama deneyi esnasında bir gözlem kuyusu değerleri kullanıldığı zaman r<sub>1</sub> pompaj kuyusunun yarıçapı ve h<sub>1</sub> ise pompaj kuyusundaki su sütunu kalınlığı olarak alınabilir. Formülde k, r<sub>2</sub>, h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub> `nin sabit olduğu kabul edilerek debinin (Q), kuyu yarıçapı (r<sub>1</sub>) ile değişimi aşağıda açıklanmıştır:

Serbest bir akiferde k= 10 m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>, h<sub>1</sub>= 75 m, r<sub>2</sub>= 100 m ve h<sub>2</sub>= 80 m olduğunu kabul edersek kuyu çapı - debi ilişkisi Tablo 3`de verilmiştir.

Tablo 3. Kuyu apı ile debi ilişkisi

Kuyu apı(in)	Debi (litre/s)
9 <sup>1/2</sup>	42.0
12 <sup>1/4</sup>	43.6
15	45.0
17 <sup>1/4</sup>	46.0
22	48.0
24	48.7

Kuyu çapını 12 inçten 24 inç çıkararak % 100 arttırdığımız halde debi 4.4 litre/s yaklaşık % 10 artmıştır.

Başka bir serbest akiferde  $k= 12 \text{ m}^3/\text{gün}/\text{m}^2$ ,  $h_1= 45 \text{ m}$ ,  $r_2= 200 \text{ m}$  ve  $h_2= 47 \text{ m}$  olduğu takdirde kuyu çapı-debi ilişkisi Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Kuyu çapı ile debi ilişkisi

Kuyu çapı(inç)	Debi (litre/s)
$9^{1/2}$	10.8
$12^{1/4}$	11.2
15	11.5
$17^{1/4}$	11.8
22	12.2
24	12.4

Tablo 4’den görüldüğü gibi belirli bir düşümle 15 inç çapı olan bir kuyudan 11.5 litre/s debi alınmasına rağmen çapı 22 inç olan kuyudan aynı düşüm karşılığında 12.2 litre/s debi alınmaktadır. Kuyu çapı % 46 arttığı halde debi yaklaşık % 6 artmaktadır.

Artezyen (basıncılı) akiferlerde, tesir yarıçapı (r) daha büyük olduğundan kuyu yarıçaplarının artması halinde aynı düşüm için elde edilecek debi miktarlarındaki artma daha da küçük olacaktır.

Bu karşılaştırmalar kuyu çapının iki kat artmasına rağmen debinin iki kat artmadığını göstermektedir. Kuyu çapı iki kat artmasına rağmen debi artış miktarı serbest akiferler için en fazla % 11-12 ve artezyen akiferler için ise en fazla % 7-8 civarındadır.

Kuyudan alınacak debi kuyu çapına fazla bağımlı olmadığına göre kuyu çapı kullanılacak pompa çapı ve kolon borularına uygun olarak seçilmelidir. Tablo 5 dalgıç pompa kapasiteleri ile çapları arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Tablo 5’e göre 25 litre/s verim elde edilecek bir kuyuda pompanın kuyuya monte edileceği derinlikteki teçhiz çapı en az 10 inç olmalıdır. Pompa dış çapı ile teçhiz çapı arasında 2 inç boşluk olması tercih edilmektedir.

Tablo 5. Debi ile pompa çapı ilişkisi

Debi (litre/s)	Dalgıç pompa çapı (inç)
10-20	8
25-30	10
40-60	12

## **2. POMPALAMA DENEYİ**

Pompaj yapılan kuyuda veya varsa gözlem kuyusunda pompaj devam ederken su seviyesinin zamanla değişiminin gözlenmesine pompalama deneyi denir. Pompalama deneyinin amaçları aşağıda verilmiştir:

### **A. Akifer özelliklerinin belirlenmesi**

1. Akiferin hidrolik katsayıları (geçirgenlik, iletkenlik ve depolama katsayıları)

2. Akiferin geometrik yapısı (pozitif, negatif sınır şartları)

3. Akiferin kayıpları (akımdan dolayı oluşan kayıplar)

### **B. Kuyu özelliklerinin belirlenmesi**

1. Kuyu kayıpları (çakılama, filtreleme kayıpları)

2. Debi-düşüm ve zaman-düşüm ilişkilerinin tespiti

3. Tesir yarıçapının belirlenmesi (düşüm konisinin belirlenmesi)

C. Kuyulara uygun pompa seçimi (Hm tespiti ile pompa seçimi ve trafo inşası)

## **2.1. Pompalama Deneylerinin Çeşitleri**

Pompalama deneyine başlamadan önce kuyu inşasının tamamlanmış olması gerekmektedir. Özetle kuyu akiferi tam olarak penetre etmiş, gerektiği hallerde teçhiz ve çakılama işlemi yapılmış, yıkama ve inkişaf ile kuyu iyi bir şekilde temizlenmiş olmalıdır.

### **2.1.1 Sabit debili pompalama deneyi**

#### **• Sabit debili düşüm deneyi**

Deney süresince debi sabit tutularak belirli zaman aralıkları ile su seviyesi ölçülür. Bu deney ile akifer karakteristikleri ve sınır şartları tespit edilebilmektedir.

#### **• Sabit debili yükselim deneyi**

Kuyudan su çekimi durdurulduktan sonra belirli zaman aralıkları ile su seviyesindeki yükselim değerleri ölçülür.

### **2.1.2 Kademeli pompalama deneyi**

Kademeli pompalama deneyi ile kuyunun randımanı belirlenebilmektedir. Deneye belirli bir debi ile pompaja başlanır ve düşümün sabitlendiği veya ölçülemediği zamana kadar pompaja devam edilir. Bu anda debi iki katına çıkarılır ve tekrar düşümün sabitlendiği veya ölçülemediği zamana kadar pompaja devam edilir. Bu işlem en az 3 olmak üzere genelde 4 kademe olarak yapılır.

### 2.1.3 Akım deneyi (akan artezyen akiferlerde)

- Sabit debili düşüm deneyi

Kuyu vanası kapatılarak su seviyesi ölçülür. Sonra çıkış vanası açılarak suyun akışı temin edilir. Düşüm sabit tutulur. Böylece değişen artezyen debi ölçülür.

- Sabit debili akım deneyi

Su seviyesi tespit edildikten sonra çıkış vanası açılarak uygun debi seçilir. Vana ile debi sabit tutulur. Su seviyesindeki değişimler ölçülür.

## 2.2. Akifer Karakteristikleri Hesabı

Depolama ve transmissibilite (iletkenlik) katsayıları akiferin önemli hidrolik karakteristikleridir. Depolama katsayısı birim kesitli bir akifer yüzeyinden, bu yüzeye dik olarak birim hidrolik yük değişmesi sonucu depolanan veya serbest hale geçen su miktarıdır. İletkenlik katsayısı ise birim kesitli akifer kalınlığından birim zamanda birim hidrolik eğim altında geçen su miktarıdır. Depolama katsayısı akiferden ne kadar suyun drenaj veya pompajla alınabileceğini, iletkenlik katsayısı ise akiferde ne kadar suyun hareket edeceğini gösterir.

Akiferin her iki karakteristiği tespit edilirse;

- a) Kuyunun özgül debisi,
- b) Pompaj kuyusundan çeşitli mesafelerdeki düşümler,
- c) Pompaj başladıktan sonra kuyudaki herhangi bir andaki düşüm tespit edilebilir.

Serbest ve artezyen akiferlerde denge şartlarının formüllerini çıkarırken aşağıdaki varsayımlar kabul edilmiştir:

- Akifer belirgin biçimde sonsuz bir yayılıma sahiptir,
- Akifer homojen, izotrop ve pompalama deneyinden etkilenen bölgede üniform kalınlıktadır,
- Pompajdan önce, piezometrik veya serbest yüzey pompajdan etkilenen bölgede hemen hemen yatayıdır,
- Akifer sabit bir debide pompalanır,
- Pompaj kuyusu akiferi tamamen kat eder ve kuyuya su bütün akifer kalınlığından yatay bir akımla gelir.

### 2.2.1. Serbest akiferlerde debi-düşüm ilişkisi

Kararlı akım gösteren serbest akiferlerde debi - düşüm ilişkisini ortaya koymak için aşağıdaki Dupuit Formülü'nden faydalanılır.

$$Q = \frac{k}{63.2} \times \frac{h_2^2 - h_1^2}{\log(r_2 / r_1)}$$

Formülde;

- Q = pompaj debisi (litre/s)  
k = permeabilite (geçirgenlik) katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)  
h<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusundaki su sütunu kalınlığı (m)  
h<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusundaki su sütunu kalınlığı (m)  
r<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusunun mesafesi (m)  
r<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusunun mesafesi (m) dir.

Bir gözlem kuyusu değerleri kullanıldığında r<sub>1</sub> pompaj kuyusu yarıçapı ve h<sub>1</sub> ise pompaj kuyusundaki su sütunu kalınlığı olarak alınabilir. Serbest akiferlerde özgül debiyi hesaplamak için

$$h_2^2 - h_1^2 = (h_2 - h_1) * (h_2 + h_1) \text{ eşitlemesi yapılınc}$$

$$\text{düşüm (s)} = h_2 - h_1 \text{ olduğundan}$$

$$\frac{Q}{s} = \frac{k}{63.2} \times \frac{h_2 + h_1}{\log(r_2 / r_1)} \text{ eşitliği elde edilir.}$$

Eşitlikten görüleceği gibi sabit olan değerleri sadeleştirdiğimizde formül

$$\frac{Q}{s} = h_1 \text{ haline gelir.}$$

Düşüm (s) artınca kuyudaki su kalınlığı (h<sub>1</sub>) küçüleceğinden (Q/s) sabit olmaz.

Serbest akiferlerde maksimum özgül debi sıfır düşüme tekabül eder. Minimum özgül debi ise düşüm ve debinin maksimum olduğu yere tekabül eder. Optimum kuyu, debi ve özgül debinin en büyük değerde olduğu zaman elde edilir. Bununda maksimum düşümün yaklaşık % 67'sine karşılık geldiği bilinmektedir. Bundan fazla düşümün gerçekleştirildiği kuyularda ekonomik işletme yapılamaz.

### **2.2.2. Artezyen (basıncılı) akiferlerde debi-düşüm ilişkisi**

Basıncılı akiferlerde kararlı rejimde debi - düşüm ilişkisini ortaya koymak için aşağıdaki Theim Formülü'nden faydalanılır.



$$Q = \frac{T}{31.6} \times \frac{s_1 - s_2}{\log(r_2 / r_1)}$$

Formülde;

- Q = pompaj debisi (litre/s)  
T = iletkenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m)  
s<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusundaki düşüm (m)  
s<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusundaki düşüm (m)  
r<sub>2</sub> = ikinci gözlem kuyusunun mesafesi (m)  
r<sub>1</sub> = birinci gözlem kuyusunun mesafesi (m) dir.

Formülde (s<sub>1</sub>- s<sub>2</sub>) düşümünün debi ile doğru orantılı olduğu görülür. Ancak bu durum düşümün basınçlı akiferin tavan kotu altında olmaması halinde geçerlidir. Eğer düşüm basınçlı akiferin tavan kotu altında olursa akifer kalınlığı sabit kalmayıp değişir ve yukarıdaki formül geçerli olmaz. Düşüm basınçlı akiferin tavan kotu altında olursa artezyenlik şartı bozulduğundan akifer serbest akifer özelliği gösterir. Artezyen akiferlerde, artezyenlik bozulmamak şartı ile debi düşümle orantılı olduğundan düşüm artınca debinin de artması gerekir. Yani kuyunun özgül debisi sabittir.

### 2.3. Debi - Zaman İlişkisi

Kararsız rejim gösteren basınçlı akiferlerde debi - zaman ve debi – mesafe ilişkilerini ortaya koymak için aşağıda yer alan Theis Formülleri kullanılmaktadır.

$$u = \frac{r^2 S}{4Tt} \quad (1)$$

$$W(u) = -0.5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{2!} + \frac{u^3}{3!} - \dots$$

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \times W(u) \quad (2)$$

Theis Formülünde yer alan ifadeler;

- s = pompaj kuyusundan (r) mesafedeki gözlem kuyusunda düşüm (m)  
Q = pompaj debisi (m<sup>3</sup>/gün)  
W(u) = kuyu fonksiyonu  
T = iletkenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m)  
r = gözlem kuyusunun mesafesi (m)  
S = depolama katsayısı

t = pompaj süresi (gün) dir.

(1) numaralı formülde pompaj süresi (t) arttıkça (u) katsayısı küçülür dolayısıyla W(u) katsayısı artar. Böylece (2) numaralı formüldeki düşüm artar. Bu formül sulama sezonu süresince çalışacak kuyularda meydana gelecek düşümlerin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

#### 2.4. Debi - Mesafe İlişkisi

(1) numaralı formülde kuyuya olan mesafe arttıkça (u) katsayısı artar, W(u) katsayısı azalır. Dolayısıyla (2) numaralı formüldeki düşüm azalır. Debi - mesafe ilişkisi işletme sahalarında çok sayıda kuyu açılması gerektiği zaman açılacak kuyular arasındaki mesafelerin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Teorik olarak düşümün sıfır olduğu mesafe tesir yarıçapı olarak alınmaktadır.

#### 2.5. Pompa Montaj Derinliğinin Elektrik Maliyetine Etkisi

Kuyuya pompanın monte edileceği derinliğin (Hm) belirlenmesinde pompalama deneylerinde elde edilen değerler kullanılmaktadır. Bu sebeple pompalama deneylerindeki hassasiyet ve elde edilen değerlerin güvenilirliği çok önemlidir. Bu değerlerin belirlenmesinde yapılabilecek hatalar, pompanın montaj edileceği derinliği etkileyeceğinden kullanılacak elektrik maliyetleri artacak ve ekonomik kayıplara yol açacaktır. Bu konuda aşağıda çeşitli örnekler verilmiştir.

Kuyuya montajı yapılacak pompanın gücü, beygir gücü cinsinden aşağıdaki şekilde hesaplanır. Pompa randımanı % 54 olarak alınmaktadır.

$$\frac{Q * Hm}{75 * 0.54} = A \text{ (beygir gücü)}$$

Formülde Q (litre/s) kuyunun işletme debisi ve Hm (m) ise pompanın monte edileceği derinliktir.

A değerine göre Tablo 6'dan B katsayısı bulunur.

Tablo 6. İlk hareket için katsayılar

A aralığı	B katsayısı
< 5	1.2 -1.3
5 - 25	1.1- 1.2
25 <	1.1

İlk hareket için gerekli demenaj akım C aşağıdaki eşitlik ile tayin edilir;

$$C = A * B$$

Demanj akımı 0.736 ile çarparak kW cinsinden pompa güç değeri bulunur.

$$C * 0.736 = D \text{ (kW)}$$

Pompa yılda 2 000 saat çalışır ise E (kWh) elektrik harcar.

$$D * 2 000 \text{ saat/yıl} = E \text{ (kWh)}$$

Elektriğin 1 kWh'nin ücreti 44 341 TL olduğunu kabul edilirse (2001 yılı fiyatları),

$E * 44 341$  TL değeri bir kuyunun harcadığı yıllık elektrik giderini vermektedir.

Q= 25 litre/s için yılda ödenecek elektrik ücreti incelendiğinde Hm değerinde 6 metrelik bir artış, elektrik ücretinde yaklaşık % 14'lük bir artışa yol açmaktadır. Bu artış sadece 1 kuyu içindir. Daha fazla kuyu ile işletme yapan alanlarda elektrik ücretleri daha da artacaktır (Tablo 7).

Tablo 7. 25 litre/s debi için yıllık elektrik ücreti (2001 yılı fiyatları)

Hm(m)	TL
42	1 861 402 335 TL
48	2 127 316 954 TL
54	2 393 231 573 TL
60	2 659 146 193 TL
66	2 925 060 812 TL
72	3 190 975 431 TL
78	3 456 890 050 TL

Aynı şekilde debisi 30 litre/s ve 40 litre/s olan pompanın değişik derinliklere monte edilmesi halinde 1 kuyu için ödenecek yıllık elektrik ücreti hesaplanarak Tablo 8 ve Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 8. 30 litre/s debi için yıllık elektrik ücreti (2001 yılı fiyatları)

Hm(m)	TL
42	2 233 682 802 TL
48	2 552 780 345 TL
54	2 871 877 888 TL
60	3 190 975 431 TL
66	3 510 072 974 TL
72	3 829 170 517 TL
78	4 148 268 060 TL

Tablo 9. 40 litre/s debi için yıllık elektrik ücreti (2001 yılı fiyatları)

Hm(m)	TL
42	2 978 243 736 TL
48	3 403 707 127 TL
54	3 829 170 517 TL
60	4 254 633 908 TL
66	4 680 097 299 TL
72	5 105 560 690 TL
78	5 531 024 081 TL

Tablolardan da görüleceği gibi pompanın kuyuda monte edileceği derinlik olan Hm değerinin artması elektrik maliyetlerine yansiyacaktır. Buradan da pompalama deneyi gerçekleştirilirken ölçümlerin hassasiyetle yapılması gerekliliği bir kez daha ortaya çıkmaktadır.

### **3. KAYNAKLAR**

Dilek R.,1988, Hidrojeolojide Pompaj Deney Verilerinin Analizi ve Değerlendirmesi.

Erguvanlı K. ve Yüzer E., 1984, Yeraltısuları Jeolojisi.

Gümüşay E. ve Rüma M.M., 1991, Su Sondajı Eğitim Programı.

Karaaslan F., 1967, Kuyu Hidroliği.

Nadi N., 1972, Pompalama Deneyleri ve Değerlendirmeleri Hakkında Genel Bilgiler.

# YERALTISULARI KİRLİLİĞİ <sup>1</sup>

## GİRİŞ

Su, insanlığın var oluşu için hayati öneme sahiptir. İlk medeniyetler kaynak ve ırmak çevrelerinde oluşmuştur. Temiz su kaynakları sağlayarak gelişen çoğu medeniyetler bu kaynakların tükenmesi veya kalitesinin bozulması ile çökmüşlerdir. Bugün bile dünya nüfusunun yarısından fazlası hayatını sürdürmek için yeraltısuyuna bağımlıdır (UNESCO 1992).

Bu bağımlılığın ekonomik sebepleri vardır. Doğal haldeki yeraltısuları genellikle iyi kalitelidir ve çok fazla arıtma işlemi gerektirmezler. Ayrıca çoğu durumlarda yeraltısuları kullanım noktalarına yakın olduğundan pompaj ve dağıtım maliyetleri azalmakta ve ucuz olarak kullanıma sunulmaktadır.

## YERALTISULARININ KÖKENİ

Yeraltısuları dinamik bir özellikte olan su çevriminin önemli bir parçasıdır. Bu çevrim, okyanus atmosferine, atmosferden kıtalara ve buradan tekrar okyanusa geri dönen, güneş enerjisi ile yönlendirilen bir su hareketidir.

Dünyadaki su kaynaklarının 1 360 milyon km<sup>3</sup> (Nace 1971) olduğu ve bunun % 97'sinin okyanuslarda bulunduğu tahmin edilmektedir. Yeraltısularının dünyadaki toplam su miktarının yaklaşık olarak % 0.6'sı veya tatlı su kaynaklarının % 22'si olduğu tahmin edilmektedir. Tatlı su kaynaklarının % 77'sini meydana getiren buzulları dikkate almamızda, yeraltısuları toplam tatlı su kaynaklarının % 98'ine tekabül etmektedir.

Tatlı Su Kaynaklarının Dağılımı (Buzullar Hariç) milyon km <sup>3</sup>	
Yeraltısuları	8.4
Göller	0.13
Toprak Nemi	0.07
Nehirler	0.01
Bataklıklar	<0.01

<sup>1</sup> Çeviren : Adem Avni ÜNAL ve Ahmet Hamdi SARGIN

- İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı tarafından Antalya'da 2003 yılında düzenlenen "Türkiye'nin Kıta İçi Su Kaynaklarında Kirlilik Etkileri ve Çözüm Önerileri Semineri"nde,
- TÜBİTAK ve Küçükçekmece Belediyesi'nin katkılarıyla İstanbul'da 2004 yılında düzenlenen "Küçükçekmece Gölü ve Havzası için Çevre Yönetim Biriminin Oluşturulma Süreci ve Bölgeye Katkıları Çalıştayı"nda ve
- Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı tarafından Sinop'ta 2005 yılında düzenlenen "Jeoteknik ve Yeraltısuları Semineri"nde sunulmuştur.

## YERALTISULARININ OLUŞUMU VE HAREKETİ

Genelde hâkim olan düşüncenin aksine yeraltıları yeraltında damarlar veya nehirler şeklinde bulunmaz. Suyun süngerin boşluklarını doldurması gibi yüzey altında yer alan kayaçların boşluklarını ve çatlaklarını doldurur. Bütün yeraltılarının kaynağı yağıştır. Yüzeğe düşen yağış zemini ıslatarak yerçekimi etkisi ile doymamış bölgeden geçerek aşağıya doğru hareket eder. Su seviyesi olarak adlandırılan doymuş bölgenin üst sınırına ulaşarak akifer dediğimiz su taşıyan tabakalarda depolanmış olan yeraltılarını besler.

## YERALTISULARININ DOĞAL NİTELİĞİ

Yeraltılarının değeri yalnızca yaygın olarak bulunması ve faydalanılması ile değil aynı zamanda kalitesinin iyi olması ile de ölçülür. Suların kalitesi ifadesi, kullanım amacı ile ilişkili olarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerini belirtmektedir.

Yeraltılarının doğal niteliği, yağış olarak yeryüzüne düşen suyun kalitesi ile tayin edilir. Su belli bir süre organik madde, toprak ve kayaçlar ile temas halinde bulunur ve bunun neticesi olarak yeraltısu kalitesinde değişiklikler meydana gelir.

Yüzey ve yeraltılarının kaynağı yağışlar olmasına rağmen, yeraltıları yüzey sularından daha fazla miktarda mineral madde içerir. Yağmurun yere düşmesi, süzülmenin başlaması ve suyun toprak ve kayaçların boşluklarından geçmesiyle su temas ettiği bazı maddeleri eritir. Böylece, yerçekimine bağlı olarak aşağıya doğru süzülen suya mineraller eklenir.

Yeraltılarının kimyasal bileşimi temas ettiği maddelerin fiziksel özelliklerine, bileşimlerine ve temas süresine bağlı olarak tayin edilir. Suyun söz konusu maddelerle temas süresi uzadıkça su da daha fazla miktarda mineral çözünmektedir.

Yeraltılarının Kimyasal Yapısının % 95'ini Meydana Getiren 6 Ana İyon	
<u>Katyonlar</u>	<u>Anyonlar</u>
Sodyum (Na) <sup>+1</sup>	Klorür (Cl) <sup>-1</sup>
Kalsiyum (Ca) <sup>+2</sup>	Bikarbonat(HCO <sub>3</sub> ) <sup>-1</sup>
Magnezyum (Mg) <sup>+2</sup>	Sülfat (SO <sub>4</sub> ) <sup>-2</sup>

Yeraltısuyunda erimiş olarak bulunan ana elementlerin sayısı sınırlıdır ve bu elementlerin farklı doğal bileşikler sanıldığı kadar fazla değildir. İçinden geçtikleri organik maddelerin, minerallerin ve aynı zamanda geçirdikleri kimyasal reaksiyonların karmaşıklığına rağmen, yeraltısuyunda sadece 6 adet element, kimyasal kompozisyonun çoğunluğunu meydana getirir. Bu elementlerden en yaygınları, yeraltısularındaki mineral tuzların çoğunluğunu oluşturan Na, Ca, Mg ve bunlarla kimyasal bileşik halinde bulunan klorür, bikarbonat ve sülfattır.

## Yeraltısuyundaki Kimyasal Elementler

### Ana Elementler

Kalsiyum  
Magnezyum  
Sodyum  
Potasyum  
Bikarbonat  
Karbonat  
Klorür  
Sülfat  
Silis

### Tali Elementler

Demir  
Manganez  
Stronsiyum  
Florür  
Nitrat

### İz Elementler

Alüminyum  
Arsenik  
Kadmiyum  
Krom  
Kobalt  
Bakır  
Kurşun  
Civa  
Nikel  
Fosfat  
Radyum  
Selenyum  
Gümüş  
Uranyum  
Çinko

Erimiş maddelerin konsantrasyonu azdır bu sebeple litrede miligram (mg/l) olarak ölçülür.

Yerkabuğu bazı bakterilere ve kirleticilere karşı doğal filtre olarak görev yaptığından yeraltısuları, çoğu yüzey sularından daha temizdir. Çoğu yeraltısuyu asılı tanecik, bakteri veya organik madde içermez. Bu sebeple yeraltısuları berrak ve kokusuzdur. Çoğu erimiş mineraller düşük konsantrasyonlarda olduğu takdirde sağlık için yok denecek kadar tehlike arz etmekle beraber suya hoş bir tat verebilmektedir.

## İçme Sularında İnorganik Bileşikler İçin Önerilen Limitler (mg/l)

### Kabul Edilebilir Maddeler

Alüminyum (Al)	0.2
Amonyum (NH <sub>4</sub> )	1.5
Klorür (Cl)	250
Sülfür (H <sub>2</sub> S)	0.05
Demir (Fe)	0.3
Manganez (Mn)	0.05
Sodyum (Na)	200
Sülfat (SO <sub>4</sub> )	250
Çinko (Zn)	3.0
Toplam Erimiş Madde	500

### Potansiyel Tehlikeli Maddeler

Arsenik (As)	0.01
Baryum (Ba)	0.7
Bor (B)	0.3
Kadmiyum(Cd)	0.003
Krom (Cr)	0.05
Bakır (Cu)	2
Florid (F)	1.5
Kurşun (Pb)	0.01
Civa (Hg)	0.001
Molibden (Mo)	0.07
Nikel (Ni)	0.02
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	50
Selenyum (Se)	0.01

Kaynak: WHO Guidelines, 1993



Erimiş minerallerin bazıları sağlık için gereklidir ancak bir kısmı da su da çok fazla olması halinde zehirli olabilir ve tat-koku problemi meydana getirebilir. Sudaki erimiş maddelerin bir kısmının kabul edilebilir değerler içinde olması veya sağlığa zararlı olduğunun anlaşılması, içme suyu standartlarının geliştirilmesine yol açmıştır. Bu standartlar, kimyasal analiz neticelerinin değerlendirilmesini esas alırlar ve kabul edilebilir madde miktarları, özellikleri (tat, renk, koku, erimiş madde vb.) ve ters fizyolojik etkilere sahip maddelerin varlığı bakımından temel bir gösterge oluştururlar.

Yeraltısularında bulunan kimyasal elementler suyun içme, kullanma, sanayi ve tarımsal amaçlı olmak üzere kullanım türlerini belirler. Farklı kalitedeki sular farklı amaçlar için kullanılır.

#### Yeraltısuyu Kullanımında Önemli Temel Özellikler

<u>İÇME-KULLANMA</u>	<u>SANAYİ</u>	<u>SULAMA</u>
Tat		
Koku		
Zehirli Madde	pH	
Florid	Asidite	
Nitrat	Alkalinite	
Demir	Silis	Bor
Sertlik	Sertlik	Alkalinite
Sediman	Sediman	Sodyum-Kalsiyum Oranı
Erimiş Madde	Erimiş Madde	Erimiş Madde

Kaynak: U.S. Geological Survey, A primer on groundwater, 1963

## **YERALTISUYU KİRLİLİĞİ**

### **KİRLİLİK BOYUTU**

Yaklaşık 30 yıl öncesine kadar, yeraltısuyu kirliliği konusuna ilgi çok azdı. Çünkü problem görsel olarak gözlenemediği için hafızalarda yer almıyordu. Yeraltısuyu kirliliği yeni bir olgu olmamasına rağmen, ancak 1970'li yılların sonunda yeni bir çevresel mücadele kavramı olarak ortaya çıkmıştır. Bu yıllardan önce, yeraltısularının yer yüzeyi ile yeraltısuyu seviyesi arasında yer alan toprak ve kayalık tabakaları tarafından kirliliğe karşı doğal olarak korunduğuna inanıldığı için kirlilik konusu herkes tarafından önemsenmeyen bir problemdi.

Avrupa Birliği ülkelerinde yeraltısuyu alanlarının 20 000 – 60 000 km<sup>2</sup> kesiminin önlem alınmadığı takdirde 50 yıllık bir süre içinde kirlenilebileceği tahmin edilmektedir.

## DOĞAL KİRLETİCİLER

Yeraltısularını kirleten maddeler doğal kirleticiler ve insan aktiviteleriyle oluşan kirletici maddeler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Yeraltısuyu kirliliğine sebep olan doğal kirleticiler demir, manganez, zehirli elementler ve radyoaktif çekirdeklerdir. İnsan aktiviteleri sonucunda meydana gelen kirleticiler ise bakteriler, virüsler, nitratlar, sentetik organik kimyasallar, hidrokarbonlar (çözücüler, tarımsal ilaçlar, petrol ürünleri) ve ağır metallerdir.

İçme suyunda kalite yönünden karşılaşılan en yaygın sorunlardan birisi, doğal olarak oluşmuş minerallerin sebep olduğu sorundur. Bu mineraller arasında, yüksek konsantrasyonlarda olması durumunda su sertliğine yol açan Ca ve Mg elementleri ile Fe ve Mn bileşikleridir.

Yerkabuğunda yaygın olarak demir bulunduğundan yeraltısularında da demir bileşiklerine bol miktarda rastlanmaktadır. Yeraltısularında demir konsantrasyonunun 0.3 mg/l'den fazla olması genel bir sorundur. Demir bileşikleri sağlık açısından problemlere yol açmaz ancak fazla miktarda olduğunda suyun tadını ve görünümünü bozabilirler. Demiroksitler havayla temas edince kırmızımsı kahverengine dönüşürler ve suyun rengini bozarlar. Bu tür sular ile yıkanmış eşyalarda, elbiselerde ve tabaklarda lekeler meydana gelir ve borular içinde oluşturdukları kabuklanmalar ile boruların tıkanmasına yol açarlar. Manganez de demir gibi aynı problemlere yol açar ancak meydana getirdiği lekeler daha koyu renkli olup temizlenmesi demir lekelerine göre daha zordur.

Demir içeren sular demir bakterileri üretmektedir. Bu bakteriler jel gibi salgılar üreterek filtre açıklıklarını ve kuyu etrafındaki akifer boşluklarını tıkar ve su içinde bulunan pompa ekipmanları üzerinde kabuklaşma meydana getirir.

Hidrojen sülfür çürük yumurta kokusu ile tanınan bir gazdır. Bu kokuya sülfat indirgeyen bakteriler sebep olur. Hidrojen sülfür gazı içeren su, aşındırıcı özelliktedir ve boru sistemlerine zararlıdır.

İçme suyunda belirli limitlerin üzerinde olan bazı elementler insan sağlığı üzerinde tehlikeli etkilere sahiptir.

Arsenik yeryüzünde yaygın olarak genellikle sülfatlı bileşikler halinde bulunur. Konsantrasyonu 0.01 mg/litre 'nin üzerinde olan arsenikli sular kuvvetli zehirleyici olup yüksek dozajlarda ani ölümlere sebep olmaktadır. Düşük konsantrasyonlardaki arsenik ise kronik zehirlenmelere, deride yüzeysel yaralara ve deri kanserine yol açmaktadır.

Toprakta ve kayalarda ametal olarak doğal halde bulunan eser miktarlarda selenyumun insan ve hayvanların beslenmesinde gerekli olduğuna inanılır ancak düşük konsantrasyonlarda bile (0.01 mg/l) zehirleyici olabilmektedir. Uzun süre alınması merkezi sinir sisteminin

bozulmasına, mide-bağırsak rahatsızlıklarına, deride renk bozukluğuna ve dişlerin bozulmasına yol açmaktadır. Selenyum zehirlenmesi dünyanın birçok yerinde görülmüştür. Selenyumun ana kaynağı volkanik aktivitelerdir.

Florid diş hastalıklarının önlenmesi için yararlı olarak kabul edilir ve diş sağlığı için sulara eklenir. Ancak yüksek konsantrasyonlarda olması (2mg/l'den fazla) dişlerde veya iskelet sisteminde "benekli minelerin" oluşumuna yol açar. Çoğu floridler, florürce zengin kayalardan meydana gelir ve konsantrasyon olarak en fazla granit ve volkanik kayalarda bulunur.

Uranyum minerali içeren granit veya fosfor ile örtülü alanlarda radon seviyesinin yüksek düzeylerde bulunması nedeniyle doğal radyoaktivite ve bunun insan sağlığı üzerinde etkisi son zamanlarda önemli bir çevre konusu olmuştur. Radon, radyum ve uranyum gibi radyoaktif çekirdekler çoğu kayaç ve topraklarda iz element olarak bulunur ve bunlar uranyum ile toryum izotoplarının radyoaktif bozunması ile oluşurlar. Yeraltısularında radyum ve uranyumun oluşumu ve dağılımı, yerel jeoloji ve jeokimya çalışmaları ile tespit edilir. Radyum ve az miktarda uranyum içeren suların içilmesi kemik dokusunda radyoaktif maddelerin önemli derecede birikmesine yol açarak kansere sebep olabilir.

## **İNSAN AKTİVİTELERİNİN NEDEN OLDUĞU KİRLETİCİLER**

İnsan aktivitelerinden kaynaklanan başlıca kirleticiler; organik kimyasallar, tarım ilaçları, ağır metaller, nitrat, bakteri ve virüslerdir. Bu maddeler çeşitli şekillerde yeraltısuyuna intikal ederler. İnsan aktivitelerinin sebep olduğu tehlikelerin fark edilmesi çevresel etkilerin ortaya çıkması kadar yavaş olmaktadır.

Yeraltısuyu kirliliğinin en önemli türü sanayileşmiş ülkelerde görülen tehlikeli kimyasalların, özellikle organik kimyasalların yol açtığı kirliliktir.

İçme suyunda 600'den fazla organik element tanımlanmıştır. Söz konusu tehlikeli kimyasalların kullanımı günümüzde de devam etmektedir. Kirletilmiş yeraltısuyunda bulunan maddeler ağaç işlemeden elektronik eşya imalatına, petrol ürünlerinden, gıda mamullerine ve tarımsal kimyevi ilaçlara kadar her şeyde kullanılmaktadır. Bu maddeler kullanıldığı arazi üzerinde depolandığı veya açık ortamlara atıldığı zaman yeraltısularına karışabilirler.

Genellikle yeraltısularındaki organik bileşiklerin konsantrasyonları zehirli etki oluşturamayacak kadar düşüktür. Ancak bu tür suların uzun süre kullanılması ciddi halk sağlığı problemlerine yol açabilir.

Boyalar, deterjanlar, aerosoller, sanayide kullanılan çözücü ve yağlar gibi günlük işlerde kullandığımız bu maddelerin ortak özelliği uçucu organik bileşikler olmasıdır.

Tarımda ve ormancılıkta kullanılan ilaçların başlıcaları sentetik organik bileşiklerdir. Tarımsal ilaçlar böcekleri veya yabancı otları imha etmek, kontrol etmek veya böcekleri göçe zorlamak için kullanılan maddeleri (insektisit, herbisit, fungusit) içermektedir. İlaçların çoğu az miktarda bile yüksek derecede zehirleyici etkiye sahiptir.

Ağır metaller çeşitli sanayi ürünlerinin imalatında hammadde olarak veya kimyasal işlemlerde katalizör olarak kullanılmaktadır. En sık karşılaşılan ağır metal kirliliği kurşun, arsenik, krom, kadmiyum, çinko, bakır, baryum ve nikelten kaynaklanmaktadır.

Nitrat kırsal alanlarda en yaygın yeraltısuyu kirleticisi olarak görülmektedir. Çözünmüş nitrat şeklindeki azot, bitkiler için ana besin kaynağı olup her türlü yaşam için temel elementtir. Ancak azot kökenli gübrelerin bilinçsiz bir şekilde kullanılmasıyla yeraltısularında yaygın olarak nitrat kirliliği gözlenmektedir. Gübreleme yapıldığında çözünmüş nitrat, bitkiler tarafından kullanılır veya toprak tarafından tutulur. Ancak, aşırı miktarda uygulama yapılması durumunda, bitkiler tarafından kullanılmayan nitrat yeraltısuyuna intikal eder. Nitrat nispeten zehirsiz olmasına rağmen bazı durumlarda bebekler için ciddi kan hastalıklarına yol açabilir.

İçme suyunda karşılaşılan en büyük tehlike, suyun insan ve hayvan atıkları ile kirlenmesi ve bu kirliliğin su içinde tehlikeli mikroorganizmalar içermesine yol açmasıdır. Mikrobiyolojik kirliliğin göstergesi olarak baz alınan organizma insan atıklarında bulunan koliform bakteridir.

#### Mavi Bebek

Kolaylıkla arıtılmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda nitrat içeren sular 6 aydan küçük bebeklerde ciddi kan bozukluklarına ve nadiren ise "mavi bebek sendromu" olarak bilinen ölümcül bir hastalığa yol açar. Sorun, nitratın bazı bebeklerin üst sindirim sisteminde bulunan nitrat indirgeyici bakteriler ile nitrite indirgenmesinden kaynaklanır. Nitrit, kanda bulunan hemoglobin ile reaksiyona girerek kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır. Böylece bebeklerin derilerinde mavi renkli benekler meydana gelir. Erken tıbbi müdahale iyi tedavi ile sonuçlanır.

### **KİRLETİCİLERİN ORJİNİNİ VE TAŞINMASI**

Yeraltısuyu kirliliğinin oluşumu kirleticiler ile mevcut rutubet, yeraltındaki maddeler ve yeraltısuyu akımı arasındaki karşılıklı etkileşimlerin bir neticesidir. Yeraltısuyu kirliliği yer yüzeyinde, yeraltında ancak yeraltısuyu seviyesinin üzerinde veya yeraltısuyu seviyesinin altında oluşabilir. Yeraltısuyu kirliliğini meydana gelmesine yol açan 3 etken vardır: süzülme, doğrudan intikal ve akiferler arası karışım.

Süzülme ile meydana gelen kirlilik muhtemelen en yaygın yeraltısuyu kirliliğidir. Yüzeye bırakılan kirleticiler topraktaki gözeneklerden süzülür ve yerçekimi etkisi altında doygun bölgeye (akifere) ulaşıncaya kadar doygun

olmayan bölge içinde aşağıya doğru hareket ederler. Kirleticiler doygun bölgeye girdikten sonra yeraltısu akım yönünde hareketlerini sürdürürler.

Kirleticiler yüzey altında yeraltısu seviyesine yakın yerlere veya doygun bölgeye bırakıldıklarında doğrudan yeraltısuyla karışırlar. Eski veya tahrip olmuş kuyuların tekniğine uygun şekilde terk edilmemesi neticesinde, kirleticiler kuyu ağızlarından direkt olarak akifere intikal ederler. Bu tür kuyular kirlenmiş suyun bir kuyudan diğerine geçmesine de olanak sağlarlar.

Kirleticilerin kaynağının bulunduğu yerler, yeraltısu kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kirleticiler yüzeye veya yüzey altına bırakıldıklarında yeraltısuyla ulaşmadan önce doygun olmayan bölgede yani toprak katmanları, kayaç zonları ve diğer materyaller arasında dolaşmak zorunda kalırlar. Kirleticiler bu bölgelerden geçerken yeraltısuyla ulaşmaya kadar geçen zaman süresince kirleticilerin etkisini azaltan birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlem gerçekleşir. Kirleticilerin etkisinin azalması, kirletici maddelerin yeraltısuyla ulaşması için geçen mesafe ve zamana bağlıdır. Mesafe ve zaman arttıkça kirlilik etkisi azalmaktadır.

Yeraltısu sisteminde kirleticilerin hareketlerini kuşbakışı incelemek mümkün olsaydı bu hareketlerin bütün yeraltısu sisteminin az bir kısmında oluştuğu gözlemlenirdi.

Noktasal kaynaklardan (çöplük) meydana gelen kirleticiler dağılmadan yeraltısu akım çizgileri boyunca bir kütle halinde hareket ederler. Bu kütlelerin uç kesimlerinde kirlilik konsantrasyonu daha az iken, kütlelerin merkezine doğru gidildikçe konsantrasyon artmaktadır. Kütlelerin şekli ve boyutu ortamın jeolojisine, yeraltısu akımına, akımın tipine, kirleticinin konsantrasyonuna ve kirleticinin yeraltısuyla bırakılma devamlılığına bağlı olarak değişmektedir.

## **YERALTISUYU KİRLİLİĞİNİN KAYNAKLARI**

Yeraltısu kirlilik kaynakları çeşitlidir. Bunlar şehir atıkları, sanayi atıkları ve tarımsal kirleticiler olarak sınıflandırılabilir. Kirlilik kaynakları ya noktasal kaynak olarak adlandırılan tek bir lokasyondan ya da noktasal olmayan kaynak olarak adlandırılan geniş alana yayılmış sayısız lokasyondan oluşabilir. Sanayi gelişiminin az ve belediye hizmetlerinin sınırlı olduğu gelişmekte olan ülkelerde arazi atık çukurları, atık su lagünleri veya yeraltı depoları gibi noktasal kirlilik kaynaklarına daha az rastlanmaktadır. Bu ülkelerde yeraltısu kirliliği riski daha ziyade tarımsal faaliyetler, kanalizasyon şebekesi olmayan yerleşim birimleri, kirlenmiş cadde ve sokaklardaki yüzey akışları gibi noktasal olmayan kaynaklardan meydana gelmektedir.

## Kirlilik Kaynaklarının Gruplandırılması

Şehir	<ul style="list-style-type: none"><li>- Katı Atık Tahliyesi</li><li>- Atık Su Çukurları ve Havuzları</li><li>- Kanalizasyon Çamuru Tahliyesi</li><li>- Kanalizasyon Sızıntısı</li><li>- Yeraltı Depolarından Sızıntı</li><li>- Tekniğine Aykırı Terk Edilen Kuyular</li></ul>
Tarım	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hayvan Besleme Yerleri</li><li>- Hayvan Atık Depoları (Hayvan gübresi çukurları)</li><li>- Gübre Kullanımı ve Depolama</li><li>- Tarımsal İlaç Kullanımı ve Depolama</li><li>- Tarımdan Dönen Su</li><li>- Silaj</li></ul>
İçme-Kullanma-	<ul style="list-style-type: none"><li>- Foseptik Çukurlar ve Kanallar</li><li>- Tekniğine Aykırı İnşa ve Terk Edilen Kuyular</li><li>- Yeşil Alanların Gübrenmesi</li></ul>
Çevre	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tuzlu Su Girişimi</li><li>- Yağış İçindeki Erimiş Maddeler ve Tanecikler</li><li>- Doğal Kirleticiler</li></ul>
Sanayi	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sıvı Atık Tahliyesi</li><li>- Tehlikeli Atık Depolaması ve Tahliyesi</li><li>- Depolama Alanları ve Boru Hatlarından Sızıntılar</li><li>- Kimyasalların Dökülmesi</li><li>- Maden Atıkları (Çamur Lagünleri)</li><li>- Enjeksiyon Kuyuları</li><li>- Atık Yığınları</li><li>- Petrol Alanlarındaki Tuzluluk</li></ul>

## YERALTISUYUNUN KORUNMASI

Yeraltısuyu, dünyadaki en büyük hacimli tatlı su kaynağıdır. Son 10-20 yılda, özellikle gelişen ülkelerde yeraltısuyunun geliştirilmesinde ve kullanımında yoğun bir artış olmuştur. Yeraltısuyu çeşitli amaçlarda kullanırken onu kirleticilerden de uzak tutmak gerekir. Fakat gerçek tehlike aslında kirlilik değil, kirlilik sorununun göz ardı edilmesidir.

Yeraltısuları yüzey sularına göre kirliliğe daha az maruz kalırken, yeraltısuları kirliliğinin etkisi yüzey suları kirliliğine nazaran daha uzun sürer. Yeraltısuyu kirliliği kolayca fark edilemez ve çoğu durumda kirleticilerin içme, kullanma sularında fark edilmesi ile saptanır. Yeraltısularında kirleticiler fark edilinceye kadar büyük bir alan kirlilikten etkilemiş olmaktadır.

Yeraltısuyu kirliliği tamamen giderilemese de azaltılabilir veya rehabilite edilebilir. Fakat uygun koruma önlemleri alınmadan ve uygulanmadan önce yeraltısuyu kirliliği ile kirletici kaynaklar belirlenmeli ve çevre kirliliğe karşı olan hassasiyeti değerlendirilmelidir.

Başarılı bir yeraltısuyu koruma programı üç temel unsur içermektedir: kirlilik önleme, doğal arıtmadan yararlanarak kirliliği azaltma, kirlilik giderme teknolojileri.

Yeraltısuyunun kalitesine etki eden potansiyel tehlikeleri saptamak için mevcut ve potansiyel kirletici kaynakların sistematik ve ayrıntılı bir envanteri çıkarılmalıdır. Yeraltısuyunda mevcut olan kirliliğin yaygınlık derecesi ve özellikle çevredeki şüpheli kirletici kaynaklar belirlenmelidir. Bunu başarmanın yollarından birisi de izleme yapmaktır. Her hangi bir aktiviteden kaynaklanan yeraltısuyu kirliliğini, kirliliğin derecesini belirlemek ve içme suyu temininin yapıldığı önemli su kaynaklarına yaklaşmakta olan kirlenme tehlikesine karşı uyarı yapabilmek için izleme kuyuları açılmalıdır.

Yeraltısuyunun kirliliğe karşı olan hassasiyeti bakımından yapılan değerlendirmeler, fiziki çevrenin doğal ve yapay etkilere karşı bir miktar koruma sağlayabileceği düşüncesi üzerine dayanır. Bu hassasiyet toprak tipi, doygun olmayan zondaki materyalin karakteristikleri ve kalınlığı, yeraltısuyunun derinliği, akiferin tipi, geçirimsizliği ve beslenme oranı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Yeraltısuyu kirliliğini gidermek için birçok metot mevcuttur. Uygun koşullarda yerkabuğunun doğal arıtma işlemlerini yapması, kirlenmiş suyun yeraltısuyuna girişini azaltabilir ve kirliliği kabul edilebilir bir düzeye düşürebilir. Kirlenmiş yeraltısuyunu temizlemeye yönelik olarak son 20 yılda birçok yöntem ve yeni teknoloji geliştirilmiştir. Fakat temizleme işlemi hem zor hem de pahalı olup uzun zaman gerektirir. Bu nedenle esas çabalar kirliliğin oluşmasını önlemeye yönelik olmalıdır. Yeraltısuyunun kirliliğe karşı önlem olarak korunmasının maliyeti, oluşan kirliliği gidermek için gösterilen çabaların maliyetinden çok daha düşüktür.

## **ÖNLEM**

Bireylerin ve toplumun ihtiyacını karşılamak üzere içme suyu kaynağı olarak yeraltısuyuna verilen önem gittikçe artmaktadır. Ayrıca kirlenmiş yeraltısuyunu temizlemedeki güçlük ve yüksek maliyetler nedeniyle, temiz yeraltısuyunun güvenli bir su kaynağı olarak devamlılığını sağlamanın en iyi yolu, kirliliğin önlenmesidir. Bunu sağlamak için birçok alternatif yol mevcuttur.

## **Kanun**

Hemen hemen her devlet tüm su kaynaklarını kapsayan, fiziksel, politik ve kültürel durumuna uygun temel bir su yasasına sahiptir. Yeraltısuyunu korumak amacıyla özel bazı hükümler, bu kanun çerçevesinde birleştirilir veya daha sonra bu kanuna eklenebilir. Ulusal su kanunları genelde yeraltısuyu kirliliğini kontrol etmede sadece temel çerçeveyi oluştururlar. Bu itibarla, yeraltısuyunu korumak amacıyla, bu temel çerçeve kanunlar,

tüzükler veya yerel yönetmeliklerle tamamlanmalıdır. Yerel koşullara özgü bir durumda ne gibi şartların en iyi çözüm olacağı bilinmediğinden, yeraltısuyu korumak için detaylı ulusal yönetmelikler yapılamaz.

### **Yönetmelik Seçenekleri**

Kirliliğin oluşumunu önlemek için pek çok düzenleme mekanizması oluşturulabilir. En etkili düzenleme mekanizmalarından birisi de, kirlilik önleme ile ilgili önemli hususların ulusal veya yerel yönetmeliklerde yeterince bulunmaması durumunda, yerel hükümetlerin müdahalesine olanak sağlayan arazi kullanım kontrolleridir. Fakat arazi kullanım yönetmelikleri, sadece yeni arazi kullanım tipini, yerini ve yoğunluğunu düzenler ancak mevcut olanları etkilemez.

Yeraltısuyu kirliliğini önlemek, öncelikle kirlilik kaynaklarını mevcut olduğu yerde gidermek veya kontrol altına almaktır. Kirliliğin önlenmesi şu şekilde başarılabilir;

- (a) Daha iyi üretim kontrolü yapmak, sınırlamak veya zararlı üretimi yasaklamak,
- (b) Zararlı madde ve atıkları işleyen veya tahliye eden tesisler için proje ve işletme standartlarını belirlemek ve potansiyel kirlilik aktiviteleri için koşullu kullanım izinleri yayınlamak,
- (c) Potansiyel bir yeraltısuyu kirliliği tehlikesi oluşturan tesis işletmecileri için zorunlu eğitim uygulamak ve bu gibi tesisleri düzenli bir şekilde denetlemek.

Önleme tedaviden daha iyidir. (Atasözü)

Herhangi bir yönetmelik tasarısının en önemli yanı, kanun ve yönetmelikleri yapacak ve bunların standartlar ile yönergelere uyumunu sağlayacak olan lider kurumun sorumluluklarını tayin etmektir. Standartların ve yönetmeliklerin icrası bu kurumlar için muhtemelen en zor bir görevdir. Yönetmeliklere uyumu sağlamanın başlıca iki alternatif yolu vardır: cezalar ( para cezası, vergiler, ruhsat iptali) ve teşvikler (vergi ödeme kolaylığı, tazminat, hibe).



## Bazı Kirlilik Kaynaklarını Kontrol Metotları

KAYNAK	KONTROL METODU
Arazi atık doldurmaları (Atık çukurları)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yerleşim, inşaat, işletme ve kapatma düzenlemesi,</li><li>• İzleme.</li></ul>
Yeraltı depolama tankları	<ul style="list-style-type: none"><li>• Periyodik inceleme ve basınç deneyi,</li><li>• İzleme.</li></ul>
Tehlikeli atık döküntüleri, sızıntılar veya uygun olmayan tahliye	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tehlikeli maddelerin "kayıtlı izlemeleri",</li><li>• Depolama yönetmelikleri,</li><li>• Ağır para cezaları,</li><li>• Taşıma ekipmanlarının zorunlu denetimi,</li><li>• Atık döküntülerinin kaldırılması.</li></ul>
Gübre ve tarımsal ilaçlar	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bitki ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla besleme yönetimi,</li><li>• Tarımsal ilaç gereksinimini en aza indirmek veya kullanımını yasaklamak,</li><li>• Kullanılmış kapların tahliyesinin düzenlenmesi.</li></ul>
Foseptik sistemler	<ul style="list-style-type: none"><li>• Yerleşim ve inşaa yönetmeliği,</li><li>• Gerekli periyodik incelemeler,</li><li>• Kuruculara ruhsat verme.</li></ul>

Kirlilik kaynaklarını kontrol eden yönetmeliklere ilave olarak, içme suyu kaynaklarını ve akiferleri korumak için de yönetmelik hazırlama çalışmalarında bulunmak gerekir. Yönetmelikler su kuyularının yerini, inşaatını ve terk edilme şeklini düzenler ve bir program çerçevesinde kuyu inşaatlarını tekniğine uygun açacak sondörlere ruhsat verme hususunu da içerecek şekilde yayınlanabilir.

Önemli içme suyu kaynakları, potansiyel kirlenici kullanımını ve faaliyetlerini kontrol altına alan koruma bölgeleri oluşturularak korunabilir. İdeal olarak, koruma bölgesi yeraltısuyu besleyici kaynak olarak katkıda bulunan tüm havzayı kapsar. Böyle bir koruma bölgesi toplumu ciddi olarak ekonomik sıkıntıya sokacak kadar karmaşık ve nispeten de geniş sayılabilir. Pratik olarak, havza alanı genellikle iki veya üç bölgeye ayrılabilir ve en belirgin sınırlamalar sadece kaynağa yakın olan bölgeye uygulanabilir.

Akiferler potansiyel kirlenici unsurlar için yasal kısıtlamaların uygulandığı, çok hassas alanlar veya kritik beslenme alanları gibi özel yeraltısuyu koruma alanlarının oluşturulmasıyla korunabilir.

## **Yönetmeliklerde Yer Almayan Aktiviteler**

Gönüllü kuruluş faaliyetleri, atık azaltımı, ev idaresi-temizliği pratikleri, halkın eğitimi ve bilgilendirmesi gibi çalışmalar etkili önlem çabalarıyla aynı derecede önemlidir. Bu faaliyetler genellikle yönetmeliklere destek olarak tamamlayıcı niteliktedirler.

Zararlı kimyasal ve tehlikeli madde üretimi yapan ve kullanan tesislerin yöneticileri veya işletmecileri, faaliyetlerinin yeraltısuyu kirliliğine sebep olmaması için çalışan elemanlarına potansiyel kirlenici maddelerin nasıl depolanacağını ve kullanılacağını içeren rehber kitaplar dağıtabilir ayrıca önleme tedbirlerine yönelik personel eğitimi yaptırabilirler.

Tarımsal faaliyetlerin olumsuz etkisi çiftçilerin eğitimi ve bilgilendirilmesiyle azaltılabilir. Bu amaçla hayvansal atıkların daha iyi yönetimi konusunda gönüllü hareketler desteklenebilir. Bitki ihtiyaçlarına göre gübre ve tarımsal ilaç uygulaması ile uygun bir sulama programı yapılması konularında çiftçiler eğitilebilir ve bilgilendirilebilir.

Ayrıca insanlar ev idaresi-temizliği pratiklerini geliştirerek ve tehlikeli maddeler içeren evsel ürünlerin en doğru şekilde nasıl tahliye edileceğini öğrenerek bu konuda yardımcı olabilirler. Kuyuların potansiyel kirlilik kaynaklarına oldukça uzak olduğundan emin olunmalıdır. Biriken suların kuyu civarlarında göllenmesine asla müsaade edilmemelidir. Kirlenmelerin yeraltısularına girişini en aza indiren şu çalışmalar oldukça önemlidir:

- a) Yeniden kazanım yoluyla atık azaltımı,
- b) Acil deşarj eylem planı,
- c) Arazi sahiplerinin yeraltısuyu kirliliği ile arazi kullanımı arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamalarına yardımcı olan eğitim programları.

## **KAYNAKLAR**

- Boulding J.R. (1996) EPA Environmental engineering sourcebook. Ann Arbor Press, Inc., Chelsea, MI, USA, 404 p,
- Candela L. and Aureli A. (1998) Agricultural threats to groundwater quality. UNESCO- IHP, IAMZ-CIHEAM, and Technical University of Catalonia, Zaragoza, Spain, 251 p,
- Clarke R., Lawrence A. and Foster S. (1996) Groundwater: A threatened resource. UNEP Environmental Library No. 15, UN Environmental Programme, Nairobi, Kenya, 36 p.
- Daly D. (1985) Groundwater quality and pollution, Geological Survey of Ireland Information Circular, 85/1, 25 p.
- DeBreuck E. (ed.) (1991) Hydrogeology of salt water intrusion. Verlag Heinz Heise, Hannover, Germany, International Contributions to Hydrogeology, Volume II, 422 p
- Lawrence A. and Foster S. (1996) Characterization and assessment of groundwater quality concerns in Asia-Pacific region. UNEP/DEIA/AR 96-1, UN Environment Programme, Nairobi, Kenya, 102 p.
- Moody D.W. (1990) Groundwater Contamination in the United States. Journal of Soil and Water Conservation, v 45, no 2, p. 170-179.
- Nace R.L. (ed.) (1971) Scientific framework of world water balance. UNESCO Technical Papers in Hydrology, 7, 27 p.
- Nash H. and McCall G.J.H. (1995) (eds.) Groundwater Quality. AGID Special Publication No. 17, Chapman & Hall, London, UK, 204 p.
- RIVM and RIZA (1991) Sustainable use of groundwater-problems and threats in the European Communities. National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM) and National Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA), The Netherlands, 80 p.
- Tebbutt T.H.Y. (1983) Relationship between natural water quality and health. UNESCO, Technical Documents in Hydrology, 25 p.
- UNESCO (1992) Groundwater. UNESCO Environment and Development Briefs No. 2, 14 p.
- UN Food and Agriculture Organization (1993) The state of food and agriculture 1993: water policies and agriculture. FAO, Rome, Italy.

Vrba J. and Romijn E. (eds.) (1986) Impact of agricultural activities on groundwater.

Verlag Heinz Heise, Hannover, Germany, International Contributions to Hydrogeology, Volume 5, 332 p.

World Health Organization (1993) Guidelines for drinking water quality. WHO, Geneva, Switzerland, 188 p.

Zaporozec A. (1981) Groundwater pollution and its sources. Geojournal v.5, no.5, 457- 471 p.

# SAHİL AKİFERLERİNDE TUZLU SU GİRİŞİMİ ve DEMRE OVASI <sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Tuzlu su girişimi, sahil bölgelerinde yer alan akiferlerin denize veya okyanusa açılması halinde tuzlu suyun sahil akiferlerinde iç kesimlere doğru ilerlemesidir. Deniz suyu ile etkileşim halinde olan akiferlerde, tuzlu deniz suyu ile tatlı yeraltısu arasındaki yoğunluk farkından dolayı bir girişim yüzeyi meydana gelmektedir. Böylelikle iki farklı yoğunluktaki su, eğimli bir ara yüzle birbirlerinden ayrılmaktadır.

Sahil akiferlerinde yıllık yeraltısu beslenme miktarındaki değişimler denize akan yeraltısu miktarında artmalar ve/veya azalmalara yol açacağından bu durum tuzlu su girişim yüzeyini ve akifer içine doğru uzanan tuzlu su kamasının uzunluğunu etkilemektedir. Kurak dönemlerde denize boşalım azalacağından tuzlu su kamasının akifere olan girişimi artmakta yağışlı dönemlerde ise kama, tatlı yeraltısu tarafından denize doğru itilmektedir. Bu doğal ortamı yansıtmaktadır. Bu tür akiferlerde yapılan yeraltısu çekimleri girişim yüzeyini ve tuzlu su kamasının uzunluğunu etkilemektedir. Bu çekimler doğal dengeyi bozmaktadır. Sahil akiferlerinde akiferin beslenme miktarından fazla çekim yapılması halinde ise deniz suyu girişimi iç kesimlerde de gözlenebilmektedir. Tuzlu su girişimi ve tuzlu su kamasının uzunluğu denize boşalan yeraltısu miktarı ile ters orantılıdır. Bu sebeple bu tür akiferlerden yeraltısu çekimi yapılırken dikkatli olunmalı ve kontrollü davranılmalıdır.

## 2. YERALTISULARININ KOMPOZİSYONU

Suların kalitesi kullanım amacı ile ilişkili olarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerini belirtmektedir. Belirli bir süre organik madde, toprak ve kayalar ile temas halinde bulunan suyun kalitesinde değişiklikler meydana gelir.

Yeraltısularının kimyasal bileşimi, temas ettiği maddelerin fiziksel özelliklerine, bileşimlerine ve temas süresine bağlı olarak değişim gösterir. Suyun söz konusu maddelerle temas süresi uzadıkça suda daha fazla miktarda mineral çözünmektedir.

Yeraltısularının Kimyasal Yapısının % 95'ini Meydana Getiren 6 Ana İyon	
<u>Katyonlar</u>	<u>Anyonlar</u>
Sodyum (Na) <sup>+1</sup>	Klorür (Cl) <sup>-1</sup>
Kalsiyum (Ca) <sup>+2</sup>	Bikarbonat (HCO <sub>3</sub> ) <sup>-1</sup>
Magnezyum (Mg) <sup>+2</sup>	Sülfat (SO <sub>4</sub> ) <sup>-2</sup>

<sup>1</sup> Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısu Dairesi Başkanlığı tarafından İzmir'de 2004 yılında düzenlenen "Jeoteknik ve Yeraltısu Semineri"nde sunulmuştur.

Yeraltısuyunda erimiş olarak bulunan ana elementlerin sayısı sınırlıdır. İçinden geçtikleri organik maddelerin ve minerallerin karmaşıklığına, aynı zamanda geçirdikleri kimyasal reaksiyonların karmaşıklığına rağmen, yeraltısuyunda sadece 6 adet element, kimyasal kompozisyonun çoğunluğunu meydana getirir. Yeraltısuyunda ve deniz suyunda bulunan bazı elementler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Yeraltısuyu ve deniz suyunun kimyasal kompozisyonu (ppm)

Element	Yeraltısuyu	Deniz suyu
Ca <sup>++</sup>	10 - 200	400
Mg <sup>++</sup>	1 - 100	1 350
Sr <sup>++</sup>	< 10	8
Na <sup>+</sup>	1 - 300	10 500
K <sup>+</sup>	1 - 20	380
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0 -5	< 0.5
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	80 - 400	142
SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	10 - 100	2 700
Cl <sup>-</sup>	1 - 150	19 000
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0 - 0.60	< 0.5
SiO <sub>2</sub>	10 - 30	6.4
TDS	1 000 - 2 000	35 000

Yeraltısularındaki toplam erimiş madde miktarı (TDS), belirli hacimdeki yeraltısuyu numunesinin buharlaştırılarak geride kalan katı maddelerin tartılması ile belirlenir. Geride kalan katı maddeler inorganik bileşikler ile çok az miktarda organik maddeler içermektedir. Yeraltısuyundaki TDS konsantrasyonu belirli aralıkta değişim göstermektedir. Basit ancak geniş bir kullanım alanı olan sulardaki TDS oranları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Suların TDS’ e göre sınıflandırılması

Kategori	TDS (ppm)
Tatlı su	0 -1 000
Acı su	1 000 - 10 000
Tuzlu su	10 000 - 100 000
Çok tuzlu su	> 100 000

### 3. YERALTISUYU AKIMI

Suyu depo eden ve ileten jeolojik birimlere akifer denir. Su taşıyan formasyonlardaki birbirleri ile irtibatlı boşluklar, hem suyun depo edilmesini hem de suyun hareketini sağlar. Suyun hareketi, birim mesafe meydana gelen basınç kaybı olarak tanımlanan hidrolik eğim yönündedir.

Hidrolik eğim altında birim zamanda bir akiferin birim kesitinden geçen su miktarına permeabilite (geçirgenlik) katsayısı denir.

Henry Darcy (1856) yaptığı deneylerde doymuş bir kum kolonunda su akışının kolondaki hidrolik eğim ile doğru ve kolonun uzunluğu ile ters orantılı olduğunu bulmuştur. Darcy Kanunu' nun matematiksel ifadesi aşağıda verilmiştir:

$$V = k \frac{dh}{dl} = k \frac{h_1 - h_2}{dl}$$

- V = akım hızı (m/gün)  
k = geçirgenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)  
dh = hidrolik basınç farkı (m)  
dl = hidrolik seviyeler arası mesafe (m) dir.

Formülde  $\frac{h_1 - h_2}{dl} = i$  hidrolik eğim olarak tarif edilir. Buna göre formül

$$V = k * i$$

şeklinde yazılır. Genelde akım hızı yerine birim zamanda akan su miktarı olarak tanımlanan debi daha çok kullanıldığından Darcy Kanunu şu şekilde yazılır:

$$Q = A * V$$

Formülde;

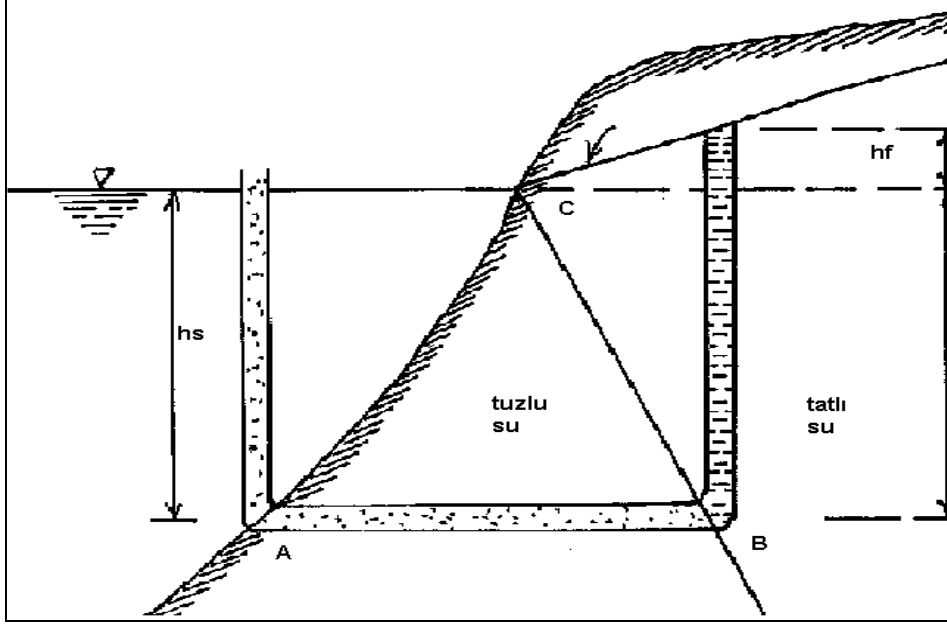
- Q = debi (m<sup>3</sup>/gün)  
V = akım hızı (m/gün)  
A = akıma dik kesit alanı (m<sup>2</sup>) dir.

Darcy Kanununun geçerli olduğu akım laminar akımdır.

### 4. TATLI SU – TUZLU SU DENGESİ

Sahil akiferlerinde denize yeraltısuyu boşalımı olurken denizden de akifere doğru tuzlu su girişi olmaktadır. Tuzlu suyun yoğunluğu yeraltısuyunun yoğunluğundan daha fazla olduğundan yeraltısuyu kıyıdaki bir akış

aralığından denize doğru akarken tuzlu su da yeraltısuyunun altından akifere doğru ilerlemektedir. Bu durum Ghyben – Herzberg tarafından incelenerek yeraltısuyu ile deniz suyu arasında girişim yüzeyi ve kama ilişkisini açıklayan bir formül ortaya konulmuştur. Bu formül tatlı yeraltısuyu ile tuzlu su arasında bir yüzey boyunca yoğunluk farkından ileri gelen hidrostatik dengenin varlığına dayanmaktadır.



Şekil 1. Tatlı su – tuzlu su dengesi

Şekil 1’ de serbest kıyı akiferinde tatlı su - tuzlu su ilişkisi görülmektedir. BC girişim yüzeyi, AB referans düzlemi ile düşey düzlemin ara kesitidir. Hidrostatik denge şartlarında A ve B noktalarındaki basınçlar birbirine eşit olacaktır:

$$P_A = P_B$$

A noktasındaki basınç;

$$P_A = h_s * g * \rho_s$$

B noktasındaki basınç;

$$P_B = (h_s * g * \rho_f) + (h_f * g * \rho_f)$$

Her iki noktadaki basınç birbirine eşit olacağından

$$P_A = P_B$$

$$h_s * g * \rho_s = (h_s * g * \rho_f) + (h_f * g * \rho_f)$$

Formülde gerekli kısaltmalar yapıldıktan sonra



$$h_s = \frac{\rho_f}{\rho_s - \rho_f} * h_f \quad \text{halini alır.}$$

Formülde;

- $h_s$  = deniz seviyesinden itibaren tatlı su - tuzlu su ara kesiti derinliği (m)  
 $h_f$  = yeraltısuyu seviyesi kotu (m)  
 $\rho_f$  = tatlı suyun yoğunluğu ( $\text{gr/cm}^3$ )  
 $\rho_s$  = tuzlu suyun yoğunluğu ( $\text{gr/cm}^3$ ) dur.

Bu eşitlik Ghyben – Herzberg formülü olarak adlandırılır. Tatlı suyun yoğunluğunu  $\rho_f = 1 \text{ gr/cm}^3$ , tuzlu suyun yoğunluğunu ise  $\rho_s = 1.025 \text{ gr/cm}^3$  aldığımızda,

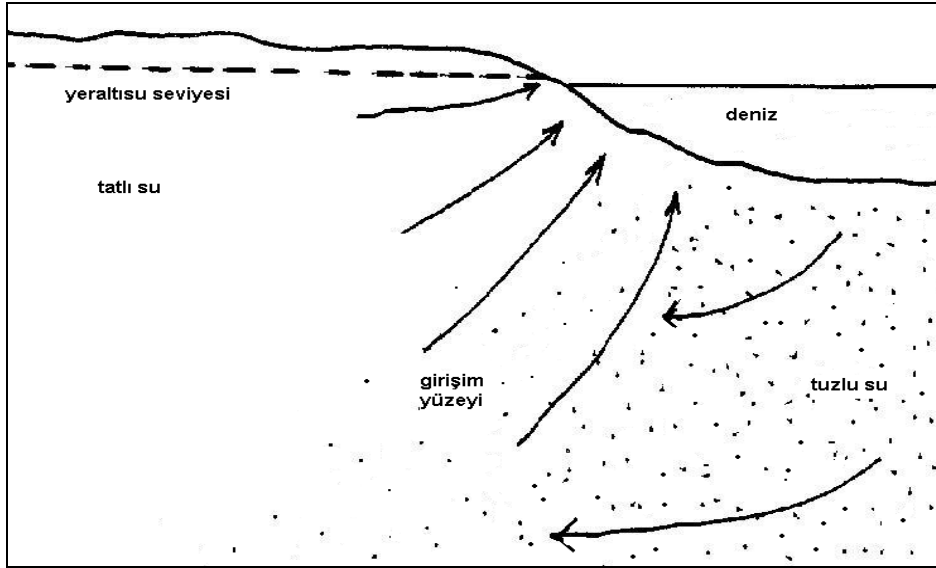
$$h_s = 40 h_f$$

olarak bulunur. Buna göre serbest bir sahil akiferinde herhangi bir noktada su seviyesinin deniz seviyesinden itibaren yüksekliği 1 metre ise deniz seviyesinden itibaren tatlı su – tuzlu su arakesitine olan derinlik 40 metredir.

Daha sonra yapılan çalışmalarda Ghyben-Herzberg formülünün geçerli olması için serbest akiferin su seviyesinin deniz seviyesinin üzerinde bulunması ve bu seviyenin denize doğru eğimli olması gerektiği ileri sürülmüştür.

Hubbert (1940) tatlı su ile tuzlu su arasında bir akımın bulunduğunu, bu sebeple statik denge durumu yerine dinamik denge durumunun esas alınmasının doğru olacağını belirtmiştir.

Arazi ve laboratuvarlarda yapılan çalışmalar tatlı su – tuzlu su arasında kesin bir sınır bulunmadığını ortamın hidrolik karakteristiklerine ve yeraltısuyunun beslenimine bağlı olarak değişen geçiş zonunun yer aldığını göstermiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Geçiş zonu

Cooper (1964) ise Atlantik Okyanusu sahillerinde deniz suyu girişimine uğramış akiferlerde yaptığı sistematik klor ölçümleri ile tatlı su – tuzlu su arasında kademeli geçişin olduğunu göstermiştir. Tatlı suda klor miktarı 16 ppm iken deniz suyunda bu miktar 19 000 ppm'e kadar ulaşmakta olup geçiş zonunda ise iki sınır değer arasında çeşitli değerler almaktadır.

Pinder ve Cooper (1970) basınçlı akiferlerde tuzlu su akımını matematik model kullanarak ortaya koymuşlardır. Yaklaşımında dispersiyon dikkate alınmıştır.

USGS tarafından 1994 yılında Güney Karolina'da tuzlu su hareketinin simülasyonu için yapılan çalışmada SUTRA modeli ve New Jersey'de 1998 yılında yeraltısuyu akımı ve tuzlu su girişiminin analizi konulu incelemede ise SHARP Code kullanılmıştır.

#### 4.1. Tuzlu Su Kamasının Uzunluğu

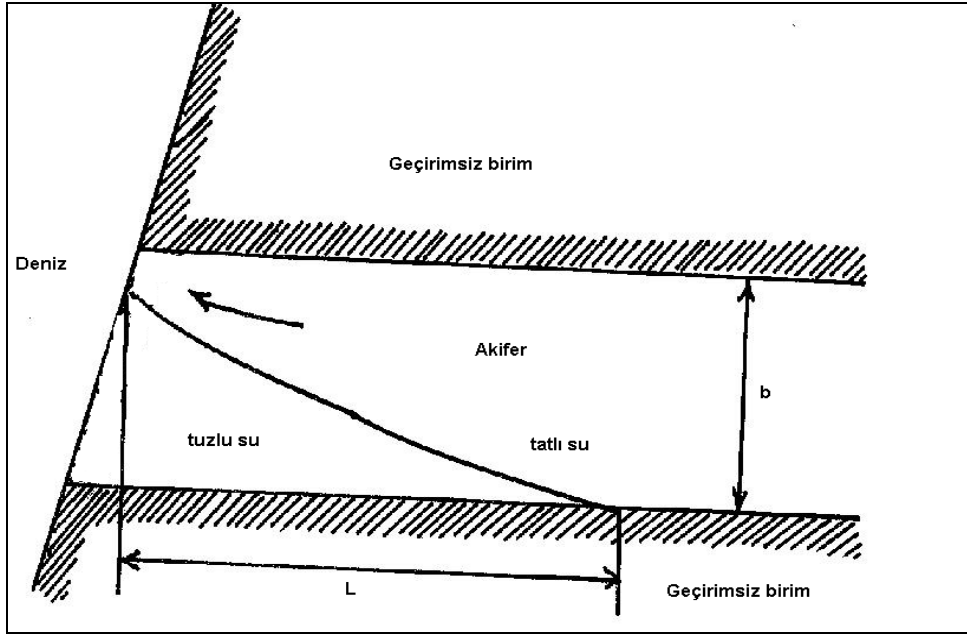
Sahil akiferlerinde akifer içine doğru tuzlu suyun girmesi sonucu tuzlu su kaması gelişir. Basınçlı akiferlerde bu kamanın gelişimi Şekil 3'de gösterilmiştir.

Darcy Kanunu ve Ghyben-Herzberg bağıntısı kullanılarak basınçlı akifer içine sokulan tuzlu su kamasının uzunluğu (L) aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$L = \frac{1}{2} \times \frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f} \times \frac{kb^2}{q}$$

Formülde;

- L = tuzlu su kamasının uzunluğu (m)  
 $\rho_s$  = tuzlu suyun yoğunluğu (gr/cm<sup>3</sup>)  
 $\rho_f$  = tatlı suyun yoğunluğu (gr/cm<sup>3</sup>)  
k = geçirgenlik katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)  
b = akifer kalınlığı (m)  
q = tatlı suyun birim debisi (m<sup>3</sup>/gün) dir.



Şekil 3. Basıncılı akiferlerde tuzlu su kaması (Todd, 1959).

#### 4.2. Tuzlanma Süresi

Sahil akiferlerinde açılan kuyularda yeraltısuyu çekimi yapıldığı takdirde denize boşalacak yeraltısuyu miktarı azalacak ve tuzlu suyun akifer içine girişimi hızlanacaktır. Tuzlu suyun akiferin iç kesimlerine ilerlemesinde yeraltısuyu hidrolik eğiminin azalması önemli rol oynamaktadır.

Deniz kıyısından belirli bir mesafede yer alan bir kuyuda sabit debi ile çekim yapıldığında tuzlanma süresini hesaplamak için Hantush tarafından formüller türetilmiştir. Bu formüller çıkarılırken akifer sonsuz yayımlı, homojen ve izotrop kabul edilmiştir. Kuyudan su çekilirken tatlı su ve tuzlu su kütlesi farklı yoğunluğa rağmen kuyuya doğru birlikte hareket etmektedir. Sahil akiferlerde bir kuyudan çekim yapılması halinde kuyudan çekilen suyun ne kadar sürede tuzlanacağını bulmak için aşağıdaki formül kullanılır:

$$t_i = \frac{n\pi b}{Q} (r_i^2 - r_w^2)$$

Formülde;

- $t_i$  = tuzlanma süresi (gün)  
 $n$  = porozite  
 $b$  = akiferin kalınlığı (m)  
 $Q$  = kuyunun debisi ( $m^3/gün$ )  
 $r_i$  = tuzlu suyun kuyuya uzaklığı (m)  
 $r_w$  = kuyu yarı çapı (m) dır.

Formülde, çekilen su miktarı arttıkça tuzlanma süresinin azalacağı, akifer kalınlığı ile porozitenin artması halinde ise bu sürenin artacağı ortaya çıkmaktadır.

## 5. DENİZ SUYU GİRİŞİMİNİN ÖNLENMESİ

Sahil akiferlerinde artan nüfus için ihtiyaç duyulan suyun sağlanması gittikçe çözümü güç bir problem halini almaktadır. Böyle bir problemle karşılaşmamak için yeraltılarından daha fazla çekim yapılmaktadır. Bunun sonucunda ise sahil akiferleri tuzlanmaktadır.

Deniz suyu girişiminin önlenmesi için uygulanması gereken çeşitli metotlar aşağıda belirtilmiştir:

- Yeraltısuyu çekiminin kontrol altına alınması,
- Suni besleme yöntemi uygulanması,
- Kıyıya paralel kuyular açarak aşırı pompaj ile tuzlu suyun dışarıya atılması,
- Yeraltı bariyerlerinin inşa edilmesi.

Sahil akiferlerine deniz suyu girişimi ile tuzlanan akiferlerin eski durumlarına döndürülmesi hem uzun zaman hem de önemli harcamaları gerektirmektedir. Bu bakımdan deniz suyu girişimine meydan vermemek en kesin ve ekonomik yoldur.

## 6. DEMRE OVASI

### 6.1. Konum

Demre Ovası Batı Akdeniz havzasında, Finike ilçesinin 33 km batısında ve Kaş ilçesinin 40 km doğusunda olup  $36^\circ - 16'$  /  $36^\circ - 13'$  enlem daireleri ile  $30^\circ - 18'$  /  $30^\circ - 13'$  boylam daireleri arasında yer alır.

### 6.2. Demre Çayı

Demre Çayı, Demre Ovasını ikiye bölerek Akdeniz'e boşalır. Dereyi meydana getiren kollardan biri olan Kıbrıs Çayı kuzey batıda Akdağ ve Susuz Dağlarından beslenerek Kasaba Ovasına iner. Kuzey doğudan gelen diğer kol Karadağ Çayı ise Eren Dağ, Kapalı Dağ ve Alaca Dağ eteklerinden doğar. Her iki kol Kale mevkiinde birleşerek Demre Çayını meydana getirir. Bu noktada drenaj alanı yaklaşık  $960 \text{ km}^2$ 'dir.

### **6.3. İklim**

Proje sahası ılıman ve yağışlı Akdeniz iklimine sahiptir. Yaz ayları sıcak ve rutubetli, kış ayları ise ılık ve bol yağışlıdır. İç kesimlere doğru kısmen de olsa göller bölgesinin iklim şartları gözlenmektedir. İklimi etkileyen en önemli faktör kıyıya paralel sıradağlardır.

Ovada Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından işletilen Demre meteoroloji istasyonunun 1974-1996 yılları arasında gözlemlenen yağış verilerine göre ortalama yıllık yağış 785 mm'dir. En yağışlı aylar Aralık, Ocak en kurak aylar ise Temmuz, Ağustos aylarıdır. Kar yağışları pek etkili değildir. Çevrede ise Kasaba (DMİ) ve Finike (DMİ) yağış istasyonları bulunmaktadır.

1982-1993 periyodunda ortalama sıcaklık 17.4 °C'dir (DMİ). Ayrıca Finike, Kaş ve Kalkan meteoroloji istasyonları mevcuttur.

Ova ve civarında buharlaşma rasatları Demre, Finike, Kaş, Kasaba, Gömbe ve Gökbük meteoroloji istasyonları ile yapılmaktadır. En güvenilir değerler Finike istasyonunu ait olup 1984-1994 periyodunda ortalama yıllık buharlaşma değeri 1 532 mm'dir.

Rüzgâr genelde batı ve güneybatıdan eser. Şiddeti ortalama 30.2 m/s' dir.

### **6.4. Jeoloji**

İnceleme alanının beslenme havzasında hâkim olan birim Beydağları Otoktonu' dur. Ancak bu çalışmada sadece ovada yer alan alüvyon birim ile bunu çevreleyen kireçtaşlarına değinilecektir.

#### **6.4.1. Kretase kalker**

Etüt sahasına hâkim olan formasyon kretase kalkerlerdir. Beyaz, gri, kirli kurşuni renklerde. Yer yer bariz tabakalanma gösterir. Alt seviyeler az kristalize haldedir. Karstik olaylar neticesi erime ve alterasyon boşlukları fazladır. Lokal olarak beyaz ve kirli sarı renktedir. Kretase kalkerinin kalınlığının 2 000 m kadar olduğu tahmin edilmektedir. Tabaka doğrultuları genel olarak NE-SW yönündedir. Yeraltısuyu, karstik olayların fazla olduğu kalkerlerde mağaralar ve erime boşlukları vasıtasıyla Akdeniz'e boşalır.

#### **6.4.2. Alüvyon**

Demre Ovasında akifer olarak alüvyon birim yer almaktadır. Demre Çayının ovaya getirdiği tane elemanlı akifer niteliği taşıyan alüvyon birimin alansal yayılımı yaklaşık 20 km<sup>2</sup> ve derinliği ise 20 m - 100 m arasındadır.

Ovanın kuzeyinde çakıl, güneyinde ise kil seviyeler hâkim vaziyettedir. Gerek çakıl ve gerekse killi seviyeler yer yer inceliyor kalınlaşarak

birbirleriyle genel olarak irtibatlıdır. Çakıllar orta irilikte ve yassı olup, beyaz, gri renkli ve kalker elemanlıdır. Plio-kuvaterner yaşlıdır. Açılan derin kuyularda ise taban formasyonunun kalker olduğu belirlenmiştir.

## **6.5. Hidrojeoloji**

Demre Ovasında açılan kuyularda alüvyon akiferin iletkenliği, değişik değerlere sahip olmaktadır. Bunun nedeni Demre Çayının getirdiği alüvyon malzemenin değişken akış hızına göre zaman zaman iri, zaman zaman ince malzemeli olmasıdır. Demre Çayına yakın olan kuyularda iletkenlik fazladır. Demre Çayına yakın olan, iletkenliği fazla olan kuyularda genellikle özgül debi de fazla bulunmuştur.

Açılan derin kuyularda ve özellikle taban formasyonu olan kalkerlerden alınan suların elektrik kondüktivitelerinin (EC) 3700 - 16000 micromho/cm olduğu tespit edilmiştir.

Demre Ovasında aylık seviye ölçümleri yapılan kuyular incelendiğinde, yağışların ve işletme sahalarında yapılan yeraltısuyu çekimlerin yıllık yeraltısuyu seviye değişimlerini etkilediği gözlenmektedir. Ovada yıllık ortalama yeraltısuyu seviye değişimi 1974 ve 1975 yılları esas alındığında 1.5 -1.6 metre arasındadır.

Demre Ovasının yeraltısuyu beslenimi ovaya düşen yağıştan, Demre Çayından süzülmeden, kalkerlerle olan sınır boyunca yüzeysel akıştan ve havza dışından beslenim şeklinde olmaktadır. Yeraltısuyu akım yönü kuzeyden güneye (Akdeniz'e) doğrudur.

Yapılan pompalama deneyleri analiz edildiğinde belirli bir süre sonra pozitif sınır şartına ulaşıldığı gözlenmektedir.

Alüvyonu çevreleyen kalkerlerde açılan kuyularda ise çatlakların penetre edilmesi halinde su alınabilmektedir.

## **6.6. Mevcut Durum**

Sahada Alakent ile Köşkerler Sulama Kooperatifleri yer almaktadır. Alakent Sulama Kooperatifi işletme sahasında 9 adet, Köşkerler Sulama Kooperatifi işletme sahasında 10 adet olmak üzere toplam 19 kuyu sulama amaçlı kullanılmaktadır. Ayrıca yerleşim birimlerine su temini için İller Bankası tarafından açılmış olan kuyular da mevcuttur.

Seracılık yaygın olduğundan 12 ay sulama yapılabilir. Demre Çayı akımları oldukça düzensiz olup yüzey depolaması bulunmamaktadır. Bu sebeple yoğun bir yeraltısuyu tüketimi söz konusudur.

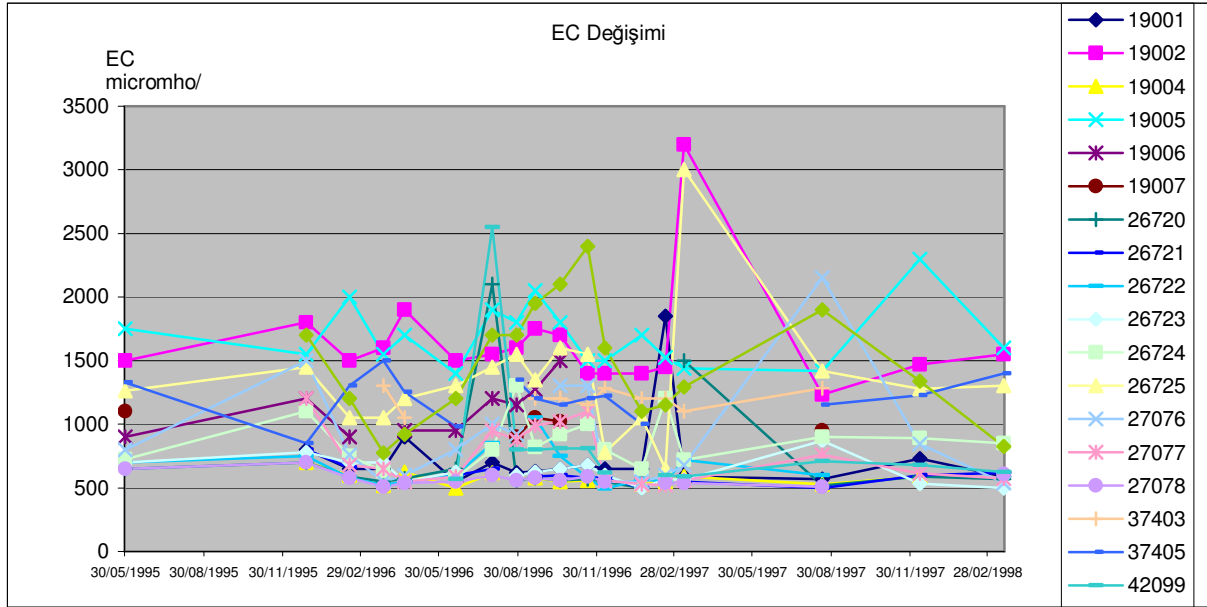
Demre Çayının yüzey drenaj alanınının 960 km<sup>2</sup> olarak belirlenmesine rağmen kalkerler karstik özellik gösterdiğinden havza dışından yeraltısuyu

beslenme miktarı oldukça fazladır. Yeraltısuyu beslenme sınırı ile yüzey suyu drenaj alanı örtüşmemektedir.

Yeraltısuyu seviye değişimleri 1984 - 1997 yılları arasında incelendiğinde 19004 numaralı kuyu için 3 metre sahasal düşüm gözlenmektedir. Ayrıca kuyu kotunun 22 metre olduğu göz önüne alındığında yeraltısuyu kotunun 2 metre olduğu gözlenmektedir.

Kuyulardan alınan su örneklerinde yapılan analizlerde EC-Cl-SO<sub>4</sub> değerlerinde zaman içerisinde gittikçe artan bir trend gözlenmeyip anlık artış ve azalışlar belirgin olmaktadır (Grafik 1). Sonuç olarak alüvyon akiferin beslenme alanının çok geniş olduğu ve bu geniş alanda yer alan kalkerlerin akiferi beslemesi neticesinde deniz suyu girişiminden meydana gelen EC-Cl-SO<sub>4</sub> konsantrasyonunun azaldığı söylenebilir.

Grafik 1. EC değerlerinin zamana bağlı değişimi



## **7. KAYNAKLAR**

Back W. and Custodio E., Chemical Aspects of Groundwater (Preliminary Draft).

DSİ, 1967, Antalya Demre Ovasının Yeraltısuyu Rezerv Raporu.

DSİ, 1975, Antalya-Finike-Demre Ovası Jeofizik Rezistivite Etüd Raporu.

DSİ, 1978, Elmalı, Akçay ve Demre Ovaları Hidrojeolojik Etüd Raporu.

DSİ, 2000, Demre Projesi Revizyonu Planlama Raporu.

Erguvanlı K. ve Yüzer E., 1984, Yeraltısuları Jeolojisi.

Freze R. A. and Cherry J. A.,1979, Groundwater.

MTA, Türkiye Jeoloji Haritası, Antalya M10-M11 Paftaları.

Nazik M., 1978, Kıyasal Akiferlerde Tatlı-Tuzlu Su Münasebetleri.

Övül G.,1974, Akiferlerde Tuzlu Su Girişimi.

Ünal A.A. ve Sargın A.H., 2001, Yeraltısuları Kirliliği (Çeviri).



# YERALTISULARI KİRLİLİĞİ VE KATI ATIK DEPOLAMA YERİ SEÇİMİ <sup>1</sup>

## ÖZ

*Bütün dünyada olduğu gibi, ülkemizde de özellikle büyük yerleşim birimlerinde karşılaşılan en büyük çevre sorunu çöplerdir. Evsel katı atıkların % 68 'ini organik atıklar, kalan kısmını ise kâğıt, karton, tekstil, plastik, deri, metal, ağaç, cam ve kül gibi maddeler oluşturmaktadır. Ülkemizde günde yaklaşık 65 bin ton çöp üretilmektedir. Ülkemizde ve dünyada katı atık yönetiminin üç temel ilkesi vardır. Bunlar; az atık üretilmesi, atıkların geri kazanılması ve atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesidir. Atıkların toplanmasından depolanmasına veya bertaraf edilmesine kadar tüm hizmetlerin bir plan çerçevesinde ele alınması ve öncelikle bu atıkların değerlendirilmesi veya geri kazanılmasına "çevre ile uyumlu atık yönetimi" denilmektedir. Uygun şekilde depolanmamış atıklar yeraltı ve yüzey suları kirliliğine, haşerelerin üremesine, çevreye kötü kokuların yayılmasına, görüntü kirliliğine ve çeşitli hayvanlar vasıtasıyla taşıyıcı mikropların yayılmasına neden olmaktadır. Atığı kaynağında azaltmazsak, bir gün atık dağları arasında nefes alamaz duruma gelebiliriz. Gelecek kuşakların çöp dağları altında ezilmesini istemiyorsak, bilinçli tüketim yapıp az atık üretmek zorundayız.*

## 1. GİRİŞ

Yeraltısularının yer yüzeyi tarafından kirliliğe karşı doğal olarak korunduğuna inanıldığı ve görsel olarak gözlenemediği için kirlilik konusu önemsenmeyen bir konu idi. Yeraltısuyu kirliliği yeni bir kavram olmamasına rağmen, ancak 1970'li yılların sonunda yeni bir çevresel mücadele kavramı olarak ortaya çıkmıştır. Fakat gerçek tehlike aslında kirlilik değil, kirlilik sorununun göz ardı edilmesidir.

Yeraltısuları yüzey sularına göre kirliliğe daha az maruz kalırken, yeraltısuları kirliliğinin etkisi yüzey suları kirliliğine nazaran daha uzun sürer. Yeraltısuyu kirliliği kolayca fark edilemez ancak kirleticiler fark edilinceye kadar büyük bir alan kirlilikten etkilemiş olmaktadır.

Yeraltısuları kirliliğini temizleme işlemi hem zor, hem maliyetli, hem de uzun zaman gerektirmektedir. Bu nedenle kirliliğin oluşmasını önlemeye daha fazla önem verilmelidir. Yeraltısuyunun kirliliğe karşı önlem olarak

---

<sup>1</sup> *Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı tarafından İstanbul 'da 2007 yılında düzenlenen "ÇED Raporu Hazırlama Sürecinde Modellemeler Semineri" nde sunulmuştur.*

korunmasının maliyeti, oluşan kirliliği gidermek için gösterilen çabaların maliyetinden çok daha düşüktür.

Yeraltısuyu kirliliğini önlemek, öncelikle kirlilik kaynaklarını mevcut olduğu yerde gidermek veya kontrol altına almaktır. Bu nedenle düzenli katı atık depolama tesislerinin kurulması yeraltısuları kirliliğinin önlenmesinde önemli bir yere sahiptir.

Katı atık döküm alanına yağmur suyunun girmesi ve bununla birlikte atıkların biyokimyasal ve fiziksel parçalanması sonucunda, metan oranı yüksek bir gaz ve askıda katı maddesi yüksek, organik-inorganik içeriği fazla olan bir sızıntı suyu oluşabilmektedir. Bu sızıntı suyu, yeraltısuyu kirliliğine yol açmaktadır. Yeraltısuyu kirliliğini önlemek açısından ve aynı zamanda tehlikeli durumların oluşmasını engellemek amacı ile atıklar kontrollü bir şekilde toplanmalı, depolanmalı, işlenmeli veya tekrar kullanılmalıdır.

## **2. DÜZENSİZ DEPOLAMA ALANLARI**

Geçmişte atıklar genellikle yol ve nehir kenarlarına veya terkedilmiş maden ocaklarına dökülerek bertaraf edilirdi. O dönemde bu yöntem çöplerin bertarafı için en uygun ve en ucuz yöntem olarak görülmekteydi. Yüzey ve yeraltısuları ile havanın kirlenmesine genellikle önem verilmemekteydi. Düzensiz depolama sahalarının çevre ile uyum sağlaması genellikle doğaya bırakılmaktaydı. Atıklar gözden uzak olduğundan herhangi bir sorun yaratmadığı düşünülmekteydi. Ancak, depolama sahaları için bu tür doğal bir ıslah genellikle yeterli değildir ve gerçek dışıdır. Biriken atık maddelerin üzerinde geçirimsiz herhangi bir tabaka olmadığından, bu kütlelerin içine büyük miktarlarda yağmur suyu girmekte ve bu sular da genelde tehlikeli olarak nitelendirilebilecek atık bileşenlerini içlerine almaktadır. Bu sayede oluşan sızıntı suyu çevre için önemli bir kirlilik tehlikesi oluşturmaktadır. Bu sular özellikle toprağın, yüzey ve yeraltısularının kirlenmesine yol açmaktadır.

Düzensiz bir depolama alanı, bir su havzası veya çevresel yönden hassas bölgelere yakın bir yerde ise burada suyun kalitesinin korunması diğer yerlerden daha önemlidir. Çevresel yönden hassas bölgelerde yeraltısuyunun kirlenmesinin kabul görmesi mümkün olmayacağından, depolama sahasının rehabilitasyonu ve/veya kirlenmiş suyun arıtılması yüksek öncelik taşımaktadır.

Düzensiz depolama alanının altındaki zemin ve yeraltısuyu, burada yapılan depolama nedeni ile ciddi şekilde kirlenmiş ise yeraltısuyunun ve toprağın tamamen ıslah ve rehabilite edilmesi şart olabilir. Zorunlu bir durumda sahadaki tüm atıkların çıkartılması ve bunların düzenli bir depolama sahasına taşınması veya düzensiz depolama sahasının düzenli bir depolama sahasına dönüştürülmesi ya da tümü ile kapatılması söz konusu olabilir. Ayrıca kirlenmiş yeraltısuyunun çekilerek arıtılması ve böylece

kirliliğin daha fazla yayılmasının mümkün olduğu kadar engellenmesi gerekebilir

### **3. DÜZENLİ DEPOLAMA ALANLARI**

Düzenli katı atık depolamada ilk adım, depo alanı için uygun yer seçimidir. Düzenli katı atık depolama alanları, depolanacak atıkların cinslerine ve tehlike potansiyellerine bağlı olarak değişiklik göstermekte olup, yer seçiminde dikkat edilecek hususlar aşağıda belirtilmiştir:

- İçme ve kullanma suyu ile su toplama havzaları arasındaki ilişki,
- Çevredeki yeraltısu hareketi,
- Jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik yapı,
- Tektonik yapı,
- Sel, çığ ve erozyon bölgeleri,
- Çevredeki trafik ve ulaşım yollarının durumu,
- Hâkim rüzgâr yönü,
- Sulak alanlar,
- Taşıma mesafesi,
- Yerleşim birimlerine uzaklık,
- Havaalanına uzaklık,
- Sahanın toplam depolama kapasitesi,
- Sahanın çevreden görünüşü.

Yer seçimine karar verildikten sonra, seçilen yerin topografyasına göre depolama şekli genellikle dört şekilde tasarlanabilmektedir:

- Düz sahada yığma,
- Yamaçta depolama,
- Dere doldurma,
- Çukur içinde depolama.

Emisyon kontrolü açısından, düz sahada yığma yöntemi en uygun yöntemdir. Bu depolama şeklinde zemin emniyeti sorun teşkil etmemektedir. Sızıntı suyunun cazibeyle akışını sağlamak için depolama zemininde minimum bir şev sağlanmalıdır. Depolama alanları için düz alanlar bulmak zor olabilir. Düz sahalar çoğu zaman tarım veya başka maksatlar için kullanılmakta olduğundan, yüksek kamulaştırma bedellerine sahiptir. Bu nedenle bu alanlar genellikle yüksek yatırım maliyetleri gerektirmektedir.

Yamaçlarda kurulan veya dere doldurma yöntemiyle oluşturulan depolama alanlarının en büyük avantajı, sızıntı sularının cazibeyle akışından dolayı kolaylıkla sahadan alınabilmesidir. Diğer taraftan bu alanlarda yamaç duraylılığı açısından heyelan gibi problemler meydana gelebilmektedir. Depolama gövdesinin altında su kaynağı bulunduğunda, hem yamaç duraylılığı, hem de geçirimsizlik açısından birçok sorun da ortaya çıkabilmektedir.

Çukur içinde depolama yöntemi, genellikle daha önce oluşturulan bir çukurun (örneğin, kullanımı tamamlanmış maden ya da kömür ocakları) atıkların bertarafı için yeniden doldurulması şeklinde gerçekleşir. Ancak, bu yöntemin işletme açısından bazı önemli sakıncaları olduğu için çukur içinde depolama uygulaması giderek azalmaktadır. En önemli sakıncaları arasında dik yamaçların geçirimsizliğinin sağlanamaması ve sızıntı sularının dipten pompayla çıkarılması sayılabilir. Çukur doldurma yönteminin diğer bir sakıncası, yeraltı suyu seviyesi yüksek olduğunda sızıntı sularının akiferle yayılıp yeraltı sularını kirletmesidir.

Düzenli depolama alanı için uygun yer seçimi ve topografyaya göre depolama şekli belirlendikten sonra aşağıdaki özelliklere sahip düzenli depolama sahaları kurulmalı ve işletilmelidir:

- Alt örtü ve drenaj sistemi,
- Sızıntı suyu toplama sistemi,
- Sızıntı suyu arıtma tesisi veya sızıntı suyunu daha büyük bir arıtma tesisine ulaştıracak donanım,
- Depolama, gazı toplama, arıtma ve / veya değerlendirme sistemi (kısmen sahanın kapatılmasından sonra ve depolama sahasının son toprak örtüsü konulması aşamasında),
- Üst örtü ve kaplama sistemi.

Ayrıca katı atık depolama alanları, imar planında belirtilerek, işletmeye kapatıldığı andan itibaren en az 50 yıl yerleşime açılmamalı ve en az 10 yıllık ihtiyaca cevap verecek kapasitede olmalıdır.

## **4. DEPOLAMA ALANLARININ AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI**

### **4.1. Avantajlar**

Depolama alanlarının avantajları aşağıda belirtilmiştir;

- En ekonomik yöntemdir,
- Kullanılıp kapatılan araziden rekreasyon amacıyla istifade edilir,
- Geniş iş imkânları doğar,
- Yöre halkı elde edilecek enerji ve imkânlardan öncelikle istifade eder.

### **4.2. Dezavantajlar**

Depolama alanlarının dezavantajları aşağıda belirtilmiştir;

- Her bakımdan uygun yer bulmak güçtür,
- Depolama alanları için başlangıçta toplumsal tepki ile karşılaşılabilir,
- Döküme kapatılmış katı atık depo alanlarında göçük ve yerel çökmeler olabileceğinden devamlı bakım gereklidir,

- Sıvı ve gaz sızıntıları kontrol altında bulundurulmalıdır.

Düzenli depolama tesislerinin tasarımı ve çalıştırılması mühendislik ve ekonomik prensiplerin uygulanması ile mümkündür. Depolama sahası işletmeye kapatıldıktan sonra su ve gaz analizi en az beş yıl boyunca yapılmalıdır. Bundan sonra yılda bir defa da detaylı analiz yapılmalıdır. Görüntü, koku, pH, oksijen içeriği ve iletkenlik hem sahada, hem de laboratuarda ölçülmelidir.

## **5. KİRLLETİCİLERİN ORJİNİNİ VE TAŞINMASI**

Yeraltısuyu kirliliğinin oluşumu, kirleticiler ile mevcut rutubet, yeraltındaki maddeler ve yeraltısuyu akımı arasındaki karşılıklı etkileşimlerin bir neticesidir. Yeraltısuyu kirliliği yer yüzeyinde, yeraltında ancak yeraltısuyu seviyesinin üzerinde veya yeraltısuyu seviyesinin altında oluşabilir. Yeraltısuyu kirliliğinin meydana gelmesine yol açan 3 etken vardır: süzülme, doğrudan intikal ve akiferler arası karışım.

Süzülme ile meydana gelen kirlilik en yaygın yeraltısuyu kirliliğidir. Yüzeye bırakılan kirleticiler, topraktaki gözeneklerden süzülür ve yerçekimi etkisi altında, akifere ulaşmaya kadar, doymun olmayan bölge içinde aşağıya doğru hareket ederler. Kirleticiler akifere girdikten sonra yeraltısuyu akımı yönünde hareketlerini sürdürürler.

Kirleticiler, yüzey altında yeraltısuyu seviyesine yakın yerlere veya akifere bırakıldıklarında, doğrudan yeraltısuyuna karışırlar. Eski veya tahrip olmuş kuyuların tekniğine uygun şekilde terk edilmemesi neticesinde, kirleticiler kuyu ağızlarından direkt olarak akifere intikal ederler. Bu tür kuyular, kirlenmiş suyun bir kuyudan diğerine geçmesine de olanak sağlar.

Kirleticilerin kaynağının bulunduğu yerler, yeraltısuyu kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kirleticiler, yüzeyle veya yüzey altına yakın yerlere bırakıldıklarında yeraltısuyuna ulaşmadan önce doymun olmayan bölgede yani toprak katmanları, kayaç zonları ve diğer materyaller arasında dolaşmak zorunda kalır. Kirleticiler bu bölgelerden geçerken yani yeraltısuyuna ulaşmaya kadar geçen zaman zarfında, kirleticilerin etkisini azaltan birçok fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlem gerçekleşir. Bu etki azaltması, kirleticiler maddelerin yeraltısuyuna ulaşması için geçen mesafe ve zamana bağlıdır. Zaman ve mesafe arttıkça kirlilik etkisi azalmaktadır.

Taneli zeminlerde yeraltısuyuna karışan kirleticiler Darcy Kanunu'na göre hareket etmektedirler. Henry Darcy (1856) yaptığı deneylerde doymun bir kum kolonunda, su akışının hareket eden suyun birim metresi başına basınç kaybı olarak tanımlanan hidrolik eğimle, doğru ve kolonun uzunluğu ile ters orantılı olduğunu bulmuştur. Darcy Kanunu'nun matematiksel ifadesi:

$$V = k \frac{dh}{dl} = k \frac{h_1 - h_2}{dl}$$

Formülde;

V = akım hızı (m/gün)

k = permeabilite (geçirgenlik) katsayısı (m<sup>3</sup>/gün/m<sup>2</sup>)

dh = hidrolik basınç farkı (m)

dl = hidrolik seviyeler arası mesafe (m) dir.

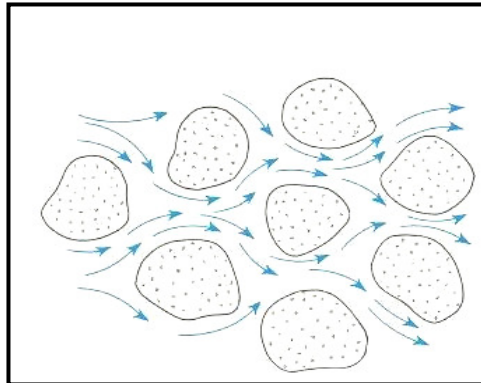
Formülde  $\frac{h_1 - h_2}{dl} = i$  hidrolik eğim olarak tarif edilir.

Buna göre formül  $V = k * i$  şeklinde yazılır. Formülde ortamın geçirgenliğini belirten geçirgenlik katsayısının biriminin hız birimi olduğu göz önüne alındığı zaman, geçirgenlik katsayısı arttıkça hızın, dolayısıyla kirleticinin yayılımının artacağı görülür.

Darcy Kanunu'nun geçerli olduğu akım, laminer akımdır. Yeraltındaki akışkan, iki nokta arasında taneli malzemelerin etrafından hareket edeceğinden (Şekil 1), görünür hızın poroziteye bölümü ile gerçek hız elde edilir.

$$\text{Gerçek hız} = \frac{\text{görünür hız}}{\text{porozite}}$$

Ancak yukarıda belirtilen formüller akışkanın su olduğu durumlarda geçerlidir. Yeraltısuyunu kirleten akışkan sudan farklı madde olduğu zaman, kirliliğin dağılımının belirlenmesinde akışkanın yoğunluğu ve viskozitesi de hesaba katılmalıdır.

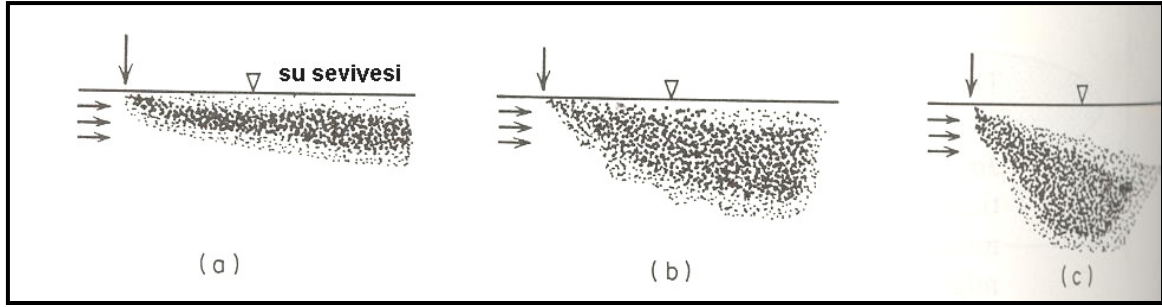


Şekil 1. Akışkanın taneler arasındaki hareketi

Atık yığını gibi noktasal kaynaklardan meydana gelen kirleticiler dağılmadan, yeraltısuyu akım çizgileri boyunca bir kütle halinde hareket ederler. Bu kütlelerin uç kesimlerinde kirlilik konsantrasyonu daha az iken,

kütlenin merkezine doğru gidildikçe kirlilik konsantrasyonu artmaktadır. Kütlenin şekli ve boyutu jeolojiye, yeraltısuyu akımı tipine, hızına, kirleticinin konsantrasyonuna ve kirleticinin yeraltısuyuna bırakılma devamlılığına bağlı olarak değişmektedir.

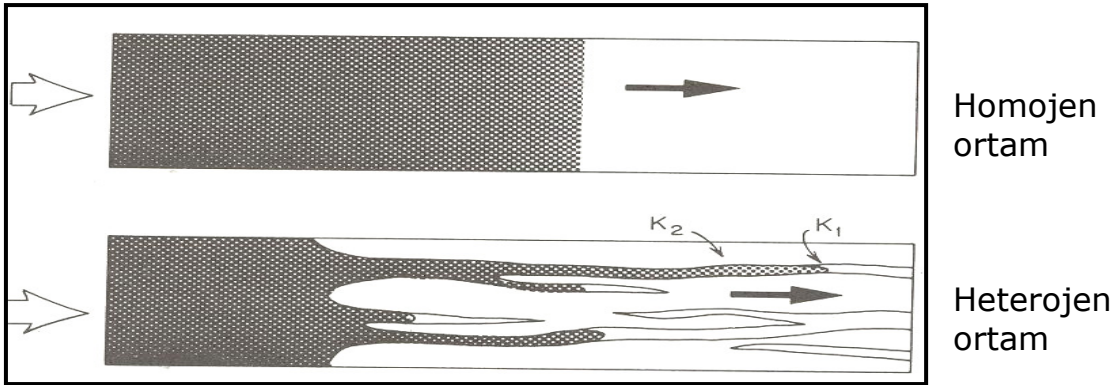
Kirleticiler doygun bölgeye girdikten sonra yeraltısuyu akımı yönünde hareketlerini sürdürürler. Kirletici yoğunluğu ve yeraltısuyu yoğunluğu arasındaki ilişki Şekil 2’de görülmektedir. Bu hareket, litolojik birimlerin ve yeraltısuyu akımının özelliklerine, kirletici konsantrasyonuna ve bırakılma süresine bağlı olarak değişir.



Şekil 2. Yoğunluğun etkisi

- (a) Yeraltısuyundan az yoğun
- (b) Yeraltısuyundan yoğun
- (c) Yeraltısuyundan çok yoğun

Kirleticilerin homojen ve heterojen ortamlardaki hareketi Şekil 3’ de verilmiştir.



Şekil 3. Geçirgenliğin kirlilik dağılımına etkisi.

## 6. DEPOLAMA ALANIN ÖZELLİKLERİ

### 6.1. Jeolojik Durum

Yeraltısuyunun taşıdığı kirlilik riskinin hesaplanması için jeolojik ve hidrojeolojik durumun bilinmesi gereklidir. Katı atıkların depolandığı

bölgelerin jeolojik, hidrojeolojik ve topoğrafik özelliklerinin farklı olması bölgedeki yeraltısuyunun kirlilik derecelerinin de farklı olmasını sağlayacaktır. Sızıntı suyu bir depolama tesisinin tabanından sızdığı zaman doğal olarak çevrede bulunan kayalarla ve yeraltıları ile karşılaşacak ve ortama karışacaktır. Depo sahası tabanındaki zemin tipi sızıntı olması durumunda, sızıntı suyunun hangi derecede alt tabakalara sızabileceğini ve yeraltısuyu ile karışabileceğini tayin eder.

Mather (1976) jeolojik faktörlere bağlı olarak depolama alanlarını üç kısımda incelemiştir:

1. Tutma bölgesine sahip olanlar.
2. Yavaş sızmaya ve önemli oranda seyreltmeye izin verenler,
3. Hızlı sızmaya ve önemsiz saflaşmaya izin verenler.

Birinci seçenek doğal jeolojik şartlar ve atıklar ile sızıntı sularını içine alan bir geçirimsizlik perdesine dayanır. Bu tip depolama alanlarında sızıntı suyunun yeraltısuyuna karışımı önlenmektedir.

Bazı jeolojik formasyonlar su içeren yapılardır ki bunlar, akifer olarak tanımlanabilir. Ancak bu formasyonlar üzerinde depolama tesisi kurulması kabul edilebilecek bir durum değildir. Akifer malzemesi ve yeraltısuyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri kirliliğin azaltılmasında etkin rol oynamaktadır.

Depolama bölgelerinde bir doymamış zonun varlığı, sızıntı suyunun seyreltilme kapasitesine katkıda bulunması açısından oldukça öneme sahiptir. Kum, kumlu kil gibi birimlerden iki metre veya daha fazla kalınlığa sahip doymamış bir zon oluşturulması olumlu yönde etki yapacaktır. İnce taneli zeminler organik ve inorganik kirleticilerin tutulmasında etkili olmaktadır. Ayrıca doymamış zon sızıntı suyunun seyreltilmesi için, özellikle kimyasal yönden bir ortam sağlayacak ve bunun bir kısmı asla doymamış zona ulaşmayacaktır.

Genel olarak, sızıntı suyunun yavaş göçü ve önemli derecede seyreltilmesi için en fazla tercih edilen şartlar, depolama bölgesinin altında, kil minerallerine sahip, çimentolanmamış kumdan oluşmuş kalın bir doymamış zonun bulunmasıdır.

Hızlı ve aşırı sızıntıya izin veren çatlaklı formasyonlar ve çakıllar üzerindeki depolama alanları, çoğu atıkların depolanması için uygun olarak kabul edilemeyen yerlerdir. Çakıllı akiferler içerisinde geniş, uzun kirlilik kütleleri varlığını kaybedebilecektir. Kireçtaşı gibi çatlaklı formasyonlar çok yüksek oranda ayırıcı özelliğe sahiptir fakat onların çatlak sistemlerini tahmin etmek oldukça zordur ve detaylı hidrojeolojik araştırmaya ihtiyaç vardır. Karbonatlı kayalardan oluşmuş akiferlerde var olan çatlakların erimeyle daha da gelişebileceği ve kirlenmiş yeraltısuyunun daha hızlı ve uzak mesafelere taşınabileceği unutulmamalıdır.



## 6.2. Taban

Depo yerinin seçiminde tabanı sağlam ve zemin taşıma gücü yüksek araziler tercih edilmelidir.

Depo sahasının üst kısmındaki toprak sıyrılmalı, bitki ve ağaç köklerinden temizlenmelidir. Bu işlemten sonra depo sahasının tabanındaki minimum 30 cm. derinliğindeki toprak tabakası sürülerek gevşetilmeli ve tekrar sıkıştırılmalıdır.

Depo tabanına sıkıştırılmış kalınlığı en az 60 cm. olan kil veya aynı geçirimsizliği sağlayan doğal ya da yapay malzeme serilmelidir. Bu malzemelerin geçirgenlik katsayısı (permeabilite)  $1 \times 10^{-8}$  m/sn'den büyük olmamalıdır.

Depo tabanının en az 3 metre kalınlığında doğal kil ve benzeri  $1 \times 10^{-8}$  m/sn geçirgenlik katsayısını sağlayan bir malzeme olması durumunda, depo tabanı tekrar geçirimsizlik malzemesi ile kaplanmaz. Bu durumda geçirgenlik katsayısının sahanın her yerinde  $1 \times 10^{-8}$  m/sn olması sağlanır. İçme ve kullanma suyu havzalarının uzun mesafeli koruma alanında inşa edilecek düzenli depo sahası tabanında, sıkıştırılmış kalınlığı 60 cm. olan kil tabakasının üzerine, kalınlığı 2 mm. olan yüksek yoğunluklu polietilen folye (HDPE) serilir. Serilecek folyenin yoğunluğu 941 - 965 kg/m<sup>3</sup> arasında olmak zorundadır.

## 6.3. Sızıntı Suyu

Yeni inşa edilmiş bir depolama sahası kirlilik risklerini minimize edecek şekilde çevresinden izole edilmelidir. Sızıntı suyunun yeraltısuyu içine yayılmasını engellemek gayesi ile saha üzerinde sızıntı suyunu toplayan bir sistemin de bulunduğu bir taban örtüsünün serilmesi gereklidir. Sızıntı suyunun oluşmasını veya kısmen oluşumunu mümkün olduğu kadar önlemek gayesi ile depolama sahası bir üst örtü ile kaplanmalıdır. Bu örtü yeterince geçirimsiz bir malzeme olmalı ve uygun bir eğime sahip olmalıdır. Üst örtü, yağış sularının depolama sahasına sızmasını engeller. Depolama sahasının dışından gelebilecek suların depolama sahasına girmelerini engellemek için bu sahaların etraflarına kuşaklama kanalı, hendek veya barikat yapılmalıdır.

Yeraltısuyunun kuyular vasıtası ile yapılacak düzenli izleme yöntemleriyle denetlenmesi gereklidir. Yeraltısu drenajı gerektiği takdirde sığ veya derin kuyular aracılığı ile gerçekleştirilebilir. Sığ kuyular daha ucuz olmasına rağmen bütün sorunu çözmekte yetersiz kalabilir ve sadece yağmurlu mevsimler boyunca oluşan sızıntı suyunu toplayabilir.

## 7. YASAL DURUM

### 7.1. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Ülkemizin yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için suların kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları içeren Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanmıştır.

Yönetmeliğin tanımlar bölümünde yeraltıları alıcı ortam olarak ifade edilmektedir. Madde 26 "Alıcı Su Ortamına Doğrudan Boşaltım" ile ilgili hususları içermektedir. Bu maddede yeraltısuyuna boşaltım yapılabileceği anlamı çıkabilmektedir. Ancak 22. madde yeraltılarına boşaltıma izin vermediğinden bu husus 26. madde ile çelişki meydana getirmektedir. Söz konusu yönetmeliğin 22. maddesi aşağıda verilmiştir:

#### **Yeraltıları ile ilgili kirletme yasakları ve düzenlemeler**

Madde 22 — Yeraltılarının kullanılması ve korunmasına ilişkin 16 Aralık 1960 tarihli ve 167 sayılı Yeraltıları Hakkında Kanun ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne verilen yetki ve sorumluluklar saklı kalmak üzere, yeraltısını korunmasına ilişkin özel planlama esasları getirilinceye kadar aşağıda söz edilen yükümlülüklerin yerine getirilmesi gerekir;

- a) Yeraltısını hangi sınıftan olursa olsun, kalitesinde meydana gelen değişiklik ve bozulmalarda, kirletici kaynak belirlenir ve kirleticilere 2872 sayılı Kanunun 20, 21 ve 23. maddeleri uyarınca cezai işlem yapılır.
- b) Bütün deniz kıyısı bölgelerinde, yeraltısını kalitesinin korunması amacıyla, tuzlu su girişimini önleyecek emniyetli çekim tesbitlerinin yapılması gereklidir. Emniyetli çekim değerinin aşılmasına yol açan kaçak kuyular, İdare tarafından belirlenerek kapatılır. Bu işlemi yapan gerçek ve tüzel kişilerin eylemi kirletme yasağı kapsamına girer.
- c) Kalıcı nitelikteki kirleticilerin uzun süreler sonunda kuyu ve drenlerden ortaya çıkması muhtemel olduğundan, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Suda Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tebliğinde adı geçen ve hiçbir şekilde çevresel ortamlara verilemeyeceği belirtilen maddeleri kullanan faaliyetler yasaktır.
- d) Sınıf YAS I ve Sınıf YAS II grubu yeraltılarının alındığı kuyu, pınar ve infiltrasyon galerilerinin toplu içme suyu temini amacıyla kullanılanların, 50 metreden daha yakın mesafelerde hiçbir yapıya, katı ve sıvı atık boşaltımına ve geçişe izin verilmez. Bu koruma tedbirini uygulayabilmek için yeraltısını kaynağının 50 metre çevresi dikenli tel ile çevrilir.
- e) Koruma alanının büyüklüğü yerel şartlar dikkate alınarak idarece azaltılabilir ya da arttırılabilir. Gerektiği hallerde ikinci bir koruma bandı oluşturularak, bu alanın yapılaşmaya izin verilmeksizin yalnızca geçiş, rekreasyon gibi amaçlarla kullanımına izin verilebilir.

- f) Koruma bantlarının oluşturulmasına hâlihazırdaki durum, yukarıda (a), (b), (c), (d) ve (e) bentlerinde belirtilen tedbirlerin uygulanmasına izin vermiyorsa, bu durumda yapıların kamulaştırılmasına çalışılır. Bunun mümkün olmaması halinde, koruma alanı içinde atık boşaltımını engelleyecek tedbirler alınır.
- g) Atıksularla veya yağmur suları ile çözünerek yeraltısuyuna taşınabilecek nitelikteki maddeler yeraltısuyu besleme havzası içerisinde zeminde doğrudan depolanamaz.
- h) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Suda Tehlikeli ve Zararlı Maddeler Tebliğinde belirtilen STS3 ve STS4 sınıflarındaki maddeleri ihtiva eden atıklar, ancak Tebliğde bahsedilen özel tedbirler alınarak depolanabilir.
- ı) Yeraltısularının kirlenmemesi için tedbir almak amacıyla her türlü kimyasal madde, proses ve arıtma çamurları ve çöp çürütme tankları özel atıklar ve benzeri maddelerin depolama tankları sızdırmaz nitelikli olarak yapılır.
- j) Atıksularla sulama yapıldığı takdirde, sulama suyu miktarı ve sulama programı bu suların yeraltısuyuna sızarak kalıcı bir kirlenmeye yol açma tehlikesini en aza indirecek şekilde düzenlenir.
- k) Özellikle yeraltısularının içme suyu amacıyla kullanıldığı yörelerde, kullanılan tarım ilaçlarının doğal şartlarda parçalanabilir ve canlılarda uzun süreli birikim yapmayacak türden olması gerekir. Bunların kullanımı konusunda, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının ilgili birimlerinden izin alınır.
- l) Gübrelemede, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının ilgili birimlerince gerekli miktar hesapları detaylı olarak belirlenir ve fazla gübre kullanılmamasına ilişkin denetlemeler yapılır.
- m) Radyoaktif izleyiciler kullanılması gerektiğinde, su kirlenmesine neden olmayacak izleyiciler kullanılır.
- n) Tehlikeli ve zararlı maddelerin kullanıldığı faaliyetler sırasında, kaza ihtimali göz önüne alınarak, yeraltısuyu kirlenmesine engel olacak tedbirler alınır. Meselâ perlit, talaş gibi maddeler bu amaçla stokta bulundurulur, kaza hallerinde çevreye saçılan maddelerin absorpsiyonu için kullanıma hazır tutulur.
- o) Yeraltısuyu rezervlerine haiz akifer karakterindeki her türlü formasyonlardan malzeme temini yasaktır. Ancak yeraltısuyu beslenme havzalarından malzeme teminine Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün uygun görüşü alınarak izin verilebilir.
- p) Yeraltısuyuna arıtılmış dahi olsa doğrudan atık su deşarjı yapılamaz. Yeraltısuyuna yapay besleme, yeraltısularına ilişkin mevzuat hükümlerine göre yapılır.

## **7.2. Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**

Bu yönetmelik her türlü atık ve artığın çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin, depolanmasının, taşınmasının ve uzaklaştırılmasının yasaklanmasını esas almaktadır. Bu çerçevede çevrenin olumsuz etkilerden korunarak doğal zenginliklerin ve ekolojik dengenin bozulmasının önlenmesine yönelik programların belirlenmesi, uygulanması ve geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

5 Nisan 2005 tarih ve 25777 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanmıştır. Söz konusu yönetmeliğin 24, 25 ve 26. maddeleri aşağıda verilmiştir:

### **Katı atık depo tesislerinin yer seçimi**

Madde 24- Eysel ve evsel nitelikli endüstriyel katı atıkları ve arıtma çamurlarını düzenli olarak depolamak amacıyla inşa edilen depo tesisleri, Bakanlık veya ilgili belediyeler tarafından içme suyu temin edilen ve edilecek olan yüzeysel su kaynaklarının korunması ile ilgili olarak çıkarılan yönetmeliklerde, çöp dökülmeyeceği ve depolanmayacağı belirtilen koruma alanlarında kurulamaz.

Depo tesisleri, en yakın yerleşim bölgesine uzaklığı 1000 metreden az olan yerlerde inşa edilemez. Ancak, depo tesislerinin çevresinde tepe, yığın ve ağaçlandırma gibi engeller varsa mahalli çevre kurullarının karar ve gerektiğinde Bakanlığın uygun görüşü ile bu mesafeden daha az olan yerlerde de ilgili belediye ve mahallin en büyük mülki amirliğince depo kurulmasına müsaade edilebilir.

Taşkın riskinin yüksek olduğu yerlerde, heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde, içme, sulama ve kullanma suyu temin edilen yeraltı suları koruma bölgelerine katı atık depo tesislerinin yapılmasına müsaade edilemez.

Bu alanlar işletmeye açıldıktan sonra iskâna açılmayacak şekilde planlanır ve etraflarına bina yapılmasına müsaade edilemez.

### **Depo tesisleri**

Madde 25- Depo tesisleri aşağıda belirtilen özellikler taşımalıdır:

- 1) Eysel ve evsel katı atık özelliğindeki endüstriyel atıklar ile bunların atık su arıtma çamurlarını depolamak üzere inşa edilen depo tesislerinin asgari kapasiteleri, nüfusu 100 000'den küçük olan yerleşim bölgelerinde 10 yıllık depolama ihtiyacını karşılayacak şekilde, nüfusu 100 000'den büyük olan yerlerde 500 000 m<sup>3</sup> olarak planlanır.
- 2) Depo tesisine ulaşım ve depo iç yollarında geçiş her türlü hava şartlarında mümkün olacak şekilde düzenlenir.
- 3) Planlanan depo tesisi bir çit ile çevrilir.
- 4) Depolama sahasında kirlenen araba tekerleklerinin yolları ve caddeleri kirletmemesi için tekerlekleri temizleyecek teknik tedbirleri alınır.
- 5) (Değişik: 22 Şubat 1992 tarih ve 21150 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmelik) Depo tesisi girişinde, girişi kontrol altında tutmak, gelen katı atıkları muayene etmek, tartmak amacıyla bekçi kulübesi, işletme odası, kantar ve kantar binası bulunur.

### **Depo tabanının teşkili ve sızıntı suyu toplanması**

Madde 26- (Değişik: 15 Eylül 1998 tarih ve 23464 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmelik) Düzenli depo tesisinden, depo tabanına sızan sızıntı sularının yeraltısularına karışmasını önlemek için depo tabanı geçirimsiz hale getirilir. Depo tabanında oluşturulan bir drenaj sistemi ile sızıntı suları toplanır. Bu amaçla;

1) Depo tabanı, tabii yeraltısuyunun maksimum seviyesinden en az 1 metre yüksekte olur.

2) (Değişik: 18 Ağustos 1999 tarih ve 23790 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan yönetmelik) Depo tabanına; sıkıştırılmış kalınlığı en az 60 cm. olan kil veya aynı geçirimsizliği sağlayan doğal ya da yapay malzeme serilir. Bu malzemelerin geçirimsizlik katsayısı (permeabilite)  $1 \times 10^{-8}$  m/sn'den büyük olamaz. Az çatlaklı kaya zeminlerde ise bu değer  $1 \times 10^{-7}$  m/sn olarak alınır.

Depo tabanının, en az 3 metre kalınlığında doğal kil ve benzeri  $1 \times 10^{-8}$  m/sn geçirimsizlik katsayısını sağlayan bir malzeme olması durumunda, depo tabanı tekrar geçirimsizlik malzemesi ile kaplanmaz. Bu durumda geçirimsizlik katsayısının sahanın her yerinde  $1 \times 10^{-8}$  m/sn olması sağlanır.

İçme ve kullanma suyu havzalarının uzun mesafeli koruma alanında inşa edilecek düzenli depo sahası tabanında, sıkıştırılmış kalınlığı 60 cm. olan kil tabakasının üzerine, kalınlığı 2 mm. olan yüksek yoğunluklu polietilen folye (HDPE) serilir. Serilecek folyenin yoğunluğu  $941-965 \text{ kg/m}^3$  arasında olmak zorundadır.

3) Geçirimsiz hale getirilen taban üzerine dren boruları döşenerek sızıntı suları bir noktada toplanır. Hidrolik ve statik olarak hesaplanması gereken drenaj borularının çapı minimum 100 mm. ve minimum eğimi %1 olur. Dren boruları, münferit borular şeklinde, yatayda ve düşeyde kıvrım yapmadan doğrusal olarak depo sahası dışına çıkar. Depo tesisi çıkışında kontrol bacaları bulunur. Ayrıca dren boruları çevresine kum, çakıl filtre yerleştirilir. Bu filtrenin boru sırtından itibaren yüksekliği minimum 30 cm. olur.

4) Toplanan sızıntı suları, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde verilen deşarj limitlerini sağlayacak şekilde arıtılır.

### **7.3. Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**

Yönetmeliğin amacı tıbbi atıkların üretiminden bertarafına kadar olan süreçte atıkların çevreye ve insan sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesine, kaynağında ayrı olarak toplanmasına, ünite içinde taşınmasına, geçici depolanmasına ve bertaraf edilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

22 Temmuz 2005 tarih ve 25883 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanmıştır. Söz konusu yönetmeliğin 37, 38 ve 39. maddeleri aşağıda verilmiştir:

### **Düzenli depolama tesislerine yer seçimi izni verilmesi**

Madde 37- Büyükşehir belediyeleri ve belediyeler, onaylı imar planları esas alınarak düzenli depolama tesisi kurmak üzere seçtikleri yer için mevcut mevzuat çerçevesinde mahalli çevre kurulu kararı ve Bakanlığın uygun görüşü ile mahallin en büyük mülki idare amirinden izin alırlar.

Düzenli depolama tesislerinin;

a) Karstik bölgelerde; içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen yeraltı ve yer üstü suları koruma bölgelerinde; taşkın riskinin yüksek olduğu bölgelerde; heyelan, çığ ve erozyon bölgelerinde kurulmasına ve işletilmesine izin verilmez.

b) Yer seçiminde, seçilecek yerin jeolojik, hidrojeolojik, jeoteknik özellikleri, yer altı su seviyesi ve yer altı suyu akış yönleri, mevcut ve planlanan meskun bölge ile diğer yapılaşmalar, deprem kuşakları ve tektonik koruma bölgeleri ile diğer zemin hareketleri, hâkim rüzgar yönü, trafik durumu dikkate alınır.

c) En yakın yerleşme alanına uzaklığı 1000 metreden az olamaz. Ancak, düzenli depolama tesislerinin çevresinde tepe, yığın ve ağaçlandırma gibi engeller varsa il mahalli çevre kurulunun kararı ve gerektiğinde Bakanlığın uygun görüşü ile bu mesafeden daha az olan yerlerde de ilgili belediye ve mahallin en büyük mülki amirliğince depolama tesisi kurulmasına müsaade edilebilir.

### **Düzenli depolama tesislerinde depo tabanı teşkili ve sızıntı suyunun toplanması**

Madde 38 - Tıbbi atık depolama tesislerinin depo tabanı teşkili ve sızıntı suyunun toplanmasında, Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen esaslara uyulur.

### **Düzenli depolama tesislerine dolgu yapılması**

Madde 39 - Depolama tesislerinde tıbbi atıklar sıkıştırılmaz; depo, atıklar sıkıştırılmadan doldurulur. Dolgu işlemleri sırasında günlük olarak atıkların üstü önce kireç, sonra da en az 30 cm. toprak ile örtülür.

## **7.4. Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği**

Yönetmelik tehlikeli atıkların, üretiminden nihai bertarafına kadar insan sağlığına ve çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesine yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi için hukuki ve teknik esasları kapsamaktadır.

14 Mart 2005 tarih ve 25755 sayılı Resmi Gazete' de yayınlanmıştır. Söz konusu yönetmeliğin 18, 19, 31, 32, 33 ve 34. maddeleri aşağıda verilmiştir:

### **Derine enjeksiyon**

Madde 18 – Pompalanabilir nitelikteki sıvı atıklar jeolojik ve hidrojeolojik açıdan uygun olan kuyulara, tuz kayaçlarına veya doğal olarak bulunan boşluklara enjeksiyon işlemi ile bertaraf edilebilir. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler alanın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla fizibilite raporu hazırlatıp Bakanlığa sunmak ve izin almakla yükümlüdür. Derine enjeksiyon işlemine ilişkin hususlar Bakanlıkça çıkarılacak tebliğ ile belirlenir.

### **Sürekli depolama**

Madde 19 - Terkedilmiş kapalı maden ocaklarında atıkların konteynırlar içinde depolanması mümkündür. Bu yöntem ile atığı bertaraf etmek isteyen gerçek ve/veya tüzel kişiler ocağın uygunluğunun belirlenmesi veya tespiti amacıyla üniversite, kurum/ kuruluşa fizibilite raporu hazırlatıp Bakanlığa sunmak ve izin almakla yükümlüdür. Sürekli depolama işlemine ilişkin hususlar Bakanlıkça çıkarılacak tebliğ ile belirlenir.

### **Yer seçimi**

Madde 31 - Düzenli depolama tesisleri karstik bölgelerde, içme, kullanma ve sulama suyu temin edilen veya edilecek olan yeraltı suları koruma bölgelerinde, taşkın riskinin yüksek olduğu bölgelerde, birinci sınıf tarım arazileri, özel çevre koruma alanları ve milli parklarda kurulmaz, kurulmasına ve işletilmesine izin verilmez.

Depolama tesislerinin yer seçiminde, seçilecek yerin jeolojik, hidrolojik, jeoteknik özellikleri, yeraltı suyu seviyesi ve yeraltı suyu akış yönleri, mevcut ve planlanan meskûn mahaller ile diğer yapılaşmalar, akaryakıt, gaz ve içme, kullanma suyu naklinde kullanılan boru hatları, deprem kuşakları ve tektonik koruma bölgeleri ile diğer zemin hareketleri, toprak özellikleri ve kullanım durumu, hâkim rüzgâr yönü, trafik durumu dikkate alınır. Depolama alanında gerilim hatları bulunamaz. Depolama tesislerinin en yakın meskûn mahale mesafesi bin metreden az olamaz. Depolama tesisleri yer seçiminde yeraltı suyu akış yönü dikkate alınır.

### **Depo zemini**

Madde 32 - Depolama tesisinin oturacağı zemin doğal olarak sıkışmış ve kalınlığı en az üç metre ve kompresibilitesi (Dpr) % 95'den büyük olmak zorundadır ve maksimum yeraltı suyu seviyesine mesafesi beş metreden az olamaz.

### **Uzun süreli çevre emniyeti**

Madde 33 - Depolama tesislerinin bulunduğu alanlar depo hizmet süresini doldurduktan sonra yirmi yıl süre ile denetlenir ve en az elli yıl süre ile iskâna açılmaz.

### **Depo tabanının teşkili**

Madde 34- Depo tabanı, sızıntı suyunun yeraltısuyuna karışmasını önleyecek şekilde düzenlenir. Bunun için mineral sızdırmazlık tabakası (kil) ile plastik geçirimsizlik tabakası birlikte kullanılır. Bu malzemelerle eşit düzeyde geçirimsizliği sağlayacak diğer malzemeler de bu amaçla kullanılabilir. Bu tabanı oluşturulurken geçirimsizlik katsayısı (permeabilitesi)  $k \leq 1 \times 10^{-9}$  m/sn ve kalınlığı en az 5 metre olan kile eşdeğer geçirimsizlik sağlanması gerekmektedir. Mineral sızdırmazlık tabakası ile kullanılacak diğer yapay geçirimsizlik malzemelerinin yeterli teknik kriterlere ve spesifikasyonlara haiz olduğunun ulusal ve uluslararası standartlara (CE, ISO; DIN, TSE ve benzeri) göre uygun olduğunun ön lisans sürecinde Bakanlığa belgelenmesi zorunludur.

Tabii zemin üzerine yerleştirilen malzeme kil ise sızdırmazlık tabakasının kalınlığı en az 0.90 metredir. Bu tabaka en fazla 0.30 metre üç tabaka halinde sıkıştırılarak döşenir. Bu tabakanın üstüne serilen plastik geçirimsizlik tabaka kalınlığı (HDPE) en az 0.25 cm.dir. Plastik tabakanın korunması ince kum ve benzeri bir malzeme ile sağlanır. Bu koruyucu kalınlığı en az 0.10 metredir. Depo tabanına balıksırtı şeklinde bir form verilir ve tabanın boyuna eğimi % 3'den, enine eğimi de % 1'den küçük olamaz.



## **8. KAYNAKLAR**

Abacı Ş., 1997, Katı Atık Depolama Alanlarının Hidrojeolojik Açıdan Değerlendirilmesi.

Bilimsel ve Teknik Hizmetler Ltd. Şti., 2007, Düzensiz Depolama Alanlarının Islahı.

Demirköy Doğayı ve Kültürel Değerleri Koruma Tanıtma Derneği, Katı Atık Depolama Raporu.

Erguvanlı K. ve Yüzer E., 1984, Yeraltıları Jeolojisi.

Freeze R.A. and Cherry J.A., 1979, Groundwater.

Şimşek C. ve Filiz Ş.,2005, Torbalı (İzmir) Katı Atık Depolama Sahasının Jeolojik ve Hidrojeolojik Özelliklerinin İncelenmesi.

Ünal A.A. ve Sargın A.H., 2003, Yeraltıları Kirliliği (Çeviri).

Yeniçerioğlu U M., 2006, Katı Atık Yönetimi Yasal Düzenlemeler ve Sinop Örneği.

[www.cevreorman.gov.tr](http://www.cevreorman.gov.tr)

# İSRAİL HÜKÜMETİ TARIM BAKANLIĞININ SU KONUSUNDAKİ ÇALIŞMALARI<sup>1</sup>

## ÖZ

*Devlet tarafından belirlenen amaçlar doğrultusunda sınırlı kaynak olan suyun etkin kullanımına ulaşmak, mühendislik, ekonomik ve idari faaliyetlerin tanımlanmasını ve yasal yapının organizasyonunu gerektirmektedir.*

*Bu görüşü temel edinen İsrail devletinde, sınırlı olan su kaynakları kanunlar çerçevesinde devletin kontrolü altında kamu malı olmakta, halkın karar verici mekanizmalara katılım prensibi esas kabul edilmekte ve su kaynakları yönetimi ülke gelişiminde en önemli unsurlardan biri olarak görülmektedir. Bunların gerçekleştirilmesi için aracı olan etkenler ise; Su Kanunu, Su Kurulu, Su Tahsisi ve Su Ücretleri'dir.*

## GİRİŞ

İsrail devletinde su bol değildir. Ülkenin doğal su kaynakları ancak mevcut tüketimi karşılamaktadır. Tarımsal, endüstriyel ve kullanım ihtiyaçlarının artması neticesi artan tüketimi karşılamak için su kaynaklarının değerlendirilmesinde dikkate değer yatırımların yapılması gerekmektedir.

Su Kanunu, mevcut su eksikliği ile önemli olarak belirlenen ihtiyaçlar arasında denge oluşturmaktadır.

Su ülkenin gelişiminde en önemli unsurlardan ve ana kaynaklardan biri olduğu için devletin kuruluşundan hemen sonra devlet, su politikasının belirlenmesi, uygulanması ve bunların sonucunda sağlanan faydaların halka dağıtılmasını gerektiren bir planlama ile karşı karşıya kalmıştır. Bu planlama devletin menfaatlerini muhafaza edecek şekilde halkın su ihtiyaçlarını karşılamak için rasyonel bir şekilde yapılmalıdır. Böyle bir niyet ancak yasal anlamda gerçekleştirilebilir. Yasa, insanların uyması gereken kuralları ve usulleri tanımlamak için hükümetin elinde bulunan ayrıntılı bir araçtır. Bu amaçla 1959 yılında Su Kanunu kabul edilmiştir.

## SU KANUNU (1959)

Su kaynakları yönetimi birçok kanun tarafından yapılmaktadır. 1959 tarihli Su Kanunu temel kanundur. Diğerleri ise 1955 tarihli Su Ölçüm Kanunu, Su Sondajı (Kontrol) Kanunu ve Su Hukuku'nu içeren çeşitli kanunlardır.

---

<sup>1</sup> Çeviri. DSİ Teknik Bülteni Sayı: 92' de yayınlanmıştır.

Su Kanunları, su konusunda yasamanın başarısını içermektedir. Kanunların ana fikri; az miktarda ve üretim malı olan suyun ülkenin gelişimi için en etkin ve faydalı olacak şekilde kullanılmasıdır. Bunu başarmak için tek yol, özel suların kamulaştırılması ve su haklarının devletin elinde yoğunlaştırılmasıdır. Bu fikir kanunun I. maddesinde şöyle ifade edilir: "Su kaynakları Devletin kontrolü altında kamu malıdır ve ülkenin gelişimi ve insanların ihtiyaçlarına göre tahsis edilmelidir."

Su kaynakları; yüzey suları, yeraltısuları, drenaj suları, sel suları ve kanalizasyon suları olmak üzere bütün suları ifade etmektedir. Bütün su kaynaklarının kontrolü devletin elinde toplanmalıdır. Devlet, bu konuda bütün toplumun adına hareket etmek ve ülkenin ve insanların gelişen ihtiyaçlarını karşılamak için bu kaynakları uygun şekilde tahsis etmek ile yükümlüdür.

Böylece su özel mülkiyet değildir. Her bir birey için kanun usullerine dayanılarak verilen su kullanım hakkı, kanunların tasarrufu altındadır.

Su konusundaki Meclis' in sorumluluğu Tarım Bakanlığı' na devredilmiştir. Bakanlık, su kanunlarındaki usullere dayanarak kanunların uygulanmasından sorumludur.

Parlamentonun sorumluluğu Tarım Bakanlığı tarafından üstlenilirken kanunları uygulamakla sorumlu olan Su Müfettişi, ülkenin su ile ilgili konularını yönetmek için hükümet tarafından atanmaktadır. Su Müfettişi ülkenin su kaynaklarını yönetmeye ilişkin olan bütün sorumlulukları tek başına taşımaktadır. Parlamento sorumluluğu açısından Müfettiş, Tarım Bakanlığı' na bağlıdır.

Yasal birimlerin alt üniteleri, su müfettişlerini şahsi karar verme yetkisi ile donatacak şekilde organize edilmiştir. Bu yetkiler su tahsisi, su kullanımının denetimi, su işlerinin tesis edilmesi ve işletilmesi ile yasal usullerin yerine getirilmesi hususundaki kanuni yaptırımların uygulanmasıdır.

Su Müfettişi'nin kanuni usullere göre belirlenen görevlerini yerine getirmesine ve denetlemesine imkân tanımak için Müfettiş'e yardımcı olacak bir idari mekanizma kurulmuştur. Bu mekanizma, Su Kurulu olarak adlandırılan resmi bir kuruluştur ve Su Müfettişi bu kuruluşun yöneticisidir.

Su Kanunu'ndaki usullere göre, Su Müfettişi'nden önceden izin almaksızın su kullanımındaki her türlü faaliyet yasaklanmıştır. Su üretimi, temini, tüketimi, yeraltısuyu beslenimi ve benzeri işlemler Su Müfettişi'nden önceden gerekli izin alınmadan yapılamaz. Bu izin yerine getirilecek olan şartları tanımlar. Suyun üretimi ve temini ile ilgili nitelik ve nicelik düzenlemeleri ile işlemlerin yanı sıra su kullanımındaki etkinliğin artırılması, kirliliğin önlenmesi ve bu konuya ait olan bütün yardımcı çalışmalar yerine getirilecek olan şartlardır.

Eğer bütün işlemler yerine getirilmemişse verilen izin Su Müfettişi tarafından geri alınabilir. Su Kanunu, su kullanımında farklı izinleri tanımlamaktadır (üretim, beslenme, sondaj, inşaat vb.).

Karar verici mekanizmalara halkın katılımı, su kaynaklarının devlet tarafından kontrolünün yanı sıra kanunda yer alan diğer önemli bir prensiptir. Kanun, yetkililerce halkın fikrinin alınmasını ve onun temsilcilerinin çeşitli prosedürlere katılmasını zorunlu kılar. Bu prensip, Su Kanunu'nda Su Kurulu oluşturularak mükemmel bir şekilde kendini gösterir. Su Kurulu, Su Kanunu'ndaki esaslara göre kurulmuştur. 39 üyeli bu Ulusal Kurul, hükümet tarafından atanır ve görevi su politikası konusunda Tarım Bakanı'na ve Su Müfettişi'ne yapacağı düzenlemeleri yayınlamadan önce danışmanlık hizmeti verir. Kurul üyelerinin 2/3'ü halkın ve 1/3'ü hükümetin temsilcileridir. Halkın temsilcileri su üreticileri, temin ediciler ve tarım, endüstri, içme ve kullanma gibi çeşitli sektörlerdeki tüketicilerin temsilcilerinden meydana gelir. Tüketici temsilcileri kurul üyelerinin en az %50'sini oluşturur.

Kurul, başkanı olan Tarım Bakanı veya başkan yardımcısı olan Su Müfettişi'nin başkanlığında sık sık toplanır. Su politikası ile ilgili her karar ön tartışma için Su Kurulu'na getirilir. Ayrıca Su Kanunu uyarınca yayınlanacak her bir yasama konusu Su Kurulu'ndaki toplantılarda ayrıntılı olarak önceden ele alınır. Tartışma kurulda yer alan ilgili temsilcilerin görüşleri alınarak yapılır.

Karar verici mekanizmalara halkın katıldığı diğer bir kurum ise Su İşleri Mahkemesi'dir. Bu mahkeme Su Kanunu'nca kurulan adli bir mahkemedir. Mahkeme, su konularında hüküm vermek, su politikasına ait olan kararları vermek ve su kanununa göre yetkili kurullarca verilen yetkileri icra etmek için güçlü yetkilerle donatılmıştır.

Su İşleri Mahkemesi, Tarım Bakanı veya Su Müfettişi'nin Su Kanunu uyarınca yetkilerini icra etmeden önce vatandaşların müracaat edeceği tek adli mercidir. Mahkeme 1 profesyonel hâkim ve 2 halk temsilcisinden oluşur. Halk temsilcileri Tarım Bakanı tarafından düzenlenen listeden Su Kurulu'nun da fikri alınarak seçilir. Profesyonel hâkim mahkemenin başkanıdır.

Su Kanunu'nu tamamen anlamak için iki temel kanuna da değinmek gerekir.

## **SU ÖLÇÜM KANUNU (1955)**

Kanundaki temel esas, her bir tüketiciye ayrı ayrı su sayacı temin edilmesi zorunluluğudur. Su ücreti, su sayacından okunan değere göre belirlenir. Kanun, su sayacı takılmadığı sürece Su Müfettişi'ne su teminini ve tüketimini yasaklama hakkı verir ve herkese su sayacı takmayı zorunlu kılar.

## **SU SONDAJ (KONTROL) KANUNU (1955)**

Kanunda yeraltısuyu kaynaklarının sorumsuzca kullanımdan dolayı korunması, kirliliğinin, aşırı tüketilmesinin ve tuzlanmasının önlenmesi amaçlanmıştır. Kanunun esası bir sondaj kuyusu açmak veya açılmış kuyuda su verimini arttırıcı her türlü değişim için Su Müfettişinden izin alma zorunluluğunun yer almasıdır.

İzinsiz kuyu açımı, kuyu inşaatında değişiklik veya kuyuda şartlara uymayan tadilatlar konusunda Su Müfettişi yapılan değişikliklerin iptal edilmesini ve izinde belirtilen duruma yeniden dönülmesini isteyebilirler.

Kuyu, yalnızca kuyu sahibinin kişisel tüketimi sağlamak amacı ile açılabilir. Kuyu açma izni alınması gereklidir.

## **SU KURULU, GÖREVLERİ VE YAPISI**

Su Kurulu İsrail halkına içme, sanayi ve tarımsal sulama amaçlı olmak üzere kesintisiz su temininden, ülkenin su kaynaklarının yönetiminden ve işletilmesinden sorumludur. Ayrıca Su Kurulu, su ekonomisine ait politikanın belirlenmesi, planlanması ve geliştirilmesi, su kaynaklarının kirlilikten korunması, nehir akımlarının düzenlenmesi, sel taşkınlarının önlenmesi, taşkın sularının kullanımı, yeni su kaynaklarının geliştirilmesi, atık suların kullanımı, deniz suyu arıtma tesislerinin geliştirilmesi ve etkin su kullanımının teşvik edilmesinden de sorumludur.

1959 tarihli Su Kanunu ülkenin su kaynakları ile ilgili olarak Tarım Bakanı ve Su Müfettişi'nin temel faaliyet alanını tanımlar ve yönlendirir. Su, halkın malı olarak, devletin tasarrufu altındadır ve ülkenin gelişimi ve vatandaşların ihtiyacı için planlanır. Kanundaki tanıma göre; su kaynakları pınarları, nehirleri, gölleri, su toplamalarını, yüzey veya yeraltısularını, doğal veya regüle edilen suları, su kuyularını, akan veya durgun olan drenaj veya atık suları ifade eder. Bakanlar Kurulu'nca atanan mülkiye memuru olan Su Müfettişi, Tarım Bakanlığı'nın politikasını uygular.

## **HİDROLOJİK SERVİS**

Bu servis, Su Kurulu'nun bir bölümüdür, su kaynaklarının işletilmesi ve planlaması ile ilgili hidrolojik dataların depolanmasından sorumludur. Üretim izni için esas olan bu datalar işletme ruhsatı, beslenme ve çekim işlemlerinin yapılması, suyun nitelik ve niceliğinin muhafazası için gerekli işlemlerin denetiminde gereklidir. Servis, su potansiyelini belirlemek için hidrolojik araştırmaların başlatılması, yeraltısuyu seviyesinin, Kinneret gölünün ve yüzey sularının seviyelerinin düzenli olarak ölçümü ile ilgilenir. Su Müfettişine faaliyetlerinin sonucunu bildirir.

## **TAHSİSLER VE LİSANS BÖLÜMÜ**

Bu bölüm suyun tüketimi, temini ve beslenme hakları ile ilgili Su Kanununda yer alan hükümleri yerine getirmekle sorumludur. Ayrıca su temini, sondaj izinleri, su hakları, su tahsisi ve tüketimin bildirilmesi konularında Su Kurulu'nun yetkilerini icra eder. Bölüm, Tarım Bakanlığı Planlama Yetkilileri ve görevi talepleri karşılama olan Bölge Sorumluları ile birlikte çalışır. Tahsis ve lisans bölümü Su Kurulu teşkilat yapısı içinde yapılan değişikliklerle gelecek yıllardaki taleplerin yönlendirilmesi ile ilgilenir.

## **GELİŞTİRME BÖLÜMÜ**

Su Kurulu içinde kurulan ve gelişmekte olan yeni bir bölümdür. Bu bölüm, ülkenin su ihtiyaçlarının ortaya çıkardığı su kaynakları ile ilgili çalışmalarını geliştirme programı uyarınca yönlendirir ve su ekonomisi geliştirme programının uygulanması ile ilgili olan bütün planlama işlerini yerine getirir. Çeşitli devlet kurumları ( Savunma Bakanlığı, Bayındırlık Bakanlığı, Belediyeler, İskân Kurumları) ile geliştirme programını koordine eder. Mühendislik ve ekonomik kontrol mekanizmaları ile birlikte Mekorot ve diğer su temin eden kuruluşlar tarafından yapılan işlerin kontrolünü, ücret düzenlemeleri açısından yürütür.

## **PLANLAMA BÖLÜMÜ**

Planlama bölümü genel planlama, master plan, bölgesel ve mahalli planlama gibi ülkenin su ekonomisinin uzun dönem stratejik planlaması ile ilgili işlemleri yürütür.

## **SU KALİTESİ VE ATIK SU BÖLÜMÜ**

Su kalitesinin korunması, su kalitesi gözlemlerinin yürütülmesi, çevrenin korunması, atık su ile ilgili çalışmaların koordinasyonu ve veri toplanmasına ek olarak atık suların arıtımı ve tekrar kullanımı için data toplanması ile ilgili olarak çalışır. Su kalitesinin gözlenmesi Sağlık ve Çevre Bakanlıkları ile koordine edilir. Ek olarak, tarım sektöründe atık sulardan faydalanılması için projelerin başlatılmasından sorumludur.

## **TOPRAK KORUMA VE DRENAJ BÖLÜMÜ**

Toprak Koruma ve Drenaj Bölümü ülkedeki toprak kaynaklarının korunması, nehir akımlarının düzenlenmesi ve drenaj işlemlerinden sorumludur. Drenaj projelerinin başlatılması, yüzey su kaynaklarının değerlendirilmesi, nehir akımlarının düzenlenmesi, baraj göllerinin değerlendirilmesi ve drenaj yöntemi ile nehirlerin bakımı, bu bölümün çalışma sahasıdır.

## **EKONOMİK BÖLÜM**

Su ücretlerinden vergi toplama ve teşvik verme konularında değişiklikler için teklif hazırlamakla sorumludur. Ayrıca su ekonomisi gelişme programının ekonomik boyutu ile de ilgilenir.

## **YASAL BÜRO**

Yasal işlemleri başlatmak, Su Kanununun uygulanmasında danışma bürosu olarak hizmet etmek, sözleşme ve kontratları hazırlamak, Su Konseyi'nin ve Amaç Komitesi'nin aktivitelerini koordine etmek ve Parlamento toplantılarında Su Kurulu'nu temsil etmek ile yükümlüdür.

## **İDARE VE ORGANİZASYON**

Bu birim mevcut politika ve direktiflere paralel idare ve organizasyon konusunda Su Kurulu'nun çalışmalarından sorumludur.

## **SU KURULU İLE İLGİLİ DİĞER KURULUŞLAR**

ICWA, Su Kurulu ve Standartlar Enstitüsü tarafından kurulmuştur. Şirket su aletlerinin geliştirmesi, içme ve tarımsal kullanım için yardımcı olunması, standartlar için teknik şartların hazırlanması, çeşitli su analizleri yapılması ve kalite garantisinin sağlanması konularında çalışır. Ek olarak faaliyet alanı içinde sulamada otomasyonun geliştirilmesi ve sulamada etkinliğin artırılmasına yardım eden yerel ve uluslararası bilgilerin toplanması ve planlanması da yer almaktadır.

## **Kinneret Yönetimi**

Kinneret Yönetimi Kinneret Drenaj Havzası'nın işletilmesi, kirliliğin önlenmesi, göl kıyılarına dikkat edilmesi, danışmanlık ve kontrol hizmetlerinden sorumludur. Yönetim ek olarak, işletilen çöp ve kanalizasyon atıkları çalışmalarında bölge servislerinin kurulmasını temin eder.

## **Dengeleme Fonu**

Su ücretlerini dengeleme fonu su ücretlerini dengelemek için kanun ile kurulan bir fondur. Bu, su temin ücretlerinin yüksek olduğu bölgeler ile ücretlerin düşük olduğu bölgeler arasında denge kurularak başarılır. Denge mekanizması, ücretleri dengelemek için teşvik verilmesi ve denge vergilerinin toplanması esasına dayanır.

## **Su İşlerini Değerlendirme Komitesi**

Bu Komite, Su Müfettişi adına hareket eder. Görevi mühendislik ve ekonomik kriterlere göre su ekonomisi geliştirme programının

düzenlenmesine karar vermektir. Komitede Su Kurulu, Mekorot Şirketi ve Yahudi Ajansı temsilcileri bulunur.

### **Statü Planlama Komitesi**

Ulusal düzeydeki programların değerlendirilmesi ile ilgili olarak çalışır.

### **Bilimsel Kurul**

Su Kurulu'na bağlı olarak çalışan Bilimsel Kurul, ülkedeki akademik ve araştırma enstitülerinin bütün konulardaki çalışmalarına profesyonel araştırma forumu olarak hizmet eder. Bilim adamlarının ulusal düzeyde su ekonomisi, politikası ve aktiviteleri konusunda görüşlerini ifade etmeleri ve katılımlarını sağlamada fırsat yaratılması için Bilimsel Kurul zaman zaman toplanır.

### **SU TAHSİSİ**

Devlet tarafından belirlenen amaçlar doğrultusunda sınırlı kaynak olan suyun etkin kullanımına ulaşmak mühendislik, ekonomik ve idari faaliyetlerin tanımlanmasını ve yasal yapının organizasyonunu gerektirmektedir.

Su tahsisleri gerçek anlamda 1959 yılında Su Kanunu'nun kabulü ile başlamış ve bölgelere göre tahsis düzenlemeleri belirlenmiştir. Ülkede çoğu bölge, su tüketiminin belirlenen oranlarla sınırlı olduğu yerler olarak tanımlanan tahsisli bölge olarak ilan edilmiştir. Bu yüzden standartlar tarımsal tüketim ve bitki deseni, kişi başı içme suyu tüketimi ve sanayi tüketimi için belirlenmiştir.

Su Kanununun yürürlüğe girmesinden itibaren her su üreticisi ve su kullanıcılarına yıllık üretim ve kullanma izni verilir. Üretim/temin veya tüketim için müsaade edilen su miktarı, üretim şartları ve yasaklar ile ilgili üretim izni Su Müfettişi'nin yetkilerini yansıtan ana dokümandır. Bu konuda öncelik içme sularına verilir.

### **Tarım**

Tarım için su tahsisi özel tarım ve planlı tarım olarak ayrılır. Özel tarım için su tahsisi Su Kanunu'nun kabulü ile başlamıştır.

İlk safha, kanunun yürürlüğe girdiği zaman mevcut olan su kullanım haklarının tanımlanmasıydı. Bu, tarım arazilerinin belirlenmesi, tespit edilmesi ve o günlerdeki su tüketim miktarı dikkate alınarak belirlenmiştir. Daha sonra kullanım standartları farklı bitkiler için belirlenmiş ve standartların bir ölçeğe göre belirlenmesiyle su tahsisi ortaya çıkmıştır.



Planlı tarım için su tahsisi, toprak tipine ve kurulacak olan çiftliklerin maksimum sayısına göre yapılmıştır. Çiftlikler için maksimum su tahsisi, planlanan çiftlik sayısı ile bir çiftlik için tahsis edilen su miktarının çarpımı ile bulunur.

Su Kurulu 1986'dan bugüne kadar su tahsislerinde azaltma politikası takip etmektedir. Azaltma ülkenin birçok bölgesinde yapılmıştır. Bu, iyileştirme işlemine maruz olan sahil akiferinde pompaj ile çekimin azaltılmasıyla olmuştur.

## **Sanayi**

Üretimde yılda 5000 m<sup>3</sup>'den fazla su kullanan sanayi sektörü için yapılan tahsis, üretim kapasitesine göre su kalitesi esas alınarak yapılır.

Üretime bağlı olarak önceden belirlenen standartların geliştirilmesi, fabrikaya su tahsisi için esastır. Fabrikanın atık su arıtım sistemi, gereken kriterleri karşılamazsa su kullanma izni verilmez.

## **Kullanma Suyu**

Kullanım amaçlı yerel yetkililere tahsis edilen su miktarı, yerel sorumlulara verilen sınırlar çerçevesinde ev için tüketimi, bahçe sulamasını, kamu kullanımını ve ticarethanelerdeki kullanımı içerir. Diğer bir deyişle yerel yetkililerin paylaştığı tüketim, tarım ve sanayi amaçlı su tahsisi hariç kendi limitleri içinde olur.

1993 yılında yürürlüğe konulan düzenlemeler uyarınca, kullanım amaçlı olarak yerel yetkililere tahsis edilen su miktarı, bir önceki lisans yılı süresince aynı yerel yetkililerin gerçek su tüketimleri olarak belirlenir.

Su Kurulu dağıtım sisteminden kaynaklanan kaçakları önlemek için bütün gayretini göstermelidir.

Tahsis ve Lisans Bölümü tarıma tahsis edilen suyun tarımda kullanılmayan miktarını belirlemek için çalışır. Bu çalışma çiftçilere yeni su tahsisini mümkün kılarken devletin tarım ve politik ihtiyaçlarına uygundur.

Tablo 1. Su tahsisi ve tüketimleri (milyon m<sup>3</sup>)

Yıl	AMAÇ	TAHSİS			TÜKETİM
		Arıtılmış	İçilebilir kalitede	Toplam	
1993	Tarım	375	1 132	1 507	1 172
	Sanayi	33	107	140	132
	İçme-Kullanma	2	426	428	486
	Toplam	410	1 665	2 075	1 790
1994	Tarım	401	1 057	1 458	1 190
	Sanayi	38	103	141	128
	İçme-Kullanma	2	488	490	521
	Toplam	441	1 648	2 089	1 839
1995	Tarım	384	1 042	1 426	1 258
	Sanayi	38	105	143	136
	İçme-Kullanma	2	488	490	557
	Toplam	424	1 635	2 059	1 951

## SU ÜCRETLERİ

Su ücretleri üretici/temin edici ve tüketici arasında su kullanımından dolayı belirlenmiş olan bir fiyattır. Su tarifesinin geçerli olduğu yerlerde, ücret tarife ile belirlenir.

Mekorot Şirketi suyun 2/3'ünü temin eder. Şirket, Parlamento Mali Komitesi tarafından uygun görülen, Tarım ve Maliye Bakanlıkları'nca onaylanan ücretleri belirlemede yetkili kılınmıştır. Ücretler tüketici fiyatları, elektrik fiyatları ve ortalama ücretler endeksindeki değişime göre zaman zaman ayarlanır.

Ücretler farklı kullanım amaçlarına göre sınıflandırılır.

### Sanayi ve Tarım

Sanayi ve tarımsal sulama amaçlı kullanılan su ücretleri, iki sebepten dolayı içme suyu ücretlerinden daha düşüktür:

- Tarım ve sanayi suyu üretim amaçlı tahsis edilir.
- Tarımsal amaçlı su daha düşük kaliteli ve daha az güvenilirdir.

### Belediye

Yerel yönetimler için belirlenecek su ücreti Mekorot Şirketi' ne ödenecek ücret esas alınarak İçişleri ve Maliye Bakanlıkları tarafından tayin edilmektedir.

Yerel sınırlar içinde sanayi ve tarımsal sulama amaçlı kullanılan sular için ücret tarifeleri aynıdır. Buna paralel Mekorot Şirketinin bu amaçlı satış ücreti de aynıdır. Yerel yönetimler suyun dağıtım ve temin fiyatlarını içeren harcamaları da tahsil etmektedir.

## **İçme-Kullanma**

Ücretin belirlenmesi Mekorot Şirketine ödenen ücrete bağlıdır ve ücret gerekli nitelik ve nicelikteki suyun temini için yapılan harcamaları içermektedir.

Ücret kullanılan su miktarı ile artmaktadır. İlk tarife her bir ev için ayda 8 m<sup>3</sup> su kullanımına kadar aynıdır. Bu miktar aşıldığında ikinci tarife, sonraki 7 m<sup>3</sup> içindir. Bundan sonra her bir m<sup>3</sup> ücreti dereceli olarak artmaktadır.

Kalabalık aileler su ücreti indiriminden şu şekilde yararlanır: 4 kişiden fazla olan ailelerde fazla her kişi için kişi başına 3 m<sup>3</sup> fazla su tahsisi yapılır.

## **Bahçe Sulama**

Bahçe sulamada nispeten düşük ücret vardır. Bu içme suyu hesaplamalarındaki ilk tarife ile aynıdır. Verilecek su 1 m<sup>2</sup> bahçe için 0.6 m<sup>3</sup> su ile sınırlıdır ve Nisan-Kasım ayları arasındaki sürede bir bahçe için yılda 300 m<sup>3</sup>' den fazla su verilemez.

Sitelerde her ev 500 m<sup>2</sup>' ye kadar bahçe sulayabilir. Bu, tahsis edilen su için problem değildir. Tüketici daha fazla su kullanabilir ama kullanılan su miktarı 300 veya 500 m<sup>3</sup>' ü aştığı durumlarda aşan miktar, içme suyu tüketimine eklenir.

Sitelerde paylaşılan su tüketimi genel su sayacında okunan değer ile her evdeki sayaçtan okunan değerler toplamı arasındaki fark olarak tanımlanır. Bu fark, eşit olarak evler arasında paylaşılır.

## **SU KAÇAKLARI**

Paylaşılan su tüketimi normal kullanımdan fazla ise ya da aniden artarsa bu sistemde sızıntı olduğunun habercisidir. Bu durumda yerel yetkili sızıntıyı tamir etmekle yükümlüdür.

Ücret, su sayacında okunan değere bağlıdır. Yerel yetkililer su sayacında okunan değerleri iki ayda bir tüketiciye bildirir. Tüketiciye gönderilen fatura sadece su sayacında okunan rakamdır. Fatura süresince ücretlerde değişiklik varsa tüketim miktarı kullanım süresine bölünür. Değişim gününe kadar olan miktar eski ücretten, sonraki tüketim yeni ücretten ödenir.

Su sayacının olmadığı yerlerde içme, kullanma için tüketim miktarı ayda 15 m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Bu tüketim miktarı tek kişinin yaşadığı hanelerde 5 m<sup>3</sup>, iki kişi olan yerlerde ise 8 m<sup>3</sup> 'dür.

Eğer su sayacı çalışmıyorsa ve su tüketimini belirlemek imkânsız ise görevli sayacın çalışmadığı tarihten iki ay önceki değerlere veya bir önceki yılın aynı zaman süresine karşılık gelen tüketim miktarını değerlendirerek ücreti belirlemektedir.

**BREZİLYA HÜKÜMETİ**  
**ULUSAL SU KAYNAKLARI POLİTİKASININ TESPİTİ**<sup>1</sup>  
(Kanun No: 9433, Tarih: 8 Ocak 1997)

**BAŞLIK I**  
**ULUSAL SU KAYNAKLARI POLİTİKASI**

**BÖLÜM I**  
**TEMEL ESASLAR**

Madde 1. Ulusal Su Politikası aşağıdaki esaslara dayanmaktadır:

1. Su, kamu malıdır.
2. Su, ekonomik değeri olan sınırlı doğal bir kaynaktır.
3. Herhangi bir su sıkıntısı anında su kaynakları kullanımında öncelik insanların kullanımına ve hayvanların sulanmasına verilmiştir.
4. Su Kaynakları Yönetimi suyun çok amaçlı kullanımına müsaade etmelidir.
5. Ulusal Su Kaynakları Politikasının yerine getirilmesinde ve Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sisteminin uygulanmasında Nehir Havzaları esas alınır.
6. Su kaynaklarının yönetimi merkezileştirilmemeli ve bu kaynakların yönetimine kullanıcıların, ilgili kuruluşların ve hükümetin katılımı olmalıdır.

**BÖLÜM II**  
**AMAÇLAR**

Madde 2. Ulusal Su Kaynakları Politikasının amaçları aşağıda belirtilmiştir:

1. Şimdiki ve gelecek nesillere çeşitli kullanımlar için uygun nitelikte suyu temin etmek.
2. Sürekli gelişimi başarmak amacıyla nehirler yolu ile taşımacılık dahil su kaynakları kullanımında rasyonelliği ve entegrasyonu sağlamak.
3. Doğal sebeplerin veya doğal kaynakların uygun olmayan kullanımının yol açacağı su krizlerine karşı, kaynakları korumak ve krizleri önlemek.

**BÖLÜM III**  
**UYGULAMALAR İÇİN GENEL REHBER**

Madde 3. Ulusal Su Kaynakları Politikasının yerine getirilmesinde aşağıdaki genel kriterler rehber olacaktır:

1. Su kaynaklarının nitelik ve nicelik açısından sistematik yönetimi.
2. Su kaynakları yönetiminin Brezilya'nın farklı bölgelerindeki fiziksel, demografik, ekonomik, sosyal ve kültürel farklılıklara göre düzenlenmesi.
3. Su kaynakları yönetimi ile çevre yönetiminin entegre hale getirilmesi.
4. Su kaynakları planlamasının kullanıcı sektörlerine göre bölge, eyalet ve ulusal bazda koordinasyonu.
5. Su kaynakları yönetiminin arazi kullanımı ile uyumlu hale getirilmesi.

---

<sup>1</sup> Çeviri. DSİ Teknik Bülteni Sayı: 94' de yayınlanmıştır.

6. Nehir havzası yönetiminin kıyı bölgesi ve haliçler yönetimi ile bağdaştırılması.

Madde 4. Federal Birlik, eyaletlerle birlikte su kaynakları yönetiminin genel faydaları konusunda koordinasyonu sağlayacaktır.

## **BÖLÜM IV ARAÇLAR**

Madde 5. Ulusal Su Kaynakları Politikasına ulaşmada kullanılacak yöntemler aşağıdadır:

1. Su kaynakları planları.
2. Temel kullanım esaslarına göre su kütlelerinin sınıflandırılması.
3. Su kaynakları kullanımında hakların belirtilmesi.
4. Su kaynakları kullanımında ücretler.
5. Belediye ihtiyaçlarının karşılanması.
6. Su Kaynakları Bilgi Sistemi

### **Kısım I SU KAYNAKLARININ PLANLANMASI**

Madde 6. Su Kaynakları Planları, Su Kaynakları Yönetimi ve Ulusal Su Kaynakları Politikasının uygulanmasında esasları içeren bir master plandır.

Madde 7. Su Kaynakları Planları, programların ve projelerin uygulanabileceği uzun dönemli planlardır ve aşağıdaki hususları içerir:

1. Su kaynaklarının mevcut durumu.
2. Nüfus artış alternatifleri, üretim aktiviteleri gelişimleri ve arazi kullanım deseni değişimleri için analiz.
3. Nitelik ve nicelik açısından su kaynakları için gelecekteki talebin ve temin imkânlarının tahmin edilmesi ve muhtemel problemliler bölgeler.
4. Rasyonel kullanımı sağlama, artan talebi karşılama ve su kalitesinin iyileştirilmesi için hedefler.
5. Alınacak önlemler, tasarlanan amaçlara ulaşmada geliştirilecek programlar ve uygulanacak projeler.
6. Su kullanım hakkındaki öncelikler.
7. Su kullanım ücretleri için ana esaslar ve kriterler.
8. Su kaynaklarını koruma amacıyla su kullanımına yasaklama getirilecek sahalılar.

Madde 8. Su kullanım planları nehir havzası, eyalet ve ülke için bir bütün olarak yapılacaktır.

### **Kısım II SULARIN TEMEL KULLANIM AMAÇLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI**

Madde 9. Temel kullanım esas alınarak yapılan suların sınıflandırılması aşağıdaki amaçları taşıyacaktır:

1. En fazla talep edilen su miktarına uygun olan su kalitesini sağlamak.
2. Su kirliliğini önleyici faaliyetlerle, kirliliğe karşı mücadelede fiyatları azaltmak.

Madde10. Suların sınıflandırılması Çevre Kanunları tarafından yapılacaktır.

### **Kısım III** **SU KULLANIM HAKLARI TASARRUFU**

Madde 11. Su kullanım rehberinin amacı su kullanımında nitelik ve nicelik kontrolü ile su haklarında etkinliği sağlamaktır.

Madde 12. Aşağıdaki su kullanım hakları, hükümetin tasarrufu altındadır:

1. Suyun kamu yararına tüketilmesi veya nihai tüketim için suyun akış yönünün değiştirilmesi ve depolanması.
2. Nihai tüketim veya üretim işlemlerinde kullanım için suyun akiferlerden çekilmesi.
3. Arıtılmış/arıtılmamış kanalizasyon atıklarının ve diğer sıvı/gaz atıklarının sulandırma, taşıma veya elden çıkarılma amacıyla su kütlelerinin içine boşaltılması.
4. Hidroelektrik potansiyelden yararlanma.
5. Su kütlelerinde mevcut olan niteliği, niceliği ve akımı etkileyecek diğer kullanımlar;

#1 Aşağıda tanımlanan düzenlemeler için hükümet kararları gerekmez:

- Kırsal alanda yayılmış olan küçük nüfus gruplarının ihtiyaçlarını karşılamak için su kaynaklarını kullanma,
- Önemsiz derecede su akımının yönünü değiştirme, toplama ve boşaltma,
- Önemsiz derecede su hacmi depolama.

#2 Elektrik üretimi için su kaynaklarından yararlanma Ulusal Su Kaynakları Planında belirtilecektir.

Madde 13. Su Kaynakları Planında belirlenen haklar arazi kullanım önceliğine bağlı olacak, su kütlelerinin sınıflamasına uyacak ve mümkün olduğu kadar suyun kanaletlerle ulaştırılması şartlarını yerine getirecektir.

Su kullanım hakkı, suyun çok amaçlı kullanımını muhafaza edecektir.

Madde 14. Karar; Federal Hükümetin, Eyaletlerin veya Federal Bölgenin sorumlu ve yetkili yönetim kurulları tarafından alınacaktır.

# Federal Yönetim Kurulu, su kaynakları kullanım hakları konusunda Eyalet ve Federal bölge yetkililerini düzeni sağlamak üzere görevlendirebilecektir.

Madde 15. Su kullanım hakları aşağıdaki durumlarda kısmen veya tamamen belirli bir süre için askıya alınabilir:

1. Haklar açısından uygulamada başarısızlık.
2. Kaynak kullanımında 3 yıl üst üste başarısızlık.
3. Felaket anında acil su ihtiyacı.
4. Önemli çevresel problemlerin önlenmesi ihtiyacı.
5. Alternatif kaynak olmadığı zaman halkın yararı için kullanıma öncelik verme ihtiyacı.
6. Su kütlelerini koruma ihtiyacı.

Madde 16. Su kullanımı için hiç bir hak 35 yıllık periyodu aşacak şekilde düzenlenemez.

Madde 17. Karar hiç bir şekilde su hakkının devredilmesine atıfta bulunamaz.

#### **Kısım IV SU KULLANIM ÜCRETLERİ**

Madde 19. Su kullanımı için ücretler aşağıdaki şekilde tasarlanmıştır:

1. Suyun ekonomik bir mal olduğunu ve kullanıcıya onun gerçek değerini vermesi gerektiğini belirtmek.
2. Su kullanımında rasyonelliği teşvik etmek.
3. Su Kaynakları Planlarında bulunan programları finanse etmek için gelirleri arttırmak.

Madde 20. Ücretler mevcut kanununun 12. maddesinin tasarrufu altında su kaynakları kullanımı için belirlenir.

Madde 21. Su kaynakları kullanımı için ücretlerin belirlenmesinde aşağıdaki unsurlar da dikkate alınacaktır:

1. Suyun dağıtımında, toplanmasında ve yeraltından çıkarılmasında hacim ve akım değişikliği olduğu zaman.
2. Kanalizasyon atıkları ile diğer sıvı/gaz atıkların kaynağa boşaltılması durumunda akımdaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakterlerin ve atıkların zehir içeriğinin değişmesi halinde.

Madde 22. Su kullanımı için toplanan ücretlerin, toplandığı nehir havzalarında kullanılmasına öncelik verilecektir ve sonra aşağıdaki amaçlar için kullanılacaktır:

1. Su Kaynakları Planlarında yer alan programların, çalışmaların ve projelerin finanse edilmesi.
2. Bürolar ve Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sistemi içindeki kuruluşların ve birimlerin giderlerinin ve uygulama ücretlerinin ödenmesi.



- #1. Ödemeler tahsil edilen toplam miktarın % 7.5'i ile sınırlıdır.
- #2. Bu maddenin başında belirtilen projelerde ve kamu çalışmalarında toplumun yararı için su kütleleri nitelik ve nicelik sınırlaması olmadan kullanılabilir.

## **Kısım V**

### **SU KAYNAKLARI BİLGİ SİSTEMİ**

Madde 25. Su Kaynakları Bilgi Sistemi su kaynakları bilgilerinin toplanmasını, işlenmesini ve depolanmasını içeren bir sistem olup kaynakların yönetiminde gerekli olan faktördür.

Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sisteminde bürolar tarafından oluşturulan veriler Ulusal Su Kaynakları Bilgi Sisteminde toplanır.

Madde 26. Su Kaynakları Bilgi Sisteminin işletilmesinde aşağıdaki prensipler geçerlidir:

1. Data ve bilgilerin üretilip toplanmasının tek bir yerde yapılmaması.
2. Sistemin standardı.
3. Bütün toplum için data ve bilgilere erişim güvencesi.

Madde 27. Ulusal Su Kaynakları Bilgi Sisteminin amaçları aşağıda belirtilmiştir:

1. Brezilya su kaynaklarının niteliği ve niceliği ile ilgili veri ve bilgileri toplamak, standart hale getirmek ve bilgileri dağıtmak.
2. Ülke bazında su kaynakları talebini ve elde edilen bilgileri düzenli olarak güncelleştirmek.
3. Su Kaynakları Planlarının hazırlanmasına yardımcı olmak.

## **BÖLÜM V**

### **HÜKÜMETİN FAALİYETLERİ**

Madde 29. Ulusal Su Kaynakları Politikasının yerine getirilmesinde Federal Yönetim Kurulunun fonksiyonları:

1. Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sisteminin işletilmesi ve uygulanması için gerekli önlemlerin alınması.
2. Su kaynakları kullanım hakkına karar vermek, kullanımları yetki alanı içinde düzenlemek ve kullandırmak.
3. Su Kaynakları Bilgi Sisteminin ulusal seviyede kurulması ve yönetilmesi için kurumsallaşma.
4. Su kaynakları yönetimi ile çevre yönetimi entegrasyonunu teşvik etmek ve gelişimini sağlamak.

Federal Yönetim Kurulu ülkenin varlığı olan su kaynakları kullanım hakkı konusunda karar verilmesinde büroların sorumluluklarını belirleyecektir.

Madde 30. Ulusal Su Kaynakları Politikasının uygulanması için, Eyalet ve Federal Bölge Yönetim Kurulları yetki sınırları dâhilinde aşağıdaki sorumluluklara sahip olacaktır:

1. Su kullanım hakkına karar verilmesi, kullanımın düzenlenmesi ve izlenmesi.
2. Su temin projelerine teknik yardım yapılması.
3. Eyalet ve Federal bazda Su Kaynakları Bilgi Sistemini kurmak ve yönetmek.
4. Su kaynakları yönetimi ile çevre yönetimi entegrasyonunu teşvik etmek ve gelişimini sağlamak.

Madde 31. Ulusal Su Kaynakları Politikasının uygulanmasında Federal Yönetim Kurulu ve Belediyeler sağlık şartları, arazi kullanımı, yerleşim, toprak muhafaza ve çevre koruma konularında eyalet ve federal politikaları ile temel olan yerel politikaların işbirliğini teşvik edecektir.

## **BAŞLIK II ULUSAL SU KAYNAKLARI YÖNETİM SİSTEMİ**

### **BÖLÜM I AMAÇ VE KAPSAM**

Madde 32. Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sistemi aşağıdaki amaçlar için oluşturulmuştur:

1. Birleşik su yönetiminde koordinasyonu sağlamak.
2. İdari kademe olarak, su kaynakları ile ilgili anlaşmazlıklarda hakem rolü oynamak.
3. Ulusal Su Kaynakları politikasını uygulamak.
4. Su kaynaklarının kullanımını, korunmasını ve iyileştirilmesini desteklemek için plan yapmak.
5. Su kaynakları kullanımında ücretlerin tahsil edilmesini teşvik etmek.

Madde 33. Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sistemi aşağıdaki birimleri içermektedir:

1. Su Kaynakları Ulusal Konseyi.
2. Su Kaynakları Eyalet ve Federal Bölge Konseyi.
3. Nehir Havzası Komiteleri.
4. Su kaynakları yönetimi ile ilgili olan belediyeler, eyaletler ve federal organlar.
5. Su Ajansları.

### **BÖLÜM II SU KAYNAKLARI ULUSAL KONSEYİ**

Madde 34 Su Kaynakları Ulusal Konseyi aşağıdaki birimlerden oluşur:

1. Su kaynaklarının kullanımı ve yönetimi ile ilgili Kurumlar ve Bakanlık temsilcileri.
2. Su Kaynakları Eyalet Konseyi tarafından seçilen temsilciler.

3. Su kaynakları kullanıcı temsilcileri.
4. Su kaynakları ile ilgili sivil toplum kuruluşları.

Madde 35. Su Kaynakları Ulusal Konseyi aşağıdaki sorumluluklara sahiptir:

1. Su kaynakları planlamasını ulusal, bölgesel ve eyalet bazında yapmak ve bunların kullanıcı sektör planları ile entegrasyonunu teşvik etmek.
2. Su Kaynakları Eyalet Konseyleri arasındaki idari problemlere hakemlik etmek.
3. Sahası eyalet sınırını aşan su kaynakları projelerini görüşmek.
4. Nehir Havzası Komitesi veya Su Kaynakları Eyalet Konseyi tarafından kendilerine iletilen problemleri görüşmek.
5. Mevcut su kaynakları politikasının ve su kaynakları yasalarının iyileştirilmesini önermek.
6. Ulusal su kaynakları planlarının yerine getirilmesinde ve Ulusal Su Kaynakları Yönetim Sisteminin işletilmesinde yönlendirici görevi yapmak.
7. Nehir Havzaları Komitelerinin oluşum tekliflerini onaylamak ve kuralların koyulması için kriterleri belirlemek.
8. Ulusal Su Kaynakları Politikasının işleyişini izlemek ve amaçlara ulaşmada gerekli adımlara karar vermek.
9. Tahsil edilecek ücret ve su kullanım hakları için gerekli kriterleri kapsamlı olarak belirlemek.

Madde 36. Su Kaynakları Ulusal Konseyi yöneticileri aşağıda yer almaktadır:

1. Çevre, Su Kaynakları ve Amazon Bölgesi Bakanı olan başkan,
2. Genel Sekreter; Çevre, Su Kaynakları ve Amazon Bölgesi Bakanlığının bünyesindeki kurumlardan birinin başkanı olabilir, yani su kaynakları yönetimi sorumlusu.

### **BÖLÜM III NEHİR HAVZASI KOMİTELERİ**

Madde 37. Nehir Havzası Komitesi aşağıdaki konularda faaliyet gösterir:

1. Bütün nehir havzası.
2. Havzanın başlıca su kaynağı olan nehir alt havzaları veya onun alt havzaları.
3. Bitişik nehir veya nehir alt havza grupları.

Ülkenin varlığı olan nehirler için Nehir Havzaları Komiteleri kurulması Devlet Başkanı' nın onayı ile olacaktır.

Madde 38. Nehir Havzası Komitesinin sorumlulukları aşağıdadır:

1. Su kaynakları ile ilgili konuları tartışmak ve ilgili birimlerin çalışmalarını koordine etmek.
2. Su kaynakları ile ilgili tartışmalarda ilk idare merkezi olarak hakemlik yapmak.
3. Nehir havzaları için su kaynakları planlarını onaylamak.

4. Nehir havzaları için su kaynakları planlarının işleyişini gözlemek ve amacına ulaşmak için gerekli önerileri yapmak.
  5. Su Kaynakları Ulusal ve Eyalet Konseylerine önerilerde bulunmak.
  6. Su kaynakları kullanımı için ücret toplama mekanizmasını oluşturmak ve ücret miktarlarını önermek.
  7. Genel faydaları olan çok amaçlı kullanım projelerinin mali yükünü paylaşmak.
- Nehir Havzası Komitesi kararlarını yetki alanı dâhilinde Su Kaynakları Ulusal veya Eyalet Konseyine sunabilir.

Madde 39. Nehir Havzası Komitesi aşağıdaki temsilcilerden oluşur:

1. Federal Hükümet.
2. Bulunduğu yerdeki Eyalet veya Federal Bölge Temsilcileri.
3. Bulunduğu yerdeki belediyeler.
4. Su kullanıcıları.
5. Havzada faaliyet gösteren sivil su kaynakları büroları.

#1 Temsilcilerin sayısı ve atanması için kriterler komite düzenlemelerinde belirtilmiştir. Federal Hükümet, Eyalet, Federal Bölge ve Belediye temsilcilerinin sayısı toplam üye sayısının yarısı ile sınırlı olacaktır.

#2 Sınır aşan nehir havzası yönetiminde Nehir Havzası Komitesinde, Dış İşleri Bakanlığında bir temsilci bulunacaktır.

#3 Yerli(Kızılderili) topraklarını da içeren Nehir Havzası Komitesi aşağıdaki temsilcileri de içermelidir;

- Ulusal Yerli Birliği temsilcisi,
- Havzada yaşayan veya ilişkileri bulunan yerli topluluklarının temsilcileri.

#4 Faaliyet alanı eyalet sınırları içindeki nehir havzası ile sınırlı olan Nehir Havzaları Komiteleri Birliği kendi düzenlemeleri uyarınca yönetilir.

Madde 40. Nehir Havzası Komitesi, üyeleri arasından seçilen başkan ve sekreter tarafından yönetilir.

## **BÖLÜM IV SU BÜROLARI**

Madde 41. Su Büroları, Nehir Havzaları Komitelerinin icra sekreterleri olarak çalışır.

Madde 42. Su Büroları, bir ya da daha fazla Nehir Havzası Komitesinin faaliyet alanı ile aynı alanda çalışacaktır.

Su Büroları ya Su Kaynakları Ulusal Konseyi ya da bir veya daha fazla Nehir Havzası Komitesinin gerekli gördüğü Su Kaynakları Eyalet Konseyi tarafından talep üzerine yetkilendirilir.

Madde 43. Su Bürolarının kurulması için aşağıdaki Şartların yerine getirilmesi gereklidir:

1. Nehir Havzası Komitesi veya Komitelerinin oluŐumundan önce kurulması.
2. Faaliyet sahasındaki su kaynakları kullanımından tahsil edilen ücretlerde mali iŐlerliđin temin edilmesi.

Madde 44. Su Büroları faaliyet sahaslarında aşağıdaki sorumluluklara sahiptir:

1. Çalışma sahasındaki mevcut su kaynaklarına ait kayıtların güncelleŐtirilmesini yapmak.
2. Su kaynakları kullanıcıları çizelgesini tutmak.
3. Su kullanım ücretlerini toplamak.
4. Su kullanımından elde edilecek ücretlere yönelik proje teklifleri hazırlamak ve önerilerini su kaynakları idaresinden sorumlu birimlere iletmek.
5. Çalışma sahasında toplanan su kullanım ücretlerinin mali yönetimini izlemek.
6. Çalışma sahasındaki Su Kaynakları Bilgi Sistemini yönetmek.
7. Sorumlulukları yerine getirmede hizmetler ve finans konuları için sözleŐmeleri yapmak.
8.  neri bütçesini hazırlamak ve Nehir Havzası Komitesine görüş almak için göndermek.
9. Çalışma sahasında Su Kaynakları Yönetimi için gerekli çalışmaları düzenlemek.
10. Su kaynakları planlarını görüş almak üzere ilgili Nehir Havzası Komitesine sunmak.
11. Nehir Havzası Komitelerine  neriler yapmak üzere:

- #1 Suları kullanımlarına göre sınıflandırmak.
- #2 Su kullanımı için toplanacak ücretleri belirlemek.
- #3 Su kullanımı için toplanacak ücret harcamalarının plandaki yerini tespit etmek.
- #4 Genel amaçlı projeler için finans sağlamak.

## **BÖLÜM V**

### **SU KAYNAKLARI ULUSAL KONSEYİ YÖNETİCİ SEKRETERİ**

Madde 45. Su Kaynakları Yönetiminden sorumlu olan evre, Su Kaynakları ve Amazon Bölgesi Bakanlığı' nın içindeki birimler, Ulusal Su Kaynakları Konseyinin icra sekreteri olarak hizmet edecektir.

Madde 46. Su Kaynakları Ulusal Konseyi Yönetimi İcra Sekreterinin sorumlulukları aşağıdadır:

1. Su Kaynakları Ulusal Konseyine idari, teknik ve mali yardım sağlamak.
2. Ulusal Su Kaynakları Planlarının hazırlanmasını koordine etmek ve onay için Su Kaynakları Ulusal Konseyinin onayına sunmak.

3. Nehir Havzaları Komiteleri ve Su Kaynakları Eyalet Konseylerinin işlemleri hakkında görüş bildirmek.
4. Su Kaynakları Bilgi Sisteminde işbirliğini sağlamak.
5. Yıllık bütçe tekliflerini ve çalışma programlarını hazırlamak ve onay için Su Kaynakları Ulusal Konseyine sunmak.

## **BÖLÜM VI SU KAYNAKLARI SİVİL ORGANİZASYONLARI**

Madde 47. Mevcut kanunun amaçları arasında aşağıdaki kurumlar su kaynakları sivil kuruluşları olarak dikkate alınacaktır:

1. Belediyeler arası konsorsiyum ve nehir havzaları ile ilgilenen birlikler.
2. Bölgesel, yerel ve sektörel su kullanıcıları birlikleri.
3. Su kaynakları ile ilgili teknik, eğitim ve araştırma organizasyonları.
4. Toplumun kolektif faydalarını savunan sivil toplum örgütleri.
5. Su Kaynakları Eyalet veya Ulusal Konseyi tarafından tanınan diğer kuruluşlar.

Madde 48. Ulusal Su Kaynakları Sistemine katılacak sivil organizasyonlar yasal açıdan tüzel kişilik olmalıdır.

## **BAŞLIK III İHLALLER VE CEZALAR**

Madde 49. Aşağıdaki durumlarda yeraltı ve yüzey su kaynaklarını kullanma hükümlerinin ihlal edildiği kabul edilir:

1. Kullanım hakkına sahip olmaksızın herhangi bir amaç için su kaynaklarının kullanımı veya kullanım amacının değiştirilmesi.
2. Yüzey ve yeraltısuyu kaynaklarından yararlanma ve kullanım amacını değiştirmek için herhangi bir faaliyeti üstlenmek (sorumlu büro veya yetkililerden izin olmaksızın akım oranını, niteliğini ve niceliğini değiştirmek).
3. Yönetmeliğe karşı gelecek şekilde su kaynaklarını kullanmak veya bu yönde çalışmalar yapmak.
4. Yeraltısularını çıkarmak için izinsiz kuyular açmak veya bu kuyuları işletmek.
5. Kullanılan su hacmini ölçmede hile yapmak veya ölçülenden farklı rakam beyan etmek.
6. Mevcut kanun düzenlemelerini, sorumlu büro tarafından belirlenen talimatları ve prosedürleri ihlal etmek.
7. Sorumlu görevlilerin görevlerini yapmasına engel olmak veya tehdit etmek.

Madde 50. Su hizmetlerinin yerine getirilmesinde ve su kaynaklarından faydalanmada, birlik yönetimi ile ilgili düzenlemenin veya kanunların ihlalinde veya gereklilikleri yerine getirmede başarısızlıktan sorumlu kişi aşağıdaki cezalara sıra gözetilmeksizin maruz kalacaktır:

1. Yazılı uyarı, aksaklıkları düzeltmek için zamanla sınırlı uyarı.

2. İhlalin önemi ile orantılı olarak tek seferlik veya günlük para cezası.
3. Geçici olarak mahkeme yoluyla uyarı, su kaynaklarının korunması, kontrolü ve kullanımı ile ilgili düzenlemeler, kanunlar veya kararlarla uyumlu gerekli etkin hizmet ve aktiviteler yapılması.
4. Mahkeme yoluyla sürekli uyarı, eğer uygunsuz kararın değiştirilmesi, su kaynaklarını, nehir yataklarını ve nehir yamaçlarını ilk durumuna getirmek için restorasyona Su Kanununun 58. ve 59. maddeleri uyarınca müsaade etmek.

#1 Eğer kanunların ihlali kamuya su temin hizmetlerini aksatır, sağlık şartlarını tehlikeye sokar, hayvanların telef olmasına veya üçüncü şahıslarda herhangi bir zarara yol açarsa uygulanacak ceza, belirtilen maksimum cezanın bir buçuk katından az olamaz.

#2., 3. ve 4. paragraflarda tanımlanan cezalardan başka, suçlu bu paragraflarda şart koşulan kriterleri yerine getirmek için idare tarafından belirlenen ücreti Su Kanununun 36, 53, 56 ve 58. maddeleri uyarınca oluşan zarar için herhangi bir ön ödeme yapmaksızın ödemek durumundadır.

#3 Bu başlık altında belirtilen cezanın yüklenilmesi halinde kanunlar çerçevesinde idari sorumluya itirazda bulunulabilir.

#4 İhlalin tekrarı halinde ceza ikiye katlanacaktır.

#### **BAŞLIK IV GEÇİŞ ŞARTLARI**

Madde 51. Belediyeler arası konsorsiyum ve 47. maddede belirtilen Nehir Havzaları Birliği, Su Bürolarının kurulmasından önceki görevlerini yerine getirmede belirli bir süre için Ulusal veya Eyalet Su Kaynakları Konseyinden yetkiyi kabul edecektir.

Madde 52. Elektrik üretimi amaçlı hidrolik potansiyelden faydalanma; Ulusal Su Kaynakları planı onaylanıp düzenlenene kadar belirli yerel yasalar tarafından yönetilmeye devam edecektir.

Madde 53. Bu kanunun yayınlanmasından sonra 120 gün içinde sorumlu birim, Su Bürolarının oluşturulması ile ilgili kanun taslağını Ulusal Kongreye teslim edecektir.

Madde 55. Federal Yönetim Kurulu, kanun için gerekli düzenlemeleri yayın tarihinden itibaren 180 gün içinde yayınlayacaktır.

Madde 56. Kanun yayın tarihinden itibaren yürürlüğe girer.

Madde 57. Uygun olmayan maddeler değiştirilir.

# GROUNDWATER IN TURKEY <sup>1</sup>

## 1. LEGISLATIVE FRAMEWORK

### 1.1. Law No. 6200

“Law No. 6200 on the Organization and Duties of the General Directorate of State Hydraulic Works” was enacted in 1954, 52 years ago. It is the main water law. All water resources are managed in accordance with this law.

The General Directorate of State Hydraulic Works (DSI) was established for prevention of damages caused by surface water and groundwater and utilization of water resources for multiple purposes.

### 1.2. Law No. 167

The second law executed by DSI is the “Law No. 167 on Groundwater”. Six years after the establishment of DSI, because of importance of groundwater, this law was enacted. Groundwater activities in Turkey have been executed by DSI on behalf of the State according to the Law on Groundwater. It was brought into force in 1960. According to the Law, groundwater is under the control and ownership of the State. DSI carries out the provisions of this law on behalf of the State.

Besides, in accordance with the aims indicated in the Law on Groundwater, Regulation on Groundwater and Technical By-law on Groundwater have been prepared to apply the Law efficiently. Technical by-law covers technical details.

### 1.3. Law No. 1053

The last law under the responsibility of DSI is the “Law No. 1053 on Potable, Utility and Industrial Water Supply in Ankara, Istanbul and Cities with a Population over One Hundred Thousand”.

As it is seen in the title of the law, it covers the duties of DSI for supplying domestic and industrial water for the cities with a population over 100 000.

Within the content of this law, water quality and pollution are monitored by DSI. Physical, chemical and microbiological characteristics of water are determined and heavy metals are analyzed as well, then, the results are evaluated. In accordance with relevant legislation, results of water

---

<sup>1</sup> *Avrupa Birliği'ne üyelik sürecinde 2006 yılında Brüksel'de yapılan “Fasıl 27 – Çevre Gündemli Tarama Toplantısı” nda sunulmuştur.*



analyses are grouped, water bodies under the risk are identified and relevant institutions are informed.

These studies are carried out for each river basin. Effects of pollutants originated from industrial, municipal and agricultural activities on water resources are investigated. Suggestions for determination of water quality management are improved.

#### **1.4. Law No. 4856**

Organization of Ministry of Environment and Forestry (MoEF) and its responsibilities were determined by the "Law No. 4856 on Establishment and Duties of Ministry of Environment and Forestry".

The aim of this law is to establish MoEF for ;

- environmental protection,
- prevention of environmental pollution,
- taking required measures.

#### **1.5. Law No. 2872**

"Law No. 2872 on Environment" was firstly enforced in 1983 and amended in 2006. It covers three main following ideas;

- the general principles for environmental protection and prevention of pollution,
- the measures and prohibitions related to environmental protection,
- imposing of administrative penalty to the polluters deteriorating the quality of groundwater.

"Polluter pays" is the main principle.

In the content of the Law on Environment, By-law on Water Pollution Control has been prepared. The aim of by-law is to protect groundwater quality and to define legal and technical issues for prevention of water pollution in accordance with principle of sustainable development. That's why any prohibitions, regulations and administrative penalties related to groundwater pollution are included in the by-law.

Shortly, there are four important issues in the by-law. These are following;

- even if wastewater is treated, direct discharge to groundwater should not be permitted,
- in case of deterioration of water quality, pollutant sources are determined and the administrative penalties are imposed,

- in coastal aquifer, for protection of groundwater quality, the amount of abstracted water should not be more than safety groundwater potential,
- vicinity of domestic water supply resources should be protected.

### **1.6. Law No. 5216**

Other than those two big organizations (DSI and MoEF), Metropolitan Municipalities have also responsibilities on groundwater pollution.

“Law No. 5216 on Metropolitan Municipalities” is valid for territorial border of Metropolitan Municipalities.

They should ensure protection of water basin in harmony with sustainable development.

### **1.7. Law No. 2560**

“Law No. 2560 on Establishment and Duties of General Directorate of Istanbul Water and Sewage Administration” covers duties and responsibilities of water and sewage administration.

Responsibilities and duties of water and sewage administrations are to take legal, technical and administrative measures for prevention of groundwater pollution and decreasing of groundwater quantity.

Even if water resources, supplying water to metropolitan municipalities, are out of its border, protection is ensured by this administration.

## **2. COMPETENT AUTHORITIES**

There are four important competent authorities. These are DSI, MoEF, Metropolitan Municipalities and Water and Sewage Administrations.

DSI, as a water authority, is the main organization responsible for water resources management.

The Ministry of Environment and Forestry is responsible for environmental protection and prevention of pollution activities.

General Directorates of Water and Sewage Administration are under the aegis of metropolitan municipalities.

## **3. RESPONSIBILITIES OF COMPETENT AUTHORITIES**

### **3.1. DSI**

In the content of water resources management,

- investigation,
- planning,
- design,
- construction,
- operation activities of water resources and structures have been executed by DSI.

In fact, DSI has four main tasks. These are;

- irrigated agriculture enhancement,
- hydroelectric energy generation,
- water supply to the large cities,
- environmental issues.

In addition to the activities mentioned previously, when we look at responsibilities of DSI related to groundwater, allocation, protection and registration of the groundwater are within the responsibilities of DSI on behalf of the State according to the Law No.167 on Groundwater. Also,

- Groundwater operation areas are determined.
- Groundwater licenses are issued. Therefore water is allocated.
- All licenses are registered.
- Allocation is registered in water log. When the amount of allocated groundwater in basins reaches to the groundwater potential of basin, allocation is stopped.
- Administrative penalty is imposed.

### **3.2. MoEF**

Responsibilities of MoEF for environmental protection and pollution prevention are following;

- to determine principles and policies,
- to prepare programs and to conduct research,
- to take necessary measures to ensure that they are implemented,
- to control pollution,
- to ensure cooperation and coordination among the organizations.

## **4. ONGOING TECHNICAL STUDIES**

A technical working group was established with the participation of relevant institutions so as to work on the legislative and implementation aspects of the Groundwater Directive 80/68/EEC.

Technical studies are carried out under the "Strengthening the Capacity for Sustainable Groundwater Management in Turkey" project (PPA05/TR/7/8) supported by the Netherlands Government. The project aims to assist Turkey in transposition and implementation of the

Groundwater Directive 80/68/EEC, new draft groundwater directive and relevant articles of the Water Framework Directive 2000/60/EEC.

This project is expected to provide;

- assessment of the current tasks and responsibilities related to groundwater management,
- determination of gaps and overlap.

## **5. REFERENCES**

DSİ, 1996, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetleri ile İlgili Mevzuat.

DSİ, 2005, DSI in Brief.

[www.cevreorman.gov.tr](http://www.cevreorman.gov.tr)

[www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr)

[www.ibb.gov.tr](http://www.ibb.gov.tr)

# ÜLKEMİZDE YERALTISULARI İLE İLGİLİ KURUMSAL YAPI MEVZUAT VE AB DİREKTİFLERİ <sup>1</sup>

## ÖZ

*Avrupa Birliği'ne (AB) üyelik sürecinde ülkemizde uygulanmakta olan yeraltısuları ile ilgili mevzuatın AB mevzuatına uyumlaştırılması çalışmaları büyük önem taşımaktadır.*

*Bu çerçevede, Brüksel'de gerçekleştirilmiş olan "Çevre Faslı Tarama Toplantısı"nda AB uzmanlarına sunulmuş olan yurdumuzda yeraltısuları ile ilgili kurumsal yapı ve mevzuata ilişkin raporun kapsamı genişletilerek bu tebliğ hazırlanmıştır.*

*Tebliğde ülkemizde yeraltısuları konuları ile direkt veya dolaylı ilgisi olan kurumlar, mevzuatları ve AB direktifleri hakkında bilgi verilecektir.*

## 1. KURUMSAL YAPI VE MEVZUAT

### 1.1. Devlet Planlama Teşkilatı

Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) genel prensipleri, yatırım önceliklerini, orta ve uzun dönem teknik, çevresel, sosyal ve kültürel politikaları içeren "Kalkınma Planları"nı hazırlamaktadır.

### 1.2. Devlet Su İşleri (DSİ)

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, ülkemizdeki bütün su kaynaklarının planlanması, yönetimi, geliştirilmesi ve işletilmesinden sorumlu yatırımcı bir kuruluş olup; tarım, enerji, hizmet ve çevre sektörlerinde görev yapmaktadır.

DSİ Genel Müdürlüğü, 18 Aralık 1953 tarih ve 6200 sayılı "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun" ile kurulmuştur. Genel Müdürlüğün kuruluş amacı yerüstü ve yeraltısularının zararlarını önlemek ve bunlardan çeşitli yönden faydalanmaktır. Bu kapsamda temel görevleri; baraj inşaatı, hidroelektrik enerji üretimi, taşkın koruma tesisleri meydana getirilmesi, sulama tesisleri kurulması, bataklık alanların ıslahı, içme suyu ve kanalizasyon tesisleri yapımı ile bu tesislerin işletme, bakım ve onarımının yapılmasıdır.

16 Aralık 1960 tarihinde 167 sayılı yasa ile "Yeraltısuları Hakkında Kanun" kabul edilmiştir. Yeraltısularının araştırılması, kullanılması, korunması ve tescili 167 sayılı yasanın hükümlerinden olup, işlemler DSİ Genel

---

<sup>1</sup> *Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı tarafından Şanlıurfa'da 2006 yılında düzenlenen "Jeoteknik ve Yeraltısuları Semineri" nde sunulmuştur.*

Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Kanunun daha etkin şekilde uygulanabilmesi için "Yeraltı suları Tüzüğü" ile "Yeraltı suları Teknik Yönetmeliği" hazırlanmıştır.

Yeraltı suyu temini maksadı ile inşa edilecek belirli derinlikteki kuyu, tünel, galeri vb. su yapıları için "Belge" alma mecburiyeti bulunmaktadır. Alınan belgeler sicile kayıt edilerek rezerv kontrolü yapılmaktadır.

3 Temmuz 1968 tarih ve 1053 sayılı "Ankara, İstanbul ve Nüfusu Yüzbinden Yukarı Olan Şehirlerde İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun" ile içme suyu barajları, isale hatları ve tasfiye tesisi inşaatlarını yapmak görevi DSİ Genel Müdürlüğü'ne verilmiştir.

1053 sayılı yasa kapsamında içme suyu temin edilen sahalarda su kalitesi ve su kirliliği gözlemleri DSİ tarafından yapılmaktadır. Fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve ağır metal analizlerinin sonuçları değerlendirilerek kirlilik var ise kökeni araştırılmakta ve risk altındaki bölgeler tespit edilerek ilgili kurumlar bilgilendirilmektedir. 1150 istasyonda su kalitesi gözlemleri yapılmaktadır.

### **1.3. Çevre ve Orman Bakanlığı**

Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB) 1 Mayıs 2003 tarih ve 4856 sayılı "Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun" ile kurulmuştur. Çevrenin korunması, iyileştirilmesi, doğal kaynakların en iyi şekilde kullanılması, korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve bu konularda gerekli önlemlerin alınması ÇOB'nın kuruluş amacıdır. Bu kapsamda Bakanlık tarafından hedefler, ilkeler ve politikalar belirlenir; programlar hazırlanır, kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon sağlanır.

9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı "Çevre Kanunu", 26 Nisan 2006 tarih ve 5491 sayılı "Çevre Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile revize edilmiştir. Çevre Yasasının amacı bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır. Çevre yasası üç ana prensip içermektedir:

- a) çevrenin korunması,
- b) çevrenin iyileştirilmesi,
- c) çevre kirliliğinin önlenmesi.

Yasada kirleten öder prensibi de yer almaktadır.

"Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" ilk olarak 2872 sayılı "Çevre Kanunu"na istinaden hazırlanmış ve 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Söz konusu yönetmelik daha sonra 2872 sayılı "Çevre Kanunu" ve 4856 sayılı "Çevre ve Orman

Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'a dayanılarak revize edilmiş; 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır.

Yönetmeliğin amacı, ülkemizin su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi biçimde kullanımının sağlanması için su kaynakları kirliliğinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir.

Yönetmelik su ortamlarının kalite açısından sınıflandırmalarını ve kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin esasları ve yasakları, atık suların boşaltım ilkelerini ve boşaltım izni esaslarını, atık su altyapı tesisleri ile ilgili esasları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamaktadır.

Söz konusu yönetmeliğin 22. maddesi yeraltısularının kullanılması ve korunmasına ilişkin 16 Aralık 1960 tarih ve 167 sayılı Yeraltısuları Hakkında Kanun ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne verilen yetki ve sorumlulukları saklı tutarak, yeraltısularının korunmasına ilişkin özel planlama esasları getirilinceye kadar, bazı yükümlülüklerin yerine getirilmesini gerekli kılmaktadır. Burada en önemli iki yükümlülük; "atık suların, arıtılmış olsa dahi yeraltısularına doğrudan deşarj edilemeyeceği" ve "yeraltısularının kalitesinin bozulması durumunda kirletici kaynağın belirlenmesi ve idari cezaların uygulanması"dır.

#### **1.4. İl Özel İdareleri**

13 Ocak 2005 tarih ve 5286 sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünün Kaldırılması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun" ile Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü kapatılmış ve 9 Mayıs 1985 tarih ve 3202 sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teşkilât ve Görevleri Hakkında Kanun"un adı "Köye Yönelik Hizmetler Hakkında Kanun" olarak değiştirilmiştir. Ayrıca kanunda belirtilen hizmetlerin, İstanbul ve Kocaeli illeri dışında İl Özel İdarelerince yerine getirileceği hükme bağlanmıştır.

3202 sayılı yasanın 40. maddesi "Köy ve bağlı yerleşim birimleri ile askeri garnizonlara içme ve kullanma suyu temini amacıyla açılacak sondajlar, tahditli bölgelerde açılacak olanlar dışında, 167 sayılı Yeraltısuları Hakkında Kanun hükümlerine tabi değildir." hükmünü içermektedir. Bu nedenle İl Özel İdareleri bu amaç kapsamında açtığı kuyular için DSİ' den kullanma belgesi almamaktadırlar.

Sulama kooperatifleri sahalarında toprak kaynakları (SAT raporu, arazi mülkiyet haritası) ile ilgili çalışmalar, sulama şebekesi inşası ile tarla içi geliştirme hizmetleri İl Özel İdareleri tarafından yürütülmektedir.

Ayrıca özel mülkiyet içinde yer alan kaynaklar da bu kurum tarafından kiraya verilmektedir.



## **1.5. İller Bankası**

13 Haziran 1945 tarih ve 4759 sayılı "İller Bankası Kanunu" ile kurulan Banka, şehir, kasaba ve köylerin kuruluş ve imarı yolundaki plan ve programların gerçekleştirilmesini desteklemek amacıyla bunlara, kendi tüzüğünde yazılı esas ve şartlara göre kredi sağlamakla, ayrıca banka yatırım programında yer alan işlerinden hibe veya fon yardımlarının katkısıyla gerçekleştirecek olanları Banka eliyle yapmak veya yaptırmakla görevlendirilmiştir.

## **1.6. Büyükşehir Belediyeleri**

10 Temmuz 2004 tarih ve 5216 sayılı yasa ile kabul edilen "Büyükşehir Belediyesi Kanunu" büyükşehir belediyesi yönetiminin hukukî statüsünü düzenlemek, hizmetlerin plânlı, programlı, etkin, verimli ve uyum içinde yürütülmesini sağlamak amacını taşımaktadır.

Bu yasanın yürürlüğe girmesi ile 27 Haziran 1984 tarih ve 3030 sayılı "Büyükşehir Belediyelerinin Yönetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun" ile aynı Kanunun ek ve değişiklikleri yürürlükten kaldırılmıştır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesinin görev, yetki ve sorumluluklarının yer aldığı 5216 sayılı yasanın 7. maddesinin (i) bendinde "Sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasını sağlamak" hükmü yer almaktadır.

İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Genel Müdürlüğü 20 Kasım 1981 tarih ve 2560 sayılı "İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun" ile kurulmuştur. İSKİ'nin kuruluş amacı İstanbul Büyükşehir Belediyesinin su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek ve bu amaçla gereken her türlü tesisi kurmak, kurulu olanları devralmak ve bir elden işletmektir.

İSKİ'nin hizmet alanı İstanbul Büyükşehir Belediyesinin görev alanı ile sınırlıdır. Şehrin yararlandığı su kaynakları Büyükşehir Belediye sınırları dışında da olsa su kaynaklarının korunmasına ilişkin hizmetler bu kuruluş tarafından yürütülmektedir.

İSKİ'nin görev ve yetkilerinin yer aldığı 2560 sayılı yasanın 2. maddesinin c) bendi aşağıda verilmiştir;

"c) Bölge içindeki su kaynaklarının, deniz, göl, akarsu kıyılarının ve yeraltısularının kullanılmış sularla ve endüstri artıkları ile kirletilmesini, bu kaynaklarda suların kaybına veya azalmasına yol açacak tesis kurulmasını ve bu tür faaliyetlerde bulunulmasını önlemek, bu konuda her türlü teknik, idari ve hukuki tedbiri almak".

Diğer büyükşehir belediyeleri de bu yasayı örnek alarak kendi Su ve Kanalizasyon İdarelerini kurmuşlardır.

### **1.7. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı**

7 Ağustos 1991 tarih ve 441 sayılı "Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname"de ( Yetki Kanunu tarihi: 6 Haziran 1991, sayı: 3755 ) su ve benzeri tabii kaynakların korunması ve geliştirilmesi için araştırma, inceleme, plan, program ve projeler yapmak ve yaptırmak Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın görevleri arasında yer almaktadır.

### **1.8. Sağlık Bakanlığı**

6 Mayıs 1930 tarih ve 1489 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren 1593 sayılı "Umumi Hıfzıssıhha Kanunu" genel sağlık hizmetlerinin Sağlık Bakanlığı tarafından yürütüleceğini belirten bir yasadır. Yasanın ilgili maddeleri aşağıda belirtilmiştir:

"Madde 236 - İçilmek ve kullanılmak için getirilecek suların fennen içilmesine müsaade edilecek evsafıta olması şarttır. Olmadığı takdirde bunların fennen icap ettiği surette temizlenmesine ve evsafının ıslahına belediyeler mecburdurlar.

Madde 237 - Şehir ve kasabalarda tevzi edilmek üzere celbedilen su menbalarının etrafında behemehal bir himaye mıntakası tesis edilmelidir. Bu mıntakaların hudutları sıhhat memurları huzuriyle ihtisas erbabı tarafından menbain gıda havzası üzerinde tayin edilir."

Ayrıca 13 Aralık 1983 tarih ve 181 sayılı "Sağlık Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin" (Yetki Kanunu tarihi: 17 Haziran 1982, sayı: 2680) 9. maddesinin e) bendinde "içilecek ve kullanılacak nitelikte su temini, ilgili sağlık düzenlemeleri yapılması ve denetlenmesi" yer almaktadır.

### **1.9. Maliye Bakanlığı**

Maliye Bakanlığı tarafından 5018 sayılı yasaya istinaden hazırlanan "Kamu İdarelerine Ait Taşınmazların Tahsis ve Devri Hakkında Yönetmelik" 10 Ekim 2006 tarih ve 26315 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Söz konusu yönetmeliğin 4. maddesinin 10. bendinde umuma ait suların belediyelere tahsisinde Maliye Bakanlığı'nın yetkili olduğuna dair hüküm yer almaktadır. Dolayısıyla DSİ'nin bilgisi olmadan yapılacak su tahsisleri su yönetiminde karmaşaya yol açacaktır.

## **2. AVRUPA BİRLİĞİ MEVZUATI**

### **2.1. 2000/60/AT sayılı Direktif**

“2000/60/AT sayılı Su Çerçeve Direktifi” su ile ilgili konularda AB’nin faaliyetlerini belirlemekte ve Su Anayasası olarak kabul edilmektedir. Ülkemiz mevzuatına uyumlaştırılması gerçekleştirilmemiştir.

Direktifin amacı iç yerüstü sularının, geçiş sularının, kıyı sularının ve yeraltısularının korunması için bir çerçeve oluşturmaktır.

Direktifin içeriğinde yer alan ve üye devletlerin yerine getirmesi gereken başlıca konular aşağıda belirtilmiştir:

- Kendi ulusal sınırları içinde bulunan bireysel nehir havzaları içerisinde yer alan yeraltısuyu kütlelerini belirleyecekler,
- Yeraltısuları üzerinde insan faaliyetlerin etkisini analiz ederek yeraltısularını sınıflandıracaklar,
- Suyu bağımlı olan doğal ortamların veya hayvan türlerinin korunmasına ilişkin korunan alanlar kütüğü oluşturacaklar,
- Yeraltısuyunun nicelik ve nitelik durumunu incelemek için gözlem ağını kuracaklar,
- Nehir havzası yönetim planını hazırlayacaklar,
- Su hizmetleri için yapılan harcamaların geri ödenmesini sağlayacaklar,
- Yeraltısuyu çekiminin kontrolü, kirliliğin önlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik çevresel hedeflere ulaşmak için önlemler paketini belirleyecekler,
- İçme suyu amaçlı kullanılacak suları tayin ederek bu suların koruma zonlarını belirleyeceklerdir.

### **2.2. 80/68/AET sayılı Direktif**

“Bazı Tehlikeli Maddelerin Yarattığı Yeraltısuyu Kirliliğinin Önlenmesine İlişkin 80/68/AET sayılı Direktif”in uyumlaştırılması henüz yapılmamış olup, uyumlaştırma çalışmaları devam etmektedir.

Direktifin amacı, ekinde yer alan Liste I ve Liste II’de belirtilen tehlikeli maddeler tarafından yeraltısularının kirlenmesini önlemek ve oluşan kirliliğin sonuçlarını azaltmaktır.

Direktifte, tehlikeli maddelerin yeraltısuyuna deşarj edilmesi ile ilgili ön inceleme, izin verme, izleme ve envanter tutma konuları hakkında hükümler yer almaktadır.

Liste I ve Liste II’de yer alan maddelerin yeraltısularına direkt ve dolaylı deşarj izni için izlenecek yol Tablo 1’ de belirtilmiştir.

Tablo 1. Deşarj izinleri

	Direkt deşarj	Dolaylı deşarj
Liste I	Yasak	Ön inceleme yapılmalı
Liste II	Ön inceleme yapılmalı	Ön inceleme yapılmalı

Deşarja verilecek izinler, tehlikeli maddelerin neden olacağı yeraltısuyu kirliliğini önlemek için gerekli bütün teknik önlemleri ve sınırlamaları kapsamaktadır.

### **2.3. 76/464/AET sayılı Direktif**

“Bazı Tehlikeli Maddelerin Su Ortamlarına Deşarjının Yarattığı Kirliliğe İlişkin 76/464/AET sayılı Direktif”in uyumlaştırılması Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından “Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği” olarak yapılmıştır.

Söz konusu yönetmelik 26 Kasım 2005 tarih ve 26005 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiş olup, su ve çevresinde tehlikeli maddelerden kaynaklanan kirliliğin tespitini, önlenmesini ve kademeli olarak azaltılmasını amaçlamaktadır.

### **2.4. 98/83/AT sayılı Direktif**

17 Şubat 2005 tarih ve 25730 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik” ile “İnsani Kullanım Amaçlı Suların Kalitesine Dair 98/83/AT sayılı Direktif”in uyumlaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Sağlık Bakanlığı tarafından uyumlaştırılan direktifin amacı insani tüketim amaçlı suların teknik ve hijyenik şartlara uygunluğu ile suların kalite standartlarının sağlanması, kaynak suları ve içme sularının istihsalı, ambalajlanması, etiketlenmesi, satışı ve denetlenmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir. Yönetmelik doğal mineralli sular, kaplıca ve içmece suları ile tıbbi amaçlı suları kapsamamaktadır.

### **2.5. 91/676/AET sayılı Direktif**

18 Şubat 2004 tarih ve 25377 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Tarımsal Kaynaklı Nitratın Neden Olduğu Kirliliğe Karşı Suların Korunması Yönetmeliği” ile “Tarımsal Kaynaklı Nitratın Neden Olduğu Kirliliğe Karşı

Suların Korunmasına İlişkin 91/676/AET sayılı Direktif'in uyumlaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Tarım ve Köyşleri Bakanlığı ile Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından uyumlaştırılan direktifin amacı tarımsal kaynaklı nitratin su da neden olduğu kirlenmenin tespit edilmesi, azaltılması ve önlenmesidir. Yönetmelik yeraltı suları, yüzey suları ve topraklarda kirliliğe neden olan azot ve azot bileşiklerinin belirlenmesi, kontrolü ve kirliliğin önlenmesi ile ilgili teknik ve idari esasları kapsamaktadır.

### **3. KAYNAKLAR**

DPT, 2006, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Su Toprak Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi, Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

DSİ, 1996, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetleri ile İlgili Mevzuat.

[www.abgs.gov.tr](http://www.abgs.gov.tr)

[www.cevreorman.gov.tr](http://www.cevreorman.gov.tr)

[www.ibb.gov.tr](http://www.ibb.gov.tr)

[www.ilbank.gov.tr](http://www.ilbank.gov.tr)

[www.khgm.gov.tr](http://www.khgm.gov.tr)

[www.mevzuat.adalet.gov.tr](http://www.mevzuat.adalet.gov.tr)

[www.rega.basbakanlik.gov.tr](http://www.rega.basbakanlik.gov.tr)

[www.saglik.gov.tr](http://www.saglik.gov.tr)

[www.tarim.gov.tr](http://www.tarim.gov.tr)

[www.tbmm.gov.tr](http://www.tbmm.gov.tr)

# ÜLKEMİZDE YERALTISULARI MEVZUATI ve AB MEVZUATINA UYUMLAŞTIRMA SÜRECİ <sup>1</sup>

## ÖZ

*Tebliğde, ülkemizde yeraltısuyu konularında doğrudan veya dolaylı ilgisi olan kurumların teşkilat yapıları ve mevzuatları hakkında kısa bir değerlendirme yapıldıktan sonra 80/68 ve 2006/118 sayılı Avrupa Birliği (AB) direktiflerinin uyumlaştırılma süreçleri ile bilgi verilecektir.*

## 1. GİRİŞ

Su kaynaklarının korunması, geliştirilmesi ve yönetimi ile ilgili sorunlar gün geçtikçe dikkat çekmekte ve önceliğini korumaktadır. Sınırlı olan su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi sağlanmaz ise sıkıntıların artacağı aşikârdır.

Su zengini olmayan ülkemizde kaynakların, yanlış ve bilinçsiz kullanımına kirliliğin de eklenmesi halinde problemler büyüyecektir.

O halde yasal ve kurumsal yapıdaki aksaklıklar giderilerek problemlerin meydana gelmesine ve büyümesine imkân tanınmamalıdır. Bu sebeple ülkemizin su kaynaklarının korunmasını, geliştirilmesini ve su kullanımının ekonomik kılınmasını öngören bir "Ulusal Su Politikası"na ihtiyacı vardır.

## 2. KURUMSAL YAPI

### 2.1. Devlet Planlama Teşkilatı

Genel prensipleri, yatırım önceliklerini, orta ve uzun dönem teknik, çevresel, sosyal ve kültürel politikaları içeren "Kalkınma Planları" Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından yapılmaktadır.

### 2.2. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, 18 Aralık 1953 tarih ve 6200 sayılı "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun" ile kurulmuştur. Genel Müdürlüğün kuruluş amacı yerüstü ve yeraltısularının zararlarını önlemek ve bunlardan çeşitli yönden

---

1

- *İnşaat Mühendisleri Odası tarafından Ankara'da 2008 yılında gerçekleştirilen "TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi" nde sunulmuş ve*
- *Beşinci Dünya Su Forumuna hazırlık kapsamında Konya'da 2008 yılında gerçekleştirilen "Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı" tebliğ kitabında yer almıştır.*

faydalanmaktadır. Bu kapsamda DSİ' nin temel görevleri baraj inşaatı, hidroelektrik enerji üretimi, taşkın koruma tesisleri meydana getirilmesi, sulama tesisleri kurulması, bataklık alanların ıslahı, içme suyu ve kanalizasyon tesisleri yapımı ile bu tesislerin işletme, bakım ve onarımının yapılmasıdır.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, ülkemizdeki bütün su kaynaklarının planlanması, yönetimi, geliştirilmesi ve işletilmesinden sorumlu yatırımcı bir kuruluş olup tarım, enerji, hizmet ve çevre sektörlerinde görev yapmaktadır.

### **2.3. Çevre ve Orman Bakanlığı**

Çevre ve Orman Bakanlığı (ÇOB), 1 Mayıs 2003 tarih ve 4856 sayılı "Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun" ile kurulmuştur. Çevrenin korunması, iyileştirilmesi, doğal kaynakların en iyi şekilde kullanılması, korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve bu konularda gerekli önlemlerin alınması ÇOB'nın kuruluş amacıdır. Bu kapsamda Bakanlık tarafından hedefler, ilkeler ve politikalar belirlenir, programlar hazırlanır, kuruluşlar arasında işbirliği ve koordinasyon sağlanır.

### **2.4. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı**

7 Ağustos 1991 tarih ve 441 sayılı "Tarım ve Köyişleri Bakanlığının Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname"de (Yetki Kanunu tarihi: 6 Haziran 1991, sayı: 3755) su ve benzeri tabii kaynakların korunması ve geliştirilmesi için araştırma, inceleme, plan, program ve projeler yapmak ve yaptırmak Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın görevleri arasında yer almaktadır.

### **2.5. Sağlık Bakanlığı**

13 Aralık 1983 tarih ve 181 sayılı "Sağlık Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin" (Yetki Kanunu tarihi: 17 Haziran 1982, sayı: 2680) 9. maddesine göre içilecek ve kullanılacak nitelikte su temini, ilgili sağlık düzenlemelerinin yapılması ve denetlenmesi Sağlık Bakanlığı tarafından gerçekleştirilmektedir.

### **2.6. Maliye Bakanlığı**

Maliye Bakanlığı tarafından 10 Aralık 2003 tarih ve 5018 sayılı "Kamu Malı Yönetimi ve Kontrol Kanunu"na dayanılarak hazırlanan "Kamu İdarelerine Ait Taşınmazların Tahsis ve Devri Hakkında Yönetmelik", 10 Ekim 2006 tarih ve 26315 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Söz konusu yönetmeliğin 4. maddesinin 10. bendinde umuma ait suların belediyelere tahsisinde Maliye Bakanlığı'nın yetkili olduğuna dair hüküm yer almaktadır.



Dolayısıyla DSİ'nin bilgisi olmadan yapılacak su tahsisleri su yönetiminde karmaşaya yol açacaktır.

## **2.7. İller Bankası**

13 Haziran 1945 tarih ve 4759 sayılı "İller Bankası Kanunu" ile kurulan Banka, şehir, kasaba ve köylerin kuruluş ve imarı yolundaki plan ve programların gerçekleştirilmesini desteklemek amacıyla bunlara, kendi tüzüğünde yazılı esas ve şartlara göre kredi sağlamakla ayrıca banka yatırım programında yer alan işlerinden hibe veya fon yardımlarının katkısıyla gerçekleştirecek olanları Banka eliyle yapmak veya yaptırmakla görevlendirilmiştir.

## **2.8. İl Özel İdareleri**

İl Özel İdareleri il sınırları içinde yaşayan halkın ortak nitelikteki ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulan ve karar organı seçilmiş kişilerden oluşan bir birimdir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün kaldırılması ile bu kurumun taşra teşkilatı İstanbul ve Kocaeli illeri haricinde İl Özel İdareleri bünyesine dâhil edilerek görevlerini sürdürmektedirler.

13 Ocak 2005 tarih ve 5286 sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün Kaldırılması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun" ile Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü kaldırılmış, 9 Mayıs 1985 tarih ve 3202 sayılı "Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Teşkilât ve Görevleri Hakkında Kanun"un adı "Köye Yönelik Hizmetler Hakkında Kanun" olarak değiştirilmiş ve kanunda belirtilen hizmetlerin, İstanbul ve Kocaeli illeri dışında İl Özel İdarelerince yerine getirileceği hükme bağlanmıştır.

3202 sayılı yasanın 40. maddesinde köy ve bağlı yerleşim birimleri ile askeri garnizonlara içme ve kullanma suyu temini amacıyla açılacak sondajların, tahditli bölgelerde açılacak olanlar dışında, 167 sayılı kanun hükümlerine tabi olmadığı yer almaktadır. Böylece yukarıda belirtilen amaçlara yönelik olarak yeraltısuyu temin eden İl Özel İdareleri DSİ'den "Yeraltısuyu Kullanma Belgesi" almadığından yeraltısuyu tahsisi tek elden yapılamamakta ve aynı kaynaktan yapılan yeraltısuyu kullanımları bilinçsiz olarak artmaktadır.

Sulama kooperatifleri sahalarının yeraltısuyundan sulanmasına yönelik projelerde toprak kaynakları (SAT raporu, arazi mülkiyet haritası) ile ilgili çalışmalar, sulama şebekesi inşası ile tarla içi geliştirme hizmetleri bu kurum tarafından yürütülmektedir.

## **2.9. Büyükşehir Belediyeleri**

10 Temmuz 2004 tarih ve 5216 sayılı yasa ile kabul edilen "Büyükşehir Belediyesi Kanunu" büyükşehir belediyesi yönetiminin hukukî statüsünü

düzenlemek, hizmetlerinin plânlı, programlı, etkin, verimli ve uyum içinde yürütülmesini sağlamak amacını taşımaktadır.

Bu yasanın yürürlüğe girmesi ile 27 Haziran 1984 tarih ve 3030 sayılı "Büyükşehir Belediyelerinin Yönetimi Hakkında Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun" ile aynı Kanunun ek ve değişiklikleri yürürlükten kaldırılmıştır. Su havzalarının korunmasını sağlamak büyükşehir belediyesinin görev, yetki ve sorumlulukları arasında yer almaktadır.

## **2.10. İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi**

20 Kasım 1981 tarih ve 2560 sayılı "İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanun" ile İstanbul Büyükşehir Belediyesinin su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek ve bu amaçla gereken her türlü tesisi kurmak, kurulu olanları devralmak ve bir elden işletmek amacı için İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi (İSKİ) Genel Müdürlüğü kurulmuştur.

İSKİ'nin hizmet alanı İstanbul Büyükşehir Belediyesinin görev alanı ile sınırlıdır. Şehrin yararlandığı su kaynaklarının büyükşehir belediye sınırları dışında da olsa kaynakların korunmasına ilişkin hizmetler bu kuruluş tarafından yürütülmektedir. İSKİ'nin görev ve yetkileri arasında su kaynaklarının kirletilmesini önlemek, bu kaynaklarda suların kaybına veya azalmasına yol açacak tesis kurulmasını engellemek için her türlü teknik, idari ve hukuki tedbiri almak bulunmaktadır. Ülkemizde bulunan 16 adet büyükşehir belediyesi bu kanunu emsal alarak su ve kanalizasyon hizmetleri için kendi yönetmeliklerini çıkararak su ve kanalizasyon idarelerini kurmuşlardır.

## **3. YASAL DURUM**

### **3.1. Türk Medeni Kanunu**

8 Aralık 2001 tarih ve 24607 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 4721 sayılı Türk Medeni Kanunu'nun 756. maddesi aşağıdadır:

"Madde 756- Kaynaklar, arazinin bütünleyici parçası olup, bunların mülkiyeti ancak kaynadıkları arazinin mülkiyeti ile birlikte kazanılabilir.

Başkasının arazisinde bulunan kaynaklar üzerindeki hak, bir irtifak hakkı olarak tapu kütüğüne tescil ile kurulur.

Yeraltıları, kamu yararına ait sular dandır. Arza malik olmak, onun altındaki yeraltılarına da malik olmak sonucunu doğurmaz.

Arazi maliklerinin yeraltılarından yararlanma biçimi ve ölçüsüne ilişkin özel kanun hükümleri saklıdır."

Burada suların mülkiyete konu sayılan sular ve umuma ait sular olarak iki farklı şekilde değerlendirildiği görülmektedir.

### **3.2. Umumi Hıfzıssıhha Kanunu**

6 Mayıs 1930 tarih ve 1489 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren 1593 sayılı “Umumi Hıfzıssıhha Kanunu” genel sağlık hizmetlerinin Sağlık Bakanlığı tarafından yürütüleceğini belirten bir yasadır. Yasanın ilgili maddeleri aşağıda belirtilmiştir:

“Madde 236 - İçilmek ve kullanılmak için getirilecek suların fennen içilmesine müsaada edilecek evsafıta olması şarttır. Olmadığı takdirde bunların fennen icap ettiği surette temizlenmesine ve evsafının ıslahına belediyeler mecburdurlar.

Madde 237 - Şehir ve kasabalarda tevzi edilmek üzere celbedilen su menbalarının etrafında behemehal bir himaye mıntakası tesis edilmelidir. Bu mıntakaların hudutları sıhhat memurları huzuriyle ihtisas erbabı tarafından menbain gıda havzası üzerinde tayin edilir.”

### **3.3. Yeraltısuları Hakkında Kanun**

16 Aralık 1960 tarih ve 167 sayılı yasa ile “Yeraltısuları Hakkında Kanun” kabul edilmiştir. Yasaya göre, yeraltısuları Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır.

Yeraltısularının araştırılması, kullanılması, korunması ve tescili 167 sayılı yasanın hükümlerinden olup, işlemler DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Kanunun daha etkin şekilde uygulanabilmesi için “Yeraltısuları Tüzüğü” ile “Yeraltısuları Teknik Yönetmeliği” hazırlanmıştır.

Kanunda 3 temel esas göze çarpmaktadır:

- Kontrol maksadı; Yeraltısuyu temini maksadı ile inşa edilecek belirli derinlikteki kuyu, tünel ve galeri gibi yeraltısuyu yapıları için “Belge” alma mecburiyeti bulunmaktadır. Böylece yeraltısuları kontrol altına alınmaktadır.

- Su Sicili; Verilen kullanma belgeleri su siciline kayıt edilerek envanter tutulmaktadır. Ova bazında yapılmış olan tahsisler, ovanın emniyetli yeraltısuyu işletme potansiyeli ile karşılaştırılmakta, tahsisler potansiyele eriştiği takdirde tahsis yapılması durdurulmaktadır.

- Mülkiyete disiplin; Faydalı ihtiyaç miktarı çerçevesinde yapılan tahsisler ile kimselerin kullanacağı miktarlar belirlenmektedir.

Yukarıda belirtilen hususlara uyulmadığı takdirde uygulanacak cezai hükümler de yasa kapsamındadır. Ayrıca 4916 sayılı yasa ile mevcut yasaya faydalı ihtiyaç miktarından fazla tahsis edilen yeraltısularının kiralanabilmesi hükmü ilave edilmiştir.

### **3.4. Belediye Teşkilâtı Olan Yerleşim Yerlerine İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun**

3 Temmuz 1968 tarih ve 1053 sayılı "Ankara, İstanbul ve Nüfusu Yüzbinden Yukarı Olan Şehirlerde İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun" ile nüfusu 100 000 'den fazla olan yerleşim birimlerinin içme suyu barajları, isale hatları ve tasfiye tesisi inşaatları yapmak görevi DSİ Genel Müdürlüğüne verilmiştir. Bu yasa çerçevesinde yeraltısuyu ihtiyacı olması halinde 167 sayılı yasa kapsamında işlem yapılmaktadır.

26 Nisan 2007 tarih ve 26504 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 5625 sayılı yasa ile 1053 sayılı Kanunun adı "Belediye Teşkilâtı Olan Yerleşim Yerlerine İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Hakkında Kanun" olarak değiştirilmiştir.

1053 sayılı yasa kapsamında içme suyu temin edilen sahalarda su kalitesi ve su kirliliği gözlemleri DSİ tarafından yapılmaktadır. Fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve ağır metal analizleri yapılarak sonuçlar değerlendirilmektedir. Kirlilik var ise kökeni araştırılmakta ve risk altındaki bölgeler tespit edilerek ilgili kurumlar bilgilendirilmektedir.

### **3.5. Çevre Kanunu**

9 Ağustos 1983 tarih ve 2872 sayılı "Çevre Kanunu", 26 Nisan 2006 tarihinde 5491 sayılı "Çevre Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile revize edilmiştir. Çevre Kanunu'nun amacı bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamaktır. Çevre Kanunu üç temel unsur içermektedir:

- a) çevrenin korunması,
- b) çevrenin iyileştirilmesi,
- c) çevre kirliliğinin önlenmesi.

Yasada kirleten öder prensibi de yer almaktadır.

### **3.6. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği**

İlk olarak 2872 sayılı "Çevre Kanunu"na istinaden hazırlanan ve 4 Eylül 1988 tarih ve 19919 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren ve daha sonra da 2872 sayılı "Çevre Kanunu" ve 4856 sayılı "Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun"a dayanılarak revize edilen "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır.

Yönetmeliğin amacı, ülkemizde yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için, su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle

uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir.

Yönetmelik su ortamlarının kalite sınıflandırmalarını, suların kullanım amaçlarını, su kalitesinin korunmasına ilişkin planlama ilkelerini ve yasaklarını, atık suların boşaltım ilkeleri ve boşaltım izni kriterlerini, atık su altyapı tesisleri ile ilgili hususları ve su kirliliğinin önlenmesi amacıyla yapılacak izleme ve denetleme usul ve esaslarını kapsamaktadır.

Söz konusu yönetmeliğin 22. maddesi yeraltısularının kullanılması ve korunmasına ilişkin 16 Aralık 1960 tarih ve 167 sayılı Yeraltısuları Hakkında Kanun ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne verilen yetki ve sorumlulukları saklı tutarak; yeraltısularının korunmasına ilişkin özel planlama esasları getirilinceye kadar bazı yükümlülüklerin getirilmesini gerekli kılmaktadır. Burada en önemli iki yükümlülük "atık suların, arıtılmış olsalar dahi yeraltısularına doğrudan deşarj edilemeyeceği" ve "yeraltısularının kalitesinin bozulması durumunda kirlenici kaynağın belirlenmesi ve idari cezaların uygulanması"dır.

#### **4. AVRUPA BİRLİĞİ MEVZUATI**

##### **4.1. Su Çerçeve Direktifi (2000/60/AT)**

Söz konusu direktif su kaynakları ile ilgili konularda Avrupa Birliğinin faaliyetlerini belirlemekte ve "Su Anayasası" olarak adlandırılmaktadır. Uyumlaştırılması gerçekleştirilmemiştir.

Direktifin içeriğinde yeraltısuları ile ilgili olarak yer alan ve üye devletlerin yerine getirmesi gerekli başlıca konular aşağıda belirtilmiştir;

- Kendi ulusal sınırları içinde bulunan bireysel nehir havzaları içerisinde yer alan yeraltısuyu kütlelerini belirleyecekler,
- Yeraltısuları üzerinde insan faaliyetlerin etkisini analiz ederek yeraltısularını sınıflandıracaklar,
- Suyu bağımlı olan doğal ortamların veya hayvan türlerinin korunmasına ilişkin korunan alanlar kütüğü oluşturacaklar,
- Yeraltısuyunun nicelik ve nitelik durumunu incelemek için gözlem ağını kuracaklar,
- Nehir havzası yönetim planını oluşturacaklar,
- Su hizmetleri için yapılan harcamaların geri ödenmesi ilkesini geçerli kılacaklar,

- Yeraltısuyu çekiminin kontrolü ile kirliliğin önlenmesi ve kontrol edilmesini amaçlayan çevresel hedeflere ulaşmak için önlemler paketini belirleyecekler,

- İçme suyu amaçlı kullanılacak suları tayin ederek koruma zonlarını belirleyeceklerdir.

## **4.2. Yeraltısuları Kirliliği ile İlgili Direktifler**

### **4.2.1. 80/68/AET sayılı Direktif**

80/68/AET sayılı "Bazı Tehlikeli Maddelerin Yarattığı Yeraltısuyu Kirliliğinin Önlenmesine İlişkin Direktif" in amacı, ekinde yer alan Liste I ve Liste II'de belirtilen tehlikeli maddeler tarafından yeraltısularının kirlenmesini önlemek ve oluşan kirliliğin sonuçlarını azaltmaktır.

Direktifte, tehlikeli maddelerin yeraltısuyuna deşarj edilmesi ile ilgili ön inceleme, izin verme, izleme ve envanter tutma konuları hakkında hükümler yer almaktadır. Verilecek izinler, tehlikeli maddelerin neden olacağı yeraltısuyu kirliliğini önlemek için gerekli bütün teknik önlemleri ve sınırlamaları kapsamaktadır.

Ülkemizde yürürlükte olan Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği bu direktiften daha kısıtlayıcı hükümler içerdiğinden uyumlaştırılması düşünülmektedir.

### **4.2.2. 2006/118/AT sayılı Direktif**

"Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Yeraltısularının Korunmasına İlişkin 2006/118/AT sayılı Direktif" Su Çerçeve Direktifinin 17. maddesinde yer alan yükümlülükleri yerine getirmek için hazırlanmıştır. Yönetmelik, "Su Çerçeve Direktifine" de atıflarda bulunarak yapılacak çalışmaların "Nehir Havzaları Yönetim Planları"nda yer almasına değinmektedir. Yönetmeliğin amacı yeraltısuyu kirliliğini önlemek ve kontrol etmek için özel önlemleri belirlemektir. Bu özel önlemler; iyi yeraltısuyu kimyasal statüsünün değerlendirilmesinde ve kirlilikten ilk duruma geri dönüş için başlangıç noktalarının tanımlanmasında kriterleri belirlemektir.

Yeraltısuyu kimyasal statüsünü değerlendirme kriteri olarak yeraltısuyu kalite standardı ile eşik değer kavramları yer almaktadır. Yapılacak işlem olarak yeraltısuyu kalitesinin gözlenmesi öngörülmektedir.

MATRA Programı çerçevesinde "Sürdürülebilir Yeraltısuyu Yönetimi Kapasitesinin Güçlendirilmesi" konulu proje DSİ Genel Müdürlüğü ile Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Projenin amacı, "Yeraltısuyu Yönetim Planı"nın hazırlanması, 80/68/AET ve 2006/118/AT sayılı direktifler ile 2000/60/AT sayılı "Su Çerçeve Direktifi"nin yeraltısuları ilgili kısımlarının uyumlaştırılması ve uygulanmasına yardımcı olmaktır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Ülkemizde, yeraltıları ile ilgili çalışmalarda çok sayıda kurum ve kuruluşun yer aldığı görülmektedir. Bu dağınıklık giderilmeli ve sürdürülebilir yeraltıları yönetimi için yasal düzenleme yapılmalıdır.

- Bu, gerçekleşene kadar kurumlar arası etkin bir koordinasyon gerçekleştirilmelidir.

- İdari bölümler ile hidrojeolojik sistem örtüşmemektedir. Bir hidrojeolojik sistemde birden fazla idari yapının yer aldığını ve idari yapılar arası koordinasyonsuzluğu düşünürsek, kaynakların rasyonel yönetimi söz konusu olmayacaktır. Bu sebeple yasal düzenlemelerin ardından su sektöründe görev alan kurumlar yeniden yapılandırılmalıdır.

- Özellikle yeraltı suyu tahsisi tek elden yapılmalı ve kalite - miktar açısından yönetim tek elden sağlanmalıdır.

- Sürdürülebilir yeraltı suyu yönetiminin sağlanması için eksik olan altyapı çalışmaları tamamlanmalıdır.

- Çevresel etkilerden en az etkilenen kaynak olan yeraltı sularının korunmasına ve içme suyu için rezerv edilmesine gereken önem verilmelidir.

- Yeraltı suyu kaynaklarının kullanımı ve yönetiminde ulusal politika oluşturulmalıdır.

- AB mevzuatında da yeraltıları kirliliği ile ilgili çeşitli direktifler bulunmaktadır. Bu direktiflerin tek bir çerçeve direktif kapsamında yer almasında fayda görülmektedir.

## **6. KAYNAKLAR**

DPT, 2006, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Su Toprak Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

DSİ, 1996, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetleri ile İlgili Mevzuat.

[www.abgs.gov.tr](http://www.abgs.gov.tr)

[www.cevreorman.gov.tr](http://www.cevreorman.gov.tr)

[www.ibb.gov.tr](http://www.ibb.gov.tr)

[www.ilbank.gov.tr](http://www.ilbank.gov.tr)

[www.khgm.gov.tr](http://www.khgm.gov.tr)

[www.mevzuat.adalet.gov.tr](http://www.mevzuat.adalet.gov.tr)

[www.rega.basbakanlik.gov.tr](http://www.rega.basbakanlik.gov.tr)

[www.saglik.gov.tr](http://www.saglik.gov.tr)

[www.tarim.gov.tr](http://www.tarim.gov.tr)

[www.tbmm.gov.tr](http://www.tbmm.gov.tr)



# YERALTISUYU SULAMALARI <sup>1</sup>

## ÖZ

*Gelişmekte olan ülkelerde toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi için yapılacak yatırımlar önem arz etmektedir. Özellikle yüzey sularının bulunmadığı, yetersiz olduğu veya ekonomik olmadığı yerlerde önemli ölçüde yeraltısuları kullanılmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde tarımın kırsal kalkınmadaki önemi göz önüne alındığı takdirde yeraltısuyu sulamaları daha da önem arz etmektedir. Yeraltısularının istifadeye sunulmasının ardından sulamada sürdürülebilir verimliliği sağlamak gerekmektedir. Bu da daha çok çiftçiler tarafından kurulan sulama kooperatifleri aracılığı ile yapılan sulamalarda gözlenmektedir. Çünkü bu tip sulamalarda işletme ve yönetim sorumluluğu kooperatiflere devir edilmektedir.*

## 1. GİRİŞ

Artan nüfusun beslenmesi ve tarımsal gelirlerin yükseltilmesi için toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi üzerinde hassasiyetle durulması gerekmektedir. Ülkemiz gibi yağış rejiminin düzensiz olduğu ülkelerde, sulama projeleri ile sulanan alanların arttırılmasına yönelik yapılacak çalışmalar, tarım üretiminin yağış rejimine doğrudan bağlı olması nedeniyle bu bağımlılığı azaltacak sonuçlar doğuracaktır.

Yüzey suyu imkânlarının bulunmadığı veya yetersiz kaldığı yerlerde miktar ve kalite yönünden uygun olan yeraltısuları istifadeye sunulmaktadır. Yeraltısuları, yatırımların kısa sürede hizmete girebilmesi, kurak periyotlardan daha uzun sürede etkilenmesi ve kirliliğe karşı doğal olarak korunması gibi ilave avantajlara da sahiptir.

Küçük ölçekli sahalar içinde, kısa sürede düşük maliyet ile gerçekleştirilen projeler "Küçük Su İşleri" olarak adlandırılır. Yeraltısuyu sulamaları da bu kapsam içinde değerlendirilmektedir. Bu projelerin en büyük özelliği halkın istekleri ve katkısı ile gerçekleştirilmesi ve sosyal özelliğinin daha belirgin olmasıdır. Özellikle sulama kooperatifleri aracılığı ile yapılan yeraltısuyu sulamalarında, çiftçiler sulama kooperatifi kurarak arazilerinin yeraltısuyundan sulanması için yoğun talepte bulunmaktadırlar. Talebin

---

<sup>1</sup> **Ahmet KAYA ve Ahmet Hamdi SARGIN**

- **DSİ Genel Müdürlüğü tarafından Ankara'da 2003 yılında düzenlenen "Sulama Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi"nde ve**
- **DSİ Genel Müdürlüğü tarafından Ankara'da 2005 yılında düzenlenen "Genç Mühendisler Eğitim Semineri"nde sunulmuştur.**

çiftçi kesiminden gelmesi ve tesislerin geri ödemeye tabi olması sulama yatırımlarının çiftçiler tarafından sahiplenmelerine yol açmaktadır.

## **2. YERALTISULARI HUKUKU**

Yeraltısuyu sulamalarında, 1960 yılında kabul edilen 167 sayılı "Yeraltısuları Hakkında Kanun", bu kanuna istinaden hazırlanan "Yeraltısuları Tüzüğü" ve "Yeraltısuları Teknik Yönetmeliği" esas alınmaktadır.

Bilindiği üzere yeraltısuları Devletin hüküm ve tasarrufunda olup; araştırılması, kullanılması, korunması ve tescili 167 sayılı yasa hükümlerine tabidir.

## **3. YERALTISUYU POTANSİYELİ**

Ülkemizde yeraltısuyu potansiyelinin miktar ve kalite açısından belirlenmesi yeraltısuyu havzalarında yapılan hidrojeolojik çalışmaların tamamlanmasıyla mümkün olabilecektir. 01.01.2003 tarihine kadar Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğünce yapılmış olan hidrojeolojik etütler sonucunda, yurdumuzda ekonomik olarak kullanılabilir yeraltısuyu potansiyeli 13.66 km<sup>3</sup>/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyelin 5.99 km<sup>3</sup>/yılı yeraltısuyu sulamalarına tahsis edilmiştir.

## **4. YERALTISUYU SULAMALARI**

### **4.1. Sulama Kooperatifleri**

Ülkemizde yeraltısuyunun sulamada organize olarak kullanılmasına 1966 yılında başlanmıştır. Özellikle 1969 yılında kabul edilen 1163 sayılı "Kooperatifler Kanunu"na göre kurulan sulama kooperatifleri, sulamada önemli aşamalar kaydederek verim ve gelir artışındaki fonksiyonlarını sürdürmektedir. Bu sayede kırsal kesimde gelir artışına paralel olarak refah seviyesi de artmaktadır. Ayrıca tarıma dayalı küçük ölçekli de olsa sanayi tesislerinin ve yan kollarının kurulması kırsal kesimde istihdam yaratmakta ve kente göçe engel olmaya çalışmaktadır. Bu nedenle sulamada yeraltısuyu kullanımı ile ilgili kırsal kesimin talepleri de her geçen gün artmaktadır.

Yurdumuzda yeraltısuyu sulama kooperatiflerine ait yatırım hizmetleri DSİ Genel Müdürlüğü, Toprak – Su Genel Müdürlüğü ve T.C. Ziraat Bankası Genel Müdürlüğü arasında 1966 yılında imzalanan ve 31 Aralık 1973 tarihinde de revize edilen işbirliği protokolü esaslarına göre sürdürülmektedir.

Protokol esaslarına göre DSİ Genel Müdürlüğü sulama tesisine ait fizibilite raporlarının hazırlanması, sondaj kuyusu açımı, elektrifikasyon tesisleri inşası, pompa tahsis – montajı yapılması ile devir işlemlerini

yürütmektedir. Protokolde yer alan Toprak – Su Genel Müdürlüğü'nün kapatılmasıyla yerine kurulan Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM) ise sulama kooperatiflerinin toprak kaynakları ile ilgili çalışmalar, sulama şebekesi inşası ve tarla içi geliştirme hizmetlerinden sorumludur. Sulama kooperatiflerinin kurdurulması ise Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından gerçekleştirilmektedir. Sulama kooperatiflerine kredi açılması konusu ise T.C. Ziraat Bankasının yetkisinde bulunmaktadır. Ancak bugüne kadar kredi kullanımı yaygınlaşmamış, sulama yatırım hizmetleri DSİ ile KHGM tarafından yürütülmüş ve yürütülmektedir.

DSİ Genel Müdürlüğü yatırımları geri ödemeye tabi yatırımlardır. Bu yatırımlar kooperatif ile DSİ arasında imzalanan devir sözleşmesi esasları dâhilinde kooperatife devir edilmektedir. Sözleşmede belirtilen geri ödeme süresi ilk 3 yılı ödemesiz, 12 yılı eşit miktarlarda olmak üzere 15 yıldır. Sözleşme sonuna kadar mülkiyet hakkı DSİ'de kalmak üzere kullanım hakkı kooperatife ait bulunmaktadır.

01.01.2003 tarihi itibarı ile 9 263 adet işletme sondaj kuyusuna pompa monte edilmiş olup (Şekil 1) 382 460 hektar alan sulama kooperatifleri kapsamında sulanmaktadır (Şekil 2). Bu değer Devlet eli ile yeraltısuyundan sulanan alan içinde % 81'lik bir paya sahiptir (Grafik 1).

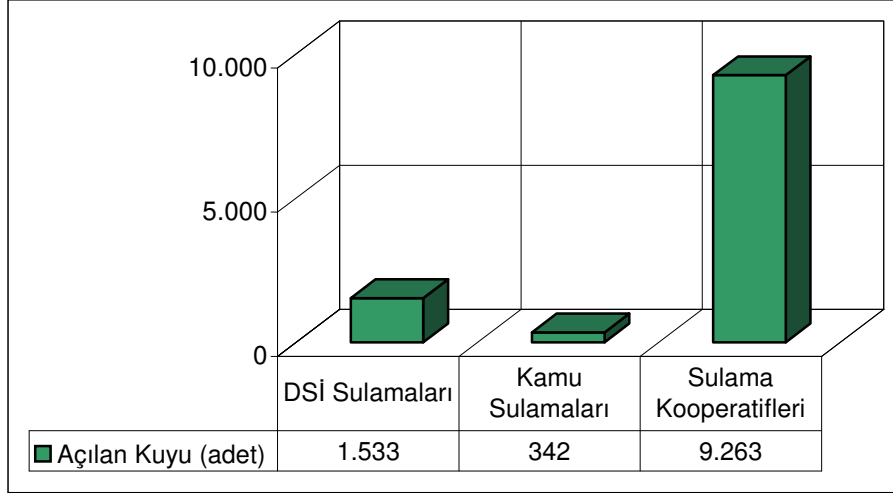
#### **4.2. DSİ Sulamaları**

Yüzey suyunun yetersiz olduğu sulamalarda su açığının yeraltısuyu ile takviye edildiği veya sadece su kaynağı olarak yeraltısuyunun kullanıldığı sulamalardır. 01.01.2003 tarihi itibarı ile 1 533 adet işletme sondaj kuyusuna pompa monte edilmiş olup (Şekil 1), 78 040 hektar alan DSİ sulamaları kapsamında sulanmaktadır (Şekil 2). Bu değer Devlet eli ile yeraltısuyundan sulanan alan içinde % 16'lık bir paya sahiptir (Grafik 1).

#### **4.3. Kamu Sulamaları**

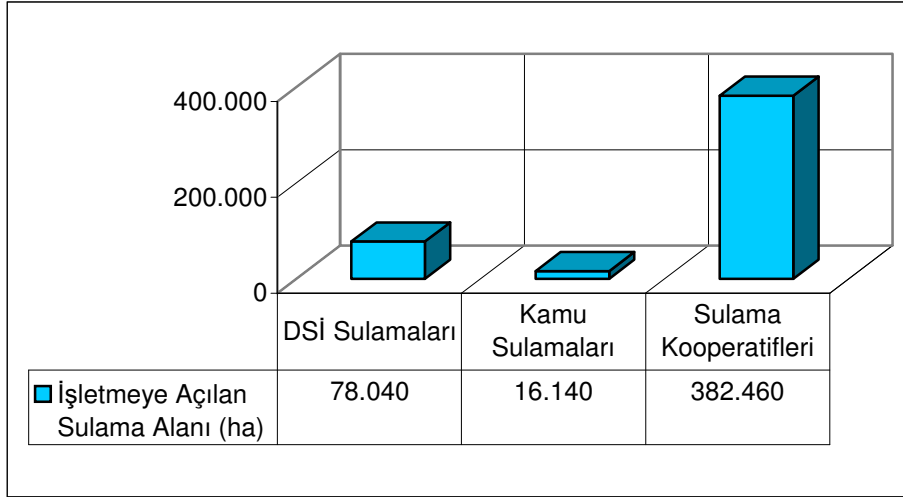
Bu tip sulamalar talepte bulunan kamu kuruluşlarına bedeli mukabilinde inşa edilen sulamalardır. Bu kuruluşların başında Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü (TİGEM) gelmektedir.

01.01.2003 tarihi itibarı ile 342 adet işletme sondaj kuyusuna pompa monte edilmiş olup (Şekil 1), 16 140 hektar alan kamu sulamaları kapsamında sulanmaktadır (Şekil 2). Bu tip sulamalar ise % 3'lük bir paya sahiptir (Grafik 1).



Şekil 1 – Yeraltısuyu sulamalarında işletme sondaj kuyularının dağılımı

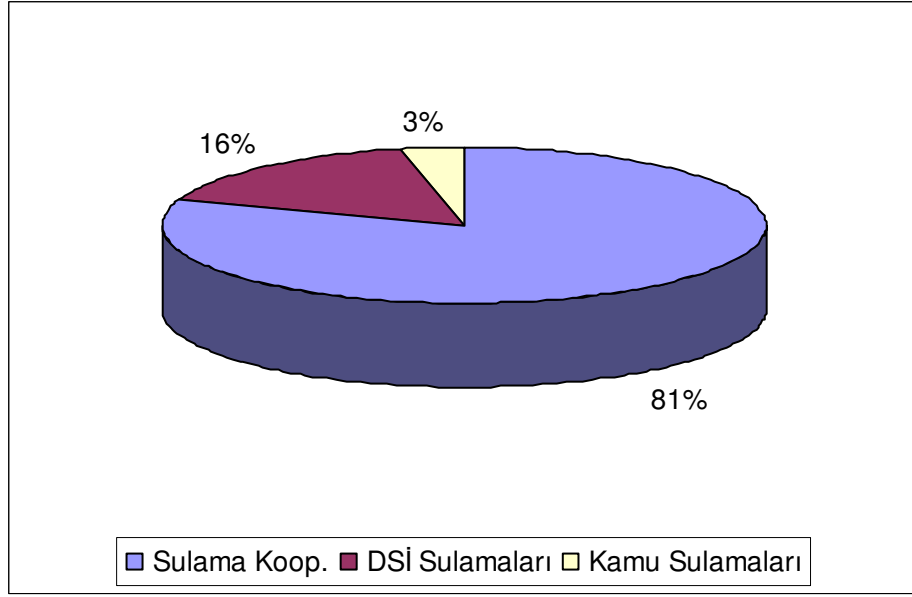
Böylece 01.01.2003 tarihine kadar Devlet eliyle yapılan sulamalar olarak adlandırabileceğimiz sulama kooperatifleri, DSİ ve kamu sulamalarında toplam olarak 11 138 adet işletme sondaj kuyusu ile 476 640 hektar arazinin yeraltısuyundan sulanması sağlanmış durumdadır.



Şekil 2 – Yeraltısuyu sulamalarının sulama alanı büyüklüklerine göre dağılımı

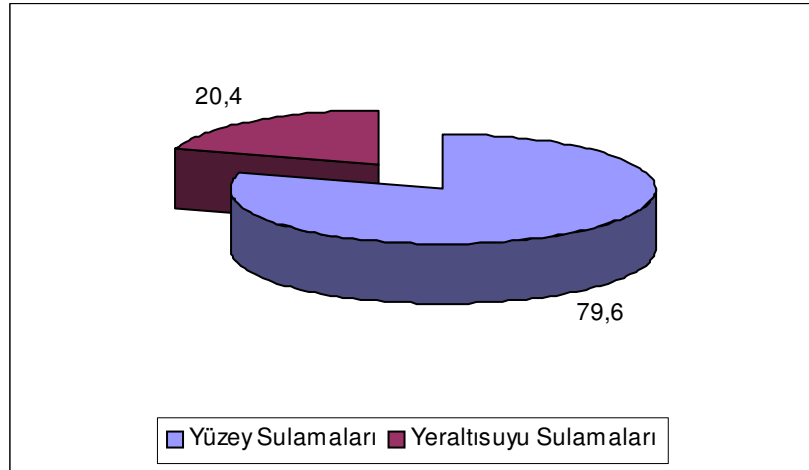
Yeraltısuyu sulamalarının işletme tipine göre dağılımı Grafik 1’de görülmektedir.

Grafik 1 – Yeraltısuyu sulamalarının işletme tipine göre dağılımı



2002 yılında 18 025 hektar alanın daha sulamaya açılması ile Devlet eli ile yeraltısuyundan sulanan alan miktarı toplam 476 640 hektara ulaşmıştır. Özellikle yüzey suyu olmayan veya yetersiz olan yerlerde sulama kooperatiflerine talep çok fazla olmaktadır. Yeraltısuyu sulamaları, 2 333 995 hektar olan DSİ Genel Müdürlüğü sulamaları içinde % 20.4 oranında bir paya sahiptir (Grafik 2).

Grafik 2 – DSİ tarafından sulamaya açılan alanların kıyaslanması



#### 4.4. Halk Sulamaları

Yeraltısuları, 167 sayılı yasa esaslarına göre Devletin hüküm ve tasarrufunda olduğundan, kullanılması izne tabi olup kuyu açılması için belgelendirme işlemleri DSİ tarafından yürütülmektedir. Çiftçilerin yeraltısuyu kullanma belgesi olarak yaptığı ferdi sulamalar bu kapsamdadır.

## **5. KAYNAKLAR**

DSİ, 1995, Yeraltısuyundan Faydalanılarak Yapılan Sulamalar Hakkında Bilgiler.

DSİ, 1998, Kırsal Kalkınmanın Önemi, Kırsal Altyapı ile İlgili Sorunlar ve Çözüm Önerileri.

DSİ, 2002, Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı 2002 Yılı Üretim Sonuçları.

Görkmen A. ve Kartal M., 2003, Türkiye' de Yeraltısuyu Sulama Kooperatifleri.

Türker M. ve Kaya A., 2000, Türkiye'de Yeraltısuyu Sulama Kooperatiflerinin Kuruluşu, Yatırım ve Devir İşlemleri.

# GROUNDWATER MANAGEMENT IN TURKEY <sup>1</sup>

## ABSTRACT

*The groundwater activities in Turkey have been executed by the State Hydraulic Works (DSI) on behalf of the State according to the Law on Groundwater.*

*Groundwater is mostly used for two purposes. Most of groundwater 55 % has been consumed through irrigation. The ratio of domestic water supply is 45 %.*

*Groundwater irrigations are performed in four types. In 2005, approximately 750 000 ha area has been irrigated by groundwater. That figure corresponds to 15 % of total irrigated area in Turkey. The big ratio of this figure is applied by groundwater irrigation cooperatives.*

*In rural area, groundwater irrigation schemes lead to increasing of income and welfare so migration to big cities is prevented through groundwater irrigation schemes.*

*In parallel with developing industry and unplanned urbanization, groundwater is under the threat. So, strict precautions should be taken to conserve groundwater against pollution and distribution of pollution should be monitored.*

*Also, in order to save water, new irrigation techniques should be extended.*

## 1. INSTITUTIONAL ASPECTS

There are several organizations on groundwater management in Turkey. Study areas of these organizations related to groundwater are as follows;

DSI, as a water authority, is the main organization responsible for development, management and conservation of groundwater resources. Moreover, many water structures have been constructed by DSI for 52 years such as dams, wells, irrigation canals, tunnels, hydroelectric power plant and treatment plants.

---

<sup>1</sup>

- *Dünya Su Konseyi ve Meksika Devleti tarafından Meksika' da 2006 yılında düzenlenen "Dördüncü Dünya Su Forumu" nda IUCN standında ve*
- *MATRA Projesi kapsamında 2006 yılında Hollanda'ya yapılan teknik gezi esnasında sunulmuştur.*

The responsibilities of Local Authority of Rural Service (LARS) include supplying potable water to the rural communities (especially villages) by drilling well, designing irrigation projects to individual farmer irrigations, on-farm development and construction of irrigation channel for irrigation cooperatives.

Foundation of irrigation cooperatives and education of the farmers are performed by Ministry of Agriculture and Rural Affairs

Bank of Province is responsible for domestic water supply for urban areas by drilling wells. Operation and maintenance services of water supply system are carried out by municipalities. Also, municipalities are responsible for waste water management.

The Ministry of Health is responsible for packed and bottled water in terms of sanitary. Also, it determines water standards.

The Ministry of Environment and Forestry is responsible for controlling pollution activities and improving public sense on environmental issues of water resources.

The Law on Environment was enforced in 1983, it covers all environmental issues. In the content of the Law on Environment, By-law on Water Pollution Control has been prepared. Aim of the by-law is to conserve groundwater. There are three important issues in the by-law. These are following;

- Even if waste water is treated, discharge to groundwater should not be permitted.
- Vicinity of domestic water supply resources should be protected.
- Sea water intrusion should be prevented.

## **2. LAND AND GROUNDWATER RESOURCES**

Groundwater is a part of hydrological cycle. Water evaporates from water bodies, condensed in clouds, falls as a precipitation such as rain, snow. When it reaches land, surface runoff starts. When top soil is saturated, water infiltrates. Finally, it recharges groundwater. There are different layers which have different characteristics storing groundwater. These differences affect quality and quantity of groundwater.

Where surface water is not available, if groundwater potential is suitable both quantity and quality, groundwater consumption has the great importance.

The moving from dry agriculture to irrigated one depends on water resources as much as land resources and irrigation methods. Hence, the investigation of potential of land and water resources is a great



importance on irrigation projects. Water has the key role for limiting crop pattern and production.

Some figures related to agricultural area in Turkey are given on the Table 1.

Table 1. Statistics of agricultural area

Types of area	Size of area (million hectare)
Irrigable area	25.75
Economically irrigable area	8.50
Irrigated area	4.97

As can be seen on the Table 1, nearly 58 % of economically irrigable area has been cultivated.

In Turkey average annual precipitation is 643 mm. It is ranging from 250 mm to 3 000 mm. It shows unevenly distributed water regime in time and space. This precipitation figure forms origin of water resources of Turkey and corresponds to an average of 501 billion m<sup>3</sup> of water per year. Some of it evaporates from the surfaces, transpires through plants, forms surface runoff, feeds rives and recharges aquifers. As a result of this cycle, limited water is stored in the aquifer. However, all of water stored in aquifer can not be utilized because of technical and economical reasons. Finally, renewable groundwater resource of Turkey is approximately 14 km<sup>3</sup>/year.

### **3. GROUNDWATER ACTIVITIES**

In order to determine groundwater potential, studies are done in two stages, investigation and planning studies. The aim of investigation studies is to assess development of groundwater resources in basins in terms of location, depth, quality and quantity. After that, in planning stages, it is projected how and in what extend it will be used. Groundwater investigations have been carrying out since DSI was established in 1954.

With a view to determining existing of groundwater potential, approximately 10 000 local surveys were completed by 2006. During these studies, it has been drilled more than 33 000 water wells. Approximately a 4 200 000 meter drilling was performed by DSI to investigate and operate groundwater.

Up to now, groundwater potential has been available in 342 plains as a feasible source. In the light of rapidly developing technology, new investigation techniques can be able to increase that figure. Besides, 1/500 000 scale hydrogeological map covering all over the Turkey has been published.

Studies related with land and water resources are performed according to investment plan. Groundwater wells were mostly constructed by public sector, DSI, by 1993. But as of 1993, due to heavy investment cost, drilling of water wells is tendered to private sector. This application has a positive effect to meet water well demands.

DSI is the only organization, which is monitoring groundwater quality for domestic water supply.

In some region, groundwater quality is becoming poor in parallel to abstraction. In those areas, groundwater is analyzed at the beginning and end of irrigation period.

Also, the EU's Nitrate directive was transposed into Turkish legislation.

In addition to this, in the content of European Hydrogeological Map studies, E6 sheet covering most of Turkey was prepared and printed. During these studies, editor country was Turkey. In addition to that, E5 sheet of the map covers some part of Turkey. Related documents were completed and sent to Romania that was an editor country.

#### **4. GROUNDWATER LAW**

The groundwater activities in Turkey have been executed by DSI on behalf of the State according to the Law on Groundwater. It was brought into force in 1960. According to the law, groundwater is under the decree and possession of the State. Any research, allocation, utilization, protection and registration of groundwater are subject to the law.

Within the framework of the Law on Groundwater, whenever and wherever each person or each organization intends to provide groundwater, they should inform DSI.

Anyone who wants to drill well, to excavate galleries or tunnels to supply groundwater should get license from DSI. There are three types of license. First one is gotten before drilling or excavating of the groundwater structures. This is called as a "License of Exploration". After the construction, if groundwater is available and convenient both quality and quantity, "License of Utilization" is given in the second stage. Last one is "License of Modification". If it is necessary to make any modification for groundwater structures, it should be demanded. All licenses are registered.

There are three important issues in the licenses.

- the person (the owner of license),
- the aim of water usage required by person for instance irrigation, domestic or industrial,

- the amount of water required by the person

The person takes related official documents from related organizations according to purposes. If groundwater will be used for irrigation, agricultural office determines water requirement for crop. As for industrial usage, related institution calculates required water.

The licenses mentioned before are not subject to application of any fees, stamp duties, charges.

Groundwater is allocated according to usage. Allocation is registered in water log. When the amount of allocated groundwater in basins reaches to groundwater potential of basin, allocation is stopped.

Persons performing the actions laid down in the law without obtaining a license or giving wrong information will be charged to an application of penalties. With application of the monetary fine, if there is no found obstructing position for the operation of well by the DSI, the license is given. Otherwise the well is sealed, the cost of that is collected by the person who made the well drilled.

Also, in accordance with the Law on Groundwater, Groundwater Regulation and Technical By-law on Groundwater were prepared to apply the Law efficiently.

## **5. GROUNDWATER IRRIGATION MANAGEMENT**

Groundwater irrigation management is performed in four types. These are;

- Groundwater Irrigation Cooperatives,
- DSI Groundwater Irrigations,
- Public Institutions Irrigations,
- Individual Farmer Irrigations.

### **5.1. Groundwater Irrigation Cooperatives**

Groundwater activities concerning irrigation cooperatives are jointly carried out by DSI and Local Authority of Rural Service. There is an agreement between these two organizations. All activities are followed according to the agreement. This agreement consists of responsibility of two organizations. Farmers establish irrigation cooperatives, and want DSI or Rural Services to construct irrigation schemes.

In the content of this activity, responsibilities of DSI are following; Hydrogeological survey is carried out. If groundwater quality and quantity is suitable, feasibility report is written, if it is optimal, project is started. Groundwater wells are drilled. Electrification systems are built. Pumps are

provided and mounted. Shortly performing of hydrogeological survey, preparing of feasibility reports, drilling of wells, building of electrification systems and providing of pumps are under the responsibilities of DSI.

Soil classification is determined and on-farm development is conducted by Local Authority of Rural Service. Construction of irrigation systems is optional. Both organizations (LARS and DSI) can do it.

Foundation of irrigation cooperatives is followed by Ministry of Agriculture and Rural Affairs.

All schemes (wells, pumps, electrification systems, irrigation systems) are transferred to the cooperatives namely users. All investment cost constructed by DSI is refunded in 15 years by users without any interest. First three year is called as adaptation period. They do not pay during this period. It is paid in 12 years as equal shares without any interest.

## **5.2. DSI Groundwater Irrigations**

This type of groundwater irrigation is performed to supply groundwater into irrigation canal where surface water is insufficient. Operation and maintenance services were made by DSI. These services led to financial problems and system performance was decreased. In order to overcome these problems, operation and maintenance services are transferred to Water User Organizations.

## **5.3. Public Institutions Irrigations**

In the need of Public Institutions, all equipments related to irrigation schemes are provided by DSI. Afterwards, they are transferred to public institutions. They are paid by the public institutions.

## **5.4. Individual Farmer Irrigations**

Each farmer who wants to consume groundwater for irrigation should get license from DSI according to the Law on Groundwater.

Two methods are applied for this. If farmer can afford investment cost of all irrigation schemes such as construction and providing equipment, Local Authority of Rural Service makes only irrigation project. That is the first one. If farmer can not afford these, it is financed by Agricultural Bank credits. This is another way.

Shortly, DSI allocates groundwater, Local Authority of Rural Service makes technical support and Agricultural Bank gives credit.

Where surface water is not available, it can not be denied the benefit of groundwater. For these areas, groundwater is the main source for

irrigation. In 2005, 515 000 ha of area is irrigated by groundwater irrigation schemes constructed by the State. Individual farmer irrigations are forming more or less 235 000 ha area.

Approximately 750 000 ha area has been irrigated by groundwater. That figure corresponds to 15 % of total irrigated area in Turkey. Statistics about irrigated area by groundwater is given in Table 2. Most of groundwater ( 55 %) has been consumed through irrigation.

Table 2. Irrigated area by groundwater

Type	Percentage
Irrigation Cooperatives	56
DSI Groundwater Irrigations	11
Public Institutions Irrigations	2
Individual farmers Irrigations	31

Groundwater irrigation schemes have an important role in rural area. It leads to increasing of income so migration to big cities is prevented through groundwater irrigation schemes

At the all types of irrigations, open canal systems were used mostly but recently with a view to saving water and increasing irrigated area per unit water, modern irrigation systems such as sprinkler and drip irrigation have been started to apply.

## **6. DOMESTIC WATER SUPPLY**

In addition to groundwater consumption in irrigation, groundwater plays main role for domestic and industrial purposes in the areas where surface water is not possible or convenient.

For the cities having population more than 100 000, domestic water supply is under the responsibility of DSI. If groundwater is required, wells are drilled and transferred to municipalities for operation.

Local Authority of Rural Service and Bank of Province drill the groundwater wells or make the groundwater wells drilled for rural communities and municipalities respectively. When we consider the springs as groundwater resources, domestic water is supplied by groundwater for more than half of population.

In parallel with rapidly developing industry, groundwater demand for industrial purposes is also increasing. Drilling of groundwater well for this purpose is also subject to license.

A large amount of groundwater was allocated for domestic water supply and industrial purposes and a number of licenses were given to persons or parties for these purposes.

The ratio of allocated water for domestic supply is 45 %.

## **7. RESULTS**

Following results are obtained;

- The groundwater activities in Turkey have been executed by DSI on behalf of the State according to the Law on Groundwater.

- It is estimated that renewable groundwater resource of Turkey is 14 km<sup>3</sup>/year.

- Groundwater irrigation management is performed in four types.

- In 2005, totally 750 000 ha area has been irrigated by groundwater. That figure corresponds to 15 % of total irrigated area in Turkey.

- For the cities with the population is more than 100 000, domestic water supply is under the responsibility of DSI. If groundwater is required, wells are drilled and transferred to municipalities for operation.

- Groundwater is mostly used for two purposes. Most of groundwater 55 % has been consumed through irrigation. The ratio of domestic water supply is 45 %.

- In rural area, groundwater irrigation schemes lead to increasing of income and welfare so migration to big cities is prevented through groundwater irrigation schemes.

- In order to improve system performance and rational use, the farmers or users should be educated.

- New irrigation techniques should be extended.

- In parallel with developing industry and unplanned urbanization, groundwater is under the threat. So, strict precautions should be taken to conserve groundwater against pollution and distribution of pollution should be monitored.

## **8. REFERENCES**

DSİ, 1995, Yeraltısuyundan Faydalanılarak Yapılan Sulamalar Hakkında Bilgiler.

DSİ, 2005, DSI in Brief.

DSİ, 2006, Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı 2005 Yılı Üretim Sonuçları.

DSİ, 2006, DSİ Genel Müdürlüğü 2005 Yılı Faaliyet Raporu.

# A NEW APPROACH FOR GROUNDWATER MANAGEMENT IN TURKEY <sup>1</sup>

## **Abstract**

*The Turkish-Dutch project "Strengthening the capacity of sustainable groundwater management in Turkey" assists the Turkish government with the implementation of the European Union (EU) Groundwater directive and the Water Framework Directive (groundwater aspects). In the implementation of EU directives three main aspects can be distinguished: juridical, institutional and technical aspects. The project combines these into an integrated approach. In the juridical part of the project gaps are analyzed between EU directives and existing Turkish (water) legislation. Based on this analysis, a work plan for transposition is proposed. The institutional part of the project prepares recommendations how to deal with the new requirements in groundwater management. An advice will be presented to improve current responsibilities and make clear distinctions in tasks for the involved organizations. Both juridical and institutional aspects are tested in a pilot groundwater management plan. For the Groundwater Management Plan (GMP) a pilot area (Küçük Menderes) was chosen for the implementation and testing of the new directives. This basin was selected because of its relatively small size and the availability of data. One of the main problems in the area is the depletion of the groundwater level due to overexploitation and the lack of precipitation. The project does not seek for short term solutions but performs a thorough analysis of the groundwater system and describes this into the GMP. One of the outcomes of the project is a set of measures and their effects on the groundwater system. The most sustainable measures will be presented for implementation and further study.*

**Keywords:** groundwater management, Groundwater Directive, Water Framework Directive, groundwater management plan, Küçük Menderes River Basin.

---

<sup>1</sup> Frank J.L. VLIGENTHART, Ali GÖRKMEN, Müfit Şefik DOĞDU ve Ahmet Hamdi SARGIN

- MATRA projesi kapsamında hazırlanan rapordan derlenerek DSİ Genel Müdürlüğü tarafından Antalya’da 2007 yılında düzenlenen “International Congress on River Basin Management” tebliğ kitabında yer almıştır.



## **INTRODUCTION**

Groundwater is a major source of drinking water and irrigation water in Turkey. In Turkey at present 55% of the current groundwater resources are allocated for irrigation purposes and 45% for drinking water and industrial purposes. Groundwater is especially used in areas where the usage of surface water is not possible or not convenient. For example; İzmir, Elazığ, Antalya, Kahramanmaraş, Konya, and Diyarbakır are the cities being domestic water supplied by means of groundwater resources.

Because of fast social and economic developments there is a growing need for the exploitation of groundwater resources. Groundwater investigations have been carried out since 1956, under responsibility of the General Directorate of State Hydraulic Works (DSI). The growing demand for and usage of groundwater urges the development of an adequate legislative framework and management structure, focused on sustainable use of groundwater.

Water related activities are centrally planned in Turkey. The government sets out its economic and development priorities at national level in Five Year Development Plans (FYDP). These are developed by the State Planning Organization (falling under the Prime Ministry), in co-operation with experts from all sectors. Planned targets in these FYDPs are binding for the public sector.

In the seventh FYDP (1996 - 2000) one of the objectives, specifically with regard to groundwater resources was stated as: "Drawing up of a special law which includes institutional reorganization concerning planning, management and conservation of groundwater and surface water resources for the purpose of rational utilization in different sectors and elimination of disorganization in the existing legislation." In the eight FYDP, also an integrated planning approach and harmonization among involved institutions have been strongly emphasized.

This article describes backgrounds and first conclusions of the project including institutional, juridical and technical issues to full-fill the recommendations of the FYDP.

## **OBJECTIVE AND SETUP OF STUDY**

The study is working on the integrated approach and harmonization of institutions as mentioned in the FYDP. The study aims to contribute to the accession of Turkey to the European Union. In particular, the study aims to assist Turkey in the transposition and implementation of directive 80/68/EEC (Groundwater Directive), directive 2000/60/EC (groundwater sections of Water Framework Directive) and (as far as possible) the upcoming new Groundwater Directive.

For the purpose of the study, three working groups have been created to work on all relevant aspects:

- A Juridical Working Group, dealing with transposition of EU legislation;
- An Institutional Working Group, dealing with institutional structure of groundwater management;
- A Technical Working Group, dealing with the pilot groundwater management plan.

The working groups are composed of employees of the counterpart, the beneficiary and the project team. The Juridical and Institutional Working Group consisted of people from national level, while the Technical Working Group consisted of people from national level and regional level.

Figure 1 shows the relation between the Working Groups. Questions to the other Working Groups were posed, which would be put on the agenda for the other Working Groups. Answers were provided before the next round. On necessary occasions joint meetings were organized. In this way a swift and smooth process of exchange of information was secured which has lead to good results in the project.

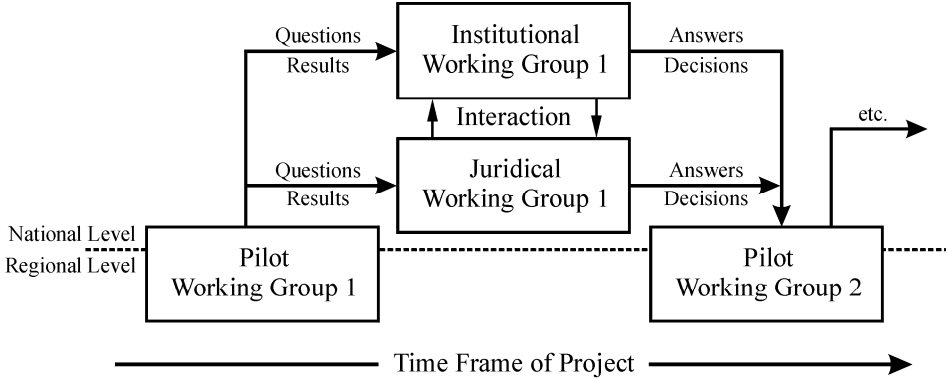


Figure 1. Interaction and relation between working groups

**INSTITUTIONAL AND JURIDICAL ASPECTS**

**General**

The integrated approach to groundwater resources management provides a framework for linking policy dialogue, legislation, structural reforms, use of economic instruments, technical interventions, environmental management and social concerns at a variety of levels.

The institutional and juridical frameworks in water management are considered as a key determinant. They are part and parcel of each other. It is clear that the more coherent they are the better solution we achieve.

In Turkey, water related activities are centrally planned. Water resources management is described in the Five Year Development Plan, specifying the general principles and priorities of the implementation of medium and long term economic, technical, environmental social and cultural policies. Institutional framework has three levels. These are decision maker, executive level and end users.

The Prime Ministry, related Ministries and State Planning Organization are the decision maker.

Governmental institutions take place in executive level. They have a two-tiered organization. Its top management level is the General Directorate office in Ankara. General Directorate has several department offices. The second management level consists of the Regional Directorates or Provincial Directorates throughout the country.

There are both governmental and non-governmental organizations at the user level for the operation and maintenance of the projects. In terms of irrigation, Water User Association, Groundwater Irrigation Cooperatives, Public Irrigation and individual person are the main users.

### **Involved Organizations in Water Management**

Similar to other countries several ministries are involved in the harmonization and implementation of environmental legislation in Turkey. Below is an overview of all organizations involved in groundwater and groundwater management:

- Development Plans are prepared by the State Planning Organization.
- DSI, as a competent water authority, is the main organization responsible for water resources management. All water resources are managed in accordance with the "Law No. 6200 on the Organization and Duties of the General Directorate of State Hydraulic Works". DSI was nominated for preparing of water law which was intended in the content of seventh FYDP.
- The Ministry of Environment and Forestry was established for environmental protection, prevention of environmental pollution and taking required measures in accordance with the "Law No. 4856 on Establishment and Duties of Ministry of Environment and Forestry".
- General Directorate of Electrical Power Resources Survey and Development Administration is responsible for surveys on electric power and for rational use of it.
- Provincial Special Administration (PSA) works for under the auspices of Governorships (Law No. 5302). The responsibilities of PSA related to groundwater issues include supplying potable water to rural communities by drilling the groundwater wells, foundation of irrigation

cooperatives, designing irrigation projects to individual farmer irrigations and construction of irrigation channel for irrigation cooperatives.

- The Bank of Provinces, an affiliated institution of the Ministry of Public Works and Settlements, is responsible for urban planning, public works and drinking water supply for municipalities in accordance with the "Law No.4759 on Bank of Provinces".

- Metropolitan Municipalities have their own power in accordance with the "Law No. 5216 on Metropolitan Municipalities". This law is valid for the territorial border of Metropolitan Municipalities. They should ensure the protection of water basins in harmony with the principle of sustainable development.

- "Law No. 2560 on Establishment and Duties of General Directorate of Istanbul Water and Sewage Administration" gives authority to Istanbul Water and Sewage Administration. Responsibilities of water and sewage administrations (within the border of all metropolitan municipalities) are to take legal, technical and administrative measures for prevention of groundwater pollution and decreasing of groundwater quantity.

- The Ministry of Agriculture and Rural Affairs is responsible for making investigations and preparation projects to protect and improve the resources of soil, water, plants, animals and fisheries as well as products, control of wastewater discharges and receiving environment in fish production areas, monitoring of nitrates parameter in freshwater and groundwater in accordance with The Decree-Law No. 441.

- The Ministry of Health is responsible for determining the quality standards of drinking water and water for consumption, monitoring of these standards and making legislation concerning these areas.

- Ministry of Finance is empowered for allocation of water belonging to the State to municipality.

- The Ministry of Foreign Affairs is involved in all transboundary water related issues.

## **Legislation**

For groundwater management the EU Water Framework Directive (WFD) and the EU Groundwater Directive are important, both need implementation in Turkish legislation. Relevant present Turkish legislation is the Turkish Groundwater Law and the Turkish Environmental Law. Some backgrounds and details are described under this section of the article.

As for legislation in the water sector, the Turkish Constitution is the basic legislation. It covers that water resources are the natural wealth of the country and should be used for the benefit of the citizen. Within this content, Turkish Civil Code grouped water resources into two categories as common water and private water.

Except some springs located on the private land, the development of water resources is under the responsibility of the State. Unfortunately, there is no "Water Law" describing all water issues. Development of

surface water has been carried out by organic laws of the water related organizations. DSI is the primary institution authorized to manage water resources. All water resources are managed in accordance with the Law No. 6200 on the Organization and Duties of DSI.

Organic law of Water and Sewage Administration gives some responsibility to metropolitan municipalities. That's why conflicts can arise between DSI and Water and Sewage Administrations. Also, with the aim of achieving decentralization, General Directorate of Rural Service (GDRS) was abolished. Besides, its regional branches (Local Authority of Rural Service) go on performing the duties. Supplying potable water to rural communities by drilling the groundwater wells is one of the main duties. Unfortunately it does not get license to provide groundwater according to its organization law. Because groundwater management is carried out by organic law of organizations, there are overlapping subjects related to responsibilities on groundwater issues.

### **Turkish Groundwater Law**

Only, management of groundwater resources has been regulated by the Law on Groundwater, which followed by DSI on behalf of the State. It was brought into force in 1960. According to the Law, groundwater is under the control and ownership of the State.

Any research, allocation, utilization, protection and registration of groundwater are the main characteristics of the law. Within the framework of the Groundwater Law, whenever and wherever each person intends to construct a water structure in order to provide groundwater (such as drilling well, excavating galleries or tunnels, etc.), they should get license from DSI (Except PSA).

Besides, in accordance with the aims indicated in the Law on Groundwater; Regulation on Groundwater and Technical By-law on Groundwater were prepared in order to apply the law efficiently. Technical By-law covers technical details.

### **Turkish Environmental Law**

Besides, the first governmental action related to qualitative assessment of water resources is the "Environmental Law" in 1983. Afterwards, it was amended. The Law on Environment covers three main ideas. These are as follows; the general principles for environmental protection and prevention of pollution, the measures and prohibitions related to environmental protection and imposition of administrative penalty to polluters deteriorating the quality of groundwater. "Polluter pays" is the main principle. In accordance with the targets defined in the Law on Environment, By-law on Water Pollution Control was prepared.

While groundwater directive (80/68/EEC) provides discharge into groundwater, even if waste water is treated, it is not allowed direct or indirect discharge into groundwater according to the Turkish Environmental Law.

### **EU Groundwater Directive (80/68/EEC)**

The Groundwater Directive was prepared for the protection of groundwater against pollution caused by certain dangerous substances. This directive provides a protection framework by preventing the direct discharge of high priority pollutants (List I) and subjecting the discharge of other pollutants (List II). For these issues, prior investigation and an authorization procedure are necessary on a case-by-case basis. Also, monitoring is required only for specific cases and is not generally required for all groundwater bodies.

Article 17 of the WFD includes the strategies to prevent and control pollution of groundwater. Within this context, the European Parliament and the Council shall adopt specific measures to prevent and control groundwater pollution by defining criteria on good chemical status and on quality trends.

The directive has not been transposed into Turkish Legislation yet.

### **EU Water Framework Directive (2000/60/EC)**

A framework for the Community action in the field of water policy, the EU Water Framework Directive was finally adopted by EU member states. The WFD is the most substantial piece of water legislation ever produced by the European Commission, and will provide the major driver for achieving sustainable management of water in the EU Member States for many years to come. It requires that all inland and coastal waters within defined river basin districts must reach at least good status by 2015 and defines how this should be achieved through the establishment of environmental objectives and ecological targets for surface waters. The result will be a healthy water environment achieved by taking account of environmental, economic and social considerations

### **GROUNDWATER MANAGEMENT PLAN**

Harmonization and implementation of the Groundwater Directive and Water Framework Directive is worked out in practice by implementing a pilot project at regional level with the aim of developing a Groundwater Management Plan. This enhances the knowledge and experience, both on institutional and technical level, with the actual implementation of European groundwater legislation and in that this might also contribute to further harmonization and implementation of this groundwater legislation. In the development of a groundwater management plan, certain legal and

institutional issues will become clear. On the other hand, legal interpretations will have practical implications on the field scale. By regarding all three aspects holistically a solid groundwater management plan is developed.

In the Water Framework Directive it is described that so called River Basin Management Plans (RBMP) needs to be prepared. Annex VII of the Water Framework Directive describes the contents of these plans related to surface water and groundwater. In a groundwater management plan similar aspects are described but such a plan focuses mainly on groundwater management.

Following steps, of which some will be explained in more detail in this article, are required in the development of a Groundwater Management Plan:

1. Characteristics of the groundwater bodies
2. Summary of significant pressure and impact of human activity
3. Identification and mapping of protected areas
4. Map of monitoring networks
5. List of environmental objectives
6. Summary of economic analysis
7. Summary of programme of measures
8. Register of more detailed programmes including summary
9. Summary of public information and consultation measures
10. List of competent authorities
11. Contact points and procedures for obtaining background info and comments from the public

### **Selection of Pilot Area**

A GMP should be developed on the basis of the outlines of a River Basin. Groundwater bodies should be inside or have direct relations with (preferably) a single River Basin. A groundwater body outside of a (sub) River Basin cannot be fully evaluated according to above mentioned steps. For instances: there is risk that a pressure (groundwater abstraction) in upstream area is affecting a groundwater body in downstream area. The situation in this downstream groundwater body can (most likely) not be improved with measures inside this downstream groundwater body. Measures are probably necessary in the upstream area too and therefore it is necessary to include the whole groundwater basin (or river basin) and not a single sub basin (see figure 2 for a schematized figure of this situation).

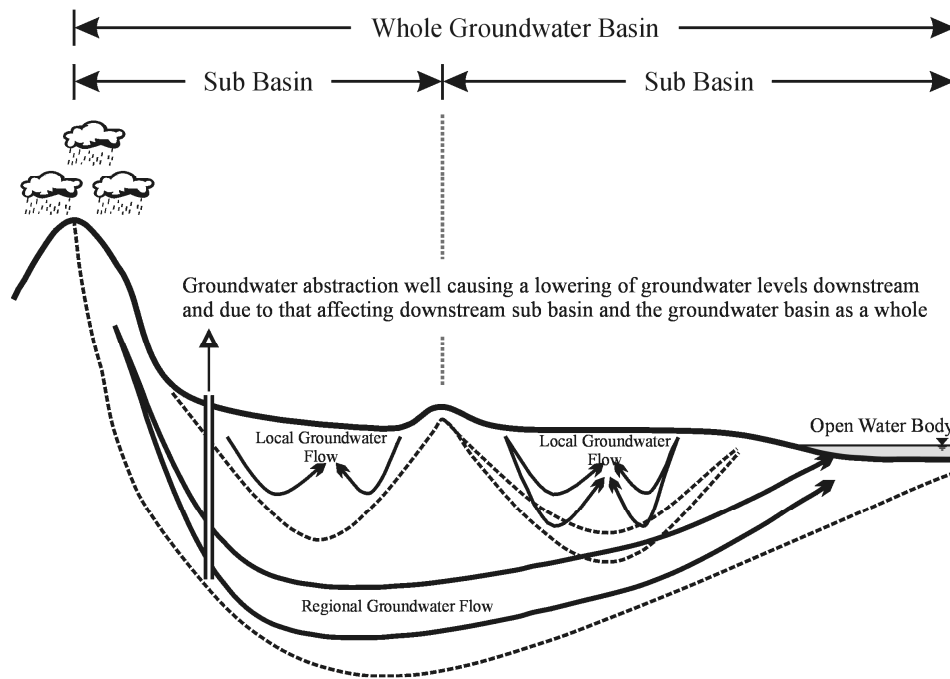


Figure 2. Groundwater basin and sub-basins for development of a GMP

With this knowledge the search for a suitable pilot area started. In the selection of the area we also included following criteria:

- The area should be representative for groundwater in Turkey;
  - both water quantity and quality (nitrate, pesticides, heavy metals) issues should be present;
  - different pollution sources;
  - significant impacts / problems;
  - complex enough to deal with all aspects;
- Availability of data and local groundwater knowledge;
- A connection with surface water is preferred (link with WFD).

All criteria were found in the river basin of the Küçük Menderes in the south-western part of Turkey. Besides mentioned criteria, for the purpose of the study, this area had the benefit of being relatively small compared to most of the other river basins. The process itself is important in this study, not the very detailed issues themselves. For that reason a smaller area was preferred. Figure 3 shows the location of the Küçük Menderes river basin.

### **Küçük Menderes River Basin**

For the Küçük Menderes river basin a Groundwater Management Plan is developed. As already mentioned the steps in the plan itself are important. This Groundwater Management Plan is the very first one to be developed in Turkey and therefore this plan will act as an example for the other river basins in Turkey.



Küçük Menderes River Basin has a drainage area of 3502 km<sup>2</sup> and extends from east to west. The basin is surrounded by several mountains and ridges between 600 and 2159 m above sea level. The lowest regions in the basin are plain areas. The altitude of the plains increases from west to east.

The Küçük Menderes River basin has the typical Aegean (Mediterranean type) climate characteristics. Summer seasons are hot and dry, winter seasons mild and rainy. Precipitation type is generally convective but at sea shore and high elevations of inner land it is orographic. The regional average annual precipitation of the basin is 730.2 mm/year according to long-term data. The average air temperature of the basin is 16.6 °C. The average monthly air temperature varies from 7.1 °C in January to 27.5 °C in July. The annual evaporation value for the basin has been calculated as 1517 mm (Yazıcıgil, 2000).

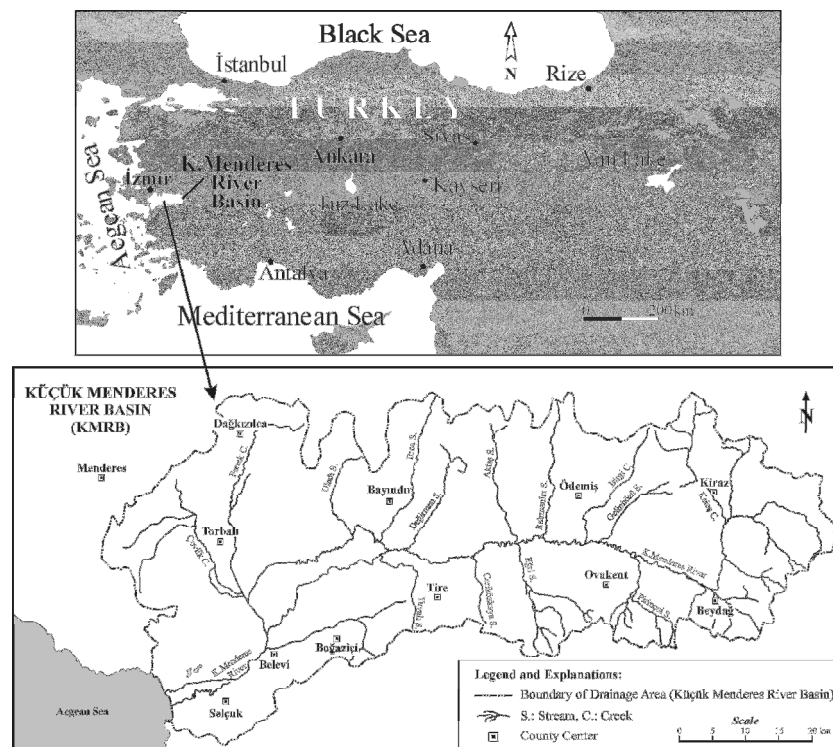


Figure 3. Turkey and the Küçük Menderes River basin

The main stream in the basin is the Küçük Menderes River and its tributaries which are Fertek, Uladı, Ilıca, Değirmen, Aktaş, Rahmanlar, Piringçi, Yuvalı, Ceriközkayaşı, Eğridere, Birgi, Çevlik and Keles streams. The annual mean discharge of the river at the Selçuk gauging station, having a catchment area of 3255 km<sup>2</sup>, is 11.45 m<sup>3</sup>/sec. Long period (1953-2004) flow data of Küçük Menderes River are given in Figure 4. Küçük Menderes River begins to flow from east of the basin at the altitude of 220 m in Kiraz Sub-basin. After that, the river flows from north to south in Kiraz Sub-basin until the altitude of 170 m in Beydağ County. From this

point, Küçük Menderes River flows approximately in east-west direction and passes through Ödemiş Plain and reaches Torbalı County in the east at 20 m altitude. The river turns towards the north-south direction and arrives at Selçuk Plain (5 m altitude) by passing Belevi passageway (neck). It completes the flow in the Aegean Sea. Total surface flow length of Küçük Menderes River is 114 km. The other streams and creeks in the basin are ephemeral.

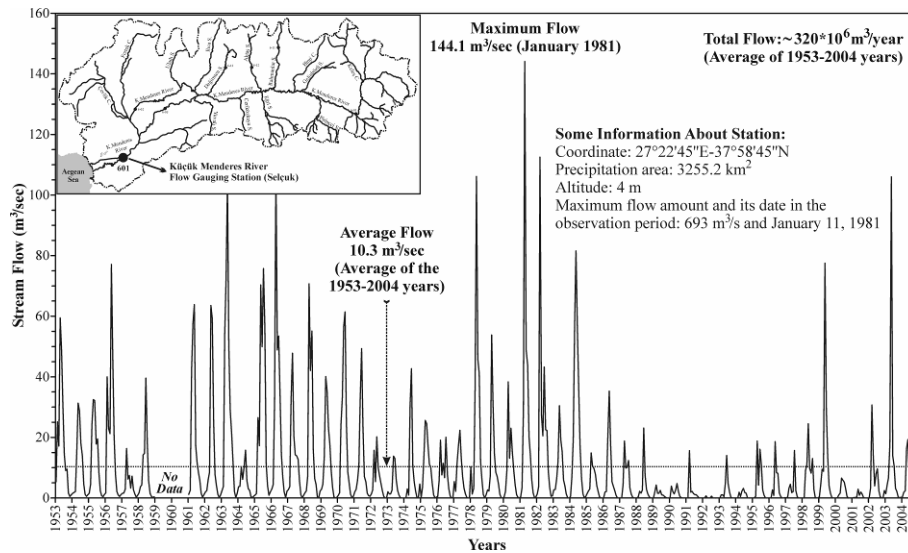


Figure 4. Flow data of Küçük Menderes River (Selçuk)

There is no surface water storage facility in the basin. Beydağ Dam, which is planned to function by the end of 2009, will be used for irrigation purposes. Beydağ Dam is located in the eastern part of the basin in Beydağ County. Additional dams (3 in total) are planned but still under review and further study.

Although the groundwater bodies (GWB) in the area are derived according to the available lithological data, GWB as defined in the WFD is not a classical hydrogeological unit; rather, it is a reporting unit used for purposes of water management plans such as assessing the status of groundwater, monitoring the qualitative and quantitative impacts of water abstraction, establishing environmental objectives, implementing the necessary measures and assessing their effectiveness through monitoring. A generalized geological map of KMRB is given in Figure 5.

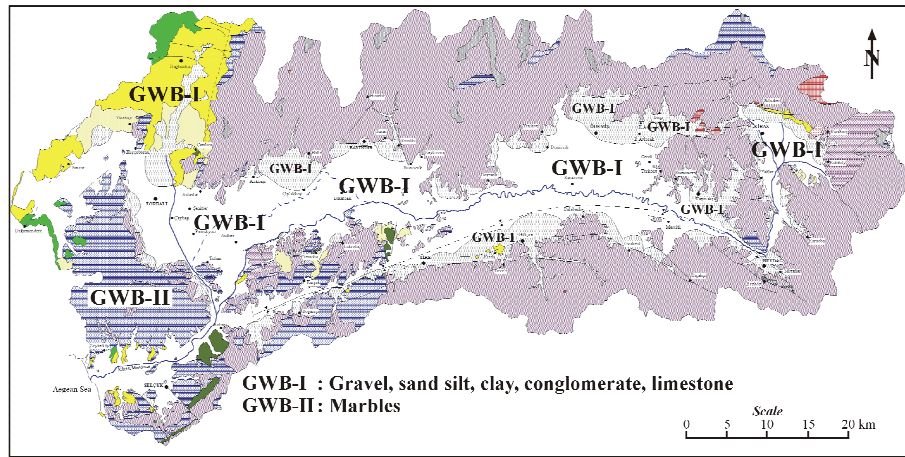


Figure 5. Groundwater bodies in Küçük Menderes River Basin

According to that map and the groundwater body definition in the Water Framework Directive, two main GWBs were derived in KMRB: Alluvial fill deposits (GWB-I) and the marbles of the Menderes Massive (GWB-II).

The alluvial fill deposits or GWB-I constitute the main aquifer and cover almost the entire plain area. The alluvial deposits are generally composed of complex alternations of gravel, sand, silt and clay materials. These deposits form the main aquifer in Kiraz, Ödemiş-Tire, Bayındır-Torbali, Tire-Belevi and Selçuk Plains. The thickness of these deposits reaches as much as 200-250 m in Bayındır-Torbali and Ödemiş-Tire Plains. The average specific capacities and yields of hundreds of wells drilled by DSI and Iller Bank in this unit are 2.0 l/sec/m and 28 l/sec, respectively. The average hydraulic conductivity (K) of the unit is 5.6 m/day. The Neogene units, which are characterized by a sedimentary sequence grading from clastic to limestone and acidic volcanic, can be considered with in the alluvial fills defined above due to similar hydraulic characteristics.

Marbles, constituting the upper part of the metamorphic sequence (Menderes Massive), can be considered as the second GWB in the basin. They have secondary porosity and permeability produced by the presence of fractures and solution cavities. As a result they show productive aquifer characteristics, specifically in the western part of the basin. There are only a few wells drilled in that body compared to the first system. According to those data, the average specific capacity and yield values are 18 l/sec/m and 43 l/sec, respectively. The average hydraulic conductivity (K) is 52 m/day. However, these values may not be representative as there are only a few wells drilled in that body and due to the complexity of karstification. Hence, in order to make a reliable groundwater management plan, it is essential to make additional investigations on the GWBs defined above (especially on marbles).

## Pressures

Related to water quantity the main pressures in the area are the amount of groundwater wells, the total abstraction of groundwater, lack of precipitation and primitive irrigation systems. Groundwater is used for drinking water, industry and irrigation purposes. The amount of installed wells has rapidly increased from the 1980's due to growth of population and lack of precipitation. Compared to the official situation, in practice, the situation is even worse due to a large amount of non-registered or illegal wells. The amount of non-registered wells is unknown.

The groundwater levels in the area have been lowered especially in the last 20-25 years. The reasons of the groundwater level changes can be divided in seasonal fluctuations and long term fluctuations. Seasonal fluctuations of the groundwater level depend on the abstraction of groundwater during irrigation periods and variation of the seasonal precipitation. The irrigation period in the area is between April and October. The groundwater levels recover at the end of the irrigation period under natural conditions. But these natural conditions have been deteriorated by human activities (especially excessive pumpage after 1985s) and the effect of prevailing dry period after 1980s.

The amount of groundwater potential based on equilibrium conditions as of 1967 is about  $127 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (for GWB-I). At present the amount allocated for irrigation is  $57 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , for drinking water and industrial use  $37.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  and for private irrigations  $60 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ . The total amount allocated is about  $154.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  which is an over-exploitation of  $27.2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  (21%). These numbers do not include any corrections for non-registered or illegal wells. If non-registered wells are also considered, it is obvious that the difference between operational groundwater reserve and allocation amount will be bigger and long-term fluctuations will be much more effective in the basin which will cause the lowering of the groundwater table as shown in Figure 6.

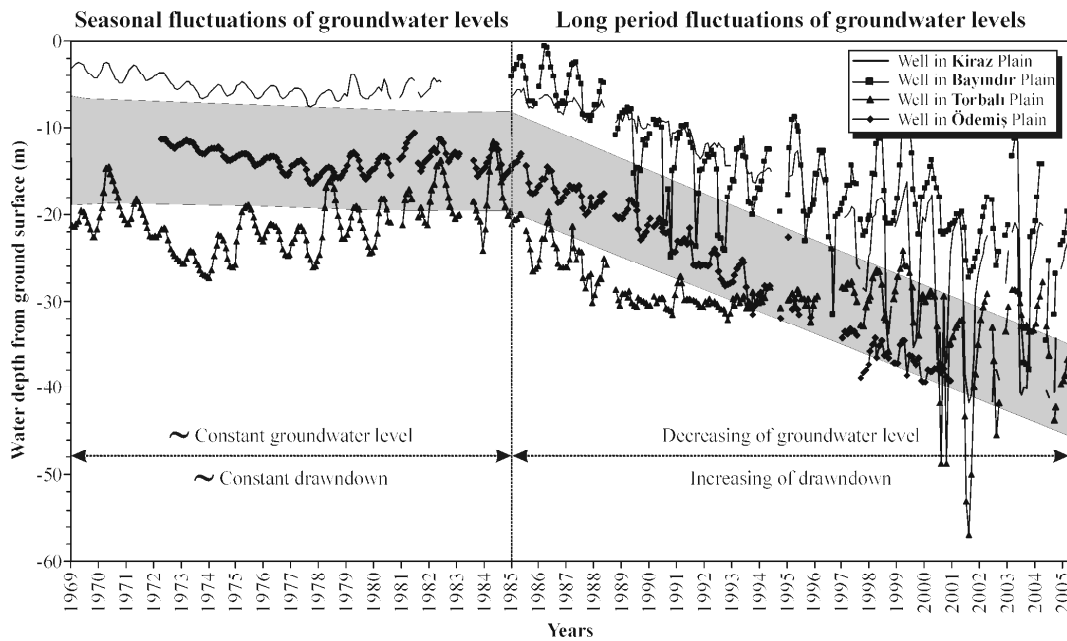


Figure 6. Groundwater fluctuations in GWB-I in Küçük Menderes River basin

### Status Groundwater Body

The Water Framework Directive includes a set of criteria to see whether or not a groundwater body is in good or bad status. These criteria need to be used to compare the current and future situation of the groundwater body status. Definition of the quantitative status of a groundwater body is good, if:

- The level of groundwater in the groundwater body is such that the available groundwater resource is not exceeded by the long-term annual average rate of abstraction;
  - Accordingly, the level of groundwater is not subject to anthropogenic alterations such as would result in:
    - failure to achieve the environmental objectives for associated surface waters,
    - any significant diminution in the status of such waters,
    - any significant damage to terrestrial ecosystems which depend directly on the groundwater body,
  - Alterations to flow direction resulting from level changes may occur temporarily, or continuously in a spatially limited area, but such reversals do not cause saltwater or other intrusion, and do not indicate a sustained and clearly identified anthropogenically induced trend in flow direction likely to result in such intrusions.

### CONCLUSIONS

The first criterion is the most relevant for GWB-I in the Küçük Menderes River Basin. Main conclusion from figure 6 (and related text) is that

groundwater at present is over abstracted, primitive irrigation systems are used and the amount of precipitation is low. Too much groundwater is used compared to the natural recharge and conditions. According to the Water Framework Directive this situation is not accepted. To see if any changes in groundwater abstraction can be expected in the future additional research is done on:

- Irrigation systems and water saving technologies;
- Population density (densely populated areas exert greater pressure than areas with only few inhabitants per square kilometer, everything else equal);
- Characteristics of water services (basically drinking water supply, sewerage, wastewater treatment, number and proportion of persons connected to water services) are another important indicator of the pressures water bodies are exposed to;
- Macro-economic indicators (GDP, employment, income);
- Economic relevant sectors such as agriculture (total crop/irrigated area), livestock (amount of energy, fertilizers and pesticides used) and tourism (development in visitors in summer/winter);
- Education of the people (especially farmer)

Based on these developments it is expected that demand (for drinking water, industrial use and irrigation) will not reduce in the near future till 2015 (preliminary conclusion) but it is clear that rise of water use should be expected. An important development (baseline scenario) is the construction of the Beydağ Dam. It is expected this dam will be finished by 2009. From that period, less groundwater will be abstracted in the upstream area of the River Basin. It is expected farmers will use this water instead of groundwater while the abstraction of groundwater will be more expensive (energy costs) compared to the water from the reservoir. But, as most likely less groundwater will be used, also less recharge will be possible in the (local) mountainous area within the watersheds

It is mentioned in Yazıcıgil (2000)'s study, what the effect will be realized when Beydağ Dam will be fully operational. In that situation groundwater is still needed for industry, drinking water and irrigation in such amount it still increases the safe yield (pumpage=total recharge) and the sustainable yield (long term pumpage and recharge). Similar calculations are done for the future situation after construction of 3 more additional dams. In that case it is expected the safe yield will not be increased anymore but the sustainable yield will still. Due to this, groundwater levels and the groundwater body will still not recover into "good status" according the Water Framework Directive in terms of quantitative status.

For that reason additional measures will be needed. These measures are part of this study and are still not completed. An important measure in this could be the pricing of water. It is mentioned in the Water Framework Directive and under discussion in Turkey. But also inspections, enforcement, irrigation techniques, water conservation, abstraction from other groundwater bodies (especially GWB-2) are important measures and instruments for further study.

Similar issues are relevant for some part of Turkey. For that reason we think this study is important into the approach toward Europe and the implementation of the Water Framework Directive and the Groundwater Directive. Concept of the groundwater management plan needs to be used in the future.

At the same time institutional and juridical restructuring might be needed too. This study will give suggestions on those aspects. A new perspective on the existing Institutional Framework should be implemented. Afterwards, enforcement, monitoring and inspection system in accordance with the Water Framework Directive should be established to achieve sustainable goals.

## REFERENCES

- Yazıcıgil H., "Final Report of Management and Investigation of Groundwaters in Küçük Menderes Basin in the Scope of the Revised Hydrogeological Studies", 2000, Middle East Technical University (METU)-Geological Engineering Department, Turkey, METU Project Code: 98-03-09-01- 01.
- Doğdu M.Ş., Gorkmen A., Sargin A.H., Kaya A., Erdem İ.Ü., Özer B., Sağnak C., Kazanasmaz E., Murathan A., Toklu M., Aslan V., Karaaslan Y., Çakmak Ö., Yılmaz H., Sarıkaya D. and Mihcioğlu G., "Strengthening the Capacity of Sustainable Groundwater Management, Pilot Groundwater Management Plan for Küçük Menderes River Basin" (draft and non published), 2006, DSI and MoEF project code PPA05/TR/7/8.



# İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN YERALTISUYU SULAMALARINA ETKİSİ <sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Su kaynaklarının stratejik öneme sahip olması ve sınırlı miktarda bulunması bu kaynakların rasyonel kullanılmasını ve korunarak geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Günümüzde su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımı sağlanamamıştır. İklim değişikliğine paralel nüfusun hızla artması, plansız yerleşim ve sanayileşme, yüzey ve yeraltı su kaynaklarını daha fazla tehdit eder hale gelmiştir. Gelişmelere paralel olarak su kaynaklarının kullanımına yönelik yatırımlar hızla artarken su kaynaklarının korunmasına yönelik uygulamalar kaynakların sürdürülebilirliği açısından yetersiz kalmaktadır.

İklim değişikliğinin muhtemel tesirleri olarak buharlaşmanın artması, yağışların mevsimlik dağılımının ve şiddetinin değişmesi, kar örtüsünün azalması ve taşkınların artması tahmin edilmektedir. Böylelikle mevcut su kaynakları ihtiyaç duyulan su talebine karşılık yetersiz kalabilecektir. Bunun neticesinde su kaynakları üzerinde baskıların artması, göçlerin yaşanması, proje maliyetlerinin artması ve su bedelinin gündeme gelmesi gibi problemler ortaya çıkacaktır.

## 2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

Atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma denir. Küresel ısınma, dünya yüzeyinin güneş ışınları tarafından ısıtılması olarak da ifade edilebilir. Dünya, güneş ışınlarını tekrar atmosfere yansıtmakta ancak bazı ışınlar su buharı, karbondioksit ve metan gazının dünyanın üzerinde oluşturduğu doğal bir örtü tarafından tutulmaktadır. Bu da yeryüzünün yeterince sıcak kalmasını sağlamaktadır.

Yeryüzünün ısınmasına yol açan sera gazları doğada doğal olarak bulunurlar ve insanların çeşitli faaliyetleri sonucu ortaya çıkarlar. Sera gazları içerisinde en büyük miktarı okyanuslar, denizler, göller ve akarsulardan buharlaşma yoluyla atmosfere karışan su buharı oluşturmaktadır.

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ikinci en fazla bulunan sera gazıdır. Organik maddenin çürümesi, hayvan ve insanların solunumu, yanardağ patlamaları gibi birçok doğal olaylar sonucu atmosfere dâhil olmaktadır. Ayrıca insanlar fosil yakıt, katı atık, ağaç ve ağaç ürünleri yakmak ve motorlu taşıtlar

---

<sup>1</sup> *Ahmet Hamdi SARGIN ve Yeşim KAYA*

- *Türkiye Sulama Kooperatifleri Merkez Birliği (TÜSKOOP-BİR) tarafından 2007 yılında İzmir'de düzenlenen "Küresel Isınmanın Türk Tarımına ve Tarımsal Sulamaya Etkileri ve Alternatif Çözüm Önerileri Sempozyumu" nda sunulmuştur.*

kullanmak suretiyle atmosfere dâhil olan karbondioksit miktarını arttırmaktadırlar.

Metan (CH<sub>4</sub>), atmosfer içerisinde daha etkili yalıtkanlık yaratan bir gazdır. Kömür, doğal gaz ve petrolün üretimi ve kullanımı esnasında atmosfere dâhil olmaktadır. Metan büyükbaş hayvanlar başta olmak üzere kimi hayvanlarda sindirim yan ürünü olarak ortaya çıkmasının yanında atık alanlarındaki organik maddelerin bozulmasından da meydana gelmektedir.

Kuraklık ise herhangi bir coğrafi bölgede nem miktarındaki dengenin bozulmasıyla oluşan doğal bir iklim olayıdır. Her türlü iklim tipinde görülebilir. Kuraklığın en belirgin özelliği, diğer doğal afetlerin aksine aniden ortaya çıkmayıp genellikle yavaş gelişmesi ve uzun bir süreklilik göstermesidir. Kuraklık türleri hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, atmosferik, tarımsal ve su kaynakları kuraklığı olarak sınıflandırılabilir

İklim değişikliği nedeniyle günlük yağış miktarının azalacağı, buharlaşma ve terlemenin artacağı, yaz kuraklığının artacağı bunlarla doğrudan bağlantılı olarak orman yangınlarında artış olacağı, su kaynaklarındaki zayıflamaya bağlı olarak iç sularda yaşayan balık türlerinde azalma yaşanacağı, sularda meydana gelecek sıcaklık artışının üreme bozukluklarına yol açacağı ve arazi kullanımında meydana gelecek değişikliklerin erozyonu arttıracığı belirtilmektedir.

IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) küresel iklim modelleri ile yapılan projeksiyonlara göre 2030 yılında Türkiye'nin büyük bir kısmı oldukça kuru ve sıcak bir iklimin etkisi altına girecektir. Bu çerçevede, Türkiye'de sıcaklıkların kışın 2 °C, yazın ise 2-3 °C arasında artması öngörülmektedir. Diğer yandan, yağışlar kışın az bir artış gösterirken yazın % 5 - 15 azalacaktır. Ayrıca, yaz aylarında toprak neminin de % 15 ile % 25 arasında azalacağı tahmin edilmektedir. Söz konusu senaryo çalışmalarına göre Akdeniz Havzasındaki su seviyesinde 2030 yılına kadar 18 cm - 12 cm, 2050 yılına kadar 38 cm -14 cm ve 2100 yılına kadar 65 cm - 35 cm'lik bir yükselme beklenmektedir (IPCC, 2001).

### **3. DÜNYA SU KAYNAKLARI**

Dünyadaki toplam su miktarı yaklaşık 1.4 milyar km<sup>3</sup> olup bu suyun 1.3 milyar km<sup>3</sup>'ü (% 97.5) tuzlu su ve 0.035 milyar km<sup>3</sup>'ü (% 2.5) ise tatlı su kaynaklarından oluşmaktadır. Yeryüzündeki tatlı suların % 97'si yeraltısularından oluşmaktadır.

Nehirler toplam tatlı su rezervlerinin sadece % 0.6'sını oluşturmaktadır. Göllerde, akarsularda, barajlarda ve göletlerde bulunan kullanılabilir ve içilebilir özellikteki tatlı suların % 0.3 oranında olması, tatlı su kaynaklarının % 90'ının ise kutuplarda ve yeraltında bulunması, kolaylıkla yararlanabilecek elverişli tatlı su miktarının çok az olduğunu göstermektedir.

Dünyadaki toplam suyun yaklaşık 500 000 km<sup>3</sup>'ü her yıl denizlerde ve toprak yüzeyinde meydana gelen buharlaşma yoluyla atmosfere geri dönmekte ve hidrolojik çevrim içerisinde yağış olarak tekrar yeryüzüne düşmektedir. Yeryüzüne düşen yağış yılda 110 000 km<sup>3</sup> olup, bunun 42 700 km<sup>3</sup>'ü yüzeysel akışa geçerek nehirlerle denizlere ve kapalı havzalardaki göllere ulaşmaktadır. Bu miktarın yılda 9 000 km<sup>3</sup>'ü teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir durumdadır. Yaşanan su kıtlığının nedenleri üç başlık altında toplanabilir;

- yenilenebilir kaynak miktarının kıtlığı,
- suyun kullanım şeklindeki yanlışlar,
- yüksek nüfus artışının kişi başına düşen kaynakları azaltması.

#### 4. ÜLKEMİZ SU KAYNAKLARI

Ülkemizde 643 mm olan yıllık ortalama yağış yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya tekabül etmektedir. Bu suyun 274 milyar m<sup>3</sup> ü toprak, su yüzeyleri ve bitkilerden olan buharlaşmalar yoluyla atmosfere geri dönmekte ve 158 milyar m<sup>3</sup>'lük kısmı ise akışa geçerek çeşitli büyüklükteki akarsular vasıtasıyla denizlere ve kapalı havzalardaki göllere boşalmaktadır. Ayrıca, komşu ülkelerden ülkemize yılda ortalama 7 milyar m<sup>3</sup> su akışı olmaktadır. Ancak, günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu potansiyeli; yurt içindeki akarsulardan 95 milyar m<sup>3</sup>, komşu ülkelere yurdumuza gelen akarsulardan 3 milyar m<sup>3</sup> olmak üzere yılda ortalama toplam 98 milyar m<sup>3</sup>'dür. 14 milyar m<sup>3</sup> olarak belirlenen yenilenebilir yeraltısuyu potansiyeli ile birlikte ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltısuyu potansiyeli yılda ortalama toplam 112 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır.

Ülkemizde, başta Devlet Su İşleri (DSİ) olmak üzere su kaynaklarının geliştirilmesinden sorumlu olan kamu kurum ve kuruluşlarının 2000 yılı başı itibariyle geliştirdikleri projeler sonucu çeşitli amaçlara yönelik su tüketimi 39.3 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmış bulunmaktadır. Bunun 29.3 milyar m<sup>3</sup>'ü (% 75) sulamada, 5.8 milyar m<sup>3</sup>'ü içme kullanmada (% 15) ve 4.2 milyar m<sup>3</sup>'ü (% 10) ise endüstride kullanılmaktadır (Tablo 1). Bu durum mevcut su potansiyelimiz olan 112 milyar m<sup>3</sup> suyun 2000 yılında ancak % 36'sının geliştirilebildiğini göstermektedir.

Tablo 1. Sektörlere göre su kullanımı

Yıl	Toplam Su Tüketimi		Sektörler					
			Sulama		İçme- Kullanma		Endüstri	
	km <sup>3</sup>	%	km <sup>3</sup>	%	km <sup>3</sup>	%	km <sup>3</sup>	%
1990	30.6	28	22.0	72	5.1	17	3.4	11
2000	39.3	36	29.3	75	5.8	15	4.2	10
2030	112.0	100	72.0	64	18.0	16	22.0	20

Su varlığına göre sınıflandırma Tablo 2’de verilmiştir. Ülkemiz su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı 1 500 m<sup>3</sup> civarındadır. 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağı öngörülmüştür. Bu durumda 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1 000 m<sup>3</sup>/yıl civarında olacağı dolayısıyla su fakiri bir ülke konumuna gelebileceğimiz söylenebilir.

Tablo 2. Kişi başına düşen su miktarına göre sınıflandırma

Sınıf	Su miktarı (kişi/m <sup>3</sup> /yıl)
Su Fakiri	< 1 000
Su Azlığı	< 2 000
Su Zengini	> 8 000 - 10 000

## 5. YERALTISUYU SULAMALARI

Ülkemizin 78 milyon hektar olan yüzölçümünün yaklaşık olarak üçte birini teşkil eden 28 milyon hektarlık kısmını ekilebilir tarım arazileri oluşturmakta ve bunun da 25.8 milyon hektarını sulanabilir araziler kaplamaktadır. Ancak yapılan etütler sonucu ekonomik olarak sulanabilir arazi miktarı 8.5 milyon hektar olarak belirlenmiştir

Ülkemizde 2006 yılı sonu itibariyle, DSİ tarafından inşa edilerek işletmeye açılan sulama alanı net olarak 2 522 000 hektardır. Bu alanın 95 000 hektarı DSİ tarafından işletilmekte olup, 1 977 000 hektar sulama alanının işletme, bakım ve yönetim sorumluluğu faydalananlarca kurulmuş olan sulama birlikleri, sulama kooperatifleri, belediye ve köy tüzel kişilikleri gibi su kullanıcı örgütlere devredilmiştir.

Ülkemizde, yeraltısuyu kaynaklarının araştırılması, kullanılması, korunması ve geliştirilmesi 167 sayılı "Yeraltısuları Hakkında Kanun", bu kanuna istinaden hazırlanan "Yeraltısuları Tüzüğü" ve "Yeraltısuları Teknik Yönetmeliği" esaslarına göre yapılmaktadır.

DSİ Genel Müdürlüğünce yapılmış olan hidrojeolojik etütler sonucunda 13.66 km<sup>3</sup>/yıl yenilenebilir yeraltısuyu rezervi tespit edilmiştir. 01.01.2007 tarihi itibarı ile yeraltısuyu rezervinin 6.32 km<sup>3</sup>/yıl’ı sulamalara tahsis edilmiştir. Yeraltısuyu potansiyelinin % 54’ünün sulamalara ayrılması sulamalarda yeraltısuyunun önemini göstermektedir. 01.01.2007 tarihi itibarı ile Devlet eli ile yapılan sulamalarda toplam 12 710 adet işletme sondaj kuyusunda 534 157 hektar alan yeraltısuyundan sulanmaktadır. Yeraltısuyu sulamaları DSİ Genel Müdürlüğü tarafından sulanan alanların yaklaşık % 21’ine tekabül etmektedir.

Ülkemizde Devlet eli ile yapılan yeraltısuyu sulamalarının yaklaşık % 80’inde açık kanal sulama şebekesi kullanıldığından sulama şebekelerini

rehabilitate etmek önemli ölçüde su tasarrufu sağlayacaktır. Bu tip sulama şebekesi inşası İl Özel İdareleri ve DSİ tarafından gerçekleştirilmektedir. İl Özel İdareleri tarafından sulama şebekelerinin rehabilitasyonu için yeterli ödenek ayrılmaması, modern sulama için engel teşkil etmektedir. Ayrıca DSİ birim fiyatları ile kapalı sistem sulama sistemine dönüşüm maliyeti hektara yaklaşık 5 000 YTL'dir. Bu maliyetin de yasa gereği çiftçiler tarafından geri ödenmesi gereklidir. Bu sebeple çiftçiler şebeke inşasının DSİ tarafından gerçekleştirilmesini tercih etmemektedir. Neticede İl Özel İdarelerinin yeterli ödenek ayırmaması ve DSİ birim fiyatlarının da yüksek olması nedeniyle Devlet eli ile gerçekleştirilen sulamalarda kapalı sistem sulama oranı düşük kalmaktadır. Yeraltısuyu kullanımında tasarrufu sağlayarak iklim değişikliğinin, yeraltısuyu üzerinde oluşturduğu baskıyı bir ölçüde azaltmak için İl Özel İdareleri tarafından yeterli ödenek ayrılarak salma sulama sistemleri kapalı sisteme dönüştürülmelidir.

## **6. TARIMSAL KURAKLIKLA MÜCADELE**

İklim değişikliği, kuraklık ve su eksikliği gibi konular 2007 yılında en önemli problemler olarak ülkemiz gündemine yerleşmiş bulunmaktadır. Dünya iklim kuruluşlarının çeşitli zamanlarda yayınladıkları raporlarda yağış azalmalarının daha uzun yıllar devam edeceği ifade edilmektedir. Yeraltısuyu besleniminin en büyük oranının yağışlardan olduğu göz önüne alındığında yağışlardaki azalmanın yeraltısuyu potansiyelini önemli ölçüde etkileyeceği ortadadır. Bundan en fazla çiftçi nüfusunun ve tarımsal potansiyelin yoğun olduğu bölgeler etkilenecektir.

Ülkemizde yaşanması muhtemel tarımsal kuraklığın etkilerini azaltmak ve alınacak tedbirler hususunda "Tarımsal Kuraklıkla Mücadele ile Kuraklık Yönetimi Çalışmalarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar" 7 Ağustos 2007 tarih ve 26606 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanmıştır. Tarımsal Kuraklıkla Mücadele ile Kuraklık Yönetimi Çalışmalarına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Karar çerçevesinde; Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın koordinasyonunda ilgili Bakanlıklar, üniversiteler, valilikler, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşlarının katılımıyla yapılacak çalışmalarda görev, yetki ve sorumluluklara ilişkin usul ve esaslar düzenlenecektir.

Çiftçilerin bireysel olarak gerçekleştirdiği sulamalarda, kapalı sistem sulamayı teşvik etmek için T.C. Ziraat Bankası kanalı ile çiftçilere 5 yıl ödemeli faizsiz sulama kredileri verilmektedir. Böylece tarımsal sulamalarda su tasarrufu sağlayan yöntemlerin kullanılması teşvik edilerek su kullanımının azaltılması amaçlanmaktadır.

## **7. SORUNLAR**

İklim değişikliğine bağlı olarak yeraltısuyu sulamalarında karşılaşılan en önemli sorun yeraltısuyu seviyelerinin süratle düşmesidir. Ayrıca yeraltısuyu sulamalarının artması ve salma sulama sistemlerinin uygulanması sebepleri ile tüketim artmakta, buda seviye düşümünü

hızlandırmaktadır. Yeraltısuyu seviyelerinde düşüme neden olan diğer unsurlar arasında;

- Yeraltısuyuna duyulan içme ve kullanma suyu talebinin yoğun şekilde artması,
- Yeraltısuyunun emniyetli rezerv değerlerinin üzerinde bir çekime maruz kalması,
- Kaçak kuyuların varlığı,
- Yüzey suyu kaynaklarından yeterince yararlanılamaması,
- Özellikle su sıkıntısının yaşandığı bölgelerde ürün planlaması yapılmaması yer almaktadır.

Seviyelerin düşmesi neticesinde yeraltısuyu temini için pompalar daha derinlere monte edilmekte ve enerji maliyetleri artmaktadır. Bu, ekonomik kayba ve işletme rantabilitelerinin azalmasına yol açmaktadır.

## **8. ÖNERİLER**

Dünya su kullanımındaki artış, nüfus artışından daha büyük oranda seyretmektedir. Artan su talebinin karşılanması için, yağışlı dönemlerde suyun depolanarak düzenli ve sürekli bir şekilde hizmete sunulması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca sınırlı kaynak olan yeraltısuları ile ilgili çalışmalarda, kaynak yönetiminden talep yönetimine yönelmek faydalı olacaktır.

İklim değişikliğinin yeraltısuyu kaynakları üzerinde oluşturduğu baskıyı azaltmak için, öncelikle suyun en fazla kullanıldığı tarım sektöründe gereken tedbirler alınmalıdır. Bu çerçevede yeraltısularından daha verimli istifade edebilme açısından kısa, orta ve uzun vadede yapılması gerekli görülen hususlar aşağıda belirtilmiştir;

- Kısa vadede;
  - Yasal olmayan yeraltısuyu kullanımının engellenmesi,
  - Halkın tasarruflu su kullanımı ile ilgili eğitilmesi,
  - Özellikle su sıkıntısının yaşandığı havzalarda aşırı su tüketen bitkilere teşvik verilmeyip az su tüketen bitkilerin desteklenmesi,
- Orta vadede;
  - Mevcut sulama projelerinin kapalı sulama sistemine dönüştürülmesi,
  - Yağış alan bölgelerde aşırı yağış ve sel sularını biriktirecek yeraltı depoları inşa edilerek suni besleme yapılması,
  - Yeraltısuyu potansiyeline dayalı ürün planlaması gerçekleştirilmesi,

- Uzun vadede;
  - İklim değişikliği çerçevesinde yeni yeraltısuyu sulama projelerinin durdurularak yeraltısularının içme suyu için rezerve edilmesi,
  - Ağaçlandırma çalışmaları.

## 9. KAYNAKLAR

Apaydın A., 2000, Mavi Gezegen Dergisi, Sayı: 3.

BBC, 2008, Dünya İklimine Sibiryaya Alarmı, Türkçe web sayfası.

DSİ, 2005, Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı 2005 Yılı Üretim Sonuçları.

DSİ, 2005, DSI in Brief.

DSİ, 2006, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Bilgi Notları, yayınlanmamış.

DPT, 2000, İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

DPT, 2001, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi ÖİK Raporu.

IPCC, 2001, Climate Change 2001, Synthesis Report.

IPCC, 2002, Climate Change and Biodiversity, Technical Paper.

Postel S., 1999, Son Vaha (Çeviri: Şebnem Sözer).

Türkiye İklim Değişikliği Kongresi, 2007.



# ÜLKEMİZDE YERALTISUYU KAYNAKLARININ ETKİN YÖNETİMİ <sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Canlılar için temel ve vazgeçilmez bir ihtiyaç maddesi olan su içme, kullanma, tarımsal faaliyetler, sanayi suyu ve enerji üretimi taleplerini karşılamakla birlikte toplumların sosyal ve ekonomik kalkınmasında hayati bir öneme sahiptir. Bunun yanı sıra, kişi başı su tüketimi bir gelişmişlik göstergesidir.

Nüfus artışı nedeniyle su kullanımı artmaktadır. Artan tüketim sınırlı kaynak olarak nitelendirdiğimiz kullanılabilir su kaynaklarını tehdit etmektedir. Bu tehdit yüzünden artan su tüketimini karşılamaya yönelik yeni stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Suyun istenilen yerde, zamanda, miktarda ve kalitede sağlanması bu stratejinin temelini oluşturmaktadır. Bu çerçevede geleceğe dönük isabetli tahminlerde bulunarak teknik, ekonomik, hukuki ve ekolojik uygulanabilirliği sağlamak üzere, su kaynaklarından sürdürülebilir bir şekilde faydalanılmalıdır.

## 2. DÜNYA SU KAYNAKLARI

Dünya'daki toplam su miktarı yaklaşık 1.4 milyar km<sup>3</sup>'tür. Yerkürenin % 70'i su ile kaplı olmakla birlikte bu suyun % 97.5'i tuzlu ve sadece % 2.5'i olan 0.035 milyar km<sup>3</sup>'ü tatlı sudur. Tatlı suyun da % 68.9'u buzullarda ve kalıcı kar örtüsünde, %29.9'u yeraltında, % 0.9'u toprakta, bataklıklarda ve kutuplarda ve % 0.3'ü ise nehir ve göllerde bulunmakta olup suyun sadece bu bölümü yenilenebilmektedir.

## 3. ÜLKEMİZ SU KAYNAKLARI

Ülkemizde yıllık ortalama yağış miktarı 643 mm olup bu miktar yılda ortalama 501 milyar m<sup>3</sup> suya tekabül etmektedir. Ancak günümüz teknik ve ekonomik şartları çerçevesinde, çeşitli amaçlara yönelik olarak tüketilebilecek yüzey suyu potansiyelimiz yılda ortalama 98 milyar m<sup>3</sup>'dür. 14 milyar m<sup>3</sup> olarak belirlenen yenilenebilir yeraltısuyu potansiyeli ile

---

<sup>1</sup>

- *Türkiye Kalite Derneği (KalDer) İzmir Şubesi tarafından İzmir'de 2007 yılında düzenlenen "Çevre Sempozyumu"nda,*
- *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası (ZMO), Türkiye Sulama Kooperatifleri Merkez Birliği (TÜSKOOP-BİR), Yerel Yönetim ve Araştırma Yardım ve Eğitim Derneği (YAYED) ve Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği (TOBB) tarafından Ankara'da 2008 yılında düzenlenen "Dünya'da ve Türkiye'de Su: Gündemi ve Geleceği Yönetmek Sempozyumu" nda ve*
- *DSİ Samsun Bölge Müdürlüğü tarafından Samsun'da 2008 yılında düzenlenen "I. Yeraltısuları Çalıştayı"nda sunulmuştur.*

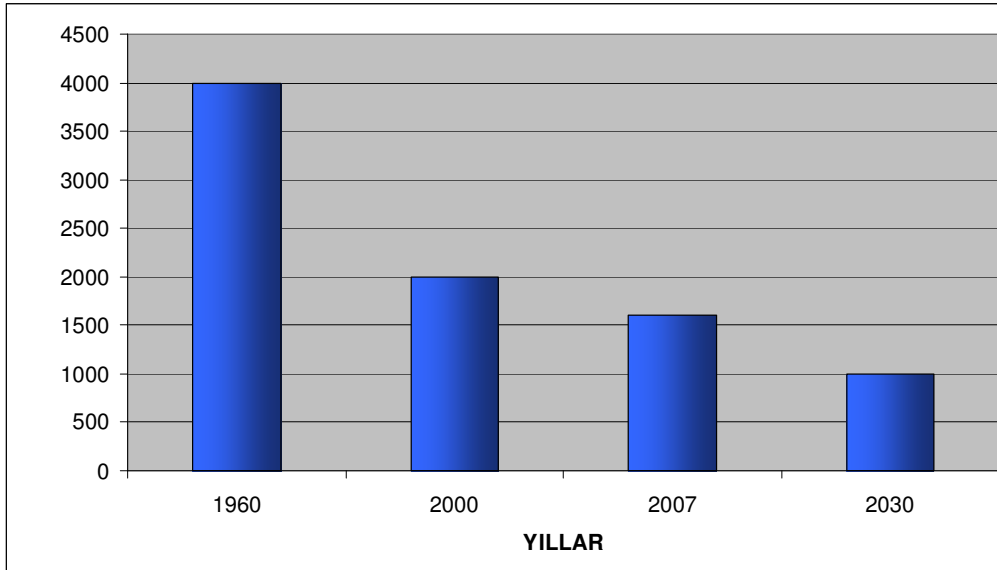
birlikte ülkemizin tüketilebilir toplam su potansiyeli, yılda ortalama 112 milyar m<sup>3</sup> olmaktadır.

Su varlığına göre sınıflandırma Tablo 1’de verilmiştir. Ülkemiz su zengini bir ülke değildir. Kişi başına düşen yıllık su miktarına göre ülkemiz su azlığı yaşayan bir ülke konumundadır. Kişi başına düşen yıllık kullanılabilir su miktarı günümüzde 1 500 m<sup>3</sup> civarındadır. 2030 yılı için nüfusumuzun 100 milyon olacağı öngörülmüştür. Bu durumda 2030 yılında kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının 1 000 m<sup>3</sup>/yıl civarında olacağı dolayısıyla su fakiri bir ülke konumuna gelebileceğimiz söylenebilir (Grafik 1).

Tablo 1. Kişi başına düşen su miktarına göre sınıflandırma

Sınıf	Su miktarı (kişi/m <sup>3</sup> /yıl)
Su Fakiri	< 1 000
Su Azlığı	< 2 000
Su Zengini	8 000 - 10 000

Grafik 1. Yıllar itibarı ile kişi başına düşen su miktarı



#### 4. SEKTÖREL SU TÜKETİMLERİ

112 milyar m<sup>3</sup> olan su potansiyelimizin çeşitli amaçlara yönelik tüketimi 2004 yılı itibarı ile 40 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır. Geliştirilecek ilave projeler ile su potansiyelinin tamamının 2030 yılında tüketime sunulabileceği tahmin edilmektedir. Ancak bu hedefin gerçekleşmesi için su kaynakları yatırımlarına ayrılan finansman miktarının her yıl artırılması zorunludur.

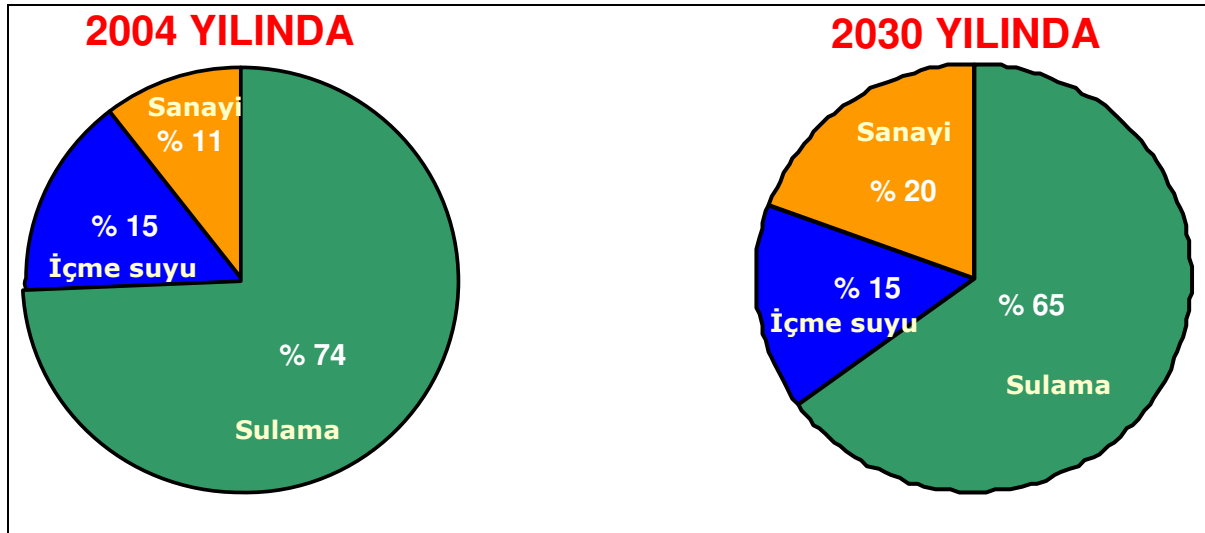
Sektörel bazda yapılan su tüketim tahminlerinde, ülkemizin teknik ve ekonomik olarak sulanabilir toprak kaynağı olan brüt 8.5 milyon hektar alanın tamamının 2030 yılında inşa edilerek sulamaya açılması ve sulama

suyu tüketiminin 72 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşması beklenmektedir. Böylece 2004 yılı başında toplam su tüketiminde payı % 74 olan sulama suyunun, modern sulama teknikleri ile 2030 yılındaki payının % 65 seviyesine düşürülmesi tahmin edilmektedir (Grafik 2).

Ülkemizde yılda % 2 civarında olan nüfus artış hızı göz önüne alındığında nüfusun 2030 yılında 100 milyona ulaşması beklenmektedir. Böylece 2004 yılı başı itibariyle içme ve kullanma suyunun toplam su kullanımında payı % 15 iken bu oranın 2030 yılında da tasarruf tedbirleri ile aynı olması hedeflenmektedir (Grafik 2).

Gelişen diğer bir sektör olan sanayinin ise 2030 yılına kadar yılda ortalama % 4 oranında bir büyüme göstereceği kabul edilerek 2004 yılı başında % 11 olan sanayi suyu tüketim payının 2030 yılında % 20'ye ulaşması beklenmektedir (Grafik 2).

Grafik 2. Sektörler bazında su kullanım oranları



## 5. YERALTISUYU ÇALIŞMALARI

Özellikle yüzey sularının bulunmadığı, yetersiz olduğu veya ekonomik olmadığı yerlerde yeraltı suları kullanılmaktadır.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne (DSİ) 2008 yılına kadar yapılmış olan hidrojeolojik etütler sonucunda 13.66 km<sup>3</sup>/yıl yeraltı suyu rezervi tespit edilmiştir. 01.01.2008 tarihi itibarı ile yeraltı suyu rezervinin 6.63 km<sup>3</sup>/yıl'ı sulama ve 5.46 km<sup>3</sup>/yıl'ı içme ve kullanma suyu amaçlı tahsis edilmiştir

Ülkemizde yeraltı suyu ile ilgili çalışmalar iki ana kanun çerçevesinde sürdürülmektedir. Bunlar 6200 ve 167 sayılı kanunlardır. DSİ Genel Müdürlüğü, 18 Aralık 1953 tarihinde kabul edilen 6200 sayılı "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilat ve Vazifeleri Hakkında Kanun" ile kurulmuştur. Genel Müdürlüğün kuruluş amacı yerüstü ve yeraltı sularının zararlarını önlemek ve bunlardan çeşitli yönden faydalanmaktır. DSİ Genel

Müdürlüğü, ülkemizdeki bütün su kaynaklarının planlanması, yönetimi, geliştirilmesi ve işletilmesinden sorumlu yatırımcı bir kuruluş olup; tarım, enerji, hizmetler ve çevre sektörlerinde görev yapmaktadır.

16 Aralık 1960 tarih ve 167 sayılı "Yeraltıları Hakkında Kanun" esaslarına göre, yeraltıları Devletin hüküm ve tasarrufundadır. Yeraltılarının araştırılması, kullanılması, korunması ve tescili 167 sayılı yasanın hükümlerinden olup, işlemler DSİ Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır. Kanunun daha etkin şekilde uygulanabilmesi için "Yeraltıları Tüzüğü" ile "Yeraltıları Teknik Yönetmeliği" hazırlanmıştır.

Ülkemizde, çerçeve bir su yasası bulunmamaktadır. "Yeraltıları Hakkında Kanun" hariç, çalışmalar genellikle kurumların kuruluş yasalarında yer alan hükümler kapsamında yürütülmektedir. Birden fazla kurumun kuruluş yasasında yeraltıları konusunda hükümlerin yer alması yetki örtüşmesi ve/veya çatışmasına yol açmaktadır. Bu dağınıklık su kaynakları yönetiminde düzensizliğe yol açmaktadır. Bunun yanı sıra kurumlar arası etkin bir koordinasyon da söz konusu olmadığından kaynakların rasyonel yönetimi gerçekleştirilememektedir.

### **5.1. Sulama Sektörü**

Artan nüfusun beslenmesi ve tarım gelirlerinin yükseltilmesi için tarım üretiminin arttırılması esastır. Bu çerçevede toprak ve su kaynaklarının geliştirilmesi, sulama tesislerinin inşası ve işletilmesi üzerinde hassasiyetle durulması gereken bir konudur. Ülkemiz gibi yağış rejiminin düzensiz olduğu ülkelerde sulama projeleri ile sulanan alanların arttırılmasına yönelik çalışmalara daha fazla önem verilmelidir.

Özellikle kırsal kalkınma göz önüne alındığı takdirde yeraltısuyu sulamaları daha da önem arz etmektedir. Yeraltısuyu sulama projelerinin en büyük özelliği halkın istekleri ve katkısı ile gerçekleştirilmesi nedeniyle sosyal özelliğinin daha belirgin olmasıdır.

Yeraltılarının istifadeye sunulmasının ardından sulamada sürdürülebilir verimliliği sağlamak gerekmektedir. Bu da daha çok çiftçiler tarafından kurulan sulama kooperatifleri aracılığı ile yapılan sulamalarda gözlenmektedir. Çiftçiler sulama kooperatifi kurarak arazilerinin yeraltısuyundan sulanması için yoğun talepte bulunmaktadırlar. Talebin çiftçi kesiminden gelmesi, işletme ve yönetim sorumluluğunun sulama kooperatiflerine devir edilmesi ve tesislerin geri ödemeye tabi olması sulama yatırımlarının çiftçiler tarafından sahiplenmelerine yol açmaktadır.

Yurdumuzda yeraltısuyu sulama kooperatiflerine ait yatırım hizmetleri DSİ Genel Müdürlüğü, Toprak – Su Genel Müdürlüğü ve T.C. Ziraat Bankası Genel Müdürlüğü arasında 1966 yılında imzalanan ve 31 Aralık 1973 tarihinde revize edilen işbirliği protokolü esaslarına göre sürdürülmektedir.

Protokol esaslarına göre DSİ Genel Müdürlüğü sulama tesisine ait fizibilite raporlarının hazırlanması, sondaj kuyusu açımı, elektrifikasyon tesisleri inşası, pompa tahsis – montajı ve devir işlemlerini yürütmektedir. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün kapatılması ile sulama şebekesi hizmetlerinin aksamaması için sulama kooperatiflerinin talebi olması halinde sulama şebekeleri DSİ tarafından bedeli mukabilinde yapılabilmektedir.

Protokolde yer alan Toprak – Su Genel Müdürlüğü'nün kapatılmasıyla, önce Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve bu kurumunda görevine son verilmesi nedeni ile İl Özel İdareleri sulama kooperatifleri sahalarının toprak kaynakları (SAT raporu, arazi mülkiyet haritası) ile ilgili çalışmaları, sulama şebekesi inşası ile tarla içi geliştirme hizmetlerini yürütmektedir.

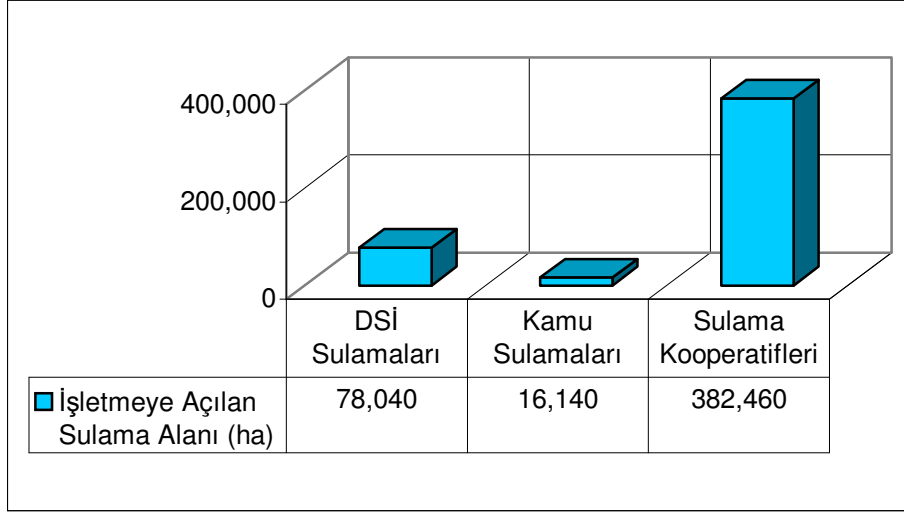
Sulama kooperatiflerine kredi açılması konusu ise T.C. Ziraat Bankasının yetkisinde bulunmaktadır. Ancak bu güne kadar kredi kullanımı yaygınlaşmamış sulama yatırım hizmetleri DSİ ile İl Özel İdareleri tarafından yürütülmüş ve yürütülmektedir. Ayrıca sulama kooperatiflerinin kurdurulması ve çiftçilerin eğitilmesi ise Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı tarafından sağlanmaktadır.

DSİ tarafından gerçekleştirilen yüzey suyu sulamalarını takviye amaçlı tesis kurulması ile Kamu Kurumlarının uyguladığı yeraltısuyu sulamalarından gelen talepler ise bedeli mukabilinde değerlendirilmektedir.

Böylece gerek sulama kooperatifleri, gerekse DSİ ve Kamu Sulamaları olarak adlandırabileceğimiz Devlet eli ile yapılan yeraltısuyu sulamaları, 01.01.2008 tarihi itibarı ile 12 835 adet işletme sondaj kuyusu ve 538 251 hektar alana ulaşmıştır. Bu sulamaların dağılımı Şekil 1'de verilmiştir.

Bu tip yeraltısuyu sulamaları DSİ Genel Müdürlüğü tarafından sulanan alanların yaklaşık % 20'sine tekabül etmektedir.

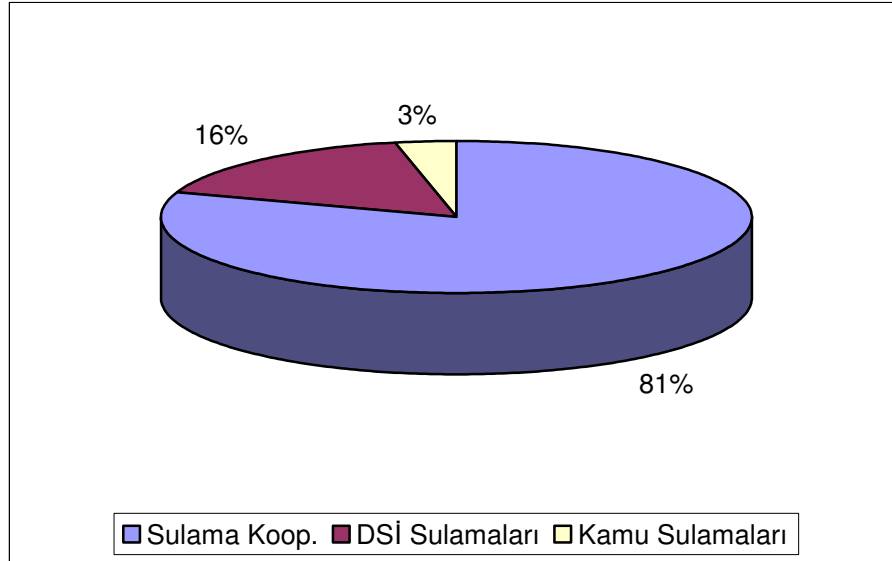
Halk sulamaları ise çiftçilerin yeraltısuyu kullanma belgesi alarak yaptığı ferdi sulamalardır. Bu tip yeraltısuyu sulamalarına ise 2008 yılı itibarı ile 2.619 km<sup>3</sup>/yıl yeraltısuyu tahsis edilmiştir. Bu tip sulamaların büyük ölçüde kapalı sistemde olduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla yaklaşık 260 000 hektar alanın yeraltısuyundan yapılan ferdi sulamalar ile sulandığı düşünülmektedir.



Şekil 1 – Yeraltı suyu sulamalarının sulama alanı büyüklüklerine göre dağılımı

Devlet eliyle yapılan sulamalarda en büyük payı % 81’lik bir oran ile sulama kooperatifleri almaktadır. DSİ sulamalarının payı ise % 16’ dır. Yeraltı suyundan sulanan alanların işletme tipine göre dağılımı Grafik 3’de görülmektedir.

Grafik 3 - Sulanan alanların dağılımı (%)



## 5.2. Hizmetler Sektörü

Ülkemizde hizmetler sektörü olarak adlandırılan içme, kullanma ve sanayi suyu teminine yönelik çalışmalar nüfus kriter alınarak kurumlar arasında paylaştırılmıştır. Köy ve bağlı yerleşme birimleri ile askeri garnizonlara içme ve kullanma suyu ihtiyacı 3202 sayılı yasa uyarınca İl Özel İdareleri, belediye teşkilatlarının talepleri ise İller Bankası ve DSİ tarafından karşılanmaktadır.

İller Bankası tarafından içme ve kullanma suyu temini için yapılan yeraltısuyu talepleri 167 sayılı yasa kapsamında değerlendirilerek yeraltısuyu tahsisleri yapılmakta, yatırımlar İller Bankasının denetiminde sürdürülmekte ve tesislerin işletilmesi ise belediyeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Kaynaklar yeraltısularının boşalım noktalarıdır. Bunları yeraltısuyu olarak değerlendirdiğimizde 35 000'den fazla köy yerleşim birimleri ile yaklaşık 2 000 belde ve 800 ilçenin içme ve kullanma suyu ihtiyacı yeraltısuyundan karşılanmaktadır.

1053 sayılı yasa kapsamında DSİ'nin sorumluluğunda olan belediye teşkilatı olan yerleşim yerlerine içme, kullanma ve sanayi suyu temininde yeraltısuyu talebi olması halinde kuyu açımı bedeli karşılığında yapılmaktadır. Elazığ, Kırşehir, Uşak, Niğde, Karaman, Manisa ve Osmaniye gibi bazı il merkezlerinin içme-kullanma suyu ihtiyaçlarının tamamı yeraltısuyundan karşılanmaktadır.

Bu kapsamda 01.01.2008 tarihi itibarı ile 5.46 km<sup>3</sup>/yıl yeraltısuyu içme ve kullanma amaçlı tahsis edilmiştir. 31.12.2007 tarihinde 70 586 256 olan nüfusumuzun yarısından fazlasının içme ve kullanma suyu ihtiyacı için yeraltısuyu kullanılmaktadır.

### **5.3. Çevre Sektörü**

167 sayılı yasanın birinci maddesi yeraltısularının korunmasını içermektedir. Ancak gerek kanunda gerekse kanuna istinaden hazırlanan tüzük ve yönetmeliklerde yeraltısuyunun miktar açısından korunması dikkate alınmıştır. Bu kapsamda yeraltısuyu temini maksadı ile inşa edilecek belirli derinlikteki kuyu, tünel ve galeri gibi yeraltısuyu yapıları için "Belge" alma mecburiyeti getirilmiştir. Verilen kullanma belgeleri su siciline kayıt edilerek envanter tutulmakta, ova bazında yapılmış olan tahsisler ovanın emniyetli yeraltısuyu işletme potansiyeli ile karşılaştırılmakta ve tahsisler potansiyele eriştiği takdirde tahsis yapılması durdurulmaktadır. Böylece yeraltısuyu miktarının kontrolü yapılmaktadır. Kanun, 1960 yılında yürürlüğe girmiştir. O yıllarda çevre kirliliği söz konusu olmadığından ve çevre bilinci henüz oluşmadığından kanunda kirlilik unsuru yer almamıştır.

Ülkemizde 1980'li yıllarda çevre bilinci oluşmaya başlamış hem kurumsal hem de yasal düzenlemeler yapılmıştır. İlk olarak Çevre Müsteşarlığı kurulmuştur. Daha sonra da su kirliliğini önleme amacı ile de "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği" yürürlüğe girmiştir.

Gelişen şartlar çerçevesinde çevrenin korunması, iyileştirilmesi, doğal kaynakların en iyi şekilde kullanılması, korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve bu konularda gerekli önlemlerin alınması için Çevre ve Orman Bakanlığı kurulmuştur.

Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasını sağlamayı amaç edinen Çevre Kanunu üç temel ilkeyi içermektedir:

- a) çevrenin korunması,
- b) çevrenin iyileştirilmesi,
- c) çevre kirliliğinin önlenmesi.

Bu kanuna istinaden hazırlanan "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"nde amaç, yeraltı ve yerüstü su kaynakları potansiyelinin korunması ve en iyi bir biçimde kullanımının sağlanması için su kirlenmesinin önlenmesini sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde gerçekleştirmek üzere gerekli olan hukuki ve teknik esasları belirlemektir.

Söz konusu yönetmeliğin 22. maddesinde yeraltısularının korunması amacı ile yer alan en önemli iki hüküm "atık suların yeraltısularına deşarj edilemeyeceği" ve "yeraltısularını kirletenlere idari cezaların uygulanacağı"dır.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği çerçevesinde yüzeysel sulara arıtılmış atık su deşarjına izin verilmektedir. Ancak denetim ve yaptırım mekanizmasının yeterince çalışmaması yüzeysel sularda kirlenmeye yol açmaktadır. Kirli yüzeysel suların süzülme yolu ile akiferlere intikal etmesi yeraltısuları kirliliği için tehlike arz etmektedir.

## **6. YERALTISUYU YÖNETİMİNDE BASKI UNSURLARI**

Su verimliliği tanımının "birim miktar su kullanımından elde edilen kazanç" olduğu göz önüne alınırsa sınırlı bir kaynak olan suyun önemi daha da artmaktadır. Bu çerçevede sınırlı kaynak olan yeraltısuları üzerindeki baskı unsurlarını dikkate aldığımızda su tüketimini azaltmak ve suyun tasarruflu bir şekilde kullanılmasını sağlamak esas olmalıdır.

### **6.1. İklim Değişikliği**

İklim değişikliğinin en önemli etkisi su kaynakları üzerinde gözlenmektedir. İklim değişikliği nedeniyle yeraltısularının ana beslenme kaynağı olan yağışlardaki düzensizlikler, yeraltısuyu kaynaklarını olumsuz olarak etkilemektedir. Ayrıca yağış azlığı nedeni ile yüzey sularının yetersiz kalması da yeraltısuyu kullanımını arttırmaktadır.

Su buharı, karbondioksit ve metan gazının dünyanın üzerinde oluşturduğu doğal bir örtü bazı güneş ışınlarını tutmaktadır. Bu da yeryüzünün yeterince sıcak kalmasını sağlamaktadır. Coğrafi bölgede nem miktarındaki dengenin bozulmasıyla kuraklık meydana gelmektedir. Kuraklığın en belirgin özelliği diğer doğal afetlerin aksine aniden ortaya çıkmayıp, genellikle yavaş gelişmesi ve uzun bir süreklilik göstermesidir. Kuraklık türleri hidrolojik, meteorolojik, klimatolojik, atmosferik, tarımsal ve su kaynakları kuraklığı şeklinde sınıflandırılabilir



Bölgesel ölçekte gerçekleşmesi öngörülen değişiklikler ışığında, IPCC raporlarından yararlanarak, küresel iklim değişiminin ülkemizdeki muhtemel etkilerini şu şekilde sıralamak mümkündür: Kış yağışlarında küçük artışa rağmen yaz yağışlarında büyük bir azalma ile birlikte bu aylarda buharlaşma artacak, yağışların mevsimlik dağılımı ve şiddeti değişecek, kar örtüsü daha da azalacak, mevcut su kaynaklarının gereksinim duyulan su miktarını karşılayamaması yüzünden ortaya çıkan su baskısı hem ulusal ve hem de bölgesel düzeyde artacak ve su temin sistemlerinde "belirsizlikler" yaşanacaktır.

Ayrıca mevcut su kaynaklarının ihtiyaç duyulan su miktarını karşılayamaması yüzünden su kaynakları üzerindeki baskının artmasının yanı sıra göçler yaşanacak, su taleplerini karşılamak için proje maliyetleri artacak ve maliyetlerin karşılanmasına yönelik olarak da su bedeli gündeme gelecektir.

## **6.2. İdari ve Yasal Sorunlar**

Ülkemizde yeraltı suları ile ilgili çalışmalarda çok sayıda kurum ve kuruluşun yer aldığı görülmektedir.

Sulama kooperatifleri ile ilgili işlemler ve yatırımlar Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü ve İl Özel İdareleri tarafından yürütülmektedir. Bu, zaman ve emek kaybına yol açmaktadır. Kurumlar arası koordinasyon eksikliği ve yatırımların paralellik arz etmemesi nedeni ile hizmetler bir an önce üretime kazandırılmamaktadır. DSİ yatırımlarını tamamlamakta ancak İl Özel İdare tarafından sulama şebekesi yapılmadığı için çiftçiler sulama hizmetlerinden faydalanamamakta ve yatırımların ömrü azalmaktadır.

3202 sayılı yasa kapsamında İl Özel İdareleri tarafından köy yerleşim birimlerine içme suyu temini için yapılan çalışmaların 167 sayılı kanun hükümlerine tabi olmaması nedeniyle yapılan işlemler DSİ'nin bilgisi dışında meydana gelmektedir. Böylece aynı yeraltı suyu kaynağından yapılan kullanımlar artmaktadır.

5018 sayılı "Kamu Malî Yönetimi ve Kontrol Kanunu"na istinaden hazırlanan yönetmelik, umuma ait suların belediyelere tahsisinde Maliye Bakanlığını yetkili kılmaktadır. Yeraltı suları umuma ait sular kapsamındadır. Dolayısıyla DSİ haricinde başka bir kurum tarafından yapılacak su tahsisleri su yönetiminde karmaşaya sebep olacaktır.

Büyükşehir Belediyeleri mücavir alanlarındaki su havzalarının korunmasını sağlamak Büyükşehir Belediyesinin görev, yetki ve sorumlulukları arasında yer almaktadır. Dolayısıyla Büyükşehir Belediyelerine bağlı Su ve Kanalizasyon İdareleri mevcut yasanın kendilerine yeraltı suları tahsisi ile ilgili tasarruf verdiğini savunduğundan çalışmalar mükerrerlik arz etmektedir. Ülkemizde bulunan 16 adet büyükşehir belediyesinin de

çalışmalarını bu yönde sürdürmesi yeraltısuları yönetiminde çok başlılığa yol açmaktadır.

Mevcut yasaların çeşitli kurumlara yeraltısuyu ile ilgili yükümlülükler vermesi yeraltısuyu tahsisinin tek elden yapılamamasına yol açmakta dolayısıyla kaynakların etkin ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi gerçekleştirilememektedir. Ayrıca kurumlar arasında etkin bir koordinasyon bulunmaması da çeşitli problemlere yol açmaktadır.

### **6.3. Entegre Yönetim Eksikliği**

Entegre havza yönetimi, bir havzadaki doğal kaynakların, sürdürülebilir yönetiminin koordine edilmesi olarak tanımlanabilir. Entegre su kaynakları yönetim programının olmaması, su kaynakların verimli olarak kullanılmasında bir engeldir.

Toprak ve su kaynakları ile bu kaynaklara bağlı ürün planlamasının birbirinden ayrı olarak sürdürülebilir yönetimi mümkün değildir. Bu kaynakların doğal dengesi yanlış bir yönetimle ya da kötü planlamayla kolaylıkla bozulabilir. Su azlığı sorunu yaşanan bölgelerde bitki su ihtiyacı çok olan ürün ekiminin teşvik edilmesi en belirgin örnektir. Benzer şekilde su kaynaklarının mevcut durumunu ve gelecekteki ihtiyaçları ortaya koymadan sanayi bölgelerinin tespit edilmesi buna bağlı nüfus iç göçünün yaşanması ile yeterli alt yapı çalışmaları yapılmadan alanların yerleşime ve turizme açılması su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratacaktır.

### **6.4. Denetim Eksikliği**

Yeraltısuyuna duyulan talep yoğun şekilde artmaktadır. Bunun yanı sıra yüzey sularının ihtiyaçlara tam anlamı ile cevap verememesi ve yağışlarda görülen azalmalar sebebiyle yasal olmayan yeraltısuyu kullanımı artmıştır. Böylece yeraltısuları, emniyetli rezerv değerlerinin üzerinde bir çekime maruz kalmış ve seviyelerde aşırı düşümler gözlenmiştir.

Kaçak kuyular ile yeterince mücadele edilememiş ve kaçak kuyular sosyal bir sorun haline almıştır. Ayrıca yeraltısuyu temin edilen belgeli kuyularda su sayacı olmadığından çekim miktarları bilinmemekte ve bu yüzden tahsis miktarı ile fiili çekim karşılaştırılamamaktadır.

### **6.5. Sulama Sistemleri**

Sulama kooperatifleri, DSİ ve kamu sulamaları olarak adlandırabileceğimiz devlet eli ile yapılan yeraltısuyu sulamaları 01.01.2008 tarihi itibarı ile 538 251 hektar alana ulaşmıştır. Ancak bu alanın yaklaşık % 80'i açık kanal sulama sistemleri ile sulanmaktadır. Bu da su kullanımını arttırmakta, enerji maliyetlerini yükseltmekte, toprağa fazla su verildiği için tuzlanmayı tetiklemekte ve iş gücü kaybına yol açmaktadır.

Yeraltısuyu sulama kooperatiflerine ait sulama şebekeleri DSİ tarafından 6200 sayılı yasa gereği, bedeli karşılığında inşa edilmektedir. Sulama şebekesi maliyeti bir yeraltısuyu sulama projesi maliyetinin yaklaşık % 60 - % 65'ini oluşturmaktadır. Bu maliyet sulama kooperatiflerine aşırı yük getirdiği için tercih edilmeyip İl Özel İdareleri tarafından sulama şebekelerinin bedelsiz ya da düşük miktarda katılım payı ile yapılması tercih edilmektedir. Ancak Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün mülga edilmesiyle yatırımların İl Özel İdareleri tarafından gerçekleştirilmesi henüz sağlıklı bir şekilde yürütülememektedir.

Yeraltısuyunun en yoğun olarak kullanıldığı Konya Kapalı Havzasında yer alan sulama kooperatiflerine ait yaklaşık 4 000 adet işletme sondaj kuyusunun kapalı sisteme geçmesi ile yaklaşık 300 milyon m<sup>3</sup>/yıl yeraltısuyu tasarrufu sağlanacaktır.

Ülkemizde kullanılan toplam su miktarının % 74'ünün tarım sektöründe kullanıldığı düşünülürse bu sektörde yapılacak % 20 oranında bir tasarruf ile yaklaşık 6 milyar m<sup>3</sup>/yıl su tasarruf edilecektir. Bu miktar ise hizmetler sektöründe kullanılan su miktarına eşittir.

## **6.6. Arz ve Talep Yönetimi**

Arz ile talep arasında sürdürülebilir bir denge meydana getirebilmek için hedeflerin bilinçli olarak tespit edilmesi ve bu hedeflere rasyonel bir şekilde ulaşılması günden güne önem kazanmaktadır.

Artan ihtiyaçların karşılanabilmesi için ya arz artırılmalı ya da talep azaltılmalıdır. Arzın artırılması için depolama tesisleri yanı sıra suni besleme tesisleri inşa edilmesi en akılcı yoldur. Ancak yağışların yetersizliği bu tesislerin inşasını olumsuz etkilemektedir. Talebin azaltılması için ise tarımda tasarruflu sulama sistemleri kullanılıp içme suyunda ise şebekenin kaçak ve kayıpları azaltılmalıdır. Ayrıca su kullanıcılarının eğitilmesi ve su kullanımının ücretlendirilmesi de talep kısıtlayıcı bir faktördür.

Su kaynakları yönetiminde kaynak israfı yapılmadan talep kontrol edilmelidir. Çünkü taleplerin tamamını karşılayacak kaynaklar artık yoktur. Görünmez kaynak olan yeraltısularının tüm ihtiyaçlara cevap veremeyeceği gerçeği çoğu kimse tarafından benimsenmemektedir.

## **6.7. Arazi Toplulaştırması**

Miras ve intikal yolu ile arazi paylaşımı, hisseli ve bölünerek yapılan arazi satışları, kiracılık ve ortaklık yoluyla tarım yapılması nedenleri ile araziler küçük parçalara ayrılmaktadır. Tarımsal üretimin artırılması, modern tarım işletmeciliğinin uygulanması, sulama projelerinden beklenen faydanın sağlanması amacıyla bir kişiye veya çiftçi ailesine ait arazi parçalarının olanaklar ölçüsünde az sayıda veya tek parça olacak şekilde birleştirilmesine "Arazi Toplulaştırması" denilmektedir.

Arazi toplulaştırması yapılmamış sulama projelerinde tarımsal üretim ve iş gücü kayıpları yanı sıra rantabilite de azalmaktadır.

## **6.8. Yeraltısuları Kirliliği**

Yeraltısularını kirleten maddeler doğal kirleticiler ve insan aktiviteleriyle oluşan kirleticiler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Yeraltısuyu kirliliğine sebep olan doğal kirleticiler demir, manganez, zehirli elementler ve radyoaktif çekirdeklerdir. İnsan aktivitelerinin yol açtığı yeraltısuyu kirlilik kaynakları ise şehir atıkları, sanayi atıkları ve tarımsal kirleticiler olarak sınıflandırılabilir.

Kirlilik kaynakları ya noktasal kaynak olarak adlandırılan tek bir lokasyondan ya da noktasal olmayan kaynak olarak adlandırılan geniş alana yayılmış sayısız lokasyondan oluşabilir. Arazi atık çukurları, atık su lagünleri veya yeraltı depoları gibi noktasal kirlilik kaynakları, tarımsal faaliyetler, kanalizasyon şebekesi olmayan yerleşim birimleri, kirlenmiş cadde ve sokaklardaki yüzey akışları gibi noktasal olmayan kaynaklardır.

Plansız sanayileşme sebebiyle atık suları arıtılmadan yüzey sularına deşarj edilmekte ve yüzey suları kirlenmektedir. Ergene Nehri, Porsuk Çayı ve Nilüfer Çayı'nda karşılaşıldığı gibi arıtılmadan nehir yataklarına bırakılan sular yeraltısularını tehdit etmektedir.

Su temini düşünülmeden imara açılan sahil ovalarında ise aşırı yeraltısuyu çekimi deniz suyu girişimine yol açarak yeraltısularının tuzlanmasına neden olmaktadır. En bariz örnek ise Bodrum Yarımadasında yaşanmaktadır.

Atık suların yeniden kullanılabilmesinin maliyeti, kirliliği önleme maliyeti ile karşılaştırıldığında kirliliği önlemenin daha karlı olduğu belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca günümüz teknolojisinin yeterince takip edilememesi ve eğitim eksikliği nedeni ile bilinçsiz su kullanımı da en önemli baskı unsurları arasında yer almaktadır.

## **7. ÖNERİLER**

- Yarı kurak bir iklim kuşağında yer alan ülkemizin iklim değişikliğinin şiddetini, yakın bir gelecekte bugünkünden çok daha fazla hissedebileceği tahmin edilmektedir. Bu yüzden su kaynakları yatırımlarına daha fazla önem verilmelidir. Ayrıca iklim değişikliği inkâr edilemez bir gerçek olduğundan yaşanan gelişmelere adaptasyon sağlanmalıdır.

- Yeraltısuyu kaynakları yönetiminde bir politika oluşturulmalıdır.

Yeraltısuları ile ilgili çalışmalarda yasaların birden fazla kuruma yükümlülük vermesi yönetimde örtüşmeye ve karmaşaya yol açmaktadır.

Yasal düzenlemeler yapıp, yeraltısuyu tahsisinin tek elden yapılması sağlanmalıdır.

Tahsis işlemlerinin tek bir elden yapılmasından sonra yeraltısuyu sektöründe görev alan kurumlar hidrojeolojik sistem dikkate alınarak yeniden yapılandırılmalıdır. Bu çerçevede içme, kullanma suyu faaliyetleri bir kurum, sulama faaliyetleri ise başka bir kurum tarafından yapılmalıdır.

İdari sınırlar ile hidrojeolojik sistem örtüşmemektedir. Bir hidrojeolojik sistemde birden fazla idari yapının yer aldığı ve idari birimler arası koordinasyon eksikliğini de düşünürsek kaynakların rasyonel yönetimi söz konusu olmayacaktır. Bunun önüne geçmek için yasal ve kurumsal düzenleme gerçekleşene kadar kurumlar arası etkin bir koordinasyon gerçekleştirilmelidir.

- Tarımın, sanayinin, ekolojik sistemin ve artan nüfusun dolayısıyla havzada yer alan bütün unsurların su ihtiyaçları tespit edilerek planlamalar yapılmalıdır. Bu nedenle farklı sektörlerin su ihtiyaçları ve bu sektörlerin su kaynakları üzerindeki tehditleri bir arada ele alınarak entegre yönetim benimsenmelidir.

Su sıkıntısının yaşandığı havzalarda aşırı su tüketen bitkilere teşvik verilmeyerek, az su tüketen bitki deseni desteklenmeli ve yeraltısuyu kaynağına dayalı ürün planlaması yapılmalıdır. Yeraltısuyu temininde zorluk yaşanan bölgelere sanayi tesisleri kurulmamalıdır.

- Yeterli izleme – denetim - yaptırım mekanizmasının olmayışı su kaynakları üzerindeki tehdidi daha da arttırmıştır.

Kaçak yeraltısuyu kullanımı için belge almadan kuyu açan sondaj makinalarının çalışmaları engellenmeli ve belgeli kuyulara sayaç takılarak aşırı yeraltısuyu kullanımı önlenmelidir. Bu iki husus için etkin bir izleme - denetim – yaptırım mekanizması oluşturulmalı ve çalıştırılmalıdır.

Ayrıca yeraltısularının miktar ve kalite açısından izlenmesi için etkin bir gözlem ağı kurulmalıdır.

- Kapalı sistem sulama şebekeleri ve arazi toplulaştırma oranı çok düşüktür. Yeraltısuyu tasarrufu sağlanması için kapalı sulama şebekeleri başta olmak üzere eksik olan altyapı çalışmaları tamamlanmalıdır.

- Su kaynaklarının yönetiminde talep her zaman sınırsız olmuştur. Buna karşılık olarak arz hep sınırlı kaynak olarak kalmıştır. Bu sebeple sınırsız talepler değil sınırlı su kaynaklarının yönetimi esas alınmalıdır.

- Arazi toplulaştırması ile birlikte yürütülecek sulama projelerinde su tasarrufu ile birlikte tarımsal üretim artışı ve ekonomik fayda da sağlanacaktır. Öncelikle arazi toplulaştırması yapılmış sulama projeleri uygulanmalıdır.

- Kirlilik ile mücadelede en etkin yol kirliliğin önlenmesidir. Bu sebeple suyun hem kaynağında hem de kullanımda korunma ilkesi esas alınmalıdır.

- Yeni teknolojiler geliştirmeye yönelik araştırma faaliyetlerine gereken önem verilmeli ve su kullanıcılarını bilinçlendirmeye yönelik eğitim faaliyetleri arttırılmalıdır.

- Yeraltıları aşırı miktarda tüketilmektedir. Gerek nükleer gerekse çevresel etkilerden en az etkilenen kaynak olan yeraltıları içme suyu için rezerv edilmelidir.

Su miktarının sınırlı olması, suyun kullanım şeklindeki yanlışlar, yüksek nüfus artışı nedeni ile kişi başına düşen kaynak miktarının azalması ve su kaynakları yatırımları hızla artarken su kalitesinin yeterince korunmaması dezavantajlarımızdır.

Geleceği tahmin etmenin en güzel yolu onu şekillendirebilmek olduğu için yukarıda bahsedilen bütün hususları kapsayan acil eylem planı hazırlanmalıdır. Unutulmamalıdır ki hayat elimizde hangi imkânların olduğu değil, elimizde olan imkânları nasıl kullanabildiğimizdir.

## **8. KAYNAKLAR**

Balaban A., 1986, Su Kaynakları Planlaması.

DSİ, 1996, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetleri ile İlgili Mevzuat.

DSİ, 2006, Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Bilgi Notları, yayınlanmamış.

DSİ, 2007, DSI in Brief.

DPT, 2001, Su Havzaları Kullanımı ve Yönetimi ÖİK Raporu.

IPCC, 2002, Climate Change and Biodiversity, Technical Paper.

Kaya A. ve Sargın A.H., 2003, Yeraltısuyu Sulamaları.

Postel S., 1999, Son Vaha (Çeviri: Şebnem Sözer).

Türker M., Yayınlanmamış, Türkiye’de Su Kaynakları Yönetimi ve Yeniden Yapılanma İhtiyacı.

Ünal A.A. ve Sargın A.H, 2003, Yeraltısuları Kirliliği (Çeviri).

[www.cevreorman.gov.tr](http://www.cevreorman.gov.tr)

[www.mahalli-idareler.gov.tr](http://www.mahalli-idareler.gov.tr)

[www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)

# KONYA KAPALI HAVZASI SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ <sup>1</sup>

## 1. GİRİŞ

Artan nüfusun içme-kullanma ihtiyacı ve gıda güvenliği için gerekli olan su taleplerinin karşılanması sınırlı olan su kaynakları üzerinde baskı unsuru oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra refah düzeyinin artmasına paralel sanayinin gelişmesi bu baskıyı arttırmaktadır. Ayrıca artan nüfus daha çok atık su oluşmasına ve daha çok su kirlenmesine neden olacaktır. Bu nedenle miktar açısından tehdit altında olan su kaynaklarının kalite yönünden de bozulması su sıkıntısını daha da arttıracaktır. Bunun için su kaynaklarının daha verimli kullanılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde ise geniş toprak kaynaklarına rağmen sınırlı su kaynağına sahip olan Konya Kapalı Havzası'nda suyun etkin kullanımı önem arz etmektedir.

44 841 km<sup>2</sup> drenaj alanına sahip olan Konya Kapalı Havzası'nda ortalama yıllık yağış miktarı 378 mm'dir. Bu değer 643 mm olan ülkemiz ortalamasının çok altındadır.

2 410 000 hektar sulanabilir toprak kaynakları ile ülkemizin sulanabilir arazi potansiyelinin % 9'una sahip olan havzada 2 735 hm<sup>3</sup>/yıl yerüstü ve 1 391 hm<sup>3</sup>/yıl yenilenebilir yeraltısuyu olmak üzere toplam 4 126 hm<sup>3</sup>/yıl su potansiyeli bulunmaktadır. Bu potansiyel ülkemiz su kaynakları potansiyelinin % 3.7'sine karşılık gelmektedir. Toprak kaynakları ile su kaynakları oranları arasındaki farklılık havzadaki su kaynaklarının ihtiyacı karşılamada ne kadar yetersiz olduğunu göstermektedir. Yağışların yetersizliği ile yüzey suyu potansiyelinde görülen istikrarsızlık 1 391 hm<sup>3</sup>/yıl olan yenilenebilir yeraltıları potansiyeli ile havzanın bütün ihtiyaçlarına cevap verilmesi beklenmektedir. Dolayısıyla yüzey sularının yetersiz olduğu ve yeraltısuyu kaynaklarının aşırı kullanıldığı havzada yeraltıları açısından ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır.

Netice olarak yağış rejiminin düzensiz ve ülkemiz ortalamasının altında olduğu havzada öncelikle sulama projeleri ile sulanan alanlarda sürdürülebilirlik sağlanarak yeraltısuyu kaynaklarının etkin yönetimine geçilmelidir.

---

1

- *Beşinci Dünya Su Forumuna hazırlık kapsamında Konya'da 2008 yılında gerçekleştirilen "Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu ve Kuraklık Konferansı"nda yapılan panelde ve*
- *Konya Bölgesi Sulama Kooperatifleri Birliği tarafından Antalya'da 2008 yılında gerçekleştirilen "Eğitim Semineri" nde sunulmuştur.*



## 2. HAVZADA YAŞANAN SORUNLAR

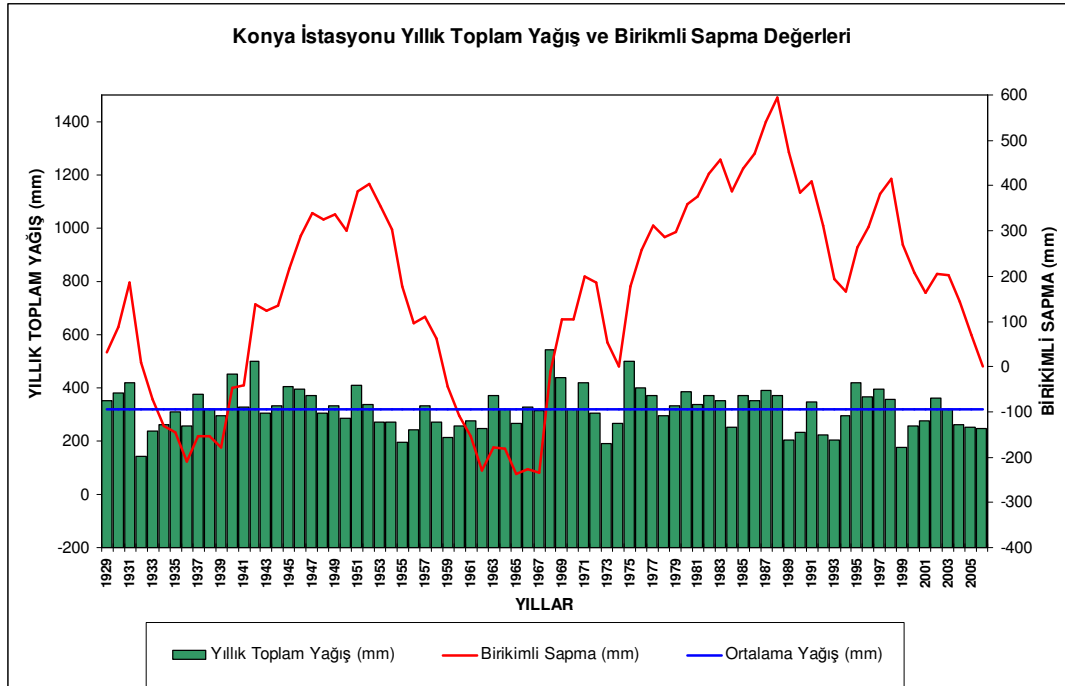
### 2.1. Talep ve Kaynak Yönetimi

Su kaynaklarının yönetiminde talep her zaman sınırsız olmuştur. Buna karşılık olarak kaynak hep sınırlı kalmıştır. Özellikle havzada yaşamakta olan çiftçiler sulu tarım ile daha yüksek gelir ve daha iyi yaşam standardı talep ettiklerinden sahip oldukları arazilerde sulu tarım yapmak istemektedirler. Dolayısıyla yeraltısuyuna olan aşırı talep Konya Kapalı Havzasında karşılaşılan sorunun temel nedenidir.

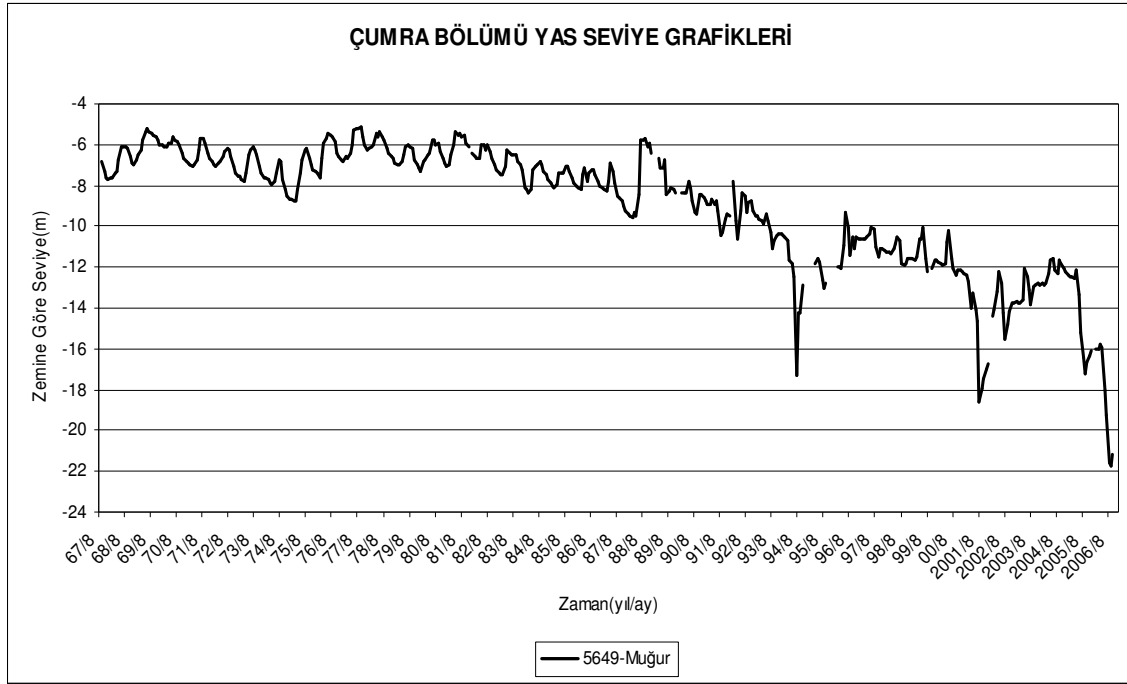
### 2.2. İklim Değişikliği

İklim değişikliğinin en önemli etkilerinden biri su kaynakları üzerinde gözlenmektedir. İklim değişikliği sonucu tarımsal üretimde azalma, ekonomik kayıplar, ekolojik dengenin bozulması ve sosyal yaşantının etkilenmesi kaçınılmazdır. İklim değişikliği nedeniyle yeraltısularının ana beslenme kaynağı olan yağışlardaki düzensizlikler su kaynaklarını olumsuz olarak etkilemektedir. Grafik 1'den de görüleceği gibi Konya Kapalı Havzası 1987 yılından beri kurak periyotta bulunmaktadır. Yağış azlığının yeraltısuyu seviye düşümlerine yansımaları ise Grafik 2'de görülmektedir.

Grafik 1. Konya meteoroloji istasyonu yıllık toplam yağış ve birikimli sapma değerleri



Grafik 2. 5649 numaralı kuyuda ölçülen yeraltısuyu seviye değişimleri



### 2.3. Kuyu Açımına Yönelik Denetim Eksikliği

Yeraltısuyu arama belgesi almadan yeraltısuyu temini için açılan kaçak kuyular ile yeterli mücadele edilememiş ve kaçak kuyular sosyal bir sorun haline almıştır. Ayrıca belgeli kuyularda da su sayacı olmadığından yapılan tahsislerin üzerinde yeraltısuyu çekimi yapılmaktadır. Böylece hem kaçak kuyular hem de su sayacı olmayan belgeli kuyularda gerçekleştirilen kontrolsüz çekimler yeraltısuyu potansiyelinin üzerinde kullanıma yol açmakta ve bu sebeple de aşırı yeraltısuyu seviye düşümleri gözlenmektedir.

Gerçekleşen aşırı çekimler akifer dengesinin bozulmasına yol açmakla beraber formasyondan kaynaklanan su kalitesinin de kötüleşmesine neden olmaktadır.

### 2.4. Sulama Sistemleri

Konya Kapalı Havzasında 2008 yılı itibarı ile 383 ünite de 4 768 adet işletme sondaj kuyusu 191 830 ha alan yeraltısuyundan sulanmaktadır. Havza genelinde yeraltısuları ile yapılan sulamalarda yaklaşık % 18 kapalı sistem ve % 82 oranında ise açık kanal sulama sistemi kullanılmaktadır. Kapalı sistem sulama şebekeleri İl Özel İdarelerinin görev ve sorumluluğunda yer almaktadır. Ancak İl Özel İdareleri bu konuda yetersiz kalmaktadır. Kapalı sistem sulama şebekeleri Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından da bedeli karşılığında inşa edilmektedir. Ancak bu işlem sulama kooperatiflerine yüksek maliyet getirmektedir.

Belgeli kuyuların çoğunluğu kapalı sistem sulama şebekesine sahip iken DSİ tarafından açılan işletme sondaj kuyularının çoğunluğu açık kanal sulama sisteminde çalışmaktadır.

## **2.5. Entegre Yönetim Eksikliği**

Entegre su kaynakları yönetimi sağlanamadığından su kaynakları verimli olarak kullanılamamaktadır. Havzada yer alan bütün unsurların su ihtiyaçlarına dayalı olarak planlanmaması en büyük dezavantajımızdır.

Havzada suyun önemli bir kısmı tarımda kullanılmasına rağmen toprak ve su kaynaklarına göre ürün planlaması yapılmamıştır. Konya Kapalı Havzasında Tarım ve Köyşleri Bakanlığı tarafından çok su tüketen mısır ve yonca bitkisine teşvik verilmesi ve havzada 6 adet şeker pancarı fabrikasının bulunması su sıkıntısı yaşayan havzada entegre yönetim eksikliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Buna paralel olarak Organize Sanayi Bölgelerinde az su kullanan sanayi tesislerinin yer alması gereklidir.

## **2.6. Kooperatiflerin İşletme Sorunları**

Özellikle elektrik enerjisi maliyetlerinin yüksek olması sulama kooperatiflerin bu maliyetleri ödemelerde zorluk çekmesine yol açmaktadır. Yeraltısuyu seviye düşümleri nedeniyle pompalar daha derinlere montaj edilmekte ve böylece enerji maliyetleri artmaktadır. Bazı kooperatiflerde çeşitli nedenlerden dolayı elektrik faturaları ödenmemektedir. Elektrik dağıtım şirketleri tarafından borcunu ödemeyen kooperatiflerin enerjisinin kesilmesi bazı çiftçilerin kooperatif sahalarında bireysel kuyu açmasına neden olmuştur. Ayrıca havzada kooperatifçilik altında gerçekleştirilen kollektif çalışma anlayışı yerini bireysel girişimciliğe bırakmak üzeredir.

## **2.7. İdari ve Yasal Sorunlar**

Ülkemizde çerçeve bir su yasası bulunmamaktadır. Yeraltısuları ile ilgili çalışmalar "Yeraltısuları Hakkında Kanun" hariç, kurumların kendi yasalarında yer alan hükümler kapsamında yürütülmektedir. Böylelikle ülkemizde yeraltısuları ile ilgili çalışmalarda çok sayıda kurum ve kuruluş yer almaktadır. Bu dağınık yapı su kaynakları yönetiminde düzensizliğe yol açmaktadır.

Akifer sistemi üzerinde birden fazla idari yapılanma bulunabilmekte ve akifer sistemi ile idari yapılanma örtüşmemektedir. Bu yüzden aynı yeraltısuyu kaynağına dayalı farklı kuruluşlar tarafından planlamalar ve yatırımlar yapılmaktadır. İdari birimler arası koordinasyon eksikliği nedeniyle de bir akiferde mevcut potansiyelden daha fazlasının kullanımı söz konusu olabilmektedir.

Sulama kooperatifleri ile ilgili işlemler DSİ, İl Özel İdare ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Bu kurumlar arasında yeterince koordinasyon olmaması çalışmalarda aksaklıklara yol açmaktadır. Ayrıca kurum sayısının fazlalığı bürokratik işlemleri de arttırmaktadır.

## **2.8. Arazi Topulaştırması Eksikliği**

Miras ve intikal yolu ile arazi paylaşımı, hisseli ve bölünerek yapılan arazi satışları, kiracılık ve ortakçılık yoluyla tarım yapılması nedenleri ile araziler küçük parçalara ayrılmaktadır. Bu tarımsal üretimin azalmasına, modern tarım işletmeciliğinin uygulanamamasına ve sulama projelerinden beklenen faydanın sağlanamamasına yol açmaktadır.

## **2.9. Yeraltıları Kirliliği**

Konya şehir merkezi atıklarının arıtılmadan deşarj kanalı ile Tuz Gölü'ne boşaltılması kirlilik sorununun ana kaynağını teşkil etmektedir. Ayrıca şehir merkezinde açılan kuyularda da sanayiden kaynaklanan ağır metal kirliliği gözlenmektedir.

## **2.10. Eğitim**

Çiftçiler "çok su çok ürün" şeklinde yanlış bir düşünceye sahiptir. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığının görev ve sorumluluğunda olan çiftçilerin eğitilmesi hususunda yetersiz kalınmıştır.

## **2.11. Dünya Bankası Raporu**

Dünya Bankası tarafından 2007 yılında hazırlanan "Su, Sulama ve Drenaj Sektörleri Uzun Vadeli Sürdürülebilirliğe Doğru" adlı raporda Konya Kapalı Havzası ile ilgili olarak aşağıdaki hususlar yer almaktadır:

"Uzun vadeli kapasiteyi ciddi hacimlerde şimdiden aştığı hesaplanmış olan altı havza vardır (bu da su kullanıcıları açısından su eksiklikler, yeraltısuyu çıkarma ve kaynak kirlenmesi sonucu doğurmaktadır). Örneğin Gediz, Büyük Menderes, Burdur Gölleri ve Akarçay için % 100'ün üzerinde, Konya için % 75 ve Meriç-Ergene için de % 50 aşma söz konusudur.

Konya gibi, yoğun biçimde yeraltısuyu kullanılan alanlarda, su kaynağı muhtemelen, kalıcı olarak dibe yaklaşmaktadır. Bu özel bölgesel soruna DSİ'nin yanıtı suyun Göksu Irmağı'ndan havzalar arası aktarımını önermek olmuştur ve bunun için diğer işler yanında, 17 km uzunlukta bir tünel ve yaklaşık toplam 3 milyar YTL harcama gerekecektir.

Yeraltısı kaynaklarından su çıkarılması hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Dolayısıyla, Türkiye'de yeraltısuyu kullanımı zaman zaman yapılan araştırmalar temelinde bilgilendirilmiş tahminlerle yapılmaktadır.

Dünya çapında deneyim, bu kadar az bilgi veya kontrol ile ortak mülkiyet, kaynağın kısa sürede tükeneceğini göstermektedir. Belirtildiği gibi, iç Konya havzası ve İstanbul çevresinde taban suyunun çok derin seviyelere düştüğüne ilişkin bazı yaygın bilinen örnekler vardır.”

## **2.12. OECD Raporu**

OECD'nin 2008 tarihinde hazırladığı “Türkiye'nin Çevresel Performans Durumu” raporunda ise Konya Kapalı Havzası ile ilgili olarak aşağıdaki bilgiler yer almaktadır:

“Bazı analistler, yeraltısuyunun yasal olmayan kullanımını da kapsayan, su kaynaklarının yanlış yönetiminden dolayı su sorunu yaşandığını belirtmektedir. Konya havzasında yer alan 60 000 sulama kuyusunun yarısının belgesiz olduğu tahmin edilmektedir.

Karapınar Ovasında yeraltısuyu seviyesi son 30 yılda 14 metre düşmüştür. Bunun % 80'i son 10 yılda meydana gelmiştir. Çeşitli ovalarda (Konya-Çumra-Karapınar ve Sultanhanı-Obruk) akiferlerden çekim, beslenimden daha fazla olduğundan yeraltısuyu problemleri ile karşılaşılmaktadır (Nas ve Berktaş, 2004).”

## **3. ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Havzada ana yaklaşım ya su kullanımının azaltılması ya da su potansiyelinin arttırılması esasına dayanmalıdır. Bu sebeple aşağıdaki hususların havzada yaşanan su sıkıntısı için çözüm olacağı düşünülmektedir;

- Yüzölçümü olarak Belçika'nın 1.4 katından büyük olan Konya Kapalı Havzasında nelerin olacağından çok nelerin olamayacağını ortaya koymak daha çok önem arz etmektedir. 2 410 000 ha sulanabilir arazinin hektara ortalama 4 000 m<sup>3</sup> su kullanan en ekonomik sulama sistemi olan damlama sulama sistemi ile sulanacağını düşünürsek 9 640 hm<sup>3</sup>/yıl su gerekmektedir. Burada bitki deseni, arazi topografyası, toprak cinsi vb. faktörler dikkate alınmadan sadece en ekonomik şartlarda gereken su miktarını ortaya koymak için damlama sulama sistemi seçilmiştir.

Oysa havzanın toplam su potansiyeli 4 126 hm<sup>3</sup>/yıl' dır. Ülkemizde su kaynaklarının % 74'ünün tarım için kullanıldığını düşünürsek ancak 3 053 hm<sup>3</sup>/yıl suyu tarım için tahsis edebileceğimiz ortaya çıkmaktadır. Bu rakam ise tarıma elverişli bütün arazilerin sulanması için gerekli olan 9 640 hm<sup>3</sup>/yıl'dan oldukça azdır. Netice olarak havzada yer alan tarıma elverişli alanların tamamının sulanamayacağı ortadadır.

Bu sebeple taleplerin sınırsız olduğunu göz önüne aldığımızda sınırlı olan kaynak yönetimi esas alınmalıdır.

- Yarı kurak bir iklim kuşağında yer alan ülkemiz iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini yakın bir gelecekte bugünkünden çok daha fazla hissedeabilecektir. Bu olumsuz etkileri azaltmak ve iklim değişikliğine adaptasyon sağlanması için önceden alınacak tedbirler belirlenmeli ve doğru planlamalar yapılmalıdır. Bunun için havzada su kaynakları yatırımlarına daha fazla önem verilmelidir.

- Uygulanabilir izleme - denetim - yaptırım mekanizmasının olmayışı kaçak kuyu sayısını ve belgeli kuyularda ise tahsisten fazla yeraltısuyu kullanımını arttırmıştır. Bu iki husus ile mücadele edilebilmesi için etkin bir izleme - denetim - yaptırım mekanizmasının oluşturulması ve çalıştırılması gerekmektedir. Bunun için yasal ve idari düzenlemeler acilen yapılmalıdır.

Bu düzenlemeler yeraltısuyu arama belgesi almadan kaçak su sondaj kuyusu açarak Devletin malı olan yeraltısularına zarar veren sondaj makinalarının kontrolünün sağlanması, buna rağmen çalışan makinaların müsadere edilmesi ve yeraltısuyu çekimi yapılan kuyulara su sayacı monte edilerek yapılan tahsis kadar çekimin sağlanmasıdır.

- Havzada ekonomik su kullanan kapalı sistem sulama şebekeleri oranı çok düşüktür. Salma sulama siteminde hektara 10 000 m<sup>3</sup> su kullanılırken damlama sulama sisteminde bu miktar 4000 m<sup>3</sup>'e inmektedir. Bu sebeple mevcut sulama sistemleri rehabilite edilmelidir.

Açık kanal sulama sistemi ile sulama yapan yaklaşık 4 000 adet işletme sondaj kuyusuna ait sulama şebekesinin değiştirilmesi ile yılda yaklaşık 300 milyon m<sup>3</sup> yeraltısuyu tasarrufu sağlanacaktır. Sulama sistem değişikliğinin yatırım maliyeti ise 400 milyon YTL olup yatırım kendini 5 yılda geri ödeyecektir. Kapalı sisteme dönüşüm ile tasarruf edilecek su miktarı Mavi Tünel Projesinde planlanan toplam 414 milyon m<sup>3</sup>/yıl su ile karşılaştırıldığında sulama sistemlerinin rehabilitasyonu daha önem kazanmaktadır. Ayrıca Mavi Tünel Projesinden temin edilecek su miktarı havzanın yeraltısuyu potansiyelinin yaklaşık % 30'una karşılık gelmektedir.

Kapalı sistem sulama şebekelerine dönüşüm sağlanması Valilik bünyesinde kurulacak bir birim tarafından koordine edilmelidir. Bu birimde DSİ, İl Özel İdare, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, T.C. Ziraat Bankası, PANKOBİRLİK ve su kullanıcı örgütler yer almalıdır.

Ayrıca tarım sektöründe yapılan teşviklerin sulama alt yapı yatırımlarına harcanmasının çiftçiler açısından daha verimli olacağı düşünülmektedir.

- Konya Kapalı Havzasında kaynakları ve ihtiyaçları bir bütün olarak ele alan entegre yönetim sağlanmalıdır. Entegre su kaynakları yönetimi çerçevesinde tarım ve sanayinin rolü belirlenmelidir. Çok su tüketen mısır ve yonca bitkilerine verilen teşvik uygulaması su sıkıntısı çekmeyen nehir

havzalarına kaydırılarak Konya Kapalı Havzasında çok su tüketen değil az su kullanan bitki deseni desteklenmelidir.

- Enerji faturaları tahsilâtının hasat mevsimlerine göre düzenlenmesi çiftçilere kolaylık getirecektir. Ayrıca tarımsal enerji ücretlerine Devlet tarafından destek sağlanması kooperatif işletmeciliği için önem arz etmektedir.

- Yeraltıları yönetiminde birden fazla yasa ve kurum bulunması yasal ve idari açıdan örtüşmeye ve karmaşaya yol açmaktadır. Gerekli yasal ve idari düzenlemeler ile yeraltısu kaynakları yönetiminin tek elden yapılması sağlanmalı ve bir akifer sisteminden bir otoritenin sorumlu olması idari açıdan temin edilmelidir. Bu gerçekleşene kadar kurumlar arası etkin bir koordinasyon sağlanmalıdır. Sulama kooperatifleri ile ilgili işlemlerin bir kurum tarafından yürütülmesi faydalı görülmektedir.

- Arazi toplulaştırması gerçekleştirilmiş sulama projelerinde su tasarrufu yanında tarımsal üretim artışı da sağlanacağından sulama projelerinin arazi toplulaştırması öncelikle yapılmalıdır. Ayrıca toplulaştırma ekonomik yönden de zorunluluk arz etmektedir.

- Kanalizasyon sularının arıtılması için arıtma tesisi bir an önce faaliyete geçirilmelidir. Şehir merkezinde kirliliğin önlenmesi için gereken tedbirler alınmalıdır.

- Su kullanımında en büyük paya sahip olan çiftçilerin "çok su çok ürün" şeklindeki yanlış düşüncesi ancak eğitim ile giderilebilir. Ayrıca bütün paydaşlar tasarruflu su kullanımı ve su kirliliği açısından eğitilmelidir. "Suyu kullanırken tasarruf etmek" temel ilkemiz olmalıdır.

Yukarıda bahsedilen bütün çözüm önerilerinde su kullanıcılarının, özellikle çiftçilerin yer alması gereklidir. İçinde su kullanıcısının olmadığı çözüm, çözüm değildir.

#### **4. KAYNAKLAR**

Balaban A., 1986, Su Kaynakları Planlaması.

DPT, 2001, Su Havzaları, Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

DPT, 2006, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Su Toprak Kaynaklarının Kullanımı ve Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporu.

DSİ, 1996, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Hizmetleri ile İlgili Mevzuat.

DSİ, 2007, DSI in Brief.

DSİ, 2008, Konya Bölge Müdürlüğü Sunumları, yayınlanmamış.

Kaya A. ve Sargın A.H., 2003, Yeraltısuyu Sulamaları.

Nalbantçılar T. ve Güzel A., 2002, Konya Yerleşim Alanı Yeraltısuyu Kalitesi ve Kirliliği

Postel S., 1999, Son Vaha (Çeviri: Şebnem Sözer).

Türker M., Yayınlanmamış, Türkiye’de Su Kaynakları Yönetimi ve Yeniden Yapılanma İhtiyacı.