

**KENTSEL ALTYAPI PLANLAMASININ YERALTI SU KAYNAKLARI
KİRLENMESİNE ETKİLERİ**

Ahmet YÜCEER
Doç.Dr.

Zeliha SELEK
Yrd.Doç.Dr

Ç.Ü.Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Çevre Mühendisliği Bölümü
Adana, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada kent planlaması ve planlamanın yeraltı su kaynakları kirlenmesine etkileri incelenmiş ve koruma önerileri tartışılmıştır. Kent planlaması veya imar planları yapılırken planlamanın çevreye etkileri genelde gözardı edilmektedir. Bundan dolayı ileri aşamalarda yerleşim birimlerinde büyük sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlardan biri de yeraltı su kaynaklarının kirlenmesidir. Örnek olarak incelenen ve zengin yeraltı su kaynaklarına sahip olan Adana şehrinde içme suyu analizleri yapılmıştır. Sonuçta içme sularının bakteriyolojik ve kimyasal olarak kirlendiği görülmüştür. Bakteriyolojik kirlenme, hem yeraltı sularında ve hem de şebekede oluşmaktadır. Kimyasal kirlenme ise özellikle sanayinin ve sebze tarımının yoğun olduğu mücavir alanlar bölgelerinde görülmüştür. Sonuçta kentsel planlamada ÇED'in gerekli olduğu ve su kaynaklarının korunmasının önemi vurgulanmıştır.

1. GİRİŞ

İnsanoğlu yerleşmeye başladığı günde mekan olarak ilk tercihi su kaynağına yakın olmak olmuştur. Günümüzde de bütün yerleşimlerin su kaynağına çok yakın olduğunu görmekteyiz. Mevcut su kaynaklarının artan nüfusun su ihtiyacını karşılamaması halinde en yakın kaynaktan su temini yoluna gidilmiştir. Düz ve ovalık bölgelere yerleşimler hep yeraltı suyunun bulunduğu yerlere yapılmış ve su kuyulardan temin edilmiştir. Kuyu sularının insan faaliyetleri sonucu kirlenebileceği literatürde verilmiştir (1,2,3,4). Kuyu bölgelerinin koruma çalışmaları veya esaslar çok eski tarihlere dayanmaktadır. Uygulamada fosseptik çukurları, hayvan ahırları vb. gibi kirletme potansiyeli olan tesisler kuyulardan uzak mekanlara yapılmıştır. Yeraltı suları Tüzüğü, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ve zamanla yayınlanan genelelerde kuyu bölgelerinde en az 50 m yarıçaplı bir koruma alanının bulunması istenmiştir. Ancak özellikle ülkemizde şehirlere olan yoğun göçler, hızlı nüfus artışı gibi nedenlerden dolayı şehir imar planları ve koruma amaçlı yapılar tam uygulanamamış ve plansız yerleşim birimleri kendiliğinden oluşmuştur. Bunun sonucunda da kuyu bölgelerinin korunması hep ihmal edilmiştir. Su kuyuları sokak kenarlarında, bina temellerinde (bodrumda), v.s. korumasız olarak kalmıştır.

Bu çalışmadaki amaç da yerleşim birimlerinde bulunan içme su kuyularının kirlenme düzeylerini, kaynaklarını ve derecelerini incelemek olmuştur. Buradan hareket ederek uygulama çalışmaları Adana kenti içerisinde yapılmış olup, sonuçlar tartışılmıştır.

2.MATERYAL ve METOD

2.1. Çalışma Alanı

Adana il merkezi içme ve kullanma sularını yeraltından kuyularla temin etmektedir. ASKİ'ye ait yaklaşık 140 adet su kuyusu bulunmakta ve bunun dışında apartman ve işyerlerine ait 1000'in üzerinde özel kuyu olduğu tahmin edilmektedir. Adana'yı ikiye bölen Seyhan Nehri'nin her iki sahili yeraltı suyu açısından oldukça zengin olup statik ve dinamik seviyeleri 8-10 m civarındadır. Seyhan nehrinden uzaklaştıkça statik su seviyesi düşmektedir. Yeraltı sularının beslendiği en büyük kaynak Seyhan Nehri'dir (5). Şehir içinde bulunan

kuyular için yönetmeliklerde belirtildiği gibi 50 m yarıçaplı koruma alanı bulunmamaktadır. Kuyular yol ve bina kenarlarında sıkışıp kalmıştır. 1980'li yıllardan sonra 100 bin dekardan fazla arazi mücavir alan sınırları içine alınmış ve yapılaşma devam etmektedir. Merkezden dışarıya çıkıldıkça yapılaşmada seyrelmeler başlamaktadır. Bina için henüz kullanılmayan alanlarda sebze tarımı yoğun olarak yapılmaktadır. İlık Akdeniz ikliminden dolayı tarım yılın 12 ayında yapılmakta ve verimi artırmak amacıyla gübre ve tarım ilacı kullanılmaktadır. Bundan dolayı bu bölgelerde bulunan su kuyularında gübre kalıntılarının aranması da ilk akla gelen olmuştur.

2.2. Çalışma Programı ve Numune Alma

Adana şehir merkezinde bulunan Seyhan Nehri'nin sağ ve sol sahillerindeki kuyular haritadan tesbit edilmiştir. Nehir kenarında ve nehre dik istikamette bulunan su kuyularından 30 adet kuyu esas olarak ele alınmıştır. Kuyu bölgeleri Çizelge 1 de verilmiştir. Bu kuyulardan alınan su numunelerinin bakteriyolojik ve kimyasal analizleri yapılmıştır. Bakteriyolojik analizler için su numuneleri, kuyu çıkışından ve o kuyunun beslediği şebekede bulunan musluk sularından alınmıştır. Bu çalışma bir yıl süre ile yapılmıştır. Şehir içinde bulunan arsalarda (tarla) yapılan yoğun sebze tarımından dolayı, kuyu sularında NO₃ analizleri yapılmıştır.

Ayrıca bu çalışmada şehir içinde bulunan içme suyu şebekeleri ve kanalizasyon sistemi incelenmiştir. Yeni Adana diye adlandırılan bölgede alt yapı sistemlerinin düzenli şekilde bulunduğu ve eski Adana'da ise çok karmaşık olduğu gözlenmiştir. Bu bölgede proje kurallarına uymayan alt-yapılaşmasından dolayı temiz-pis su girişinin olacağı da açıkça görülmektedir.

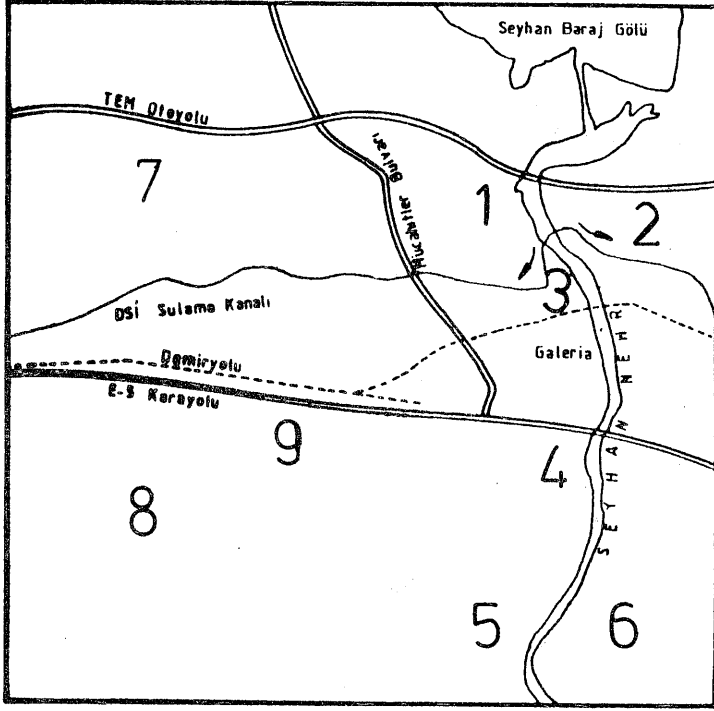
2.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Su kuyularından ayda iki defa ve şebekede belirli odak noktalarından alınan musluk suyu numunelerinin bakteriyolojik analizleri Tablo 1 de verilmektedir.

Kuyu Bölgesi	Kuyu No	Kuyu Suyu		Şebeke Musluk Suyu			Klorlama (%)
		Toplam Koliform	Fekal Koliform	Yıllık Numune Sayısı	Toplam Kol. (%)	Fekal Kol. (%)	
1	1	0	0	517	15	3,39	96
	2	0	0				
	3	0	0				
2	1	0	0	222	13,52	0,45	72
	2	0	0				
	3	0	0				
3	1	150-240	0	294	19,01	1,36	87,9
	2	23-95	0				
	3	21	0				
	4	23-460	0				
	5	210	0				
4	1	20-95	4	137	29,41	2,21	96
	2	95	0				
	3	23	0				
5	1	20-150	11-28	213	15,59	3,43	73
	2	240-460	240-260				
	3	120-140	93-240				
6	1	23-460	29-75	161	32,92	2,60	77
	2	95-240	64				

Tablo 1. İncelenen Kuyu Suyu ve Şebeke Sularında Bakteriyolojik Analiz Sonuçları

Şehir içi yeraltı su kuyularından alınan suların kimyasal analizleri yapılmıştır. Yapılan kimyasal analizlerde Seyhan nehrinden uzaklaştıkça çözünmüş katı madde oranının arttığı görülmüştür. Bu oran elektriksel iletkenlik olarak 370 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ 'den 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}^2$ 'ye kadar değişmektedir. Burada görülen en önemli parametre suda çözünmüş halde bulunan NO_3 iyonlarıdır. Bundan dolayı özellikle NO_3 analizleri sürekli olarak yapılmıştır. Analiz sonuçlarının ortalamaları ve ilk açılıştaki kuyu loglarından değerler Tablo 2 de verilmiştir.



Çizelge 1. İncelenen Kuyu Bölgeleri

Kuyu Bölgesi	NO ₃ (mg/L)	
	Kuyu Log Değeri	1996-1997 Analiz Sonuçları
2	3	5
3	3	4
7	30	65
8	20	40
9	5	8

Tablo 2. Kuyu Bölgeleri İlk Açılış ve Son NO₃ Değerleri

Ancak 7. Bölge kuyularının bazılarında NO₃ oranı 110-120 mg/L değerine çıkmıştır. Bu kuyular daha sonra kapatılmış ve ıslah çalışmaları da başlamıştır.

Özellikle, ülkemizde 1980'li yıllardan sonra şehir nüfuslarında göç nedeniyle büyük artışlar olmuştur. Bu nedenle kent yerleşim alanlarının plansız şekilde yeraltı suyu besleme alanları üzerine genişlemesi, hem yeraltı su kaynaklarının azalmasına (6) ve hem de bu kaynakların kirlenmesine neden olmaktadır (7,8,9). Yüzeyde yapılan insan faaliyetleri sonucu, yeraltı su kaynaklarının kirlendiği literatürde geniş olarak verilmiştir (1,2,3,4). Ancak plansız yapılaşma ve altyapı sistemlerindeki olumsuzluklar yakın çevredeki yeraltı su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir (9).

Tablo 1 e bakıldığında 1 ve 2. Bölgelerin kuyu sularında toplam ve fekal koliform bulunmadığı halde, şebeke musluk sularında toplam ve fekal koliform bulunmuştur. Bu durum suların şebekede kirlendiğinin bir göstergesidir. Ancak elde edilen bilgilerde, şebekenin sürekli klorla dezenfeksiyon yapıldığı bildirilmektedir (10). Şebekede klorla rağmen koliform bakterilerinin bulunması kirlenme kaynağı ile klorun yeterli kontak zamanının bulunmamasına bağlanabilirse de, asıl kaynağın şebekede oluşan biyofilm'lerdeki etken de ele alınabilir (11). Alüvyonlu ve düz ovaya inildikçe 4. 5. ve 6. bölgelerde hem kuyu sularında ve hem de şebeke sularında toplam ve fekal koliform bakterileri bulunmuştur. Alüvyonal olan bu bölgede kırsal yerleşim oldukça yoğun ve plansız bir şekildedir. Yeraltı sularının kirlenmesi altyapı eksikliğine ve kuyu bölgelerinin noktasal kirlenmeye karşı korunmadığını gösterir. Mevcut yönetmeliklere göre korunması gereken kuyu pek bulunmamaktadır. Plansız altyapılaşmanın olduğu bölgelerde kanalizasyonla, içme suyu şebekelerinin yer yer birbirine çok yakın olduğu da gözlenmiştir. Şebekenin eski oluşu kirlenmeye ilave bir faktör olarak görülmektedir.

1984 yılından sonra Adana merkezde 100 bin dekarın üzerinde arazi mücavir alan sınırları içine alınmıştır. Şehir merkezinden uzaklaştıkça yapı yoğunluğu azalmaktadır. Dolayısıyla binaların arasında geniş aralarda sulu tarım yapılmaktadır. Gübreleme ve sulama sonucu yeraltına sızan sular, yeraltı su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bölgelerde sulara NO₃ konsantrasyonu 39-120 mg/L arasında değişmektedir. Düzenli kanalizasyon sisteminin bulunduğu bu bölgelerde NO₃ girişiminin büyük ölçekte tarımdan kaynaklandığı söylenebilir. Ancak düz ovalık ve alüvyonlu bölgelerde hem eski Adana ve

hem de yeni gecekondü bölgelerinde yeraltı sularının kirlenmesi bir yandan sulu tarıma bağlanırken, diğeryandan da fosseptiklerden ve şehir içerisinde bulunan ahır v.s. den kaynaklandığı da ifade edilebilir.

Altyapı ve plansız yerleşimlerin hemen yakınında bulunan ve elde edilmesi kolay olan yeraltı su kaynaklarını kirlettiğı açıkça görülmektedir. İlgili kurumlar da bu kirlenmeyi onaylamaktadırlar. Yeraltı su kaynaklarının kirliliğinden dolayı yeni su kaynakları aranmış ve Adana içme ve kullanma sularının Çatalan baraj gölünden alınıp arıtılarak şehre verilmesi kararlaştırılmış ve projeye ilk adım atılmıştır. Dolayısıyla kolayca elde edilebilen ve hemen yanımızda bulunan kuyu sularının kirlenmesi ekonomiyi olumsuz yönde etkileyecektir (12).

5. SONUÇ

İçme ve kullanma sularını yeraltından kuyularla temin eden Adana'nın altyapı yetersizliğinden dolayı yeraltı suları kirlenmektedir. Bakteriyolojik kirlenme kısmen kuyularda ve büyük oranda şebekedeki olumsuzluklardan kaynaklanmaktadır. Kimyasal kirlenme ise plansız yapılaşmadan kaynaklanmaktadır. Yeni su kaynaklarının getirilme çalışmalarının yapıldığı bu zamanda mevcut şebekede yenilenme yapılmadığı takdirde kirlenmenin de devam edeceği aşikardır. Ayrıca, koruma açısından yapılaşmanın kademeler halinde yani merkezden uzaklaştıkça arada büyük alanlar kalmadan yapılması önerilmektedir. Bu durum özellikle imara açılan yeni bölgelerde ÇED raporlarının hazırlanmasının önemini bir daha ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

1. Whipple, W. and Van, D.J., "Principles of a Groundwater Strategy", Journal of Water Res. Planning and Mng., Vol.116, No:4, 1980.
2. McCaull, J. and Crossland, J., Water Pollution, H.B. Javanovic Inc., 1974, NewYork.
3. Todd, D.K., Groundwater Hydrology, Pollution of Groundwater, Chapter 8, 1980.

4. Drinking Water and Health, Nat.Res.Council, Nat. Academy Pres., Vol.1, 1980, Washington DC.
5. Hidrojeolojik Rapor, Adana-DSİ. 1986.
6. Tuzcu, G. ve Çuhadar, G., “Yeraltı Suyu Potansiyeli”, Çevre ve İnsan Dergisi, Sayı 35, Temmuz, 1997.
7. Yüceer, A., “Seyhan Nehri ve Baraj Gölü, Çevreye Etkileri ve Koruma Önerileri”, Türkiye’de Çevre Kir. ve Önc. Semp. 1, Mayıs, 1991.
8. Yüceer, A. ve Ardiçlioğlu, M., “Yeraltı Su Kaynaklarının Kirlenmesi ve Korunması, Adana Örneği”, Göller Bölgesi Tatlı Su Kay. Kor. ve Çevre Sor. Semp. Haziran, 1991, Isparta.
9. Adana Kenti İçme-Kullanma ve Endüstri Suyu Temin Kati Proje Ön Raporu, Setan Müh. Ltd. Şti., Şubat, 1997, Ankara.
10. Yüceer, A. ve Özay, A., “Adana İçme Sularının Mikrobiyolojik Kirlenmesi ve Çözüm Önerileri”, İçme Suyu Sempozyumu, 7-10 Ekim 1996, İstanbul.
11. Parent, A. ve diğ., “Control of Coliform Growth in Drinking Water Distribution Systems”, J.CIWEM, No:10, Dec.,1996.
12. Huang, W.V. and Uri, N.D., “An Analytical Framework for Assessing The Benefits and Cost of Policies Related to Projecting Groundwater Quality”. Env. and Planning, Aug. Vol.22, 1990.