

## TUZGÖLÜ HAVZASINDA YERALTI SUYUNUN YOK OLUŞU (EŞMEKAYA-SULTAN HANI ÖRNEĞİ)

Vedat ARSLAN\*, Güler GÖÇMEZ\*\*

\*Jeoloji Yüksek Mühendisi – İller Bankası 6. Bölge Müdürlüğü / KONYA

\*\*Yrd.Doç.Dr. – Selçuk Üniversitesi Jeoloji Müh.Bölümü / KONYA

**ÖZET:** Çok geniş bir yüzey beslenme alanına (18000 km<sup>2</sup>) sahip olan Tuz Gölü havzası, Konya kapalı havzasının bir alt havzasıdır. Ülkemizdeki bilinçsiz ve aşırı yeraltısuyu kullanımına iyi bir örnek teşkil edebilecek olan inceleme alanı, Tuz Gölü'nün 10 km güneyinde, Aksaray ilinin 40 km güneybatısında yer almaktadır. Bu alanda bulunan Eşmekaya-Sultanhanı çöküntüsü içinde, günümüzden 15 yıl kadar önce sayısız kaynağa sahip bir göl alanı mevcut iken, hergeçen gün sayıları artan çok sayıda sondaj kuyularından yapılan aşırı ve bilinçsiz su çekimleri ile bu alan, bugün yalnızca tabanında bataklık bitkileri olan çorak ve kurak bir arazi haline dönüşmüştür.

Her iki havzanın tüm sularının toplanma alanı olan bu havzadaki su düşümleri, havzanın kenarlarında problemin daha da büyük olacağını, bu konuda gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda Konya kapalı havzasının tümünde de benzer sorunlarla karşılaşılacağını göstermektedir.

Bu çalışmada inceleme alanındaki yeraltısularının açılan sondaj kuyularından yararlanılarak, 2000-2006 yılları arasında gözlenen statik su seviyeleri ölçülmüş, seviye düşümlerinin tespitleri yapılarak nedenleri ortaya konulmuştur. Ayrıca yeraltısuyunun akım yönü güneybatıdan kuzeydoğuya doğru olup hidrolik eğim 0,004-0,027 arasındadır. inceleme alanında bulunan jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri ile suların fiziko-kimyasal özellikleri de yapılan su analizleri ile ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Suyun bilinçsiz kullanım, su kalitesi, Tuz Gölü Havzası, Yeraltısuyu

### Groundwater Depletion In The Salt Lake Closed Basin (Case Of Eşmekaya-Sultanhanı Depression)

**ABSTRACT:** Tuz lake basin with wide surface feeding area (18000 km<sup>2</sup>) is a sub basin of Konya closed basin. The investigated area, which is a good example of unconscious and excessive usage of groundwater, is located about 10 km south of Tuz Lake, and 40 km southwest of the city of Aksaray. While there was a lake area with countless springs in subsidence of Eşmekaya Sultanhanı 15 years ago, the area became an arid and dried land including only bog plant at the bottom due to excessive and unconscious water pulling from drilling wells whose numbers are continuously increasing every day.

Decrease in water level of the Tuz lake basin, in where water of Konya basin is also collected finally, shows that problem would be serious in margins of the Konya basin, and, if some measures are not taken, similar problems could be come across in whole Konya closed basin.

In this study, static water level that observed each year was measured; decrease in water level and their reasons were determined by using drilling wells of the investigated area. Besides, dominant flow direction and dip in the ground water level were determined. Hydrogeological characteristics of the geological units and physico-chemical characteristics of the water in the area were also determined by too many water analyses.

**Key words:** Unconsciously using of water, water quality, Tuz Lake basin, Ground water

## GİRİŞ

İnceleme alanı, İç Anadolu bölgesinde, Tuzgölü havzası içinde yer almaktadır. Bu havza; kuzeyinden Ankara yelpazesi, güneydoğusundan Hasandağı ve Melendiz volkanitleri, doğusundan Kırşehir masifi, güney ve batısından da Sivrihisar-Bozdağ masifi ile çevrili, kenarlarından faylarla sınırlandırılmış, 18000 km<sup>2</sup> alan kaplayan bir iç havzadır. İnceleme alanı, Aksaray ilinin 40 km kadar güneybatısında, Tuz Gölü'nün ise 10 km kadar güneyinde yer almakta ve 440 km<sup>2</sup> ' lik bir alanı kapsamaktadır. Önemli yerleşim birimleri Sultanhanı ilçesi ile Eşmekaya kasabaları olup bunlara bağlı çok sayıda yaylalar ve köyler de bulunmaktadır. İnceleme alanındaki tüm akarsuların hakim akış yönü güneyden kuzeye, Tuz Gölü'ne doğrudur. Bozdağlar gibi münferit yükselimler arasında Tuz Gölü ile Konya havzalarının bağlantıları vardır. Havza ayrıca doğu kenarında yüksek atımlı KB-GD yönlü Aksaray fayı ile batıda yer alan Karacadağ yükselimleri arasında bir graben görüntüsü de vermektedir.

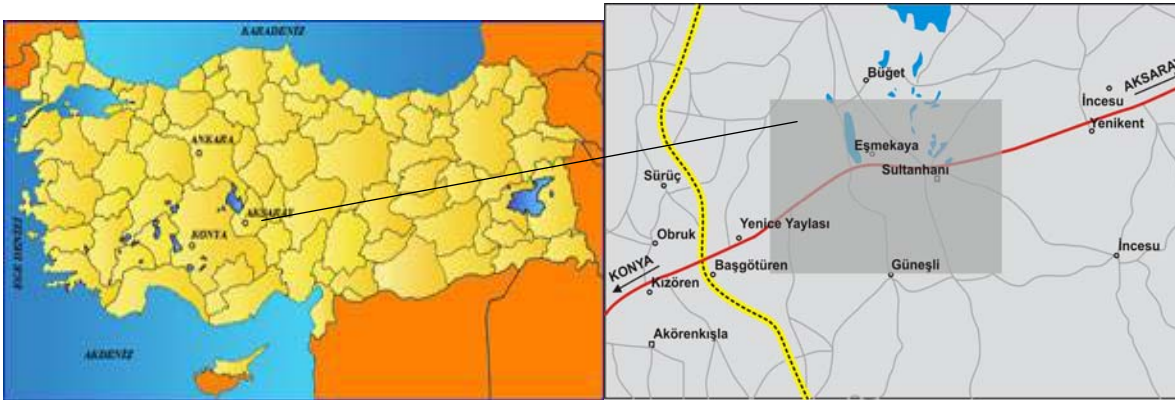
## İKLİM-YAĞIŞ VE YERALTISUYU KULLANIMI

1980-2004 yılları ortalama sıcaklık ve yağış değerlerine göre hazırlanan yağış -

buharlaştırma - terlemenin değişim grafiğine göre, bölgede Ocak ayından Mart ayı sonuna kadar yağış, buharlaştırma-terlemeden fazla olmakta ve toprak su fazlası vermektedir. Nisan ve Mayıs aylarında toprağın su ihtiyacı faydalı ayından Ekim ayı sonuna kadar yağış, buharlaştırma - terlemeden az olduğundan tarım alanlarında su noksanı olacak, bu durumda havzada sulama yapılacaktır. Tarımsal faaliyetlerin yoğun olarak sürdürüldüğü havza da yeraltısuyu kullanımı artmaktadır. Bunun doğal sonucu olarak yeraltısuyu seviyesinde düşmeler beklenecektir. Kasım ve Aralık aylarında ise toprağın faydalı su yedeği tamamlanmaktadır (Şekil 2).

De Martonne (1942) kuraklık indisi formülleri ile bölgenin kuraklık indisi 8,88 olarak hesaplanmıştır. Buna göre, bölge "yarı kurak iklim bölgesi" ni temsil eder. Ancak yarı kurak sahalarla nemli sahalar arasındaki geçiş bölgesine daha yakın, çöl bölgesine daha uzaktır.

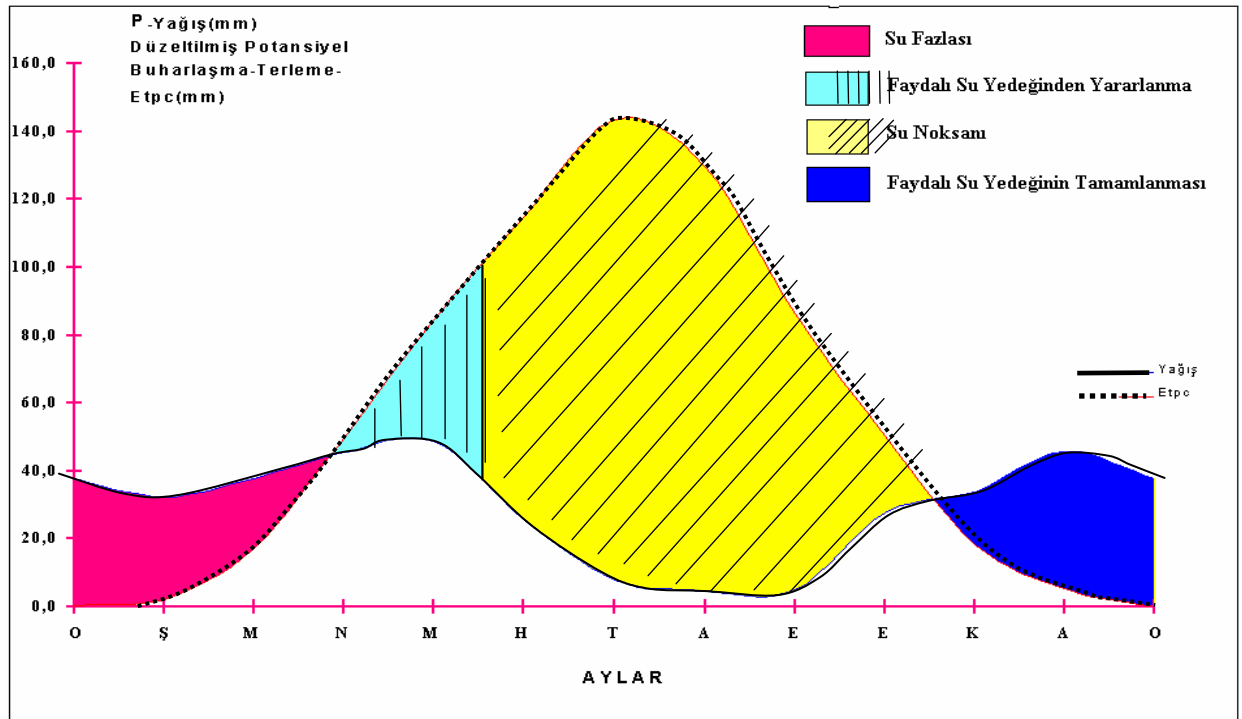
Tablo 1'e göre inceleme alanı ve çevresinde yıllık yağışın % 87,56'sı buharlaşmaktadır. Mayıs - Kasım döneminde toprakta su noksanı olduğundan, bu dönemde sulama derin sondaj kuyuları vasıtasıyla yapılmaktadır. Su fazlasının % 61'i Ocak-Mart döneminde yüzeysel olarak akışa geçerek bölgeden uzaklaşmaktadır. Kalan % 39'luk kısmı ise Kasım ve Aralık aylarında toprağın faydalı su yedeğinin tamamlanmasında kullanılmaktadır.



Şekil 1. İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası.

**Tablo 1.** Yağış - Buharlaşma ve Terlemenin Deneştirmeli Nem Bilançosu (1980 – 2004 Ortalaması-Thornthwait'e göre)

AYLAR	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	ORT	TOP
Aylık ortalama sıcaklık (°C)	0,40	1,40	5,50	11,60	16,10	20,20	23,60	23,00	18,50	12,90	6,60	2,60	11,86	
Sıcaklık İndisi (i)	0,02	0,15	1,16	3,58	5,87	8,28	10,48	10,08	7,25	4,20	1,52	0,37	4,41	52,95
Buharlaşma-Terleme (mm)	0,52	2,75	16,82	45,19	69,74	94,17	115,71	111,83	83,82	52,01	21,42	6,24		
Enlem Düzeltme Katsayısı	0,87	0,85	1,03	1,10	1,21	1,22	1,24	1,16	1,03	0,97	0,86	0,84		
Düzeltilmiş Buharlaşma Terleme (mm)	0,46	2,34	17,33	49,70	84,38	114,89	143,48	129,72	86,34	50,45	18,42	5,24	58,56	702,74
Yağış (mm)	37,60	32,40	37,90	45,50	48,70	26,20	7,90	4,50	4,90	27,80	34,00	45,80	29,4	353,20
Faydalı Su Yedeği	100,0	100,0	100,0	95,80	60,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,58	56,14		
Gerçek Buharlaşma Terleme (mm)	0,46	2,34	17,33	49,70	84,38	86,32	7,90	4,50	4,90	27,80	18,42	5,24	25,77	309,29
Su Fazlası (mm)	37,14	30,06	20,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,58	40,56	11,99	143,92
Su Noksanı (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,58	135,58	125,22	81,44	22,65	0,00	0,00	32,79	393,46

**Şekil 2.** Yağış ve Potansiyel Buharlaşma – Terlemenin Değişim Grafiği (1980-2004 Ortalaması).**Kullanılan Su Miktarı**

İnceleme alanında başlıca ekimi yapılan bitkiler pancar, mısır, buğday, arpa ve yoncadır.

Bu bitkilerin sulanması için sulama sezonu boyunca ortalama olarak 90 gün su verilmektedir.

İnceleme alanında elektrik bağlantısı yapılmış olan yaklaşık 1500 civarında sondaj kuyusu tespit edilmiş olup, bu sayı her geçen gün hızla artmaktadır. Bu kuyuların debileri 30–80 lt/sn arasında değişmektedir.

Bölgede bir sezonda kullanılan yeraltısuyu miktarı ortalama olarak aşağıdaki kabullerle şu şekilde hesaplanabilir:

Kuyu Sayısı=1000 adet

Ortalama Kuyu Debisi= 50 lt/sn

Sulama Süresi=90 gün

1 adet derin kuyunun çektiği su miktarı=4320 m<sup>3</sup>/gün,

1000 adet derin kuyunun çektiği su miktarı = 4.320.000 m<sup>3</sup>/gün

90 günde 1000 adet derin kuyunun çektiği su miktarı= 388.800.000 m<sup>3</sup> sudur.

Aşağıda verilen çizelge - 2'de inceleme alanında ekimi yapılan buğday, pancar, mısır ve yoncanın %25 lik eşit oranlarda ekildiği varsayımı ile 1 hektarlık alana 90 günde 4900 m<sup>3</sup> su (0,63 lt/sn) gerektiği hesaplanmıştır. Buna göre 388 800 000 m<sup>3</sup> su ile yaklaşık 80.000

hektar (800 km<sup>2</sup>) lık tarım alanında sulama yapılabilecektir.

Günümüzde sulanan alanın ise, yaklaşık 10000 hektar (100 km<sup>2</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Yani çekilen suyun yaklaşık 1/8 kadarıyla (50 000 000 m<sup>3</sup>) tarımsal sulama ihtiyacını karşılayabilecek iken yaklaşık 340.000.000 m<sup>3</sup> yeraltısuyu fazladan çekilerek boşa akıtılmaktadır.

Bölgede yağın yağışın % 87,56'sı buharlaşarak yok olmaktadır. Kalan % 12,44'lük kısmından, formasyonların killi ve süzülme nispetlerinin çok düşük olması nedeniyle yeraltısuyuna katkısının ihmal edilebilecek kadar az olacağı açıktır.

Tüm bu iklimsel verilere rağmen her sulama sezonunda 340 000 000 m<sup>3</sup> su, yeraltısuyu rezervinden kullanılarak gelecek yıllarda yaşanabilecek kuraklık tehlikesine adeta davetiye çıkarılmaktadır. Bölgede sulamanın tamamına yakını salma sulama yöntemi ile olduğundan aynı zamanda toprak erozyonuna da yol açılmaktadır.

**Çizelge 2.** İnceleme Alaninin Temmuz Ayı Sulama Miktarları.

<b>Bölgenin Sulama Suyu İhtiyacı CROPWAT YÖNTEMİ ile hesaplanır.</b>						
<b>CROPWAT Yönteminde Bölgenin Sulama Suyu İhtiyacı;</b>						
1	Aylık Ortalama Sıcaklık (Derece)					
2	Ortalama Nisbi Nem(%)					
3	Ortalama Rüzgar Hızı(m/sn)					
4	Aylık Güneşlenme (Saat ve Dakika)					
5	Proje Sahasının Enlem ve Boylamı(Derece ve Dakika)					
6	Bitkinin Kök Derinliği(m.)					
7	Bitkinin Ekiliş Zamanı					
8	Bitkinin Büyüme Devreleri					
9	Aylık Ortalama Yağış(mm.)					
faktörlerinin kombinasyonudur.						
<b>AKSARAY - EŞMEKAYA KASABASI TEMMUZ AYI SULAMA MODÜLÜ HESABI:</b>						
	Aylık Su Tüketimi	Aylık Yağış	Gerekli Sulama	Ekiliş Oranı (%)	Aylık Su İhtiyacı(mm.)	dt
MISIR	189,5	3	186,5	0,25	46,625	46,625
BUĞDAY	8,1	1,5	6,6	0,25	1,65	0
YONCA	236,8	3	233,8	0,25	58,45	58,45
Ş.PANCA	204,2	3	201,2	0,25	50,3	50,3
<b>TOPLAM</b>					<b>157,025</b>	<b>155,38</b>
****Temmuz ayında Buğday hasat edildiğinden hesaba dahil edilmemiştir.						
<b>q = A * dt / 3600*22*31 = 10000 * 155,375 / 3600*22*31 = 1553750 / 2455200 = 0,63 lt / sn / ha.</b>						
q: Sulama Modülü (lt/sn/ha)						
A: Alan (10000 m <sup>2</sup> = 1 ha.)						
dt: Aylık Su İhtiyacı (mm.)						
22: Sulama Süresi (saat)						
31: Temmuz Ayı Gün Sayısı						

**Çizelge 3.** İnceleme alanındaki bazı kuyulardaki statik seviyeler.

KUYU ADI VE HARİTADAKİ NUMARASI	AÇILIŞTAKİ STATİK SEVİYE(M.)	EKİM - 2000 STATİK SEVİYESİ(M.)	EKİM - 2004 STATİK SEVİYESİ(M.)	EYLÜL -2006 STATİK SEVİYESİ(M)
DSİ 52502 - 1 NO'LU KUYU	8,00 (1997 yılı)	-	12,90	15,36
DSİ 52505 - 5 NO'LU KUYU	15,00 (1997 yılı)	-	20,00	22,45
DSİ 16339 - 6 NO'LU KUYU	7,97 (1972 yılı)	14,65	15,75	-
DSİ 16338 - 7 NO'LU KUYU	7,36 (1972 yılı)	14,20	15,75	18,80
DSİ 16667 - 8 NO'LU KUYU	10,39 (1971 yılı)	22,40	25,50	26,90
İLBANK 68/3937 - 20 NO'LU KUYU	14,75 (1998 yılı)	26,70	30,25	32,85
21 NO'LU KUYU	-	15,50	17,10	-
DSİ 44110 - 49 NO'LU KUYU	25,68 (1993 yılı)	29,15	33,00	39,30
50 NO'LU KUYU	-	13,70	15,00	-
DSİ 44108 - 53 NO'LU KUYU	24,90 (1993 yılı)	27,95	-	-
DSİ 42025 - 55 NO'LU KUYU	29,65 (1992 yılı)	30,80	-	35,90
DSİ 42023 - 57 NO'LU KUYU	27,0 (1991 yılı)	32,00	36,15	-
DSİ 42022 - 58 NO'LU KUYU	28,0 (1991 yılı)	33,50	-	40,84
DSİ 44107 - 59 NO'LU KUYU	26,17 (1993 yılı)	29,75	33,80	35,10
DSİ 20049 - 70 NO'LU KUYU	13,75 (1975 yılı)	19,10	-	-
DSİ 21072 - 72 NO'LU KUYU	36,62 (1976 yılı)	42,70	-	-
DSİ 20050 - 73 NO'LU KUYU	11,30 (1975 yılı)	16,30	20,20	22,20
DSİ 20048 - 75 NO'LU KUYU	12,20 (1975 yılı)	18,20	22,10	23,85
DSİ 21060 - 86 NO'LU KUYU	28,70 (1976 yılı)	35,75	40,10	42,50
DSİ 21059 - 87 NO'LU KUYU	29,45 (1976 yılı)	36,05	40,50	43,10
DSİ 21061 - 90 NO'LU KUYU	41,15 (1976 yılı)	55,00	-	-
DSİ 21065 - 91 NO'LU KUYU	22,63 (1976 yılı)	29,00	-	-
DSİ 21070 - 93 NO'LU KUYU	7,70 (1976 yılı)	18,85	-	-
DSİ 21073 - 94 NO'LU KUYU	11,90 (1976 yılı)	20,05	-	-
İLBANK 51/158 - 111 NO'LU KUYU	20,00 (1988 yılı)	24,60	-	31,90
İLBANK 51/763 - 131 NO'LU KUYU	11,24 (1986 yılı) 13,20 (1994 yılı)	-	18,15	21,10
İLBANK 68/567 - 132 NO'LU KUYU	10,51 (1993 yılı)	14,45	18,30	20,90

Çizelge 3' de yeraltısuyundaki bu yok oluşun yıllar itibarıyla statik seviyede nasıl bir değişime yol açtığı bariz olarak görülmektedir. Çizelge 2'de havzadaki sondaj kuyularının açıldıkları tarihten 2006 yılına kadar statik su seviyelerindeki değişimleri görülmektedir. İncelendiğinde görülecektir ki, yeraltı su seviyesinde 2000 yılından 2004 yılına kadar 4 yılda gerçekleşen düşüm 1970'li yıllardan 2000 yılına kadar yaklaşık 30 yıllık seviye düşümlerine neredeyse eşittir. 2006 yılı arazi çalışmalarında ise su seviyesindeki düşümlerin hızla devam ettiği tespit edilmiştir.

## JEOLOJİ

**İnsuyu formasyonu (Tmi):** İnsuyu formasyonu (Tmi) genel olarak gri - kırmızı renkli çakıtaşı, kumtaşı ile başlayıp, üste doğru gösel kırıntılı karbonatlar ve evaporitlerden

oluşan çökeller ile devam etmektedir. Volkanik çakıl taneleri içeren kumtaşları üst seviyelerde marnlara geçiş göstermektedir. Marnlar, sarımsı, açık yeşil renkli olup, üst seviyelerde kireçtaşlarına geçişlidir. Kireçtaşları yatay veya çok az eğimli konumdadır. İnsuyu formasyonuna ait marn ve kireçtaşlarında jipsli seviyelerin erimesiyle bu birimler bol kovuklu, boşluklu yapıdadırlar.

**Tuzgözü formasyonu (Qtu):** Tuzgözü formasyonu (Qtu),İnsuyu formasyonu (Tmi) üzerine uyumsuz olarak gelir. Formasyonun üst kısımlarında yer yer su altında kalan ve yazın buharlaşarak tuz kabukları şeklinde yüzeyde malzeme bırakan Güncel evaporitler bulunmaktadır. Formasyon yatay ve düşey yönde birbiri ile dereceli geçişler sunan farklı fasiyeslerden oluşmuş olup, gösel özelliktedir. En alttaki litolojiyi çakıl-kum

fasiyesi oluşturur. Bunların üzerinde yatay tabakalı kil-silt fasiyesi yer alır. Bu birim, kalın, açık yeşil - beyaz renkli kil çökellerinden oluşmaktadır. Bu killerin, yayılımları yüzlerce metreyi bulan, mercek şekilli yaygılar halinde jips ara tabakaları da içermektedir.(Ulu1994).Yukarıda anlatılan fasiyeslerin üzerine kireçtaşı - kiltası fasiyesi ile daha çok yatay tabakalı kum-silt fasiyesi gelir. Kireçtaşı-kiltası fasiyesi oldukça dar bir yayılım sunar. Kireçtaşları yatay ve paralel tabakalıdır. Renkleri sarımsı krem ile beyaz arasında olup, Kum-silt fasiyesinde; kum ve siltler genellikle karbonat matriksle tutturulmuş olup, Kuvaterner (Holosen) yaşlıdır.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	SİMGE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLEYİSTOSEN - HOLOSEN	TUZGÖLÜ	Qtu	110	Üstte yer yer geçici göllerde görülen güncel evaporitler ve organik malzemeler içeren, koyu renkli yüzey toprağına sahip karbonatlı kil veya yumuşak kireç.	
						Beyazımsı-sarımsı renkli, yatay tabakalı kiltası-kireçtaşı	
TERSIYER	MIYÖSEN	İNSUYU	Tmi	450	110	İyi boylanmış, yatay tabakalı, karbonat matriksli kum, silt ve karbonat.	
						Kıyasal kırıntılardan oluşan, tablamsı geometriyi yaygın sunan, yatay tabakalı, iyi boylanmış, iyi yuvarlaklaşmış, yer yer kumlu matriks ve matriksten arınmış tane destekli çakıl, kum ve az silt.	
						Uyumsuzluk	
						İnce-orta-kalın tabakalı, gastropodlu, küçük izli, yoğun silis yumruklu kireçtaşı.	
						Yer yer jips mercekleri içeren kil ve marn.	
						İnce-orta tabakalı, yer yer çapraz tabakalı, kumtaşı, silttaşı ve ince tabakalı kumlu kireçtaşı ardalanması.	
						Grimsi renkli, kötü boylanmış, az çok derecelenmeli, orta-kalın tabakalı, polijenik elemanlı, kumtaşına geçişli çakiltası.	

Şekil 2. İnceleme Alanının Stratiğrafik Sütun Kesiti (Ulu, 1994).

## HİDROJEOLOJİ

### Hidrojeoloji Birimleri

#### Geçirimli Birim (AG-1)

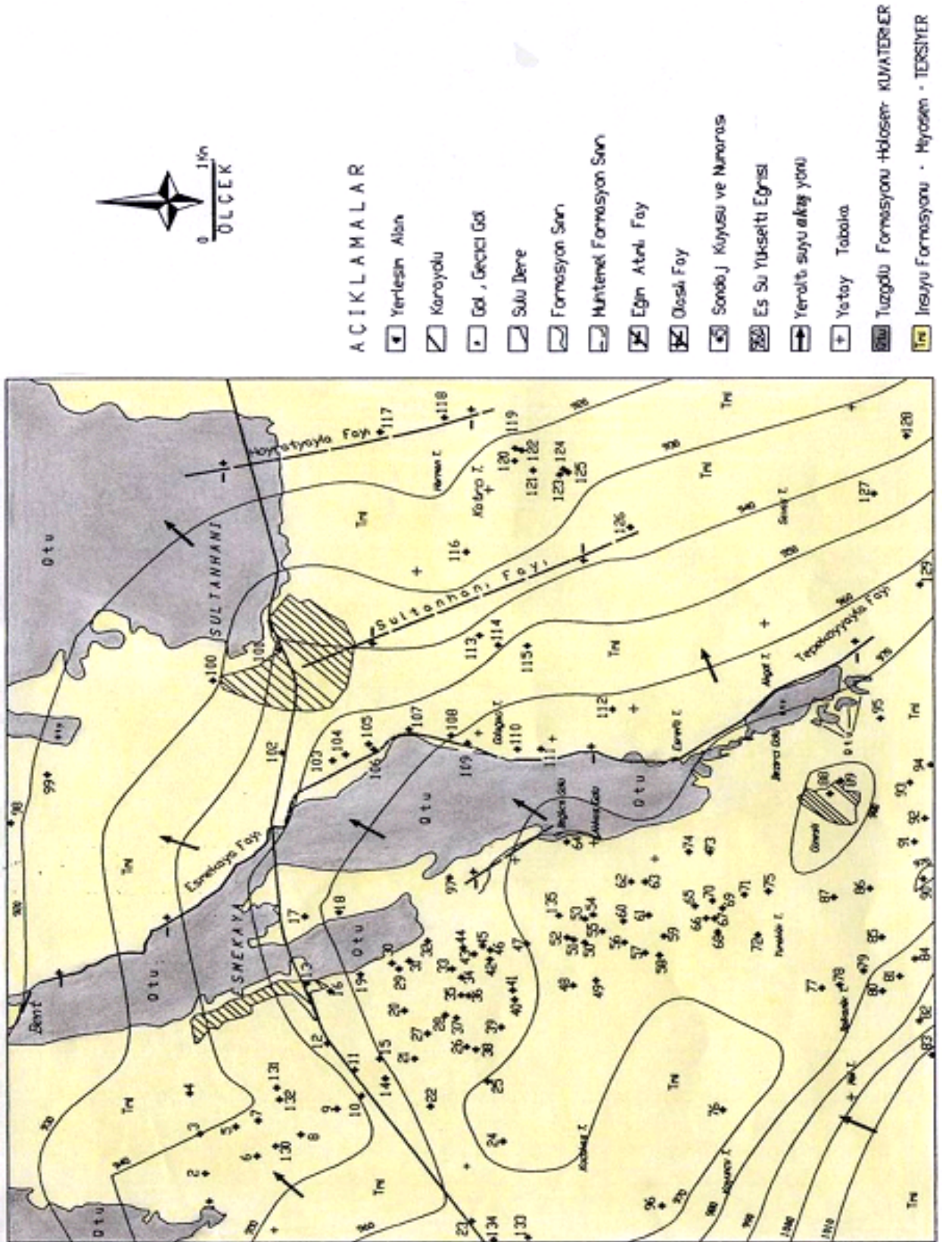
İnceleme alanında oldukça geniş alanlar kaplayan İnsuyu formasyonu (Tmi); içinde bulunan rijit özellikteki kireçtaşı, kumtaşı, marn, kumlu kireçtaşı, ve çakiltalarının bol kırıklı, çatlaklı olmaları, karbonatlı kayaçların yoğun karstlaşmaya uğraması, aynı zamanda inceleme alanında yer alan fayların etkisiyle ikincil gözenekliliğin artması nedeniyle birimin akifer olma özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Ancak birimin içinde yer yer yatay ve düşey yönde düzensiz yayılım sunan jips mercekli killer ile silttaşları geçirimsizliği olumsuz yönde etkilemektedirler. İnceleme alanında İnsuyu formasyonu içerisinde açılan sondaj kuyularının en düşük debisi 30 lt/sn'dir. Bu debi bazı kuyularda değer 80 lt/sn' ye ulaşmaktadır. Formasyona ait kireçtaşı ve çakiltası seviyeleri hazne kaya olabilme özelliğindedirler ve bu seviyelerden daha bol su alınabilmektedir.

#### Az Geçirimli Birim (AG-2)

Altta yer yer kumlu matriksli veya tane destekli az siltli kum ve çakıl ile başlayan birim, karbonat matriksli kum, silt ve karbonat, kiltası - kireçtaşı ardalanması ve en üste ise güncel evaporitler ile karbonatlı kil veya yumuşak kireç çökellerinden oluşan yatay ve düşey olarak düzensiz gidişler sunan bir istiflenme göstermektedir.

Tuzgölü formasyonu (Qtu) olarak tanımlanan bu birimde az siltli kum ve çakıllar ile kireçtaşları akifer kayayı oluştururken, yer yer görülen ve yüzeyde tuz kabukları oluşturan evaporitler ile karbonatlı kil, yumuşak kireç, karbonat matriksli kumlar ve kiltalarını geçirimsizdirler(Görür 1981). Çakıllar, tablamsı geometriyi yaygın halinde yer yer kumlu bir matriks ve matriksten arınmış tane destekli olup iyi boylanmış ve iyi yuvarlaklaşmışlardır. Bu nedenle akifer olabilme özelliği taşımaktadır.





Şekil 3. İnceleme Alanının Jeoloji ve Hidrojeoloji Haritası.

### Yeraltısuyu seviye haritası

İnceleme alanındaki sondaj kuyularında elektrikli seviye ölçüm aletiyle su seviyeleri belirlenerek kuyulara ait su kotları tespit edilmiştir. Bu değerler NetCAD bilgisayar programı yardımıyla alanın yeraltısuyu seviye haritası hazırlanmıştır. İnceleme alanında yeraltısuyu akım yönü güneybatıdan kuzeydoğuya doğrudur. Hidrolik eğim ise 0,004-0,027 arasında değişmektedir (Şekil 3).

### Suların Analiz Sonuçlarının Diyagramlarla Yorumu

#### Suların Sulama Suyu Özellikleri

İnceleme alanındaki suların sulama için uygun olup olmadıkları Wilcox ve ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramları ile tespit edilmiştir. ABD Tuzluluk Laboratuvarı diyagramında analiz sonuçları verilen 45 adet sudan 19 - 29 - 40 no'lu sular C<sub>4</sub> – S<sub>2</sub> sınıfında, diğer tüm sular C<sub>3</sub> – S<sub>1</sub> sınıfındadır. Buna göre C<sub>3</sub> – S<sub>1</sub> sınıfı sular fazla tuzlu, az sodyumlu sular olup bunlar drenaj yapılmadan bitkiler için kullanılamaz, kullanıldığı taktirde özel tuzluluk tedbirleri gerekmektedir. Sodyuma karşı duyarlı bitkiler haricinde tarımda alkalilik yaratma tehlikesi oldukça azdır. C<sub>4</sub> – S<sub>2</sub> sınıfındaki sular çok fazla tuzlu sular olup, normal şartlarda sulamaya uygun değildir. Tuzluluğa çok dayanıklı bitkilerin seçildiği, yıkama ihtiyacının da dikkate alındığı, drenajı ve geçirgenliği çok iyi olan topraklarda özel tuzluluk kontrol tedbirleri ile kullanılabilir. Ayrıca sodyum miktarına göre değerlendirildiğinde bu sular orta derecede sodyumlu olup, killi ve yüksek katyon değiştirme kabiliyetine sahip topraklarda, az yıkamada toprağı alkalileştirdiğinden geçirgenliği iyi olan organik topraklarda ve jipsli topraklarda sulamaya uygun olmaktadır. Wilcox diyagramına göre inceleme alanındaki sular sulama açısından değerlendirildiğinde 29 no'lu suyun "uygun olmayan", 19-28-32-38-40 no'lu suların "şüpheli –uygun olmayan",

41 no'lu suyun "çok iyi-iyi", diğer tüm suların ise "iyi-kullanılabilir" oldukları belirlenmiştir (Şahinci 1991).

#### Suların İçilebilirlik Özellikleri

İnceleme alanında yer alan suların içilebilirlik özellikleri Schoeller'in içilebilirlik diyagramına göre belirlenmiştir. Bu diyagramda sular sadece Na, Cl, SO<sub>4</sub> iyonlarının mg/lit değerleri ile sertlik ve EC değerlerine göre değerlendirilmiştir. Diyagrama göre inceleme alanındaki sular devamlı içilebilir sular olup bunların da büyük kısmı "iyi" ve "oldukça iyi" kaliteli (1. ve 2. kalite) sular sınıfına girmektedir.

#### Yarı Logaritmik Schoeller Diyagramı

İnceleme alanında yer alan suların, Schoeller diyagramlarında (Schoeller, 1962) yer alan analizlerin bazılarında iyonların sıralanışı aşağıda verilmiştir (Şekil 5-6).

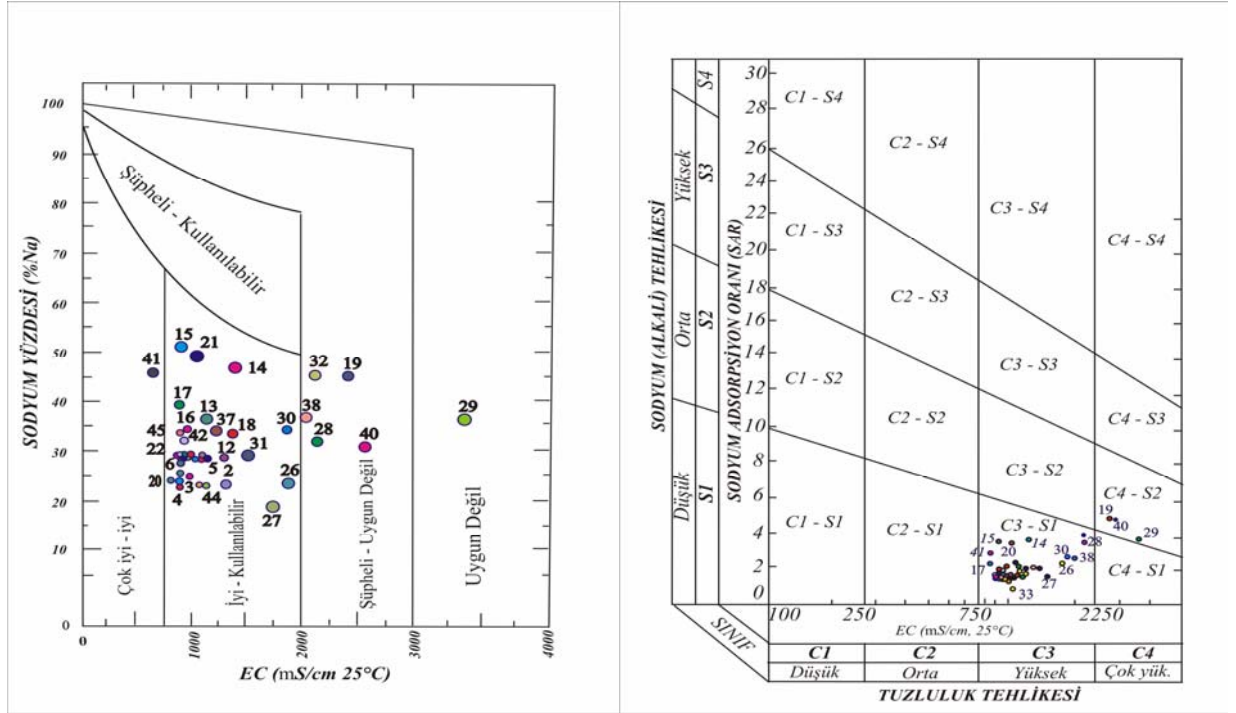
İnceleme alanındaki sularda anyon ve katyonları birleştiren doğrular incelendiğinde şekil 7'deki 5-14-15 no'lu analizler ve şekil 8'deki 16-17-19-21 no'lu analizler hariç anyon ve katyonları birleştiren doğruların yaklaşık olarak birbirlerine paralel oldukları görülür. Bu sebeple inceleme alanındaki diğer suların aynı akifere ait, oldukları söylenebilir.

#### Piper Diyagramı

İnceleme alanındaki suların %meq değerlerine göre çizilen diyagramlarda şekil 5'de bulunan 2-5-37 no'lu sular 9. bölgede yer alır ve bu bölgedeki sular iyonlarının hiçbirini %50'yi geçmeyen karışık bileşimli sulardır. Şekil 5'te yer alan diğer suların hepsi 5. bölgede yer almaktadırlar. Bu bölgedeki sular CaCO<sub>3</sub> ve MgCO<sub>3</sub>'lü sular olup karbonat sertliği %50'den fazla sular ve karbonat sertliği karbonat olmayan sertlikten büyüktür (Piper, 1944).

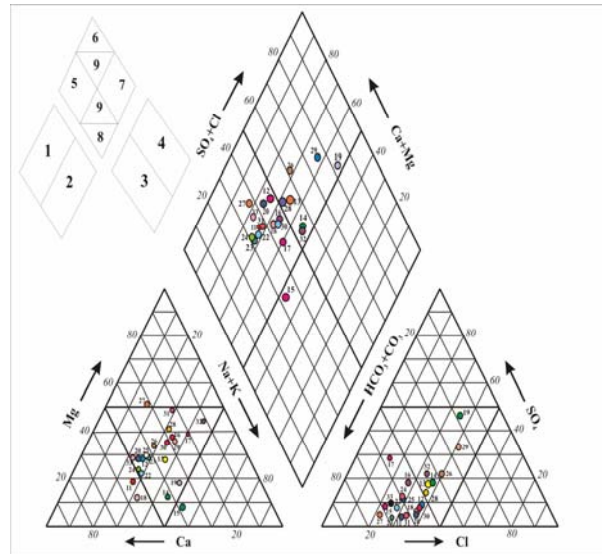
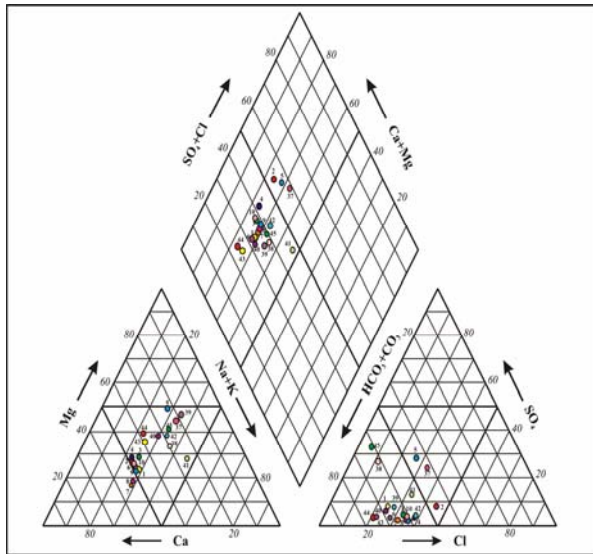
Şekil 8'da ise 13-14-15-19-26-28-29-32 nolu sular 9. bölgede yer almakta olup iyonlarının hiçbirini % 50'yi geçmeyen karışık bileşimli sulardır. Bu şekilde de diğer tüm sular 7. bölgedeki CaCO<sub>3</sub> ve MgCO<sub>3</sub>'lü sular ve bunların da karbonat sertlikleri karbonat olmayan sertlikten fazladır.



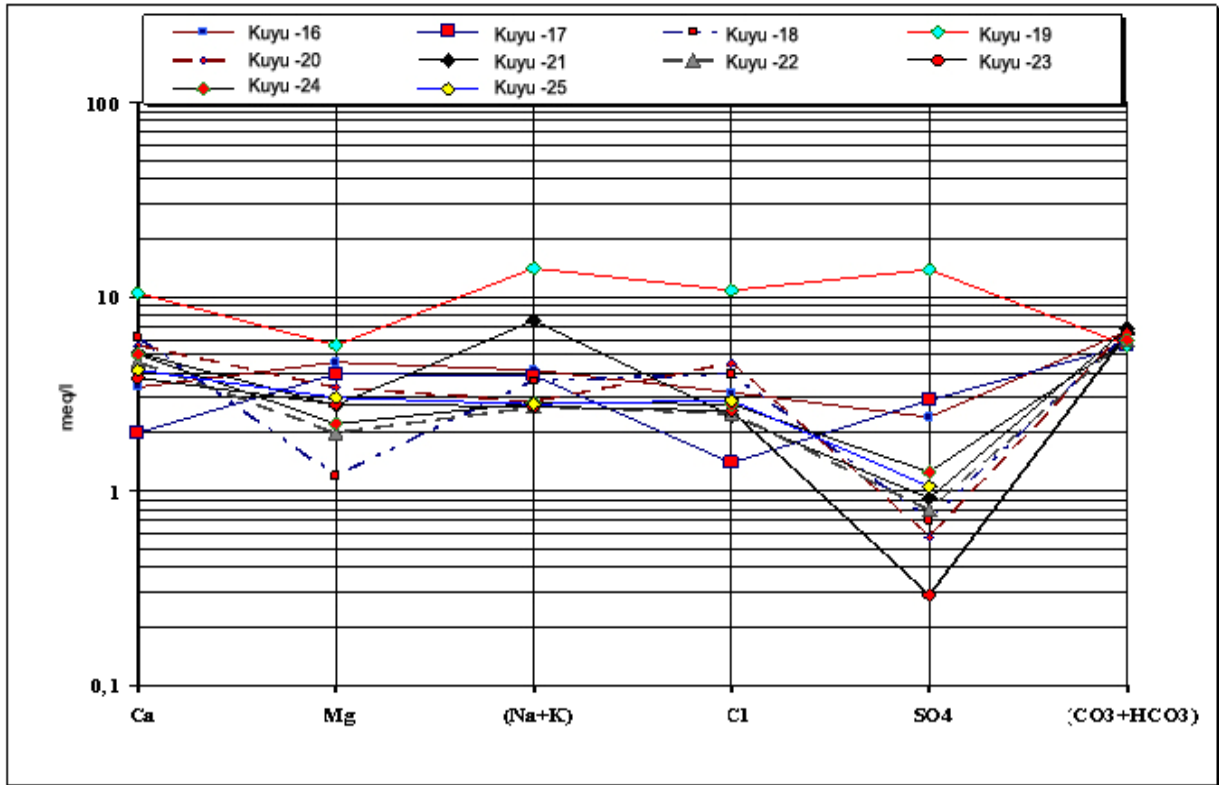
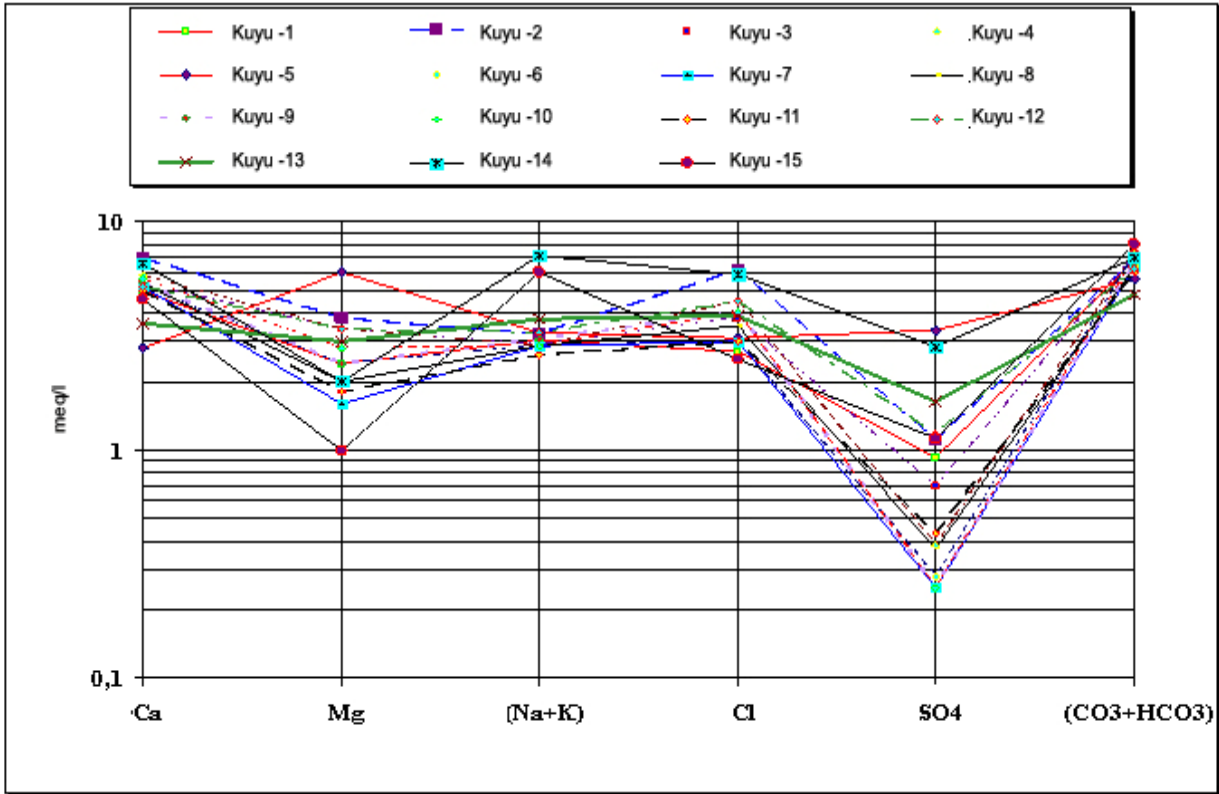


Şekil 4. İnceleme alanındaki suların sulama suyu özelliklerinin Wilcox ve ABD Tuzluluk laboratuvarı diyagramlarıyla gösterilmesi.

AnalizNo	Katyonlar (meq/lit)	Anyonlar (meq/lit)
2	Ca > Mg > (Na+K)	(HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub> ) > Cl > SO <sub>4</sub>
5	Mg > (Na+K) > Ca	(HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub> ) > SO <sub>4</sub> > Cl
14	(Na+K) > Ca > Mg	(HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub> ) > Cl > SO <sub>4</sub>
15	(Na+K) > Ca > Mg	(HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub> ) > Cl > SO <sub>4</sub>
16	Mg > (Na+K) > Ca	(HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub> ) > Cl > SO <sub>4</sub>
17	Ca > (Na+K) > Mg	(HCO <sub>3</sub> + CO <sub>3</sub> ) > Cl > SO <sub>4</sub>



Şekil 5. ve Şekil 6. İnceleme alanındaki suların analiz sonuçlarının Piper diyagramında gösterilmesi.



Şekil 7. ve Şekil 8. İnceleme alanındaki sulara ait Schoeller diyagramları.

## TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Tuz Gölü'nün 10 km kadar güneyinde bulunan inceleme alanındaki yeraltı sularında meydana gelen seviye düşümleri ve suların fiziko-kimyasal özelliklerinin tespitleri yapılmıştır.

İnceleme alanında yer alan yaklaşık 1500 derinkuyudan 200 kadarında kuyu topoğrafik rakımı ve statik seviyeleri tespit edilerek kuyulardaki su kotları bulunmuş ve inceleme alanına ait izohidrohips (eş su yükselti) haritası Netcad bilgisayar programı ile hazırlanmıştır.

Yeraltısuyunun hidrolik eğimi 0,027 – 0,004 arasında ve genel akış yönü de güneybatıdan kuzeydoğuya doğru olduğu tespit edilmiştir.

İnceleme alanındaki yeraltısuyu statik seviyesinin 2000 yılından 2004 yılına kadar ortalama olarak 4m düştüğü, bu düşümün 1975-2000 yılları arasındaki ortalama 25 yıllık düşümlere yakın olduğu tespit edilmiştir. 2006 yılındaki tespitlerde ise geçen 2 yıl zarfında su seviyelerinde ortalama 2-3 m daha düşüm olduğu tespit edilmiştir.

Yeraltısuyunun bu düşümü 10-15 yıl kadar önce inceleme alanında mevcut olan Eşmekaya Sazlığının ve çok sayıda kaynakların tamamen kurumasına yol açmıştır.

Bölgede yaşanan seviye düşümlerinin ve su rezervlerindeki azalmanın nedeni her geçen gün sayıları hızla artan sondaj kuyularından aşırı çekimle bilinçsizce salma sulama yapılmasıdır.

Yapılan hesaplara göre, inceleme alanındaki 1000 adet derinkuyudan her sulama sezonunda, ortalama olarak 340.000.000 m<sup>3</sup> yeraltısuyu fazladan çekilerek tüketildiği tespit edilmiştir.

Bu miktarda su ile günümüzde sulanan alanın 8 katı kadar daha tarım alanının sulanabilmesinin mümkün olacağı belirlenmiştir.

Su seviyesinin düşmesi zamanla, yeni boruların ilave edilmesine, pompa değişimlerine veya yeniden daha derin kuyuların açılmasına yol açmaktadır. Daha derinden yapılan çekimler bir süre sonra diğer kuyuları askıda bırakmaktadır. Böylece sürekli daha derin kuyulara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yeraltı sularının korunması amacıyla tarımsal sulama projelerinin ivedilikle

uygulamaya sokulması gerekmektedir. Ancak bu projeler havza bazında yapılacak makro planlamalar kapsamında ele alınmalıdır. Bu planlamalarda havza bazında sondaj kuyularının maksimum derinliklerinin, çekilebilecek maksimum su miktarının, akifer karakteristiklerinin ve kullanılacak pompaların özelliklerinin belirlenmesi, bu verilere göre de sulama kriterlerinin açığa çıkartılması önemlidir.

Çiftçimizin su kullanımı konusunda tonaj uygulamasına geçilmesi, derinkuyulara sayaç takılarak kaçak kuyuların kontrol altına alınması suyun verimli kullanımı için zorlayıcı bir faktör olacaktır.

Bu konuda yapılacak bilinçlendirme kampanyaları yanında yapısal ve idari bazı düzenlemeler de gerekmektedir. Mevcut yasalar ile bugün kaçak olarak açılan sondaj kuyularına ve bu kuyularda ihtiyaçtan daha çok su çekilmesine müdahale edilememektedir.

Ülkemiz su kaynaklarının sorunlarının çözülebilmesi ve korunması, gelecek kuşakların içme ve kullanma suyu ihtiyacının organize ve tekniğe uygun olarak planlı bir şekilde temini, ancak yetki ve denetimin tek elde toplanmasıyla mümkün olabilecektir. Günümüzde su konusunda çalışan yetkili ve etkisiz pek çok kurum ve kuruluş bulunmakta fakat sorunların çözümü konusunda hiçbirisi tek başına ya da beraber yeterli olamamaktadır.

Ülkemizin ve çocuklarımızın geleceği için, kaçak olarak açılmış olan ve sayısının ülke genelinde 1 milyonun üzerinde olduğu söylenen derin kuyuların kayıt altına alınabileceği, tekniğine uygun derin kuyu açımını ve ihtiyaca göre su kullanımını sağlayacak, kaçak derinkuyu açımının ve aşırı su çekimin önüne geçebilecek, havzalarımızın beslenmesi ve su potansiyeli ile dengeli bir kullanım sağlayacak yeni bir yasanın en kısa sürede çıkartılması gerekmektedir.

### Katkı Belirtme

Bu yayının arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde destek ve yardımlarını esirgemeyen Eşmekaya Belediye Başkanı Mehmet ÖZTÜRK ve Başkan vekili H.Hüseyin AYGÜN ' e teşekkür ederiz.

**KAYNAKLAR**

- BAYARI, S., 2005 ÖZYURT,N., KILANI, S., 2005, Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyunda Karbon-14 Yaş Dağılımı, Bildiriler Kitabı, 2. Hidrojeolojide İzotop Teknikleri Sempozyumu, 26-30 Eylül 2005, Gümüşdüz İzmir, DSİ TAKK DairesiYayını, s.147.168
- BAYARI, C.S., ÖZYURT N.N. ve KILANI, S., 2004, Konya Gölü'nden Konya Çölü'ne : Karbon-14 Yaşları Işığında Konya Kapalı Havzası Yeraltısuyu Rezervinin Geleceği, 1. Yeraltısuları Ulusal Sempozyumu, 23-24 Aralık 2004 Selçuk Üniversitesi – Konya, Bildiriler Kitabı KHZ Genel Müdürlüğü Ankara, s. 19-28
- DE MARTONNE, E., 1942. France Physique. Géographie Universelle. Tome VI: Armand Colin, Paris, 463 p.
- EROL, O. 1969, Tuz Gölü Havzasının Jeolojisi ve Jeomorfolojisi. MTA Rapor No:4220. Ankara.
- EROSKAY, O. ve UZ, N.Ö.1981, Yeraltısuyu Kuyu Verilerinin Değerlendirilmesi. İ.Ü., Yayın No: 5. İstanbul.
- GÖÇMEZ, G., 1994, Aksaray Sıcak ve Mineralli Su Kaynaklarının Hidrojeoloji İncelemesi., Doktora Tezi., S.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeolojisi Böl., Konya.
- GÖRÜR, N., 1981, Tuz Gölü Havzasının Stratigrafik Analizi. TJK 35.Bilimsel ve Teknik Kurultayı, İç Anadolu Jeolojisi sempozyumu, s.60-65. Ankara
- PİPER.A.M. 1994 A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. trans. Amer. Geophys. Union, 25,pp. 914-923.
- SCHOELLER, H. 1962. Les Eaux Souterraines. Mason et.Cie, Paris
- ŞAHİNCİ, A., 1991, Doğal Suların Jeokimyası. Reform Matbaası, İzmir.
- ULU, Ü. ve diğ., 1994, Güneybatı İç Anadolu'nun Mesozoyik-Erken Tersiyer stratigrafisi ve yapısal evrimi. TJK Bült., Sayı 9, 171-182 s., Ankara.
- ULU, Ü. ve diğ., 1994, İç Anadolu güneyindeki Tersiyer-Kuvaterner volkanizması. TJK B., Sayı 9, 33-47 s., Ankara.
- ULU, Ü. ve diğ., 1994, Konya-Karapınar-Sultaniye ovası grabeni ve civarının jeolojisi ve tuzlu su seviyelerinin Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tuzu açısından değerlendirilmesi. TJK Bült., Sayı 9, 304-320 s., Ankara.
- UYGUN, A. ve diğ.,1981, Tuzgölü Havzası Projesi. MTA Der. Rap. No:1200. Ankara.