

## Fethiye Özel Çevre Koruma Alanı Kara Sularının Kalite Değeriendîrimi\*

### *Quality Evaluation of Fethiye Special Environmental Protection Area Waters*

M. Zeki ÇAMUR, Lüffi SÜZEN,, \edat DOYURAN  
Orta. Doğu Te'knik Üniversitesi Jeoloji Müh. Böl, 06531 Ankara

#### ÖZ

Fethiye ilçesi ve civarında 266 km<sup>2</sup> kara ve 23 km<sup>2</sup> deniz alanını kaplayan özel çevre koruma alanında başlıca Fethiye, Göcek, inlice ve Kavaköy ovaları yer almaktadır. Alandaki yüzey (akarsu ve Koca Göl) ve yeraltısulan Çevre Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı desteği ile yürütülen proje kapsamında, incelenmiş ve suların hidrokimyasal özellikleri pH, TÇK, EC, Na, K, Ca» Mg, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>3</sub>, S ( \ Cl, NÖ<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub> parametreleri 'kullanılarak belirlenmiştir., Belirlenen parametreler- ve bu parametrelerden kıtaici su kaynaklan ve sulama suyu kalite: limitleri kullanılarak elde. edilen, suların kalite sınıfları coğrafi bilgi sistemi ortamına, aktarılarak TNT-MIPS yazılım paketi ile yorumlanmıştır.,

Çalışma, sonuçlarına göre,, alanın yeraltısuları Mg/Ca/kaesık-HCCVlı sular olup» ilişkide buldukları litolojik birimlerin kimyasal içeriğini, yansıtmaktadır. Kıtaici su kaynaklan TÇK<sub>s</sub>, Cl, N-NO<sub>3</sub> ve SO<sub>4</sub> limitlerine göre yüksek, kaliteli veya az. kirlenmiş yeraltısuyu içeren alan, sulama, suyu SAR, %Na, Cl ve SÖ<sub>4</sub> limitlerine göre çok. iyi veya iyi kalitede, EC ve NCh limitlerine göre ise, iyi veya, kullanılabilir kalitede su içermektedir. Kıtaici su kaynaklan ve sulama, suyu. kalite sınıflandırma parametrelerinin kendi içerisinde tümünün eşit ağırlıklı, değerlendirilmesi ile alan için yeraltısuyu kalite haritaları oluşturulmuştur. Bu haritalara göre,, yeraltısulanın kıtaici su kaynakları kalite sınıflamasına, göre 4-16 ölçeğinde 4, 5 ve 6 indekslerine girdiği ve sulama, suyu kalite sınıflamasına göre ise, 6-30 ölçeğinde 7, 8, 9, 10 ve 12 indekslerine girdiği belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, alan yeraltısulanın ölçülen parametreler çerçevesinde kaliteli sular' olduğu sonucuna varılmıştır. Alan. içerisinde yer alan Koca Görün suyu ise özellikle Cl, SO<sub>4</sub> ve Na iyonlarına göre kirlenmiş sudur., Doğal kirliliğin kaynağı göl suyunu karışan, deniz suyu. ve göl civarındaki sülfatça zengin mineralli sulardır.. Korama bölgesi yeraltısularında herhangi bir<sup>1</sup> kirlilik belirlenmemiş, olmasına karşın., alanda kirlilik oluşturabilecek başlıca, noktasal potansiyel kirlilik kaynakları olarak çöp döküm alanları, Eti Holding krom işletme tesisleri, gübre deposu ve 'krom ve manganez ocaktan belirlenmiştir.,

Anahtar- Sözcükler: Çevre Koruma Alanı Fethiye, Su Kalitesi

#### ABSTRACT

*The special environmental protection area,,, covering 266 km area on Umd and 23 km. area- on sea in and around Fethiye, includes Fethiye., Göcek, İnlice and Kayaköy plains: Surface and groundwaters in the area have been investigated and- kydrochemical characteristics of waters were determined using pH, TDK, EC, Na, K<sub>s</sub> Ca» Mg, HCO<sub>3</sub>., CO<sub>3</sub>?, SO<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub> parameters in a project supported by the Special Environmental Protection Agency of Turkey. These parameters and the quality classes of waters» which were calculated using both irrigation water limits and spring water limits, were evaluated in GIS environment through TNT-MIPS software.*

Groundwaters in the area are **Mg/Ca/Mixed-HCOs** type that reflects the chemical interactions between groundwaters and litological units.. According to spring' water **TDS, Cl, N-NO\*** and **SO4** limits, groundwaters are high quality or little contaminated, according to irrigation water **SAR, %Na, Ci** and **SO4** limits groundwaters are high or good quality' and according to irrigation water **EC** and **Nos** limits groundwaters are good or medium-quality,. Two water quality maps were prepared for the area using ail spring water and all irrigation water parameters, separately, assigning' the\*, same weight. The quality map of spring water classification suggests that the area includes quality indexes of 4, 5, and 6 in the range of 4 to 16. The quality map of irrigation water classification suggests **that** the area includes quality indexes of 7, 8, 9, 1ft **and** 1.2 in the range of 6 to 30. As a result of these applications, it has been concluded that groundwaters in the area are of good quality in terms of the measured parameters.. Koca **Göl** lake water in on **the** other hand, is contaminated- by **Cl, SO\*** ve **Na** ions. Natural sources of contamination are the sea water that mixes with **the** lake water and the mineral waters rich in **SO\*** present in vicinity of the lake. Although **no pollution** has been detected in the groundwaters, there are potential point contamination sources in the area.. These are waste disposal sites of the **munidpaltities**, **Eti Holding chromium processing plant**, a fertilizer warehouse., and chromium and manganeze mineralizations in **the** region..

**Keywords;** Environmental Protection Area,,, Fethiye, **water quality**

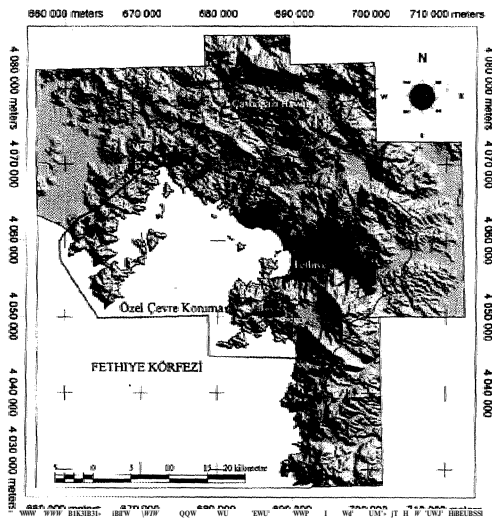
## Giriş

Fethiye ilçesi'ne civarında 266 .km<sup>2</sup> kara ve 23 km<sup>2</sup> deniz alanını kaplayan özel çevre koruma (ÖÇK) alanında başlıca Fethiye, Göcek, İnlice ve Kayaköy ovaları yer almaktadır (Şekil 1). Su toplama, havzasında yer alan akarsulardan sadece Çayboğazı dere sürekli akışa sahip olup yıllık ortalama debisi 4.5 m<sup>3</sup> dolayındadır. Fethiye ovası güneyinde yer alan Karapınar kartik kaynağının debisi ise 1.5

m<sup>3</sup>/sn civarındadır.. Alüvyon, birikinti koni. çekelleri, yamaç molozu, karbonatlı kayalar, klasikler, volkanitler ve peridotit olmak üzere koruma bölgesinde yedi hidrojeolojik birim mevcuttur. Bölgenin en önemli, akiferini içeren Fethiye ovası kuzeyde peridotitler, güneyde ise karbonatlı kayalarla sınırlanmıştır., Nisbeten küçük İnlice ve Göcek ovaları da peridotit ve karbonatlı kayalar tarafından çevrilmiştir. Kayaköy ovası ise karstik çöküntü, havzası niteliğindedir. Su toplama havzasında yer alan akarsulardan sadece Çayboğazı dere sürekli, akışa sahip olup yıllık ortalama debisi 4.5 m<sup>3</sup>/S dolayındadır.

Fethiye ve civarındaki suların kimya ve kalitesine yönelik geçmişteki çalışmalar, DSİ tarafından açılan kuyuların açıldıktan sonraki bir defaya mahsus analizi ile sınırlıdır. Bu analizlerin 1975 ve 1976 yılları arasında açılan kuyulara ait 20 adeti genel hidrojeolojik çalışmalarında Tansuğ ve Öztunah (1977) tarafından rapor edilmiştir.

Bu araştırmanın amacı özel çevre koruma alanı içerisinde kalan, ovalardaki suların kalitesini lara içi su kaynakları ve sulama suyu niteliklerine göre değerlendirmektir. Söz konusu değerlendirmede klasik yaklaşıma ek olarak, TNT-MIPS yazılım paketi kullanılarak, coğrafi bilgi sistemi ortamından da yararlanılmıştır.,



Şekil I: Fethiye Özel Çevre Koruma Alanının lokasyon haritası.

**Figure 1:** Location map of Fethiye Special protection Area.

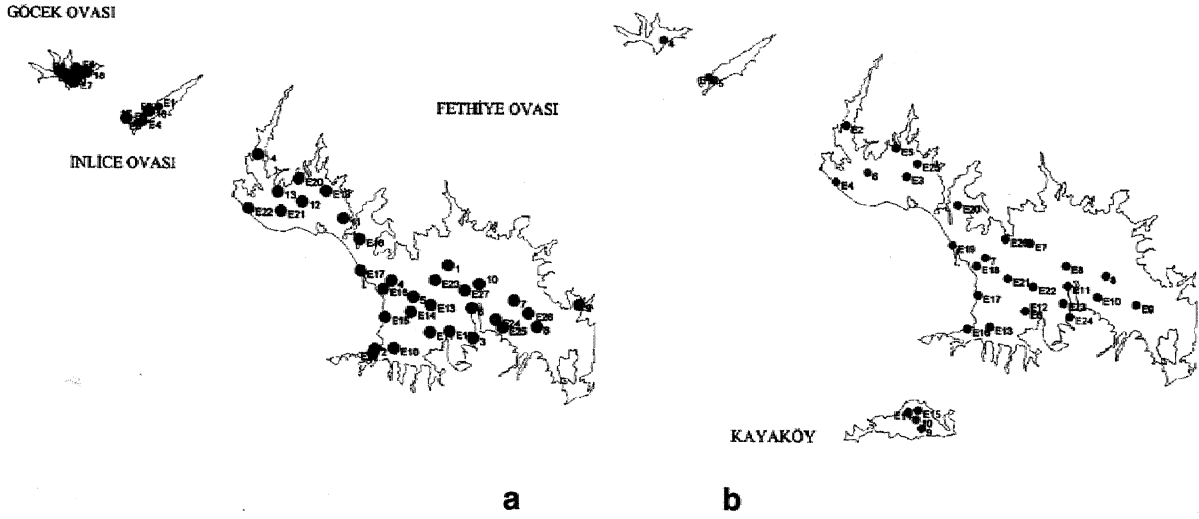
**Çizelge 1: Etüd edilen suların sahada ölçülen parametreleri. (Ovalardaki lokasyon dağılımı için Şekil 2'ye bakınız. D: derinlik).**

**Figure 1: Insitu measured parameters of waters in the study area.. (See Fig: 2 for location of points. D; Depth).**

Etüd No	D (m)	T°C	EC µS/cm	TÇK mg/l	PH	Etüd No	D (m)	T°C	EC µS/cm	TÇK mg/l	PH
<b>Fethiye Ovası Şubat 99</b>						<b>Fethiye Ovası Eylül 99</b>					
1	65	20	574	287	8.15	6	60	21.4	493	246	7.94
2	93	20	786	393	7.51	7	9	23.6	778	389	7.57
3	-	20.5	547	274	7.61	8	70	23	429	215	8.13
4	7	19	837	420	7.60	E2	-	22.3	381	189	8.51
5	23	20	605	302	7.61	E3	7	22.6	537	269	7.59
6	40	16.5	423	211	7.91	E4	75	19.4	446	222	8.02
7	70	17	450	224	8.11	E5	44	21.5	525	262	8.11
8	75	17.2	507	253	7.92	E6	20	22.4	515	258	7.82
10	70	20	557	278	8.03	E7	37	23	647	324	8.10
11	30	21	525	260	7.91	E8	60	22	552	276	7.95
12	6	19	625	312	7.56	E9	75	19.5	440	220	7.86
13	60	19.5	582	290	8.00	E10	85	21.7	545	272	7.76
14	-	15	408	204	8.30	E11	35	22.3	528	263	7.87
E10	?	12	728	363	7.40	E12	18	22.3	611	306	7.64
E11	18	16	645	323	7.58	E13	45	22.4	675	337	7.77
E12	12	17	569	285	7.45	E16	93	21.0	709	354	7.46
E13	13	17	536	267	7.65	E17	99	22.2	569	284	7.92
E14	10	18	663	332	7.80	E18	60	21.2	586	293	8.13
E15	99	18	603	301	7.99	E19	30	22.2	553	276	8.03
E16	60	10.8	586	293	7.46	E20	9	22.0	595	297	7.81
E17	30	14.5	564	281	8.04	E21	?	20.8	586	293	7.67
E18	3	17.5	671	335	7.58	E22	11	21.7	575	288	7.75
E19	20	18.5	723	361	7.80	E23	9.5	21.0	500	250	7.69
E20	35	17	578	288	7.66	E24	-	21.0	534	267	7.58
E21	6.5	17.5	632	316	7.67	E25	20	22.0	731	366	7.74
E22	75	16	443	221	8.02	E26	25	23.4	561	281	7.97
E23	60	18.5	546	273	7.97	<b>Kayaköy Ovası Eylül, 99</b>					
E24	?	17.4	480	240	7.82	9	64	23.5	796	397	7.13
E25	60	17.7	564	282	7.64	10	72	20.0	954	475	7.16
E26	63	18	556	277	8.00	E14	70	20.1	1060	537	7.14
E27	65	17	489	244	8.11	E15	62	20.3	953	477	7.03
E28	20	14	880	438	7.36	<b>Fethiye Yüzey Sulama Eylül, 99</b>					
<b>Fethiye Yüzey Sulama Şubat, 99</b>						E27	-	13.2	339	169	7.92
9	-	14	372	185	8.20	E28	-	16.5	322	160	8.28
<b>İnlice Ovası Şubat, 99</b>						<b>İnlice Ovası Eylül, 99</b>					
16	16	18	645	322	7.36	5	-	21.2	636	318	7.53
17	6	16	688	344	7.60	E1	21.5	6.5	627	314	7.60
E1	24	18	910	453	7.51	<b>Göcek Ovası Eylül, 99</b>					
E2	6	18.5	713	356	7.44	4	39	19.5	866	433	7.22
E3	6	19	639	319	7.58	<b>Koca Göl Eylül, 99</b>					
E4	6	18.5	809	404	7.48	1	0.50	26.8	7020	3500	8.41
E5	40	18	543	271	7.61	2	0.50	27.0	6870	3420	8.48
<b>Göcek Ovası Şubat, 99</b>						3	0.50	28.5	7860	3930	8.20
18	55	19	697	348	7.16	G1	0.50	30.6	7420	3680	7.90
19	16	19	788	393	7.25	G2	0.50	28.6	6920	3450	8.26
20	6	18.8	960	482	7.14	G3	1.50	28.5	6720	3350	8.51
E6	36	19.5	711	355	7.22	G4	0.50	28.3	6700	3320	8.48
E7	35	18	825	413	7.51	G5	21.5	27.0	6750	3370	8.36
E8	?	17.2	881	440	7.53	G6	0.50	27.7	7190	3590	8.44
E9	32	18	813	405	7.26	G7	0.50	28.5	8000	3900	8.12
<b>Koca Göl Şubat, 99</b>						G8	0.50	28.3	8200	4100	8.09
15	kıyı	13	5250	2650	7.87						

Çizelge 2: Örneklenen suların kimyasal analizleri (mg/l). Ömek lokasyonları için Şekil 2'ye bakınız.  
Table 2: Result of chemical analysis of water samples (See Fig. 2 for location of samples).

Etüd No	Ca	Mg	Na	K	HCO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>
<b>ŞUBAT, 1999</b>										
<b>Fethiye Ovası</b>										
1	12.8	74.84	24.0	3.0	457.52	0	0.0	34.0	26.52	0.0
2	51.2	44.23	86.0	1.0	520.16	0	14.0	25.0	8.84	0.0
3	36.8	48.6	20.0	1.0	421.34	0	28.0	3.9	8.4	0.0
4	32.8	84.56	56.0	2.0	622.22	0	41.0	8.7	39.78	0.0
5	43.2	51.52	23.0	3.0	467.51	0	8.0	7.5	24.31	0.0
6	25.6	43.25	24.0	3.0	348.98	0	5.0	5.7	2.21	1.64
7	21.6	50.06	18.0	0.0	358.83	0	15.0	1.5	7.96	0.0
8	24.0	63.67	17.0	1.0	411.48	0	22.0	1.9	8.4	0.037
10	28.0	62.21	24.0	1.0	401.63	0	17.0	1.6	28.73	0.073
11	13.6	71.44	21.0	0.0	473.99	0	8.0	1.9	8.84	0.024
12	48.0	60.75	23.0	1.0	510.17	0	17.0	1.5	16.35	0.012
13	28.0	65.61	17.0	1.0	549.72	0	3.0	1.3	2.65	0.012
14	42.4	37.91	15.0	1.0	418.1	0	0.0	2.1	0.44	0.049
<b>Fethiye Yüzey Sulama</b>										
9	62.4	30.13	18.0	1.0	375.17	0	14.0	3.4	1.77	0.049
<b>İnlice Ovası</b>										
16	108.0	51.03	39.0	2.0	562.82	0	18.0	23.8	1.33	0.024
17	33.6	75.33	73.0	3.0	691.34	0	1.0	3.5	6.19	0.037
<b>Göcek Ovası</b>										
18	116.0	26.73	54.0	1.0	576.05	0	24.0	4.3	2.65	0.0
19	104.8	62.69	70.0	2.0	839.43	0	31.0	2.2	9.28	0.024
20	105.6	76.79	73.0	4.0	750.47	0	32.0	2.7	19.89	0.0
<b>Koca Göl</b>										
15	84.8	94.28	94.0	42.0	355.59	0	345	27.0	0.44	0.11
<b>EYLÜL, 1999</b>										
<b>Fethiye Ovası</b>										
6	27.20	68.53	8.0	1.0	353.57	0.0	7.0	9.0	1.77	0.064
7	36.80	81.89	23.0	3.0	353.57	0.0	33.0	21.0	15.91	0.0
8	20.32	48.41	8.0	0.0	201.17	0.0	14.0	7.5	5.30	0.0
<b>Kayaköy Ovası</b>										
9	112.0	39.85	19.0	6.0	438.92	0.0	0.0	16.2	10.17	0.013
10	104.0	51.27	30.0	12.0	365.76	0.0	30.0	26.5	19.01	0.219
<b>İnlice Ovası</b>										
5	61.60	47.63	11.0	1.0	384.05	0.0	2.0	8.5	0.0	0.0
<b>Göcek Ovası</b>										
4	94.40	54.43	25.0	1.0	426.73	0.0	28.0	19.0	7.07	0.0
<b>Koca Göl</b>										
1	102.72	146.58	1080	45.0	219.46	0.0	350	1890	0.44	0.090
2	155.60	156.98	1150	46.0	254.82	0.0	400	2250	6.19	0.284
3	108.80	165.97	1160	50.0	243.84	0.0	370	2225	3.98	0.039



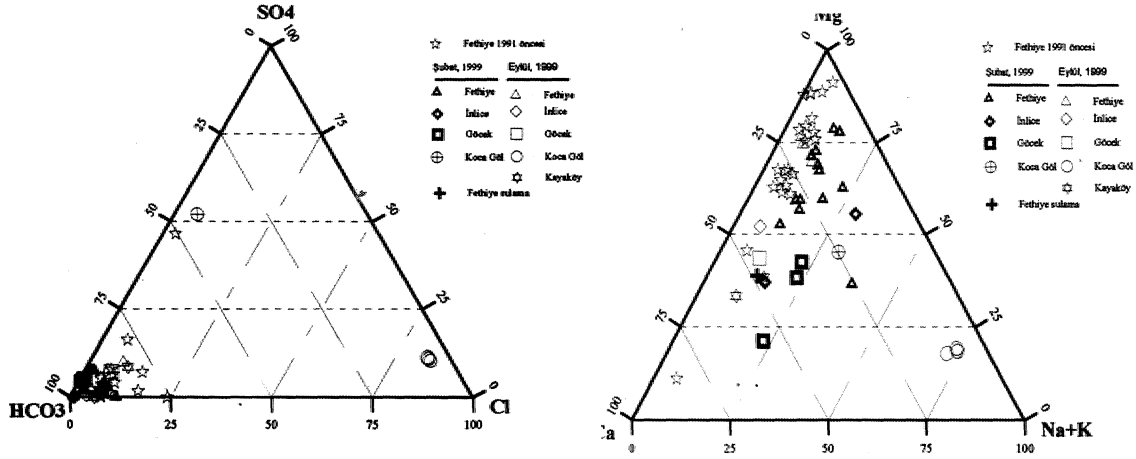
Şekil 2: Etüd edilen suların, lokasyon yayılımı. (a) Şubat, 1999,. (b) Eylül, 1999  
 Figure 2: Location of measured water points (a) Feb 1999. (b) Sept 1999

#### Yöntem

Suların kalitesini belirlemek amacıyla 1999 yılında yürütülen saha çalışmalarında, Şubat ayında 45 ve Eylül ayında da 45 olmak üzere toplam 90 noktada etüd yapılmıştır. Etüd kuyu, lokasyonlan ovalardaki akiferin alansal ve derinliğe göre değişimi, göz önünde tutularak mevcut kam« ve şahıs kuyuları değerlendirilerek belirlenmiştir. Saka çalışmaları sırasında Şubat ve Eylül aylarında etüdü yapılan, noktaların dağılımları Şekil 2 "de ve bu etüd noktalarındaki su örneklerinden sahada ölçülen, T (sıcaklık), pH, EC (elektriksel iletkenlik) ve TÇK (toplam, çözünmüş madde) değerleri Çizelge 1'de listelenmiştir. Suların kimyasal içeriğini, belirlemek amacıyla Şubat ayında (16 adet kuyu, 1 adet kaynak, 1 adet dere», 1 adet göl ve 1 adet yüzey sulama) ve Eylül ayında (7 adet kuyu ve 3 adet göl) toplanan su örneklerinin. Ca, Mg, Na, K, HCCâ, CC\ SOs O, N Q İ ve NBb değerleri Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Su Kimyası Laboratuvarı'nda belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 2" de verilmiştir. Eylül ayı su kimyasına yönelik, etüdü daha çok yağışlı mevsim, ile kuru mevsim, arasında olabilecek olası farklılıkları ortaya koymak için yapıldığından, bu etüdüde kimyasal analizi yapılan örnek sayısı az tutulmuştur.

#### Sı, Kimyası

Kasyon ve anyon, konsantrasyonlarının, kendi içerisindeki yüzde dağılımlarına göre, Fethiye ovasındaki suların hemen hepsi Mg-HCCb tipindedir (Şekil 3). Bu genel dağılımdan farklı olarak, 93 metre derinlikteki kuyudan alınan su örneği ve Eşen Çay'dan gelen ana. kanaldaki Fethiye yüzey sulama suyundan alınan, su örneği kasyon içeriği bakımından karışık sular sınıfına girmektedir. Şubat ayı verilerine göre, Fethiye ovası sularındaki kalsiyum., magnezyum, sodyum., bikarbonat, sülfat ve klorür iyonları konsantrasyonlarının ortalama değerleri ve ortalama değerden sapmalar sırasıyla  $31.4 \pm 10$ ,  $58.4 \pm 11$ ,  $28.3 \pm 13$ ,  $14 \pm 0.8$ ,  $458 \pm 60$ ,  $13.7 \pm 8.9$  ve  $7.4 \pm 7$  mg/l dir (Çizelge 2), Bikarbonat; sodyum ve klorür dışındaki iyonların Eylül ayında ölçülen konsantrasyonları Şubat ayı verilerine yakındır. Eylül ayı sodyum, ve bikarbonat konsantrasyonları Şubat ayındaküere göre nisbeten daha. düşük iken, klorür konsantrasyonları daha yüksektir. Ova yeraltısularında göreceli olarak yüksek miktarlarda bulunan ve kuzeye doğru. artış gösteren magnezyum iyonu muhtemelen, ovanın kuzeyinde yüzeylenen peridotit içerisindeki, magnezyumca zengin minerallerin ayrışmasından kaynaklanmaktadır. Ova su toplama havzasında yaygın olarak bulunan karbonatlı birimler de, sulardaki kalsiyum ve bikarbonat konsantrasyonları için



Şekil 3: Koruma alanı sularındaki anyon ve katyon konsantrasyonlarının kendi içindeki yüzde dağılımlarının üçgen diyagramdaki görünümü.

Figure 3: Triangular diagram showing percentage of ion concentrations of waters.

muhtemel kaynaklardır. Bazı so. örneklerinde (Şubat ayı etüd no.: 2 ve 4) gözlemlenen nisbeten yüksek sodyum miktarını alüvyon-su katyon, değişim, tepkimeleri ile açıklamak mümkündür. Yağışlı Şubat ayında sular nisbeten seyrettik olduğundan sedimanlardaki sodyum suya geçmiştir.

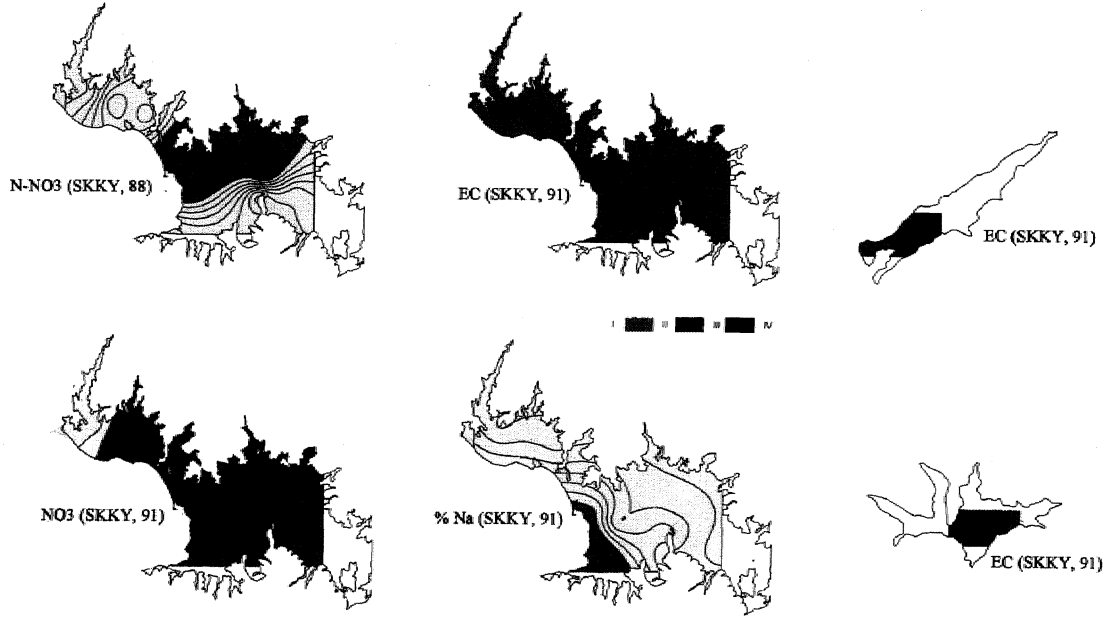
İnlice ovası yeraltısulan Mg/Kanşık-HCO<sub>3</sub> sınıfındadır. Kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, bikarbonat, sülfat ve klorür konsantrasyonlarının İnlice ovasından Şubat ayında alınan iki kuyu suyu örneğindeki ortalama değerleri ve ortalama, değerden sapmalar sırasıyla 70.8±37, 63.2±12, 56±17, 2.5±0.5, 627±64, 9.5±8.5, 13.7±10 mg/l dir, Sodyum ve bikarbonat dışındaki iyonların Eylül ayında ölçülen konsantrasyonları Şubat ayı verilerine yakındır,. Eylül ayı sodyum ve bikarbonat konsantrasyonları Şubat ayındakilere göre nisbeten daha düşüktür. İnlice ovasındaki yeraltısularında ortalama kalsiyum miktarının magnezyum miktarından çok olması ve katyon, içeriği bakımından karışık sular sınıfına girmesi, muhtemelen, ova. su. toplama havzasındaki kalkerli birimlerin yaygınlığına ve katyon değişim, tepkimelerine bağlıdır.

Göcek ovası yeraltısulan Ca/Karışık-HCO<sub>3</sub> sınıfında sulardır. Göcek. ovasından. Şubat ayında alınan üç kuyu suyu örneğindeki kalsiyum, magnezyum,, sodyum, potasyum, bikarbonat» sülfat ve klorür iyonları ortalama değerleri ve ortalama değer-

den sapmalar sırasıyla 108.±4.8,-55.4±19, 65.7±7.8, 2.3±1.1, 722±97, 29±3.3, 3.1±0.8 mg/l dir., Sodyum,, bikarbonat ve klorür dışındaki iyonların. Eylül, ayında ölçülen konsantrasyonları Şubat: ayı verilerine yakındır. Eylül, ayı sodyum ve bikarbonat konsantrasyonları Şubat ayındakilere göre: daha düşük iken, klorür konsantrasyonu daha yüksektir. Yeraltısularındaki nisbeten yüksek kalsiyum ve bikarbonat: konsantrasyonları muhtemelen ovayı çevreleyen kalkerli birimlerin ayrışmasına bağlanabilir.

Kayaköy ovası yeraltısulan Ca/karışık-HCO<sub>3</sub> sınıfında sulardır. Ovasından Eylül ayında alınan iki kuyu suyu örneğindeki kalsiyum,, magnezyum, sodyum, potasyum,, bikarbonat,, sülfat ve klorür iyonları ortalama, değerleri ve ortalama değerden sapmalar sırasıyla 108.±4, 45.6±6, 25±6, 6±6, 402±36, 15±15, 21.5±5 mg/l dir. Ova yeraltısulandaki nisbeten yüksek kalsiyum ve bikarbonat konsantrasyonları ovayı çevreleyen kalkerli birimlerin ayrışması ile ilişkilidir.

Bu genel dağılımdan farklı olarak Şubat ayında Dalaman'daki Koca Görün kıyısından alınan su kanşık-SCVlı su sınıfında kimyasal içeriğe sahiptir. Eylül, ayında göl içerisindeki, üç değişik noktada 50. cm derinlikten alınan su örneklerine göre ise» göl suyu Na-Cl lu su. sınıfına girmektedir. Eylül ayında alınan su örneklerindeki kalsiyum, magnezyum,



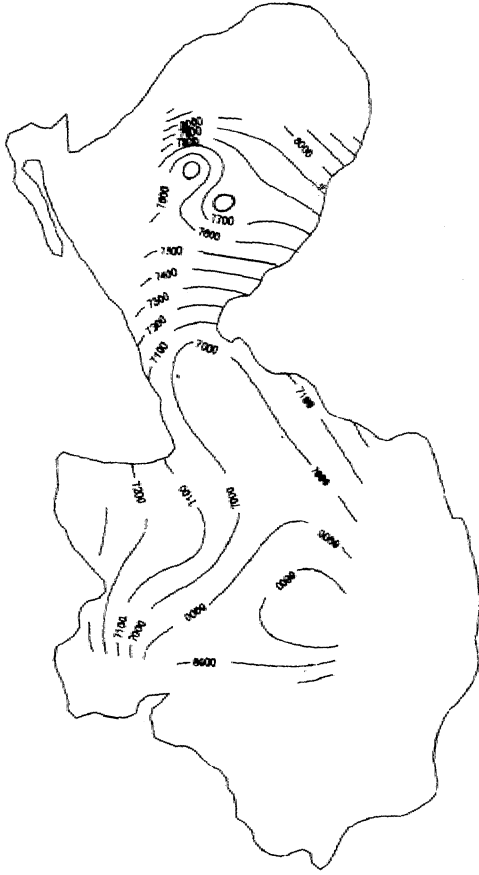
Şekil 4:\*Kıtaçi su kaynakları (SKKY, 88) N-MCb ve sulama suyu (SKKY, 91) EC, %Na, NCB limitlerine göre koruma bölgesi Şubat. 1999 yeraltısuyu kalitesinin dağılımı...

Figure 4: Ground water quality maps according to inland Freshwater (SKKY, 88) and Irrigation water (SKKY, 91) Standards (Feb., 1999)

sodyum, potasyum, bikarbonat, sülfat ve klorür iyonları ortalama, değerleri ve ortalama değerden sapmalar sırasıyla  $122.4 \pm 22$ ,  $156.5 \pm 7$ ,  $113.6 \pm 33$ ,  $47 \pm 2$ ,  $239.4 \pm 13$ ,  $373.3 \pm 18$ ,  $212.6 \pm 154$  mg/l dir. Göldeki bu yüksek iyon konsantrasyonları göl suyu ile deniz suyu arasında bir ilişki olduğuna işaret etmektedir. Bir başka ifade ile göl suyuna deniz suyu karışmaktadır. Yöre halkından, alınan bilgiye göre, kış aylarında deniz suyu gölün kuzeyindeki tahliye kanalından göle ilerlemektedir. Diğer taraftan, gölün güneyinde göl ile deniz arasında mevcut fay hatlarından da göle deniz suyu karışması olasıdır. Karışım oranını, söz konusu ortamlarda katı faz ile reaksiyona girmeyen, klorür iyonunun, deniz, göl ve gölü besleyen diğer taze sulardaki konsantrasyonlarından belirlemek mümkündür. Tarcan (1989) tarafından rapor edilen Ege Denizi suyunun 1987 yılı klorür ortalaması (22262. mg/l), Koca Göl suyunun yukarıda verilen, klorür ortalaması ve gölü besleyen tatlı suyun varsayılan, klorür değeri (20 mg/l) kullanılarak, Koca Göl Eylül ayı suyunun yaklaşık % 9'unun deniz suyu karışımı olduğu hesaplanmıştır. Karışan deniz suyu yüzdesi, nisbeten düşük olmasına

karşın, deniz suyundaki iyon konsantrasyonları gölü besleyen diğer tatlı sulara göre çok yüksek olduğundan, söz konusu karışımın izlerini iyon konsantrasyonları oranlarından da belirlemek mümkündür. Örneğin, Ege Denizi suyundaki Na/Cl oranı 0.54 ve  $SO_4/Cl$  oranı ise 0.15 dir. Bu oranların göl suyundaki değerleri de, sırasıyla, 0.53 ve 0.18 dir. Şubat ayı kimyasal analiz sonuçları ve Sülfat-klorür oranı deniz suyu karışımı dışında göle farklı bir kaynaktan yüksek sülfat konsantrasyonu karıştığına işaret etmektedir. Bu kaynaklar göl civarında yaygın olarak bulunan ve sıcaklığı  $31^\circ C$ , EC-si 18970 mS/cm civarında ölçülen sülfatlı mineral, sulardır.

Özel Çevre Koruma Bölgesinde bulunan yeraltısularının zamana bağlı kimyasal değişimi çalışılan parametreler çerçevesinde incelendiğinde, değişimin yıllar bazında değil fakat daha çok mevsimsel bazda olduğu gözlemlenmektedir. Şekil 3'de de görüldüğü üzere, alansal yayılımı nisbeten sınırlı olan ve daha çok kurak mevsimde toplanmış 1991 öncesi veriler az da olsa düşük sodyum, bikarbonat ve nisbeten yüksek klorür konsantrasyonları ile Eylül ayında toplanmış verilerle benzerdir (Şekil 4).



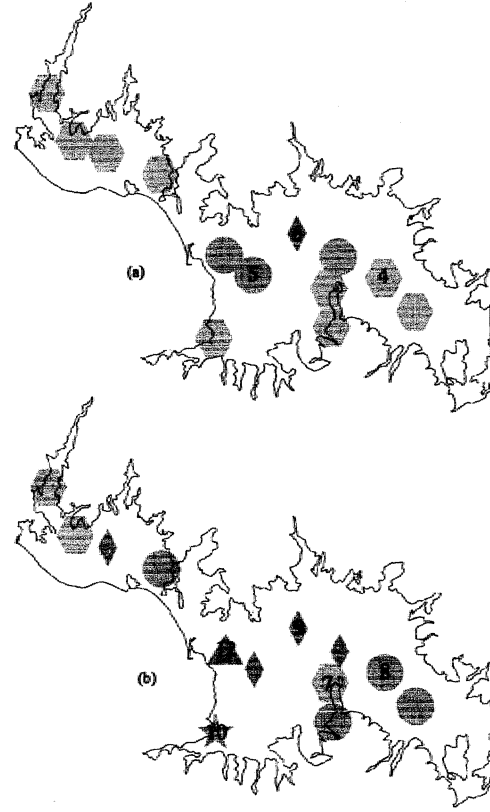
ŞeMI 5: Koca Göl suyundaki (Eylül, 1999) EC dağılımı.

Figure 5; EC contours for Kocagöl Lake (Sept 1999)

#### Su Kalitesi

Gözlem noktalarındaki suların, kalite sınıflamaları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY), 1988 ve 1991'de verilen, sırasıyla, lataiçi su kaynakları ve sulama suları limitleri, kullanılarak, analizi, yapılmış parametreler için belirlenmiştir. Söz konusu, sınıflamada çalışma sahasında yüksek kalite sınıfı göstermeyen parametrelerin ova yeraltısularındaki yayılımı Şekil 4'de gösterilmiştir.. Bu şekildeki kalite sınıfı alanları yayılımı değerlendirilirken., alanların Şekil 2'de lokasyon dağılımı verilen, noktalar baz alınarak çizildiği, dikkate alınmalıdır.

Koruma bölgesi içindeki tüm sular<sup>1</sup> (Koca Göl suyu hariç) pH, toplam çözünmüş madde miktarı ve sülfat kıta içi su kaynakları limitlerine göre yüksek kalitededir (I), Klorür ve nitrat azotu kıta içi su kay-



Şekil -6: Fethiye ovası Şubat 1999 ayı (a) kıta içi su kaynakları ve (b) sulama suyu toplam kalite haritaları.

Figure 6: Total quality maps for a) Inland fresh water and b) Irrigation water in Fethiye plain (Feb. 1999)

nakları limitlerine göre ise, İnlıce ve Göcek ovalarındaki yeraltısulan yüksek kaliteli su sınıfında iken, Fethiye ovasındaki sadece Şubat ayı 1 etüd no lu kuyu suyu ve Kayaköy ovasındaki Eylül ayı 10 etüd nolu kuyu suyu klorüre göre az kirlenmiş (II) ve Fethiye ovasındaki Şubat ayı 1, 4, 5 ve 10 etüd nolu yeraltı suları da sadece nitrat azotu limitlerine göre az kirlenmiş su sınıfına girmektedir.. Diğer taraftan, Koca gölün suyu kıta içi su kaynakları nitrat azotu limitlerine göre yüksek kaliteli, TÇK ve SO<sub>4</sub> limitlerine göre kirlı (III) ve klorür limitlerine göre de çok kirlenmiş (IV) sudur.,

SAR (alkali tehlikesi), pH, klorür ve sülfat sulama suyu limitlerine göre toruma bölgesi yeraltısulan çok iyi (I) kalitededir. Tuzluluk sulama, suyu. limitlerine göre genelde orta (C2) ve bazı alanlarda da



yüksek: (C3) derecede tehlike içeren koruma bölgesi yeraltısulan, EC limitlerine göre iyi. (II) veya kullanılabilir (III) kalitededir (Şekil 4). Sodyum yüzdesi değerlerine göre ise yeraltısulan çok iyi (I) veya iyi (II) kaliteli sulama sularıdır, Sulama suyu nitrat limitlerine göre; Fethiye ovasındaki Şubat ayı 6, 13 (Eylül 6) ve 14 etüd notu sular çok iyi. (I), 2, 3, 7 (Eylül 8), 8 ve 11 etüdnolu kuyu suları iyi (II), 1, 5, 10 ve 12 etüd nolu kuyu suları, kullanılabilir (III) ve 4 etüd nolu. tayu suyu ihtiyatla kullanılmalı (IV) sınıftadır (Şekil 4). Şubat ayında ihtiyatla kullanılmalı, sınıfına giren 4 etüd nolu su Eylül etüdları sonuçlarına göre {etüd no: 7) kullanılabilir sınıftadır, tnlce ovası kuyu suları sulama suyu nitrat limitlerine göre çok iyi veya iyi. kalitede iken, Göcek ovası kuyu suları bu sınıflara ek olarak kullanılabilir limitinde yeraltısuyu içermektedir.. Sulama suyu nitrat limitlerine göre Kayaköy ovası yeraltısulan kullanılabilir sınıftadır. Kemer ilçesinin Öfen köyünden gelen Fethiye ovası yüzey sulama suyu» ova girişinden Şubat ayında alınan örneğe göre., EC hariç tüm parametrelere göre çok iyi (I) kalitededir. EC limitlerine göre ise iyi (II) kaliteli, sudur. Koca Gol'un suyu sulama, suyu. limitlerine göre çok yüksek tuzluluk (C4) içermektedir.. Sulama suyu limitlerine göre çok iyi (I) ve iyi (II) sınıfında nitrat içeriğine sahip göl suyu., kullanılabilir (III) sınıfında sülfat, ihtiyatla kullanılmalı (IV) sınıfında sodyum yüzdesi ve zararlı (V) sınıfında, klorür ve EC içermektedir. Göl suyunda 7Ö20 ile 8200 mS/cm arasında, değişen EC dağılımı Şekil 5'de gösterilmiştir.

1975-1991 yılları arasındaki kalite sonuçları ile 1999 yılı kalite sonuçları karşılaştırıldığında, Özel Çevre Koruma Bölgesinde bulunan Fethiye ovası yeraltısutannında incelenen zaman, dilimi içinde olumsuz yönde bir kalite değişimi olmadığı gözlemlenmektedir.

Kıta içi. su kaynakları ve sulama suyu kalite sınıflandırma parametrelerinin kendi, içerisinde tümünün eşit ağırlıklı değerlendirilmesi ile, Fethiye ovası verileri kullanılarak, ovanın hem kıta içi su kaynakları toplam, kalite haritası ve hem de sulama suyu. toplam kalite haritası yapılmıştır (Şekil 6). Kıta içi su kaynakları toplam kalite haritası hazırlanmasında, herb ir kuyu. suyu örneğinin belirlenen TÇK, Cl, N-MCb ve SO sınıfları (I, II, III, IV) sayısal

değer olarak, toplanmış ve böylece her bir su örneğinin toplamı-sınıf kalite değeri, belirlenmiştir. Dolayısıyla., haritadaki (Şekil 6) en küçük kalite değeri 4 olabilir ve kıta içi su kaynakları kalitesi bakımından Fethiye ovasındaki en. kaliteli yeraltısuyunu içeren alanları gösterir. Haritadaki en büyük değer ise en. fazla 16 olabilir ve su kaynakları kalitesi, bakımından ovadaki en kalitesiz yeraltısuyunu içeren alanları gösterir.. Bu bilgiler ışığında ova yeraltısularının 4, 5 ve 6 inci kalitede sular içerdiği ve genel olarak çok iyi kalitede olduğu söylenebilir.

Sulama suyu toplam, kalite haritasının hazırlanmasında da yukarıdakine benzer şekilde her bir kuyu suyu örneğinin belirlenen sulama suyu SAR, %Na, EC, Cl, NÖ3 ve SO\* sınıfları (I, II, III, IV, V) sayısal değer olarak ele alınıp toplanmış ve böylece her bir su örneğinin toplama-sınıf kalite değerleri belirlenmiştir. Dolayısıyla haritadaki en küçük kalite değeri 6 olabilir ve sulama suyu kalitesi bakımından Fethiye ovasındaki en kaliteli yeraltısuyunu içeren, alanları gösterir. Haritadaki en büyük, değer ise en fazla 3 O<sup>1</sup> olabilir ve sulama suyu kalitesi bakımından ovadaki en kalitesiz yeraltısuyu alanlarını gösterir. Buna göre, ova yeraltısularının, ölçülen parametreler çerçevesindeki kalite dağılımları bakımından., sulama amaçlı olarak kullanılabilir, kaliteli sular olduğu söylenebilir (Şekil 6).

#### Potansiyel Kirlilik Kaynakları

Koruma bölgesi yeraltısularında herhangi bir kirlilik belirlenmemiş olmasına karşın kirlilik oluşturabilecek, başlıca noktasal potansiyel kirlilik kaynakları şunlardır: Fethiye ovasındaki eski ve yeni çöp döküm alanları, Eti Holding Krom İşletme tesisleri, Sanayi sitesi., Gübre deposu alabalık üretim tesisleri, Göcek. Belediyesi yeni çöp dökümü alanı, ve tüm koruma bölgesine yayılmış krom ve manganez ocakları. Bölgedeki belediyelerin ve Eti Holding krom. tesislerini atık suları alınan bilgilere göre, arıtma işleminden sonra denize verilmektedir. Bölgede yeraltısuyu kalitesini etkileyebilecek potansiyel yaygın kirlilik kaynakları ise tarımsal faaliyetlerde kullanılan sınırlı miktardaki gübre ve diğer tarımsal, kimyasallar ile hayvancılık faaliyetleri atıklarıdır.

Fethiye ovasına, gelen -yüzey sulama suyunu .kirletme olasılığı bulunan ören köyünde mevcut: beş. alabalık tesisinin etkilerini incelemek için, tesisler öncesi ve sonrasındaki sularda EC ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonucu tesislerin sulama, suyu üzerinde olumsuz bir etkisi, belirlenmemiştir.

#### Sonuç

Koruma alanındaki karasal suların kimyası, NO<sub>3</sub> ve NH<sub>4</sub> hariç, alan içi ve civarındaki kayaçlar ve: atmosfer ile su arasındaki kimyasal ilişkileri yansıtmaktadır.

Sığ kuyu sularında lokal olarak antropojenik kökenli nisbeten yüksek NO<sub>1</sub> konsantrasyonları mevcuttur.

Kuru mevsim su kimyası az da olsa nisbeten düşük sodyum, bikarbonat ve nisbeten yüksek klorür ile yağışlı mevsimden farklılık göstermektedir.. Bu farklılıklar muhtemelen katyon değişim, tepkimesi, çökelim ve buharlaşma sonucu oluşmaktadır,.

özel Çevre Koruma Alanı içinde kalan Koca Göl suyu dışındaki tüm yeraltı ve yüzey suları ölçülen parametreler çerçevesinde genel olarak kaliteli sulardır.

Koca Görün suyu özellikle klorör, sülfat: ve sodyum iyonlarına göre kirlenmiş sudur. Doğal kirliliğin kaynağı göl suyuna kansan deniz suyu ve göl civarındaki sülfatça zengin, mineralli sulardır,.

Koruma alanındaki başlıca potansiyel kirlilik kaynakları; eski ve yeni çöp döküm alanları, krom. işletme tesisleri ve .krom. ve manganez ocaklarıdır.

Bu çalışma 53. Türkiye Jeoloji. Kurultayında sunulmuştur.

#### Katkı Belirtme

Bu araştırma Çevre Bakanlığı özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı Proje kod no: 98-03-09-01-02 desteği ile yürütülmüştür..

#### Değınilen Belgeler

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY),. 1988, Resmi Gazete. Sayı: 1991.9.

Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY), 1991, Resmi Gazete,, Sayı: 20748.

Tansuğ, Z. ve Öztunah, A., 1977, Fethiye .ve civarının hidrojeolojik etüd rapora, DSİ İzmir Bölge Müdürlüğü, 28 sayfa.

Tarcan, G. 1989, Urla-İçmeler ve çevresinin jeolojik-hidrojeolojik incelemesi, sıcak-soğuk suların jeokimyasal yorumlanması. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir,.