

**ERZURUM İLİ İÇME SUYUNUN BAZI FİZİKSEL VE  
KİMYASAL KALİTE PARAMETRELERİ  
BAKIMINDAN İZLENMESİ VE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Kamil DOMBAYCI**

**Y.Lisans Tezi  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı  
Doç. Dr. Ergün YILDIZ  
2009**

**Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y.LİSANS TEZİ

ERZURUM İLİ İÇME SUYUNUN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL  
KALİTE PARAMETRELERİ BAKIMINDAN İZLENMESİ VE  
DEĞERLENDİRİLMESİ

Kamil DOMBAYCI

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ERZURUM  
2009

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Ergün YILDIZ danışmanlığında, Kamil DOMBAYCI tarafından hazırlanan bu çalışma 04/07/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Ergün YILDIZ

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Alper NUHOĞLU

İmza : 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şahset İRDEMEZ

İmza



**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

## ÖZET

Y. Lisans Tezi

ERZURUM İLİ İÇME SUYUNUN BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL KALİTE  
PARAMETRELERİ BAKIMINDAN İZLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kamil DOMBAYCI

Atatürk Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ergün YILDIZ

Bu çalışmada Erzurum ilinin bazı su kalite parametreleri 6 aylık bir süre boyunca çeşitli standart yöntemlerle analiz edilmiş ve içme suyu kalitesi bakımından değerlendirilmiştir. Bu çalışma Erzurum ilinin kuyu sularından elde edilen içme suyunun yerine, yapımı yeni tamamlanan ve devreye alınan içme suyu arıtma tesisinden elde edilen suyun şehre verilmeye başladığı dönemi kapsamaktadır. Böylece kuyu suları ve yüzeysel bir kaynaktan arıtılarak elde edilen suların karşılaştırılması yapılmış ve değerlendirilmiştir.

Erzurum ili içme suyu ihtiyacı, içme suyu arıtma tesisi hizmete girmeden önce açılan 61 adet kuyudan yüksek enerji sarfıyatı ile sağlanmaktaydı. İçme suyu arıtma tesisinin hizmete girmesinden sonra Palandöken barajı yüzeysel su kaynağı arıtılarak içme suyu hizmeti verilmeye başlanmıştır. Bu geçiş döneminde içme suyunda meydana gelen değişiklikler pH, bulanıklık, iletkenlik, florür, klorür, nitrit, nitrat, sülfat, fosfat, sodyum, amonyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, arsenik, bakır, nikel, krom kurşun ve TOC parametreleri yönünden izlenmiştir. İzleme çalışması için şehir merkezinde 11 adedi kapalı mesken ve 4 adedi de çeşme olmak üzere 15 istasyon belirlenmiştir. Belirlenen istasyonlardan aynı zamanda numuneler alınarak 2008 yılı aralık ayından 2009 yılı haziran ayına kadar analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda standartların üzerinde nitrat barındıran ve sertlik bakımından orta sertlikte olan kuyulardan elde edilen içme suyu yerine yumuşak ve nitrat değerleri standartlara uygun bir yüzeysel su ile şehrin içme suyu ihtiyacının karşılanmaya başlandığı görülmüştür. Ancak yüzeysel sudan elde edilen içme sularında zaman zaman bulanıklık değerlerinde yükseklik, bazı numunelerde de tat ve koku yönünden problem olduğu gözlenmiştir.

**2009, 86 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** İçme suyu, kalite parametresi, su analizi, içme suyu standardı

## **ABSTRACT**

MS Thesis

### **A MONITORING AND EVALUATION OF ERZURUM CITY'S DRINKING WATER WITH RESPECT TO SOME PHYSICAL CHEMICAL QUALITY PARAMETERS**

Kamil DOMBAYCI

Atatürk University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Environmental Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ergün YILDIZ

Water quality parameters of Erzurum city has been analysed according to various standart methods for six months and an evaluation was made considering the drinking water quality. Study period includes the term when the water has been delivered from the newly completed and operated drinking water treatment plant in place of the previous source of well waters. Hence, it could be possible to compare and evaluate the quality of well waters and treated surface waters.

Before the newly constructed drinking water treatment plant, drinking water demand of Erzurum city had been supplied from the 61 wells by consuming high amount of energy. After the inauguration of the drinking water treatment plant, surface water collected at Palandöken dam has begun to be treated. In this transition period, changes in water quality were monitored with respect to the parameters such as; Ph, turbidity, conductivity, fluoride, chloride, nitrite, nitrate, sulfate, sodium, ammonium, potassium, magnesium, calcium, TOC, nickel, lead, arsenic, copper, chrome 11 residential areas in city center and four fountains (total 15) were chosen as monitoring places simultaneous samples were taken from the predetermined places and analysed between the 2008 December and 2009 June.

Consequently, it was determined that well waters had nitrate amounts over the standarts and hardness at medium level and thus it was started to supply the water demand of Erzurum city by the treated surface water having the lower nitrate and hardness valves. However, it was also determined that treated surface waters had sometimes include high amount of turbidity and taste and odour problems.

**2009, 86 pages**

**Keywords:** Drinking water, quality parameter, water analysis, drinking water standards

## TEŐEKKÖR

Öncelikle her türlü desteğini ve ilgisini esirgemeyen çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ergün YILDIZ'a en içten Őükranlarımı sunarım. Ayrıca katkılarından dolayı Gıda Yük. Müh. Sayın Banu TULUK'a ve Gıda Yük. Müh. Sayın Mahmut ADIGÖZEL'e teşekkür ederim.

Kamil DOMBAYCI

Temmuz 2009

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER.....</b>	<b>11</b>
2.1. Doğal Sular.....	11
2.2. pH.....	13
2.3. Elektriksel İletkenlik.....	14
2.4. Bulanıklık.....	15
2.4.1. Bulanıklığın çevresel önemi.....	16
2.5. Florür.....	16
2.6. Klorür.....	17
2.7. Amonyum ve Nitrit.....	18
2.8. Nitrat.....	20
2.9. Sülfat.....	22
2.10. Fosfat.....	23
2.11. Sodyum.....	24
2.12. Potasyum.....	24
2.13. Magnezyum.....	24
2.14. Kalsiyum.....	25
2.15. Arsenik.....	25
2.16. Kurşun.....	26
2.17. Krom.....	26
2.18. Bakır.....	27
2.19. Nikel.....	27
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM.....</b>	<b>28</b>
3.1. Materyal.....	28

3.2. Çalışma Alanının Tanıtılması.....	30
3.2.1. Coğrafya.....	30
3.2.2. İklim.....	30
3.2.3. Nüfus.....	31
3.2.4. Akarsular ve kaynaklar.....	31
3.2.5. Yer altı su kaynakları.....	32
3.2.5.a. Erzurum ovası.....	32
3.2.5.b. Kümbet ovası.....	33
3.2.5.c. Cinis ovası.....	33
3.2.6. Erzurum ili yeraltı su kimyası.....	34
3.2.7. Erzurum ili içme suyu arıtma tesisi.....	36
3.3. Yöntem.....	37
3.3.1. pH.....	37
3.3.2. Elektriksel İletkenlik.....	37
3.3.3. Bulanıklık.....	37
3.3.4. Anyon analizleri.....	37
3.3.5. Katyon analizleri.....	39
3.3.6. Ağır metal analizleri.....	40
3.3.7. Toplam organik karbon.....	41
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>42</b>
4.1. pH.....	42
4.2. Elektriksel İletkenlik.....	44
4.3. Bulanıklık.....	46
4.4. Florür.....	48
4.5. Klorür.....	50
4.6. Nitrit.....	52
4.7. Nitrat.....	54
4.8. Sülfat.....	56
4.9. Fosfat.....	58
4.10. Sodyum.....	59
4.11. Amonyum.....	61
4.12. Potasyum.....	63



4.13. Kalsiyum.....	65
4.14. Magnezyum.....	67
4.15. Ağır Metaller.....	69
4.16. Toplam Organik Karbon.....	72
<b>5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....</b>	<b>73</b>
KAYNAKLAR.....	80
EKLER.....	82
EK 1 .....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	87

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliđi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
D.S.İ.	Devlet Su İşleri
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
İ.T.A.S.H.Y.	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
Ö.L.A.	Ölçüm limiti altında
TOC	Toplam organik karbon
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Doğadaki azot döngüsü.....	19
Şekil 2.2. Aerobik şartlarda, kirlenmiş sularda mevcut azot formundaki zamanla oluşan değişimler.....	20
Şekil 3.1. Numune alımı yapılan istasyonlara ait noktalar.....	28
Şekil 3.2. Standart anyon çözeltilisine ait örnek kromatogram.....	38
Şekil 3.3. Florür parametresine ait örnek kalibrasyon grafiği.....	38
Şekil 3.4. Standart katyon çözeltilisine ait örnek kromatogram.....	39
Şekil 3.5. Potasyum parametresine ait örnek kalibrasyon grafiği.....	40
Şekil 4.1. pH değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	43
Şekil 4.2. pH değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	43
Şekil 4.3. Elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	45
Şekil 4.4. Elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	45
Şekil 4.5. Bulanıklık değerlerinin zamana göre değişimi.....	47
Şekil 4.6. Bulanıklık değerlerinin zamana göre değişimi.....	47
Şekil 4.7. Florür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi.....	49
Şekil 4.8. Florür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi.....	49
Şekil 4.9. Klorür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi.....	51
Şekil 4.10. Klorür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi.....	51
Şekil 4.11. Nitrit değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	53
Şekil 4.12. Nitrit değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	53
Şekil 4.13. Nitrat değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	55
Şekil 4.14. Nitrat değerlerinin zamana göre değişim grafiği.....	55
Şekil 4.15. Sülfat konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	57
Şekil 4.16. Sülfat konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	57
Şekil 4.17. Fosfat konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	58
Şekil 4.18. Sodyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	60
Şekil 4.19. Sodyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	60
Şekil 4.20. Amonyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	62
Şekil 4.21. Amonyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	62
Şekil 4.22. Potasyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	64
Şekil 4.23. Potasyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	64
Şekil 4.24. Kalsiyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	66
Şekil 4.25. Kalsiyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	66
Şekil 4.26. Magnezyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	68
Şekil 4.27. Magnezyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	68
Şekil 4.28. Arsenik konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	70
Şekil 4.29. Krom konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	70
Şekil 4.30. Bakır konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	71
Şekil 4.31. Nikel konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	71
Şekil 4.32. TOC konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği.....	72

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Türkiyede su yönetimi konuları ile görevli kurum ve kuruluşlar.....	3
Çizelge 2.1 Su kalitesi standartlarının karşılaştırılması.....	13
Çizelge 3.1 İstasyonlara ait bölge ve tipler.....	29
Çizelge 3.2. Numune alım tarihleri ve alınan bölgeler.....	29
Çizelge 3.3. Anyon analizleri ölçüm limitleri.....	39
Çizelge 3.4. Katyon analizleri ölçüm limitleri.....	40
Çizelge 3.5. Ağır metal analizleri ölçüm limitleri.....	40
Çizelge 4.1. Su numunelerine ait pH değerleri.....	42
Çizelge 4.2. Su numunelerine ait iletkenlik değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).....	44
Çizelge 4.3. Su numunelerine ait bulanıklık değerleri (NTU).....	46
Çizelge 4.4. Su numunelerine ait florür değerleri (mg/L).....	48
Çizelge 4.5. Su numunelerine ait klorür konsantrasyonları (mg/L).....	50
Çizelge 4.6. Su numunelerine ait nitrit konsantrasyonları (mg/L).....	52
Çizelge 4.7. Su numunelerine ait nitrat konsantrasyonları (mg/L).....	54
Çizelge 4.8. Su numunelerine ait sülfat konsantrasyonları (mg/L).....	56
Çizelge 4.9. Su numunelerine ait fosfat konsantrasyonları (mg/L).....	58
Çizelge 4.10. Su numunelerine ait sodyum konsantrasyonları (mg/L).....	59
Çizelge 4.11. Su numunelerine ait amonyum konsantrasyonları (mg/L).....	61
Çizelge 4.12. Su numunelerine ait potasyum konsantrasyonları (mg/L).....	63
Çizelge 4.13. Su numunelerine ait kalsiyum konsantrasyonları (mg/L).....	65
Çizelge 4.14. Su numunelerine ait magnezyum konsantrasyonları (mg/L).....	67
Çizelge 4.15. Su numunelerine ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ).....	69
Çizelge 4.16. Su numunelerine ait TOC konsantrasyonları (mg/L).....	72

## 1.GİRİŞ

İnsan vücudunun %70'i sudan oluşmaktadır. Açlığa günlerce dayanabilen insan, su olmadan birkaç gün yaşayabilir. İnsan yaşamı için büyük öneme sahip suya olan ihtiyaç, dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, ihtiyaçların da çeşitlenmesiyle çok fazla seviyelere ulaşmıştır.

Dünyada bulunan toplam su miktarının sadece yüzde 2,48'i tatlı su kaynağıdır. Bu miktarda yüzde 99'u temini ve yaşanılması çok zor bölgelerde bulunmaktadır. Dünyadaki toplam suyun çok az bir bölümünü kapsayan tatlı su kaynakları, yeraltı suyu ve yüzeysel su olarak yeryüzünde bulunmakta ve yağmur suyu ile beslenmektedir. Tatlı su kaynaklarının yeryüzünde eşit dağılmadığı da göz önünde bulundurulursa, insan yaşamı için gerekli suyun azlığı nedeniyle çok değerli olduğu gözler önüne serilmektedir (Muslu 2001).

Su kaynakları, tüketimin artmasıyla hızla azalmakta, su sorunuyla karşılaşan toplumların oranı giderek artmaktadır. Yeryüzünün ortalama yüzde 75'ini kapsayan bir madde için yetersiz sözcüğünün kullanılması insanlar tarafından yadırgansa da, gün geçtikçe yeraltı su seviyesi azalmakta, yer altı ve yüzeysel suların kalitesi düşmektedir (Güler 1997).

Kuleli (1995) tarafından bildirildiğine göre günlük fizyolojik su ihtiyacı yaklaşık 2,5 litre olan yetişkin bir insan, bu ihtiyacın az bir kısmını kendi kendine karşılayabilse de, çoğunu dışardan almak zorundadır. İnsan metabolizması için gerekli suyun %50'si gıdalardan, %35'i yiyeceklerden karşılanmakta ve %15'i ise metabolizmada gerçekleşen kimyasal olaylar sonucu oluşmaktadır. Yaşamın sürdürülebilmesi için suyun devamlı olarak alınması gerekmektedir (Sabırlar 2005).

Fischer and Heilig (1997) tarafından dünya nüfusunun %7'sinin suyun çok az bulunduğu bölgelerde yaşama devam ettiği bildirilmiştir. Bu miktarın 2050 yılında

%67'ye çıkacağı düşünülmektedir. Birleşmiş Milletler tarafından toplam dünya nüfusunun 1950 yılından günümüze kadar %125 oranında arttığı ve gelecek 50 yılda dünya nüfusunun %67 oranında artacağı tahmin edilmektedir. Öngörülen nüfus artışının büyük bir kısmının gelişmekte olan ülkelerde meydana geleceği bildirilmiştir (Şirin 2005).

Aynı şekilde dünyada hızla artış gösteren nüfus, kullanılabilir su kaynaklarının da hızla azalmasına neden olmaktadır. Yirmibirinci yüzyılın başlarında 6,2 milyar olan dünya nüfusunun, 2050 yılında 10,5 milyar olması düşünülmektedir. Hızlı nüfus artışı sebebiyle günlük yaşamdaki su kullanımı %27,5'den %32'ye yükselmiş, tarım alanlarında kullanılan su miktarı ise %70'ten %63'e düşmüştür. 1940 yılında insanların kullanmış olduğu su miktarı  $1 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup> iken, 1990 yılında bu miktar  $4,13 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>'e yükselmiştir. İleriki yıllarda ise nüfus artış oranı dikkate alındığında su tüketiminin dörtte bir oranında artacağı düşünülmektedir (Kanber 2007).

Su kaynaklarında yaşanan bu problemlerin giderilmesi için dünyada çalışmalar hızla devam etmektedir.

2000 yılında Birleşmiş Milletlerce açıklanan Binyıl (Milenyum) Bildirisi'nde insan sağlığı açısından güvenilir içme suyuna sahip olmayan dünya nüfusunun, Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi sonucunda yayınlanan Eylem Planı'nda ise sağlık ve koruyucu sağlık için gerekli olan suya sahip olmayan nüfusun, 2015 yılına kadar yarıya indirilmesi hedefleri konulmuş ve Birleşmiş Milletlere üye ülkeler, uluslararası örgütler ve tüm ilgililere bu hedeflere erişilmesi için çaba göstermeleri çağrısında bulunulmuştur. Ancak bugün itibariyle ortaya konulan hedefe ulaşmak zor görülmektedir. Hedef için gerekli girişimlerin üye devletlerce yerine getirilmediği görülmektedir (Anonim 2009a).

Türkiye'de su yönetimi tek elden yürütülmemekle beraber, bu konu ile ilgili görev, yetki ve sorumlulukları bulunan kurumlar ve kuruluşlar Çizelge 1.1'de görüldüğü gibi çeşitlidir.

**Çizelge 1.1.** Türkiyede su yönetimi konuları ile görevli kurum ve kuruluşlar (Anonim 2009a)

Kurumlar	Ağırlıklı Çalışma Konuları
Çevre ve Orman Bakanlığı Devle Su İşleri Genel Müdürlüğü	Su toplama, İletim yatırımlarını gerçekleştirmek ve su tahsisi, Yer altı suları, Taşkın kontrolü
Çevre ve Orman Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü	Su kirliliği Kontrolü
Tarım ve Köyişleri Bakanlığı	Sulama
Sağlık Bakanlığı	Umumi Hıfzıssıhha
Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü	Enerji amaçlı su ölçümleri, temini ve projeleri
İller Bankası	Belediyeler yönelik içme-kullanma-atıksu arıtımı ve iletimi yatırımları finansı
İl Özel İdareleri	Köylere içme suyu temini ve küçük su alma yapıları
Belediyeler	İçme, kullanma, atıksu arıtımı, iletimi, tüketicilere dağıtımı ve gerektiğinde su toplama yatırımlarını gerçekleştirmek.

Su temininde suyun miktar ve kalitesinin belirlenmesi çok önemlidir. Bu bağlamda su ile ilgili yapılan çalışmaların ve kaliteye yönelik ölçümlerin tek elden yapılması ve planlanması önem arz etmektedir. Türkiye’de ise bu çalışmaları yapan kurum ve kuruluşların sayısı çok fazladır (Anonim 2009a).

Dünyadaki toplam su tüketiminin ortalama %70’i sulama, %22’si sanayi ve %8’lik bir bölümü ise içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde bu oranlar tarım sektörünün az olması ve sanayinin gelişmiş olması nedeniyle %30 sulama, %59’u sanayi ve %11’i içme ve kullanma suyudur. Az gelişmiş ülkelerde ise sulama için %82, sanayi için %10 ve içme kullanma suları için ise %8’dir (Anonymous 2003).

Türkiye’de su tüketiminin %72’si tarımda, %10’u sanayide ve %18’i içme ve kullanma suyu olarak kullanılmaktadır. Türkiye’de 2003 yılı verilerine göre 29,6 milyar m<sup>3</sup> su sulamada, 6,2 milyar m<sup>3</sup> içme suyu olarak ve 4,3 milyar m<sup>3</sup> su da sanayide kullanılmıştır. 2030 yılında ise sulamada kullanılan su miktarının 72 milyar m<sup>3</sup>, içme

suyunun 18 milyar m<sup>3</sup> ve sanayide kullanılan suyun 22 milyar m<sup>3</sup>'e yükseleceği tahmin edilmektedir (Anonim 2009b).

Su kalitesinin belirlenmesine ve izlenmesine yönelik ülkemizin farklı bölgelerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

Bursa Uludağ'daki pınar kaynaklarının su kalitesinin incelenmesi amacıyla, toplam 28 pınardan Mayıs ve Eylül aylarında beşer numune alınarak 280 adet numune fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak, kimyasal analizlerde toplam sertlik ve organik madde yönünden numunelerin %28,57'sinin, nitrit bakımından %14,28'inin ilgili standartlara uygun olmadığı gözlemlenmiştir (Günşen vd 1997).

Balabandere İstanbul-Bahçeköy boyuna profilinde bazı su kalitesi parametrelerinin incelenmesi amacıyla, noktasal ve alansal olarak kirliliğe yol açan kaynakların yerel ve zamansal değişimler üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada Balabandere üzerinde 4 adet örnekleme noktası belirlenmiş ve altı ay boyunca bu noktalardan alınan su numuneleri fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik olarak analiz edilmiştir. Sonuç olarak arazi kullanmanın su kalitesi üzerinde çok önemli etkileri olduğu, özellikle fosfat ve azot konsantrasyonlarının tarım alanları çıkışında çok arttığı belirlenmiştir (Serengil 1997).

İçel ili sahil yerleşim beldelerinden Mezitli, Davultepe, Tece, Kargıpınarı, Çeşmeli, Tömük, Arpaçbaşı, Erdemli ve Limonlu kasabalarında yürütülen çalışmada, beldelerde yer alan tatil sitelerinin içme ve kullanma suyu için kullandıkları ve belediye şebekelerine su sağlayan kuyu ve depolardan alınan su numuneleri fiziksel ve kimyasal olarak incelenmiştir. Sıcaklık, pH, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, nitrit, nitrat, deterjan ve fosfat parametreleri yönünden yapılan analizlerde, bazı numunelerde sertliğe neden olan iyon derişiminin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yüksek çıkan sertlik nedeniyle yumuşatma işlemleri incelenerek, model bir sistem geliştirilmiştir (Yalvaç 1997).



Karadeniz bölgesinde bulunan ve İstanbul ili su temini projesi kaynağı olarak kullanılması düşünülen Büyük Melen Nehri ve kolları üzerindeki sekiz noktadan her ay alınan su numunelerinde pH, AKM, KOİ ve BOİ<sub>5</sub> parametreleri ile ilgili yapılan ölçümler değerlendirilmiştir. Büyük Melen Nehri'nin kollarından Asar Suyu su kalitesi 3. sınıf, Küçük Melen 2. sınıf, Aksu ve Uğur Suyu 1'inci sınıf, Büyük Melen su kalitesinin ise 2'inci sınıf olduğu tespit edilmiştir. Bölgede nüfus ve sanayileşme hızla arttığı için nehirlerdeki su kalitesinin olumsuz yönde etkilendiği gözlenmiştir (Sumer vd 2001).

Orta Toroslarda bulunan Eğrigöl'ün su kalitesinin incelenmesi amacıyla Temmuz 2000 ve Eylül 2001 arasında Eğrigöl'den seçilen toplam 7 istasyondan mevsimsel örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Alınan örneklerde fiziksel ve kimyasal parametreler (sıcaklık, pH, iletkenlik, seki disk derinliği, çözünmüş oksijen, kalsiyum, magnezyum, geçici sertlik), besleyici elementler (nitrit azotu, nitrat azotu, amonyum azotu, fosfat fosforu ve silis) ve klorofil-a incelenmiştir. Eğrigöl de su sıcaklığının 8,3-21,1<sup>o</sup>C, pH'ın 8,07-8,84, iletkenliğin 210-291 µS/cm, çözünmüş oksijenin 4,3-11,7 mg/L, bikarbonatın 103,7-195,2 mg/L, toplam sertliğin 240-720 mg/L CaCO<sub>3</sub>, kalsiyum miktarının 32,1-160,3 mg/L, magnezyum miktarının 26,8-114,1 mg/L, nitritin 0,49-4,90 µg/l, nitratın 1,12-38,70 µg/l, amonyumun 3,08-48,28 µg/l, fosfatın 0,92-24,13 µg/l ve silisin 24,13-181,20 µg/l arasında değiştiği saptanmıştır. Eğrigöl su kalitesi açısından 1. sınıf karakterde ve oligotrofik özellikte olduğu tespit edilmiştir (Başaran ve Egemen 2006).

K.Menderes Nehri havzası boyunca su kalite değişkenlerinden pH, nitrit azotu, sülfat iyonu, nitrat azotu, toplam fosfor, BOI, kadmiyum, kurşun, toplam çözünmüş madde, demir, bakır, KOI, toplam krom, çinko, sülfür ve alüminyum değerleri 3'er aylık periyotlarla 3 yıl boyunca analiz edilerek izlenmiştir. Nehrin kirliliğini tespit ve önleme çalışmalarına katkıda bulunmaya çalışılmıştır. pH değerinin genellikle sınır değer olan 6-9 arasında olduğu, nitrit azotu, toplam fosfor, BOI, kadmiyum, kurşun, bakır, KOI, toplam krom ve sülfür değerlerinin 4. sınıf su kalitesinde, demir değerinin 3. sınıf su kalitesinde, nitrat azotu ve çinko değerlerinin 2. sınıf su kalitesinde ve sülfat iyonu,

toplam çözünmüş madde ve alüminyum değerlerinin de 1. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür (Gündoğdu ve Özkan 2006).

Osmaniye ili sınırları içerisinde yeralan, Dört Yol ve Payas ilçelerinin içme suyunu karşılayan Hasan Çayı'nın bazı su kalitesi özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Mayıs 2003'te başlanmış olup, su kalitesi parametrelerinden pH, çözünmüş oksijen, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam alkalinite ve sertlik, amonyak, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silisyum ve askıda katı madde değerleri 12 ay boyunca aylık olarak incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda Hasan Çayı su kalitesi parametrelerinin aylara göre değişimleri belirlenmiştir (Tepe vd 2006).

Konya ve Karaman il sınırları içinde bulunan Akgöl'deki bazı su kalitesi parametrelerinin belirlenmesi için çalışma yapılmıştır. Akgöl suyunun su kalitesini belirlemek amacıyla fiziksel, inorganik-kimyasal parametreler ve bakteriyolojik parametreler araştırılmıştır. Nisan-Temmuz 2005 dönemi arasında, her ay beş noktadan örnekleme yapılmıştır. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre, dört ay boyunca nitrat azotu, fosfat fosforu, renk, Fe, Se, Al, fekal ve toplam koliform sayıları dışındaki, tüm parametreler için anlamlı farklılıklar bulunmuştur ( $p < 0.05$ ). Su kirlilik parametreleri, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir. Sonuç olarak fiziksel ve inorganik-kimyasal parametreler ve inorganik kirlenme parametreleri IV. Sınıf, bakteriyolojik parametreler ise II.Sınıf sular kapsamına girdiği görülmüştür. Özellikle, toplam çözünmüş madde, klorür, sülfat, amonyum azotu, sodyum, bor ve kurşun değerleri, evsel endüstriyel atık su deşarjları, tarımsal etkinlikler ve doğal erozyon nedeniyle oldukça yüksek bulunmuştur (Zeybek 2006).

İstanbul ili Samandıra, Sarıgazi ve Taşdelen beldelerine ait içme ve kullanma suyu kalitesinin belirlenmesi amacıyla, Elmalı barajı ve Ömerli barajının iki ayrı noktasından 36 ham su numunesi, 24 adet baraj çıkış suyu numunesi ve 3 beldedeki son kullanıcı olarak rastgele seçilen 32 musluktan 2006 yılı içerisinde her ay alınan 384 adet su numunesi analiz edilerek değerlendirilmiştir. Değerlendirmede İnsani Tüketim Amaçlı

Sular Hakkındaki Yönetmelik (İ.T.A.S.H.Y.) baz alınarak fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik olarak uygunluğu araştırılmıştır. Baraj ham sularından alınan toplam 36 numunenin tamamında koliform bakteri ve 15 numunede ise E.Coli saptanmıştır. Son kullanıcı şebeke sularında alınan 384 adet numunenin 238 adedinde klor miktarının yüksek olduğu saptanmıştır (Aydın 2007).

Eskişehir il sınırları içerisinde seçilen yüzey ve yeraltı suyu örnekleme noktalarındaki nitrat konsantrasyonlarının incelenerek özellikle bölgedeki mevcut kirletici kaynakların nitrat değerleri üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada, D.S.İ. III. Bölge Müdürlüğü tarafından rutin olarak yapılan su kalitesi izleme çalışmaları kapsamında yer alan 14 adet yüzeysel su numune alma noktasında Ocak 2004-Eylül 2006 periyodunda elde edilen verilerden faydalanılmıştır. Eskişehir ilinde seçilen 15 adet yeraltı suyu numune alma noktasında nitrat parametresi bazında yapılmış olan izleme çalışmalarının Ekim 2005-Temmuz 2006 arasındaki verilerinden faydalanılmıştır. Yüzeysel su örnekleme noktalarına ait nitrat, nitrit ve amonyum değerleri incelendiğinde nitrat değerlerinin 0,087-24,25 mg/L arasında, amonyum değerlerinin 0,031-26,02 mg/L arasında, nitrit değerlerinin ise 0,0033-1,75 mg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bununla beraber yeraltı suyu örnekleme noktalarının değerlerine bakıldığında nitrat konsantrasyonlarının 13-360 mg/L arasında değiştiği görülmüştür. İçme suyu standartları göz önünde bulundurulduğunda, yüzeysel su örnekleme noktalarının hiçbirinde nitrat konsantrasyonu standardının aşılmadığı, 6 yeraltı suyu örnekleme noktasında İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte verilen zorunlu değer aşılrken, 14 yeraltı suyu örnekleme noktasında ise kılavuz değerini aştığı belirlenmiştir (Çakmak 2007).

Aksaray İli içme suyu kaynakları (Bağlıköy ve Helvadere yer altı suyu, Helvadere göleti, Mamasun Barajı ve bu barajı besleyen Melendiz ve Karasu Çaylarını) organik madde miktarı bakımından analiz edilmiş, kirletici parametreler açısından su kalitesini incelemek amacıyla çalışma yapılmıştır. Bu amaçla bölgeden 2006 yılında iki ayrı dönemde 11 ayrı noktadan numuneler alınmıştır. Belirlenen noktalardan Nisan-Mayıs döneminde ve Temmuz-Ağustos döneminde örnekler alınarak analizleri yapılmıştır.

Analizler neticesinde bu kaynakların su kalitesi, fiziksel, kimyasal, organik madde ve pestisit miktarı bakımından belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda belirlenen numune noktalarında, özellikle yağışların en yoğun olduğu dönem olan Nisan-Mayıs aylarında tarımsal faaliyetlerin yoğun olmasından ve yerleşim yerlerinin bu kaynaklara yakın olmasından dolayı organik kirlilik görülmüştür. Ayrıca yapılan pestisit analizleri sonucu bazı içme sularında, belirlenen maksimum limitlere yakın olan pestisit miktarları tespit edilmiştir (Hınıs 2007).

Erzurum şehir merkezinde su dağıtım şebekesinin değişik noktalarından tesadüfi olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, gıda işletmeleri, resmi kurumlardan toplanan 70 adet su numunesi bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri bakımından incelenmiştir. Su numunelerinin pH değerlerinin 6,64-7,78 (ortalama 7,22), bulanıklılık değerlerinin ise 0,01-4,21 NTU (ortalama 1,42 NTU) arasında değiştiği ve elde edilen ortalama bulanıklılık değerlerinin, Yönetmelikte bildirilen değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Sertlik değerlerinin Fransız sertlik derecesine göre 3,70-19,5 arasında değiştiği ve kuyu ve depo suları arasında ortaya çıkan farkın istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) olduğu tespit edilmiştir. Su numunelerinin serbest klor miktarı 1,11-7,41 mg/L arasında belirlenmiştir. Su numunelerinin nitrit değerlerinin 0,01-0,50 mg/L (ortalama 0,03 mg/L) arasında değiştiği ve kuyu sularının nitrit değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) yüksek olduğu saptanmıştır. 2 no'lu su deposundan gelen suyun nitrit değerlerinin 4 no'lu su deposundan önemli düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Su numunelerinin nitrat değerleri 4,08-128,39 mg/L arasında tespit edilmiştir. Kuyu sularındaki nitrat miktarlarının depo sularından önemli düzeyde ( $p<0.01$ ) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Su numunelerine ait kurşun konsantrasyonlarının 0,07-0,66 mg/L arasında değiştiği ve tespit edilen kurşun değerlerinin yönetmelikte izin verilenden yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırmada 0,06-1,43 mg/L arasında değişen flor değerlerinin Yönetmeliğe uygun olduğu belirlenmiştir. İncelenen 70 numunenin 34'ünde (%48,57) izin verilen maksimum sayının üzerinde mikroorganizma tespit edilmiştir. Su numunelerinin 9 tanesinde (%12,85) koliform bakteri üremesi saptanmıştır. 13 kuyu suyu numunesinin 6 tanesinde (%46,15), depodan gelen 57 su numunesinin 3 tanesinde (%5,26) koliform bakterisi

görülmüştür. Numunelerin yalnızca bir tanesinde fekal koliform bakterisi tespit edilmiş olup, sonuç olarak Erzurum şehir merkezindeki içme ve kullanma sularının hijyenik kalitesinin oldukça düşük olduğu ve halk sağlığı açısından önemli riskler taşıdığı sonucuna ulaşılmıştır (Koçak 2007).

Hatay ili Reyhanlı ilçesinde bulunan Yenişehir Gölü su kalitesi özelliklerini belirlemek amacıyla 12 ay boyunca, su örnekleri aylık olarak tek istasyondan toplanmıştır. Su kalitesi parametrelerinden; çözünmüş oksijen, pH, sıcaklık, tuzluluk, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOI), toplam alkalinite, toplam sertlik, amonyak azotu, nitrit, nitrat, fosfat, sülfat, sülfat, klor, potasyum, sodyum, silis ve askıda katı madde analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda Yenişehir Gölü'nün su kalitesi parametrelerinin aylara göre değişimleri belirlenmiştir. Su kalitesini belirleyen fiziksel ve kimyasal parametreler sonucunda Reyhanlı Yenişehir Gölü'nün kirlilik sorunu olmadığı sonucuna varılmıştır (Tepe 2009).

Sonuç olarak ülkemizde su kalite parametrelerinin sürekli izlenmesi ve gereken tedbirlerin zamanında alınması önem arz etmektedir. İnsanların sağlıklı içme ve kullanma suyuna kavuşmaları için içme suyu havzalarının koruma altına alınmaları ve içme suyu arıtma tesislerin süratle devreye alınması gerekmektedir. Bu ihtiyaçtan dolayı, ülkemizde içme ve kullanma suyu ihtiyacını karşılamak üzere içme suyu arıtma tesislerinin faaliyete geçmesi son yıllarda hız kazanmıştır. İçme ve kullanma suyu standartlarına uygun ve büyümekte olan nüfusa yeterli miktarda su sağlanması amacıyla ilgili kurum ve kuruluşlarca şehirlerimize içme suyu arıtma tesislerinin yapımı imkanlar dahilinde devam etmektedir.

Erzurum ilinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı 2008 yılı sonlarına kadar yeraltı su kaynakları kullanılarak karşılanmıştır.

Erzurum Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü Erzurum için su temininde içme suyu arıtma tesisi hizmete girmeden önce 61 adet su kuyusundan yüksek maliyetli elektrik enerjisi ile motor ve pompa kullanarak sağlanmaktaydı (ESKİ 2009). Gelişen

nüfus ve su kaynakların azalması neticesinde şehrin su ihtiyacının karşılanması amacıyla çalışmalar başlatılmıştır. İçme, kullanma ve endüstri suyu temini için içme suyu arıtma tesisi projesi 1995 yılında ihale edilmiştir (Anonim 1996). Şehrin su ihtiyacını karşılamak üzere Palandöken barajı yüzeysel su kaynağı kullanılarak kuyulara oranla çok daha az maliyete sahip Erzurum ili içme suyu arıtma tesisi 08.11.2008 tarihinde hizmete girmiştir. İçme suyu arıtma tesisine 20 km'lik isale hattı ile gelen su havalandırma, hızlı ve yavaş karıştırıcılar, durultucular, filtre ve klorlama ünitelerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal arıtma işleminden geçtikten sonra şebeke sistemine verilmektedir. Tesisin kapasitesi 172.800 m<sup>3</sup>/gün olup, Erzurum Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2009 yılı itibariyle toplam 96.074 su abonesi bulunmaktadır (ESKİ 2009).

Bu çalışmada Erzurum ili su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan kuyu suyundan, yeni tamamlanan ve devreye alınan içme suyu arıtma tesisinde arıtılarak şehre verilen içme-kullanma suyuna geçiş aşamasında, bazı fiziksel ve kimyasal parametreler sabit noktalardan belirlenen periyotlarla izlenerek, değişimin gözlenmesi amaçlanmıştır. Gözlenen parametrelerin içme suyu standartlarına uygunluğu değerlendirilmiştir.

## 2. KURAMSAL TEMELLER

### 2.1. Doğal Sular

Doğada kimyasal olarak saf su bulunmamaktadır. Her su az yada çok içerisinde katı veya gaz çözünmüş maddeler ihtiva eder. Doğal sular; meteor suları, yeraltı suları ve yüzeysel su kaynakları olarak sınıflandırılabilir.

Meteor suları en temiz doğal sular olarak bilinsede, içeriğindeki yabancı maddeler yağış alan bölgeyle ilgilidir. Meteor sularından içme-kullanma suyu olarak yararlanılmasına pek rastlanmaz. Çünkü yeterli miktarda ve içeriğinin korunarak toplanması maliyetli ve zor bir iştir.

Yeraltı suları, yağmurların ve yüzeysel su kaynaklarının topraktan sızması, yeraltında su buharının yoğunlaşması ve kimyasal reaksiyonlarla oluşan juvenil suyu sonucu oluşur. Suyun içinde bulunan yabancı maddelerin, toprağın yapısına bağlı olarak değişen filtre özelliği sayesinde, büyük çoğunluğu tutulur. Bu yüzden yeraltı suları genellikle bakteriyolojik olarak temizdir. Bu şekilde oluşan sular yeraltında bulunan boşlukları doldurarak yeraltı su kaynaklarını oluştururlar. Yeraltı suları, suyun geçtiği yapıya bağlı olarak çözülmüş halde kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, demir, mangan, karbonat, bikarbonat, sülfat ve klorür bileşiklerini ihtiva edebilir. Yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi ve kirliliğin ortadan kalkması uzun zaman alır (Mutluay ve Demirak 1996).

Yüzeysel sular nehir, göl, baraj ve deniz suları olarak düşünülebilir. Yüzeysel sular, çözülmüş ve süspansiyon halinde organik madde ihtiva etmektedir. Akarsu ve nehirler, yağışlar, eriyen kar ve buz kütleleri gibi iklimsel nedenler ve kirlilik ihtiva eden su deşarjları nedeniyle fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler meydana gelebilir. Göl suları ise uzun süre bekleme nedeniyle nehir sularına göre daha berrak olur. Ayrıca göl yüzeyinde ışık ve oksijen etkisiyle kendiliğinden temizlenme meydana gelir. Göl ve

nehirlerin çoğu tatlı su kaynaklarıdır. Yeraltı ve yüzeysel su kaynakları, içme-kullanma ve sulama suyu gibi ihtiyaçları karşılamadığı durumlarda suni baraj gölleri oluşturulur. Baraj gölü suyunun bileşimi beslediği kaynaklarla ilgilidir. Baraj göllerinin içme-kullanma suyu olarak kullanılması durumunda ise göle etki edebilecek kirlenici kaynakların engellenmesi gerekmektedir. Göllerde meydana gelen, organizma faaliyetleri sonucu kendi kendini temizleme özelliği baraj göllerinde de olsada, yerleşme bölgelerinden, tarım ve hayvancılık uğraşlarından ve doğrudan insani faaliyetlerden oluşabilecek kirliliklerden korunması gerekmektedir (Mutluay ve Demirak 1996).

İ.T.A.S.H.Y.'te içme-kullanma suyu tanımı "Genel olarak içme, yemek yapma, temizlik ve diğer evsel amaçlar ile, gıda maddelerinin ve diğer insani tüketim amaçlı ürünlerin hazırlanması, işlenmesi, saklanması ve pazarlanması amacıyla kullanılan, orjinine bakılmaksızın, orjinal haliyle ya da artırılmış olarak ister kaynağından isterse dağıtım ağından temin edilen ve yönetmelikte belirtilen parametre değerlerini sağlayan ve ticari amaçlı satışa arz edilmeyen sulardır." tanımı yapılmıştır.

Suyun berrak olması temiz olduğu anlamına gelmemektedir. Mikrobiyolojik kirliliğe sahip veya kokusuz, tatsız toksik madde içeren sular berrak da olabilir. Okyanus suyu %3,5 oranında tuz içersede kokusuz ve berraktır. Buna karşılık %0,1 oranında yabancı maddeler içeren lağım suyu yüksek bulanıklığa ve istenmeyen kokuya sahiptir (Mutluay ve Demirak 1996).

İnsan sağlığına zarar vermeyen içme ve kullanma suyu sağlanması yaşamın devamı için gerekli olduğundan bu hizmetin sunulması zorunludur. Ülkemizde içme suyu standartları için dünya standartlarına paralel başlıca İ.T.A.S.H.Y. ve TS266 standardı mevcuttur. Çizelge 2.1'de ülkemizde ve dünyada kullanılan içme suyu standartlarının fiziksel ve kimyasal parametreler açısından karşılaştırılması gösterilmiştir.



**Çizelge 2.1** Su kalitesi standartlarının karşılaştırılması (Anonim 2008)

Parametre	Birim	İ.T.A.S.H.Y (2005)	TS266 (2005)	WHO (1999)	EPA (2002)	AB (1998)
Bulanıklık(NTU)	NTU	1	1	5	1	1
Bromat	µg/L	10	10	25	10	10
Alüminyum	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Arsenik	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01
Baryum	mg/L	-	-	0,7	2	-
Kadmiyum	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Krom(toplam)	mg/L	0,05	0,05	0,05	1	0,05
Florür	mg/L	1,5	1,5	1,5	2	1,5
Kurşun	mg/L	0,01	0,01	0,05	0,015	0,01
Civa	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001
Nitrat(NO <sub>3</sub> )	mg/L	50	50	50	45	50
Selenyum	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01
Gümüş	mg/L	-	-	-	0,1	-
Antimon	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005
Berilyum	mg/L	-	-	-	0,004	-
Klorür	mg/L	250	250	250	250	250
Renk	birim	-	20	15	15	-
Bakır	mg/L	2	2	-	1	2
Demir	mg/L	0,2	0,2	-	0,3	0,2
Mangan	mg/L	0,05	0,05	0,5	0,05	0,05
Ph	-	6,5-9,5	6,5-9,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,5
Sülfat	mg/L	250	250	250	250	250
Toplam Çözünmüş Madde	mg/L	-	-	1000	500	-
Çinko	mg/L	-	-	-	5	-
Kalsiyum	mg/L	-	-	-	-	-
Sertlik (CaCO <sub>3</sub> )		-	-	500	-	-
Magnezyum	mg/L	-	-	-	-	-
Potasyum	mg/L	-	-	-	-	-
Sodyum	mg/L	200	200	200	-	200
Amonyum	mg/L	0,5	0,5	1,5	-	0,5

## 2.2. pH

Sudaki H<sup>+</sup> iyonlarının molar konsantrasyonun 10 tabanına göre negatif logaritması pH olarak tanımlanmaktadır. Daha kesin bir ifadeyle H<sup>+</sup> iyonunun aktivitesini göstermektedir (Samsunlu 1999).

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \text{ veya } [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \text{ veya } [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

Sonuç olarak pH+pOH = 14 olur (Mutluay ve Demirak 1996).

pH değeri 0-14 arasında değişmektedir. Saf suyun 22°C'deki pH değeri 7 olup, H<sup>+</sup> ve OH<sup>-</sup> iyonu molar konsantrasyonları birbirine eşittir. H<sup>+</sup> iyonu konsantrasyonunun artmasıyla su asitlik özelliği kazanarak pH<7 durumuna, OH<sup>-</sup> iyonu konsantrasyonunun artmasıyla su bazik özellik kazanarak pH>7 durumuna geçer (Güler 1997).

pH değeri direkt olarak insan sağlığı açısından bir etkiye sahip olmasa da, su kalitesi açısından önemli bir parametredir. pH kontrolünün su arıtım proseslerinde ve dezenfeksiyonda önemi büyüktür. Ayrıca düşük pH'ya sahip sular iletim hatlarında korozyona sebep olabilmektedir.

İçme ve kullanma sularında pH değeri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte, TS266 ve AB standartlarına göre 6,5<pH<9,5 değerleri arasında olması istenirken, EPA ve WHO standartlarında 6,5<pH<8,5 şartının sağlanması istenmektedir.

Genellikle yüzeysel suların pH değeri 8'den büyük bazik karakterde sulardır. Yeraltı suları ise pH değeri 7'den küçük sulardır (Güler 1997).

### **2.3. Elektriksel İletkenlik**

Genel olarak bütün sular elektriği iletir. Suda bulunan iyon konsantrasyonu ile iletkenlik artar. Özgül elektriksel iletkenliğin ölçüsü olarak micromho/cm veya µS/cm birimi kullanılır. 25°C'deki 1 cm<sup>3</sup> suyun iletkenliğini ifade eder. İzleme parametresidir. Suda çözülmüş maddeler hakkında bir sınıflandırma yapılmasına yardımcı olur (Erguvanlı ve Yüzer 1987).

Elektriksel iletkenlik sıcaklıkla artar. Laboratuarda elde edilen saf suların elektriksel iletkenlikleri 0,5-5 mikromho/cm, içme sularınının 30–2000 mikromho/cm, çok tuzlu sularınının ise 10.000 mikromho'dan fazladır (Şahinci 1991).

## 2.4. Bulanıklık

Sularda bulanıklık, askıda maddelerin suyun içinden geçen ışığı engellemesinden kaynaklanır. Işığın geçişini engelleyen bu maddeler su içinde askıda bulunan kil, silis, organik maddeler, mikroskobik organizmalar, çökebilir haldeki kalsiyum karbonat, alüminyum hidroksit, demir hidroksit veya benzer maddelerdir. Bu maddeler kolloid büyüklüğünden, iri taneciklere kadar değişik boyutlarda olabilmektedir (Samsunlu 1999).

Su içinde bulanıklığa neden olan maddeler, kaynağına göre inorganik veya organik olarak sınıflandırılabilir. Organik bileşikler kokuya, renge ve tada neden olabilirken, inorganik maddeler suda genellikle bulanıklık meydana getirir (Güler 1997).

İçme ve kullanma sularının bulanıklık probleminin olmaması, su hijyeni yönünden önemlidir. Bulanıklığa neden olan maddeler arasında patojen mikroorganizmalar da bulunduğu için, bulanık sular daima şüpheli olarak kabul edilmelidir. Önceden bir arıtma işlemine maruz bırakılsa da, bulanık suların kullanılmaması gerekir. İçme suyu şebekesinde tortu bırakmaları dolayısıyla endüstriyel amaçla kullanılmasında da sakıncalar vardır (Demirer 1995).

Bulanıklık ölçümlerinde çoğunlukla nefelometri yöntemi kullanılır ve birimi ise nefelometrik bulanıklık üniteleridir. Birimi NTU ile gösterilir.

İ.T.A.S.H.Y.'e göre bulanıklık için, tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim olmaması şartı aranırken, TS266 standardında 5 NTU sınır değeri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca İ.T.A.S.H.Y. ve TS266 standardında yüzeysel suların arıtılması ile elde edilen içme ve kullanma sularında bulanıklık için sınır değeri 1 NTU olarak belirlenmiştir.

#### **2.4.1. Bulanıklığın çevresel önemi**

Estetik açıdan içme sularının kullanıcılarca berrak olması istenir. Sudaki bulanıklık herhangi bir kirleticinin suya karıştığını düşündürür. Bu da insanlar üzerinde sağlık tehlikesinin bulunabileceğini akla getirir. Ayrıca psikolojik olarak suda bulanıklık istenmez.

Bulanık suların berraklaştırılması için filtre işlemlerinin uygulanması gerekir. Yüksek bulanıklık arıtma tesislerinde işletme maliyetlerini arttırır. Arıtma işlemlerinde güçlükler neden olmaktadır.

İçme ve kullanma suları genel olarak klor ve ozon kullanılarak dezenfeksiyonu sağlanmaktadır. Dezenfeksiyonda temel gaye insan sağlığına zarar verebilecek tüm patojenlerin bertaraf edilmesi için dezenfektana maruz kalması istenir. Bulanıklık ise dezenfeksiyon verimini düşürür veya dezenfektan madde kullanımını arttırır. Bu nedenle bulanıklığın düşük olması istenmektedir (Samsunlu 1999).

#### **2.5. Florür**

Sularda bulunan florür diş sağlığı açısından önemlidir. İnsanlar için gerekli florürün başlıca kaynağı içme suyudur. WHO standartlarına göre içme suyunda ideal florür konsantrasyonu 0,9 mg/L ile 1,2 mg/L arasındadır (Anonymous 2006).

Yapılan çalışmalarda dişlerde meydana gelen şekil bozukluklarına sularda aşırı bulunan florür konsantrasyonunun neden olduğu tespit edilmiştir. Florür iyonu konsantrasyonun 10 mg/L'yi geçmediği sürece bu tip rahatsızlıkların görülmediği çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir. Dişlerdeki şekil bozukluklarının şiddeti ve derecesi sudaki florür konsantrasyonunun yüksek olmasıyla doğru orantılı olarak artmıştır (Samsunlu 1999).

Flor dünya yer kabuğunda 0,3 g/kg oranında bulunmaktadır. Yeraltı sularında suyun geçtiği yerlere bağlı olarak konsantrasyon farklılık gösterebilir. Fakat yeraltı sularında florür konsantrasyonu genellikle 10 mg/L'yi geçmemektedir. Diş bozuklukları yanında daha yüksek konsantrasyonlarda iskelet sisteminde de şekil bozukluklarına yol açabilmektedir. Diş sağlığı açısından 0,5 mg/L altındaki florür konsantrasyonuna sahip içme sularına florür takviyesi yapılması önerilmiştir (Anonymous 2006).

## 2.6. Klorür

Klorürler tüm doğal sularda çeşitli konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Dağlık alanlarda bulunan su kaynaklarında çok düşük konsantrasyonlarda klorür bulunur. Buna rağmen yeraltı suyunda veya akarsularda klorür konsantrasyonu biraz daha fazladır. En fazla klorür konsantrasyonuna sahip sular ise deniz sularıdır. Klorürler doğal sulara çeşitli yollarla karışabilirler. Toprağın yüzeyinde ve yakın tabakalarda bulunan klorürler, su ile çözünerek su bünyesine katılmış olurlar. Ayrıca deniz suyunun sprey halinde havaya karışması ve taşınarak karasal alanlara geçmesi ile su kaynaklarında klorür konsantrasyonu yükselebilir. Deniz suyu, tatlı su kaynaklarına göre daha yoğun olduğundan, tatlı suyun altına girer bu şekilde bir akış oluşur. Bu olay haliçlerde karşımıza çıkabilmektedir. Bunun dışında insan idrarında, tüketilen su ve gıdalardakine eş değer miktarda klorür bulunmaktadır. Bu miktar ortalama 6 gr klorür/kişi/gün seviyesindedir. Bu nedenle alıcı ortama verilen evsel atık sular, klorür konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır (Samsunlu 1999).

İnsan sağlığı açısından günlük tolere edilebilen klorür miktarı 150 µg/kg'dır (Anonymous 2006).

250 mg/L konsantrasyondan daha fazla klorür içeren sularda tuzluluk hissedilir. Tüketicilerce hoş karşılanmayan bu durum suyun lezzeti açısından istenmez. Ancak su temininin güç olduğu yerlerde 2.000 mg/L konsantrasyonda klorür içeren sular, evsel kullanım için zararlı etki yapmaksızın kullanılmışlardır. Bakteriyolojik analiz

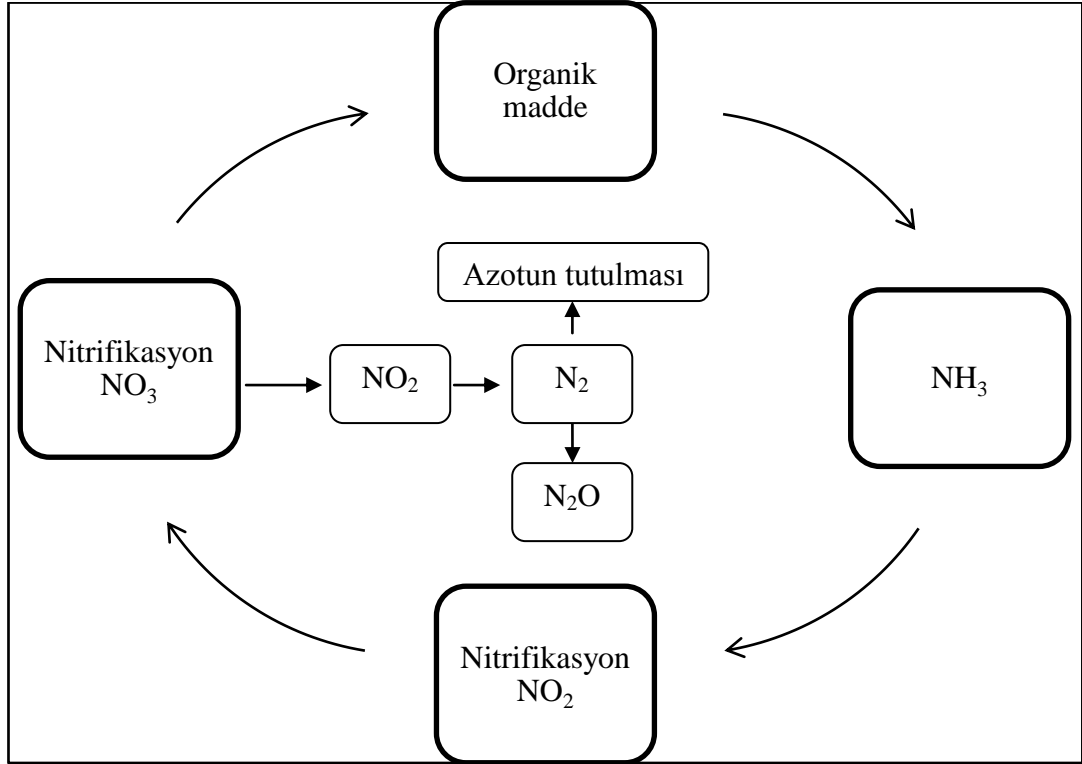
yöntemlerinin gelişmediği dönemlerde klorür analizleri yeraltı sularının atık sularla temasının olup olmadığı hakkında bilgi almak için kullanılmıştır (Samsunlu 1999).

WHO insan sağlığı açısından klorür için bir üst limit önermemiştir (Anonymous 2006). Suda tuzluluk hissi verdiği için İ.T.A.S.H.Y.'te sınır değeri 250 mg/L olarak verilmiştir (Anonim 2005).

## **2.7. Amonyum ve Nitrit**

Amonyum, metabolizma faaliyetleri, tarımsal uygulamalar, endüstriyel işlemlerden kaynaklanmaktadır. Yeraltı ve yüzeysel sularda genellikle 0,2 mg/L konsantrasyonunun altında bulunmaktadır. Anaerobik yeraltı sularında bu değer 3 mg/L'dir. İnsan sağlığına zararlı etki yapabilecek sınır değeri yaklaşık olarak 200 mg/kg'dır. Sudaki amonyum bakteriyel, fekal ve hayvansal atıkların suya karışmakta olduğunun göstergesidir (Anonymous 2006).

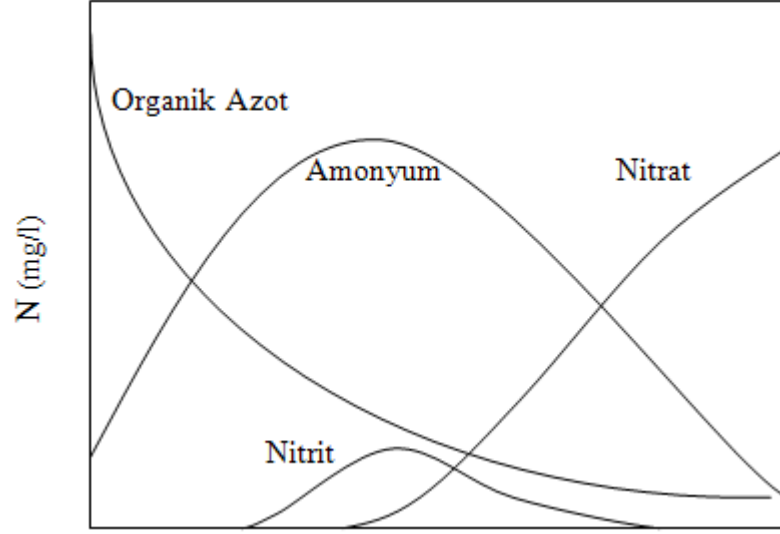
Azot, canlı metabolizmasında, besin maddelerinde ve yaşamsal faaliyetlerini yitirmiş organizmalarda bir döngü halindedir. Azot bu çevrimde çeşitli oksidasyon aşamalarından geçmektedir. Bu aşamalarda moleküler azot, ototrof ve heterotrof mikroorganizmalarca protein sentezinde kullanılır. Protein molekülleri aerobik ve anaerobik ortamlarda parçalanarak amonyak oluşur. Şekil 2.1'de doğadaki azot döngüsü özet olarak verilmiştir (Mutluay ve Demirak 1996).



**Şekil 2.1.** Doğadaki azot döngüsü

Amonyum, oksijenli ortamlarda hızlı bir biçimde yükseltgenerek nitrite ve daha sonra nitrate dönüşür. Bu olaya nitrifikasyon denir. Nitrifikasyon bakterilerce gerçekleştirilmekte olup, bu bakteriler nitrosomonas ve nitrobakter grubu bakterilerdir (Mutluay ve Demirak 1996) .

İçme suyunda rastlanan amonyum konsantrasyonu büyük olasılıkla fekal bir kirlenmenin olduğunun göstergesidir. Bu yönden içme sularında amonyum analizinin önemi büyüktür. Suda bulunan amonyum zaman geçtikçe Şekil 2.2’de görüldüğü gibi nitrit ve daha sonra nitrate dönüşebileceğinden, amonyum tespit edildiğinde kaynağa karışmış olabilen fekal kirliliğin yakın zamanda olduğu düşünülür (Samsunlu 1999).



**Şekil 2.2.** Aerobik şartlarda, kirletilmiş sularda mevcut azot formundaki zamanla oluşan değişimler (Samsunlu 1999)

Nitrit, amonyum ve nitrata kıyasla sularda daha düşük konsantrasyonlarda bulunur veya sık rastlanmaz. Çünkü nitrit, nitfikasyon esnasında nitrata veya denitrifikasyon esnasında amonyuma dönüşen bir ara üründür (Samsunlu 1999).

Buna karşılık tamamen nitrifikasyona uğramamış atıksuların alıcı ortama verilmesi halinde, ortamdaki nitrit konsantrasyonu yüksek olabilmektedir (Uslu ve Türkman 1987).

## 2.8. Nitrat

Organik maddelerde bulunan azotun oksidasyonu sonucu meydana gelen ve belirlenen sınır değere kadar zararsız kabul edilen bir maddedir. Yüzeğe yakın yeraltı sularında genellikle 1 mg/L konsantrasyonlarda bulunabilirler. Ancak çok derin yeraltı su kaynaklarında 500-1000 mg/L nitrat konsantrasyonlarına rastlanmıştır. Yetişkinler için zararsız olduğu kabul edilmekle beraber, araştırmalarla 20 mg/L'den fazla nitrat içeren sularla hazırlanan mamalarla beslenen 6 aylığa kadar bebeklerde methemoglobinemi'ye neden olduğu saptanmıştır. Bu rahatsızlığın bebeklerde görülmesinin sebebi mide pH sınırın yetişkin insanlara göre daha yüksek bir seviye olan 4,9'un üzerinde seyretmesidir.



Bu pH seviyesinde midede nitratları nitrite indirgeyen bakteriler kolayca üreme imkanı bulabilmektedir. Oluşan nitritin kana karışmasıyla hemoglobine bağlanarak oksijen taşınımını engeller. Sonuç olarak methemoglobinemi denilen ve siyanozla kendini gösteren zehirlenme ortaya çıkarak bebek ölümlerine neden olabilir (Demirer 1995).

Vücuda içme sularıyla alınan nitrat, bağırsak kanalında yaklaşık 4-12 saat süresince absorbe olur ve böbrekler sayesinde bünyeden atılır. Bu işleyişin dışında yetişkinlerde de vücuda alınan nitratın tükrük bezlerinde birikimi gerçekleşebilir ve ağız içinde anaerobik şartlarda nitrit oluşabilir. Nitrat konsantrasyonu içme sularında 500 mg/L'yi aşması durumunda yetişkinlerde bağırsak, sindirim ve idrar sisteminde iltihaplanmalara sebep olabilmektedir (Uslu ve Türkman 1987).

Sudaki nitrat iyonları aşağıdaki sebeplerden kaynaklanabilmektedir.

- Hayvansal ve bitkisel atıklarda bulunan protein içeriğinin ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyağın nitrata dönüşmesiyle,
- Tarımsal alanlarda gereğinden fazla kullanılan gübreler nedeniyle,
- Atmosferdeki azotun, azot oksitlere yükseltgenmesiyle ve bu oksitlerin sudaki reaksiyonları sonucu nitrat meydana gelmektedir (Mutluay ve Demirak 1996).

Genellikle zirai çalışmalarda kullanılan gübrelerden ve kanalizasyon atıklarının su kaynaklarına ulaşmasıyla oluşan nitrat konsantrasyonu özellikle yeraltı su kaynaklarının kalitesini düşürmektedir. Nitrat kirliliği dünya genelinde yeraltı su kaynakları için tehdit oluşturmaktadır (Çakmak 2007).

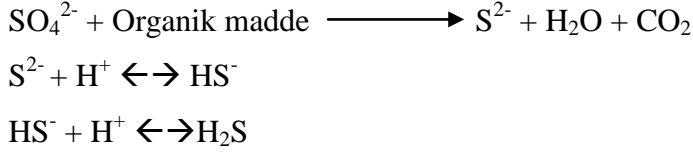
İçme sularında tespit edilen nitrat konsantrasyonu su kaynağına fekal bulaşma olduğunu akla getirebilir. Kirlilik nitrat formunda görüldüğü için, su kaynağı ile temasının üzerinden uzun bir zaman geçtiği düşünülebilir.

Ülkemizde tarımsal kaynaklı nitrat kirliliği ile ilgili olarak 18 Şubat 2004 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğine Karşı Suların

Korunması Yönetmeliği'nde sulardaki nitrat konsantrasyonunun tespit edilmesi, önlenmesi ve azaltılması amaçlanmıştır (Anonim 2004).

## 2.9. Sülfat

Sülfat konsantrasyonu içme sularında fazla miktarda bulunduğu insanlar üzerinde müshil etkisi göstermektedir. Ayrıca, yüksek konsantrasyonda sülfat içeren suların kazan ve ısıtıcılarda kabuk yapma özelliği nedeniyle sakıncaları bulunmaktadır. Anaerobik ayrışma sonunda indirgenen kükürt, zehirli ve kötü kokuya neden olan H<sub>2</sub>S oluşumuna neden olur. Oluşan H<sub>2</sub>S, suyun mevcut pH değerini asidik şartlara taşıyarak özellikle tam dolu akmayan beton kanalizasyon borularında korozyona sebep olmakta ve sızıntılara neden olabilmektedir (Samsunlu 1999).



Sülfat içeren sular demir ve betona etkide bulunabilirler. Özellikle 1.000 mg/L seviyesinin üstünde sülfat içeren sular, betonun tahribatına neden olur. Aynı şekilde demir borularda da mukavemet kaybına sebep olmaktadır (Muslu 2001).

Ortamda organik madde açısından zengin, oksijen ve nitrat bulunmuyor ise anaerobik şartlar altında yukarıdaki reaksiyonlar gerçekleşerek H<sub>2</sub>S oluşur. Korozyona asıl neden olan olay, özellikle sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde su buharında H<sub>2</sub>S'ün çözünerek, kükürt oksitleyen bakterilerce kuvvetli bir asit olan sülfirik asite (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dönüşmesidir (Samsunlu 1999).

İnsan vücudunda bulunan fazla kükürt, çoğunlukla idrar yoluyla sülfat formunda atılır. Ortalama bir günde insanlar tarafından idrar yoluyla atılan kükürt miktarı 1 gr civarındadır. Bu sebeple sülfat konsantrasyonunun içme sularında varlığı, fekal kirlenmeyi akla getirebilir (Samsunlu 1999).

İçme sularında genellikle sülfata bulunur. Kayalardan suya geçen katyonlar genellikle sülfatla çözünebilen bileşikler verirler. Tat veren sülfat tuzlarının tat başlangıç değerleri sodyum sülfat için 200-500 mg/L, kalsiyum sülfat için 250-900 mg/L ve magnezyum sülfat için 400-600 mg/L'dir (Güler 1997).

WHO sülfat için içme sularında insan sağlığına zarar verebilecek sınır değer bildirmemiştir (Anonymous 2006).

## **2.10. Fosfat**

Sularda fosfor çeşitli fosfat türleri halinde bulunsa da, organik fosfor bileşiklerinin temel yapı taşını orto-fosfat anyonu oluşturur (Uslu ve Türkman 1987).

Fosfor canlı organizma için vazgeçilemez bir elementtir. İnsan bünyesinde kalsiyumla beraber en çok kemiklerde bulunur. Doğal sularda organik ve inorganik şekillerde bulunabilen fosfat, çoğu mineralin yapısında bulunabilir. Alkali topraklardaki çözünürlüğünün az olması nedeniyle sudaki miktarı düşüktür. Suya kaya ve topraklardan geçebildiği gibi, evsel atıklardan deterjan kullanımı sonucu, yapay gübrelerden ve endüstriyel atıklardan geçebilir. Fosfatın varlığı su depolarındaki alglerin çoğalmasını kolaylaştırır. Bu da içme sularında koku ve tat problemi ile karşılaşılmasına sebep olur. Yüzeysel sulardaki fazlalığı da azota bağlı olarak yine alglerin çoğalmasına ve o yüzeysel sudaki canlı hayatı etkilemesine neden olur (Güler 1997).

Fosfat için İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte ve TS266 standardında sınır değer bulunmamaktadır.

### **2.11. Sodyum**

Yerkabuğunda en fazla bulunan elementlerdendir. Bu nedenle doğal sularda sıkça rastlanır. Deniz suyunda %2,6-2,7 arasında NaCl bulunmaktadır (Güler 1997).

Sodyum vücut sıvılarında yoğun şekilde bulunur ve fazlası NaCl formunda büyük ölçüde idrar ile atılır. Vücut sıvılarında bulunan sodyumun en önemli rolü ozmotik basıncı sağlanmasıdır. Bunun dışında sodyum kemiklerin yapısında da bulunur. Sodyum miktarı insanlarda çok hassas bir kontrol sistemi ile dengelendiğinden ve fazlası böbrekler vasıtası ile hızlı bir şekilde dışarı atıldığından toksik bir etkisi bulunmamaktadır. Eğer vücutta bulunan fazla tuz atılmaz ise adale titremeleri, beyin ve akciğer ödemlerine neden olabilmektedir. Çocuklarda böbreklerin tam olarak gelişmemiş olması nedeniyle vücutta bulunan fazla tuz ölüme yol açabilmektedir (Demirtaş 2009).

### **2.12. Potasyum**

Potasyum yeryüzünde en fazla bulunan elementlerin yedincisidir. Fakat doğal sularda bulunan potasyum miktarı çoğunlukla 20 mg/L'yi geçmez. Bazı jeokimyasal prosesler ve absorpsiyon nedeniyle potasyum toprakta kalır ve suya fazla geçmez. Bu durum suyun bulunduğu jeolojik formasyonlara bağlıdır (Güler 1997).

İnsan bünyesinde potasyum, özellikle hücre içi sıvısı açısından ve hücre içindeki fonksiyonları yönünden önemli bir katyondur (Demirtaş 2009).

### **2.13. Magnezyum**

Yeryüzünde en fazla bulunan elementlerden sekizincisidir. Doğal sularda başlıca magnezyum kaynağı MgCO<sub>3</sub>, daha çok karbonatlı kaya bulunur. Magnezyum sularda

sertliğe neden olan iyonlardan birisidir ve sıcak sularda kırılğan kabuk meydana getirme özelliğine sahiptir (Demirtaş 2009).

İnsan sağlığı için gerekli minerallerden olan magnezyum, daha çok kemiklerde, kaslarda ve sinirsel dokularda bulunmaktadır. Yetişkin bir insan günde 50 mg magnezyum gereksinimi duymaktadır (Güler 1997).

#### **2.14. Kalsiyum**

Genellikle sudaki kalsiyumun kaynağını karbonatlı ve sülfatlı kalsiyum mineralleri teşkil eder. Bu nedenle sularda, çok değişik konsantrasyonlarda kalsiyum bulunabilir. Kalsiyum suya sertlik özelliği veren en önemli iyondur. Kalsiyumlu sularda karbonat ve sülfat da bulunuyorsa kalsiyumkarbonat ve kalsiyumsülfatın çökerek yüzeyi bir tabaka halinde örtmesi halinde boruların korozyona uğramasını engeller. Ancak meydana gelen kazan taşı ısıyı iyi iletmediğinden kazan cidarları su ile temas edemez ve aşırı ısınmalar meydana gelir. Oluşan kazan taşının ani olarak çatlaması neticesinde, su ani olarak buharlaşır ve kazanın patlamasına neden olabilir (Güler 1997).

#### **2.15. Arsenik**

Arsenik doğada, Arsenat ( $AsO_4$ ) ve arsenit ( $AsO_2$ ) olarak arseniğin anyonik bileşikleri halinde bulunur. Arseniğin şekli vücut tarafından emilimini etkilemekte, element formunda arsenik zor emilmektedir. Doğal sularda genelde düşük konsantrasyonlarda rastlanmaktadır. Ağır bir metal olmasına rağmen suda anyon haldedir. Doğal sularda ender olarak bulunan arsenik, minerallerin çözünmesinden, endüstriden ve pestisit kullanımından dolayı suya karışabilmektedir. Arsenik vücuda alındığında önce kana karışır, sonrasında karaciğer, adale, böbrek, dalak ve deride bulunabilir. Arsenik bileşiklerinin toksik etkisi, bileşiğin kimyasal ve fiziksel şekline, alınma süresine ve miktarına, yaş ve cinsiyetine bağlıdır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre içme sularında arsenik için sınır değer 10  $\mu g/L$ 'dir (Güler 1997).

Akut arsenik zehirlenmelerinde komayla sonuçlanan merkezi sinir sistemi semptomları görülebilmektedir. Alınan arsenik miktarı 70-180 mg arasında ölüme sebep olmaktadır. WHO tarafından yapılan bir araştırmada hayatları boyunca yaklaşık 200 µg/L arsenik içeren suların içilmesi neticesinde deri kanserine yakalanan hastalarda %5'lik bir artış tespit edilmiştir (Demirtaş 2009).

### **2.16. Kurşun**

Toprakta yaklaşık 16 mg/kg oranında bulunan kurşun, toprağın doğal elementlerindedir. Dünya genelinde yüzeysel sularının ortalama kurşun içeriği ise 1-10 µg/L'dir. İçme suyu iletim hatlarında kurşun ihtiva eden tesisat kullanılması sebebiyle bulaşma olabilir. Bu gibi durumlarda ortama bağlı olarak korozyonun meydana gelmesi halinde bulaşma daha fazla olmaktadır. Suda erimiş halde bulunan kurşunun insan bünyesinde kolayca emildiği bilinmektedir (Güler 1997).

Yüksek dozda alınan kurşunun biriken genel bir zehir olduğu asırlardır bilinmektedir. Akut kurşun zehirlenmesinde görülen semptomlar yorgunluk, halsizlik, karın ağrıları, hassasiyet, kansızlık ve çocuklarda davranış bozukluklarıdır. Çevreden toplam alınan kurşuna bağlı kandaki oran 1 litre kanda 200 mikrogram olarak tespit edilmiştir (Anonymous 2006).

İ.T.A.S.H.Y.'te kurşun için sınır değeri 10 µg/L olmasına rağmen, 1 Aralık 2012 tarihine kadar 25 µg/L olarak belirlenmiştir (Anonim 2005).

### **2.17. Krom**

Krom suda 3 ve 6 değerlikli hallerde bulunmakla birlikte, 3 değerlikli kroma çok az rastlanır. Krom 6 tuzları kanserojenik özelliktedir. Bu nedenle içme sularının krom kirliliğinden korunması gerekir. pH değeri düşük doğal sularda eser miktarda bulunabilir. Sularda kromat bileşiklerinin bulunması ancak suyun kirlenmesi sonucunda olabilir. Krom tuzları endüstriyel proseslerde çok miktarda kullanılır (Güler 1997).

Toplam krom konsantrasyonu genelde içme sularda 2 µg/L'den daha azdır. Yapılan çalışmalarda 6 değerlikli kromun akciğer kanserine neden olabileceği tespit edilmiş, 3 değerlikli kromun ise kanser vakalarında bir artışa neden olmadığı görülmüştür (Anonymous 2006).

### **2.18. Bakır**

Suda bulunan bakır zararlı olmamakla birlikte, alüminyum ve çinko içeren boruların korozyonunu arttırmaktadır. Suda bakır konsantrasyonunun 1 mg/L'den daha yüksek olması yıkanan çamaşırlarda leke yapar. Bu değer daha yüksek olması durumunda ise suya acı bir tat verir. Bakır insan biyolojisinde gerekli bir elementtir. Yetişkin bir insanın günde 2 mg bakıra ihtiyaç duyduğu düşünülmektedir. Eritrosit oluşumunda, doku demirinin serbest bırakılmasında, kemik, merkezi sinir sistemi ve bağ doku gelişiminde önemli rolü vardır. Bakırın fazla miktarda alınması durumunda karaciğer ve böbrek hastalıklarına, damar hastalıklarına, mukoza iltihaplanmasına ve depresyonla seyreden merkezi sinir sistemi bozukluklarına sebep olabilir (Güler 1997).

### **2.19. Nikel**

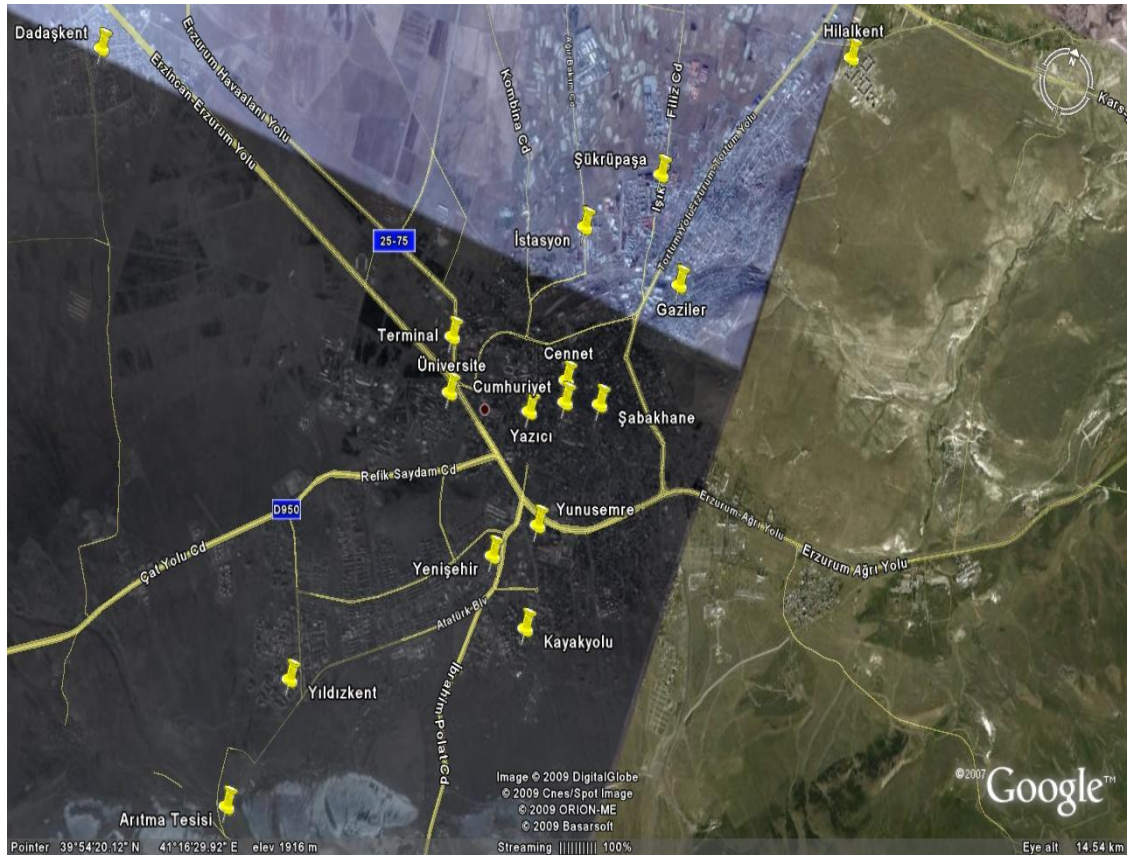
Nikel içme sularında düşük konsantrasyonlarda bulunur. Nikel-krom kaplama musluk veya çelik borular gibi tesisat bileşenlerinden kaynaklanabilir. İnsan vücudunun tolere edebileceği nikel miktarının vücut ağırlığına oranı 12 µg/kg'dır. Ratlar üzerinde yapılan çalışmada genel toksik değeri 130 µg/L olarak bildirilmiştir (Anonymous 2006).

Madenlerin işlenmesi sonucu çevreye yayılabilmektedir. Nikel bazı alaşımlarda katalisit olarak metal kaplamalarda kullanılmaktadır. Bu işlemlerden kaynaklanan atık sular, sularda nikel kaynağı olabilmektedir. Nikel tuzlarının pek çoğu suda eriyebilir. Yüzeysel sularda 1 mg/L gibi yüksek oranlar bildirilmesine rağmen, genelde yüzeysel sulardaki nikel miktarı 5-20 µg/L konsantrasyonları arasındadır (Güler 1997).

### 3.MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada, Erzurum ili şehir merkezinde şebeke dağıtım sitemine dahil farklı noktalardan kapalı meskenler ve halk çeşmelerinden toplam 15 numune alma istasyonu belirlenmiştir. Çalışma süresince belirli aralıklarla aynı istasyonlardan numuneler alınarak analiz edilmiştir. Belirlenen istasyonlardan safsu ile yıkanmış pet şişeler kullanılarak, musluklar 2 dakika süre ile akıtıldıktan sonra 500 ml numune alınmıştır. Numune alımı yapılan noktalar ve Erzurum ili içme suyu arıtma tesisi Şekil 3.1’de harita üzerinde gösterilmiş olup, Çizelge 3.1’de ayrıntıları verilmiştir.



Şekil 3.1. Numune alımı yapılan istasyonlara ait noktalar



**Çizelge 3.1** İstasyonlara ait bölge ve tipler

İstasyon Adı	Numune Alım Yeri	Tipi
Yıldızkent	Osman Gazi Mah.	Kapalı Mesken
Yenişehir	Solakzade Mah.	Kapalı Mesken
Kayakyolu	Osman Bektaş Mah.	Kapalı Mesken
Yunusemre	Yunusemre Mah.	Kapalı Mesken
Üniversite	Atatürk Üniversitesi Kampüsü	Kapalı Mesken
Terminal	Terminal Cad.	Kapalı Mesken
Dadaşkent	Dadaşkent	Kapalı Mesken
İstasyon	İstasyon Mah.	Kapalı Mesken
Şükrüpaşa	Şükrüpaşa Mah.	Kapalı Mesken
Gaziler	Gaziler Mah.	Kapalı Mesken
Hilalkent	Ömer Nasuhi Bilmen Mah.	Kapalı Mesken
Cennet	Cennet Çeşmesi	Halk Çeşmesi
Şabakhane	Şabakhane Çeşmesi	Halk Çeşmesi
Yazıcı	Yazıcı Çeşmesi	Halk Çeşmesi
Cumhuriyet	Cumhuriyet Caddesi Edip Akgün Hayratı	Halk Çeşmesi

Çalışmaya 2008 yılı Aralık ayında başlanıp, 2009 yılı Haziran ayında sonlandırılmıştır. Bu dönem içerisinde istasyonlardan alınan 150 adet numuneye ait bilgiler Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Numune alım tarihleri ve alınan bölgeler

Numune Alma Tarihleri	Alınan Bölgeler
15/12/2008	Tüm İstasyonlar
02/01/2009	Tüm İstasyonlar
17/01/2009	Tüm İstasyonlar
04/02/2009	Tüm İstasyonlar
20/02/2009	Tüm İstasyonlar
18/03/2009	Tüm İstasyonlar
12/04/2009	Tüm İstasyonlar
01/05/2009	Tüm İstasyonlar
20/05/2009	Tüm İstasyonlar
10/06/2009	Tüm İstasyonlar

## **3.2.Çalışma Alanının Tanıtılması**

### **3.2.1. Coğrafya**

Erzurum ili arazi büyüklüğü yaklaşık olarak 25.066 km<sup>2</sup>'dir. Toprakları iki coğrafi bölgeye yayılmış olan Erzurum ilinin kuzey kesimlerinde yer alan İspir, Narman, Oltu, Olur, Pazaryolu, Tortum ve Uzundere ilçeleri Karadeniz Bölgesinin Doğu Karadeniz sınırları içinde kalmakta ve bu kesim il topraklarının yaklaşık %30'luk bir payını oluşturmaktadır. Geriye kalan %70 gibi önemli bir pay ise, Doğu Anadolu Bölgesi dahilinde yer alır. İl, arazi büyüklüğü bakımından, sırayla Konya, Sivas ve Ankara İllerinden sonra, Türkiye'nin 4. büyük ili konumundadır. Erzurum İli, genel olarak yüksek arazilerden oluşur. Platoların deniz düzeyine göre yükseklikleri 2000 m'ye kadar çıkmaktadır. Platoların üzerinde yer alan dağların yükseklikleri ise 3000 m'yi geçebilmektedir. Platolar ve dağlar arasında, yükseklikleri yaklaşık 1500 ile 1800 metrelere ulaşan depresyon ovaları ve oluklar bulunmaktadır. Erzurum kenti ve Erzurum ovası güneyinde yer almakta olan 3176 m yüksekliğe sahip Palandöken Dağları, Pasinler Ovası güneyinde yer alan Çakmak Dağı ve Bingöl Dağlarının kuzey yarısı Erzurum İli sınırları içinde yer almaktadır. Kuzey ve güneydeki dağların arasına, iki önemli depresyon ovası yerleşmiştir. Bunlar Erzurum kentinin de kenarında kurulmuş olduğu Erzurum ovası ve Hasankale ovası olup, her iki ovayı birbirinden 2030 m yükseklikteki Deveboynu beli ayırmaktadır. Bunlardan Erzurum ovasının en alçak kesimi 1850 m'dir (Anonim 2009c).

### **3.2.2. İklim ve Bitki Örtüsü**

İl arazisinin büyük çoğunluğunda, karasal iklim özellikleri egemendir. Kışlar uzun ve sert, yazlar kısa ve serin geçer. İl topraklarının kuzey kesimlerinde, yüksekliği yaklaşık 1000 ile 1500 metrelere inen vadi içleriyle çukur sahalarda iklim, büyük ölçüde sertliğini yitirir. Erzurum il merkezindeki meteoroloji istasyonunda 1929'dan bu yana gözlem yapılmaktadır. Gözlem sonuçlarına göre, ilde en soğuk ay ortalaması, -8,6°C, en sıcak ay ortalaması 19,6°C, en düşük sıcaklık -35°C ve en yüksek sıcaklık ise, 35°C

olarak ölçülmüştür. Yıllık yağış tutarı 453 mm kadardır. En az yağış kış devresinde düşer. Bu devrenin yağışları kar biçiminde olup, kar yağışlı gün sayısı 50 ve kar örtüsünün yerde kalış süresi ise 114 gün kadardır. En yağışlı devre ilkbahar ve yaz mevsimleridir. İl arazisinde egemen doğal bitki örtüsü, step formasyonudur. Orman örtüsü, pek yaygın değildir. Bu örtünün alt sınırı, 1900-2000 metrelerde başlamakta ve üst sınır yaklaşık 2400 metrede son bulmaktadır. İl arazisinin %60'tan biraz fazlası steplerle kaplıdır. Bu doğal bitki örtüsü geniş alanlarda mera hayvancılığına uygun verimli çayırliklar durumundadır (Anonim 2009c).

### 3.2.3. Nüfus

Erzurum ili nüfusu, 21.01.2008 tarihinde açıklanan adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre 784.941 kişidir. 1985 Yılı Genel Nüfus Sayımında sayı 856.175 iken, 1990 Genel Nüfus Sayımında 848.201'e düşmüştür. 1985–1990 arasında toplam nüfusta %0,93 bir azalma, 1990–2000 yılları arasında ise %10,51 oranında bir artış olmuştur. 2000 yılı genel nüfus sayımı kesin sonuçlarına göre toplam nüfus 937,389 olup, il merkezi nüfusu 361.235'dir. Erzurum, arazi büyüklüğüne paralel bir nüfus barındırmamaktadır. Esasen 1927'de 270.400 dolayında olan il nüfusu, 2000 yılı itibariyle, 937.389'a ulaşmakla 73 yıllık rakamsal büyüklükteki artış, 3,5 katı dolayında gerçekleşmiştir. Ancak, bu süre içinde Türkiye nüfusunun beş kat dolayında arttığı hatırlanırsa, il nüfusunun yavaş artmakta olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ilin nüfusuna yansımakla birlikte, 1927'de km<sup>2</sup> başına 10,8 kişi düşerken, 2000 yılında bu yoğunluk 37,6'ya çıkmıştır. Bu durumun başlıca sebeplerinden birisi yoğun nüfus göçüdür (Anonim 2009c).

### 3.2.4. Akarsular ve kaynaklar

Ovanın kuzeydoğusundan doğan Karasu, Erzurum ovasının doğu-batı yönünde ilerlemektedir. Köşk, Karagöbek ve Dumlu Dereleri'nin birleşmesinden oluşmaktadır. Doğu-batı yönünde aktıktan sonra Ilıca ilçesinde Pulur Çayı'nı alarak ovayı terk etmektedir. Karasu nehri ortalama akımı 4,304 m<sup>3</sup>/s'dir. Ovada daimi akış gösteren Pulur çayı, güneyden gelen Taşlıgüney, Güzelyurt, Haydari suyu ve Keklik deresinden

meydana gelir. Ortalama akım  $1,25 \text{ m}^3/\text{s}$ 'dir. Tuzla çayının yan kolları olan Tuzlağan mevkiinden çıkan kaynaklar önce Karagöl Dere ismini alıp, daha sonra Budak Dere olarak devam eder. Son olarak Pisyan Dere ismini alır. Palandöken baraj aksı menbaasında Lezgi deresine katılarak Lezgi suyu ismini alır. Lezgi deresini Değirmen-tepe mevkiinden doğan ve Değirmendere ismini alarak bir çok yan kolları toplayan dere oluşturur. Pisyan deresi ile birleşerek, batıya doğru devam ederek Tuzla çayına katılır. Erzurum ovasında sıcak ve soğuk su kaynakları mevcuttur. Soğuk su kaynakları Dumlu, Akdağ, Umudum, Abdurrahman Gazi, Söğütlü ve debileri birkaç  $\text{L/s}$ 'yi geçmeyen volkanik kayaçların çatlaklarından çıkan kaynaklardır. Altunbulak, Yeşilova civarında alüvyon içinde sızıntı halinde su kaynakları vardır. Sıcak su kaynakları ovanın kuzeyinde alüvyon bazalt sınırına yakın yerlerden çıkar. Bu kaynakların kimyasal karakterlerinin aynı olması, aynı fay üzerinde olduklarını göstermektedir. Ilıca ilçesindeki sıcak su kaynaklarının ise kuzey, güney doğrultulu bir faydan çıktığı tahmin edilmektedir (Anonim 1996).

### **3.2.5 Yeraltı su kaynakları**

Erzurum ili yer altı su kaynakları ile ilgili bilgiler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğünden alınmıştır (Anonim 2009d). Erzurum ilindeki akiferlerin bulunduğu havzanın toplam alanı  $2.680 \text{ km}^2$  olup, ovanın genel toplam alanı  $740 \text{ km}^2$ 'dir. Havza üç ana ovadan oluşmaktadır. Bunlar  $490 \text{ km}^2$  alana sahip Erzurum ovası,  $21 \text{ km}^2$  alanlı Kümbet ve  $26 \text{ km}^2$  alanlı Cinis ovalarıdır.

#### **3.2.5.a. Erzurum ovası**

Erzurum ovasında kuvaterner yaşlı alüvyonların kumlu, çakıllı seviyeleri ile birikinti konileri akiferleri oluşturmaktadır. Alüvyal akifer ova girişinde, Güzelova (Tufanç) köyü civarında 2895 nolu D.S.İ. (Devlet Su İşleri) sondaj kuyusunda 2-125 m arasında görülür. Basıncılı akifer karakterindedir. Güzelova-Kösememet istikametinde akifer derinliği 60 m'ye kadar, kalınlığı ise 35 m'ye kadar azalmaktadır. Güzelova-Yolgeçit, Umudum istikametinde, Umudum köyünde üstte 0-20 m, altta 50-80 m arasında toplam

50 m kalınlığında iki akifer görülür. Yeşilova'ya gelince iki akifer birleşerek tek akifere dönüşür. Kalınlığı 100 m civarındadır. Yeşilova-Yerlisu istikametinde alüvyal akifer birikinti konisine geçiş gösterir ve kuzeye doğru inceler. 9524 nolu Atatürk Üniversitesi işletme kuyusunda satıhtan itibaren toplam kalınlığı 35 m olan iki killi zonun ayrıldığı ve toplam kalınlığı 60 m olan üç basınçlı akifer bulunmaktadır. Çiftlik köyü istikametinde üst akifer 5-40 m arasında görülür. Alt akifer ise 50 m'den başlayarak kalınlığı yaklaşık 100 m'ye ulaşır. Çiftlik köyü-Ilıca (Ova çıkışı) arasında alt ve üst akifer birbirleri ile irtibatlanır ve kalınlığı 50 m'ye düşer. Tek basınçlı akifere dönüşen çakıllı zon Ilıca'da fay ile kesilerek kapanır.

Ova güneyinde birikinti konileri ovada görülen alt ve üst akifere geçişlidir. Ova güneydoğusunda Yarımca, Dilimli ve Ilıca (Ova çıkışı) arasında toplam kalınlığı 75 m olan üst akiferin devamlılığı görülür. Ancak çıkışa doğru akifer incelerek kalınlığı 40 m'ye kadar düşer.

Ova güneyinde Erzurum ve civarında yaklaşık 80 km<sup>2</sup> alana yayılmış olan 4 derenin müştereken oluşturduğu birikinti konisi oldukça önemlidir. Koni kalınlığı 50-200 m arasındadır. Ovada bulunan iki akifere geçiş görülür.

#### **3.2.5.b. Kümbet ovası**

Yüzeysel alüvyon yayılımı 21 km<sup>2</sup>'dir. Akifer kalınlığı ova kenarlarında ince ve ova ortasında 120 m'ye kadar inmektedir.

#### **3.2.5.c. Cinis ovası**

Yüzeysel alüvyon yayılımı 26 km<sup>2</sup> ve kalınlık ise 20-40 m arasında değişmektedir. Açılan sondaj kuyusunda 352 m kalınlığında kil, kum ve çakıl sevipleri geçilmiş ve yarıdan fazlası akifer özelliği taşıyor olmasına rağmen alınabilen su miktarı 13,5 L/s'yi geçmemiştir.

### 3.2.6. Erzurum ili yeraltı suyu kimyası

Erzurum ovasında ilin su ihtiyacını karşılamak amacıyla Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından 61 adet kuyu kullanılmaktaydı. Erzurum ve Kümbet ovalarının genelinde kuyu suları  $C_1S_1$  ve  $C_2S_1$  sınıfında olup, içme ve sulamada kullanılabilir. Ancak Dadaşköy ve Şihköyü çevresindeki kuyu sularının hemen yakınından geçen atık su kanallarının yeraltısuyunun nitrat oranını olumsuz etkilediği bilinmektedir. Bu bölgedeki kuyu sularının sınıfı  $C_2S_1$  ve  $C_3S_1$  olarak tespit edilmiştir. Cinis ovasındaki kuyu sularının geneli  $C_3S_1$  sınıfında olup, kuyulardan çıkan sular tuzlu ve çermik suyu özelliğindedir (Anonim 2009d).

Erzurum ovasında yeraltısuyunu kirleten ana kirleticiler tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar, evsel atıkların toplandığı fosseptik çukurlarından sızıntılar, endüstriyel faaliyet alanları olarak sınıflandırılabilir. Yapılan kimsayal analiz sonuçlarına göre Dadaşköy ve Şihköyü civarında içme suyu standartlarının üst limitlerine yakın nitrat belirlenmiştir. Eş nitrat, elektriksel iletkenlik ve klorür eğrileri hazırlanmıştır. Eğrilerin suyun boşaltıldığı kolektör çevresinde daraldığı ve en yüksek seviyelere çıktığı görülmüştür. Bu durum Dadaşköy ve Şihköyü civarında atık sulardan kaynaklanan yüzeysel bir kirlenmenin var olduğunu göstermektedir. Atık suyun yeraltına süzülmesi ve bu atık suyun sulamada kullanılması, kuyulardaki nitrat miktarını içme suyu standartlarının üzerine çıkarmaktadır.

D.S.İ. tarafından Erzurum ovasındaki kuyu sularının karakteristiğinin belirlenmesi amacıyla, ovanın doğu, batı, kuzey ve güney yönlerindeki kuyu sularının kimyasal özellikleri karşılaştırılmıştır. Buna göre;

#### Dadaşköy ve Şihköy Çevresindeki Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri

- Elektriksel iletkenlikleri 300-1500 mikromho/cm arasında değişmektedir.
- Bazik sulardır  $pH > 7$ .

- Yüzeysel kirlenmeden kaynaklanan nitrat oranı 3-122 mg/L arasında değişmekte olup, nitrat konsantrasyonu kollektör çevresinde fazladır.
- Hakim tuz kalsiyumbikarbonat olup, sodyum oranı düşüktür.
- Kuyu suları  $C_2S_1$  ve  $C_3S_1$  sınıfındadır.

#### Çiftlik Köyü Çevresindeki Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri

- Elektriksel iletkenlikleri 195-240 mikromho/cm arasında değişmektedir.
- Bazik sulardır  $pH > 7$ .
- Organik kirlenme gözlenmemektedir.
- Hakim tuz kalsiyumbikarbonat olup, sodyum oranı düşüktür.
- Kuyu suları  $C_1S_1$  ve  $C_2S_1$  sınıfındadır.

#### Yarımcı Köyü Sulama Kooperatifi Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri

- Elektriksel iletkenlikleri 220-270 mikromho/cm arasında değişmektedir.
- Bazik sulardır  $pH > 7$ .
- Organik kirlenme gözlenmemektedir.
- Hakim tuz kalsiyumbikarbonat olup, sodyum oranı düşüktür.
- Kuyu suları  $C_1S_1$  ve  $C_2S_2$  sınıfındadır.

#### Ortadüzü Köyü Sulama Kooperatifi Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri

- Elektriksel iletkenlikleri 270-1200 mikromho/cm arasında değişmektedir.
- Bazik sulardır  $pH > 7$ .
- Organik kirlenme gözlenmemektedir.
- Hakim tuz kalsiyumbikarbonat olup, sodyum oranı düşüktür.
- Kuyu suları  $C_2S_1$  ve  $C_3S_1$  sınıfındadır.

### Atatürk Üniversitesi Kuyu Sularının Kimyasal Özellikleri

- Elektriksel iletkenlikleri 200-500 mikromho/cm arasında değişmektedir.
- Bazik sulardır pH>7.
- Organik kirlenme gözlenmemektedir.
- Hakim tuz kalsiyumbikarbonat olup, sodyum oranı düşüktür.
- Kuyu suları C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfındadır (Anonim 2009d).

#### 3.2.7. Erzurum ili içme suyu arıtma tesisi

D.S.İ. tarafından hazırlanmış 1987 tarihli Erzurum İçme ve Sulama Suyu Projesi Palandöken Barajı Planlama Raporunda önerilen Sakalikesik sulamasını temin için planlanmış ve D.S.İ. icraat programına girmiş bulunan Palandöken Barajının, Erzurum şehrinin halen yeraltısuyuna dayalı olarak temin edilen, belediyeye oldukça önemli enerji gideri yükleyen su temin sistemine ekonomik bir alternatif olup olmayacağını ve kentin 2025 yılına kadar su ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlamak amacıyla 1996 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Başkanlığı'nca ön rapor hazırlanmıştır (Anonim 1996).

Projenin amacı, Doğu Anadolu bölgesinde, Fırat havzasında ve Erzurum ili sınırları dahilinde yer alan, Erzurum Bingöl karayolunun 46. km'sinde Lezgi ve Pisyan derelerinin kavuştuğu noktadan yaklaşık 300 m aşağıda yer alan Palandöken Barajı tesislerinden başka, içme suyu isalesi ile Sakalikesik ovasında 12.038 ha sahanın sulama ve drenaj tesislerini gerçekleştirmektir (Anonim 2009d).

Projenin ilk amacı Erzurum ilinin 2025 yılına kadar içme suyunu karşılamaktır. İkinci amacı ise Sakalikesik ovasının sulamaktır (Anonim 2009d).

Erzurum ilinin güneyinde Çat ilçesi sınırları dahilinde doğu-batı istikametinde akan Lezgi Çayı üzerinde, Palandöken Barajında depolanan suyun 4.880,5 m uzunluğundaki



isale tüneli ile baraj rezarvuarlarından Sakalikesik ovasına aktarılmaktadır. Sakalikesik ovasına aktarılan Lezgi Çayının sularından 70 hm<sup>3</sup>'lük kısmı 1,5 m çapında ve 691,18 m uzunluğundaki çelik cebri boru olan isale hattı vasıtasıyla Erzurum iline aktarılmaktadır. Proje kaynağı olan Lezgi Çayı ve Pisyayn çayının suları içme suyu arıtma tesisinde arıtılarak şehre verilmektedir. Çat-Palandöken barajı içmesuyu amaçlı bir baraj olduğundan dolayı mutlak koruma alanı 300 m'dir (Anonim 2009d).

### **3.3. Yöntem**

#### **3.3.1. pH**

Numunelerin pH ölçümleri WTW marka pH 526 model elektronik pH ölçüm cihazı ile yapılmıştır. Numunelerin analizinden önce 4,1 ve 7,0 pH değerlerine sahip standartlar ile kontrol edildikten sonra analize geçilmiştir.

#### **3.3.2. Elektriksel iletkenlik**

Numunelerin elektriksel iletkenlik ölçümleri Delta Ohm marka HD 2106.1 model cihaz ile, numuneler 20°C sıcaklığa getirilerek yapılmıştır.

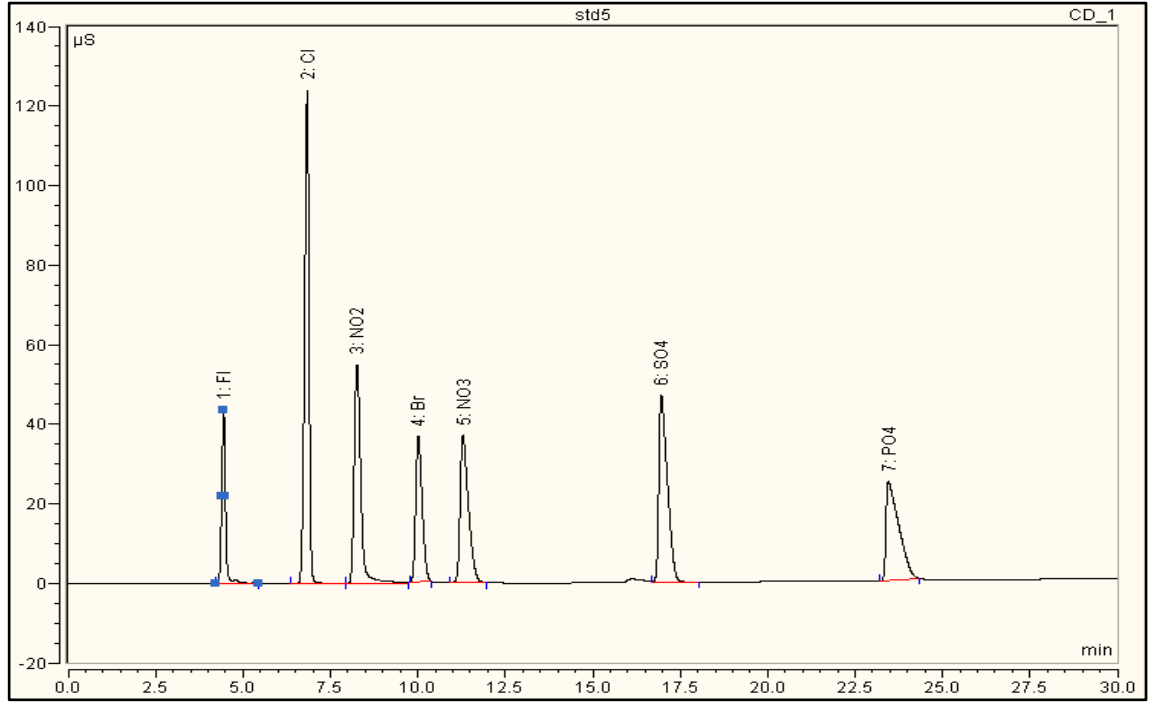
#### **3.3.3. Bulanıklık**

Numunelerin bulanıklık değerleri Micro TPI marka 20008 model türbidimetre ile tespit edilmiştir. Cihazın kalibrasyonu 0,02 NTU, 10 NTU ve 1000 NTU standart çözeltiler kullanılarak yapılmıştır.

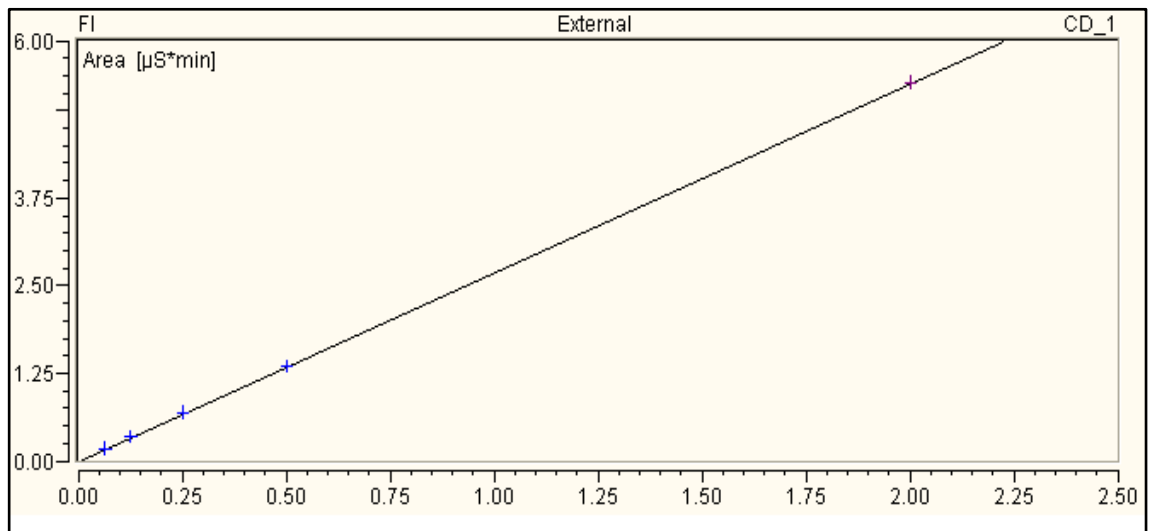
#### **3.3.4. Anyon analizleri**

Anyon analizleri, EPA 300.1 standart metoduna göre Dionex marka ICS 3000 model iyon kromatografi cihazı kullanılarak florür, klorür, nitrit, nitrat, sülfat ve fosfat

parametrelerine ait analizler yapılmıştır. Kalibrasyon için analizi yapılan standart çözeltilere ait örnek kromatogram Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Standart çözeltilerle hazırlanan florür parametresine ait örnek kalibrasyon eğrisi Şekil 3.3’de verilmiştir. Anyon analizleri parametrelerine ait ölçüm limitleri Çizelge 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 Standart anyon çözeltilisine ait örnek kromatogram



Şekil 3.3 Florür parametresine ait örnek kalibrasyon grafiği

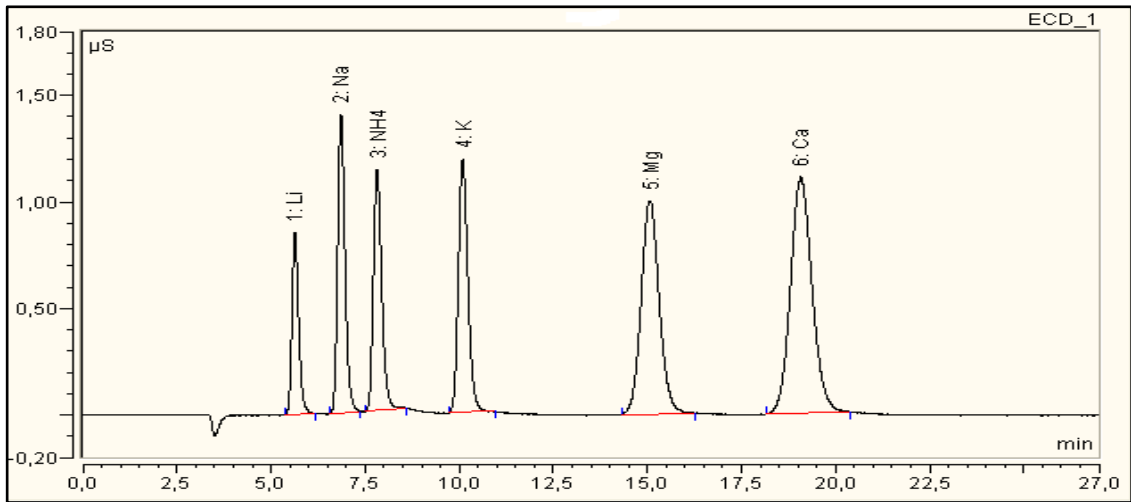
**Çizelge 3.3.** Anyon analizleri ölçüm limitleri

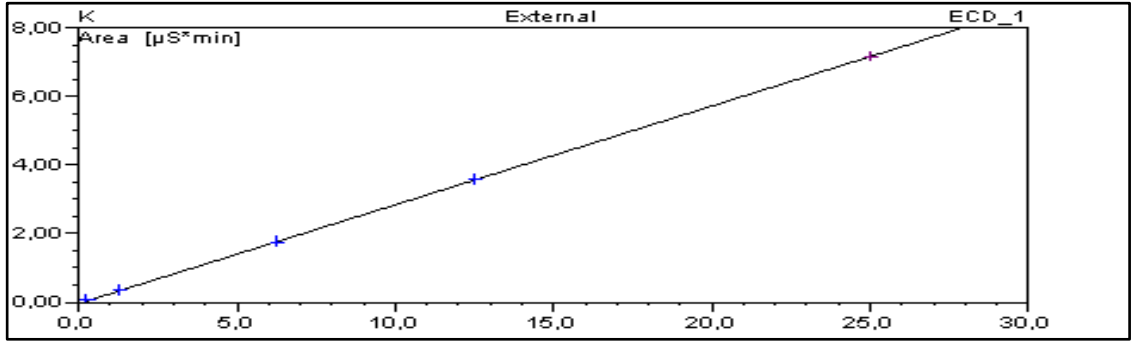
Parametre	Ölçüm Limitleri
Florür	<0,006 mg/L
Klorür	<0,019 mg/L
Nitrit	<0,020 mg/L
Nitrat	<0,029 mg/L
Sülfat	<0,073 mg/L
Fosfat	<0,173 mg/L

Çizelge 3.3’de anyon analizleri için ölçüm limitleri belirtilmiştir. Bu limitlerin altında bulunan değerler ölçüm limitinin altında(Ö.L.A.) olarak tanımlanmıştır.

### 3.3.5. Katyon analizleri

Katyon analizleri, Dionex marka ICS 1000 model iyon kromatografi cihazı kullanılarak TS 14911 standart metoduna göre sodyum, amonyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum parametrelerine ait analizler yapılmıştır. Kalibrasyon için analizi yapılan standart çözeltiliye ait örnek kromatogram Şekil 3.4’de, potasyum için hazırlanan kalibrasyon grafiği ise Şekil 3.5’de verilmiştir. Katyon analizleri parametrelerine ait dedeksiyon limitleri Çizelge 3.5’de belirtilmiştir.

**Şekil 3.4** Standart katyon çözeltilisine ait örnek kromatogram



**Şekil 3.5** Potasyum parametresine ait örnek kalibrasyon grafiği

**Çizelge 3.4.** Katyon analizleri ölçüm limitleri

Parametre	Ölçüm Limiti
Sodyum	<0,09 mg/L
Amonyum	<0,01 mg/L
Potasyum	<0,145 mg/L
Magnezyum	<0,122 mg/L
Kalsiyum	<0,232 mg/L

Çizelge 3.4’de katyon analizleri için ölçüm limitleri belirtilmiştir. Bu limitlerin altında bulunan değerler Ö.L.A. olarak tanımlanmıştır.

### 3.3.6. Ağır metal analizleri

Ağır metal analizleri, Perkin Elmer marka AA700 Atomik Absorbsiyon cihazı kullanılarak EPA 200.9 standart metoduna göre arsenik, bakır, kurşun, krom ve nikel analizleri yapılmıştır. Dedeksiyon limitleri Çizelge 3.5’de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Ağır metal analizleri ölçüm limitleri

Parametre	Ölçüm Limiti
Arsenik	<0,5 µg/L
Bakır	<0,7 µg/L
Nikel	<0,6 µg/L
Krom	<0,3 µg/L
Kurşun	<0,7 µg/L

Çizelge 3.5’de ağır metal analizleri için ölçüm limitleri belirtilmiştir. Bu limitlerin altında bulunan değerler Ö.L.A. olarak tanımlanmıştır.

### **3.3.7. Toplam organik karbon analizi**

Toplam organik karbon analizleri Tekmar Dohrman Apollo 9000 TOC yanma analizörü kullanılarak yapılmıştır. Analizler TC-IC metodunda 1-400 mg/L aralığında gerçekleştirilmiştir. Numuneler analizden önce 20 µm filtrelerden geçirilmiştir.

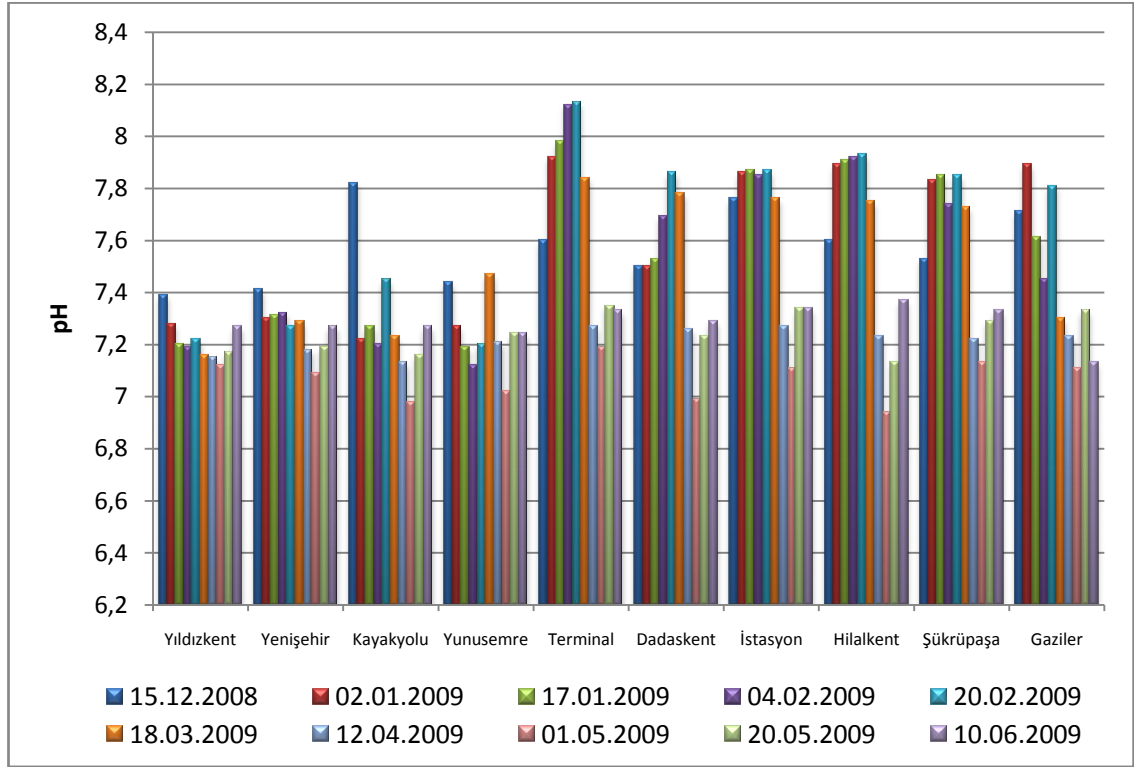
## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Ph

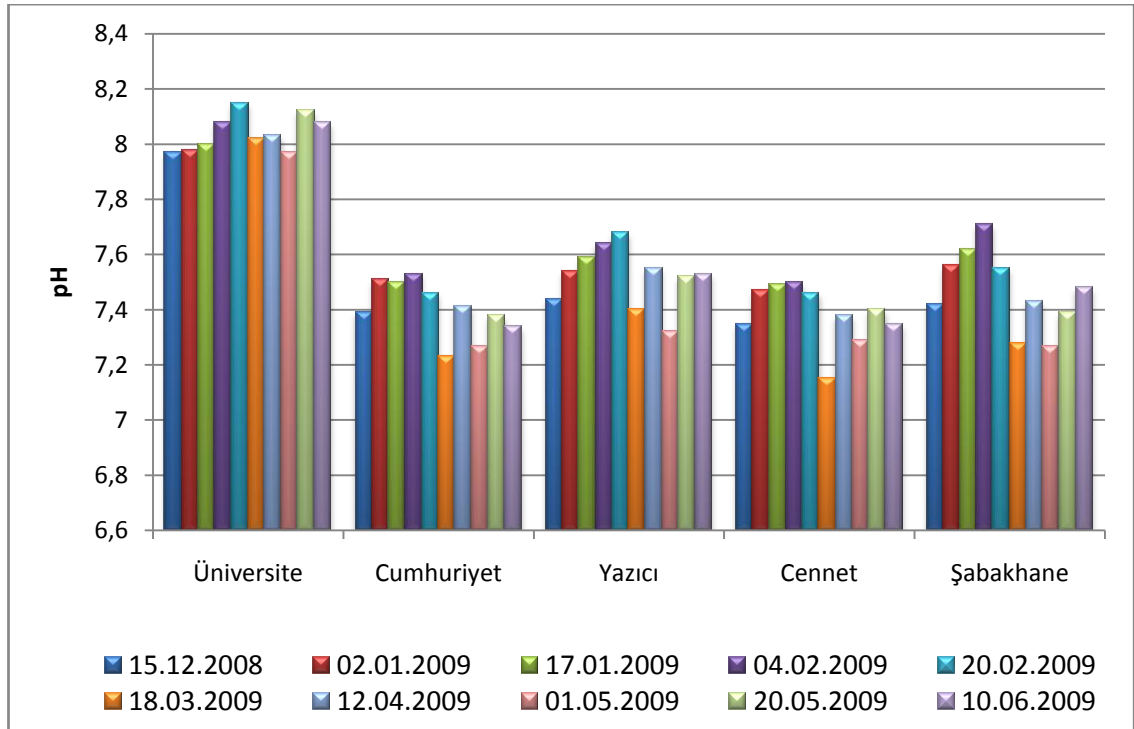
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek pH değeri 20.02.2009 tarihinde Üniversite istasyonundan alınan numunede 8,15 olarak ölçülmüştür. En düşük pH değeri ise 01.05.2009 tarihinde Hilalkent istasyonundan alınan numunede 6,94 olarak ölçülmüştür. Çalışma süresince ölçülen pH değerlerine ait özet veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Su numunelerine ait pH değerleri

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	7,21	7,12	7,39
Yenişehir	7,26	7,09	7,41
Kayakyolu	7,27	6,98	7,82
Yunusemre	7,24	7,02	7,47
Terminal	7,71	7,19	8,13
Dadaşkent	7,48	6,99	7,86
İstasyon	7,63	7,11	7,87
Şükrüpaşa	7,57	7,13	7,85
Hilalkent	7,59	6,94	7,93
Gaziler	7,49	7,11	7,89
Üniversite	8,04	7,97	8,15
Yazıcı	7,52	7,32	7,68
Şabakhane	7,47	7,27	7,71
Cumhuriyet	7,41	7,23	7,53
Cennet	7,39	7,15	7,50
Genel	7,49	6,94	8,15



Şekil 4.1. pH değerlerinin zamana göre değişim grafiği



Şekil 4.2. pH değerlerinin zamana göre değişim grafiği

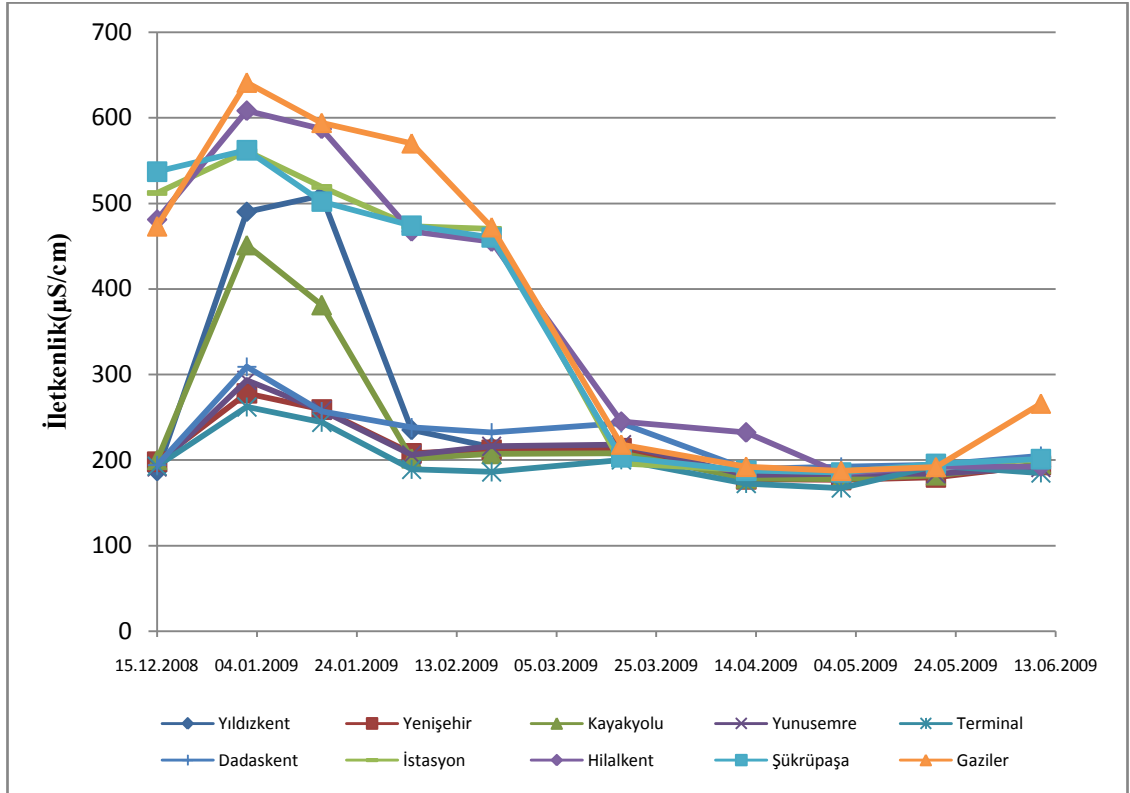
#### 4.2. Elektriksel İletkenlik

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek elektriksel iletkenlik değeri 02.01.2009 tarihinde Şabakhane istasyonundan alınan numunede 824  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak ölçülmüştür. En düşük elektriksel iletkenlik değeri ise 01.05.2009 tarihinde Terminal istasyonundan alınan numunede 167,20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olup, genel ortalama 357,80  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen elektriksel iletkenlik değerlerine ait özet veriler Çizelge 4.2’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

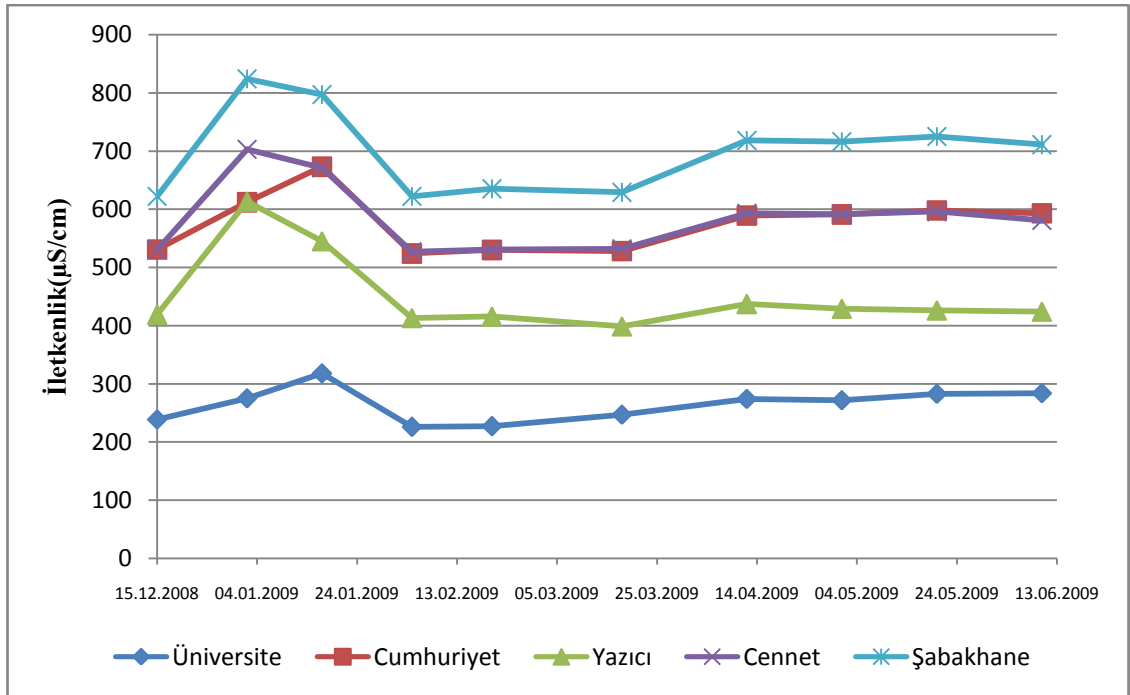
**Çizelge 4.2.** Su numunelerine ait iletkenlik değerleri ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	257,53	177,10	509,00
Yenişehir	209,70	176,70	278,00
Kayakyolu	238,24	177,60	451,00
Yunusemre	212,44	182,40	293,00
Terminal	199,13	167,20	262,00
Dadaşkent	225,42	189,70	309,00
İstasyon	349,92	187,40	561,00
Şükrüpaşa	350,76	185,50	562,00
Hilalkent	364,36	184,10	608,00
Gaziler	380,53	187,40	641,00
Üniversite	264,50	226,00	318,00
Yazıcı	452,10	399,00	613,00
Şabakhane	699,90	622,00	824,00
Cumhuriyet	576,90	524,00	673,00
Cennet	585,50	527,00	703,00
Genel	357,80	167,20	824,00





Şekil 4.3. Elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana göre değişim grafiği



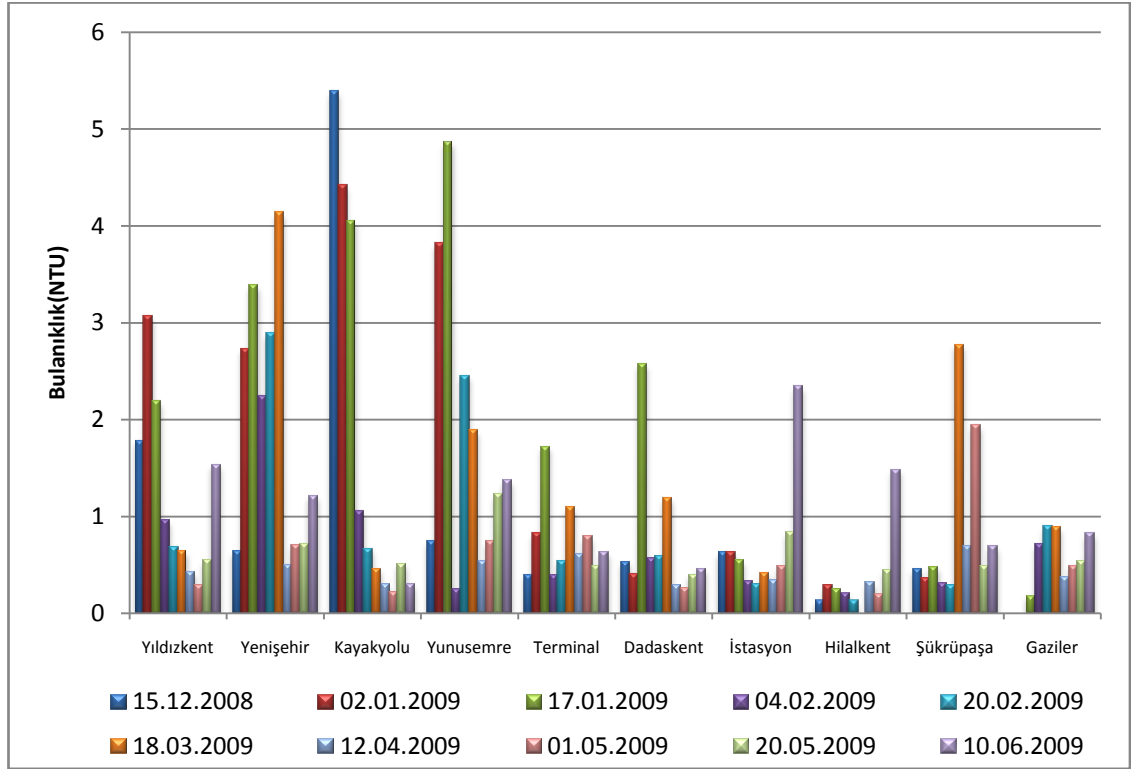
Şekil 4.4. Elektriksel iletkenlik değerlerinin zamana göre değişim grafiği

### 4.3. Bulanıklık

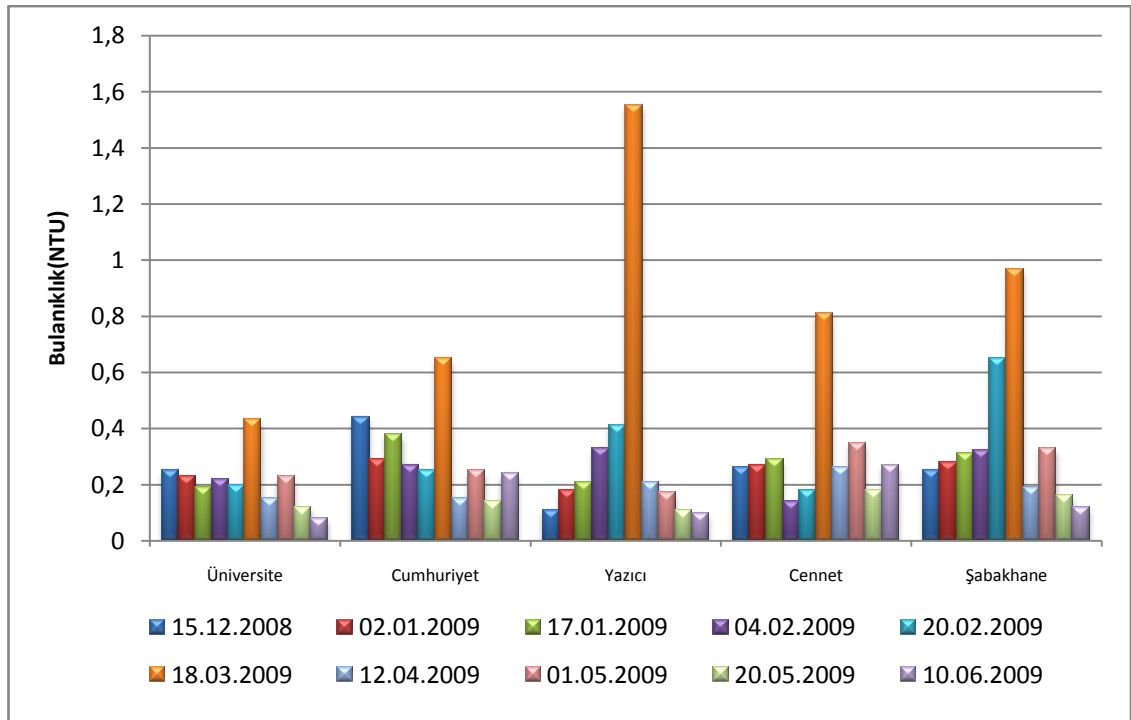
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek bulanıklık değeri 15.12.2008 tarihinde Kayakyolu istasyonundan alınan numunede 5,38 NTU olarak ölçülmüştür. Gaziler istasyonundan 15.12.2008 ve 02.01.2009 tarihinde alınan numunelerde bulanıklık değeri ölçüm limitinin altındadır. Bunun dışında kalan numunelere ait genel ortalama 0,80 NTU olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen bulanıklık değerlerine ait özet veriler Çizelge 4.3’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Su numunelerine ait bulanıklık değerleri (NTU)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	1,21	0,29	3,06
Yenişehir	1,91	0,50	4,13
Kayakyolu	1,74	0,22	5,38
Yunusemre	1,79	0,25	4,86
Terminal	0,75	0,39	1,72
Dadaşkent	0,73	0,26	2,57
İstasyon	0,69	0,30	2,34
Şükrüpaşa	0,85	0,29	2,77
Hilalkent	0,35	0,00	1,48
Gaziler	0,49	0,00	0,90
Üniversite	0,21	0,08	0,43
Yazıcı	0,34	0,10	1,55
Şabakhane	0,36	0,12	0,97
Cumhuriyet	0,31	0,14	0,65
Cennet	0,30	0,14	0,81
Genel	0,80	Ö.L.A.	5,38



Şekil 4.5. Bulanıklık değerlerinin zamana göre değişimi



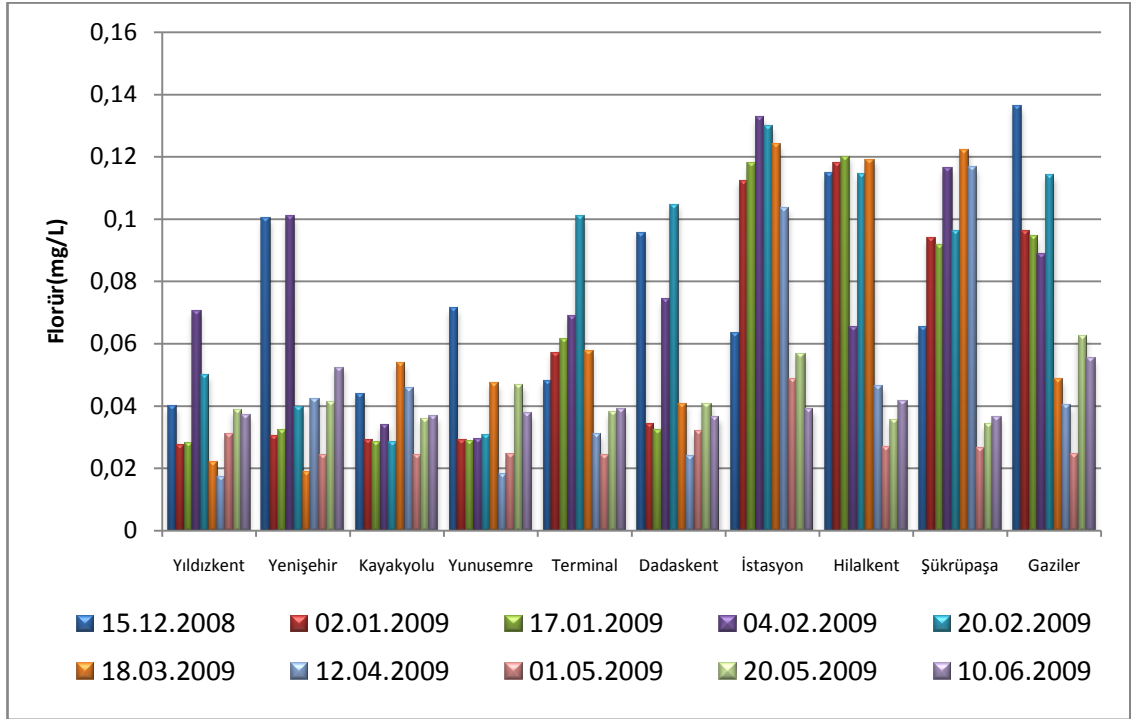
Şekil 4.6. Bulanıklık değerlerinin zamana göre değişimi

#### 4.4. Florür

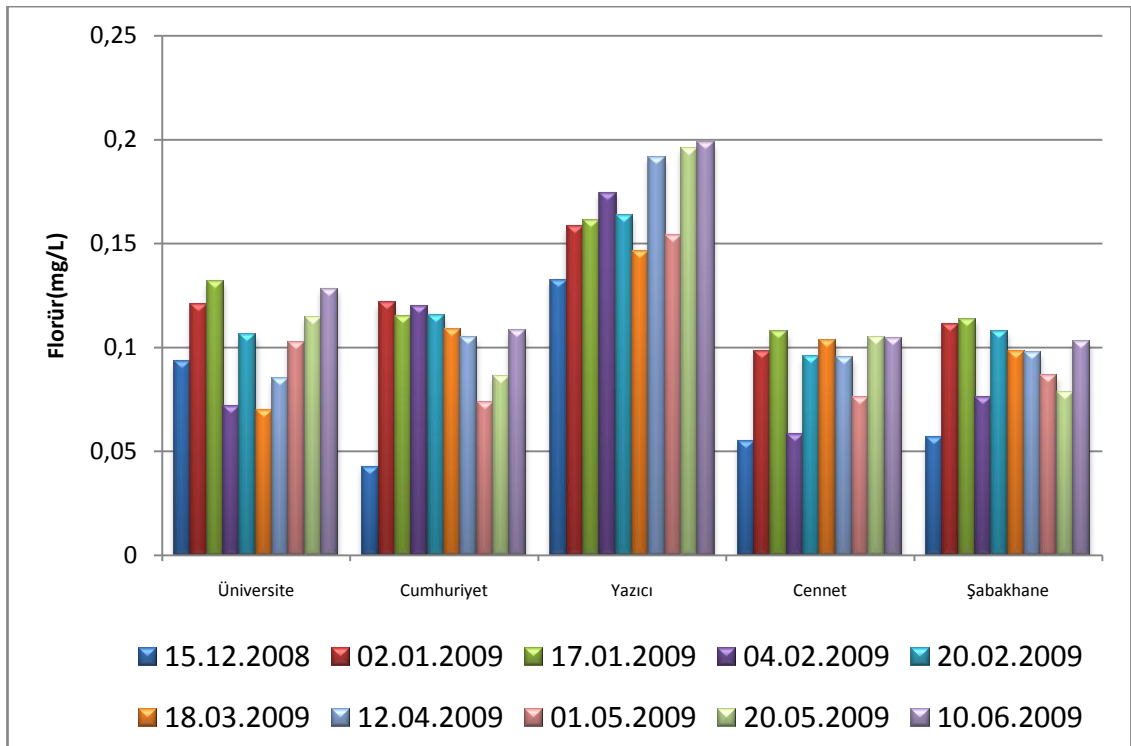
Florür analizlerinde en küçük konsantrasyon 12.04.2009 tarihinde Yıldızkent istasyonundan alınan numunede 0,0173 mg/L ve en büyük konsantrasyon ise 0,1987 mg/L olarak 10/06/2009 tarihinde Yazıcı istasyonundan alınan numunede ölçülmüştür. Genel florür konsantrasyonu ortalaması ise 0,0761 mg/L'dir. Çalışma süresince ölçülen florür konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.4'de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Su numunelerine ait florür değerleri (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	0,0361	0,0173	0,0702
Yenişehir	0,0481	0,0187	0,1007
Kayakyolu	0,0359	0,0242	0,0536
Yunusemre	0,0363	0,0181	0,0713
Terminal	0,0525	0,0242	0,1008
Dadaşkent	0,0515	0,0239	0,1046
İstasyon	0,0928	0,0389	0,1325
Şükrüpaşa	0,0799	0,0265	0,1222
Hilalkent	0,0802	0,0269	0,1200
Gaziler	0,0760	0,0244	0,1361
Üniversite	0,1023	0,0699	0,1315
Yazıcı	0,1676	0,1322	0,1987
Şabakhane	0,0929	0,0569	0,1135
Cumhuriyet	0,0995	0,0426	0,1217
Cennet	0,0897	0,0548	0,1075
Genel	0,0761	0,0173	0,1987



Şekil 4.7. Florür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi



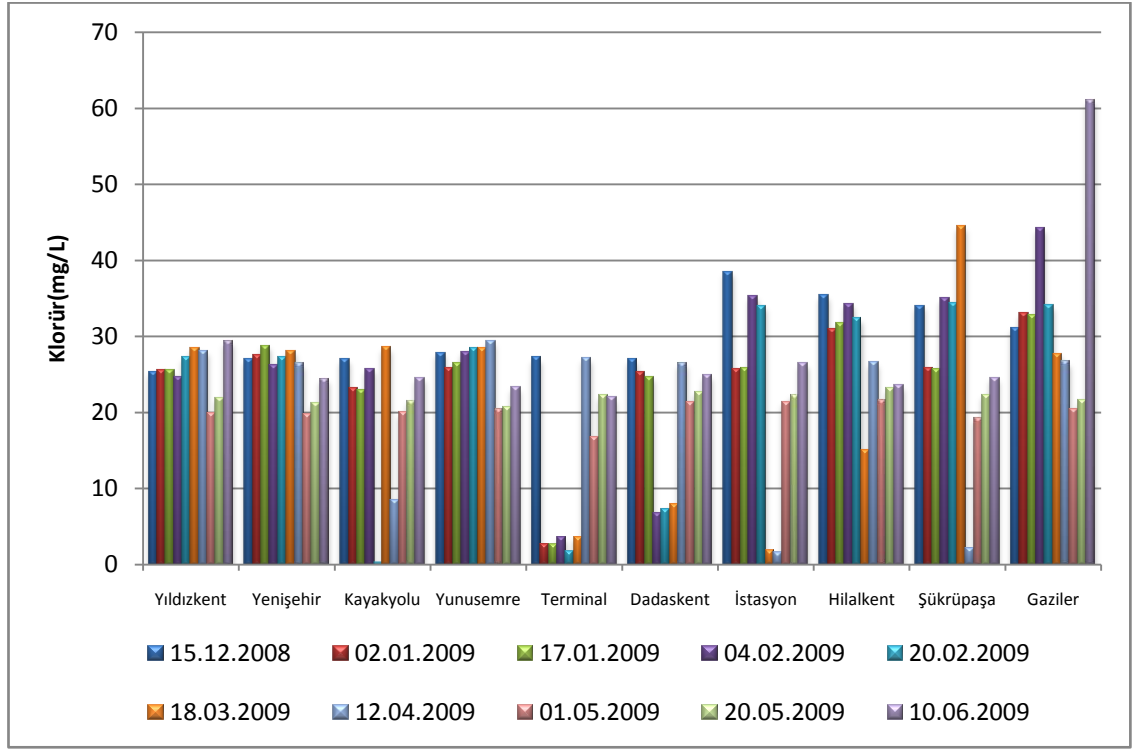
Şekil 4.8. Florür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi

#### 4.5. Klorür

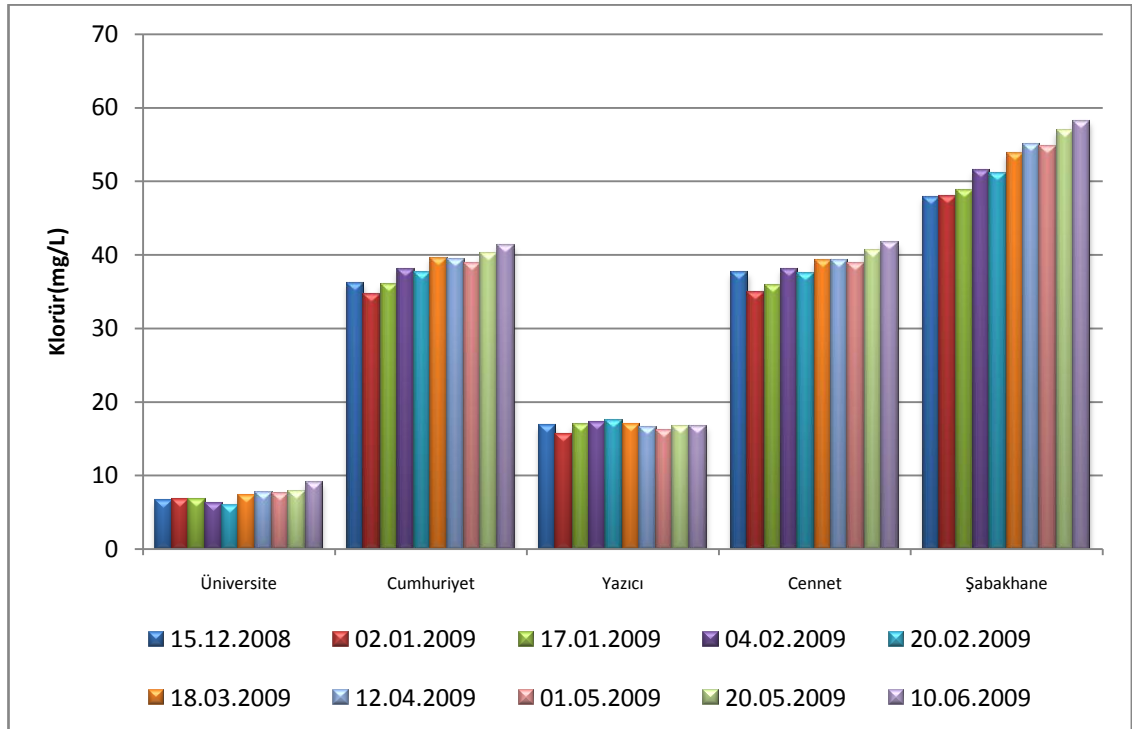
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek klorür konsantrasyonu 10.06.2009 tarihinde Gaziler istasyonundan alınan numunede 60,9719 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük klorür konsantrasyonu ise 20.02.2009 tarihinde Kayakyolu istasyonundan alınan numunede 0,3022 mg/L olup, genel ortalama 26,2324 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen klorür konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.5’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Su numunelerine ait klorür konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	25,5989	19,9106	29,3032
Yenişehir	25,6544	19,7172	28,7331
Kayakyolu	20,2072	0,3022	28,5789
Yunusemre	25,8745	20,4375	29,3506
Terminal	12,9492	1,8089	27,1332
Dadaşkent	19,4067	6,7599	26,9050
İstasyon	23,2937	1,5963	38,4782
Şükrüpaşa	26,7710	2,2154	44,4800
Hilalkent	27,4664	15,1215	35,3325
Gaziler	33,2519	20,3314	60,9719
Üniversite	7,1566	5,9268	9,0544
Yazıcı	16,7022	15,6514	17,4000
Şabakhane	52,6159	47,9348	58,2492
Cumhuriyet	38,1855	34,6311	41,3965
Cennet	38,3514	34,9267	41,6903
Genel	26,2324	0,3022	60,9719



Şekil 4.9. Klorür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi



Şekil 4.10. Klorür konsantrasyonlarının zamana göre değişimi

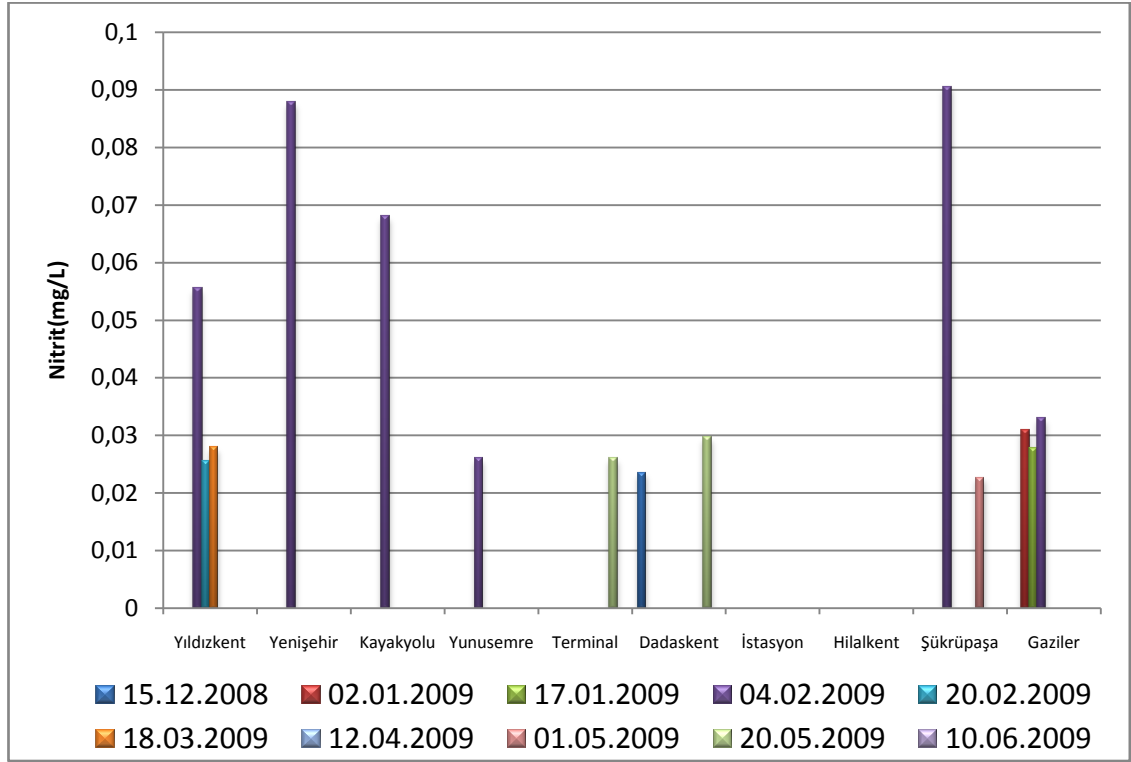
#### 4.6. Nitrit

Yapılan analizlerde nitrit konsantrasyonu genel olarak ölçüm limitinin altında kalmıştır. En yüksek konsantrasyon Şükrüpaşa istasyonundan 04.02.2009 tarihinde alınan numunede 0,0905 mg/L olarak ölçülmüştür. Çalışma süresince ölçülen nitrit konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

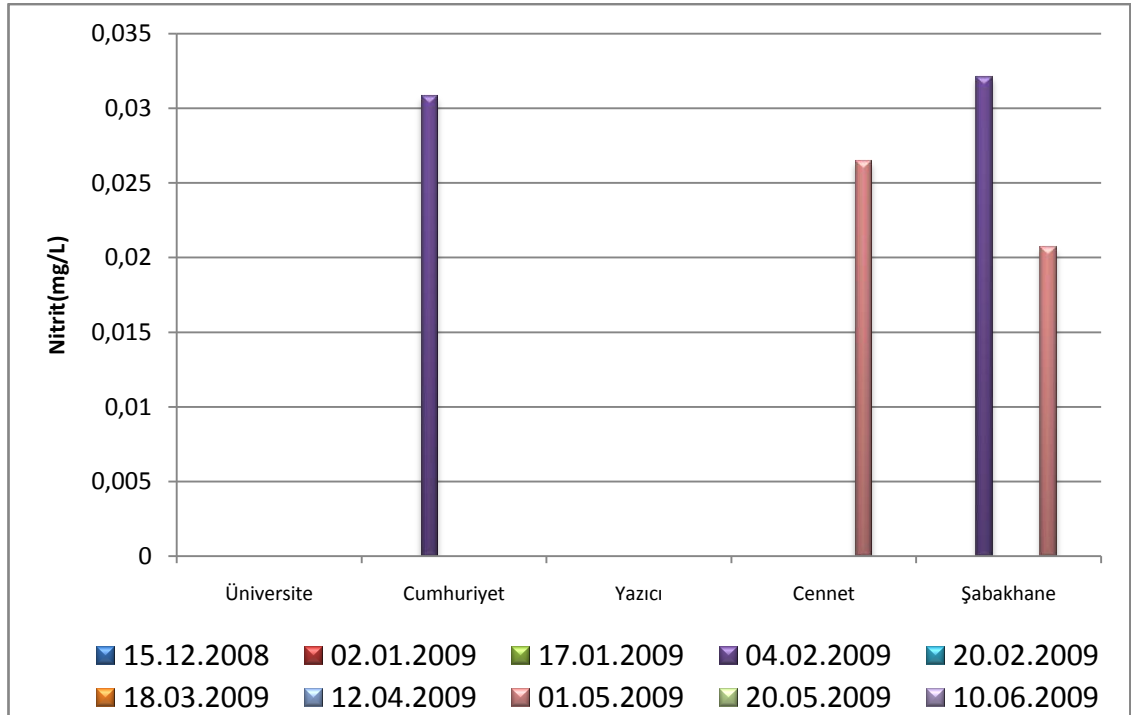
**Çizelge 4.6.** Su numunelerine ait nitrit konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	0,0109	Ö.L.A.	0,0555
Yenişehir	0,0088	Ö.L.A.	0,0878
Kayakyolu	0,0068	Ö.L.A.	0,0680
Yunusemre	0,0026	Ö.L.A.	0,0260
Terminal	0,0026	Ö.L.A.	0,0260
Dadaşkent	0,0053	Ö.L.A.	0,0297
İstasyon	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Şükrüpaşa	0,0113	Ö.L.A.	0,0905
Hilalkent	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Gaziler	0,0092	Ö.L.A.	0,0329
Üniversite	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Yazıcı	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Şabakhane	0,0053	Ö.L.A.	0,0321
Cumhuriyet	0,0031	Ö.L.A.	0,0308
Cennet	0,0026	Ö.L.A.	0,0264
Genel	0,0046	Ö.L.A.	0,0905





Şekil 4.11. Nitrit değerlerinin zamana göre değişim grafiği



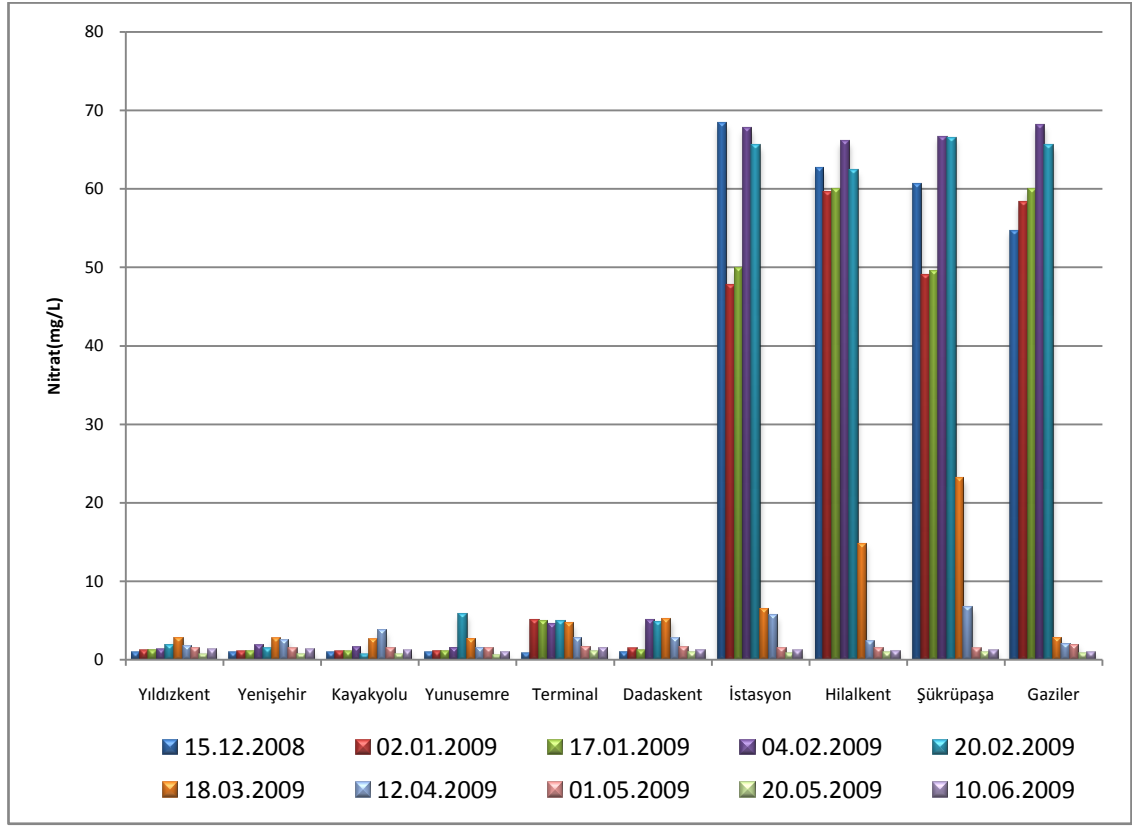
Şekil 4.12. Nitrit değerlerinin zamana göre değişim grafiği

#### 4.7. Nitrat

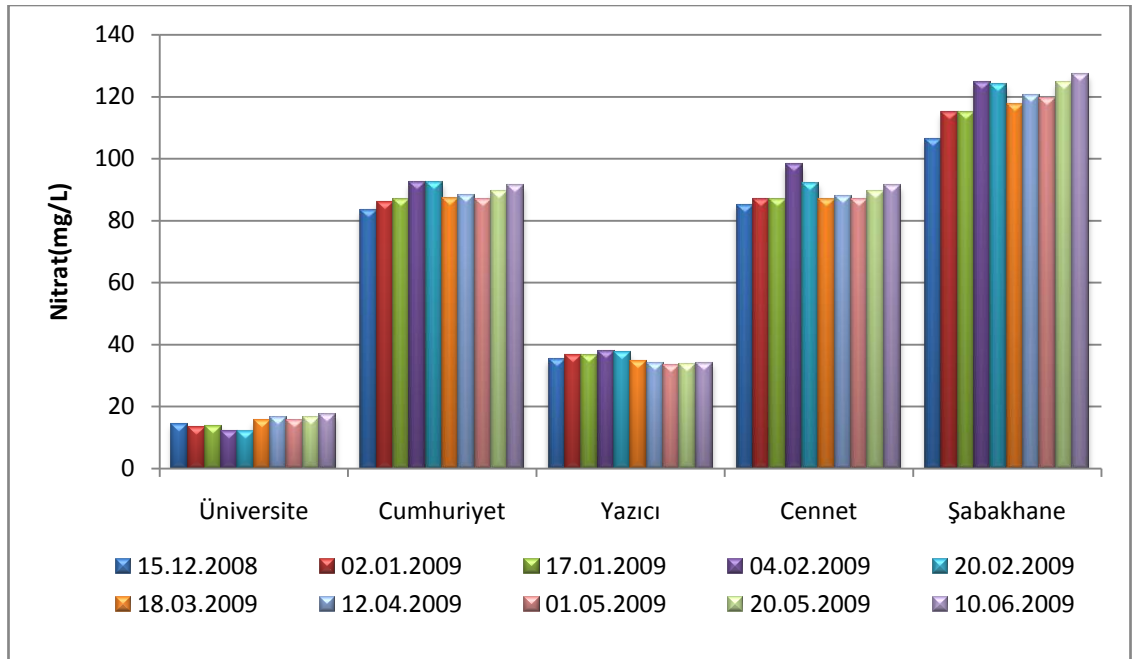
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek nitrat konsantrasyonu 10.06.2009 tarihinde Şabakhane istasyonundan alınan numunede 127,1175 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük nitrat konsantrasyonu ise 20.05.2009 tarihinde Yunusemre istasyonundan alınan numunede 0,592 mg/L olup, genel ortalama 32,4680 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen nitrat konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.7.** Su numuneleri ait nitrat konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	1,4350	0,6286	2,8037
Yenişehir	1,4726	0,6675	2,6962
Kayakyolu	1,4861	0,6873	3,7374
Yunusemre	1,7561	0,5920	5,8056
Terminal	3,1862	0,8139	5,0126
Dadaşkent	2,4988	0,9131	5,1878
İstasyon	31,4457	0,7672	68,2771
Şükrüpaşa	32,5398	0,9209	66,6407
Hilalkent	33,0927	0,9018	65,9700
Gaziler	31,4704	0,7770	68,0193
Üniversite	14,6271	11,9647	17,2556
Yazıcı	35,3287	33,4315	37,7193
Şabakhane	119,3509	106,3651	127,1175
Cumhuriyet	88,2942	83,3084	92,3389
Cennet	89,0367	84,9626	98,1023
Genel	32,4680	0,5920	127,1175



Şekil 4.13. Nitrat değerlerinin zamana göre değişim grafiği



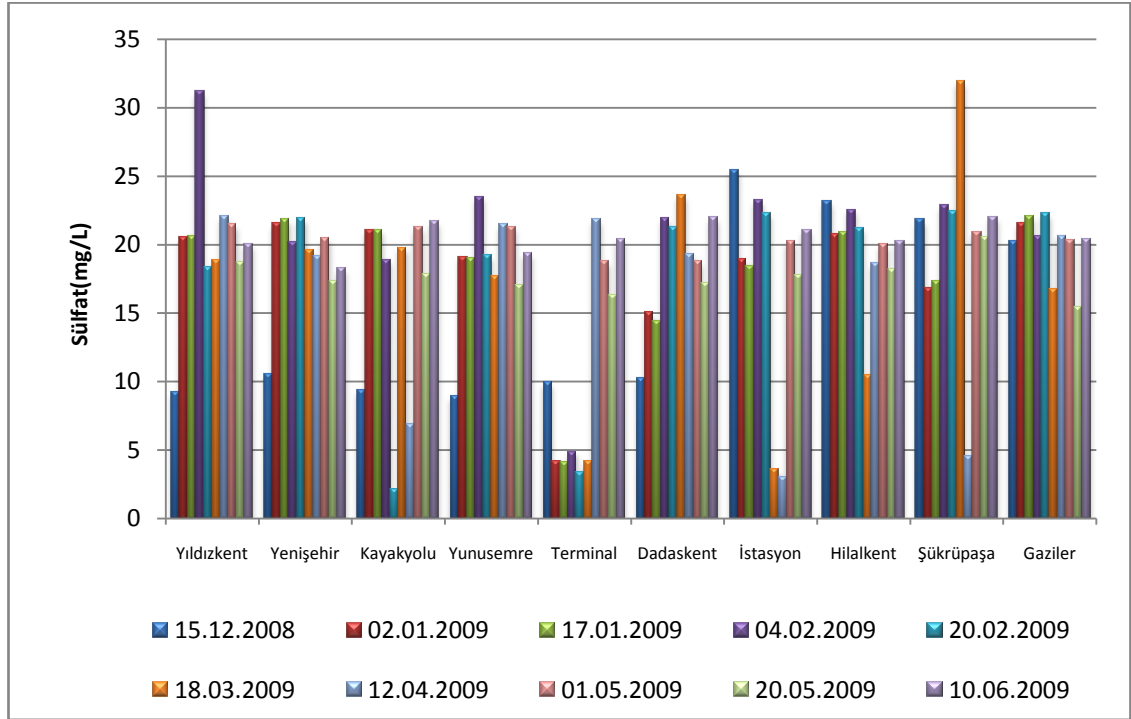
Şekil 4.14. Nitrat değerlerinin zamana göre değişim grafiği

#### 4.8. Sülfat

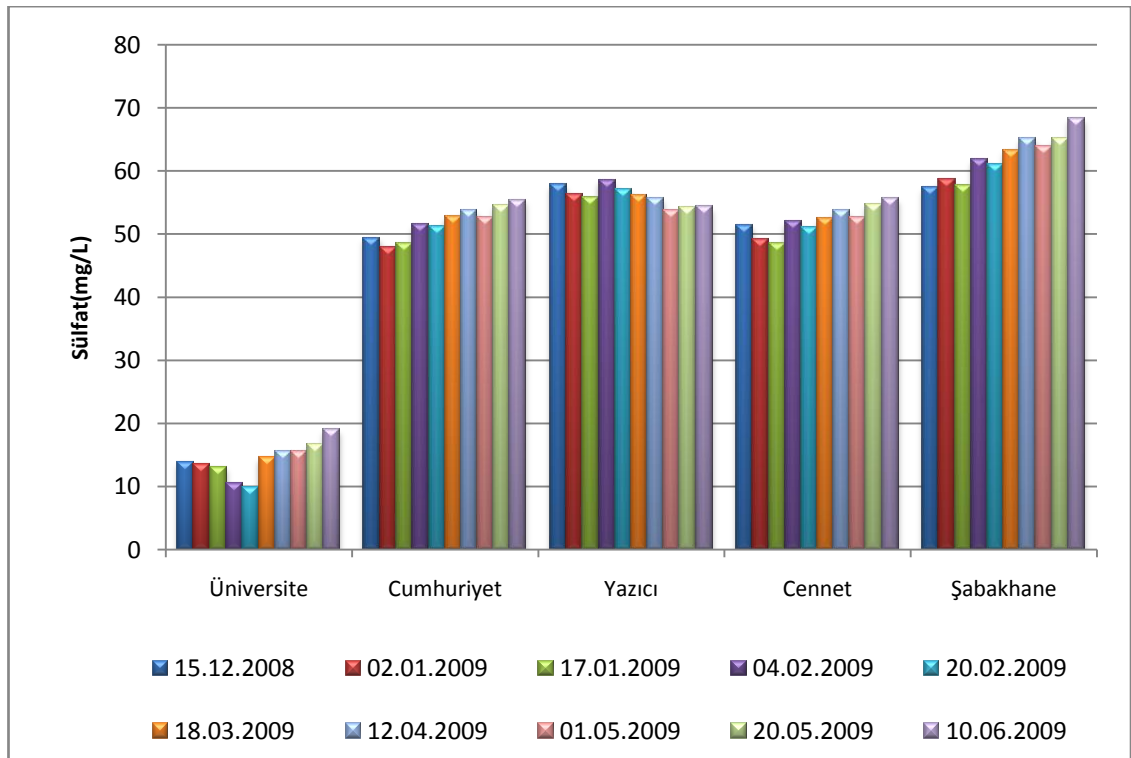
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek sülfat konsantrasyonu 10.06.2009 tarihinde Şabakhane çemseminden alınan numunede 68,3311 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük sülfat konsantrasyonu ise 20.02.2009 tarihinde Kayakyolu Mahallesinden alınan numunede 2,1374 mg/L olup, genel ortalama 27,7808 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen sülfat konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.8’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.8.** Su numuneleri ait sülfat konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	20,1020	9,2052	31,1740
Yenişehir	19,0817	10,5238	21,8842
Kayakyolu	16,0127	2,1374	21,7221
Yunusemre	18,6729	8,9509	23,4893
Terminal	10,7828	3,4069	21,8428
Dadaşkent	18,3807	10,2983	23,5853
İstasyon	17,4015	3,0562	25,4284
Şükrüpaşa	20,1210	4,5162	31,9200
Hilalkent	19,6182	10,4531	23,1764
Gaziler	20,0242	15,4788	22,2484
Üniversite	14,2613	9,9599	19,0199
Yazıcı	55,9998	53,8242	58,5454
Şabakhane	62,2615	57,3618	68,3311
Cumhuriyet	51,8093	48,0248	55,4541
Cennet	52,1828	48,6053	55,6979
Genel	27,7808	2,1374	68,3311



Şekil 4.15. Sülfat konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



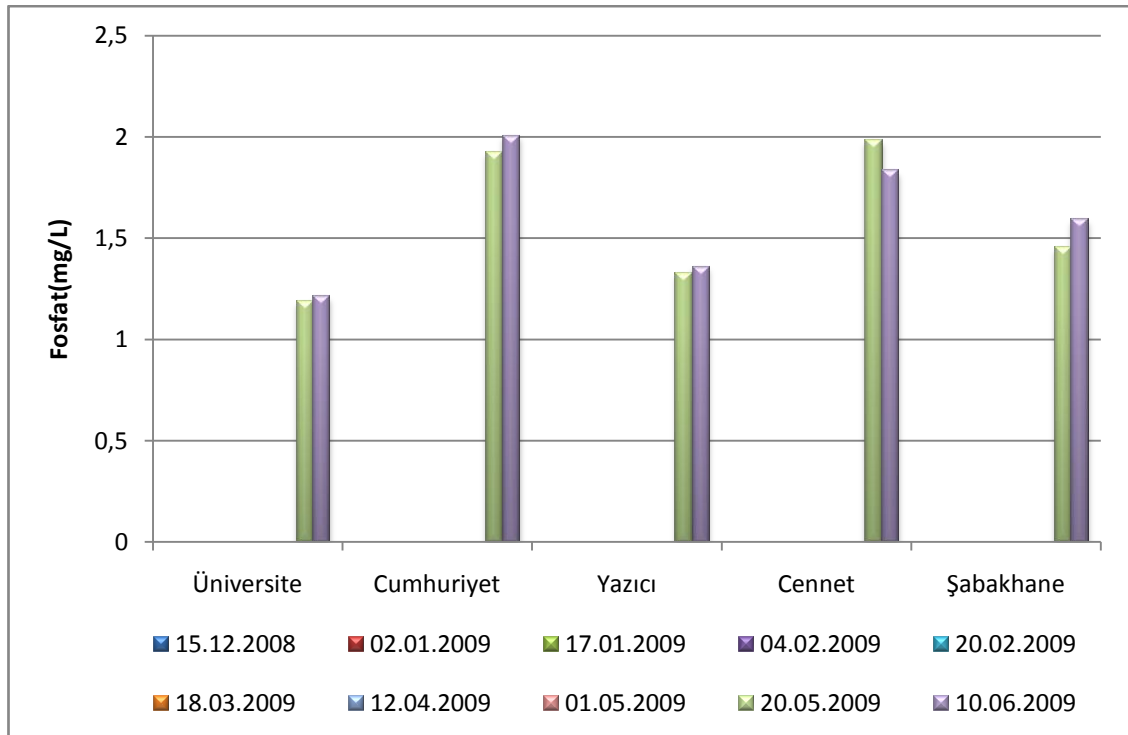
Şekil 4.16. Sülfat konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

#### 4.9. Fosfat

Yapılan analizlerde fosfat konsantrasyonuna sadece 20/05/2009 tarihinde bazı istasyonlardan alınan numunelerde rastlanmıştır. En yüksek konsantrasyon Cennet istasyonundan alınan numunede 1,9829 mg/L olarak ölçülmüştür. Çalışma süresince ölçülen sülfat konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.9'da verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Su numunelerine ait fosfat konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Üniversite	0,2398	Ö.L.A.	1,1864
Yazıcı	0,2686	Ö.L.A.	1,3261
Şabakhane	0,3046	Ö.L.A.	1,4557
Cumhuriyet	0,3927	Ö.L.A.	1,9216
Cennet	0,3815	Ö.L.A.	1,9829
Genel	0,3174	Ö.L.A.	1,9829



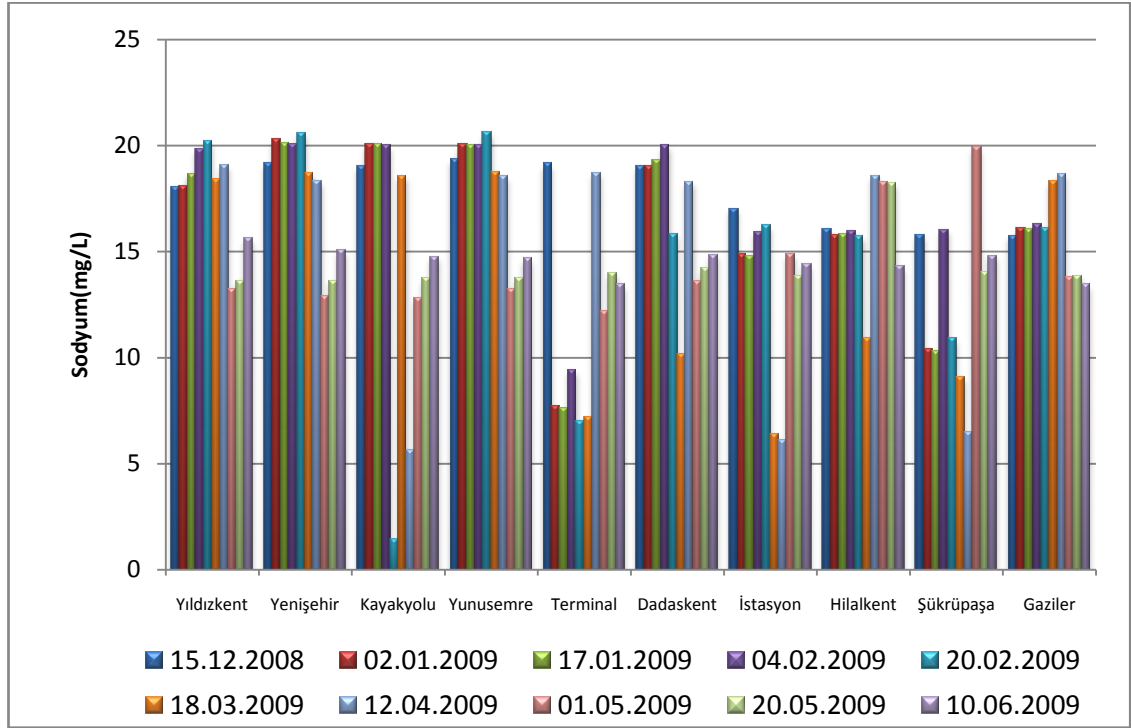
**Şekil 4.17.** Fosfat konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

#### 4.10. Sodyum

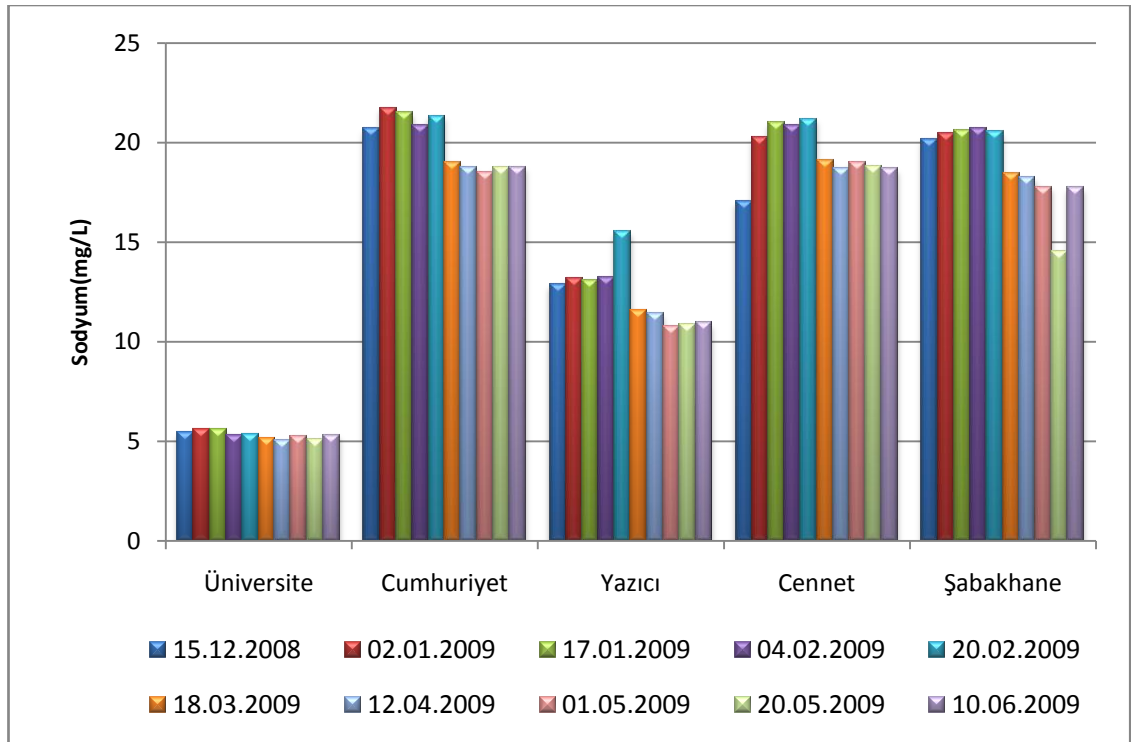
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek sodyum konsantrasyonu 02.01.2009 tarihinde Cumhuriyet istasyonundan alınan numunede 21,7258 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük sodyum konsantrasyonu ise 20.02.2009 tarihinde Kayakyolu istasyonundan alınan numunede 1,4257 mg/L olup, genel ortalama 15,3346 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen sodyum konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.10'da verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.10.** Su numunelerine ait sodyum konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	17,4759	13,2113	20,2020
Yenişehir	17,8748	12,9017	20,6149
Kayakyolu	14,6113	1,4257	20,0698
Yunusemre	17,8994	13,2058	20,6441
Terminal	11,6328	6,9974	19,1366
Dadaşkent	16,4332	10,1647	19,9932
İstasyon	13,4490	6,0836	17,0331
Şükrüpaşa	12,7748	6,4699	19,9008
Hilalkent	15,9701	10,9088	18,5747
Gaziler	15,8415	13,4312	18,6686
Üniversite	5,3182	5,0479	5,6124
Yazıcı	12,3451	10,7476	15,5228
Şabakhane	18,9267	14,5330	20,7132
Cumhuriyet	19,9967	18,4683	21,7258
Cennet	19,4695	17,0331	21,1933
Genel	15,3346	1,4257	21,7258



Şekil 4.18. Sodyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



Şekil 4.19. Sodyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

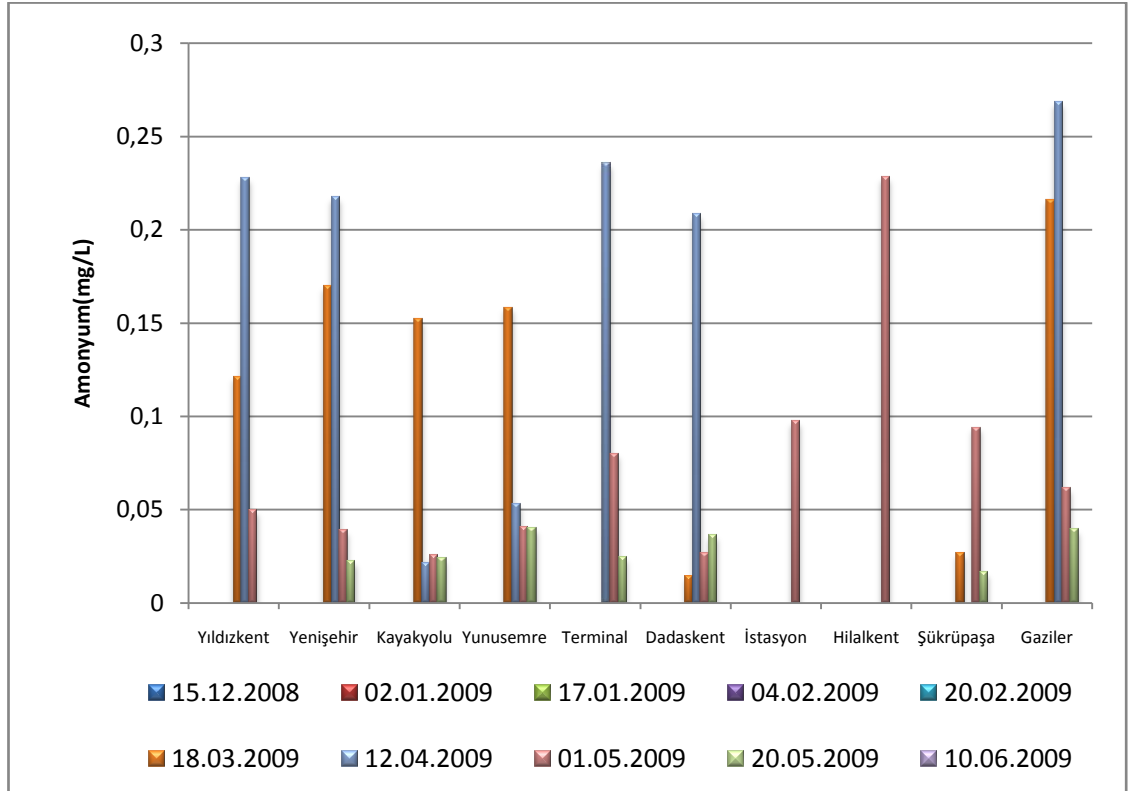


#### 4.11. Amonyum

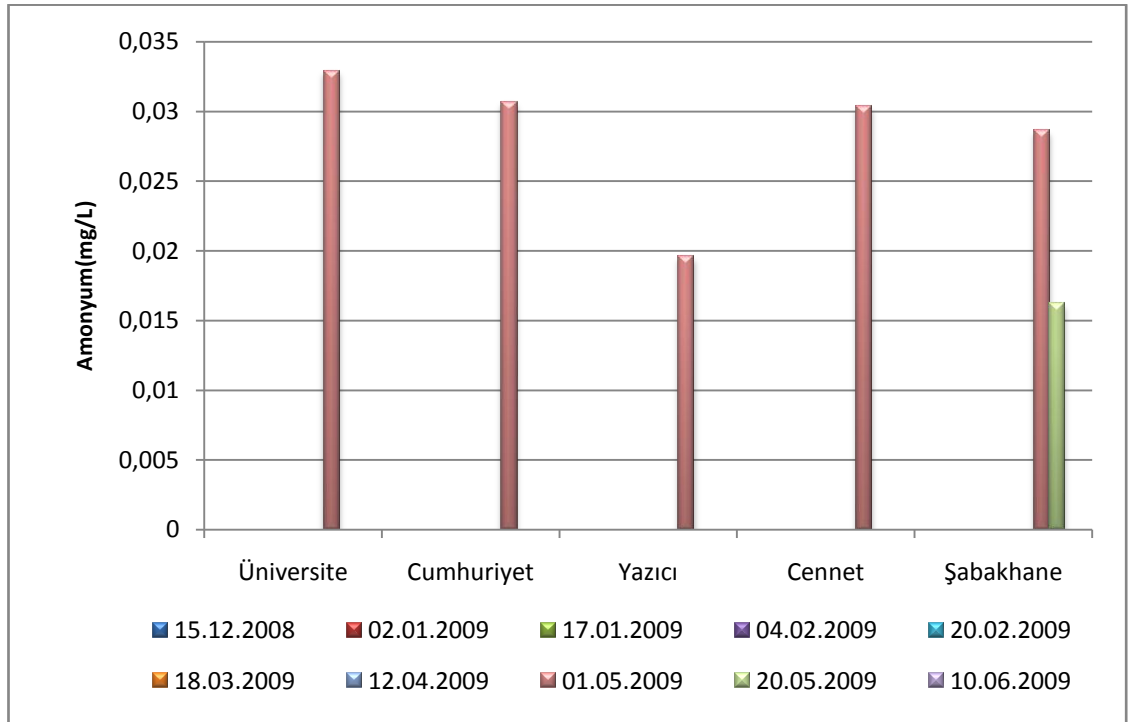
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek amonyum konsantrasyonu 12.04.2009 tarihinde Gaziler istasyonundan alınan numunede 0,2682 mg/L olarak ölçülmüştür. Amonyum konsantrasyonlarına sık rastlanmamıştır. Çalışma süresince ölçülen amonyum konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.11’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Su numunelerine ait amonyum konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	0,0398	Ö.L.A.	0,2277
Yenişehir	0,0448	Ö.L.A.	0,2172
Kayakyolu	0,0223	Ö.L.A.	0,1518
Yunusemre	0,0292	Ö.L.A.	0,1584
Terminal	0,0340	Ö.L.A.	0,2356
Dadaşkent	0,0285	Ö.L.A.	0,2080
İstasyon	0,0098	Ö.L.A.	0,0975
Şükrüpaşa	0,0137	Ö.L.A.	0,0941
Hilalkent	0,0228	Ö.L.A.	0,2282
Gaziler	0,0584	Ö.L.A.	0,2682
Üniversite	0,0033	Ö.L.A.	0,0329
Yazıcı	0,0020	Ö.L.A.	0,0196
Şabakhane	0,0045	Ö.L.A.	0,0286
Cumhuriyet	0,0031	Ö.L.A.	0,0307
Cennet	0,0030	Ö.L.A.	0,0303
Genel	0,0213	Ö.L.A.	0,2682



Şekil 4.20. Amonyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



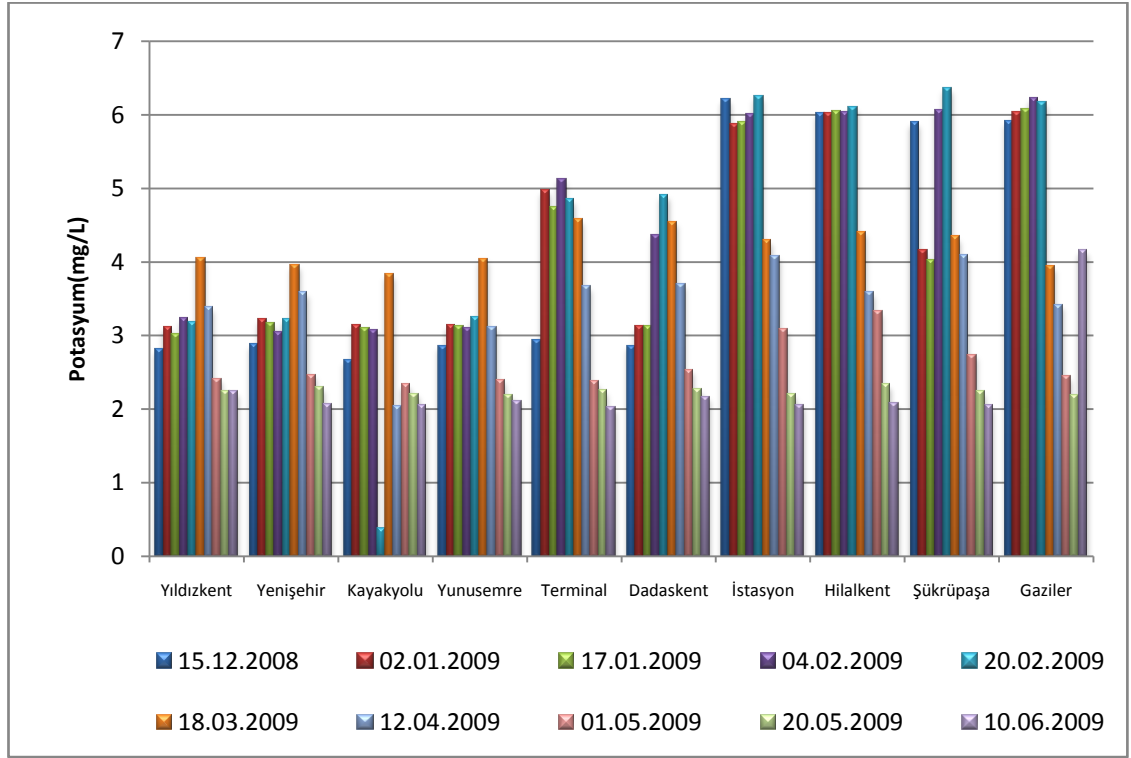
Şekil 4.21. Amonyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

#### 4.12. Potasyum

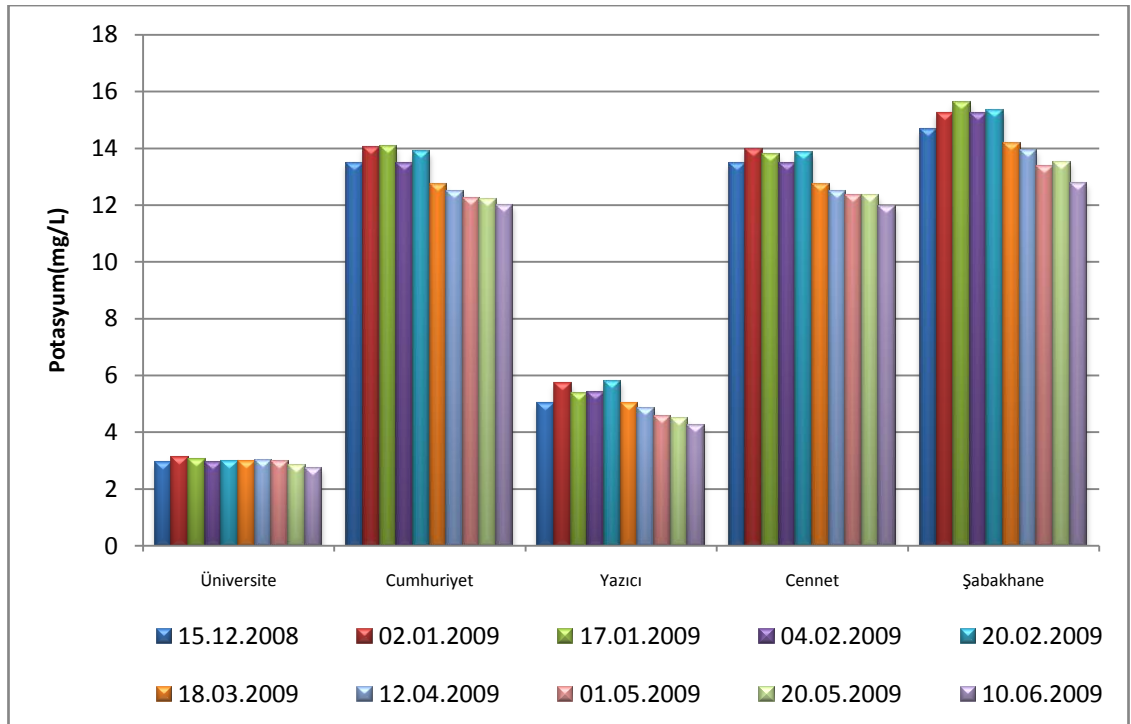
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek Potasyum konsantrasyonu 17.01.2009 tarihinde Şabakhane istasyonundan alınan numunede 15,6144 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük potasyum konsantrasyonu ise 20.02.2009 tarihinde Kayakyolu istasyonundan alınan numunede 0,374 mg/L olup, genel ortalama 5,6670 mg/L olarak tespit edilmiştir.. Çalışma süresince ölçülen potasyum konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.12’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.22 ve Şekil 4.23’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.12.** Su numunelerine ait potasyum konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	2,9689	2,2385	4,0506
Yenişehir	2,9918	2,0752	3,9575
Kayakyolu	2,4831	0,3740	3,8339
Yunusemre	2,9344	2,1143	4,0451
Terminal	3,7507	2,0258	5,1312
Dadaşkent	3,3616	2,1662	4,9020
İstasyon	4,5955	2,0603	6,2437
Şükrüpaşa	4,1970	2,0497	6,3622
Hilalkent	4,5993	2,0795	6,1024
Gaziler	4,6557	2,1862	6,2272
Üniversite	2,9431	2,7424	3,0987
Yazıcı	5,0453	4,2510	5,8076
Şabakhane	14,3846	12,7840	15,6144
Cumhuriyet	13,0569	11,9937	14,0729
Cennet	13,0366	11,9619	13,9651
Genel	5,6670	0,3740	15,6144



Şekil 4.22. Potasyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



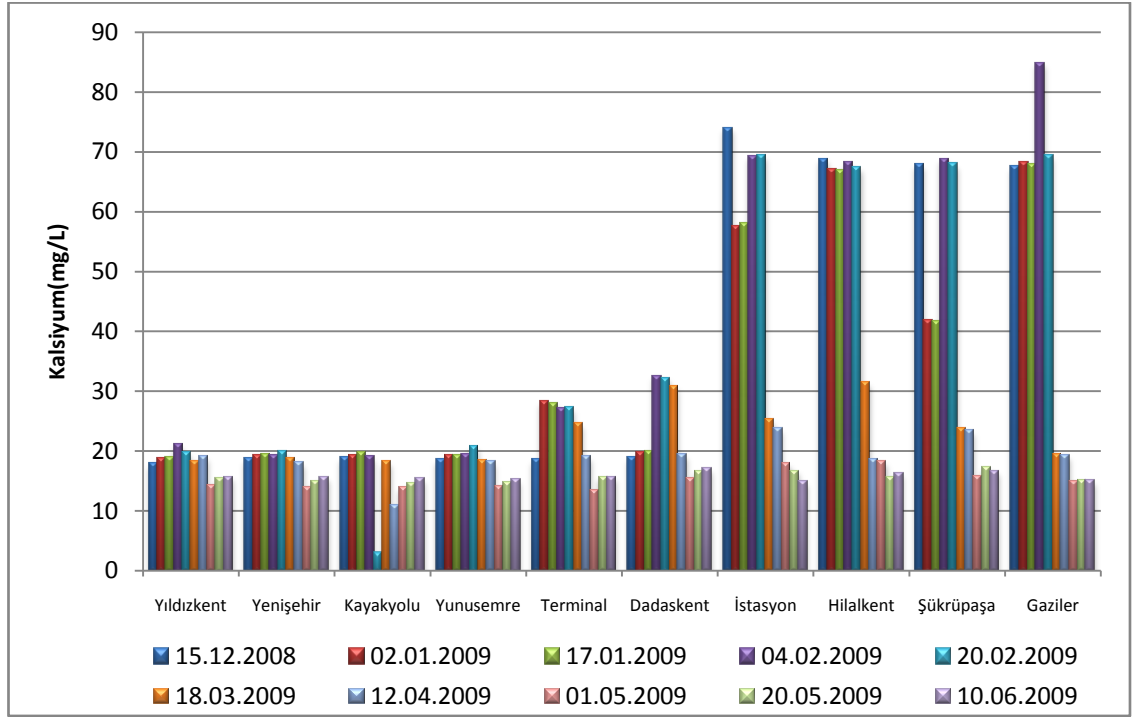
Şekil 4.23. Potasyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

#### 4.13. Kalsiyum

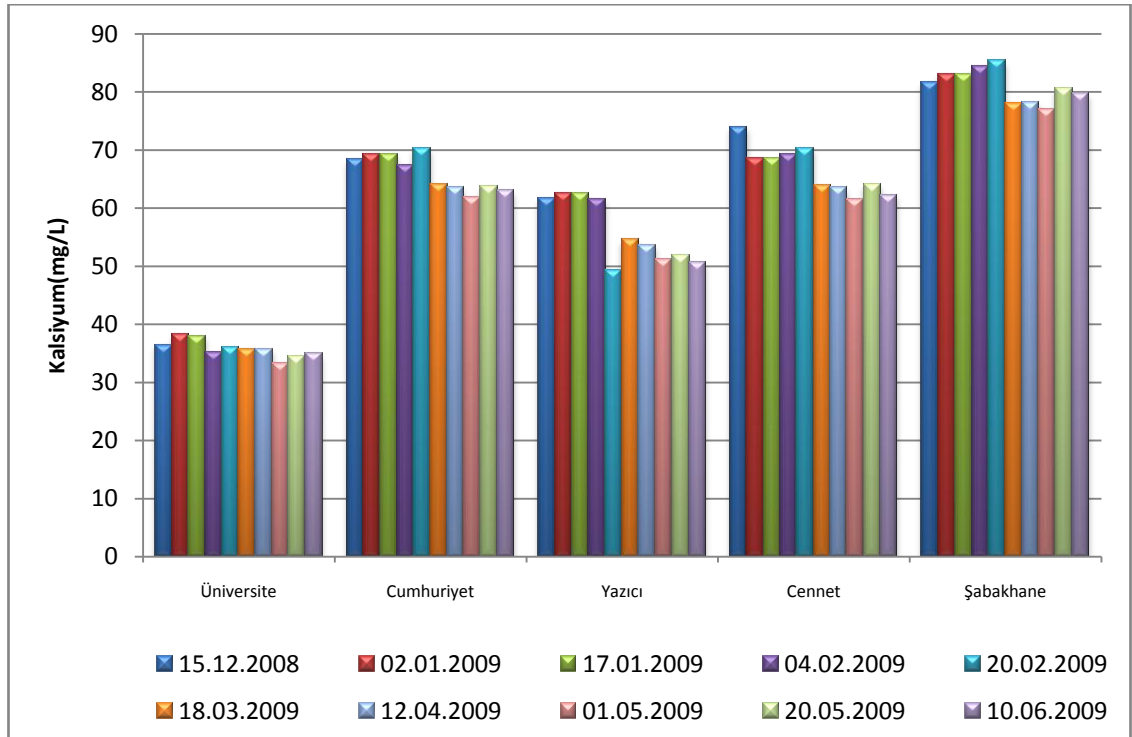
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek kalsiyum konsantrasyonu 20.02.2009 tarihinde Şabakhane istasyonundan alınan numunede 85,3126 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük kalsiyum konsantrasyonu ise 20.02.2009 tarihinde Kayakyolu istasyonundan alınan numunede 2,9248 mg/L olup, genel ortalama 39,1702 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen kalsiyum konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.13’de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.13.** Su numunelerine ait kalsiyum konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	17,9152	14,2223	21,0832
Yenişehir	17,7849	13,8794	19,9452
Kayakyolu	15,3216	2,9248	19,8330
Yunusemre	17,7710	14,0881	20,8030
Terminal	21,7667	13,3929	28,3255
Dadaşkent	22,2791	15,3695	32,5490
İstasyon	42,6937	14,8727	73,9883
Şükrüpaşa	38,5098	15,7817	68,8037
Hilalkent	43,8451	15,6302	68,7966
Gaziler	44,1374	14,8867	84,8848
Üniversite	35,7806	33,3194	38,2003
Yazıcı	55,9367	49,2935	62,5132
Şabakhane	81,1183	76,9896	85,3126
Cumhuriyet	66,0848	61,8354	70,3348
Cennet	66,6087	61,5499	73,9883
Genel	39,1702	2,9248	85,3126



Şekil 4.24. Kalsiyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



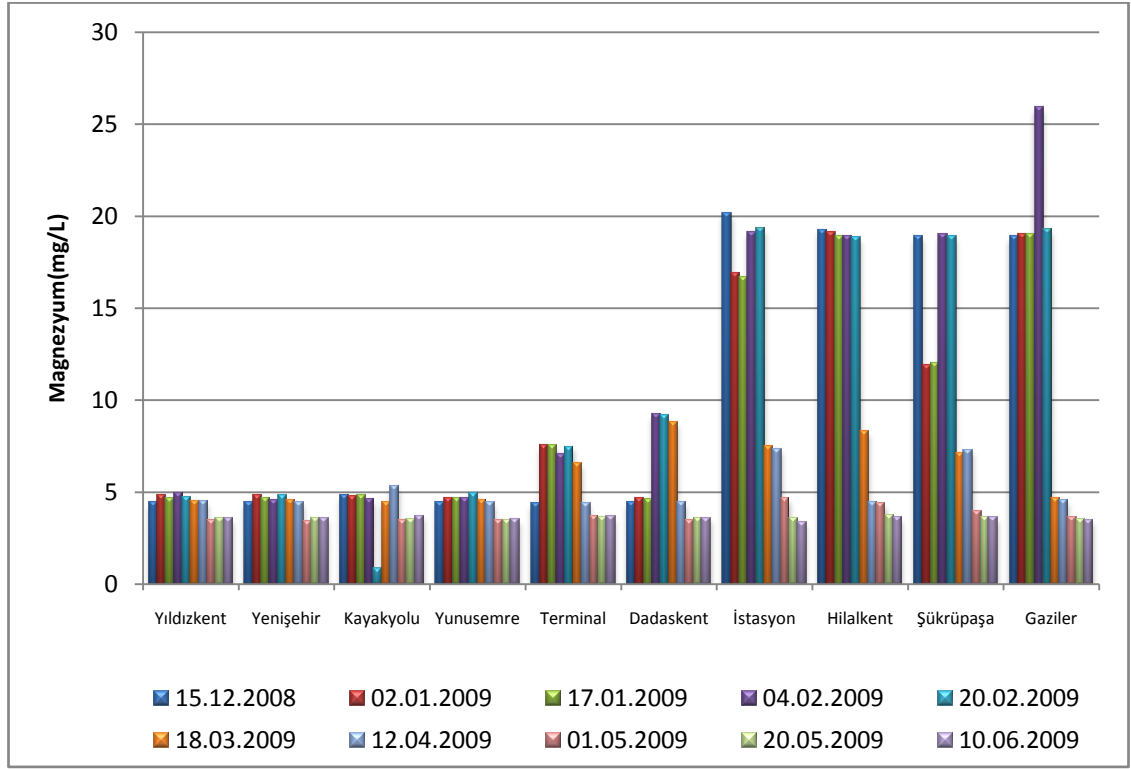
Şekil 4.25. Kalsiyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

#### 4.14. Magnezyum

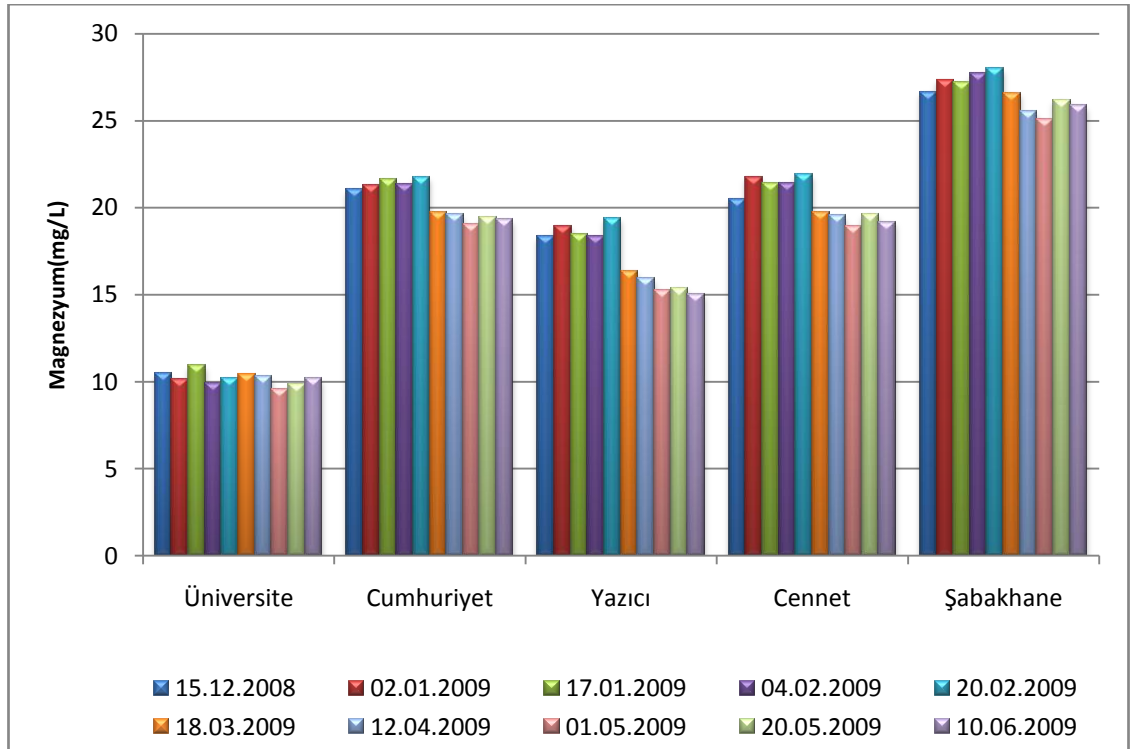
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait en yüksek magnezyum konsantrasyonu 20.02.2009 tarihinde Şabakhane istasyonundan alınan numunede 28,0102 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük kalsiyum konsantrasyonu ise 20.02.2009 tarihinde Kayakyolu istasyonundan alınan numunede 0,8675 mg/L olup, genel ortalama 11,3110 mg/L olarak tespit edilmiştir. Çalışma süresince ölçülen magnezyum konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.14'de verilmiştir ve zamana göre değişimleri Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Su numunelerine ait magnezyum konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	Ortalama	En Küçük	En Büyük
Yıldızkent	4,3394	3,4791	4,9544
Yenişehir	4,3058	3,4147	4,8583
Kayakyolu	4,0464	0,8675	5,2988
Yunusemre	4,2968	3,5058	4,9714
Terminal	5,5984	3,6569	7,5452
Dadaşkent	5,6085	3,4682	9,2287
İstasyon	11,8719	3,3857	20,1111
Şükrüpaşa	10,6412	3,6426	19,0178
Hilalkent	11,9545	3,6270	19,2373
Gaziler	12,2142	3,4920	25,9321
Üniversite	10,1897	9,5765	10,9539
Yazıcı	17,1590	15,0652	19,4189
Şabakhane	26,6225	25,0616	28,0102
Cumhuriyet	20,4145	19,0551	21,7669
Cennet	20,4024	18,9731	21,9102
Genel	11,3110	0,8675	28,0102



Şekil 4.26. Magnezyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



Şekil 4.27. Magnezyum konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

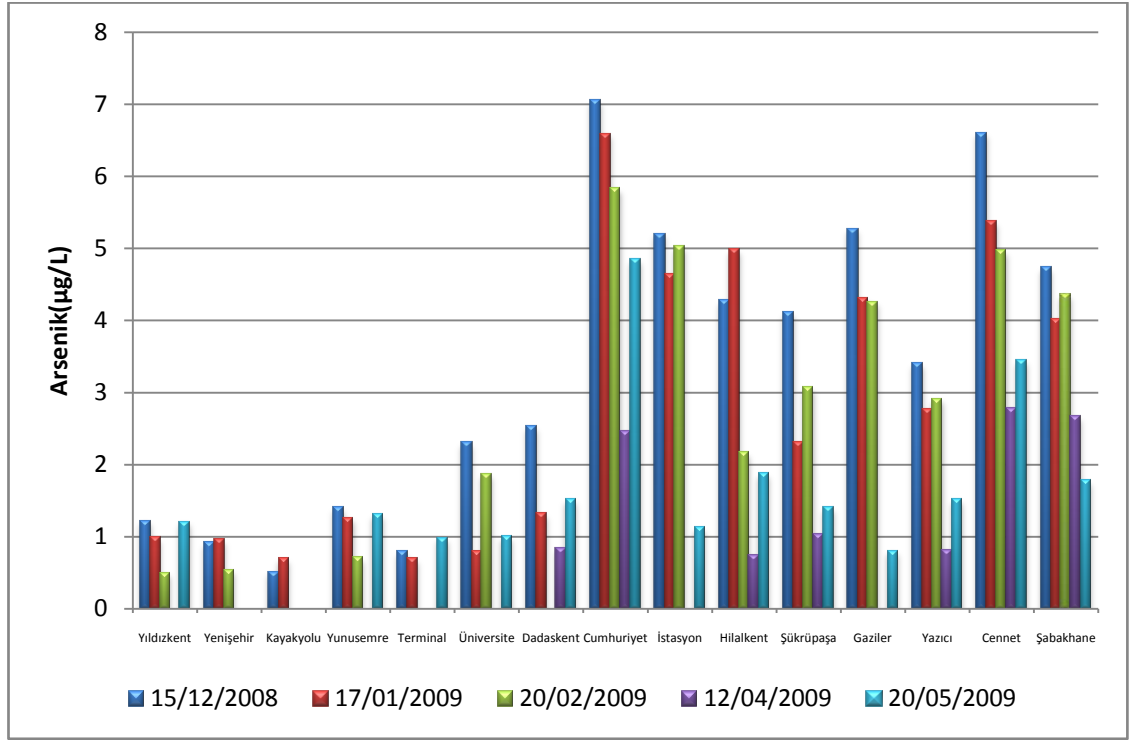


#### 4.15. Ağır Metaller

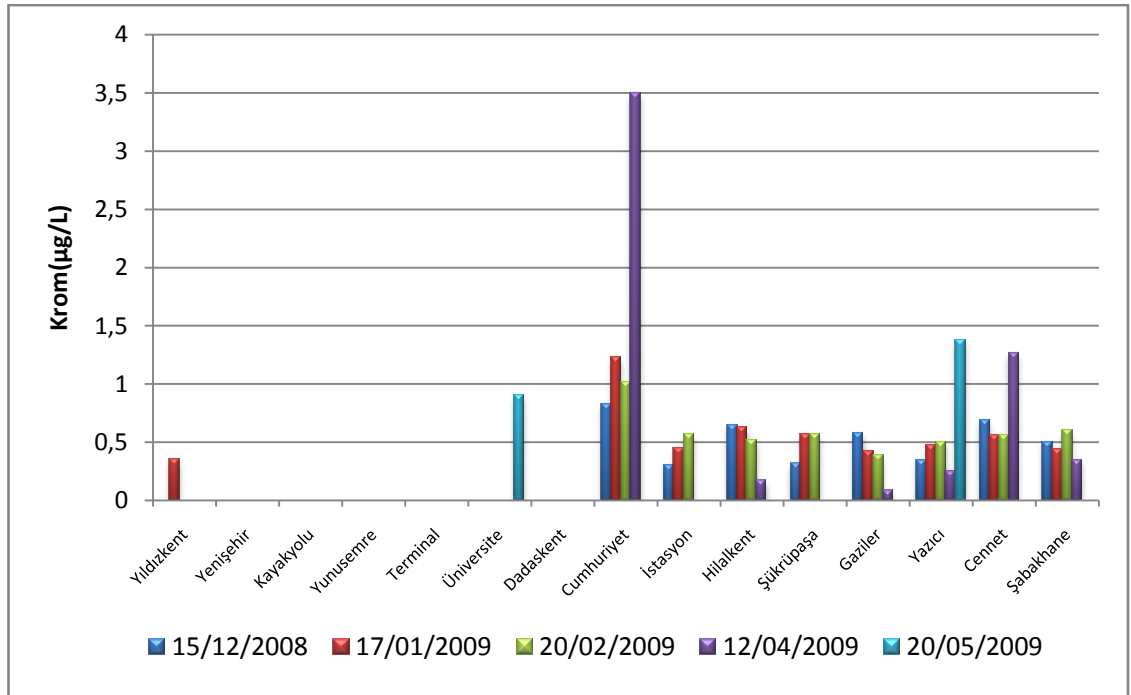
Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ağır metal konsantrasyonlarına ait özet veriler Çizelge 4.15’de verilmiştir. Alınan numunelerin analizinde kurşun konsantrasyonuna hiç rastlanmamıştır. Zamana göre değişimleri arsenik için Şekil 4.28, krom için Şekil 4.29, bakır için Şekil 4.30 ve nikel için Şekil 4.31’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.15.** Su numunelerine ait ağır metal konsantrasyonları ( $\mu\text{g/L}$ )

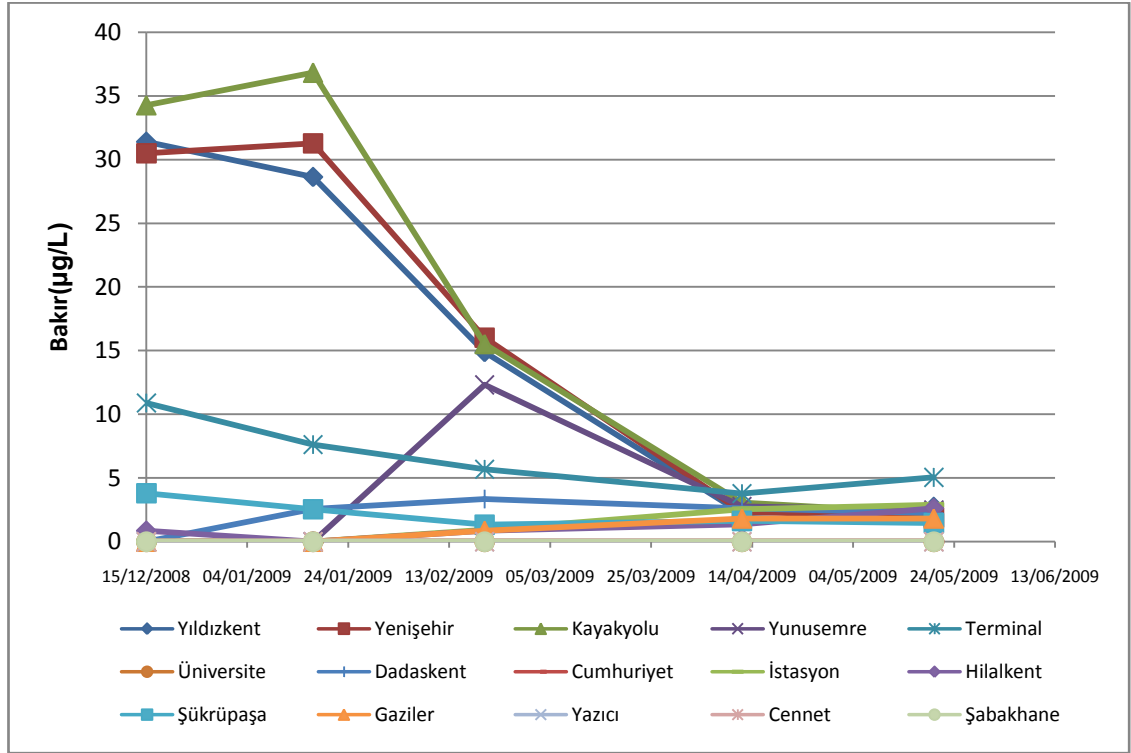
İstasyon Adı	Arsenik		Krom		Bakır		Nikel	
	Ort.	En Büyük	Ort.	En Büyük	Ort.	En Büyük	Ort.	En Büyük
Yıldızkent	0,78	1,22	0,07	0,35	15,97	31,39	0,68	2,57
Yenişehir	0,48	0,96	Ö.L.A.	Ö.L.A.	16,41	31,28	2,33	4,11
Kayakyolu	0,24	0,70	Ö.L.A.	Ö.L.A.	18,38	36,81	3,05	5,81
Yunusemre	0,94	1,40	Ö.L.A.	Ö.L.A.	3,52	12,31	0,43	2,16
Terminal	0,49	0,98	Ö.L.A.	Ö.L.A.	6,61	10,90	0,13	0,63
Dadaşkent	1,24	2,53	Ö.L.A.	Ö.L.A.	2,16	3,35	Ö.L.A.	Ö.L.A.
İstasyon	3,20	5,21	0,27	0,57	1,28	2,91	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Şükrüpaşa	2,38	4,10	0,29	0,57	2,16	3,81	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Hilalkent	2,81	4,98	0,39	0,64	1,14	2,62	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Gaziler	2,93	5,27	0,29	0,58	0,90	1,83	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Üniversite	1,19	2,31	0,18	0,90	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Yazıcı	2,28	3,40	0,59	1,38	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Şabakhane	3,51	4,73	0,38	0,60	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Cumhuriyet	5,36	7,05	1,31	3,49	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Cennet	4,63	6,60	0,62	1,26	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.	Ö.L.A.
Genel	2,16	7,05	0,29	3,49	4,57	36,81	0,44	5,81



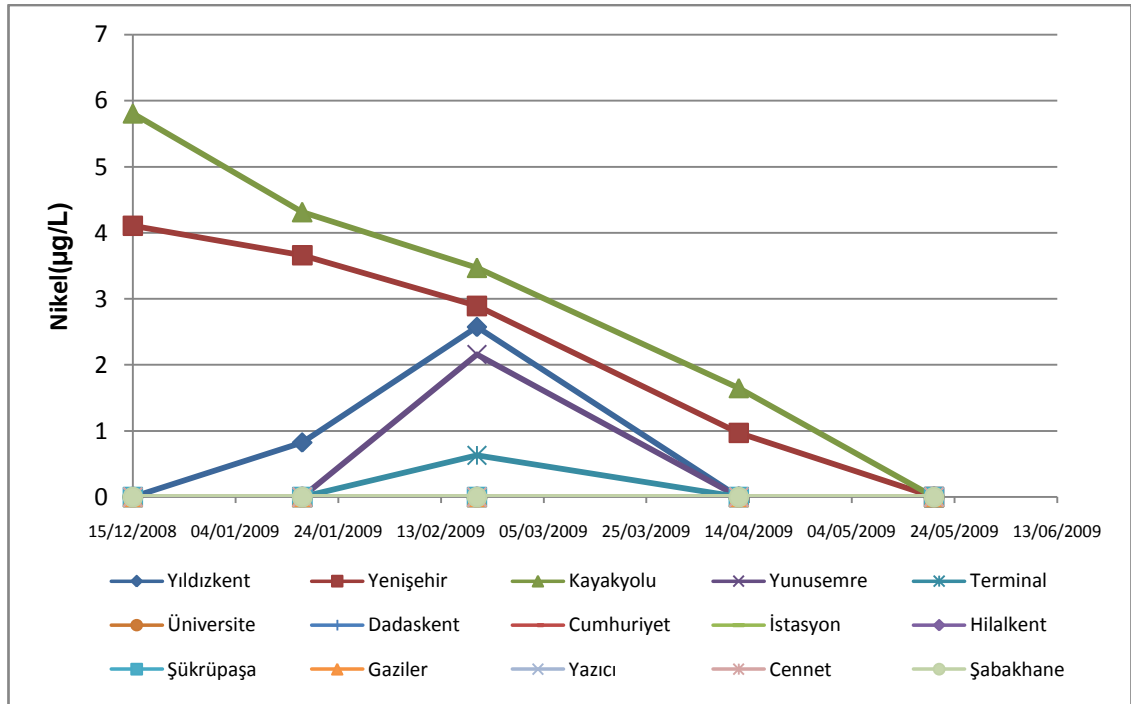
Şekil 4.28. Arsenik konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



Şekil 4.29. Krom konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



Şekil 4.30. Bakır konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği



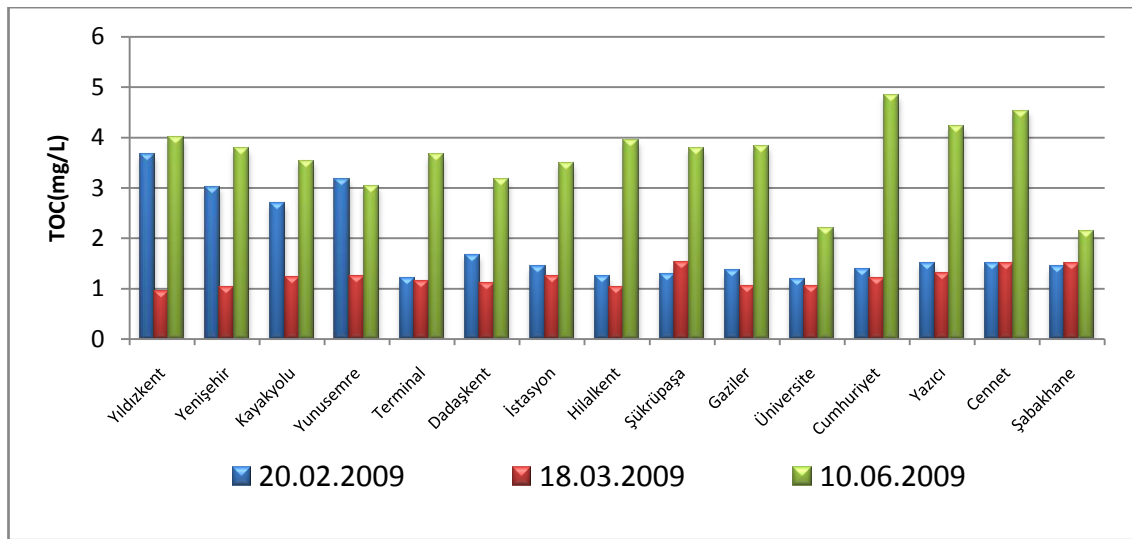
Şekil 4.31. Nikel konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

#### 4.16. Toplam Organik Karbon

Belirlenen istasyonlardan alınan numunelerde yapılan TOC analizlerine ait sonuçlar Çizelge 4.16'da verilmiş ve zamana göre değişimleri Şekil 4.32'de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.16.** Su numunelerine ait TOC konsantrasyonları (mg/L)

İstasyon Adı	20.02.2009	20.03.2009	10.06.2009
Yıldızkent	3,6657	0,9352	4,006
Yenişehir	3,0203	1,0388	3,782
Kayakyolu	2,6981	1,2294	3,540
Yunusemre	3,1615	1,2412	3,040
Terminal	1,2116	1,1426	3,661
Dadaşkent	1,6694	1,1205	3,174
İstasyon	1,4312	1,2415	3,494
Şükrüpaşa	1,2932	1,5354	3,788
Hilalkent	1,2437	1,0457	3,945
Gaziler	1,351	1,0624	3,816
Üniversite	1,1921	1,0494	2,201
Yazıcı	1,4917	1,3011	4,219
Şabakhane	1,4301	1,4865	2,143
Cumhuriyet	1,3779	1,2065	4,835
Cennet	1,4939	1,4919	4,532



**Şekil 4.32.** TOC konsantrasyonlarının zamana göre değişim grafiği

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Erzurum şehir şebeke sistemine dahil kapalı meskenlerden ve halk çeşmeleri arasından belirlenen 15 istasyondan 15.12.2008-10.06.2009 tarihleri arasında toplam 150 numune alınmıştır. Alınan numunelerin tümünde pH, elektriksel iletkenlik, bulanıklık, florür, klorür, nitrit, nitrat, sülfat, fosfat, sodyum, amonyum, potasyum, magnezyum ve kalsiyum analizleri yapılmıştır. Ağır metal analizleri ise ilk numune alım tarihinden başlanarak, takip eden zaman içerisinde her iki numune alım tarihinin birinde toplam beş kez yapılmıştır. Bazı tarihlerde alınan numunelerde ise TOC analizleri yapılmıştır. Çalışma süresince gerçekleştirilen analizlere ait tüm veriler EK 1’de verilmiştir.

Erzurum ili içme suyu arıtma tesisi 08.11.2008 tarihinde hizmet vermeye başlamıştır. İlk numune alım tarihi olan 15.12.2008 tarihinden itibaren izleme çalışmasına başlanmıştır. İçme suyu arıtma tesisinden numune alımına izin verilmemesi nedeniyle arıtma tesisi çıkış suyu ile çalışma kapsamında toplanan numuneler arasında bir karşılaştırma yapılamamıştır. Tesisin hizmete girmesinden sonra şehir merkezinde hangi bölgelerden başlanarak su dağıtımına başlandığı bilgisine ulaşılamamıştır. Ancak çalışma kapsamındaki parametrelere ait değişim grafiklerinden bu konu hakkında fikir edinilmesi mümkündür.

İletkenlik, pH, nitrat, potasyum, kalsiyum ve magnezyum parametreleri ile ilgili değişim grafikleri incelendiğinde İstasyon, Hilalkent, Şükrüpaşa ve Gaziler istasyonunun bulunduğu bölgelere numune alma tarihine göre 18.03.2009 ve sonrası tarihlerde içme suyu arıtma tesisinden su verildiği ihtimalini düşündürmektedir. Söz konusu parametrelerin değişim grafikleri Yıldızkent, Yenişehir, Yunusemre, Kayakyolu, Dadaşkent ve Terminal istasyonlarından alınan numunelerin, Dadaşkent ve Terminal istasyonu numuneleri bazı zamanlarda farklılık gösterebilir, aynı karaktere sahip olabileceği hakkında fikir vermektedir.

Ölçülen pH değerlerinin içme suyu şebeke sistemine dahil istasyonlarda 12.04.2009 tarihinde alınan numunelerde iki farklı karaktere sahip olduğu gözlenmiştir. Yenişehir, Yıldızkent, Yunusemre ve Kayakyolu istasyonlarından alınan numunelerin ortalama pH değeri 7,30 iken, şebeke sistemine dahil diğer istasyonların aynı tarihe kadar pH ortalaması 7,74'tür. Sonraki dönemlerde ise pH değeri şebeke sistemi dahilindeki istasyonların tümünde pH ortalaması 7,18 olarak tespit edilmiştir. Bu değerler neticesinde içme suyu arıtma tesisinden sonra Erzurum ili içme suyu pH değerinin düştüğü neticesine varılmıştır.

Su kaynağı olarak halen yeraltı sularının kullanıldığı halk çeşmelerinden ve Üniversite istasyonundan alınan numunelerin ortalama pH değeri 7,56 olarak tespit edilmiştir. Alınan tüm numuneler İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'ya göre değerlendirildiğinde pH değerlerinin uygun olduğu görülmüştür.

İletkenlik değerleri 2009 yılı ocak ayı içerisinde tüm istasyonlardan alınan numunelerde yükselme eğilimi göstermiştir. Halk çeşmelerinden alınan numunelerin tümünde iletkenlik değerleri aynı yönde değişim göstermiştir ve ortalama değer 578,75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  olarak tespit edilmiştir. Şebeke sistemine dahil istasyonlardan alınan numunelere ait iletkenlik değerleri Şekil 4.3'de görüldüğü üzere 18.03.2009 tarihine kadar farklılık göstermiştir ve ortalama değeri 362,38  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir. Sonraki dönemlerde ise şebeke sistemine dahil istasyonlara ait numunelerin iletkenlik değerlerinde düşüş gözlenmiş ve ortalama 193,46  $\mu\text{S}/\text{cm}$  değer tespit edilmiştir. Sonuç olarak Erzurum ile içme suyunun içme suyu arıtma tesisi hizmete açıldıktan sonra iletkenlik değerlerinde düşüş olduğu sonucuna varılmıştır.

İletkenlik değerleri İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'ya göre değerlendirildiğinde 20°C sıcaklıkta 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  sınır değerinin altında olduğu görülmüş ve iletkenlik açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Bulanıklık için İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da suyun, yüzeysel su kaynağının arıtılması durumunda sınır değer 1,0 NTU olarak belirlenmiştir.

İlk numune alım tarihinden 12.04.2009 tarihine kadar Yıldızkent, Yenişehir, Kayakyolu, Terminal ve Dadaşkent istasyonlarından alınan numunelerde bulanıklık 5,38 NTU değerine kadar çıktığı ve ortalamanın ise 1,84 NTU olduğu görülmüştür. Aynı tarihe kadar şebeke sistemine dahil diğer istasyonların ortalama bulanıklık değeri ise 0,49 NTU olduğu, yeraltı suyu kaynaklı halk çeşmelerinin ve Üniversite istasyonundan alınan numunelerin ortalama bulanıklık değeri 0,38 olduğu görülmüştür. 12.04.2009 tarihinden sonraki dönemlerde şebeke sistemine dahil tüm istasyonlardan alınan numunelerin bulanıklık değeri ortalaması ise 0,56 NTU seviyesine düşmüştür.

Dönem dönem İ.T.A.S.H.Y. ve TS 266'da belirtilen 1,00 NTU sınır değerinin üzerinde bulanıklık değerlerine rastlansada zamanla bu değerlerin düştüğü gözlenmiştir. İçme suyu arıtma tesisi hizmete girdikten sonra geçiş dönemi haricinde Erzurum ili içme suyunda bulanıklık bakımından anormal bir değişiklik tespit edilmemiştir.

Florür konsantrasyonları genel olarak düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Yeraltı suyu kaynaklı halk çeşmeleri ve Üniversite istasyonundan alınan tüm numunelerde ortalama florür konsantrasyonu 0,1084 mg/L iken, şebekeye dahil istasyonlardan alınan numunelerde ise ortalama 0,0644 mg/L olarak tespit edilmiştir. Şebekeye dahil istasyonlara ait florür konsantrasyonları ise 01.05.2009 tarihinde ve sonrasında alınan numunelerde ortalama 0,0358 mg/L'dir. Son dönemlere ait şebekeye dahil istasyonlar ve yeraltı su kaynaklı istasyonlara ait florür konsantrasyonları karşılaştırıldığında Erzurum ili içme suyundaki florür konsantrasyonu azalma eğilimi gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Florür miktarlarının, İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da belirtilen 1,5 mg/L sınır değerinin altında olması nedeniyle uygun olduğu görülmüştür. WHO tarafından 0,5 mg/L konsantrasyonundan daha az florür içeren içme sularına, florür takviyesi yapılması önerilmiştir. Ancak Erzurum ili içinde çalışma dahilinde belirlenen istasyonlarda rastlanan en yüksek florür konsantrasyonu 0,1959 mg/L'dir.

Çalışma boyunca klorür konsantrasyonları, Yıldızkent, Yenişehir ve Yunusemre istasyonlarından alınan numunelerde ortalama 25,71 mg/L konsantrasyonda kısıtlı ve benzer değişim göstermesine rağmen, şebekeye dahil diğer istasyonlardan 01.05.2009 tarihine kadar alınan numunelerde 0,30 mg/L-44,48 mg/L arasında salınım izlenmiş, düzensiz bir değişim gösterdiği tespit edilmiştir. 01.05.2009 tarihinden sonra şebekeye dahil tüm istasyonlardan alınan numuneler ortalama 23,56 mg/L klorür konsantrasyonunda aynı karaktere sahip değişim izlediği görülmüştür.

Halk çeşmelerinden ve Üniversite istasyonundan alınan numunelerde belirgin bir değişim gözlenmemiş ve düzenli bir seyirde devam etmiştir.

Çalışma boyunca klorür konsantrasyonları İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da belirtilen 250 mg/L sınır değeri aşmadığı görülmüştür. İçme suyu arıtma tesisi hizmete açıldıktan sonra bazı dönemler düzensizlik gösterebilir Erzurum ili içme suyu klorür konsantrasyonlarında düşüş meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Amonyum konsantrasyonları şebekeye dahil istasyonlardan alınan numunelerde Mart-Nisan-Mayıs ayları döneminde artış göstermiştir. Tüm istasyonlardan 18.03.2009 tarihinde kadar alınan numunelerde amonyuma rastlanmamıştır. İTASHY ve TS266'da amonyum için sınır değeri 0,5 mg/L olup, çalışma süresince rastlanan en yüksek amonyum konsantrasyonu 0,2682 mg/L'dir.

Nitrit konsantrasyonlarına genel olarak Şubat ve Mayıs aylarında ortaya çıkmıştır. Şebeke sistemine dahil istasyonlardan, Şubat ayında alınan ilk numunelerde ortalama nitrit konsantrasyonu 0,036 mg/L, Mayıs ayı içerisinde alınan numunelerin ortalama nitrit konsantrasyonu 0,004 mg/L ve genel ortalama ise 0,006 mg/L'dir. Ocak ayı içerisinde Gaziler istasyonundan alınan numunelerde, Şubat-Mart aylarında Yıldızkent istasyonundan alınan numunelerde nitrit konsantrasyonu sürekliliğini korumuştur. Diğer istasyonlarda ise noktasal artışlar görülmüştür.



İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da nitrit için sınır değeri 0,5 mg/L olup, çalışma süresince rastlanan en yüksek nitrit konsantrasyonu 0,0905 mg/L'dir.

Nitrat konsantrasyonları yeraltı suyu kaynaklı halk çeşmelerinde ve Üniversite istasyonundan alınan numunelerde sürekliliğini korumuştur. Özellikle Şabakhane, Cumhuriyet ve Cennet istasyonlarından alınan numunelerde sürekli olarak İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da nitrat için belirlenen 50 mg/L sınır değerinin üstünde düzenli bir değişim göstermiştir. Söz konusu noktalardan alınan numunelere ait nitrat konsantrasyonlarının İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'ya göre uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Şebekeye dahil istasyonlardan 18.03.2009 tarihine kadar alınan numunelerde Yıldızkent, Yenişehir, Kayakyolu, Terminal ve Dadaşkent istasyonlarına ait ortalama nitrat konsantrasyonu 1,77 mg/L iken, İstasyon, Şükrüpaşa, Gaziler ve Hilalkent istasyonlarından alınan numunelerin nitrat konsantrasyonu ortalaması 59,25 mg/L olarak tespit edilmiştir. 18.03.2009 tarihi ve sonrası dönemlerde şebekeye dahil istasyonlardan alınan tüm numunelerin nitrat konsantrasyonu ortalaması 3,44 mg/L'dir. İstasyon, Şükrüpaşa, Gaziler ve Hilalkent istasyonlarından alınan numunelere ait İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da belirtilen sınır değerinin üstündeki nitrat konsantrasyonlarında Şekil 4.13'de gösterildiği gibi büyük bir düşüş meydana gelmiştir.

Erzurum ili içme suyunun, içme suyu arıtma tesisi hizmete girdikten sonra nitrat konsantrasyonunun önemli ölçüde azaldığı sonucuna varılmıştır.

Sülfat konsantrasyonları halk çeşmelerinde ve Üniversite istasyonundan alınan numunelerde düzenli bir seviyede devamlılığını sürdürmüştür. Mayıs ayına kadar şebekeye dahil istasyonlardan alınan numunelerde bazı noktalarda noktasal değişimler görülmüştür. Bu durum 01.05.2009 tarihi ve sonrasında alınan numunelerin tümünde ortalama 18,99 mg/L konsantrasyonda dengelenmesiyle son bulmuştur.

Alınan numunelerin tümünde en yüksek sülfat konsantrasyonu 65,16 mg/L olup, İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da belirtilen 250 mg/L sınır değerinin altında olduğu tespit edilmiştir.

Fosfat şebekeye dahil istasyonların tümünde Ö.L.A. sonuç bulunmuştur. Sadece 20.05.2009 tarihinde halk çeşmeleri ve Üniversite istasyonlarından alınan numunelerde ortalama 1.57 mg/L fosfat tespit edilmiştir.

Kalsiyum, Kalsiyum ve Magnezyum parametreleri İ.T.A.S.H.Y.'te ve TS266 standardında yer almamaktadır. Sodyum için sınır değeri 200 mg/L olarak belirtilmiş ve numunelerin tümünde bu değeri aşmamıştır.

Sodyum için şebekeye dahil istasyonlardan alınan numunelerde başlangıçta farklılıklar göze çarpsada, bu durum 01.05.2009 tarihi ve sonrasında alınan numuneler için ortalama 14,39 mg/L konsantrasyonda dengelenmiştir.

Kalsiyum, magnezyum ve potasyum parametrelerinde sodyum parametresine benzer değişiklikler gözlenmiştir. Kalsiyum için ortalama 15,42 mg/L, magnezyum için ortalama 3,68 mg/L ve potasyum için 2,43 mg/L konsantrasyonda dengelenmiştir.

Kalsiyum ve magnezyum için 20.02.2009 tarihi ve sonrasında İstasyon, Şükrüpaşa, Gaziler ve Hilalkent istasyonlarından alınan numunelerde önemli oranda düşüş gözlenmiştir. Erzurum ili içme suyunun, içme suyu arıtma tesisi hizmete girdikten sonra sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum parametrelerinde düşüş olduğu sonucuna varılmıştır.

Şebekeye dahil istasyonlarda düşük seviyelerde izlenen arsenik ve bakır konsantrasyonlarında anormal bir değişikliğe rastlanmamıştır.

Çalışma süresince alınan numunelerde kurşun konsantrasyonuna hiç rastlanmamıştır. Bakır ve nikel konsantrasyonlarında ise çalışma başından sonuna kadar içme suyu

arıtma tesisine diğer istasyonlara göre daha yakın olan Yıldızkent, Yenişehir, Kayakyolu ve Yunusemre istasyonlarında düşüşler gözlenmiştir. Fakat söz konusu parametreler için İ.T.A.S.H.Y. ve TS266'da belirtilen sınır değerler aşılmamıştır. Bu durumun içme suyu arıtma tesisinin ve tesise kadar olan isale hattının yeni olmasından kaynaklanan bir kontaminasyon olduğu ve zamanla yok olduğu düşünülmüştür.

Toplam organik karbon bakımından incelendiğinde suda organik madde bulunduğu ve yaz aylarına doğru TOC değerlerinin yükselişe geçtiği görülmüştür.

Sonuç olarak çalışma süresince bulanıklık değerleri bazı noktalarda İ.T.A.S.H.Y. ve TS266 standardında belirtilen 1,0 NTU değerini aşmış olsa da genel olarak bu değerin altında olduğu tespit edilmiştir. Ancak yüzeysel sudan elde edilen içme sularında zaman zaman bazı numunelerde tat ve koku yönünden problem olduğu gözlenmiştir. Sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum değerlerinde düşüşler tespit edilmiştir. Halk çeşmelerinde halen yüksek miktarlarda bulunan nitrat konsantrasyonlarında şebeke sistemine dahil istasyonlarda önemli düşüşler göze çarpmış ve kuyu sularından kaynaklanan, standartların üzerinde seyreden nitrat kirliliği ortadan kalkmıştır. Erzurum ili içme suyu arıtma tesisi hizmete girdikten sonra sağlanan su hizmetinin, daha önceden kuyulardan sağlanan içme suyuna göre bulanıklılık, koku ve tad parametresi dışında daha kaliteli olduğu sonucuna varılmıştır. Sorun olan parametrelerin de zamanla düzeleceği umulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1996. Erzurum Kenti İçme, Kullanma ve Endüstri Suyu Temini Kati Proje Yapımı Ön Raporu. Erzurum.
- Anonim, 2004. Tarımsal Kaynaklardan Gelen Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği. Resmi Gazete, 18 Şubat 2004, Ankara.
- Anonim, 2005. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete 17 Şubat 2005 Sayı: 25730, Ankara.
- Anonim, 2008. İSKİ Su Kalite Raporları. İstanbul.
- Anonim, 2009a. Kaliteli Su Politikaları ve Türkiye TMMOB Su Raporu, Ankara.
- Anonim, 2009b. Türkiye’de Su. WWF Türkiye, ([http://www.wwf.org.tr/su/rakamlarla-su-sorunu/tuerkiyede-su/\(01.06.2009\)](http://www.wwf.org.tr/su/rakamlarla-su-sorunu/tuerkiyede-su/(01.06.2009)))
- Anonim, 2009c. Erzurum. Erzurum Valiliği, [http://www.erkurum.gov.tr\(01.05.2009\)](http://www.erkurum.gov.tr(01.05.2009)).
- Anonim, 2009d. T.C. Çevre Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü’ne ait 08.04.2009 tarih ve 29575 sayılı yazı.
- Anonymous, 2003. Water for People Water for Life, The United Nations World Water Development Report. UNESCO-WWAP, [http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/ex\\_summary/ex\\_summary\\_en.pdf\(01.06.2009\)](http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/ex_summary/ex_summary_en.pdf(01.06.2009)).
- Anonymous, 2006. Guidelines for Drinking-Water Quality First Addendum to Third Edition Volume 1. World Health Organization, 217-375, Switzerland.
- Aydın, Ö.F., 2007. İstanbul İlinde Samandıra, Sarıgazi ve Taşdelen Beldelerinde İçme ve Kullanma Suyu Durumu. Y.Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Başaran, A.K., Egemen, Ö., 2006. Ort Toros Dağlarındaki Eğrigöl’ün Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, Cilt 12(Sayı 2), 137-143.
- Çakmak, Ö., 2007. Eskişehir İlinde Yeraltı ve Yüzeysel Sulardaki Nitrat Kirliliğinin Kirlenici Kaynakları Göz Önünde Bulundurularak Değerlendirilmesi. Y.Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Demirer, A., 1995. Su Hijyeni. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, 41, Ankara.
- Demirtaş, H., 2009. Kaynaktan Şişeye Su ve Su Analizleri. Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Eski Genel Müdürlüğü, 492-502, Eskişehir.
- Erguvanlı, K., Yüzer. E., 1987. Yeraltıları Jeolojisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yayın No:23, 23, İstanbul.
- Güler, Ç., 1997. Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Temek Kaynak Dizini No:43, 9-46, Ankara.
- Gündoğdu, V., Özkan, E.Y., 2006. Küçük Menderes Nehri Ölçüm Ağı Tasarımı ve Su Kalite Değişkenlerinin İrdelenmesi Çalışması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 23(Sayı 3-4), 361-369.
- Günşen, U., Anar, Ş., Gündüz, H., 1997. Uludağ’daki Su Kaynaklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. V.Halk Sağlığı Günleri, Isparta.
- Hınıs, M., 2007. Aksaray İli İçme Suyu Kaynaklarının Arıtma Öncesi Organik Madde Miktarı Bakımından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Y.Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kanber, P., 2007. Aydın İli Bazı Yeraltı ve Yerüstü Su Kaynaklarının Kirlilik Durumlarının Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Koçak, Ö., 2007. Erzurum İl Merkezindeki İçme ve Kullanma Sularının Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Y.Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Mutluay, H., Demirak, A., 1996. Su Kimyası. Beta Basım Dağıtım A.Ş., 21-71, İstanbul.
- Muslu, Y., 2001. Su ve Atıksu Mühendisliği Çevre Kirlenmesi ve Kontrolü. Su Vakfı Yayınları, 23-60, İstanbul.
- Sabırlar, D., 2005. Ankara ASKİ içme suyu kaynaklarının özellikleri ve kirlilik yönünden değerlendirilmesi. Y.Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Samsunlu, A., 1999. Çevre Mühendisliği Kimyası. Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları, 164-353, İstanbul.
- Serengil, Y., 1997. Balandere İstanbul-Bahçeköy Boyuna Profilinde Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin Değişimi. Y.Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sümer, B., İleri, R., Şamandar, A., Şengörür., 2001. Büyük Melen ve Kollarındaki Su Kalitesi. Çevkor, Cilt 10(Sayı 39), 13-18.
- Şahinci, A., 1991. Jeotermal Sistemler ve Jeokimyasal Özellikleri. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Yayınları, 83-131, İzmir.
- Şirin, G., 2005. Çarşamba Ovası Sol Halindeki Bazı Köylerde İçme ve Kullanma Suyu Problemleri ve Bu Problemlerin Çözümüne İlişkin Öneriler. Y.Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., 2006. Hasan Çayı(Erzin-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 23(Ek 1/1), 149-154.
- Tepe, Y., 2009. Reyhanlı Yenişehir Gölü(Hatay) Su Kalitesinin Belirlenmesi. Çevkor Ekoloji, Cilt 18(Sayı 70), 38-46.
- Uslu, O., Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi 1, Ankara.
- Yalvaç, M., 1997. İçel İli Sahil Yerleşim Bölgelerinde İçme ve Kullanma Suyunda Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi ve Model Bir Çalışma. Y.Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Zeybek, Z., 2006. Akgöl'deki(Karaman-Konya) Bazı Su Kalitesi Parametrelerinin Araştırılması. Y.Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

## EK 1 Belirlenen istasyonlardan alınan numunelere ait analiz sonuçları

Parametre	Birim	Tarih	Yıldızkent	Yenişehir	Kayakyolu	Yunusemre	Terminal	Üniversite	Dadaskent	Cumhuriyet	İstasyon	Hilalkent	Şükrüpaşa	Gaziler	Yazıcı	Cennet	Şabakhane
Amonyum	mg/L	15.12.2008	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsenik	µg/L	15.12.2008	1,2186	0,916	0,511	1,403	0,798	2,306	2,531	7,0496	5,206	4,281	4,102	5,27	3,402	6,598	4,733
Bakır	µg/L	15.12.2008	31,39	30,5	34,27	<0,7	10,9	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	0,862	3,812	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Bulanıklık	NTU	15.12.2008	1,78	0,64	5,38	0,74	0,4	0,25	0,53	0,44	0,63	0,13	0,46	0	0,11	0,26	0,25
Florür	mg/L	15.12.2008	0,0397	0,1001	0,0438	0,0713	0,0481	0,0934	0,0957	0,0426	0,0633	0,1147	0,0653	0,1361	0,1322	0,0548	0,0569
Fosfat	mg/L	15.12.2008	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	15.12.2008	187	198	200	192	193	239	194	531	512	481	537	473	419	530	622
Kalsiyum	mg/L	15.12.2008	17,91	18,6506	18,949	18,5049	18,6198	36,43	18,933	68,374	73,9883	68,7966	67,8648	67,5131	61,6261	73,9883	81,6822
Klorür	mg/L	15.12.2008	25,3573	26,9688	26,9171	27,8483	27,1332	6,6322	26,905	36,1687	38,4782	35,3325	34,0213	31,1632	16,8088	37,5322	47,9348
Krom	µg/L	15.12.2008	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,82	0,307	0,641	0,317	0,575	0,343	0,692	0,5
Kurşun	µg/L	15.12.2008	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Magnezyum	mg/L	15.12.2008	4,4182	4,437	4,8532	4,433	4,3876	10,4495	4,4352	21,0515	20,1111	19,2373	18,9226	18,9128	18,3352	20,5111	26,6526
Nikel	µg/L	15.12.2008	<0,6	4,107	5,808	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Nitrat	mg/L	15.12.2008	0,9166	0,8934	0,8577	0,8533	0,8139	14,2785	0,9627	83,3084	68,2771	62,5369	60,6202	54,6447	35,1159	84,9626	106,3651
Nitrit	mg/L	15.12.2008	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0235	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	15.12.2008	7,39	7,41	7,82	7,44	7,6	7,97	7,5	7,39	7,76	7,6	7,53	7,71	7,44	7,35	7,42
Potasyum	mg/L	15.12.2008	2,814	2,879	2,664	2,8586	2,9341	2,9216	2,8612	13,4993	6,207	6,0255	5,8926	5,9128	5,0201	13,4546	14,6675
Sodyum	mg/L	15.12.2008	18,0378	19,1452	19,0227	19,3542	19,1366	5,4442	19,0039	20,7043	17,0331	16,067	15,8137	15,7443	12,8918	17,0331	20,1796
Sülfat	mg/L	15.12.2008	9,2052	10,5238	9,3483	8,9509	9,8968	13,9313	10,2983	49,3898	25,4284	23,1764	21,8088	20,222	57,8804	51,5303	57,3618
Amonyum	mg/L	02.01.2009	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bulanıklık	NTU	02.01.2009	3,06	2,73	4,42	3,82	0,82	0,23	0,41	0,29	0,63	0,29	0,36	0	0,18	0,27	0,28
Florür	mg/L	02.01.2009	0,0275	0,0301	0,0289	0,0291	0,0571	0,1207	0,0342	0,1217	0,1123	0,1181	0,0936	0,0962	0,1587	0,0978	0,1109
Fosfat	mg/L	02.01.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	02.01.2009	490	278	451	293	262	275	309	612	561	608	562	641	613	703	824
Kalsiyum	mg/L	02.01.2009	18,7885	19,2658	19,2547	19,251	28,3255	38,2003	19,7841	69,3158	57,6314	67,0125	41,8534	68,3054	62,5132	68,5584	83,0802
Klorür	mg/L	02.01.2009	25,5235	27,5214	23,1031	25,8634	2,7103	6,6973	25,3021	34,6311	25,6812	30,9732	25,8263	33,0125	15,6514	34,9267	48,0687
Magnezyum	mg/L	02.01.2009	4,8603	4,8583	4,8112	4,6981	7,5365	10,1258	4,6988	21,2511	16,8749	19,1368	11,8756	19,0397	18,9661	21,7784	27,3681
Nitrat	mg/L	02.01.2009	1,1203	1,0458	1,0125	1,0598	5,0126	13,2284	1,3698	85,9412	47,6583	59,5215	48,9654	58,2548	36,4978	86,6452	114,7781
Nitrit	mg/L	02.01.2009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0309	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	02.01.2009	7,28	7,3	7,22	7,27	7,92	7,98	7,5	7,51	7,86	7,89	7,83	7,89	7,54	7,47	7,56
Potasyum	mg/L	02.01.2009	3,1187	3,2151	3,1362	3,1388	4,9651	3,0987	3,1244	14,0136	5,8763	6,0315	4,1544	6,0354	5,7132	13,9651	15,2541
Sodyum	mg/L	02.01.2009	18,0891	20,2584	20,0698	20,0354	7,6687	5,5887	19,0132	21,7258	14,8699	15,7893	10,3866	16,0991	13,1658	20,2556	20,4783
Sülfat	mg/L	02.01.2009	20,4893	21,5687	21,0974	19,1249	4,1364	13,5874	15,0254	48,0248	18,9364	20,7561	16,7796	21,5698	56,3873	49,2058	58,6382
Amonyum	mg/L	17.01.2009	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsenik	µg/L	17.01.2009	0,989	0,963	0,698	1,258	0,691	0,789	1,321	6,587	4,639	4,981	2,309	4,312	2,764	5,367	4,02
Bakır	µg/L	17.01.2009	28,63	31,28	36,81	<0,7	7,63	<0,7	2,58	<0,7	<0,7	<0,7	2,547	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Bulanıklık	NTU	17.01.2009	2,19	3,38	4,05	4,86	1,72	0,19	2,57	0,38	0,55	0,25	0,48	0,18	0,21	0,29	0,31
Florür	mg/L	17.01.2009	0,0281	0,0322	0,0283	0,0286	0,0612	0,1315	0,0323	0,1151	0,1178	0,12	0,0917	0,0943	0,1611	0,1075	0,1135
Fosfat	mg/L	17.01.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	17.01.2009	509	259	381	258	244	318	257	673	519	587	502	594	545	671	797

## EK 1 devam

Parametre	Birim	Tarih	Yıldızkent	Yenişehir	Kayakolu	Yunusemre	Terminal	Üniversite	Dadaskent	Cumhuriyet	İstasyon	Hilalkent	Şükrüpaşa	Gaziler	Yazıcı	Cennet	Şabakhane
Kalsiyum	mg/L	17.01.2009	18,8674	19,4341	19,833	19,1697	28,0268	37,9585	19,9673	69,3421	57,9713	66,9168	41,6895	67,9021	62,5132	68,5584	83,0802
Klorür	mg/L	17.01.2009	25,5235	28,7331	22,9227	26,4685	2,6428	6,7198	24,6527	35,9895	25,8187	31,6917	25,6328	32,771	16,8736	35,8556	48,8015
Krom	µg/L	17.01.2009	0,351	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,23	0,452	0,624	0,569	0,419	0,476	0,562	0,441
Kurşun	µg/L	17.01.2009	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Magnezyum	mg/L	17.01.2009	4,7037	4,7096	4,8204	4,6615	7,5452	10,9539	4,6596	21,6005	16,7129	18,9547	11,9905	19,028	18,4873	21,3587	27,1933
Nikel	µg/L	17.01.2009	0,826	3,659	4,312	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Nitrat	mg/L	17.01.2009	1,2136	1,0682	1,0377	1,0612	5,0078	13,7283	1,1401	86,7382	49,891	59,931	49,5304	59,8727	36,4978	86,6452	114,7781
Nitrit	mg/L	17.01.2009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0278	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	17.01.2009	7,2	7,31	7,27	7,19	7,98	8	7,53	7,5	7,87	7,91	7,85	7,61	7,59	7,49	7,62
Potasyum	mg/L	17.01.2009	3,0092	3,1682	3,0977	3,1316	4,7439	3,0209	3,1322	14,0729	5,8948	6,0562	4,017	6,0764	5,3542	13,793	15,6144
Sodyum	mg/L	17.01.2009	18,661	20,1056	20,0585	19,99	7,5979	5,6124	19,3202	21,5012	14,8103	15,8301	10,3269	16,0766	13,0806	20,9741	20,5847
Sülfat	mg/L	17.01.2009	20,6561	21,8452	21,0894	19,0367	4,0983	13,1352	14,3844	48,6248	18,4339	20,9586	17,3789	22,0604	55,835	48,6053	57,7633
Amonyum	mg/L	04.02.2009	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bulanıklık	NTU	04.02.2009	0,96	2,24	1,05	0,25	0,39	0,22	0,57	0,27	0,33	0,21	0,31	0,71	0,33	0,14	0,32
Florür	mg/L	04.02.2009	0,0702	0,1007	0,034	0,0294	0,0687	0,0715	0,0742	0,1198	0,1325	0,0653	0,1162	0,0889	0,1744	0,0581	0,0757
Fosfat	mg/L	04.02.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	04.02.2009	235	208	202	206	189	226	238	524	473	467	474	570	413	527	622
Kalsiyum	mg/L	04.02.2009	21,0832	19,1975	19,0869	19,2878	27,057	35,0149	32,549	67,3748	69,3322	68,271	68,8037	84,8848	61,5818	69,35	84,2775
Klorür	mg/L	04.02.2009	24,6798	26,136	25,7022	27,9831	3,5753	6,2055	6,7599	38,0605	35,2834	34,3111	35,0087	44,2496	17,2355	38,0814	51,5281
Magnezyum	mg/L	04.02.2009	4,9544	4,6052	4,6117	4,6838	7,0194	9,8842	9,2287	21,3431	19,1217	18,9106	19,0178	25,9321	18,3361	21,3905	27,7093
Nitrat	mg/L	04.02.2009	1,2874	1,832	1,6079	1,5345	4,6114	12,0762	5,046	92,2998	67,6953	65,97	66,6407	68,0193	37,7193	98,1023	124,5447
Nitrit	mg/L	04.02.2009	0,0555	0,0878	0,068	0,026	<0,02	<0,02	<0,02	0,0308	<0,02	<0,02	0,0905	0,0329	<0,02	<0,02	0,0321
pH	-	04.02.2009	7,19	7,32	7,2	7,12	8,12	8,08	7,69	7,53	7,85	7,92	7,74	7,45	7,64	7,5	7,71
Potasyum	mg/L	04.02.2009	3,2364	3,0544	3,0828	3,1024	5,1312	2,9328	4,373	13,4845	6,0184	6,0403	6,0713	6,2272	5,4136	13,4431	15,2268
Sodyum	mg/L	04.02.2009	19,8122	20,0319	20,0254	19,9934	9,4115	5,3221	19,9932	20,8602	15,9456	15,9963	16,0269	16,3079	13,2113	20,8605	20,7132
Sülfat	mg/L	04.02.2009	31,174	20,1376	18,9281	23,4893	4,884	10,4939	21,9216	51,5857	23,2382	22,57	22,8689	20,6559	58,5454	52,0108	61,8365
Amonyum	mg/L	20.02.2009	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Arsenik	µg/L	20.02.2009	0,502	0,541	<0,5	0,706	<0,5	1,871	<0,5	5,831	5,021	2,168	3,071	4,254	2,913	4,967	4,357
Bakır	µg/L	20.02.2009	14,89	16,02	15,52	12,31	5,69	<0,7	3,35	<0,7	0,935	0,853	1,331	0,863	<0,7	<0,7	<0,7
Bulanıklık	NTU	20.02.2009	0,68	2,89	0,67	2,45	0,54	0,2	0,59	0,25	0,3	0,13	0,29	0,9	0,41	0,18	0,65
Florür	mg/L	20.02.2009	0,0498	0,0396	0,0284	0,0306	0,1008	0,1063	0,1046	0,1154	0,1298	0,1144	0,0961	0,1139	0,1635	0,0956	0,1079
Fosfat	mg/L	20.02.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	20.02.2009	215	212	207	216	186	227	232	530	470	455	460	472	416	531	635
Kalsiyum	mg/L	20.02.2009	19,7862	19,9452	2,9248	20,803	27,1665	36,0665	32,2438	70,3348	69,4528	67,3711	67,911	69,3556	49,2935	70,3414	85,3126
Klorür	mg/L	20.02.2009	27,2034	27,204	0,3022	28,4585	1,8089	5,9268	7,2287	37,6081	34,04	32,4016	34,3995	34,1012	17,4	37,4711	51,1374
Krom	µg/L	20.02.2009	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,015	0,568	0,521	0,571	0,387	0,505	0,563	0,602
Kurşun	µg/L	20.02.2009	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Magnezyum	mg/L	20.02.2009	4,7399	4,8291	0,8675	4,9714	7,478	10,1632	9,1608	21,7669	19,3466	18,8265	18,8881	19,2751	19,4189	21,9102	28,0102
Nikel	µg/L	20.02.2009	2,574	2,893	3,469	2,157	0,631	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Nitrat	mg/L	20.02.2009	1,8952	1,4321	0,6923	5,8056	4,8973	11,9647	4,8733	92,3389	65,5223	62,3818	66,5102	65,5109	37,3995	92,0656	123,8625

## EK 1 devam

Parametre	Birim	Tarih	Yıldızkent	Yenişehir	Kayakyolu	Yunusemre	Terminal	Üniversite	Dadaskent	Cumhuriyet	İstasyon	Hilalkent	Şükrüpaşa	Gaziler	Yazıcı	Cennet	Şabakhane
Nitrit	mg/L	20.02.2009	0,0254	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	20.02.2009	7,22	7,27	7,45	7,2	8,13	8,15	7,86	7,46	7,87	7,93	7,85	7,81	7,68	7,46	7,55
Potasyum	mg/L	20.02.2009	3,1767	3,217	0,374	3,2453	4,8467	2,9789	4,902	13,8929	6,2437	6,1024	6,3622	6,1637	5,8076	13,8521	15,3286
Sodyum	mg/L	20.02.2009	20,202	20,6149	1,4257	20,6441	6,9974	5,3726	15,8575	21,3455	16,233	15,7432	10,8973	16,0975	15,5228	21,1933	20,5393
Sülfat	mg/L	20.02.2009	18,3036	21,8842	2,1374	19,228	3,4069	9,9599	21,2745	51,2817	22,2595	21,2339	22,4989	22,2484	57,1306	51,1394	61,0215
TOC	mg/L	20.02.2009	3,6657	3,0203	2,6981	3,1615	1,2116	1,1921	1,6694	1,3779	1,4312	1,2437	1,2932	1,351	1,4917	1,4939	1,4301
Amonyum	mg/L	18.03.2009	0,1211	0,1696	0,1518	0,1584	<0,01	<0,01	0,0142	<0,01	<0,01	<0,01	0,0266	0,2159	<0,01	<0,01	<0,01
Bulanıklık	NTU	18.03.2009	0,64	4,13	0,46	1,89	1,09	0,43	1,19	0,65	0,42	0	2,77	0,89	1,55	0,81	0,97
Florür	mg/L	18.03.2009	0,0218	0,0187	0,0536	0,0471	0,0575	0,0699	0,0407	0,1084	0,1238	0,119	0,1222	0,0486	0,1464	0,1035	0,0978
Fosfat	mg/L	18.03.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	18.03.2009	207	214	208	218	200	247	243	528	196	245	203	218	399	532	629
Kalsiyum	mg/L	18.03.2009	18,286	18,7589	18,1944	18,4521	24,6574	35,7761	30,778	63,9852	25,2558	31,3241	23,8517	19,342	54,5521	63,9344	78,1368
Klorür	mg/L	18.03.2009	28,4972	28,0721	28,5789	28,488	3,6452	7,3178	7,8329	39,557	1,8868	15,1215	44,48	27,7004	16,8729	39,2204	53,7027
Magnezyum	mg/L	18.03.2009	4,5426	4,5862	4,5035	4,5658	6,5823	10,3792	8,798	19,7056	7,5105	8,2977	7,1631	4,6926	16,373	19,7098	26,6001
Nitrat	mg/L	18.03.2009	2,8037	2,6962	2,5912	2,6516	4,671	15,55	5,1878	87,0149	6,3667	14,7645	23,07	2,78	34,7749	86,8468	117,5043
Nitrit	mg/L	18.03.2009	0,0279	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	18.03.2009	7,16	7,29	7,23	7,47	7,84	8,02	7,78	7,23	7,76	7,75	7,73	7,3	7,4	7,15	7,28
Potasyum	mg/L	18.03.2009	4,0506	3,9575	3,8339	4,0451	4,5719	2,9539	4,5443	12,7302	4,2855	4,4112	4,3387	3,9377	5,0411	12,7448	14,1688
Sodyum	mg/L	18.03.2009	18,4412	18,6992	18,569	18,7542	7,1957	5,138	10,1647	19,0351	6,379	10,9088	9,075	18,3117	11,5947	19,0872	18,4567
Sülfat	mg/L	18.03.2009	18,9217	19,5953	19,7648	17,7245	4,1855	14,646	23,5853	52,8046	3,5958	10,4531	31,92	16,7233	56,1218	52,5696	63,3318
TOC	mg/L	18.03.2009	0,9352	1,0388	1,2294	1,2412	1,1426	1,0494	1,1205	1,2065	1,2415	1,0457	1,5354	1,0624	1,3011	1,4919	1,4865
Amonyum	mg/L	12.04.2009	0,2277	0,2172	0,0215	0,0529	0,2356	<0,01	0,208	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2682	<0,01	<0,01	<0,01
Arsenik	µg/L	12.04.2009	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,841	2,46	<0,5	0,734	1,03	<0,5	0,819	2,77	2,67
Bakır	µg/L	12.04.2009	2,23	2,34	3,08	2,78	3,79	<0,7	2,63	<0,7	2,55	1,37	1,63	1,82	<0,7	<0,7	<0,7
Bulanıklık	NTU	12.04.2009	0,43	0,5	0,3	0,54	0,61	0,15	0,29	0,15	0,34	0,32	0,69	0,37	0,21	0,26	0,19
Florür	mg/L	12.04.2009	0,0173	0,0423	0,0455	0,0181	0,031	0,0849	0,0239	0,1048	0,1037	0,0463	0,1166	0,0403	0,1915	0,095	0,0977
Fosfat	mg/L	12.04.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	12.04.2009	180,3	177,4	178,4	182,4	172,4	274	189,7	589	188,5	232	187,5	192	437	593	718
Kalsiyum	mg/L	12.04.2009	19,0862	18,1275	10,9205	18,1852	19,1031	35,7633	19,3678	63,5578	23,7947	18,5014	23,3782	19,2198	53,5502	63,4585	78,2811
Klorür	mg/L	12.04.2009	28,0606	26,4241	8,4952	29,3506	27,0397	7,7107	26,4576	39,4078	1,5963	26,5515	2,2154	26,6236	16,6033	39,2163	55,0549
Krom	µg/L	12.04.2009	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	3,491	<0,3	0,174	<0,3	0,09	0,258	1,26	0,349
Kurşun	µg/L	12.04.2009	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Magnezyum	mg/L	12.04.2009	4,5075	4,4341	5,2988	4,4202	4,3964	10,309	4,4468	19,6136	7,3723	4,4752	7,3082	4,5895	15,9336	19,5644	25,5497
Nikel	µg/L	12.04.2009	<0,6	0,972	1,651	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Nitrat	mg/L	12.04.2009	1,7554	2,4423	3,7374	1,5645	2,7353	16,3454	2,7019	87,8656	5,6386	2,3366	6,6286	2,0166	34,0696	87,5744	120,4597
Nitrit	mg/L	12.04.2009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	12.04.2009	7,15	7,18	7,13	7,21	7,27	8,03	7,26	7,41	7,27	7,23	7,22	7,23	7,55	7,38	7,43
Potasyum	mg/L	12.04.2009	3,3852	3,5889	2,0387	3,1162	3,665	2,9959	3,708	12,4792	4,08	3,5856	4,0998	3,417	4,8402	12,4693	13,9315
Sodyum	mg/L	12.04.2009	19,0753	18,3104	5,6267	18,5641	18,7131	5,0479	18,2824	18,7502	6,0836	18,5747	6,4699	18,6686	11,4234	18,7297	18,2407
Sülfat	mg/L	12.04.2009	22,033	19,1859	6,8925	21,4993	21,8428	15,6135	19,3435	53,7348	3,0562	18,59	4,5162	20,6483	55,7134	53,7397	65,1617



## EK 1 devam

Parametre	Birim	Tarih	Yıldızkent	Yenişehir	Kayakyolu	Yunusemre	Terminal	Üniversite	Dadaskent	Cumhuriyet	İstasyon	Hilalkent	Şükrüpaşa	Gaziler	Yazıcı	Cennet	Şabakhane
Amonyum	mg/L	01.05.2009	0,0495	0,039	0,0255	0,0402	0,08	0,0329	0,0264	0,0307	0,0975	0,2282	0,0941	0,0612	0,0196	0,0303	0,0286
Bulanıklık	NTU	01.05.2009	0,29	0,7	0,22	0,74	0,79	0,23	0,26	0,25	0,49	0,2	1,94	0,49	0,17	0,35	0,33
Florür	mg/L	01.05.2009	0,031	0,0241	0,0242	0,0243	0,0242	0,1024	0,0319	0,0733	0,0487	0,0269	0,0265	0,0244	0,1539	0,0759	0,0863
Fosfat	mg/L	01.05.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173
İletkenlik	µS/cm	01.05.2009	177,1	176,7	177,6	183,8	167,2	272	192,2	591	187,4	184,1	185,5	187,4	429	591	716
Kalsiyum	mg/L	01.05.2009	14,2223	13,8794	13,9732	14,0881	13,3929	33,3194	15,3695	61,8354	17,9245	18,3135	15,7817	14,8867	51,18	61,5499	76,9896
Klorür	mg/L	01.05.2009	19,9106	19,7172	19,9507	20,4375	16,7564	7,4906	21,322	38,9156	21,4468	21,586	19,2632	20,3314	16,2013	38,891	54,8487
Magnezyum	mg/L	01.05.2009	3,4791	3,4147	3,461	3,5069	3,6831	9,5765	3,4682	19,0551	4,6775	4,3566	3,9596	3,6431	15,2837	18,9731	25,0616
Nitrat	mg/L	01.05.2009	1,4892	1,4289	1,4808	1,4912	1,6716	15,5609	1,6098	86,745	1,5253	1,4912	1,4051	1,8978	33,4315	86,6726	119,6471
Nitrit	mg/L	01.05.2009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0227	<0,02	<0,02	0,0264	0,0207
pH	-	01.05.2009	7,12	7,09	6,98	7,02	7,19	7,97	6,99	7,27	7,11	6,94	7,13	7,11	7,32	7,29	7,27
Potasyum	mg/L	01.05.2009	2,4141	2,464	2,3314	2,3985	2,3696	2,9696	2,5324	12,2189	3,0845	3,3293	2,7434	2,4456	4,5393	12,3498	13,3438
Sodyum	mg/L	01.05.2009	13,2113	12,9017	12,8035	13,2058	12,183	5,2736	13,6189	18,4683	14,8805	18,2679	19,9008	13,8101	10,7476	19,0227	17,7811
Sülfat	mg/L	01.05.2009	21,4647	20,4264	21,28	21,3105	18,759	15,4941	18,762	52,6201	20,2276	20,0158	20,8967	20,2681	53,8242	52,6946	64,0196
Amonyum	mg/L	20.05.2009	<0,01	0,0224	0,0239	0,04	0,0244	<0,01	0,0365	<0,01	<0,01	<0,01	0,0166	0,0391	<0,01	<0,01	0,0162
Arsenik	µg/L	20.05.2009	1,2038	<0,5	<0,5	1,3104	0,9785	0,9952	1,5153	4,851	1,1252	1,8787	1,4013	0,801	1,5192	3,4426	1,7717
Bakır	µg/L	20.05.2009	2,71	1,908	2,226	2,505	5,051	<0,7	2,248	<0,7	2,905	2,622	1,478	1,826	<0,7	<0,7	<0,7
Bulanıklık	NTU	20.05.2009	0,55	0,71	0,51	1,23	0,49	0,12	0,4	0,14	0,83	0,45	0,49	0,54	0,11	0,18	0,16
Florür	mg/L	20.05.2009	0,0384	0,0413	0,0359	0,0467	0,0378	0,1146	0,0408	0,0861	0,0567	0,0354	0,0341	0,0622	0,1959	0,1048	0,0788
Fosfat	mg/L	20.05.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	1,1864	<0,173	1,9216	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	1,3261	1,9829	1,4557
İletkenlik	µS/cm	20.05.2009	182,6	179,7	182,1	183,9	193,1	283	194,3	598	191,3	192,3	195,6	191,9	426	596	725
Kalsiyum	mg/L	20.05.2009	15,4356	14,8646	14,6146	14,7377	15,6561	34,437	16,7099	63,7459	16,7136	15,6302	17,2547	14,9888	51,8675	64,0815	80,6016
Klorür	mg/L	20.05.2009	21,9294	21,3076	21,5551	20,5716	22,2107	7,8111	22,7066	40,1197	22,2988	23,1126	22,3307	21,594	16,6729	40,6287	56,8331
Krom	µg/L	20.05.2009	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,902	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	1,378	<0,3	<0,3
Kurşun	µg/L	20.05.2009	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Magnezyum	mg/L	20.05.2009	3,588	3,5717	3,5167	3,5058	3,6569	9,8618	3,5834	19,4297	3,6053	3,723	3,6426	3,5374	15,3909	19,6409	26,1888
Nikel	µg/L	20.05.2009	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Nitrat	mg/L	20.05.2009	0,6286	0,6675	0,6873	0,592	0,9772	16,283	0,9131	89,4275	0,7672	0,9018	0,9209	0,777	33,7058	89,459	124,4521
Nitrit	mg/L	20.05.2009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,026	<0,02	0,0297	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	20.05.2009	7,17	7,19	7,16	7,24	7,35	8,12	7,23	7,38	7,34	7,13	7,29	7,33	7,52	7,4	7,39
Potasyum	mg/L	20.05.2009	2,2453	2,2984	2,2081	2,1928	2,2539	2,8158	2,2719	12,1838	2,2046	2,3314	2,2412	2,1862	4,4724	12,3323	13,5263
Sodyum	mg/L	20.05.2009	13,6247	13,6159	13,7459	13,7578	13,9681	5,0598	14,2265	18,7836	13,843	18,2245	14,0444	13,8682	10,8774	18,8276	14,533
Sülfat	mg/L	20.05.2009	18,7195	17,3772	17,8666	16,9786	16,2789	16,7317	17,1982	54,5724	17,7765	18,1738	20,5267	15,4788	54,2658	54,6344	65,1491
Amonyum	mg/L	10.06.2009	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bulanıklık	NTU	10.06.2009	1,53	1,21	0,3	1,37	0,63	0,08	0,46	0,24	2,34	1,48	0,69	0,82	0,1	0,27	0,12
Florür	mg/L	10.06.2009	0,037	0,0522	0,0367	0,0375	0,0389	0,1282	0,0363	0,108	0,0389	0,0415	0,0365	0,0551	0,1987	0,1043	0,103
Fosfat	mg/L	10.06.2009	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	1,2113	<0,173	2,0058	<0,173	<0,173	<0,173	<0,173	1,3596	1,8321	1,5907
İletkenlik	µS/cm	10.06.2009	192,3	194,2	195,3	191,3	184,6	284	205	593	201	192,2	201	266	424	581	711
Kalsiyum	mg/L	10.06.2009	15,687	15,7252	15,4645	15,2302	15,6622	34,8403	17,0886	62,9821	14,8727	16,3138	16,7095	14,976	50,689	62,2662	79,7414
Klorür	mg/L	10.06.2009	29,3032	24,4594	24,5446	23,2756	21,9695	9,0544	24,8994	41,3965	26,4064	23,5824	24,5316	60,9719	16,7025	41,6903	58,2492

## EK 1 devam

Parametre	Birim	Tarih	Yıldızkent	Yenişehir	Kayakyolu	Yunusemre	Terminal	Üniversite	Dadaskent	Cumhuriyet	İstasyon	Hilalkent	Şükrüpaşa	Gaziler	Yazıcı	Cennet	Şabakhane
Magnezyum	mg/L	10.06.2009	3,6002	3,6125	3,7201	3,5211	3,6985	10,1939	3,6052	19,3274	3,3857	3,627	3,6438	3,492	15,0652	19,1869	25,8916
Nitrat	mg/L	10.06.2009	1,2403	1,2192	1,1561	0,9468	1,4638	17,2556	1,1834	91,2629	1,1153	1,0917	1,1062	0,9302	34,0748	91,3934	127,1175
Nitrit	mg/L	10.06.2009	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
pH	-	10.06.2009	7,27	7,27	7,27	7,24	7,33	8,08	7,29	7,34	7,34	7,37	7,33	7,13	7,53	7,35	7,48
Potasyum	mg/L	10.06.2009	2,2385	2,0752	2,0637	2,1143	2,0258	2,7424	2,1662	11,9937	2,0603	2,0795	2,0497	4,1554	4,251	11,9619	12,784
Sodyum	mg/L	10.06.2009	15,6046	15,0646	14,766	14,6951	13,4556	5,3231	14,8518	18,7929	14,4115	14,2995	14,8068	13,4312	10,9357	18,7115	17,7602
Sülfat	mg/L	10.06.2009	20,053	18,2731	21,7221	19,3858	20,3391	19,0199	22,0133	55,4541	21,0627	20,2543	22,015	20,3671	54,2942	55,6979	68,3311
TOC	mg/L	10.06.2009	4,0058	3,7819	3,5403	3,0402	3,6607	2,2013	3,1739	4,8346	3,4935	3,9448	3,7879	3,8155	4,2193	4,532	2,1432

## ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Uşak ili Ulubey ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ulubey’de tamamladı. 2000 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bölümü’nden 2004 yılında mezun oldu ve yüksek lisans eğitimine başladı. Erzurum Numune Hastanesinde 2001 yılında Sağlık Memuru olarak başladığı görevine, 2006 yılından sonra Erzurum Hıfzıssıhha Enstitüsünde devam etti. Halen aynı kurumda Çevre Mühendisi olarak görev yapmaktadır.