



Kızılırmak Su Kalitesi

Prof. Dr. Celal F Gökçay
ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü
cfgokcay@metu.edu.tr

Güzergah



- Toplam 1150 km Güzergah boyunca Ankara'nın yukarısında kalan iller:

Sivas, Kayseri, Nevşehir, Kırşehir, Kırıkkale

- Orta Anadolu rafinerisi ve Kayseri şehri atıksuları *arıtıldıktan* sonra Kızılıрмаğa dökülür. Diğer illerimizde henüz atıksu arıtma mevcut değildir.

- Kayseri arıtma tesisi 180 000 m³/gün

Rafineri civarında Kızılırmak
8/2007





Kesikköprü Baraj
gölü 8/2007



-
- Nüfus projeksiyonlarına bakılarak Kızılırmak suyunun 2025 yıllarında Ankara için ilave su kaynağı olması planlanmıştır.*

*Ankara Su Temini Master Planı. DSI için EPDC-Su Yapı-DOLSAR-SIAL Konsorsiyumu tarafından yapıldır. 1995.



Kırıkkale için Kızılırmak İçme Suyu Kaynağı 1

- Kırıkkale il merkezi arıtılmış ırmak sularını kuyu suları ile paçallayarak günde 45 000 m³ içme suyu üreterek kente vermektedir. Ancak sular aşırı kalitesiz olmak nedeniyle halk tarafından kabul görmemektedir. Halen bir ters osmos (RO) tesisi kurum aşamasındadır

Kırıkkale için Kızılırmak İçme Suyu Kaynağı 2

- MPE Mühendislik tarafında kurulmakta olan RO tesisinin 2008 yılı Mayıs ayında devreye girmesi planlanmaktadır.
- 8-9 bar Orta basınçta işletilecek tesisin günde 90 000 m³ ham suyu işleyerek 72 000 çok iyi kalitede su üretmesi beklenmektedir
- Arıtılmış suyun maliyetinin 21.5 YKr olması hesaplanmıştır.
- RO Arıtımının sudaki kokuyu arıtıp arıtmayacağı konusuna kuşkular vardır.
- Tesis maliyetinin 25 milyon USD olması beklenmektedir.

Konvansiyonel Kalite Parametreleri Bakımından Kızılırmakta Durum

PARAMETRELER	WHO	TS 266	Sağ. Bak. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmelik Değerleri	Kesikköprü Baraj Çıkışı İstasyonu Ortalama DSI 2005	
		İnsani Tüketim Amaçlı Sular – İçme Suyu			Kesikköprü Baraj çıkışı ODTÜ 2007
Renk (Pt-Co Birimi)	15	20	Yok	-	
Bulanıklık (NTU Birimi)	5	5	1	-	1.8
Koku	Yok	Yok	Yok	-	
Tat		Normal	Normal	-	
Bakiye Klor (mg/l)	5		Uç noktada 0,5	-	
pH	6.5-8.5	$6.5 \leq \text{pH} \leq 9.5$	≥ 6.5 ve ≤ 9.5	7.2-8.7	8.3
İletkenlik (20 °C, $\mu\text{S/cm}$)		2500	2500	-	1040
TÇM (180 °C ,mg/l)	1000			1005	
AKM (105 °C , mg/l)				-	8
Amonyum (mg/l)	...	0.5	0.5	0.066	
Nitrit (mg/l)		0.5	0.5	0.01	
Nitrat (mg/l)	50	50	50	0.052	0.02

Konvansiyonel Kalite Parametreleri Bakımından Durum

PARAMETRELER	WHO	TS 266	Sağ. Bak. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmelik Değerleri	Kesikköprü Baraj Çıkışı İstasyonu Ortalama DSI 2005	Kesikköprü Baraj çıkışı ODTÜ 2007
		İnsani Tüketim Amaçlı Sular – İçme Suyu			
Nitrat (mg/l)	50	50	50	0.052	0.02
Toplam Fosfat Fosforu (mg/l)				0.027	<0.02
Orto-Fosfat Fosforu (mg/l)				0.017	
Sodyum (mg/l)	200	200	200	155.2	
Potasyum (mg/l)	...			5.7	
Kalsiyum (mg/l)	...			104.9	
Magnezyum (mg/l)	...			46.7	
Toplam Sertlik (° F.S.)	...			45.7	40
Toplam Alkalinite (mg/l CaCO ₃)				115.2	59
Klorür (mg/l)	250	250	250	242.1	258
Sülfat (mg/l)	250	250	250	330.5	506
Florür (mg/l)	1.5	1.5	1.5	-	
Karbonat (mg/l)				-	
Bikarbonat (mg/l)				138.4	



Konvansiyonel Parametreler

Değerlendirme-1

- Kızılırmak sularında sülfat ($\text{SO}_4^{=}$) azami değerlerin üzerinde seyretmektedir. Örneğin ODTÜ tarafından yapılan analiz sonucu (509 mg/L) en yüksek standart değerinin iki katından fazladır. Ankara'yı besleyen Çamlıdere suyunda ise 20 mg/L civarındadır
- Sülfat için önerilen değer 25 mg/L dir. Sınır değer ise 250 mg/l'dir. 400 mg/L Üzerinde bağısak iritasyonu ve laksatif etkisi yapar.
- Bu anyon standart arıtım prosesleri ile arıtılamaz. Ancak RO prosesi ile arıtılabilmesi mümkündür.
- Sertlik değerlerinin 30 Fr ° değerinin üzerinde seyretmesi suyu aşırı sert su sınıfına koymaktadır.



Konvansiyonel Parametreler

Değerlendirme-2

- Klorür (Cl^-) değerinin de standart üst sınırına yakın veya aşmakta olduğu anlaşılmaktadır. Yüksek klorür sulara istenmeyen tat katmaktadır. Tat üst sınırı ise 600 mg/L'dir. Ankara'yı besleyen Çamlıdere suyunda Cl^- 20 mg/L civarındadır.
- Sodyum iyonunun da sınırlara yaklaşmakta olduğu (155 mg/L) anlaşılmaktadır. Kırıkkale belediyesinin RO tesisinin tasarımı için ham suda öngördüğü sodyum değeri 188 mg/L'dir. Yüksek sodyumun Damar hastalıklarına yol açtığı ve sularda tat yarattığı bilinmektedir.
- Sulardaki çözünmüş iyonların bir belirteci olan elektriksel iletkenlik değerlerinin de oldukça yüksek seyrettiği görülmektedir.

Ağır Metaller Bakımından Durum

PARAMETRELER	WHO	TS 266	Sağ. Bak. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmelik Değerleri	Kesikköprü Baraj Çıkışı İstasyonu Ortalama DSI 2005	
		İnsani Tüketim Amaçlı Sular – İçme Suyu			Kesikköprü Baraj çıkışı ODTÜ 2007
Nikel ($\mu\text{g/l}$)		20	20	-	6.33
Toplam Krom ($\mu\text{g/l}$)	50	50	50	9	
Krom ⁺⁶ ($\mu\text{g/l}$)			50	-	1.59
Bakır (mg/l)	2	2	2	0.005	
Çinko (mg/l)	...			0.01	
Bor (mg/l)		1	1	-	
Alüminyum ($\mu\text{g/l}$)	200	200	200	-	
Demir ($\mu\text{g/l}$)	200	200	51	51.99
Mangan ($\mu\text{g/l}$)	500	50	50	14	
Civa ($\mu\text{g/l}$)	1	1	1	-	
Antimon ($\mu\text{g/l}$)	5	5	5	-	
Arsenik ($\mu\text{g/l}$)	10	10	10	-	
Selenyum ($\mu\text{g/l}$)	10	10	10	-	



Ağır Metaller Bakımında Durum


- Kızılırmak sularındaki ağır metallere bakıldığında insan sağlığı açısından bir sorun görülmemektedir.
- Kesikköprü baraj gölünde kurulmuş olan alabalık çiftliği de Kızılırmak suları ile ilgili bir toksisite sorunu olmadığını göstermektedir.

Kesikköprü baraj gölü üzerinde alabalık çiftliği



İleri Parametreler Bakımından Durum

PARAMETR-ELER	AB Önerilen	Sağ. Bak. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmelik Değerleri	US-EPA Standardı	Kesikköprü Baraj çıkışı ODTÜ 2007
Toplam Organik Karbon mg/L				7.93
Kimyasal Oksijen İhtyacı KOİ mg/L				28
Trihalometanlar µg/L	100	150 (2012 den sonra 100)	100	



Trihalometan (THM) değerleri bakımından durum

- Sulardaki organik maddeler ile klorun etkileşmesi sonucunda THM bileşikleri ortaya çıkmaktadır. Özellikle bitkisel kökenli hümkik maddeler THM'e sebep olur. Yüksek THM içeren suların insanlarda mesane ve mide kanserine neden olduğu bildirilmektedir.
- Sırf bu nedenle suların dezenfeksiyonunda klor terk edilmektedir. İstanbul'da İSKİ yüksek organik madde içeren ham suların dezenfeksiyonunda klorlamanın yerine ozonizasyon kullanma kararı almıştır.

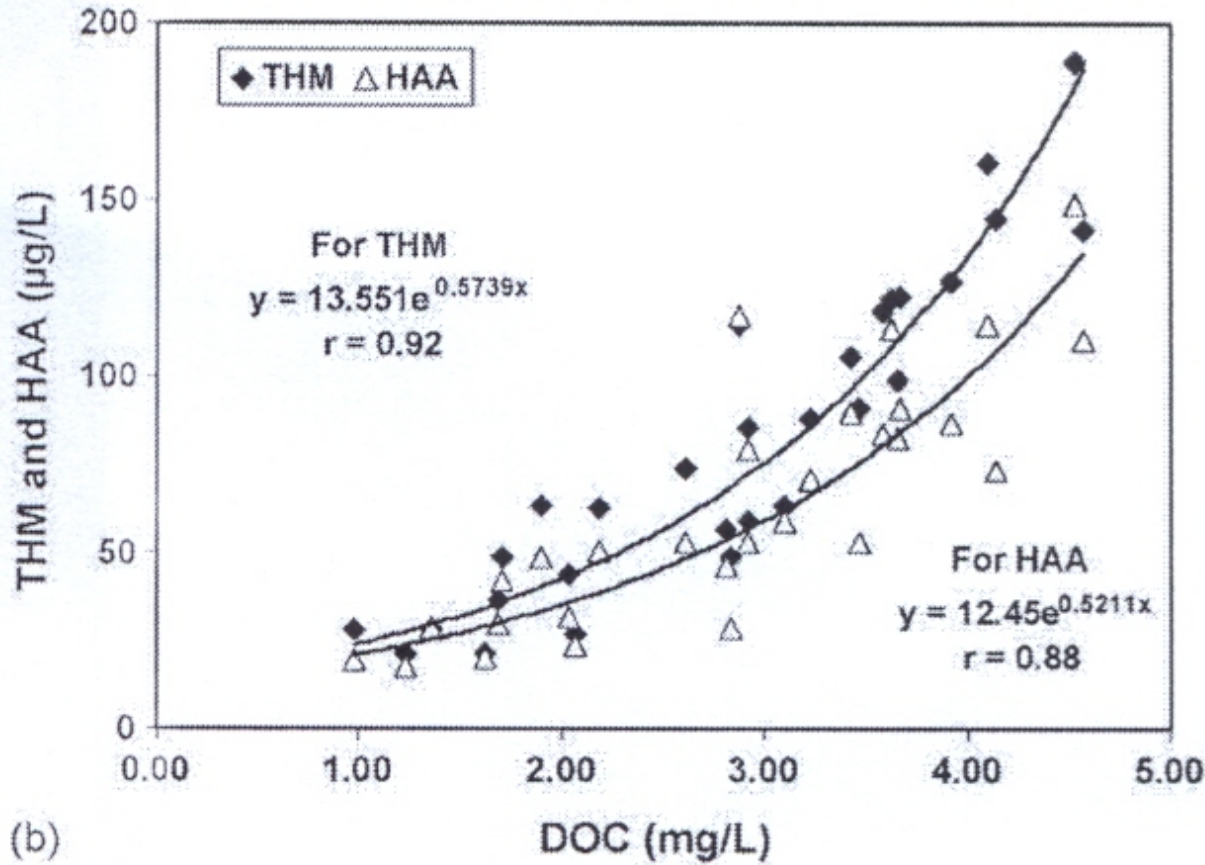
THM ve Organik Madde korelasyonu

Ham su barajı	DOC (mg/L)	THM µg/L			
		İLKBAHAR	YAZ	GÜZ	KIŞ
Alibeyköy	3.85 (0.86)	115	135	146	172
Terkos	4.29 (1.02)	181	183	181	160
B. Çekmece	4.08(0.92)	165	143	158	191
Ömerli	3.9(0.83)	115	155	109	124
Sapanca	2.1(0.65)	53	66	55	51
Kurtboğazı	3.51(0.6)	95	121	158	110
Çamlıdere	3.58(0.53)	82	128	147	116
Çubuk-2	2.36(0.46)	96	72	80	92
Kayaş	2.59(0.92)	59	41	19	76

(SD) değerleri

Nuray Ates ve ark. (2006). Occurance of disinfection by-products in low DOC surface waters in Turkey. J. Hazardous Materials **142**, 526-534.

THM ve Organik Madde korelasyonu



Kızılırmak sularında THM analizleri yapılmamıştır. Ancak ölçülen Toplam Organik Karbon (TOK) değerleri ile THM değerleri arasında korelasyon bulunmaktadır.

(b)



Kızılırmak THM değerleri

- Kızılırmak sularında THM analizleri yapılmamıştır. Ancak ölçülen Toplam Organik Karbon (TOK) değerleri ile THM değerleri arasında korelasyon bulunmaktadır. Korelasyon her ne kadar organik maddenin türüne göre değişmekte ise de elde edilen korelasyon değerleri bir fikir vermektedir.
- Kızılırmak'da ölçülen 8 mg/L civarındaki TOK değerinden bu suların klorlanması sonucunda 200 µg/L 'nin çok üzerinde THM ortaya çıkacağı anlaşılmaktadır



Organoleptik değerler

- Kızılırmak suyunda koku mevcuttur. Suyun kullanıcılar tarafından kabul edilmesini zora sokmaktadır.
- Önerilen amlıdere suyu ile 1:1 paallamanın da kokuyu önemli ölçüde azaltması beklenmemelidir. Koku algılaması logaritmik olarak artmaktadır. Buna göre koku hissini yarıya indirilebilmesi için koku moleküllerinin 1/10 'a düşürülmesi gerekir.



Endokrin Bozucu Maddeler (EBM)

- Atıksuların boşaltıldığı akarsulardan daha sonra içme suyu olarak faydalanılması halinde EBM'ler sorun teşkil etmektedir.
- Halen sorun bilinmekle birlikte standart değerler henüz belirlenememiştir. Bu maddeler üzerinde araştırmalar yoğun şekilde yürütölmektedir.



Endokrin Bozucu Maddeler (EBM)

- EBM'ler atıksulara ve yüzey sularına insanlar tarafından kullanılan ilaçlardan, deterjan gibi evlerde kullanılan malzemelerden ve tarımsal ilaçlardan geçmektedir.
- EBM'ler Standart atıksu arıtma tesislerinde pek az tutulmakta, içme sularıyla birlikte insana geçerek erkeklerde fertilitiyi düşürmektedir.
- EBM'lerin Kansere yapma özelliklerinden de bahsedilmektedir.

Sonuçlar

- Kızılırmak suyu bu haliyle son derece kalitesiz bir sudur. Uzun erimde klorlanarak içilmesi sağlık açısından sakıncalıdır.
- Bu suyun Çamlıdere suyu ile paçallanması kaliteyi arttırmayacağı gibi Çamlıdere suyunun da içilebilirliğini ortadan kaldıracaktır.
- Kızılırmak suyu ancak ileri arıtma prosesleri ile arıtıldıktan sonra (RO) kullanılabilir.
- Kabaca 1 milyon m³ olan Ankara'nın günlük su ihtiyacının yarısı Kızılırmak yolu ile karşılanacak olsa 500 000 m³/gün suyun hazırlanması gerekecektir.
- Bu ise 72000 m³ su hazırlayacak RO tesis bedelinin 25 milyon USD olduğu kabulüyle kabaca 175 milyon USD ilave yatırım demektir.
- Kızılırmak ve Gerede suyu alternatiflerinin değerlendirilmesinde bu husus göz önünde bulundurulmalıdır.



Sonuçlar

- Paçallanmış veya paçallanmamış suyun şehre verilmesi ile birlikte damacana sularına talep patlaması olacağı açıktır. Kente her gün yaklaşık 1 milyon damacana su gerekecektir. Bu hacimdeki damacana su sektörünün kontrolü son derecede güçleşecektir
- 3.5 YTL/damacana kabulüyle 3.3 milyon YTL/gün veya 1.2 milyar YTL/yıl kent sakinlerinin ceplerinden çıkacaktır.



İlginiz için Teşekkürler.

cfgokcay@metu.edu.tr