

Kavaklıdere-Bozdoğan Bölgesindeki Kaynak Sularının Fizikokimyasal Açından İncelenmesi

M. Hamdi KARAOĞLU¹, Ahmet BALCI, Mehmet UĞURLU

Muğla Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, MUĞLA

Özet: Bu çalışma, Kavaklıdere- Bozdoğan bölgesindeki kaynak ve yeraltı sularının bazı su kalitesi kriterleri bakımından değerlendirilmesi ile bu suları kirleten unsurların gözlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, 12 ayrı noktadan Temmuz 2000 döneminde alınan su örneklerinde NH_4^+ -N, Ca^{++} , Fe^{++} , PO_4^{3-} -P, İletkenlik, Mg^{++} , NO_3^- -N, NO_2^- -N, pH, SO_4^{2-} , toplam sertlik analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, tarım alanlarındaki ana kirlenmeler; zirai ve çiftlik gübrelere olduğu gözlenmiştir. Tarım alanlarının dışında, özellikle Altıntaş Köyü civarındaki suların memba suyu olarak işletilmesi halinde bölge ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Su Kalitesi, Nutrient, Demir, Sülfat, Sertlik, Kavaklıdere-Bozdoğan

Physicochemical analysis of spring water in Kavaklıdere- Bozdoğan region

Abstract: This study was carried out to evaluate the water quality and the main pollutants in Kavaklıdere- Bozdoğan region. For the purpose, 12 water samples were taken from the area in July 2000. analysis of NH_4^+ -N, Ca^{++} , Fe^{++} , PO_4^{3-} -P, conductivity, Mg^{++} , NO_3^- -N, NO_2^- -N, pH, SO_4^{2-} , and total hardness were analysed in these samples. According to these results, it was seen that the main pollution resources were artificial and farm fertilizers in farming areas. Expect of the farming areas, spring water of around Altıntaş Village will help economical development in that area because of low hardness, particularly.

Key word: Water quality, Nutrient, Iron, Sulphate, hardness, Kavaklıdere-Bozdoğan

¹ E-mail:fahamdi@yahoo.com

Giriş

İnsan, hayvan ve bitki dokularındaki hücrelerin ve birçok mineralin yapısında bulunan ve yaklaşık yeryüzünün dörtte üçünü kaplayan su, bütün canlılar için vazgeçilmez bir hayat ve temizlik kaynağıdır[1]. İçme suyu amacıyla yeraltı ve yüzey sularından geniş oranda faydalanılmaktadır. Denizlerin dışında olan gerek yeraltı ve gerekse yüzey sularına genel olarak tatlı su denilmektedir. Yeraltı suları, genellikle kayalardan ve topraktan aldıkları mineral ve çözünen maddelerce zengindirler [2]. Suların içerisinde bulunan çözünmüş maddelerin birçoğu tabii maddelerdir. Bunlar genel olarak hidrolojik çevrim içerisinde havadan, topraktan ve kayalardan suya bol miktarda geçerler. Ayrıca, insan aktiviteleri sonucu endüstriyel, tarımsal ve doğal yaşam sürecinde de içme ve diğer kaynak sularına geçişler söz konusu olmaktadır.

İnsanlık tarihi boyunca su en önemli yeri tutmuş, büyük medeniyetler su kaynakları üzerinde veya yakınlarında kurulmuştur. Suyun yeryüzündeki bolluğu, ucuza elde edilmesi ve tükenmez bir kaynak olduğu düşüncesi, insanoğlunu daima yanıltmış ve kirlenmesine sebep olmuştur. Günümüzde birçok ülke ve toplumda su, petrole eşit bir iktisadi gelir kaynağı olarak görülmektedir. Gelecekte ise suyun petrolden daha kıymetli olacağı ve savaşların su için olabileceği düşüncesi birçok kesim tarafından kabul görmektedir. Bu kadar önemli ve hayati bir maddenin tüketimi akılcı biçimde yürütülmesi gerekmektedir [1].

Kimyasal ve bakteriyolojik analizlere göre sular içilebilir veya içilemeyecek karaktere sahiptirler. Suların kalitesini gösteren belirli standartlar mevcuttur. Bu standartlar belirli kriterlere göre saptanmış olup toplum sağlığı açısından çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu göstergelerden biriside sertlik olup çok önemli bir göstergedir. Sertlik esas itibariyle sudaki kalsiyum ve magnezyum iyonlarından ileri gelen bir özelliktir. Demir, mangan, çinko ve kurşun gibi iki değerlikli metal iyonları suda çözündüklerinde belirli bir sertlik oluşmakta ve bu oluşum çeşitli sertlik ifadeleriyle belirtilmektedir. Sertlik, geçici sertlik (karbonat sertliği) ve kalıcı sertlik (karbonat olmayan sertlik) olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Suyun sertliği, Alman, Fransız ve İngiliz Sertlik dereceleriyle ifade edilebilir.

Suyun Kalitesini Etkileyen Bileşenler:

Demir(Fe): Yeraltı sularında, Fe^{+2} , $Fe(OH)_3$ veya $FeOH^+$ formlarında bulunur. Yeraltı suyundaki demir konsantrasyonu ve yapısı pH, redoks potansiyeli, bikarbonat konsantrasyonu ve diğer iyonlara bağlıdır. Demir konsantrasyonu 1 mg/l veya üstünde, pH 7.0'ın altında veya düşük redoks potansiyeli de Fe^{+2} halinde bulunur[3].

pH Değeri: Bir çözeltinin asitlik özelliğinin göstergesi olup, hidrojen iyonu konsantrasyonun eksi logaritmasına eşittir. Doğal suların pH değeri genellikle 4-9 arasındadır[4]. Düşük pH'da su korozyonu oluştururken, yüksek pH'da sabunsu bir tat verir[5].

Amonyum (NH_4^+): Amonyum azotu genellikle yüzey sularında, bazı kaynak sularında, evsel atık sularda ve daha sık olarak ta endüstriyel atık sularda bulunur. Suda bulunan amonyum azotu formu, amonyum iyonu, amonyum hidroksit bileşiği veya amonyak halinde bulunması suyun pH değerine bağlıdır. pH artıkça amonyak oranı artar[6].

Nitrat (NO_3^-): Kaynak sularındaki nitrat konsantrasyonu genel olarak 5 mg/l den daha düşüktür. Nitrat gübrelerini kullanılan kırsal alanlardaki sularda 600 mg/l geçmektedir. Yeraltı sularındaki nitrit konsantrasyonu, nitrat konsantrasyonundan düşüktür. Yeraltı sularında amonyum azotu konsantrasyonu nadiren birkaç mg/l geçer. Organik azot ise ihmal edilebilecek kadar azdır. İçme sularındaki yüksek nitrat, insan ve hayvan sağlığına zararlıdır. Altı aylıktan küçük bebeklerde nitrat zehirlenmesine rastlanır. Yeni doğmuş bebeğin sindirim sistemindeki bakteriler nitratı nitrite dönüştürürler. Daha sonra nitrit kandaki oksijenle taşınıp Methoglobini oluşturmak üzere hemoglobinle reaksiyona girer. Methoglobin oksijen taşıyamaz. Bu yüzden bebeklerde oksijen yetersizliği görülür ve methoglobine mavi hastalığı denir[7].

Nitrit (NO₂⁻): Nitrit kaynak sularında istenmeyen bir bileşendir. Nitrit sekonder ve tersiyer aminlerle reaksiyona girerek kansorejen maddeler olan nitrozoaminleri oluşturur. Bu reaksiyon insan midesinde, düşük pH ortamında gerçekleşebilmektedir[8].

Sülfat (SO₄²⁻): Kaynak sularında yüksek konsantrasyondaki sülfat CaSO₄ den veya maden aktiviteleri sonucu oluşmaktadır. Yüzeysel sularındaki sülfatın diğer bir kaynağı ise, SO₂ ve SO₃ gazları, sülfatlar, kükürtlü organik atıkların oksidasyonu, gübre olarak kullanılan kimyasal maddelerin yeraltı sularına karışması sonucu oluşmaktadır[9].

Fosfor(P): Fosfor doğal sular ve atık sularda fosfat iyonları halinde bulunur. Bunlar orto fosfat, poli fosfatlar, meta fosfatlar ve organik fosfatlardır. Çözünmüş fosfatın büyük bir kısmı orto fosfat halindedir[10]. Evsel ve endüstriyel kaynaklı atıklardan özellikle deterjanlardan suya büyük oranda fosfor bileşikleri karışmaktadır. Fosfat, yeraltı sularına yüzeysel sular ile geçer. Bir drenaj kanalından, yüzeysel sularına verilen fosfor miktarının, tarımsal gübreleme yöntemi, gübreleme sıklığı, hayvancılık, yöredeki nüfusa, bitki örtüsüne ve toprağın yapısına bağlıdır. Kişi başına günlük ortalama 1.5 gr fosfor atılmaktadır. En önemli fosfat kaynakları gübreler ve deterjandır. Herhangi bir atık karışmamış doğal sularda 10-30 µg/l toplam fosfat bulunabilmektedir.

Çalışma kapsamına alınan bölgede (Muğla/Kavaklıdere- Aydın/Bozdoğan) daha önce içme sularının kalite ve diğer özellikleri ile ilgili detaylı bir çalışma yapılmamıştır. Ayrıca, söz konusu bölgede, sondaj kuyularındaki suların, içme suyu olarak kullanılmasının yanında yoğun bir şekilde tarımsal faaliyetlerde de kullanılmaktadır. Sunulan bu çalışmada, içme sularında bulunan ve insan sağlığını önemli oranda etkileyebilecek anyonik ve katyonik bileşenlerden nitrit, amonyum, fosfat gibi bileşenler ile sülfat, demir, magnezyum, kalsiyum, iletkenlik ve sertlik gibi fizikokimyasal özellikler analiz edildi. Ayrıca, İncelenen suların kimyasal açıdan TSE değerlerine uygunluğu da araştırıldı.

2. Materyal ve Metod

2.1 Çalışma Bölgesi

Çalışma bölgesi olarak, Aydın İlinin güney doğusunda bulunan Bozdoğan ilçesi ile Muğla'nın kuzeyinde bulunan Kavaklıdere ilçeleri arasındaki alan seçildi. Söz konusu çalışma alanında 12 adet istasyon belirlendi. Daha sonra bu istasyonlardan alınan su örneklerinde pH, iletkenlik ve sıcaklık yerinde, diğer analizler ise standart analiz yöntemleri kullanılarak laboratuvar ortamında yapıldı[11].

1. İstasyon (Altıntaş Köyü), 2. İstasyon (Örmepınar Köyü), 3. İstasyon (Yeşilçam Köyü), 4. İstasyon (Hışımlar Köyü), 5. İstasyon (Örentaht Köyü Sinanlar Mah.), 6. İstasyon (Örentaht Köyü), 7. İstasyon (Örentaht Köyü Kuyu I), 8. İstasyon (Örentaht Köyü Kuyu II), 9. İstasyon (Nebiler Köyü), 10. İstasyon (Kavaklıdere İlçesi), 11. İstasyon (Çayboyu Belediyesi) ve 12. İstasyon (Derebağ Köyü)

2.2 Bölgenin Hidrojeolojisi

Bölgede Menderes Kaya türü toplulukları genel olarak düşük porojile ve permabiliteye sahiptir. Ancak tektonizmanın gelişkin olduğu yörelerde ikincil permeabilitenin gelişmesi ile tüm kaya türleri akifer özelliğinde olabilmekte, bu birim içinde su kaynakları gözlenebilmektedir[12].

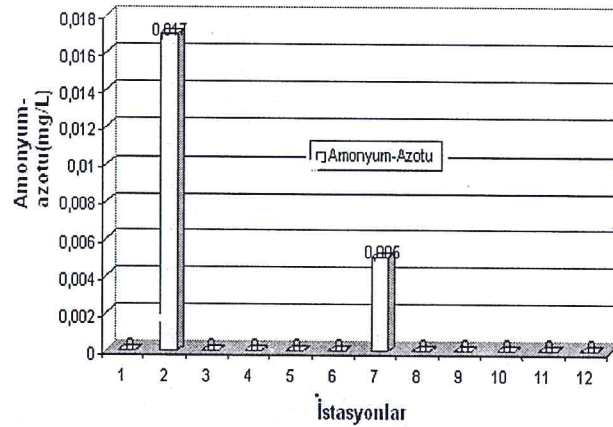
Asidik türdeki kaya türlerini oluşturan mineral türleri bozunmaya karşı dayanıklı olduklarından yeraltı sularında tuz miktarı çok az Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ iyonları da önemsenmeyecek azdır. Sertlikleri genel olarak düşüktür. Bu birim içerisinde yer alan mermerlerden geçen sular yüksek sertlikleri ile belirgin olup, kuvarsit ve kuvarşistlerden gelen sular düşük sertlikli, toplam çözünmüş katı madde miktarı düşüktür. Kuvarstan geçen birçok su da silisyum ve toplam çözünmüş katı madde miktarı düşük, potasyum ve sodyum oranı yüksektir. Çok az mineral çözünmüş CO₂ ile reaksiyona girdiği için pH değeri düşüktür. Saf kum tabakası bulunduran silisyumlu kayalar çok az çözünmüş madde içerir. Bu kayalardan geçen suyun tuz içeriği ortalama olarak 220 mg/l den

düşüktür. Kalsiyum içeriği 4-60 mg/l arasındadır. Ortalama olarak 25 mg/l dir ve HCO_3 içeriği diğer kayaların yarısı kadardır. Genellikle 12-160 mg/l arasında değişir. Ortalama değeri 60 mg/l dir. Klor ve sülfat miktarı çok düşüktür[3].

Bölgede yoğun olarak izlenen kireçtaşları ve karbonat çimentolu kumtaşı, konglomera birimleri yeraltı suyu içinde bulunan karbonik asitte çözünürler. Kalsiyum ve bikarbonatlı suları oluştururlar. Bu sulardaki magnezyum içeriği kireçtaşı arasında bulunan dolomitik kireçtaşındaki magnezyum içeriğine bağlıdır.

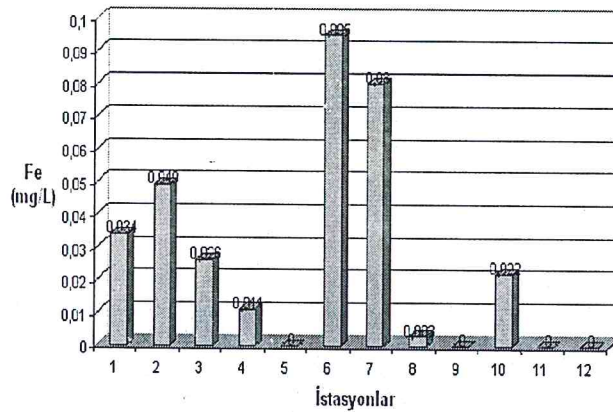
3. Bulgular ve Sonuç

Çalışma bölgesinde amonyum azotu analizleri yapılarak elde edilen sonuçlar Şekil 1'de grafik edildi. Şekil 1 incelendiğinde, amonyum azotu değerleri 2 ve 7 nolu istasyonlarda yüksek çıkmıştır. 2 nolu istasyonda (0.017 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$) yüksek çıkmasında en büyük nedeni kaynak sularının bulunduğu alanda hayvancılığın yoğun olarak yapılıyor olması, 7 nolu istasyonda ise (0.005 mg/l $\text{NH}_4\text{-N}$) çiftlik ve zirai gübrelerden kaynaklanmış olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, diğer istasyonlarda amonyum azotu analiz limiti altında tespit edilmiştir.



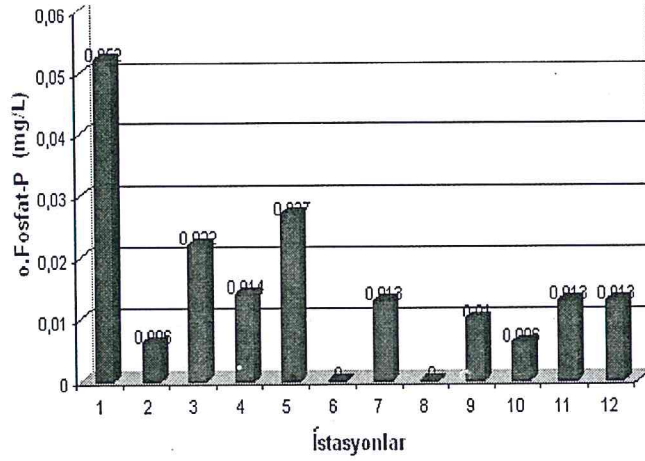
Şekil 1. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda amonyum azotu konsantrasyonu

Çalışma bölgesinde içme sularında demir analizleri yapılarak sonuçlar Şekil 2'de grafik edildi. Şekil 2 incelendiğinde, 5, 9, 11 ve 12 nolu istasyonlarda demir konsantrasyonuna analiz limiti altında olarak tespit edilmiştir. En yüksek demir konsantrasyonu 0.095 mg/l ile 6 nolu istasyonda (Örentaht Köyünde) tespit edilmiştir. TSE 266'ya göre demirin maksimum konsantrasyonu 1 mg/l olarak belirtilmiştir. Çalışma alanındaki istasyonlardaki sular demir yönünden TSE 266 standartlarına uygunluk sağladığı tespit edildi.



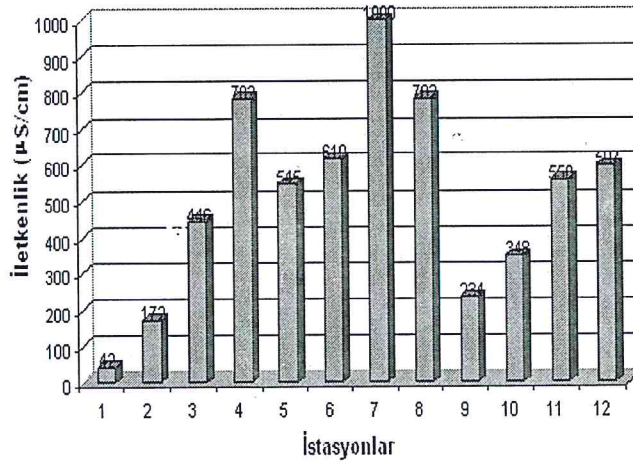
Şekil 2. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda demir konsantrasyonu

İstasyonlara göre fosfat konsantrasyonlarındaki değişimler analiz edildi (Şekil 3). Buna göre, 6 ve 8 nolu istasyonlarda minimum, 1 nolu istasyonlarda ise maksimum fosfat fosforuna analiz limiti altında tespit edildi. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standartlarına göre 0.3 mg/l fosfat fosforu standart olarak belirlenmiştir. Çalışma alanında en yüksek fosfat fosforu konsantrasyonu 0.052 mg/l ile 1 nolu istasyonda (Altıntaş Köyünde) tespit edilmiştir. Çalışma alanında fosfat fosforu konsantrasyonunun düşük olması kaynak ve kuyu sularına fosfatlı bir atığın karışmadığını göstermektedir.



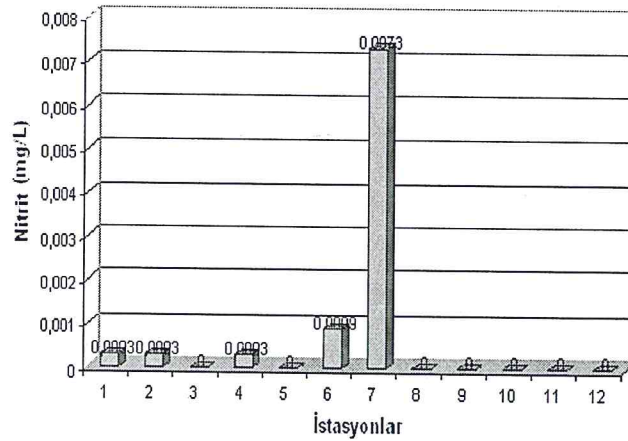
Şekil 3. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda fosfat konsantrasyonu

İletkenlik değişimleri açısından incelendiğinde, en düşük iletkenlik 42 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ile 1 nolu istasyonda (Altıntaş Köyünde), en yüksek iletkenlik 1000 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ile 7 nolu istasyonda (Örentaht Köyü, kuyu 1'de) tespit edilmiştir (Şekil 4).

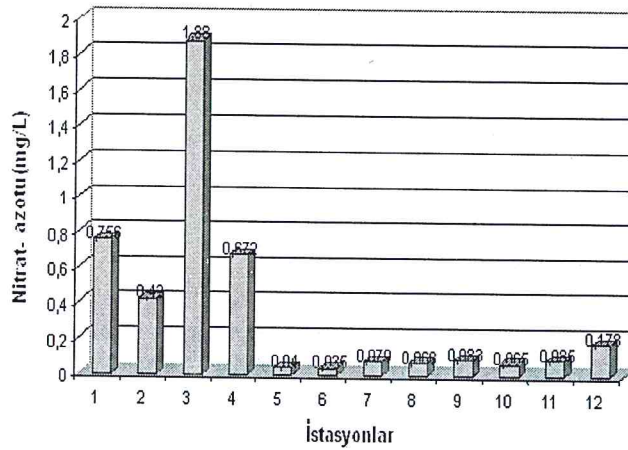


Şekil 4. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda iletkenlik değerleri

Çalışma bölgesinde 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12 nolu istasyonda NO_2^- -N konsantrasyonuna analiz limiti altında tespit edilmiştir. 1, 2 ve 4 nolu istasyonlarda NO_2^- -N konsantrasyonu 0,0003 mg/l olarak tespit edilmiştir. En yüksek NO_2^- -N konsantrasyonu 7 nolu istasyonda (Örentaht Köyü, Kuyu 1'de) tespit edilmiştir (Şekil 5). 7 nolu istasyonda (Örentaht Köyü, Kuyu 1'de) NO_2^- -N konsantrasyonunun yüksek çıkması tarımsal faaliyetlerden dolayı suni (KNO_3) ve çiftlik gübrelere kullanılmadan kaynaklandığı tahmin edilmektedir.



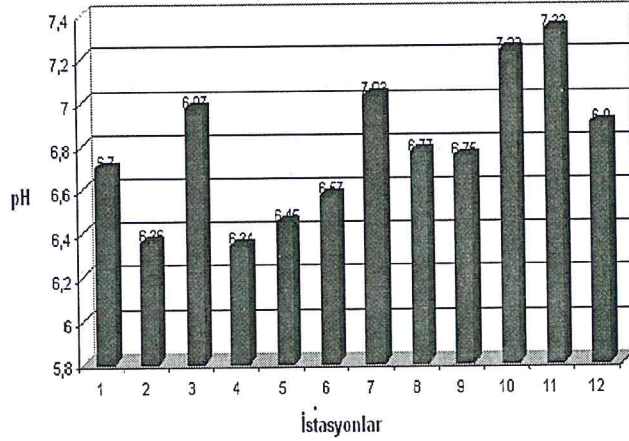
Şekil 5. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda nitrit azotu konsantrasyonu



Şekil 6. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda nitrat azotu konsantrasyonu

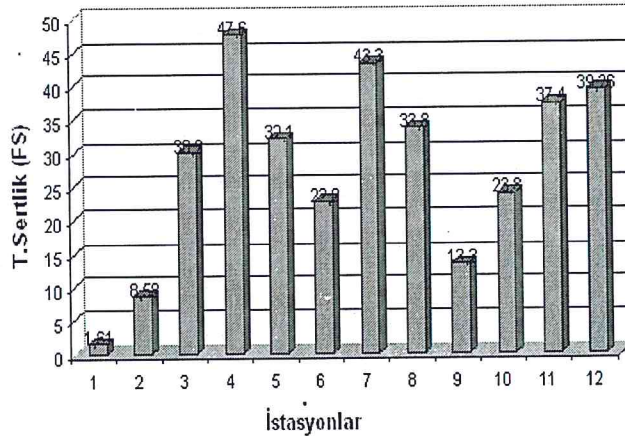
Nitrat azotu açısından bölge incelendiğinde; nitrat azotu konsantrasyonu 0.0035 ile 1.88 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ olarak tespit edilmiştir. Ülkemizde kabul edilen içme suyu standardı TSE 266'ya göre nitrat konsantrasyonu 45 mg/l olarak belirlenmiştir. Bu değer 10.16 mg/l nitrat azotuna tekabül etmektedir. Çalışma alanımızdaki istasyonlarda en yüksek nitrat azotu konsantrasyonu 1.88 mg/l ile 3 nolu istasyonda (Yeşilçam Köyünde) tespit edilmiştir. Ayrıca, incelen sular nitrat azotu yönünden TSE 266 standartlarına uygun oldukları tespit edildi. Yüksek nitrat konsantrasyonunu suni gübreler ve hayvansal atıklardan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Çalışma alanındaki istasyonlarda pH değerleri 6.34–7.33 arasında değişmiştir(Şekil 7). Ülkemizde Kabul Edilen İçme Suyu Standardı TS-266 pH değeri maksimum 6,5–9,2 arasında bulunması istenmektedir. Ölçümlerimizde en düşük 6.34 ile 4 nolu istasyonunda (Hışımlar Köyünde), en yüksek 7.33 ile 12 nolu istasyonda (Derebağ Köyünde) ölçülmüştür. Bu değerler çalışma alanımızdaki suların pH yönünden içilebileceğini göstermektedir. pH değerini genel olarak bölgenin jeolojik yapısıyla ilişkilendirebilir.

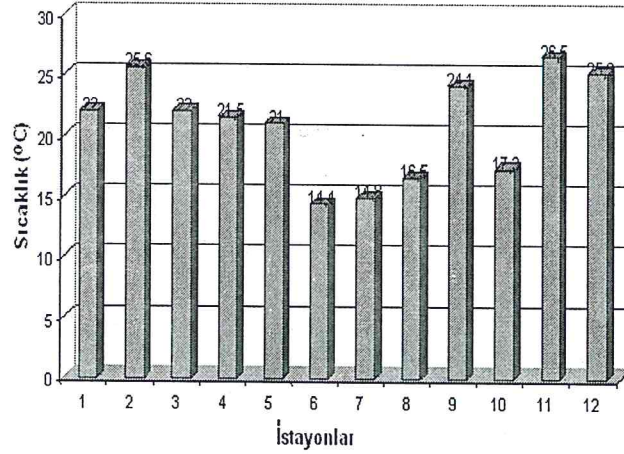


Şekil 7. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda pH değeri

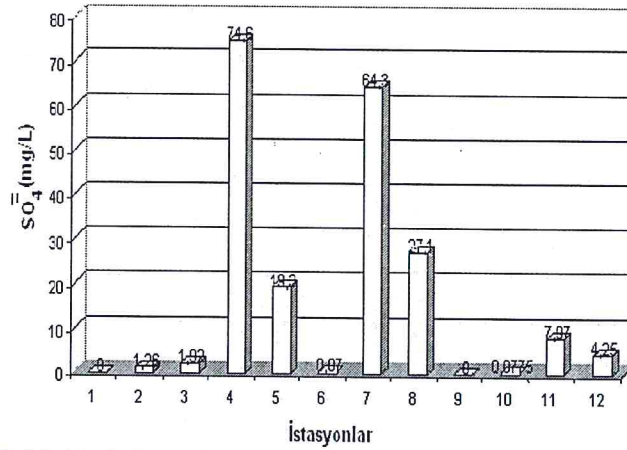
Çalışma bölgesindeki istasyonlarda Toplam Sertlik değerleri 1.61 ile 47.6 FS⁰ arasında değişmiştir (Şekil 8). Çalışma bölgesinin batı bölümündeki kaynak sularının (1.istasyon; 1.61, 2.İstasyonda; 8.58) olarak tespit edilmiştir. Bu düşük sertlik değerleri bu bölümdeki suların kuvarşist kayalarından geçebileceğini göstermektedir. Kuvarşistlerden geçen suların sertlik, çözülmüş tuz miktarı, Ca²⁺, Mg²⁺ iyonları konsantrasyonu düşüktür. Fakat doğu bölümde bulunan 3, 4,5,6,7,8,9,10,11,12 nolu istasyonlardaki suların sertlik değerleri yüksektir. Bu bölümdeki sular mermer ve kireçtaşı tabakasından geçebilir. Mermer ve kireçtaşı tabakasından sular geçerken CaCO₃ ve dolomiti çözebilir. Bu sebepten dolayı suda Ca²⁺ ve Mg²⁺ konsantrasyonu fazla olacaktır. Yine bu bölgede Aydın Köy Hizmetleri 16. Bölge Müdürlüğünün Yeşilçam Köyü suyunda T.sertlik değerini 26 FS⁰ olarak bulmuşlardır. Bizimde bu köyde yaptığımız analizlerinde 30,2 FS⁰ bulunmuştur.



Şekil 8. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda toplam sertlik değeri



Şekil 9. Çalışma bölgesindeki istasyonlarda sıcaklık dağılımı



Şekil 10. Çalışma bölgesinde istasyonlarda sülfat konsantrasyonu

1 ve 9 nolu istasyonlarda herhangi bir sülfat konsantrasyonuna rastlanılmamıştır. En yüksek sülfat konsantrasyonu tarım arazisi içindeki 4 nolu istasyonda 74.6 mg/l olarak tespit edilmiştir. TSE 266'ya göre sülfat iyonu konsantrasyonu maksimum 400 mg/l olarak belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada sülfat iyonu konsantrasyonu TSE 266'da belirtilen maksimum konsantrasyonun altındadır. Sülfat değerinin yüksek olmasındaki en büyük etken tarım arazilerinde yoğun olarak amonyum sülfat gübresinin kullanılması olabilir. Amonyum azotu bitkiler tarafından alınırken, sülfat iyonu toprakta kalmakta ve yağmur ve sulama suları ile taban suyuna geçebilmektedir. Örentaht Köyü kaynak suyu ormanlık bir alanda bulunduğu için sülfat değeri 0.070 mg/l iken, yine aynı köyde tarım arazisi içindeki 7 nolu istasyonda 64.3 mg/l sülfat içermektedir. Bu sonuç gösteriyor ki kuyu suyundaki sülfat zirai gübrelerden kaynaklanabilmektedir.

Sonuç olarak,

1. Sunulan çalışmada, hayvancılık ve zirai faaliyetlerin yapıldığı alanlarda, amonyum ve nitrit miktarında önemli artışlar gözlenmektedir. .
2. Tüm suların, demir, fosfat, nitrat, pH, sülfat konsantrasyon değerleri incelendiğinde, bu sonuçların WHO ve TSE standartlarına uygunluk gösterdiği tespit edildi.
3. Sunulan çalışmada özellikle, çalışma bölgesinin batı kısmında bulunan bölgedeki kaynak sularında, bölgenin jeolojik yapısına bağlı olarak (Kuarşist kayalar) düşük sertlik oranları tespit edilmiştir. Bu buna karşın doğu bölgelerinde ise sertlik değerlerinin mermer ve kireçtaşı tabakası gibi etkenlerden dolayı daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kaynaklar

1. Türker, A.R., **Ekonomi ve Teknik Dergisi**, Standart Yıl: 34 Özel Sayı Mayıs , (1995).
2. Ardiçlioğlu, M., **Kayseri Yer altı Sularının Kirlenme Potansiyellerinin İncelenmesi**, Kayseri I. Atık Su Sempozyumu Bildiri Kitabı, Kayseri, (1998).
3. Hamill, L. & Bell, F. G., (1986), **Ground Water Resource Development**, London
4. Şengül, F. & Türkman, A., **Su ve Atık Su Analizleri Laboratuar Notları**, İzmir, (1985)
5. Doğan, F., **Uygulamalı Çevre Bilimi ve Çevre Epidemiyolojisi**, Ege Üniversitesi Ödemiş Sağlık Yüksek Okulu Yayınları No:1, İzmir, (1998).
6. Barlas, M., **Yüksek Lisans Ders Notları**, Muğla Üniversitesi, Muğla, (2000).
7. Gregory, D. & Jennings, S. & Sneed, R.C., **Extension Spealist Biologia Agricultural Engineering**, Nort Carolina, (1996).
8. Mutluay, H. & Demirak, A., **Su Kimyası**, Yayın No 624, ISBN:975-486-519-1 Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. , İstanbul, 1996.
9. Tuncay, H., **Su Kalitesi**, Ege üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bornova İzmir, 1994.
10. Uslu, G. & Ünlü, A. & Arslan, E.I., Elazığ **Kenti Şebeke Suyu Kalitesinin Araştırılması**, Kayseri I. Atık Su Sempozyumu Bildiri Kitabı , Kayseri, 1998.
11. APHA, AWWA, WPCF, **Standarts Methods for the Examination of Water and Waste Water 15** , The Edition, USA, 1995.
12. Akdeniz, N.& Genç, Ş. & Göncüoğlu, M.C. & Konak, N. & Okay, İ.A. & Öztürk, M.E. & Elibol, E., **Guide Book For The Field Excursion Along Western Anotolia**, MTA Ankara S:42-53, 1987.

