

66258

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

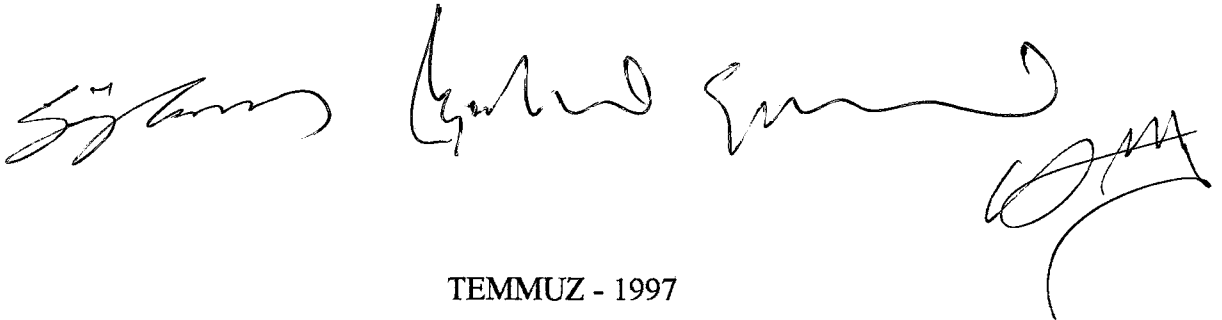
**BALABANDERE “İSTANBUL-BAHÇEKÖY”
BOYUNA PROFİLİNDE BAZI SU KALİTESİ
PARAMETRELERİNİN DEĞİŞİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yusuf SERENGİL

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
(Havza Amenajmanı Programı)

Danışman : Prof.Dr. Süleyman ÖZHAN



TEMMUZ - 1997

ÖNSÖZ

“Balabandere ‘İstanbul-Bahçeköy’ boyuna profilinde bazı su kalitesi parametrelerinin değişimi” adlı bu araştırma İ.Ü.Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Amenajmanı Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Bana bu konuda çalışma olanağı veren ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim Sayın Prof.Dr.Süleyman ÖZHAN’a ve Havza Amenajmanı Anabilim Dalı Laboratuvar olanaklarının kullanılmasını esirgemeyen ve zaman zaman görüşlerine başvurduğum Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof.Dr.Necdet ÖZYUVACI’ya minnet borçluyum. Anabilim dalının diğer hocaları Sayın Prof.Dr.Ahmet HIZAL ve Sayın Prof.Dr.Kamil ŞENGÖNÜL’ e de yardımlarından dolayı en derin şükranlarımı sunarım.

Ayrıca tezin laboratuvar çalışmalarında bana her türlü desteği veren Kimya Mühendisi Sayın Mecbure UTKU’ya ve Sayın Araştırma Görevlisi Halil GERÇEK’e çok teşekkür ederim.

Temmuz 1997

Yusuf SERENGİL

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ÖZ.....	V
ABSTRACT.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
TABLO LİSTESİ.....	VIII
I.GİRİŞ.....	1
I.1.Literatür Özeti.....	6
I.1.1.Su kalitesi kavramı.....	6
I.1.2.Su kalitesi kavramının tarihsel gelişimi.....	6
I.1.3.Su kalitesine etki eden faktörler.....	7
I.1.3.1.Doğal faktörler.....	7
I.1.3.1.1.Klimatik etki.....	7
I.1.3.1.2.Jeokimyasal etki.....	8
I.1.3.1.3.Fizyografik etki.....	10
I.1.3.1.4.Edafik etki.....	11
I.1.3.1.5.Orman Vejetasyonunun etkisi.....	11
I.1.3.2.İnsan faaliyetlerinin etkileri.....	12
I.1.3.2.1.Odun hasadı.....	13
I.1.3.2.2.Silvikültürel işlemler.....	13
I.1.3.2.3.Orman içi rekreasyon.....	13
I.1.3.2.4.Ormanda otlatma.....	14

I.1.3.2.5.Yaban hayatı etkisi.....	15
I.1.3.2.6.Orman yangınları.....	16
I.1.3.2.7.Asit yağışlar.....	17
I.1.3.2.8.Kimyasal madde uygulamaları.....	18
I.1.3.2.9.Atıksu uygulamaları.....	19
I.1.3.2.10.Orman içi madencilik.....	19
I.1.4.Su kalitesi parametrelerinin izlenmesi.....	20
II.MATERYAL VE METOD.....	24
II.1.Araştırma Alanının Tanıtımı.....	24
II.1.1.Mevki.....	24
II.1.2.İklim.....	24
II.1.2.1.Sıcaklık.....	24
II.1.2.2.Yağış.....	25
II.1.2.3.Bağıl Nem.....	26
II.1.2.4.İklim Tipi.....	27
II.1.3.Jeolojik Yapı ve Toprak.....	27
II.1.4.Vejetasyon.....	28
II.2.Araştırmanın Planlanması.....	29
II.2.1.Arazi Yöntemleri.....	29
II.2.1.1.Örnekleme Yerlerinin Seçimi ve Örnek Alma Tekniği.....	29
II.3.Laboratuvar Yöntemleri.....	31
II.3.1.Fiziksel Parametreler.....	31
II.3.1.1.Elektriksel İletkenlik.....	31
II.3.1.2.Renk.....	32
II.3.1.3.Bulanıklık.....	32
II.3.2.Kimyasal Parametreler.....	32
II.3.2.1.pH.....	32
II.3.2.2.Alkalinite.....	33

II.3.2.3.Klorür.....	34
II.3.2.4.Toplam Sertlik.....	34
II.3.2.5.Kalsiyum Sertliği.....	35
II.3.2.6.Organik Madde.....	36
II.3.2.7.Fosfat ve Fosfat Fosforu.....	37
II.3.2.8.Bakır ve Demir.....	37
II.3.2.9.Toplam Azot.....	37
II.3.3.Bakteriyolojik Parametreler.....	38
II.3.3.1.Çok Tüplü Metodla Bakteriyolojik Analizin İş Akışı.....	38
II.4.Büro Yöntemleri.....	42
II.4.1.Havzanın Bazı Fizyografik Karakteristiklerinin Belirlenmesi.....	42
II.4.1.1.Havzanın Alanı.....	42
II.4.1.2.Havzanın Şekli.....	43
II.4.1.3.Havzanın Drenaj Durumu.....	44
II.4.1.4.Havzanın Ortalama Yüksekliği.....	45
II.4.1.5.Havzanın Ortalama Eğimi.....	46
II.4.2.İstatistiksel Değerlendirmeler.....	46
III.BULGULAR.....	47
III.1.Su Analizlerinin Sonuçları.....	47
III.1.1.Fiziksel Parametreler.....	47
III.1.1.1.Elektriksel İletkenlik.....	47
III.1.1.2.Renk.....	51
III.1.1.3.Bulanıklık.....	55
III.1.2.Kimyasal Parametreler.....	58
III.1.2.1.pH.....	58
III.1.2.2.Alkalinite.....	60
III.1.2.3.Klorür.....	62
III.1.2.4.Toplam Sertlik.....	63

III.1.2.5.Kalsiyum Sertliği.....	66
III.1.2.6.Organik Madde.....	67
III.1.2.7.Fosfat ve Fosfat Fosforu.....	69
III.1.2.8.Magnezyum.....	73
III.1.2.9.Bikarbonat.....	74
III.1.2.10.Kalsiyum.....	75
III.1.2.11.Azot.....	77
III.1.2.12.Bakır.....	79
III.1.2.13.Demir.....	80
III.1.3.Bakteriyolojik Parametreler.....	82
III.2. Havzanın Fizyografik Değerlendirmesi.....	83
III.2.1.Havzanın Alanı.....	83
III.2.2.Havzanın Şekli.....	83
III.2.3.Havzanın Drenaj Durumu.....	83
III.2.4.Havzanın Ortalama Yůkseklđi.....	83
III.2.5.Havzanın Ortalama Eğimi.....	83
IV.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	84
IV.1.Fiziksel Parametreler.....	84
IV.1.1.Elektriksel İletkenlik.....	84
IV.1.2.Renk ve Bulanıklık.....	85
IV.2.Kimyasal Parametreler.....	86
IV.2.1.pH.....	86
IV.2.2.Alkalimite ve Bikarbonat.....	87
IV.2.3.Klorůr.....	88
IV.2.4.Toplam Sertlik ve Kalsiyum Sertliği.....	88
IV.2.5.Organik Madde.....	89
IV.2.6.Fosfat ve Fosfat Fosforu.....	90
IV.2.7.Magnezyum.....	91

IV.2.8.Kalsiyum ve Azot.....	92
IV.2.9.Bakır.....	93
IV.2.10.Demir.....	94
IV.3.Bakteriyolojik Parametreler.....	94
IV.4.Genel Değerlendirme.....	95
V.TÜRKÇE VE İNGİLİZCE ÖZET.....	98
VI.KAYNAKLAR.....	100
VII.ÖZGEÇMİŞ.....	103
VIII.EKLER.....	104



ÖZ

Bu çalışmanın amacı bazı su kalitesi parametrelerinin bir dere boyunca değişiminin saptanması, noktasal ve alansal olarak kirliliğe yol açan kaynakların bu yerel ve zamansal değişimler üzerine yaptığı etkinin ortaya konmasıdır.

Bu amaçla Balabandere üzerinde 4 adet örnekleme noktası tespit edilmiş ve altı ay boyunca, bu noktalardan alınan su örnekleri üzerinde fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizler yapılmıştır.

Bu analizler ışığında çeşitli su kalitesi parametrelerinin zamansal değişimleri, birbirleriyle olan etkileşimleri ve arazi kullanmayla olan ilişkileri irdelenmiştir. Sonuçta arazi kullanmanın su kalitesi üzerinde çok önemli etkileri olduğu, özellikle fosfat, fosfat fosforu ve azot konsantrasyonlarının tarım alanları çıkışında çok arttığı belirlenmiştir.

ABSTRACT

Variations in some water quality parameters through the longitudinal profile of Balabandere Creek in Istanbul-Bahcekoy.

The aim of this study was to perform a short term monitoring research on Balabandere Creek in order to determine the variations of various water quality parameters. To find out interrelations among these parameters stood as a side objective too.

For this purpose four sampling points were determined on the creek and physical, chemical and bacteriological analyses were conducted during six months.

The results of the analyses were evaluated with considering the temporal and spatial influences of point and areal pollution sources.

ŞEKİL LİSTESİ**Sayfa No**

Şekil 1 . Otlatmanın akarsudaki fekal koliform miktarı üzerine etkisi.....	15
Şekil 2. Norveç,Lista'da 1956-73 döneminde yağış sularında ölçülen pH değerlerinin değişimi.....	18
Şekil 3. Yukarı-aşağı (above and below) uygulamasıyla neden-sonuç araştırması esnasında uygulanan işlemin soyutlanması.....	22
Şekil 4. Araştırma alanında aylık ortalama sıcaklığın yıl içindeki değişimi.....	25
Şekil 5. Araştırma alanında aylık ortalama yağışın yıl içindeki değişimi.....	25
Şekil 6. Araştırma alanında aylık ortalama bağıl nemin yıl içindeki değişimi.....	26
Şekil 7. Bakteriyolojik analiz için su örneğinin alınışı.....	30
Şekil 8. Elektrik iletkenlik boxplot dağılım grafiği.....	48
Şekil 9. Renk değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	52
Şekil 10. Bulanıklık değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	55
Şekil 11. pH değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	58
Şekil 12. Alkalinite değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	61
Şekil 13. Klorür değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	62
Şekil 14. Toplam Sertlik değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	64
Şekil 15. Kalsiyum sertliği değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	67
Şekil 16. Organik madde değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	68
Şekil 17. Fosfat değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	70
Şekil 18. Fosfat fosforu değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	71
Şekil 19. Magnezyum değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	73
Şekil 20. Bikarbonat değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	75
Şekil 21. Kalsiyum değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	76
Şekil 22. Azot değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	77
Şekil 23. Bakır değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	79
Şekil 24. Demir değerlerinin boxplot dağılım grafiği.....	81

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. New Hampshire'daki insan etkisinden uzak havzalarda yağış ve akış sularındaki ortalama çözünmüş madde konsantrasyonları (LIKENS et al.,1977).....	8
Tablo 2.Tabansuyunda bulunabilecek çözünmüş maddeler(DAVIS and DeWIEST, 1966).....	9
Tablo 3.Kayaç tipi ve su kalitesi arasındaki genel ilişki (LEE, 1980).....	9
Tablo 4. Amerika Birleşik Devletlerinde havza alanıyla ortalama sediment verimi arasındaki ilişki (GOTTSCHALK, 1964).....	11
Tablo 5. Kömür madenciliğiyle kirletilen bir akarsuyun su analizi sonuçları (LEE, 1980).....	19
Tablo 6. Bakteri miktarını belirlemek amacıyla kullanılan tablo (WHO, 1961).....	41
Tablo 7. Elektriksel iletkenlik değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	49
Tablo 8. Örnekleme noktalarının renk değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	53
Tablo 9. Renk parametresi için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	54
Tablo 10. Bulanıklık değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	56
Tablo 11. Bulanıklık parametresi için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	57
Tablo 12. Örnekleme noktalarının pH değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	59
Tablo 13. pH parametresi için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	60
Tablo 14. Örnekleme noktalarının klorür değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	63
Tablo 15. Örnekleme noktalarının toplam sertlik değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	65
Tablo 16. Örnekleme noktalarının kalsiyum sertliği değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	66
Tablo 17. Örnekleme noktalarının organik madde değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	69
Tablo 18. Örnekleme noktalarının PO ₄ değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	72
Tablo 19. Örnekleme noktalarının PO ₄ -P değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	72
Tablo 20. Örnekleme noktalarının magnezyum değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	74
Tablo 21. Kalsiyum ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.....	75
Tablo 22. Örnekleme noktalarının kalsiyum değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	76
Tablo 23. Azot değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları.....	78
Tablo 24. Örnekleme noktalarının azot değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	78

Tablo 25. Bakır değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları.....	79
Tablo 26. Örnekleme noktalarının bakır değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	80
Tablo 27. Örnekleme noktalarının demir değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.....	82



I. GİRİŞ

İnsanoğlu tüm ihtiyaçlarını binlerce yıldır doğadan karşılamaktadır. Bu ihtiyaçlar için yapılan ilk müdahalelere karşı doğa kendini kısa sürelerde onarbilmesine rağmen sonraları, artan nüfus ve gelişen endüstriyel ihtiyaçlar yüzünden müdahalelerin boyutları kat kat artmıştır. Öyle ki, bugün dünyanın birçok yerinde klimaks vejetasyon örtüsü yerini, ikincil vejetasyon örtüsüne bırakmış, bugüne dek yeryüzünde var olan canlı türlerin birçoğu da yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmıştır.

Doğal kaynaklardan rastgele yararlanma dünyanın birçok bölgesinde bu boyutlarda sürerken, toplumlar, doğal kaynakların korunması ve geliştirilmesi konusunda gerekli bilgi birikimine de ulaşmışlardır. İnsanlar artık doğal kaynak ne demektir, neden planlı ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmalıdır konularını tartışmaktadırlar. Sonuçta çevre koruma ve planlamayla ilgili bir disiplin gittikçe ön plana çıkmaktadır ki bu da Havza Amenajmanıdır.

Havza amenajmanı konsepti günümüzde temel konuları olan su üretimi, sel, taşkın ve erozyon yanında çölleşme, küresel ısınma, kırsal kalkınma ve fakirlik, çevre kirliliği, sulak alanlar ve biyolojik çeşitlilik gibi konuları da kapsamaktadır. Yani çevreyle ilgili hemen her sorun gerçekçi ve kalıcı bir çözüme ancak havza bazında yapılacak bir değerlendirme ile kavuşabildiği için genelde havza amenajmanını ilgilendirmektedir.

Ülkemizdeki çevre sorunlarına bakılacak olursa, yukarıda sayılanların hemen hepsiyle karşılaşılabilir. Fakat bunları önlemek açısından karar verme aşamasındaki politik cephenin hiç de duyarlı olmadığı söylenebilir.

Doğa tahribatının son zamanlarda ülkemiz açısından en önemli sonuçlarından biri olan çevre kirliliği, özellikle toprak ve su kirliliği açısından ele alınmakta ise de yeterince önemsendiği söylenemez. Zira bazen içerisindeki balıkların ölmesi sonucu gündeme gelen su kaynakları aslında çok büyük kirlilik problemleriyle karşı karşıyadırlar. Fakat akuatik ekosistemlere büyük zararlar veren bu durum, insan yaşamını büyük ölçüde etkilemediği için gözardı edilmektedir.

Aslında su kirliliği bugün için ülkemizin en önemli sorunu olan erozyonla çok yakından ilişkilidir. ANDERSON et al. (1976)'a göre erozyon ve sedimentasyon orman amenajmanında su üretim fonksiyonunun ön plana çıktığı durumlarda, üzerinde önemle durulması gereken bir konudur, çünkü "erozyon, su kalitesinin bozulmasında %80 oranında etkilidir ve erozyon sonucu oluşan ürünle diğer su kalitesi bileşenleri etkileşim içindedir".

Durumun farkına çok önceleri varılan Amerika Birleşik Devletleri'nde Federal Su Kirliliği Kontrol Hareketi, bir başka deyişle Temiz Su Hareketi, ülkedeki akarsu ve gölleri kirlilikten koruyan temel yasadır. 1948'de kanunlaştırılmış, 1972'de tamamen revize edilerek kabaca şu anki yapısına ulaşmıştır. Bu değişiklik su kaynaklarının geliştirilmesi yönünde büyük önemi olan programlar yürürlüğe konulmuştur.

Söz konusu yasa iki ana kısımdan oluşmaktadır; birincisi ana amaç olan sıfır kirliliğe ulaşmak için şehir ve endüstri kuruluşlarına zorunluluklar getiren daha sıkı düzenleyici şartlar, ikincisi ise atıkların zararsız hale getirilmesini sağlamak amacıyla federal finansmanın yetkili kılınmasıdır (COPELAND, 1997).

Görüldüğü gibi Amerika Birleşik Devletlerinde bu konuya çok büyük önem verilmekte, kongrenin aldığı sıkı önlemlerle su kirliliği azaltılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca birçok kişi tarafından havza planlaması su kalitesi amenajmanını sağlamak açısından Temiz Su Hareketini gerçekleştirmek için bir araç olarak görülmektedir (COPELAND, 1995).

Çevremizi bilimsel olarak araştırırken yaptığımız şey aslında ortamı ve içinde barındırdığı canlıları anlamaya çalışmaktır. Bu hem yaşadığımız dünyayı tanıma merakımızı tatmin eder hem de çevre amenajmanı politikalarımıza temel oluşturur. Amenajman planlarının uygulanması sosyal, ekonomik ve politik faktörlerin etkisi altında olsa da, ekolojik sistemi algılayışımız yetersizse, ortaya koyacağımız planlar da aynı şekilde yetersiz olacaktır.

Çoğu zaman çevremizdeki ekolojik sistemler hakkındaki bilgilerimizin artması çeşitli amenajman uygulamaları sonucu ortaya çıkar. Örneğin bir uygulama sonucu ortaya çıkan sonuç beklendiği gibi değilse, yan etkiler ve umulmadık reaksiyonlar bize o işlemle ekosistem arasındaki karşılıklı etkileşimler hakkında o güne kadar bilinmeyen yeni bilgiler kazandırabilir. Bir akarsuyun drenaj alanında bulunan bir maden işletmesinin çıkardığı atıklar sonucu meydana gelen kirlenmenin akarsuyun akuatik ekosisteminde ortaya çıkarabileceği çok karmaşık etkiler gibi.

Yine de gelecekle ilgili yapılan planlamalarda, geçmişte elde edilen bilgiler ışığında karar vermek ve yeni bilgiler öğrenme amaçlı da olsa riskli uygulamalara girmemek hem ekonomik açıdan hem de doğaya zarar vermemek açısından mantıklı olan bir yaklaşımdır.

Amenajman politikalarımızın çevremizi anlamakla ilgili olmasının yanısıra, anlayış şeklimiz de araştırma yaklaşımımıza bağlıdır.

Çevremizdeki ekolojik sistemler, günümüze dek birçok faktörün rol oynadığı, çok yönlü karşılıklı ilişkilerin yer aldığı karmaşık yapılar olarak tanımlanmıştır (TRUDGILL, 1995). Bu yapıları anlamaya yönelik çalışmalarda ise araştırmacılar iki farklı yaklaşım yöntemi üzerinde durmuşlardır. Bazıları, sistemi küçük komponentlere ayırarak ayrıntılı tanımlamalara giderken, bazıları sistemleri geniş ölçekli değerlendirme yoluna gitmişlerdir. Örneğin topraktaki besin maddesi miktarının orman verimliliği üzerine etkisinin incelenmesi, çok karmaşık

ekosistem içi ilişkiler açısından çok küçük ama ayrıntılı bir araştırma yaklaşımını ifade etmektedir. Öte yandan verimlilik üzerinde topraktaki besin maddesi miktarının yanısıra su durumu, toprak strüktürü, organik madde, derinlik, iklim, topoğrafya vb. faktörlerin de etkisi vardır ve eğer tüm bu faktörlerin etkisinin araştırılması isteniyorsa her bir faktörün ayrı ayrı etkisinin yanısıra kombine ve karşılıklı etkileşimlerin de hesaba katılması gerekmektedir.

İlk yaklaşımda yani verimliliğe topraktaki bitki besin maddelerinin etkisinin araştırmasında sakıncalı yön, orman verimliliğine etki edebilecek tüm diğer faktörlerin gözardı edilmesidir. Dolayısıyla uygulama yönünden yetersizdir. Diğer taraftan ikinci yaklaşımda da birçok faktörün karşılıklı etkileşiminin incelenmesi, konunun geniş ölçekte ele alınmasına neden olduğundan zaman ve masraf açısından olumsuz sonuçlar doğurmakta, ayrıca ayrıntıya girilmesini engellemektedir. Çoğu zaman da bu tip yaklaşımlarda yeterince ayrıntıya girilememesi sonucu ortam tam olarak yansıtılamamaktadır.

Görüldüğü gibi ekosistem içindeki canlılar ve maddeler arasındaki çok karmaşık etkileşimleri açıklığa kavuşturmak amacıyla yapılmak istenen araştırmalarda öncelikle bir ölçek sorunu ve bu sorunla ilişkili olarak temsil yeteneği problemi vardır. Ölçek küçük tutulursa doğal ortamdaki tüm faktörleri tam temsil edememekte, büyük tutulursa yüzeysel olma tehlikesi, dolayısıyla ayrıntılardan doğabilecek sonuçları tahmin edememe sorunu ortaya çıkabilecektir.

Su kalitesi araştırmalarının bir diğer zorluğu da, hidrolojinin hemen diğer tüm kollarında olduğu gibi su, toprak ve havanın stokastik yapısının deterministik ilişkiler bulma çalışmalarını engellemesidir (YEVJEVICH, 1972). Gerçekten araştırmamızda da görüldüğü gibi ne parametrelerin kendi aralarındaki etkileşimler ne de zamansal değişimleri tam olarak açıklanamamakta, ancak belli düzeylerde ilişkiler ortaya konabilmektedir.

Öte yandan su kalitesi gözlemleriyle sürdürülen araştırmalarda akarsu boyunca değişik noktalardan örnekleme yaparak su kalitesi parametrelerinin zamansal ve özellikle mekansal değişimini inceleyen çalışmaların çok az olduğu görölmektedir (MUSSELMAN et al.1996). Buna karşılık su kalitesi çalışmalarında genellikle yapılan şey belli bir arazi kullanımının yani alansal kirlilik kaynağının veya fabrika, maden işletmesi gibi noktasal kirlilik kaynaklarının su kalitesine etkisini incelemek olmuştur. Bu nedenle örnekleme noktaları da tüm akarsu boyunca değil, sadece kirlilik kaynağından önce ve sonra alınmıştır (PLATTS, et al.1979, SHELBY et al 1992).

Oysaki su kalitesinin bir dere boyunca değişiminin izlenmesi (monitoring), bize havzadaki belli başlı kirlilik kaynaklarının ayrı ayrı etkisinden çok, bunların etkileşimi sonucu ortaya çıkan durumu verir. Bunun yararı da yukarıda belirtildiği gibi araştırmanın ölçeğinden kaynaklanmaktadır. Böyle bir çalışmada sistem bütün olarak ele alınmakta, karşılıklı etkileşimler de bu sayede irdelenebilmektedir. Bu da bize tipik bir havzayı baz alarak diğer havzalarla karşılaştırma yapma olanağı sunmanın yanında benzer havzalar için de tahmin yapma olanağını sağlamaktadır. İşte yukarıdaki görüşler ışığında bu araştırmada Balabandere yağış havzası bir baz olarak ele alınmış ve dere profili boyunca su kalitesi parametrelerinin değişiminin izlenmesi amaç edinilmiştir. İlerde de ayrıntıya girilerek belirtileceği gibi, Balabandere havzası arazi kullanma bakımından, üst kısımda orman alanlarıyla başlayan, daha sonra tarım alanları ve yerleşim alanlarıyla devam eden, akarsuyun havzayı terkettiği noktaya yaklaşırken de endüstriyel tesise ve yerleşime konu olan bir özelliğe sahiptir. Bu farklı arazi kullanımlarının su kalitesi parametrelerinin üzerinde mabadan mansaba doğru nasıl bir değişime neden olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada önce konuyla ilgili literatür bilgileri verilmiş, daha sonra materyal ve metod, bulgular, tartışma ve sonuç bölümleriyle konu takdim edilmiş bulunmaktadır.

I.1.Literatür

I.1.1. Su Kalitesi Kavramı

Suyun kalitesinden beklenen özellikler veya standartlar, içme ve kullanma, rekreasyon, sulama, enerji üretimi, ve endüstrinin çeşitli kullanma yerleri için farklıdır. Bu nedenle bu terimin amaca göre değişen çok çeşitli tanımları yapılabilmektedir. Herhangi bir kullanma şeklini dikkat almadan bir tanım yapmak gerekirse, su kalitesi; suda çözülmüş ve süspansiyon halde bulunan mineral ve organik maddelere bağlı olarak suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini ifade eden bir terimdir (BALCI, 1988). Belli bir kullanım alanı için yeterli veya yüksek kaliteli olarak tanımlanan bir su, bir başka kullanım alanı için yetersiz olabilmektedir.

İnsanın yaşamını devam ettirmesi ve ve sağlığı için gerekli olan içme suyu ile ilgili olarak kabul edilen kalite standardı, diğer kullanım yerleri standartlarının üzerindedir. Nitekim içme ve yemek pişirmede kullanılan suyun mutlaka hastalık yapan organizmlardan yoksun ve kötü fizyolojik sonuçlar yaratacak mineral ve organik maddelerden arınmış olması, gerekmektedir. Herşeyden önce içilecek suyun görünüşü güzel, bulanıklık, renk ve kokudan arı, berrak, hoş ağız lezzette ve içilebilir sıcaklık derecesinde olması lazımdır.

I.1.2. Su Kalitesi Kavramının Tarihsel Gelişimi

Mutlak yaşamsal önemine rağmen tarihi kayıtlarda su kalitesiyle ilgili çok az belgenin yer alması ilginçtir. Kaynatma, süzme, çöktürme ve tuzlarla muamele hakkında kısa kayıtlar vardır. Suyun hastalık yapabilme özelliğinin bilinmesi çok eski zamanlara kadar gitmediği için genellikle görünüş ve estetik özellikleri artırma yoluna gidilmiştir. Dolayısıyla tad ve berraklık dışında bir su kalitesi standardı yer almamaktadır.

1771’de Britanica ansiklopedisi filtreyi; “genellikle filtre kağıdından yapılmış, sudaki iri partikülleri tutarak berrak hale getiren huni şeklindeki süzgeç” olarak tanımlamıştır. Bu tanım görüldüğü gibi suyun filtrasyonunu ve bu sayede berraklaştırılmasını vurgulamaktadır. Daha eski literatürde berrak olma tanımı bir dere için bakıldığında dibinin görülebilmesiydi. Bugün için ise bir derenin berraklığı, dereden alınan su örneklerinde düşük bulanıklık ve renk değerlerine bakılarak ifade edilmektedir. Görüldüğü gibi suyun temizlenmesi tanımlandığı halde berraklık derecesi ortaya konmamıştır.

Tıbbın kurucusu Hipokrat (460-354 İ.Ö.), suyun sağlık açısından çok önemli olduğunu söylemiş, ayrıca yağmur suyunun kaynatılması gerektiğini aksi halde kötü kokacağını ve ses kısılmasına neden olacağını belirtmiştir. Yunanlı tarihçi Herodot, Pers Kralı Büyük Sayrus’un savaşa giderken katırlar tarafından çekilen dört tekerlekli arabalarla kaynatılmış su taşıdığını yazmıştır. Tarihi kayıtlar XIX. yüzyıl da dahil olmak üzere suyla ilgili sadece estetik özelliklerden bahsetmektedir. Bugün bile çoğu kişi ilk önce suyun berraklığına bakmakta ve tadını kontrol etmektedir (LEE, 1980).

I.1.3.Su Kalitesine Etki Eden Faktörler

Su kalitesi hem doğal faktörler hem de insan tarafından etkilenmektedir. Eğer insan faktörünün etkisi küçükse bu durumda etkili olan faktörler iklimik, jeokimyasal, fizyografik, edafik ve orman etkisi altındadır. Doğal su kalitesi bu faktörlerin etkisi altında zamansal ve mekansal olarak farklılık göstermektedir. Bu doğal faktörlere bakacak olursak.

I.1.3.1.Doğal Faktörler

I.1.3.1.1.Klimatik Etki

Atmosfer su kalitesini doğrudan etkilemektedir çünkü hem suyun hem de sudaki maddelerin kaynağı durumundadır. Önemli miktarda azot, kükürt, klorit, fosfor, hidrojen

iyonu, aerosol ve gazlar yüzeye yağışla, kuru yağışla ve diffüzyonla ulaşmaktadır. Yağış suyu içerisindeki çözülmüş madde konsantrasyonuna Tablo 1’ de bir örnek verilmiştir.

Tablo 1. New Hampshire’deki insan etkisinden uzak havzalarda yağış ve akış sularındaki ortalama çözülmüş madde konsantrasyonları (LIKENS et al.,1977).

Madde	Konsantrasyon (mg/lt)	
	Yağış	Akış
H ⁺	0.073	0.012
Ca ⁺²	0.16	1.65
Na ⁺	0.12	0.87
Mg ⁺²	0.04	0.38
K ⁺	0.07	0.23
NH ₄ ⁺	0.22	0.04
NO ₃ ⁻	1.47	2.01
SO ₄ ⁻²	2.9 ^a	6.3
PO ₄ ⁻³	0.008	0.002 ^b
Cl ⁻	0.47	0.55

^a Aerosol ve gazları içermez

^b Asılı halde ve yatak yükünü içermez

Öte yandan iklim, yağış (dilution effect) ve evapotranspirasyonla (concentration effect) su girdisinin miktarını belirlemekle su kalitesini etkilemektedir. Örneğin akış hacmi yağış hacminin %50 si olan bir ekosistemde hiçbir kirletici olmadığı farzedilirse çözülmüş madde konsantrasyonunun %50 artacağı söylenebilir.

I.1.3.1.2. Jeokimyasal Etki

Havzada üretilen suyun kalitesi büyük ölçüde alttaki kayaların mineral yapı ve çözünürlüğünden etkilenmektedir. Yağış suları, gerek yüzeysel akışla ve gerekse perkolasyonla

taban suyuna oradan da akarsuya ulaşması sırasında çözünmüş maddelerce zenginleştirilmektedir. Yağış suları genellikle 10 ppm ve daha az çözünmüş katı madde içerirler ama taban suyundaki çözünmüş katı madde miktarı 100 veya 1000 ppm den nadir durumlarda daha azdır, 105 ppm üzerindeki değerlere bile rastlanmıştır. Tablo 2' de tabansuyunda bulunabilecek ana ve ikincil maddeler verilmiştir.

Tablo 2. Tabansuyunda bulunabilecek çözünmüş maddeler (DAVIS and DeWIEST, 1966)

Ana Maddeler (10^0 - 10^3 ppm)	İkincil Maddeler (10^{-2} - 10^1 ppm)
Sodyum	Demir
Kalsiyum	Strontiyum
Magnezyum	Potasyum
Bikarbonat	Karbonat
Sülfat	Nitrat
Klorit	Florit
Silis	Bor

Suyun temas ettiği jeolojik yapıyla bünyesinde bulundurduğu mineral yapı arasında korelasyon bulunması gerekliliği açıktır. Tablo 3' de bu ilişki özet halinde verilmiştir.

Tablo 3. Kayaç tipi ve su kalitesi arasındaki genel ilişki (LEE, 1980)

Kayaç Tipi	Su Kalitesi
Metamorfik ve plütonik	Kıyı ve kurak bölgeler dışında hemen hemen mükemmel, Genellikle yüksek silis, düşük çözünmüş katı madde Orta-yüksek sertlik (kalsiyum, magnezyum)
Dolomit, mermer Serpantin, dolomit, gabro ve amfibolit	Kalsiyum sertliğinden ziyade magnezyum sertliği 25-55 ppm arası çözünmüş silis
Diorit, siyenit Kuartz, mermer, slat Granit, gnays, riyolit ve mika sisti	<30 çözünmüş silika Hafif asidik, düşük toplam katı madde ve düşük sertlik

Gabro, diorit, andezit ve hornblend gnays Volkanik	Hafif alkalın, , yüksek toplam katı madde ve sertlik Sıcak kaynaklar dışında iyi, mükemmel arası. Kalsiyum- magnezyum bikarbonat suyu eğer asadıkse yüksek oranda silis içeren sodyum bikarbonat suyu olma eğiliminde
Tortul	Değişken, tuzluluk derinlikle birlikte artar
Tortul şist	Büyük oranda demir ve florid; pH 5.5-7.0
Kireçtaşı	Düşük silis; yüksek kalsiyum ve magnezyum; pH >7
Kumtaşı	Değişken; derin aküferlerde yüksek oranda sodyum ve bikarbonat içeren yumuşak sular oluşur

Fakat HEM (1970)'e göre suyun bünyesinde bulunan materyaller havalanma işlemine etki eden iklim gibi faktörlerden de büyük ölçüde etkilenmektedir. Sonuçta aynı kaya yapısından beslenen suların farklı özellikler kazanabileceği ifade edilmekte, bu nedenle kaya yapısıyla su özellikleri arasındaki ilişkiyi ifade edebilecek tatminkar bir sınıflama yapılamamaktadır.

I.1.3.1.3.Fizyografik Etki

Arazi yapısı erozyon ve sedimentasyon, su hareketi, lokal iklim üzerinde etkilidir ve bu nedenle direkt ve dolaylı olarak su kalitesini de etkilemektedir. Birim alandan sediment verimi (Y) genellikle havza alanıyla (Ac), ters orantılıdır (Tablo 4,) .

$$\frac{Y}{Ac} = k Ac^{x-1} \quad x < 1 \quad k : \text{Ampirik katsayı}$$

Havza büyüklüğüyle olan korelasyon kesin olmamakla beraber genellikle daha küçük olan yukarı havzalar daha dik eğime sahiptir ve SCHUMM (1954)' a göre ortalama havza eğimiyle sediment verimi arasında yüksek bir korelasyon mevcuttur.

Tablo 4. Amerika Birleşik Devletlerinde havza alanıyla ortalama sediment verimi arasındaki ilişki (GOTTSCHALK, 1964).

Havza Alanı (km ²)	Ortalama sediment verimi	
	(m/yıl)	(m ³ /ha.yıl)
Ac < 25	1.81	18.1
25 < Ac < 250	0.76	7.6
250 < Ac < 2500	0.48	4.8
2500 < Ac	0.24	2.4

I.1.3.1.4.Edafik Etki

Toprak özelliklerinin su kalitesine etkisi atmosfer, tepe çatısı ve ölü örtüden gelen suyu absorbe etme, özelliklerini değiştirme ve madde ekleme yönünden ortaya çıkar. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinden doğan edafik etkiler, bu özellikler ya da toprak suyu hareketleri ve sistem içi besin maddesi döngüsüyle anlaşılabilir (TRUDGILL, 1988).

I.1.3.1.5.Orman Vejetasyonunun Etkisi

Orman örtüsü altındaki araziler çok düşük erozyon oranına sahiptir. Dolayısıyla ormanlık alanlardaki akarsularda düşük askıda sediment konsantrasyonuna sahiptir. FLEMING (1969) tarafından geliştirilen asılı sediment tahmin eğrileri çeşitli örtü tiplerinin sediment yükünü karşılaştırmada faydalı olmaktadır.

- Çöl-çalı $Y = 4.9 (10^5) Q^{0.72}$
- Çalı-mera $Y = 2.0 (10^5) Q^{0.65}$
- Mera-ibrelili orman $Y = 6.7 (10^4) Q^{0.82}$

- İbrelili orman-yapraklı orman

$$Y = 4.5 (10^3) Q^{1.02}$$

Ormanı oluşturan ağaç türlerinin de tepe çatısından damlama ve gövdeden akışla su kalitesini etkilediği çeşitli araştırmalarla ortaya konulmuştur; TORRANT et al.(1968), kızılbaş ağaç altında beş aşamalı bir azot artışı saptamıştır. Yine TORRANT (1969), kızılbaş ağaç altında sisteme yıllık 112 kg/ha lık azot girdisi, bunun yanında ibrelili orman tepe çatısı altında 36 kg/ha lık bir azot girdisi değeri bulmuştur.

Bitki besin maddelerinin ağaçlarca alınması ve daha sonra yaprak ve dal dökmeyle tekrar toprağa dönmesi bazı su kalitesi parametrelerinde mevsimsel değişimlere yol açmaktadır. Örneğin ormanlık akarsularda nitrat azotu seviyesi ağaçların besin maddesi alımını durdurduğu latent dönemde artmaktadır. Öte yandan yaprak ve dal dökme döneminde dere su kalitesinde renk, demir, bikarbonat ve manganez konsantrasyonu artımı buna karşılık çözülmüş oksijen düşüşü beklenebilir (SLACK and FELTZ, 1968).

I.1.3.2. İnsan Faaliyetlerinin Etkileri

Ormanlık alanlarda akarsuyun su kalitesi, odun hasadı, silvikültürel işlemler, rekreasyon, otlama ve yaban hayatı üretimi gibi insan müdahalelerine bağlı olarak değişim gösterebilir. Ayrıca orman yangınları ve kontrollü yakmalar da normal besin maddesi döngüsüne zarar verebilir, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirebilir, ayrıca yüzeysel akışı, erozyonu ve sedimentasyonu artırabilir. Günümüzde gerek asit yağışlar gerekse kimyasal ve atık madde uygulamaları çoğalmakta, bunun sonucu olarak da akarsularda ötrifikasyon olayları artmaktadır (Lee, 1980).

I.1.3.2.1.Odun Hasadı

Odun hasadı ekosistemde su kalitesi üzerinde şiddetli etkileri olan bir müdahale işlemidir. Erozyon ve sedimentasyon, termal kirlilik, suyun kimyasal yapısı ve besin maddesi döngüsü üzerinde tehlikeler meydana getirebilmektedir. En büyük zarar tomruk sürütme çığrırları, taşıma yolları ve ağır makinelerin orman ölü örtüsünü yoketmesi veya kompaktlaşma biçiminde oluşmaktadır. Ayrıca dere kenarı ekosistem (riparian ecosystem) zonunun zarar görmesi de su kalitesi açısından önlenmesi gereken bir olgudur. Odun hasadının su kalitesine etki derecesi vejetasyonel değişim, tomruklama yöntemleri, müdahale gören alanın tüm alana oranı yanında ekosistemin kendini yenileme hızına bağlıdır (PIERCE and KELLER, 1978).

I.1.3.2.2.Silvikültürel İşlemler

Genel su bilançosunda farkedilemeyecek değişimler meydana getiren silvikültürel işlemler, besin maddesi döngüsü, akuatik biyota ve su kalitesi üzerinde etkiler meydana getirebilir (KAJAK, 1978). Bu konudaki araştırmalar daha sonraki bölümlerde bahsedilecek olan kontrollü yakma ve kimyasal atıksu uygulamalarında yoğunlaşmaktadır.

Akarsu ekosistemlerinin üzerindeki tepe çatısını aralayıcı yani yoğun gölgeyi azaltıcı uygulamaların akuatik ekosistemin verimliliğini artırabileceği söylenebilir (LEE, 1980).

I.1.3.2.3.Orman İçi Rekreasyon

Orman içi rekreasyon aktivitelerinin su kalitesi üzerinde çok büyük etkisi vardır. Bu etkiler yol dışı (off road) rekreasyon araçlarının kullanımı sonucu ortaya çıkan erozyon, sedimentasyon ya da atıksu deşarjı sonucu ortaya çıkmaktadır. İnsan atıkları sonucu besin maddesi, bakteri ve organik madde kontaminasyonu su kalitesi üzerinde büyük zarar meydana getirebilir. Lağım atıkları küçük miktarlarda bile olsa akarsu bakteri seviyesini müsaade

edilebilen seviyenin üzerine çıkarabilir, ve suyu kullananlarda hastalık meydana getirebilir. Suyun oksijen miktarını azaltan bu atıklar, balık besini olan organizmaların yok olmasına, balık üreme kapasitesinde azalmaya neden olabilir.

Yine lağım atığında bulunan maddelerin (başta fosfor ve azot), akarsuya karışması akuatik bitkiler ve zararlı otların büyümesini teşvik edebilir ki bunlar da sonuçta rekreasyon aktiviteleriyle çelişebilir, hatta balık ölümlerine yol açabilir (PIECZYNSKA, 1978).

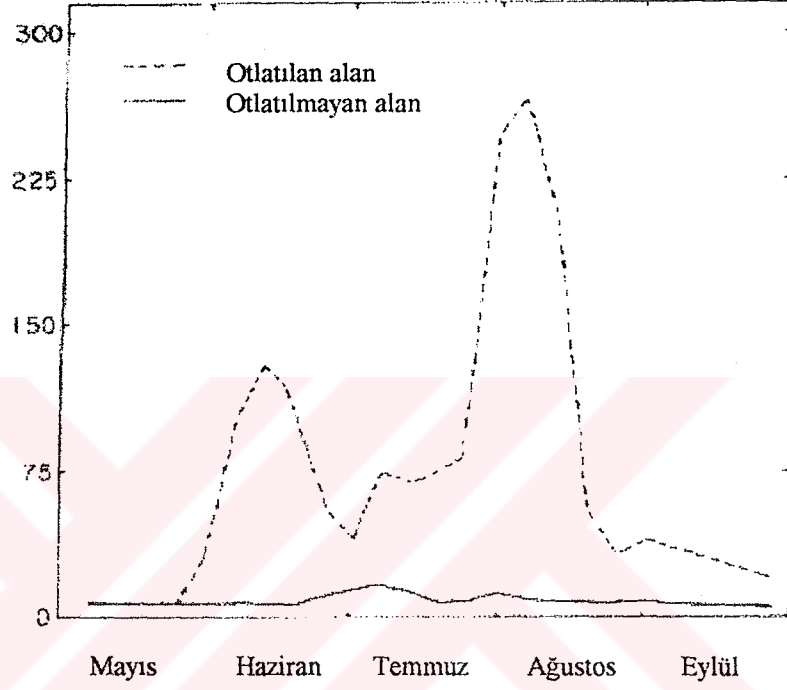
Rekreasyonla ilişkili diğer kirlilik problemleri giriş yolları, yürüyüş patikaları, ata binme ve yol dışı rekreasyon araçlarının toprağı sıkıştırma etkileri sonucu ortaya çıkan erozyon ve sedimentasyon sorunlarıdır.

I.1.3.2.4.Ormanda Otlatma

Ormancılar çoğunlukla orman içi otlatmaya karşı çıkmaktadırlar çünkü hayvanlar genç ağaçlara zarar vermekte, toprağı sıkıştırmakta, erozyona ve sonuçta arazi degradasyonuna neden olmaktadır. Ancak, orman alanları yine de özellikle ülkemizde büyük ölçüde otlatmaya konu olmaktadır.

Birçok çalışma, aşırı otlatmanın (overgrazing) arazi degradasyonuna, toprak kompaktlaşmasına, infiltrasyon azalmasına ve yüzeysel akışın erozyon ve sedimentasyon artımına neden olduğunu ortaya koymuştur (OWEN, 1975). Günümüzde ormancılarının genellikle vardıkları ortak nokta “uygun amenajman yöntemleriyle ormanda yapılan otlatmanın yüzey hidrolojisi ve erozyon üzerinde ki çok az zararlı etkisinin olmasına karşılık su kalitesi üzerinde çok büyük zararlı etkileri olabileceğidir”(ANDERSEN, HOOVER and REINHART, 1976).

Nitekim Kunkle ve Meiman(1968), bu durumu doğrulamaktadır. Bu araştırmacılara göre Colorado' daki sulanan bir mera alanında otlatmanın asılı sediment yüküne etkisi olmamakta fakat fekal koliform miktarı otlatılmayan alana göre çok daha fazla olmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Otlatmanın akarsudaki fekal koliform miktarı üzerindeki etkisi.

Bu ve diğer çalışmaların ortaya koyduğu sonuç şu Şekilde özetlenebilir; büyük bir olasılıkla otlatma akarsudaki bakteri miktarını sağlık açısından riskli seviyeye kadar yükseltebilmektedir. Bu etki yüksek akım döneminde ve otlatmanın akarsuya yaklaşması oranında artmaktadır.

1.1.3.2.5.Yaban Hayatı Etkisi

Yaban hayatı bakir orman ekosisteminin bir parçasıdır, fakat bir dereceye kadar insan düzenlemeleriyle kontrol edildiği takdirde, doğal olmayan bir durum ortaya çıkmaktadır ki bu

da bir ekosistem müdahalesi olarak kabul edilebilir. Su kalitesi üzerine yaban hayatının etkisi konusunda araştırmalar fazla değildir, çünkü günümüze dek bu etkinin çok az olduğu tahmin edilmekteydi (LEE, 1980)

WALTER ve JEZESKI (1973), Montana'daki iki su üretim havzasında yaptıkları çalışmada, geyiklerin su kalitesine etkisini ortaya koymuşlardır. Rekreasyon amacıyla kullanılan komşu iki havzadan biri rekreasyona kapatılmış ve sadece geyiklerin yaşamına ayrılmıştır. Bir süre sonra geyiklerin yaşadığı havzanın akarsuyunda bakteri miktarının arttığı gözlenmiş, daha sonra havza tekrar rekreasyona açıldığında geyikler bölgeyi terketmiş ve bakteri konsantrasyonu yeniden düşmüştür.

Büyük su kuşları populasyonları ve kunduzlar da su kalitesine bazen etki yapabilmektedirler. Kunduzların rezervuarlarda renk artımına, pH ve çözünmüş oksijen miktarlarının azalmasına neden oldukları bilinmektedir. Ayrıca kunduz'ların kistlerinde, insanda barsak ve mide iltihabına yol açan *Giardia lamblida* adlı enfeksiyonel bir organizma taşıdıkları ifade edilmektedir (Lee 1980).

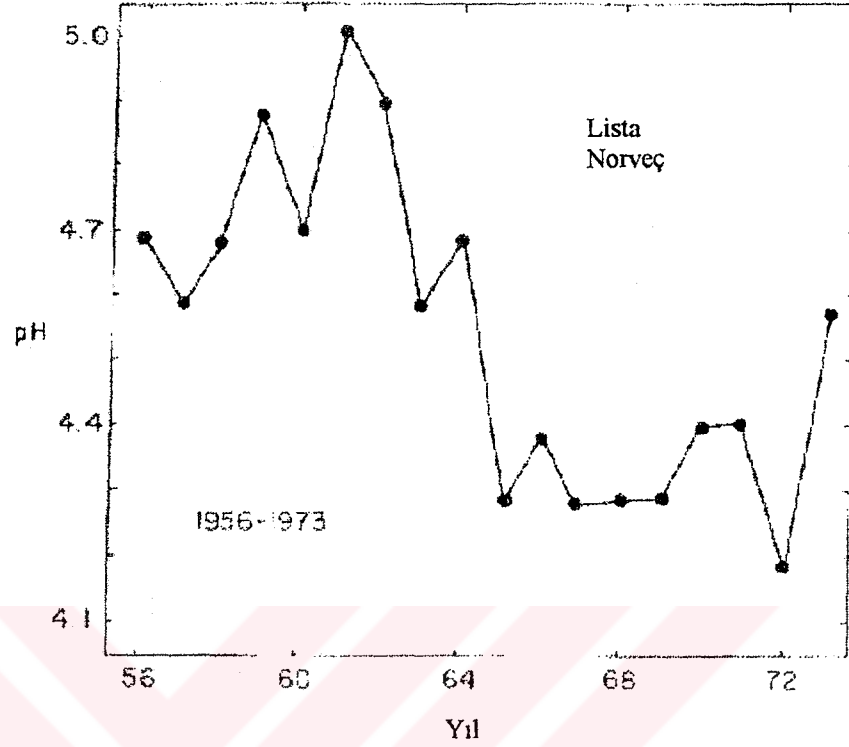
I.1.3.2.6.Orman Yangınları

Bazı orman ekosistemlerinde yangın, sıkça rastlanan bir olaydır. Ağaçlara ve orman örtüsüne zara vermek suretiyle yüzey hidrolojisini de etkilemektedir. Yangının havzanın su kalitesine etkisi, sıklığına (frekansına), kapladığı alana, yanmanın şiddetine, havzanın fiziksel özelliklerine, yangın sonrası hava durumuna ve yangın sonrası tekrar ormanlaşma hızına bağlıdır. Hafif yangınlar ve kontrollü yakmalar, havza su kalitesine farkedilmeyecek düzeyde etki yaparken, sık veya şiddetli yangınlar büyük zararlar ortaya çıkartabilir (PIERCE and KELLER, 1978).

Orman yangınlarının besin maddesi döngüsü ve su kimyasına etkisini araştıran birçok çalışma mevcuttur (PIERCE and KELLER, 1978, FILLMORE et al.,1974). Genel bir sonuç olarak şiddetli bir yangın da olsa, sistem dışına çıkan toplam besin maddesi miktarı da artsa sudaki konsantrasyonları hemen hemen sabit kalmaktadır, çünkü deşarj hacmi de artmaktadır. Şiddetli orman yangınları sonrası şiddetli yağmur olursa veya vejetasyonun yenilenmesinin uzun zaman aldığı yarı kurak bölgelerde büyük erozyon ve sedimentasyon sorunları ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca akarsu üzerindeki tepe çatisının yok olması aynı traşlama kesimde olduğu gibi su sıcaklığında artışa neden olabilmektedir (ISAAC, 1967).

I.1.3.2.7.Asit Yağışlar

Asit yağışlar, oldukça yakın zamanlarda ortaya çıkmış, ekosistemlere büyük zararlar verebilen afetlerdir. Fosil yakıtların yakılması sonucu atmosfere verilen oksitlerin sülfürik ve nitrik asit oluşturması sonucu ortaya çıkarlar. Normal olarak yağış suları atmosferik karbondioksitin suyla birleşip karbonik asit oluşturması sonucu hafif asidiktir. Fakat bu durum hiçbir zaman tek başına yağış sularının pH sinin 5.7 nin altına düşmesini sağlayamaz. ABD'nin Kuzcydoğusunda yağış sularının pH değerinin 4-5 arasında değiştiği ve zaman zaman 4 'ün altına indiği kaydedilmiştir (LEE, 1980). Şekil 2, Norveç, Lista'da 1956-73 döneminde yağış sularında ölçülen pH değerlerinin değişimini göstermektedir. Bu değişim trendinin Avrupa'daki fosil yakıt kullanımı ve çevredeki ormansızlaşmayla ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Akarsu ve göllerin tampon etkilerinin zayıf olması zararların boyutunu artırabilir (LEE, 1980).



Şekil 2. Norveç, Lista'da 1956-73 döneminde yağış sularında ölçülen pH değerlerinin değişimi.

I.1.3.2.8. Kimyasal madde uygulamaları

İnsektisit, herbisit, gübre ve tuzun orman ekosistemlerine girişi akarsuyun su kalitesi üzerinde büyük tehlikeler ortaya çıkarabilir. Tehlikenin boyutu kimyasal maddenin miktarına, toksik etkisine, ortamda kalış süresine, uygulama metoduna ve alınan önlemlere göre değişir. Günümüzdeki çevreci görüş bu maddelerin kullanımının sınırlandırılmasını savunmaktadır (MÜSSELMAN, 1996).

İnsektisitler su kalitesi açısından en zararlı maddelerdir. Herbisitler ise daha az toksik ve kalıcıdır. Kimyasal gübreler ise en az problem yaratan maddelerdir. Azot gübresi uygulaması sonucu akarsudaki değişik formlardaki azot bileşiklerinin konsantrasyonlarının arttığı fakat yine de içme suyu standartlarının aşılmadığı belirlenmiştir (HUTTL, 1988).

Yollarda buz çözücü tuzların kullanımı da ciddi çevre zararlarına yol açabilir. Bu amaçla kullanılan normal kaya tuzu (sodyum klorid) ve kalsiyum klorid akarsudaki sodyum ve klorid konsantrasyonlarının artmasına neden olmaktadır (LEE, 1980).

I.1.3.2.9. Atıksu Uygulamaları

Amerika Birleşik Devletlerinde şehir kanalizasyon arıtma tesislerinden çıkan atıksularının orman ekosistemlerine boşaltılması gittikçe artan bir kabul görmektedir. Atık sular, arıtma tesislerinde dezenfekte edilmekte ve ağır metal konsantrasyonları azaltılmaktadır. Ancak bu durum yine ekosisteme bir müdahale olmakta ve yüksek oranda maddenin ekosisteme girişi anlamına gelmektedir, bu nedenle bu tür uygulamaların sürekli değilde belirli aralıklarla yapılması önerilmektedir (LEE, 1980).

I.1.3.2.10. Orman İçi Madencilik

Orman alanları altındaki zengin mineral yataklarının işletilmesi su kalitesi üzerinde ciddi zararlar ortaya çıkarabilir. Örneğin kömür madenciliğinde asit oluşumu, ortaya çıkan *pirit* mineralinin yükseltgenmesiyle meydana gelmektedir (LEE, 1980). Kömür madenlerinin su kalitesi üzerine etkisi Tablo 5’de görülebilir.

Tablo 5. Kömür madenciliğiyle kirletilen bir akarsuyun su analizi sonuçları (LEE, 1980).

Kalite parametreleri	Değer
pH	3.3
Alkalinite	0 ppm

Asidite	180 ppm
Demir	46 ppm
Sülfat	265 ppm

Derin kömür madenlerinden asit drenajı, deşarj noktalarında alınan önlemlerle önlenebilir, fakat yüzeysel kömür madenleri yıllarca asit kaynağı olarak su kalitesini etkilemenin yanısıra erozyon ve sedimentasyona da yol açabilmektedir (PLATTS et al.,1979).

Akarsu yakınındaki kum ve çakıl ocakları kanal stabilitesini bozabilmekte, bunun yanında müdahale gören alan bir sediment kaynağı olmaktadır (LEE, 1980). Akarsu alüvyonlarında altın madenciliği de su kalitesini bozabilmektedir. Demir ve alüminyum gibi ağır metallerin yanında asit zararları da ortaya çıkabilmektedir (PLATTS et al.1979).

I.1.4.Su Kalitesi Parametrelerinin İzlenmesi

Sudaki maddelerin cins ve miktarlarının saptanması amacıyla örneklemeler yapılmaktadır çünkü sürekli su kalitesi ölçümleri hem pahalı hem de zordur. İyi bir örnekleme daha doğrusu değişim izleme (monitoring) çalışması için örneklenecek su sisteminin iyi algılanması, izlenecek parametrelerin zamansal ve yersel değişim özelliklerinin iyi bilinmesi ve en önemlisi amacın iyi tespit edilmesi gerekir (BROOKS et al.1991).

Amerika Birleşik Devletlerinde 1970'li yıllarda çevreci hareketin de etkisiyle göl ve akarsularda çok büyük miktarlarda su kalitesi ölçümleri yapılmış fakat izleme programlarının yukarıda bahsettiğimiz özelliklere uymaması nedeniyle çevre sorunlarının çözülmesinde fazla bir yarar sağlamamıştır.

Bir su kalitesi izleme programında ilk ve en önemli adım problemi tanımlamak ve amacı açıkça ortaya koymaktır. Amaç belirsiz olmamalı açık ve anlamlı bir şekilde ortaya konmalıdır ki araştırmanın değerlendirilmesinde amaca ulaşıp ulaşılamaması bir kriter olarak kabul

edilebilir. Daha sonra zamansal ve yersel bir örnekleme düzeniyle gerekli verileri elde etme yoluna gidilebilir.

Su kalitesi izleme programları spesifik sorulara yanıt vermek amacıyla güder ve bu nedenle bu yönde düzenlenmelidir. Genellikle su kalitesi-doğal kaynak amenajmanı etkileşimini izleme programları noktasal olmayan gözlemleri gerektirmekte ve şu şekilde sınıflandırılmaktadır (PONCE, 1980);

Neden-sonuç izleme programları (cause-effect monitoring) spesifik uygulamaların su kalitesi bileşenlerine etkisini belirlemek amacıyla güder. Örneğin izleme programı odun hasadının sudaki askıda sediment konsantrasyonuna ve diğer su kalitesi parametrelerine etkisini ortaya koymak amacıyla oluşturulabilir.

Temel değerleri belirlemek üzere uygulanan izleme programları (baseline monitoring), doğal kaynak yöneticisine yardımcı olmak amacıyla belirli bir bölgede su kalitesi parametrelerinde zamansal değişimler olup olmadığını ortaya koymak amacıyla yapılır.

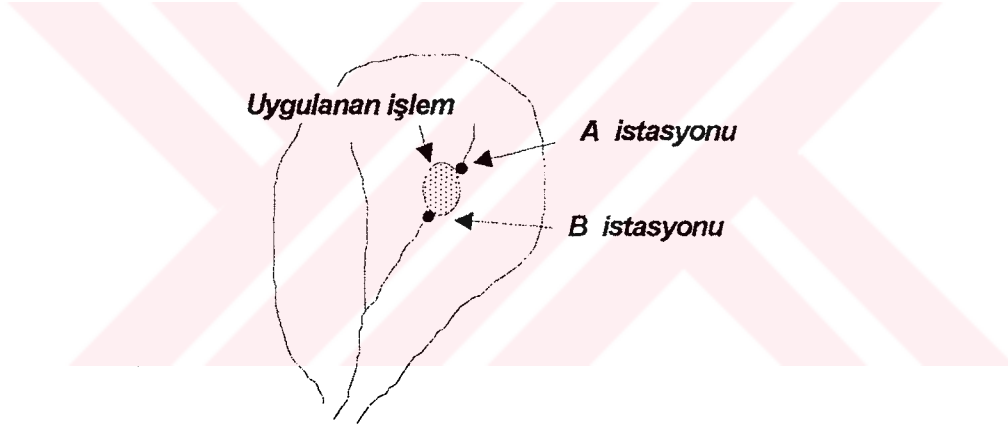
Uygunluk izleme çalışmaları (compliance monitoring), su kaynağının kalite standartlarına uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılır. Örneğin akarsuyun bir noktasındaki suyun kalite standartlarına uygun olup olmamasının araştırılması.

Su kalitesi envanterine yönelik izleme programları (inventory monitoring), mevcut su kalitesi durumunu ortaya koymak amacıyla düzenlenir. Örneğin rekreasyonel kullanım için düşünülen birkaç alandan su kalitesi açısından uygun olanların seçiminde.

Su kalitesi örneklemelerinin yeri, zamanı ve sıklığı gözlem çalışmasının niteliğine ve normal istatistik değerlendirmelere (değişkenlik, örnekleme maliyeti, hassasiyet derecesi) göre belirlenir. Ayrıca ölçülmesi istenen su kalitesi parametreleri açıkça ve amaçla doğrudan ilişkili

olacak şekilde belirlenmelidir. Su kalitesi izleme program düzeni doğrultusunda örnekleme istasyonları veya noktaları uygun yerlerde kurulmalıdır.

Su kalitesinde ilişkilerin açıklığa kavuşturulmasına yönelik izleme yöntemi, eş havza veya yukarı-aşağı yaklaşımlarıyla gerçekleştirilebilir. Eş havza yönteminde kontrol ve uygulama havzalarında su kalitesi gözlemleri yapılır. Uygulama havzasında yapılması düşünülen işlem öncesi iki havza arasında regresyon ilişkisi geliştirmek amacıyla belli bir süre örnekleme yapılır. Uygulama sonrası (örneğin traşlama kesim), örneklemler devam eder ve regresyon ilişkisindeki değişimler istatistiksel olarak araştırılır. İkinci yaklaşımda (yukarı-aşağı, Şekil 3), akarsu üzerinde gerçekleşen veya gerçekleştirilen işlemin üst kısmında (A noktası) ve alt kısmında (B noktası) örneklemler yapılarak değişimler istatistiksel olarak değerlendirilir.



Şekil 3. Yukarı-aşağı (above and below) uygulamasıyla neden-sonuç araştırması esnasında uygulanan işlemin soyutlanması (BROOKS et al.1991).

Uygunluk izleme yönteminde de yukarı-aşağı yaklaşımı kullanılabilir. Herhangi bir aktivitenin su kalitesi standartlarının aşılmasına neden olup olmayacağı bu şekilde tespit edilebilir. Temel değerler ve envanter izleme çalışmalarında örnekleme istasyonları akarsu su kalitesini karakterize edebilecek şekilde yerleştirilmelidir. Birçok akarsu aynı anda izlenebilir ve parametrelerin zamansal değişimleri belirlenebilir (BROOKS et al.1991).

Ayrıca üzerinde durulması gereken bir husus da örnekleme noktalarının yerinin analizlerin yapılacağı laboratuvara uzaklığıdır çünkü su analizleri örneklemeden sonra belli bir süre içerisinde gerçekleştirilmelidir (E.MERCK, 1961).



II.MATERYAL VE METOD

II.1.Araştırma Alanının Tanıtımı

II.1.1.Mevki

Balabandere havzası Marmara Bölgesi, İstanbul ili sınırları içerisinde, İstanbul boğazının Kuzeybatısında 29°03' - 29°08' doğu boylamları, 41°22' - 41°24' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Ek harita 1).

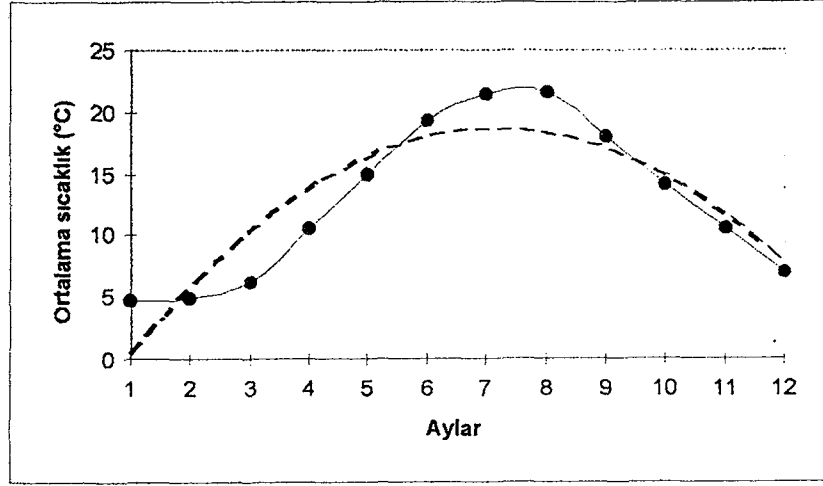
II.1.2.İklim

Araştırma alanının iklim durumunu ortaya koymak için gerekli veriler, en yakın istasyon olan Bahçeköy Meteoroloji İstasyonundan (41°09' Kuzey, 29°03' Doğu), alınmıştır. Gözlem periyodu 1948-1991 yıllarını kapsamaktadır.

II.1.2.1.Sıcaklık

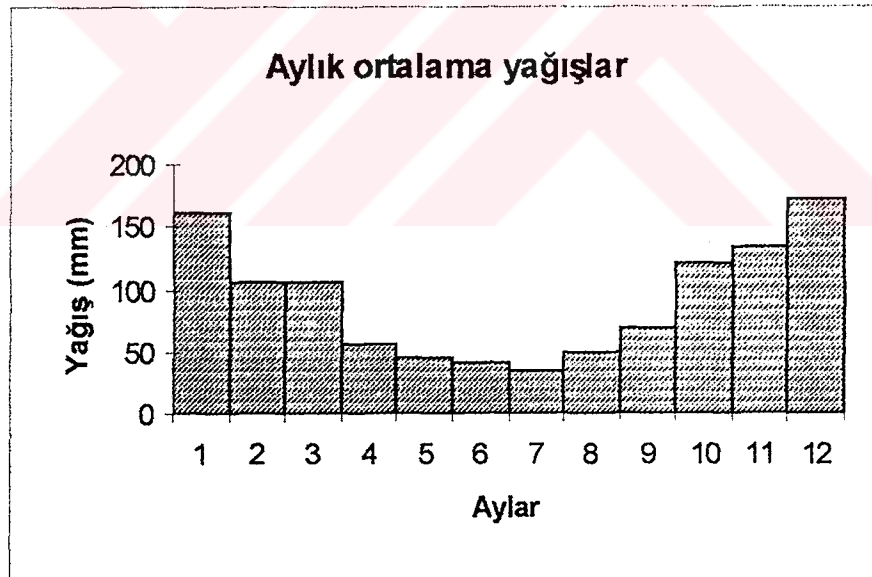
1948-1991 yılları arasında yıllık ortalama sıcaklık 12.8 °C olarak hesaplanmıştır. Gözlem periyodunda ölçülen en yüksek sıcaklık 39.7°C, en düşük sıcaklık -15.8 °C olarak belirlenmiştir. Aylık ortalama sıcaklıkların yıl içerisindeki seyrine bakıldığında en soğuk aylar sırasıyla Ocak (4.5°C), Şubat (5.0°C) ve Mart (5.9°C), en sıcak aylarsa Ağustos (21.8°C), Temmuz (21.6°C) ve Haziran (19.1°C) olarak göze çarpmaktadır (Şekil 4).

Yıl içerisindeki en sıcak ayla en soğuk ayın ortalama sıcaklıklarının farkı olan sıcaklık amplitüdü (21.8 - 4.5) 17.3°C olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. Araştırma alanında aylık ortalama sıcaklığın yıl içindeki değişimi.

II.1.2.2. Yağış



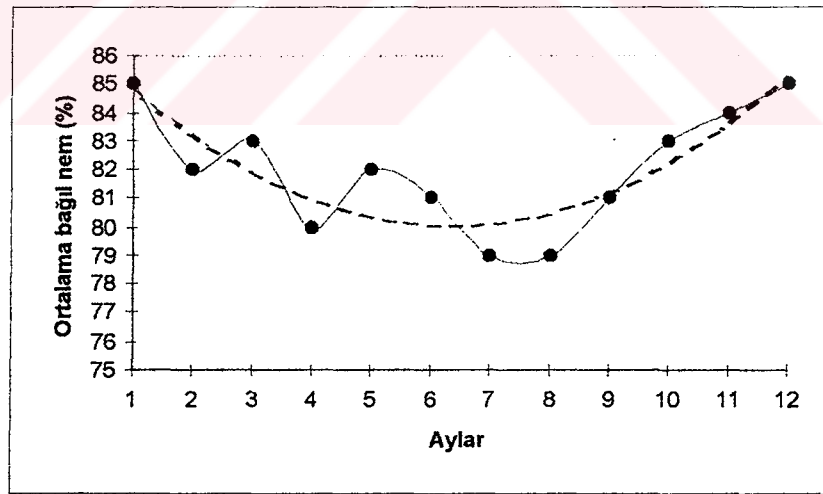
Şekil 5. Araştırma alanında aylık ortalama yağışın yıl içindeki değişimi.

1948 - 1991 yılları arasında elde edilen veriler ışığında yıllık ortalama yağış miktarı 1090.5 mm dir. Yağışın yıl içindeki değişim seyrine bakarsak (Şekil 5) en fazla yağışın sırasıyla Aralık (161.5 mm), Ocak (172.3 mm) ve Kasım (133.9 mm) aylarında düştüğünü görürüz.

En az yağış alan aylar ise Temmuz (34.8 mm), Haziran (39.9 mm) ve Mayıs (45.2 mm) aylarıdır. Yıllık yağışın büyük bir kısmı kışın düşmekte (%41.6), bunu sırasıyla sonbahar (%29.1) ve ilkbahar (%19.7) mevsimleri izlemektedir. Ocak, Şubat, Mart, Kasım ve Aralık aylarında yağışın bir kısmı kar şeklinde düşmekte ve yılda ortalama 13.7 gün toprak yüzeyi karla örtülü kalmaktadır (Özhan 1977).

II.1.2.3. Bağıl Nem

Yıl içerisindeki ortalama bağıl nem %83 dür. Bağıl nemin yıl içerisindeki değişiminden de anlaşılacağı gibi en yüksek olduğu aylar Kasım , Aralık ve Ocak ayları (%86), en düşük olduğu aylarsa Temmuz ve Ağustos aylarıdır (%80).



Şekil 6. Araştırma alanında aylık ortalama bağıl nemin yıl içindeki değişimi.

II.1.2.4. İklim Tipi

Erinç'in yağış etkenliği indisine göre ($I_m = 50.5$) Belgrad ormanının iklim tipi "nemli" olarak hesaplanmıştır. Thorntwaite yöntemine göre ise bölgenin iklimi $B_3B_1'sb_4'$ sembolleri ile ifade edilmekte, nemli, mezotermal, yazın orta derecede su açığı olan, deniz iklimine yakın olarak tanımlanmaktadır. Thornwaite yöntemine göre elde edilen su bilançosu tablosu ve grafiği ekler bölümünde verilmiştir (Ek tablo 1, Ek şekil 1).

II.1.3. Jeolojik Yapı ve Toprak

Balabandere havzasıyla ilgili bugüne dek çok fazla araştırma yapılmamış, yapılan araştırmalar da tüm havzayı değil, havza içersindeki bazı alanları kapsamıştır. İ.Ü.Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanı'nda (eski adı Bilezikçi Çiftliği) Kantarcı ve Tolunay (1996) tarafından yapılan toprak ve yetiştirme ortamı özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, bölgede 7 farklı anakaya ve anamateryal bulunduğu ifade edilmiştir (Andazit, kontakt metamorf, kumtaşı, grovak, toztaşı şisti, pliosen-toztaşı, pliosen 1). Toprakların büyük bir kısmının derin olduğu (%71) belirlenmiştir. Fakat adı geçen bölgenin havzanın aşağı kısmında yer aldığı unutulmamalı, yukarı kesimlerde toprakların daha sığ olabileceği göz önüne alınmalıdır.

Bölgede birçok farklı anakayanın bulunması doğal olarak çeşitli tekstür türlerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Hakim toprak tekstürü olarak balçıklı kil en fazla oranda bulunmaktadır (%47).

Yine yapılan çalışmada toprakların faydalanılabilir su kapasitesinin düşük olduğu, toprakta depolanan suyun Temmuz ayında tükendiği, Temmuz ve Ağustos aylarında önemli bir su noksanının sözkonusu olduğu anlaşılmaktadır.

Ayrıca toprakların kireç içermediği, %77 sinin az taşlı, %16 sınıfın çok taşlı olduğu belirlenmiştir (KANTARCI ve TOLUNAY, 1996).

Öte yandan yine araştırma ormanında POLAT (1995) tarafından yapılan bir araştırmada bölge topraklarının erozyona duyarlı olduğu fakat bitki örtüsünün oluşturduğu kapallık nedeniyle herhangi bir erozyon tehlikesi bulunmadığı belirlenmiştir.

II.1.4.Vejetasyon

SAATÇIOĞLU(1940)'a göre Belgrad ormanı Mayer'in orman zonları sınıflandırmasına göre Castaneum-Fagetum zonuna girmekte ve meşenin optimum yetiştirme ortamı olarak belirtilmektedir.

Belgrad ormanında optimum ortamda bulunan meşeler, ormanın dominant ağaç türleridir (YALTIRIK, 1966).

Belgrad ormanı yakınındaki araştırma havzasındaki vejetasyon kuşaklarına gelince;

- Macar Meşesi - Saçlı Meşe - Kestane Kuşağı (< 100 m)
- Ihlamur - Kestane Kuşağı (100 - 180 m)
- Sapsız Meşe - Ihlamur - Kestane Kuşağı (180 - 240 m)

Araştırma ormanında tespit edilmiş ağaç türleri şunlardır (KANTARCI, TOLUNAY, 1996):

- | | |
|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| - Sapsız Meşe (<i>Quercus petraea ssp. Iberica</i>) | - Koca Yemiş (<i>Arbutus unedo</i>) |
| - Macar Meşesi (<i>Quercus frainetto</i>) | - Akçakesme (<i>Phyllirea latifolia</i>) |
| - Saçlı Meşe (<i>Quercus cerris</i>) | - Ladenler (<i>Cistus sp.</i>) |
| - Kestane (<i>Castanea sativa</i>) | - Kızılcık (<i>Cornus mas</i>) |
| - Adi Gürgen (<i>Carpinus betulus</i>) | - Defne (<i>Laurus nobilis</i>) |
| - Ihlamur (<i>Tilia argentea</i>) | |

- Kuşüvezi (*Sorbus torminalis*)
- Muşmula (*Mespilus germanica*)
- Fındık (*Corylus colurna*)
- Aliç (*Crataegus monogyna*)
- Ağaç Fundası (*Erica arborea*)
- Çalı Fundası (*Erica verticillata*)
- Titrek Kavak (*Populus tremula*)
- Kızılçam (*Pinus brutia*)
- Katır tırnağı (*Spartium junceum*)
- Üvez (*Sorbus domestica*)
- Dişbudak (*Fraxinus ornus*)
- Karayemiş (*Lauroserasus officinalis*)
- Kızılağaç (*Alnus glutinosa*)
- Salkım ağacı (*Robinia pseudoaccacia*)
- Batı çınarı (*Platanus occidentalis*)
- İncir (*Ficus carica*)

Araştırma ormanında bulunan yukarıdaki çalı ve ağaç türlerinin yanısıra otsu türler de dikkate alınır, bölgenin tür çeşitliliği bakımından doğal bir arboretum niteliğinde olduğu söylenebilir.

II.2.Araştırmanın Planlanması

Ana amaç olan “Balabandere su kalitesi parametrelerinin zamansal ve mekansal olarak değişiminin incelenmesi” ne ulaşmak için 1996 yılı Haziran ayında dere üzerinde dört tane örnekleme noktası tespit edilmiş, derenin su seviyesinin örnekleme açısından yeterli düzeye geldiği Ekim ayından itibaren ayda iki kez olmak üzere su örnekleri alınarak laboratuvarda analiz edilmiştir. Örnekleme noktaları ve yöntemlerine aşağıda değinilecektir. Arazi ve laboratuvar çalışmalarının sona erdiği Nisan ayından itibaren verilerin analizi için büro çalışmaları başlatılmıştır.

II.2.1.Arazi Yöntemleri

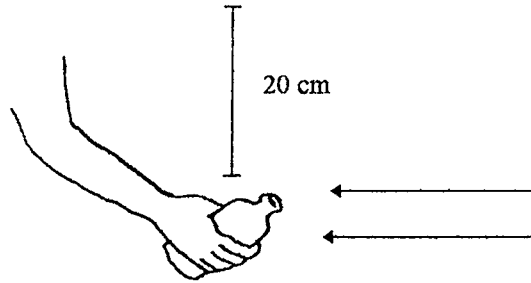
II.2.1.1.Örnekleme Yerlerinin Seçimi ve Örnek Alma Tekniği

Su örneklemelerinin yapıldığı noktaların dere üzerindeki konumları Ek harita 2’de verilmiştir. Birinci örnekleme noktası üst kısımdaki küçük bir rekreasyon alanı dışında tamamen ormanlık bir alanın alt kısmında yer almaktadır. İkinci örnekleme noktası ise

Bahçeköy'ün ve tarım alanlarının etkisini de gözleyebilmek açısından bu alanların alt kısmında alınmıştır. Üçüncü örnekleme noktası Bilezikçi Çiftliği yakınındaki rekreasyon alanlarının etkisini de kapsayacak biçimde belirlenmiş, sonuncu örnekleme noktası ise derenin denize döküldüğü noktaya yakın bir yer olan fidanlık içinde alınmıştır (Ek Fotoğraf 1,2,3,4).

Örnekleme noktalarının özelliklerini kısaca özetlemek gerekirse bir numara orman etkisini, iki numara Bahçeköy'ün ve yakınındaki tarım alanlarının etkisini, üç numara rekreasyon alanlarının etkisini, dört numara ise hem tarım, hem yerleşim hem de noktasal kirleticilerin (kanalizasyon, Tekel fabrikası vb.) etkilerini yansıtmaktadır.

Fiziksel ve kimyasal analizler için örnekleme beyaz plastik bidonlarla kapma yoluyla yapılmıştır. Dereden alınacak su örneklerinin analitik değerleri derinlik, dere akımı, kıydan uzaklık veya bir kıydan öbürüne büyük ölçüde değişebilmektedir. Bu nedenle tespit edilen kesitten dere kesitinin orta noktasından ve tüm derinlikleri kapsayacak biçimde örnekleme yapılmasına dikkat edilmiştir. Bakteriyolojik analiz için ise içleri sterilize edilmiş ağzları plastik mantarlarla kapatılmış kahverengi cam şişeler kullanılmıştır. Bu şişelerle standartlara uygun olarak örnekleme yapılmıştır. Örnekleme esnasında sterilize edilmiş (otoklavda) olan mantarın üzerindeki kağıt çıkarılmıştır. Daha sonra hızlı bir şekilde mantar çıkarılmış, şişe yaklaşık 20 cm derinliğe daldırılarak akım yönüne çevrilip örnekleme yapılmıştır (Şekil 7). Alınan su örneği 6 saat içerisinde baktariyolojik analize tabi tutulmuştur.



Şekil 7. Bakteriyolojik analiz için su örneğinin alınışı.

Ayrıca şunu da belirtmek gerekir ki analizde ekime ne kadar erken başlanırsa analiz o derece sağlıklı olmaktadır. Zira gecikildiği takdirde koliform bakterileri ölmeye başlamaktadır.

II.3.Laboratuvar Yöntemleri

Araştırmanın yan amaçlarından biri olan bakteriyolojik analiz ilk olarak 3 Aralık'ta başlatılmış, bunun için birkaç gün süreyle İSKİ Temiz Sular departmanında incelemelerde bulunulmuştur. Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilen bakteriyolojik analizin düzenli bir şekilde yapılmaya başlanması 7 Mart'ı bulmuştur. Bu gecikmenin nedenleri olarak kullanılan otoklav aletinin çok eski olması nedeniyle karşılaşılan güçlükler, besi ortamlarının hazırlanışında çıkan sorunlar ve gerekli ekipmanın zamanında tedarik edilememesi gösterilebilir.

Aşağıda suların analizinde yararlanılan fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik yöntemlere değinilmektedir. Fiziksel, Kimyasal ve Bakteriyolojik analiz yöntemleri Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WPCF 1976)'a göre yapılmıştır. Instrumental Methods of Chemical Analysis (EWING, 1975) ve Su ve Atıksu Analizleri (ŞENGÜL, TÜRKMAN, 1991)' den de yararlanılmıştır.

II.3.1.Fiziksel Parametreler

II.3.1.1. Elektriksel İletkenlik (Electrical conductivity)

Elektriksel iletkenlik ölçümleri Type Mc1 (Mark IV) Conductivity Measuring Bridge E.C. aletiyle yapılmıştır. Standart 25°C de iletkenlik değerleri doğrudan $\mu\text{mhos/cm}$ olarak elde edilmiştir.

II.3.1.2. Renk (Color)

Suyun rengi, kloroplatinat çözeltisi ile elde edilen bir seri renk ile karşılaştırmak suretiyle “birim” olarak tayin edilir. Bu metod “visual comparison method” olarak bilinmektedir.

Alınan su örnekleri Heraeus Labofuge 6000 santrifüjünde 15-20 dakika süreyle 2500-3000 devir/dakika ile işleme tabi tutulmuş, askıdaki maddelerin çökmesi sağlanarak Hellige Aqua Tester renk ölçme aletiyle direkt okuma yapılmıştır. Yine renk ölçmelerinde de 2 ve 4 numaralı örnekleme noktalarından alınan numunelerde bazen seyreltmeye gidilmek zorunda kalınmıştır.

II.3.1.3. Bulanıklık (Turbidity)

Bulanıklık ölçümleri Hellige Turbidimeter bulanıklık ölçme aletiyle gerçekleştirilmiş. Özellikle dört numaralı örnekleme noktasından alınan sularda birçok defa seyreltme yapılmak suretiyle ölçme yoluna gidilmiştir. Bulanıklık değerleri ppm SiO₂ olarak ölçülmüş ve ifade edilmiştir.

II.3.2. Kimyasal Parametreler

II.3.2.1. pH

Analiz edilecek su örnekleri, cam beher içersinde sıcaklığı 20°C ye ulaştırılarak, cam elektrodlu Metrohm Herisau pH-meter E250 tipi pH-metre kullanılarak ölçülmüştür.

II.3.2.2. Alkalinite (Alkalinity)

Alkalinite, sularda kalite kavramına etki eden önemli bir parametredir. Sularda iki tür alkalinite mevcuttur; TA Fenolfitalein Alkalinitesi ve TAC Metil Oranj Alkalinitesi. Bu iki alkaliniteden elde edilen sonuçlar suda mevcut bulunan belli başlı uç alkalinite formunun stokimetric sınıflandırılması imkanını verir. Bu sınıflamaya göre Toplam Alkalinite, Bikarbonat (HCO_3^-), Karbonat (CO_3^{2-}) ve Hidroksitten (OH^-) kaynaklanmakta olup su içerisinde organik ve inorganik zayıf asitlerin bulunmadığı esasına dayanır. Su örneklerinde sadece TAC Metil Oranj Alkalinitesi tayin edilmiştir çünkü Fenolfitalein uygulaması indikatör renk vermemiştir. Dolayısıyla TA Fenolfitalein Alkalinitesinin suda mevcut olmadığı anlaşılmıştır.

TAC Metil Oranj Alkalinitesi Analizi

Reaktifler

- Metil Oranj çözeltisi
- Sodyum tiyosülfat çözeltisi

Alkalinite volümetrik olarak 0.05 N H_2SO_4 veya HCl ile titrasyon yoluyla saptanır ve sonuç eşdeğer CaCO_3 cinsinden ifade edilir.

Uygulanan ikinci yöntemde, su örneğine 0.1 cc (2 damla) Metil Oranj ilave edilir ve indikatör rengi portakala (oranj) dönene kadar 0.1N HCl ile veya 0.05 N H_2SO_4 ile titre edilir. Sonuç hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır:

$$\text{Alkalinite (ppm CaCO}_3) = \frac{S \times F \times 0.1 \times 50 \times 1000}{100}$$

100

S: Titrasyon sarıyatı (cc veya ml)

F: 0.05 N H₂SO₄ faktörü

II.3.2.3.Klorür (Chloride, Cl⁻)

Reaktifler

-Potasyum Kromat indikatör çözeltisi

-Standart 0.0141 N AgNO₃ çözeltisi

-Standart 0.0141 N NaCl çözeltisi

Klorür Analizi

100 cc su örneği alınır. 1 cc K₂CrO₄ indikatör çözeltisi ilave edilir. Ayrıca 100 cc destile suya da aynı miktar indikatör eklenir. Destile su ve alınan su örneği standart AgNO₃ ile renk kırmızımsı sarı olana kadar titre edilir. Şahit olarak kullanılan destile su için sarfedilen AgNO₃ miktarı su örneği için harcanan AgNO₃ sarfiyatından düşülür. Elde edilen sarfiyat değeri aşağıdaki formülde kullanılarak klorür değeri bulunur.

$$\text{Cl}^- (\text{ppm}) = \frac{S \times F \times 0.0141 \times 35.45 \times 100}{100}$$

F: AgNO₃ faktörü

II.3.2.4.Toplam Sertlik (Total hardness)

Suda bulunan toprak kalevisi metaller suyun sertliğini meydana getirirler. Bunlardan en çok rastlanana kalsiyum (Ca⁺²) ve magnezyum (Mg⁺²) dur. Bunlar suda daha ziyade karbonat

ve sülfat halinde olmak üzere , klorür, fosfat ve silikat halinde de bulunabilirler. Sertlik tayini Complexometric Metodla yapılmaktadır.

Reaktifler

-0.01 M EDTA çözeltisi

-Buffer çözeltisi

-İndikatör olarak Eriochrome Black T Powder (0.5 gr) ve NaCl (100 gr) karışımı

Toplam Sertlik Analizi

25 cc su örneği, destile su ile 50 cc ye seyreltilir. 2 cc Buffer çözeltisi ilave edilir (pH 10 - 10.1). Spatülle 0.1 gr kadar indikatör (Eriochrom Black T) ilave edilir. Meydana gelen pembe renk 0.01 M EDTA çözeltisi ile berrak mavi olana kadar yavaş yavaş titre edilir. Aynı işlemler 50 cc destile su için yapılarak şahit olarak kullanılır ve bulunan değer örnek sarfiyatından düşülür. Elde edilen sarfiyat değeri aşağıdaki formülde kullanılmak suretiyle Toplam Sertlik değeri bulunur.

$$\text{Toplam Sertlik (ppm CaCO}_3\text{)} = \frac{S \times 1000 \times F}{25 \text{ (cc örnek miktarı)}}$$

25 (cc örnek miktarı)

F: EDTA faktörü

II.3.2.5.Kalsiyum Sertliği (Calcium hardness)

Reaktifler

-0.01 M EDTA çözeltisi

-Calcon Carboxylic asit

-1 N NaOH

Kalsiyum sertliği analizi

50 cc örnek alınır. PH' ı 12-13 yapmakla bütün Magnezyumu hidroksit şeklinde çöktürerek bertaraf etmek için 2 cc 1 N NaOH ilave edilir. Calcon Carboxilic asit indikatörü eklenir ve standart 0.01 M EDTA çözeltisi ile pembe renk, mavi olana kadar titre edilir. Sarfiyat değeri aşağıdaki formülde kullanılır.

$$\text{Kalsiyum Sertliği (ppm CaCO}_3) = \frac{S \times F \times 1000}{50 \text{ (cc örnek miktarı)}}$$
$$\text{Ca (ppm Ca) = } \frac{S \times 400.8 \times F}{50 \text{ (cc örnek miktarı)}}$$

II.3.2.6. Organik Madde (Total organic matter)

Sulara organik maddeler, hayvanlardan, insanlardan ve bitkilerden olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelebilir. Organik maddenin miktarı, asitli ortamda bu maddeleri yükseltgemek için sarfedilen KMNO₄' ün verdiği oksijen miktarıyla hesap edilir.

Reaktifler

- 0.01N KMNO₄ çözeltisi
- 0.01N Oxal asidi çözeltisi
- %25 lik H₂SO₄ çözeltisi

Organik Madde Analizi

100 cc su örneği (iyice çalkalanarak alınır)' ne 5 cc %25' lik H₂SO₄ çözeltisi ilave edilir ve amyant üzerinde kaynayana kadar ısıtılır. Sıcak çözeltiyi hemen 10 cc standart 0.01 N KMNO₄ çözeltisi konularak tekrar kaynamaya başlamasından itibaren tam 10 dakika beklenir. Kaynayan çözeltiyi hemen 10 cc standart 0.01 N KMNO₄' e ekivalan miktarda 0.01 N Oxal asidi ilave edilir. Renksiz hale gelen çözelti 0.01 N KMNO₄'le hafif pembe renk görülene kadar titre edilir. Sarfiyat değeri formülde yerine konarak organik madde miktarı hesaplanır.

$$\text{Organik Madde (ppm O}_2\text{)} = \frac{S \times F \times 0.01 \times 8 \times 1000}{100 \text{ (cc örnek miktarı)}}$$

F: 0.01 N KMNO₄ faktörü

II.3.2.7.Fosfat (Phosphate, PO₄) ve fosfat fosforu (phosphate phosphor, PO₄-P)

Fosfat ve fosfat fosforu ölçmeleri Dr.Lange LP2W Digital Photometer cihazıyla yapılmıştır.

II.3.2.8.Bakır (Copper, Cu⁺²) ve Demir (Iron, Fe⁺²)

Demir ve Bakır analizleri konserve örnekler hazırlanarak Perkin Elmer 1100 B Atomic Absorption Spectrophotometer cihazıyla gerçekleştirilmiştir.

II.3.2.9.Toplam azot (Total nitrogen, N₂)

Toplam azot, Kjeldahl metoduyla belirlenmiştir. Bulunan azot değeri organik azotla amonyum azotunu içermektedir. Metod iki safhadan oluşmaktadır:

1. Azotu amonyuma çevirmek için, su örneğinin dijesyonu.
2. Dijesyona uğramış örnekte, amonyum tayini.

Metodun ayrıntılarına uzun ve karmaşık olduğu için girilmeyecektir. Okunan sarfiyat değeri aşağıdaki formülle toplam azota dönüştürülür.

$$\text{Toplam Azot (ppm)} = N \times S \times 14.01 \times 10$$

F: 0.05 N H₂SO₄ faktörü

II.3.3. Bakteriyolojik Parametreler

Günümüzde su kalitesi araştırma çalışmalarında iki metod yaygın olarak kullanılmaktadır. Membran-Filtre Metodu ve Çok Tüplü Metod. Membran Filtre Metodu çabuk olmasına ve tam sayıyı vermesine rağmen hem pahalı olması hem de büyük laboratuvar olanakları gerektirmesi nedeniyle bilimsel araştırmalarda genellikle tercih edilmemektedir. Çok tüplü metods ucuz olmasına rağmen vakit almaktadır. Ayrıca bu metod tam sayıyı verememekte üstelik sonuçlarda bir kesinlik ortaya koyamamaktadır. Sonuçlar en olası sayı (most probable number) olarak verilmektedir. Yine de basit laboratuvar aletleriyle uygulanabilmesi bu metodun yaygın olmasının en önemli nedenidir. Aşağıda Dünya Sağlık Örgütü tarafından demonstrasyonu yapılan metodun, uygulama sırasında takip edilecek iş akışı tarif edilmiştir.

II.3.3.1. Çok Tüplü Metodla Bakteriyolojik Analizin İş Akışı (WHO, 1961)

1. GÜNDE YAPILAN İŞLEM

A. BESİ ORTAMININ HAZIRLANMASI

Bu madde üstte belirtilen maddelerin belirtilen oranda karıştırılmasıyla elde edilmiştir ve litreye 40gr konularak karıştırılmaktadır.

B.DAĞITIM VE STERİLİZASYON

Çift güçlü buyyon analizi yapılacak su örneği sayısı kadar tüpe(4 adet), 12-15 ml olarak, tek güçlü buyyon su sayısının iki katı kadar tüpe 5-6 ml olarak dağıtılır. Brilliant Green besi ortamından da 7-10 ml olarak 8 tüpe dağıtılır.

Ağızları pamukla kapalı bu tüpler 120°C sıcaklık ve 1 atmosferlik basınç altında 30 dakika süreyle sterilize edilirler.

Otoklavdan çıkarılan tüpler, sterilizasyonlarını kontrol etmek amacıyla 24 saat süreyle 37° C'lik etüve alınır.

2. GÜNDE YAPILAN İŞLEM

A.EKİM

Sterilizasyon kontrolleri (-) çıkan besi ortamı içeren tüpler, ekim yapılmak üzere etüvden çıkarılır.

ÇGSB içeren tüplere 10'ar ml, TGSB içeren tüplere 1.0 ve 0.1 ml olmak üzere analiz edilmek istenen su örneklerinden konulur.Ekim esnasında sterilizasyona çok dikkat etmek gerekir. Bu nedenle bir alev kaynağından yararlanılabilir. Bu şekilde ekim yapıldıktan sonra tüpler 37° C sıcaklıktaki etüve konur. 24 saat sonunda durham tüplerinde gaz oluşumu gözlenen deney tüpleri ayrılır. Gaz oluşumu durham tüplerinin üst kısmında oluşan hava kabarcığından anlaşılır. Gaz oluşumu gözlenmeyenler 24 saat daha etüvde bekletilir. Toplam 48 saat sonunuda, gaz oluşumunun görülmediği tüpler (-) olarak değerlendirilir. Gaz oluşumu görülen tüplerdeki bu duruma Koliform bakterilerinin mi neden olduğu sorusuna cevap ise ancak doğrulama deneyi sonunda ortaya çıkabilir.Bu nedenle gaz oluşumu görülen tüpler

hemen, vakit kaybetmeden, doğrulama deneyine alınmalıdır çünkü zamanla besi ortamının asiditesi yükselir ve bakteriler ölebilir.

4. GÜNDE YAPILAN İŞLEM

48 Saatlik inkübasyondan sonra gaz oluşumu gösteren tüpler için hemen doğrulama deneyi amacıyla ekim yapılmalıdır. Ekimde, daha önceden hazırlanan BG çözültisi içeren tüplere öze ucuyla(yaklaşık yarım damla) en çok üreme görülen tahmin tüpünden alınarak konur. Tüplerin biri 37°C lik Diğeri 44°C lik etüvlere konur.

6. GÜNDE YAPILAN İŞLEM

48 saat sonunda gaz oluşumu görülen 37°'lik etüvden çıkarılan tüplerde gaz oluşumu varsa Koliform (+), 44° C lik etüvden çıkarılan tüplerde gaz oluşumu varsa Fekal Koliform (+) olarak değerlendirilir.

Tablo 6. Bakteri miktarını belirlemek amacıyla kullanılan tablo (WHO, 1961).

Ekilen su miktarı			En olası sayı (MPN)/ 100 ml
10 ml	1 ml	0.1 ml	
+	+	+	240 dan fazla
+	+	-	240
+	-	-	23
+	-	+	95
-	+	+	19
-	+	-	9

II.4.Büro Yöntemleri

II.4.1.Havzanın Bazı Fizyografik Karakteristiklerinin Belirlenmesi

Havzanın fizyografik karakteristiklerini belirlemek amacıyla Harita Genel Komutanlığı tarafından hazırlanmış, aşağıda pafta numaraları verilen 1/5000 lik ortofotolardan yararlanılmıştır.

İstanbul	F 22 - d - 06 - a	F22 - d - 11 - b
	F 21 - c - 10 - b	F22 - d - 11 - a
	F 22 - d - 06 - d	F22 - d - 06 - c
	F 21 - c - 10 - c	F22 - d - 06 - b

II.4.1.1.Havzanın Alanı

Havza alanı planimetre kullanılarak hesaplanmıştır. Bunun için öncelikle havzanın sınırları çizilmiş daha sonra ortofotolardan küçültülerek hazırlanan 1/10 000 lik haritadan yararlanılmıştır.

II.4.1.2.Havzanın Şekli

Havza şeklini ifade etmek için form faktörü, dairesellik ve uzunlaşma oranları belirlenmiştir.

- Form Faktörü (*form factor*)

Havzaya düşen yağışın derelere ulaşma zamanını etkilemesi bakımından önemli olan bu havza karkteristiği aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Form faktörü (F)} = \frac{b}{L} \quad (\text{boyutsuz}) \quad \begin{array}{l} b: \text{Havzanın ortalama genişliği (km)} \\ L: \text{Havza uzunluğu (km)} \end{array}$$

Havzanın ortalama genişliği (b) şu formülle hesaplanabilir:

$$\text{Havza ort. genişliği (b)} = \frac{A}{L}$$

- Dairesellik Oranı (*circularity ratio*)

Havza alanının, havza çevre uzunluğuna eşit çevre uzunluğuna sahip bir dairenin alanına oranını, ifade eden dairesellik oranı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır. Jeolojik yapı bakımından homojenlik gösteren havzalarda bu oran 0.6-0.7 arasında değişmektedir. 0.4-0.5 arasında değişenler ise nispeten heterojen bir jeolojik yapıya sahip olup, bu oran uzunlamasına bir havza şeklini temsil eder (Balci, Özyuvacı 1988).

$$\text{Dairesellik oranı (Rc)} = \frac{A}{A_d} \quad (\text{Boyutsuz}) \quad \begin{array}{l} A_d: \text{Havzanın çevre uzunluğuna} \\ \text{eşit dairenin alanı (km}^2\text{)} \end{array}$$

- Uzunlaşma Oranı (*elongation ratio*)

Havza şeklinin darlık veya genişliğini tanımlamada kullanılan bir parametre olan uzunlaşma oranı; havzanın alanına eşit bir dairenin yarıçapının, havzanın maksimum uzunluğuna oranıyla ifade edilir. Oranın 1 olması alçak topoğrafik yapıya sahip bölgeleri, 0.6-0.8 arasındaki değerler ise dik ve sarp bir yapıyı ifade etmektedir. Aynı iklim ve jeolojik yapıyı gösteren bölgelerde bu oran daha düşüktür (Balci, Özyuvacı 1988)

$$\text{Uzunlaşma oranı} = \frac{A_r}{L} \quad (\text{Boyutsuz})$$

A_r : Havza alanına eşit bir alana sahip dairenin yarıçapı (km)

II.4.1.3.Havzanın Drenaj Durumu

Havzanın drenaj durumu, o havzadaki doğal drenaj kanallarını oluşturan ana mecra ve ona bağlı bulunan çok çeşitli ve değişik derecelerdeki yan kolların veya derelerin havzaya düşen yağış sularını boşaltabilme yeteneği veya kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (BALCI ve ÖZYUVACI, 1991). Bu kapasiteyi ifade edebilmek amacıyla geliştirilen yöntemler şunlardır;

- Dere Sıklığı (creek frequency)

Bir havzadaki birim alana düşen dere sayısını ifade eden dere sıklığı aşağıdaki formülle bulunur. Bu sayı ne kadar büyük olursa havzanın drenaj durumu da o ölçüde elverişlidir (BALCI ve ÖZYUVACI, 1988).

$$\text{Dere sıklığı (Ds)} = \frac{N_s}{A} \quad (\text{adet/km}^2)$$

N_s : Havzadaki toplam dere sayısı

- Drenaj yoğunluğu (*drainage density*)

Bir havzadaki drenaj durumunu saptamada dere sıklığına yardımcı bir eşitlik olarak drenaj yoğunluğunun saptanması da gerekmektedir. Zira dere sayısı değerleri eşit olduğu halde dere uzunlukları birbirinden farklı olan havzaların drenaj kapasitelerinin aynı olduğu söylenemez. Bu eksiklik drenaj yoğunluğu kavramıyla giderilebilmektedir.

Genel olarak küçük drenaj yoğunluğu değerleri röliyefin alçak olduğunu ve arazinin sık bir vejetasyon örtüsüyle kaplı bulunduğu havzalarda ve alt toprağın çok dayanıklı ve geçirgen olduğu bölgelerde görülmektedir. Buna karşılık büyük drenaj yoğunluğu değerleri ise daha ziyade dağlık ve vejetasyonun seyrek olduğu ve alt toprağın da dayanıksız ve geçirgenliğinin de az olduğu yerlerde söz konusudur (BALCI ve ÖZYUVACI, 1988).

Drenaj yoğunluğu havzada bulunan tüm derelerin toplam uzunluğunun havzanın alanına oranlanması ile elde edilir

$$\text{Drenaj yoğunluğu (Dy)} = \frac{\sum L}{A} \quad (\text{km}^{-1}) \quad \sum L: \text{Havzada bulunan tüm derelerin toplam uzunluğu (km)}$$

II.4.1.4.Havzanın Ortalama Yüksekliği

Havza yüksekliği, iklim ve özellikle yağış ilişkilerinde önemli bir role sahiptir. Sıcaklık, yağışların kar veya yağmur şeklinde düşmesine ve su kayıplarının miktarı, şekli ve seyri yönünden önemlidir. Bu özellik suyun kalite ve miktarına da etki etmektedir (BALCI ve ÖZYUVACI, 1988).

Havzanın ortalama yüksekliğini hesaplamak amacıyla eşyüksekti eğrili harita üzerinde tesviye eğrileri arasındaki alanlar ölçülür. Ölçülen bu alanların toplam alana göre oranları bulunur. Havzanın ortalama yüksekliği de aşağıdaki formül yardımıyla bulunmuştur.

$$H = \frac{\sum(a \times h)}{A} \quad (\text{m})$$

H: Havzanın ortalama yüksekliği (m)
a: İki eşyüksekti eğrisi arasındaki alan (ha)
h: İki eşyüksekti eğrisi arasındaki ortalama yükseklik (m)

II.4.1.5.Havzanın Ortalama Eğimi

Havzanın fizyografik özelliklerinden birisi olan eğim, havza amenajmanında gerek hidrolojik, gerekse su erozyonu bakımından büyük önem taşır. Yüzeysel akışın oluşmasında ve dolayısıyla dere akımına ait hidrografın şekli ve pik akım oluşumunda önemli bir etkindir. Ayrıca erozyon ve havza hidrolojisi bakımından rol oynayan arazi kullanma planlaması çalışmalarında da yine havza ortalama eğimi ve eğim durumu üzerinde titizlikle durulması gerekir (BALCI ve ÖZYUVACI, 1988).

Havzanın birçok hidrolojik özelliğini etkileyen ortalama eğimi şu formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Ortalama Eğim (S)} = \frac{D \times L}{A} (\%)$$

L: Havzadaki tesviye eğrilerinin toplam uzunluğu (m)
D: İki tesviye eğrisi arasındaki yükseklik farkı (m)
A: Havza alanı (m)

II.4.2.İstatistiksel Değerlendirmeler

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi amacıyla SPSS 5.0 for Windows ve EXCEL 5.0 yazılımlarından yararlanılmıştır. Boxplot, scatter, çizgi ve sütun grafiklerle gösterimlerin yanında varyans (Fischer testi, Levene Testi) ve aritmetik ortalama karşılaştırmaları (LSD, Bonferonni, Duncan's multiple range test, Tukey B, Tukey HSD, Student-Newman-Keuls ve Scheffé testleri) ayrıca Pearson korelasyon katsayısı ve regresyon analizleri yapılmıştır.

III.BULGULAR

III.1.Su Analizlerinin Sonuçları

III.1.1.Fiziksel Parametreler

III.1.1.1. Elektriksel İletkenlik

Şekil 8’de her örnekleme noktası için ölçülen elektrik iletkenlik değerlerinin dağılımı verilmiştir.

Tüm diğer parametrelerde de uygulandığı gibi elektriksel iletkenlik değerlerinin dağılımı boxplot dağılımı grafikleriyle gösterilmiştir. Dikdörtgen içinde kalan alan ölçüm değerlerinin %50 lik kısmını ifade etmektedir. Dikdörtgenin yatık T şeklindeki uzantıları ölçme değerlerinin dağılım genişliğini göstermekte, “#” ve “o” sırasıyla uç (extreme) ve aykırı (outliers) değerleri ifade etmektedir. Bir değer aykırı değer olması için şu koşulu sağlaması gerekir;

$$\text{veri değeri} > Q3 + c1.(Q3-Q1)$$

Q1: Birinci kartil

Q3: Üçüncü kartil

c1: katsayı (1.5)

Bir değer uç değer olması için ise;

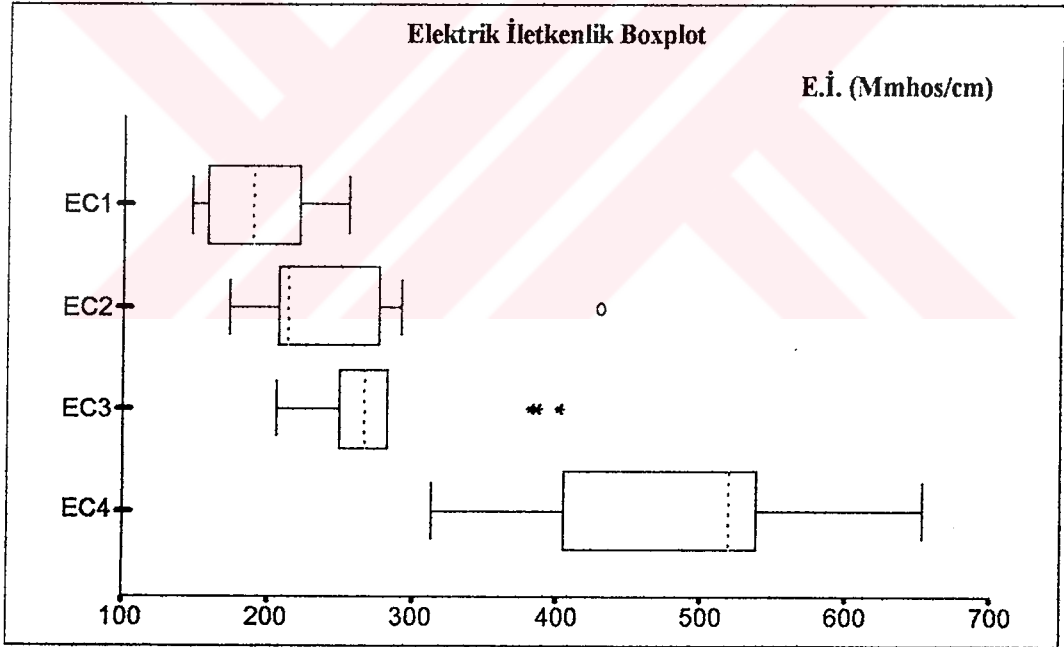
$$\text{veri değeri} > Q3 + c2.(Q3-Q1)$$

c2: katsayı (3.0)

şartını sağlaması gerekir. Uç ve aykırı değerlerin belirlenmesi ölçme veya veri işleme hatalarının fark edilmesi yanında ekstrem değerlere dikkatin çekilmesi açısından önemlidir. Dikdörtgen içindeki noktalı çizgi medyan değeridir. Medyan nasıl küçükten büyüğe doğru

sıralanmış bir seriyi iki eşit parçaya bölen değerse, kartiller de bir seriyi dört eşit parçaya bölen değerlerdir (Gürsakar, 1997)

2 ve 4 numaralı örnekleme noktalarından alınan su örneklerinin elektrik iletkenlik değerlerinin çok geniş bir aralıkta dağılım gösterdikleri (2 numara 173-292, 4 numara 313-653 $\mu\text{mhos/cm}$), buna karşın 1 numaranın elektrik iletkenlik değerlerinin nispeten daha dar bir dağılım aralığında yer aldığı söylenebilir (148 - 264 $\mu\text{mhos/cm}$). 3 numaranın değerlerinin de dar bir aralıkta toplandığı (207-283 $\mu\text{mhos/cm}$) görülmektedir. Dikkat edilmesi gereken bir nokta da 2, 3, ve 4 numaralı örneklerde ekstrem değerlerin bulunmasıdır. 2 numarada 430 $\mu\text{mhos/cm}$ aykırı, 3 numarada 382, 387 ve 402 $\mu\text{mhos/cm}$ ve 4 numarada da 839 $\mu\text{mhos/cm}$ değerleri uç değer olarak kabul edilmektedir.



Şekil 8. Elektrik iletkenlik boxplot dağılım grafiği.

Örnekleme noktalarının elektrik iletkenlik değerleri arasındaki korelasyon katsayıları tablo 7 de verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi 1,3 ve 4 numaralı örnekleme noktaları

arasında anlamlı güçlü korelasyon ilişkisi saptanmışken 2 numaralı örnekleme noktasıyla diğer hiçbir nokta arasında 0.05 anlamlılık düzeyinin altında bir korelasyon ilişkisi bulunamamıştır.

Tablo 7. Elektrik iletkenlik değerleri arasındaki korelasyon katsayıları

Örnekleme noktası	EC1	EC2	EC3	EC4
EC1	1.0	0.47	0.96***	0.78***
EC2		1.0	0.46	0.41
EC3			1.0	0.59*
EC4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık
** 0.01 düzeyinde anlamlılık
* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Öte yandan dört örnekleme noktasının varyansları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı yapılan varyans analizleriyle (F testi, Levene testi) araştırılmıştır. Bulunan F katsayısı ($F = 34.31$), %0.1 güven düzeyinde, L katsayısı ($L = 5.17$) %0.3 düzeyinde anlamlılık ifade etmektedir dolayısıyla dört örnekleme noktasının varyansları arasında anlamlı fark olduğu söylenebilir. Bu nedenle aritmetik ortalamaları karşılaştırma yoluna gidilmiştir. Aritmetik ortalama karşılaştırmalarında %0.05 anlamlılık düzeyi baz alınmıştır. LSD (Least square difference), Duncan ve Student-Newman-Keuls testleri ile yapılan uygulamada 1-3, 1-4, 2-4, 3-4 grupları arasında fark bulunurken Bonferonni (Modified LSD test), Tukey-HSD (High significance Difference), Tukey-B ve Scheffe testleri ile yapılan uygulamada 1-4, 2-4, 3-4 arasında anlamlı fark bulunurken, 1-3 arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

Bir numaralı örnekleme noktası için ölçülen elektrik iletkenlik değerlerinin ölçme periyodundaki değişimine göz atacak olursak Ocak ortasına kadar azalan bir trend, Şubat

ortasına doğru bir artma, daha sonra yine azalan bir trendle karşılaşyoruz. Aritmetik ortalama değeri olan 200 den çok fazla bir sapma olmadığını ise standart sapma değerine bakarak söyleyebiliriz ($s = 40.4$). Ayrıca dikkat edilmesi gereken bir nokta da trend çizgisinin $0.70 R^2$ değerini ikinci dereceden bir denklemlerle yakalayabilmiş olmasıdır. Bunun anlamı ölçme değerlerinin az önce bahsettiğimiz trendi iyi takip ettiğidir.

2 numaralı örnekleme noktası ise 1, 3 ve 4 numaralı örnekleme noktalarıyla benzer bir trend izlememektedir. Korelasyon katsayılarına bakılarak bu durum zaten tahmin edilebilir (2 numaranın diğer örnekleme noktalarıyla gösterdiği düşük (anlamsız) korelasyon). Öte yandan 24.1.1997 tarihinde normal akım esnasında ölçülen $430 \mu\text{mhos/cm}$ değerini gözardı edersek 2 numarada sürekli azalan bir değişim olduğunu söyleyebiliriz. Fakat yine 0.52 olarak, ancak altıncı dereceden elde edilebilen R^2 değeri ölçme sonuçlarının trend çizgisine pek fazla uymadığını göstermektedir. Aritmetik ortalamadan (247) olan standart sapma 63.0 olarak bulunmuştur. Yine de yukarıda belirttiğimiz ekstrem değer ($430 \mu\text{mhos}$) gözardı edilirse 2 numaranın hem trend çizgisine yüksek bir R değeriyle uyabileceğini, hem de standart sapma değerinin çok düşük olacağını (38.7) dikkate almak gerekir.

3 ve 4 numaralı örnekleme noktalarının ölçme periyodundaki değişimlerini değerlendirecek olursak, göze ilk çarpan şey, 3 numara değerlerinin daha stabil olduklarıdır. Gerçekten de 3 numara değerlerinin değişimi logaritmik bir eğriyle yüksek bir uyum ($R = 0.79$) göstermektedir. Aritmetik ortalaması $283 \mu\text{mhos/cm}$, standart sapması 63.1 dir. 4 numara değerlerinin geniş varyasyon aralığı sonucu ancak üçüncü dereceden bir denklemle trend çizgisine 0.5 in üzerinde ($R^2 = 0.57$) bir uyum sağlanabilmektedir. 4 numaranın aritmetik ortalaması $514 \mu\text{mhos/cm}$, standart sapması 140.0 dir. 3 numara değerlerinin ölçme periyodundaki değişimi 1 numaraninkine çok benzemektedir ($r = 0.96^{***}$). Ocak ayı başlarına kadar bir iniş trendini, Şubat başına kadarki bir çıkış trendi izlemektedir. Daha sonra ise tekrar yavaş bir iniş gözlenmektedir. 4 numaralı örnekleme noktasınının değerleri ise 25.10.1996 ve

15.1.1997 tarihlerinde çok dik iki iniş göstermekte, daha sonra ise düzenli bir düşüş trendi izlemektedir.

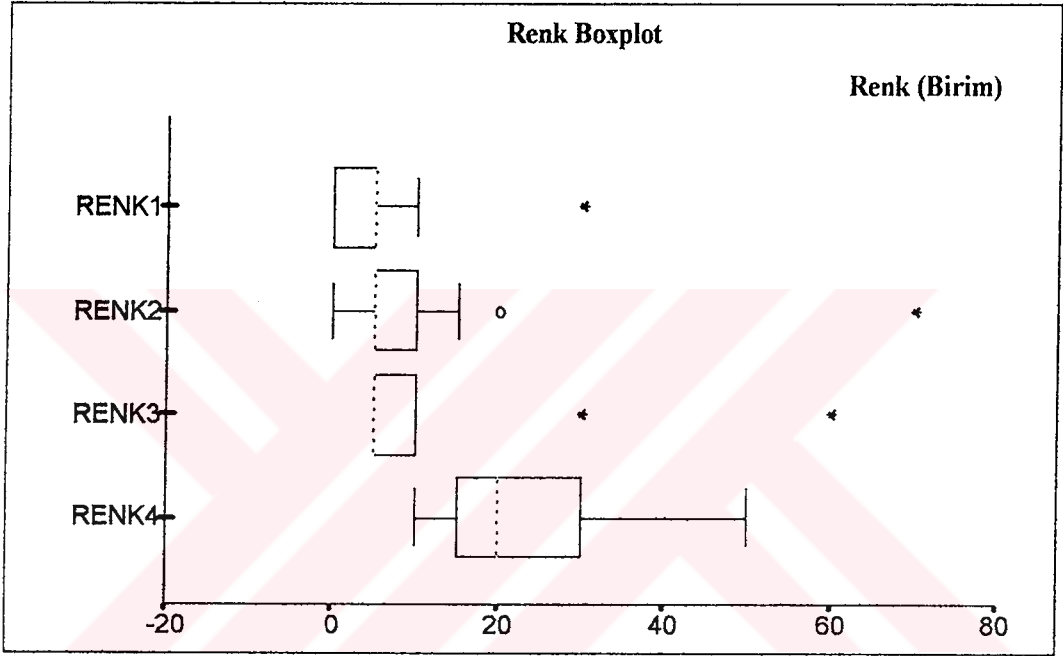
Elektrik iletkenlik parametresinin ölçme periyodundaki yersel değişimini ortaya koymak için ise her örnekleme noktasının değerlerinin aritmetik ortalaması alınmış ek grafik **de gösterilmiştir. Buna göre 1den 2 ve 3. örnekleme noktalarına geçerken hafif bir artış, 3'den 4 numaraya geçerken ise dik bir artış söz konusudur. Artış trendi yüksek bir R^2 değeriyle ikinci dereceden eğrisel bir parabole uyum göstermektedir.

Öte yandan örnekleme noktalarını su kalitesi açısından değerlendirmek gerekirse, 4 numaralı örnekleme noktası elektrik iletkenlik değerlerinin ortalaması olan 514 $\mu\text{mhos/cm}$ nin orta derecede ($250 < c_2 < 750$) tuzluluk tehlikesi sınıfına girdiği, ayrıca 19.10.1996 tarihinde 830 $\mu\text{mhos/cm}$ ile yüksek tuzluluk tehlikesi alt sınır değerinin ($750 < c_3 < 2250$) aşıldığı gözlenmiştir. 1 ve 2 numaralı örnekleme noktaları tuzluluk tehlikesi açısından az tuzlu ($0 < 200 < 250$, $0 < 247 < 250$), yani c1 sınıfına girmekte fakat her iki noktada da Aralık ve Ocak aylarına kadar orta derecede tuzluluk sınıfının alt değeri olan 250 $\mu\text{mhos/cm}$ un sık sık aşıldığı gözlenmektedir. 3 numaralı örnekleme noktasında ise ortalama değer olan 283, tehlike açısından orta sınıfta ($250 < c_2 < 750$) yer almaktadır. Yine bu noktada da, kış öncesi 400 $\mu\text{mhos/cm}$ nin üzerinde başlayan örnekleme ilk bahar ortalarında 200 $\mu\text{mhos/cm}$ değerlerine kadar düşmüştür.

III.1.1.2. Renk

Renk parametresi birim olarak ifade edilmektedir. Her örnekleme noktası için ölçülen renk değerlerinin dağılım biçimi Şekil 9'da verilmiştir. Dikkati çeken ilk nokta 4 numaralı örnekleme noktasının ölçüm değerlerinin yine çok geniş bir aralıkta yer almasıdır. Diğer noktalar nispeten dar bir aralıkta dağılım göstermektedirler. 1 numara en stabil değerlere sahiptir, 3 ve 2 numaralar daha sonra gelmektedir. 1 numaralı örnekleme noktası için 30

ekstrem, 2 numara için 20 aykırı 70 ekstrem, 3 numara için 30 ve 60, 4 numara içinse 140 birim ekstrem değerleri teşkil etmektedir. Ölçüm değerlerinin %50 sini ifade eden dikdörtgen 1 numaralı noktada 0-5 arasını, 2 numarada 5-10 arasını, 3 numarada yine 5-10 arasını, dört numarada ise 15-30 arasını kapsamaktadır. Medyan değeri 1, 2 ve 3 numaralar için 5 birim, 4 numara için ise 20 birimdir.



Şekil 9. Renk değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Örnekleme noktaları için ölçülen renk değerleri arasındaki korelasyon ilişkileri aşağıda verilmiştir. 1-2 numaralı ve 3-4 numaralı örnekleme noktalarının renk değerleri arasında anlamlı korelasyon ilişkisi saptanmıştır. 1 ve 2 numaralı örnekleme noktalarıyla 4 numaralı nokta değerleri arasındaki korelasyon ilişkisinin çok zayıf olması dikkat çekicidir.

Tablo 8. Örnekleme noktalarının renk değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Renk1	Renk2	Renk 3	Renk 4
Renk1	1.0	0.93***	0.42	0.35
Renk2		1.0	0.38	0.31
Renk3			1.0	0.61*
Renk4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Örnek grupları arasında yapılan varyans analizi sonuçlarına göre F testiyle ($F = 4.52$) %0.7 ($\alpha = 0.007$) anlamlılıkla fark bulunmuş, Levene testi uygulaması ise %5 düzeyinin altında bir anlamlılık değeri ortaya koymuştur. Dolayısıyla F testi gruplar arası fark bulmasına rağmen Levene testiyle bulunamamıştır. Sonuçta aritmetik ortalamaları karşılaştırma yoluna gidilmiş, yine %5 ($\alpha = 0.05$) anlamlılık düzeyi esas alınmıştır. LSD, Duncan Student-Newman-Keuls ve Tukey B testleri ile 1-4, 2-4 ve 3-4 numaralı gruplar arasında fark bulunurken, Bonferonni, Tukey HSD ve Scheffe testleri sonucu sadece 1. ve 4. örnekleme noktaları arasında anlamlı fark bulunmuştur.

Renk değerlerinin her örnekleme noktası için ayrı ayrı zamansal değişimine bakacak olursak; 1, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının 25.10.1996 ve 3.4.1997 tarihlerindeki pik akımlardan büyük oranda etkilendikleri hemen göze çarpmaktadır. 25.10.1996 tarihindeki pik akımdan sonra 1 numara, 0-10 birim renk değerleri arasında salınım göstermektedir. 2 ve 3 numaralı örnekleme noktaları da yukarıda belirttiğimiz tarihlerde çıktıkları maksimum noktalar dışında, 2 numara 0-20, 3 numaraysa 5-10 birim değerleri arasında değişim göstermektedir. 4 numaralı örnekleme noktasının renk değerleri değişimi açısından göze ilk çarpan şey, pik akımlardan diğer noktalar kadar etkilenmediğidir. 19.10.1996 tarihli değer dışında ölçüm sonuçları 10-50 birim arasında dağılım göstermektedir.

1. ve 2. örnekleme noktaları ölçme periyodundaki değişimi benzer bir trend izlemektedir ($r = 0.925^{***}$). 3 ve 4 numara değerlerinin değişimlerinin de uyumlu olduğu söylenebilir ($r = 0.61^*$).

Her noktanın ayrı yarı ortalamasını alıp, renk değerlerinin yersel değişimini ortaya koymak amacıyla çizilen grafikten de görüleceği gibi renk parametresi 1 numaradan 2 numaraya geçerken orta derecede bir artış, 2 den üçe geçerken hafif bir düşüş, 3 den 4 e geçerken de dik bir artış göstermektedir. Örnekleme noktalarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları aşağıda verilmiştir.

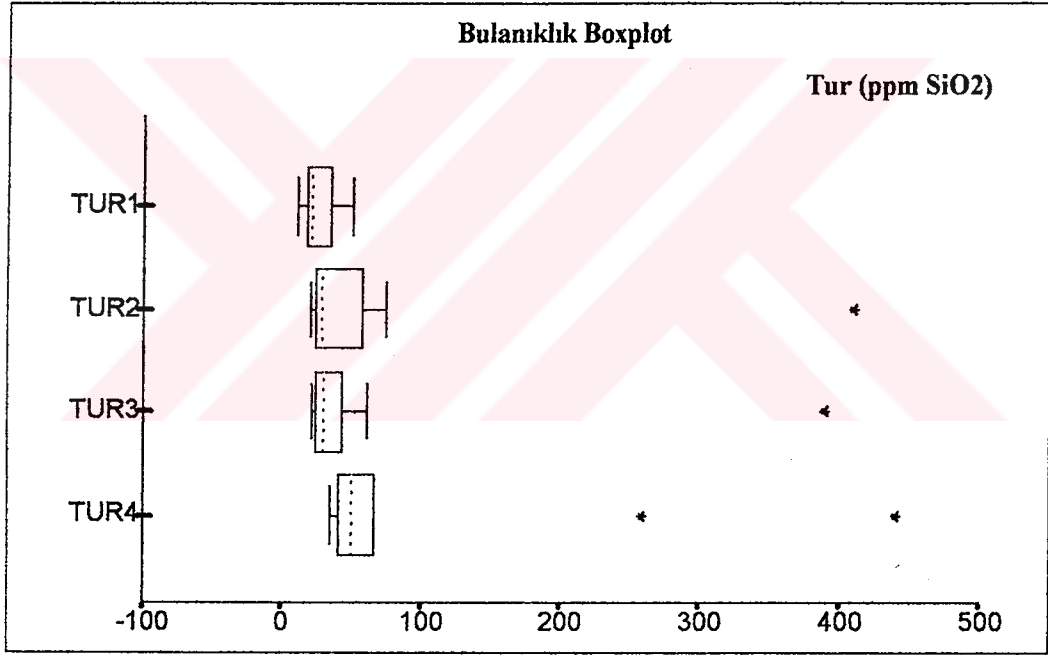
Tablo 9. Renk parametresi için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

Örnekleme Noktası	1	2	3	4
Arit. Ort (\bar{x})	5.36	12.90	12.30	32.90
St. Sapma (s)	7.67	17.00	15.30	31.90

Renk ölçüm sonuçlarının su kalitesi açısından değerlendirmesine gelince; içme suyu standartlarına göre (önerilen sınır değerleri USPHS(1962) = 15, WHO-Uluslararası(1963) =5) 1 numaralı örnekleme noktası sularının çoğu örnekleme zamanında içilebilir özellikte olduğu söylenebilir. 2 ve 3 numaralar da bazen önerilen sınır değerlerin altında kalmaktadır. Öte yandan aritmetik ortalamalarına baktığımız zaman 1, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının hepsinde suyla ilişkili (yatçılık, yüzme vb.) rekreasyon olanağı (<15) olduğu söylenebilir. Endüstriyel su kalitesi standartlarına göre bazı kuruluşlar için (Buz üretimi, ince kağıt, pamuk bandaj vb.) her dört nokta da yetersiz kalitededir (< 5).

III.1.1.3. Bulanıklık

Bulanıklık değerleri ppm SiO₂ birimiyle ifade edilmektedir. Bulanıklık boxplot grafiğinde örnekleme noktaları ölçüm değerlerinin dağılımları gösterilmiştir. Buna göre yine en uniform dağılımı 1 numara göstermektedir ($x_1 = 27.3$, $s_1 = 12.4$), daha sonra 3 ($x_3 = 61.2$, $s_3 = 95.6$), 2 ($x_2 = 65.6$, $s_2 = 96.9$) ve 4 numaralı ($x_4 = 94.8$, $s_4 = 110.0$) örnekleme noktaları gelmektedir. 2 numaralı nokta için 430, 3 numara için 390, 4 numara içinse 260 ve 440 ppm SiO₂ değerleri uç değerler olarak belirlenmiştir.



Şekil 10. Bulanıklık değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Örnekleme noktaları arasındaki korelasyon katsayıları Tablo 10' da verilmiştir. Buna göre 3 ve 4 numaralı örnekleme noktaları arasında sıkı bir korelasyon ilişkisi varken, 1-3, 2-3 ve 2-4 arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmektedir. 1 ve 4 numaralı örnekleme noktaları

ölçüm değerleri arasında %1 ($\alpha = 0.01$) düzeyinde anlamlı bir korelasyon saptanırken 1 ve 2 numaralar arasında da %5 düzeyinde anlamlı korelasyon ilişkisi bulunmuştur.

Tablo 10. Bulanıklık değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Bul1	Bul2	Bul3	Bul4
Bul1	1.0	0.56*	0.53	0.66**
Bul 2		1.0	0.01	0.48
Bul 3			1.0	0.88***
Bul 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Öte yandan, yapılan Fischer (F : 1.29) ve Levene (L: 1.73) testleri örnekleme noktaları bulanıklık değerleri arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Aritmetik ortalamalarını karşılaştırdığımız tüm testler de gruplar arasında %5 anlamlılık düzeyinin altında bir fark olmadığını teyit etmiştir.

Örnekleme noktalarının bulanıklık değerlerinin ölçme periyodundaki değişimlerine göz atacak olursak; 1 numaralı noktanın 25.10.1996 (48), 15.1.1997 (51) ve 3.4.1997 (47) tarihlerinde olmak üzere üç pik noktaya ulaştığını, bunun yanında trend belirlenirken ancak altıncı dereceden bir eğriyle 0.51 R_2 değerine ulaşabildiğini (çok değişken değerler) görmekteyiz. Yalnız az önce bahsettiğimiz üç tarihin de pik akım tarihleri olduğu ve ölçüm değerlerinin değişkenlik arz etmesine rağmen bu değişkenliğin 10-51 arasında, yani nispeten dar bir aralıkta yer aldığını belirtmek gerekir. 2 numaralı noktanın bulanıklık değerlerinin 25.10.1996 tarihindeki çok yüksek (410 ppm SiO_2) değerden sonra düştüğü ve 21-75 değerleri arasında salınım gösterdiği tespit edilmiştir. 3 numaranın değerleri de yine 22-62 arasında

değişirken 3.4.1997 tarihli pik akım sırasında ekstrem bir değere (390 ppm SiO₂) çıkmış sonra tekrar düşüş göstermiştir. 4 numarada ölçülen bulanıklık değerleri de 25.10.1996 ve 3.4.1997 tarihlerinde ekstrem değerlere ulaşmış, onun dışında 35-80 arasında salınım göstermiştir.

Görüldüğü gibi bulanıklık değerleri aynı renk değerlerinde olduğu gibi pik akımlardan çok fazla etkilenmekte, buna karşın özgül elektrik iletkenlik değerlerinin pik akımlardan çok fazla etkilenmediği göze çarpmaktadır.

Bulanıklık değerlerinin yersel değişimleri de aynı renk değerleri gibi çıkmıştır. 1. ve 2. noktalar arasında bir çıkış trendini 2-3 arasındaki hafif düşüş trendi izlemekte, 4. noktaya geçilirken dik bir çıkışla karşılaşmaktayız. Bulanıklık ölçüm değerleri için bazı tanımlayıcı özellikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 11. Bulanıklık parametresi için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

Örnekleme Noktası	1	2	3	4
Arit.Ort (x)	27.29	65.57	61.23	94.79
St.Sapma (s)	12.4	96.90	95.60	110.00

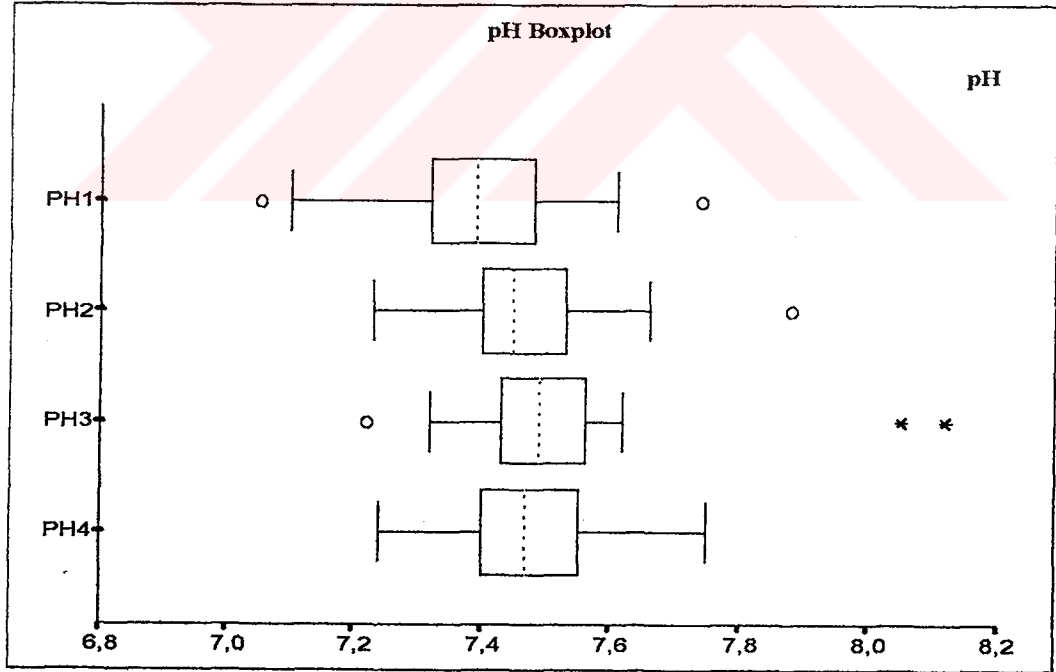
İçme suyu standartları için hem ABD Halk Sağlığı Örgütü hem de Uluslararası Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği bulanıklık sınır değeri 5 birimdir. Dünya Sağlık Örgütü kabul sınırını da 25 birim olarak belirlemiştir. Endüstriyel amaçlı kullanımda ise istenen bulanıklık değerleri 0-50 birim arasında değişmektedir. Rekreatif kullanıma konu olan sularda üst sınır 100 ppm SiO₂ kabul edilmektedir. Buna göre 1 numarada 12 ppm SiO₂ ye kadar düşük konsantrasyonlar ölçülmüş olsa da Balabandere suları bulanıklık değerleri genellikle içme suyu kalite sınır değerlerinin üzerinde yer almaktadır. Buna karşın 1 numaralı nokta birçok endüstriyel ihtiyaca cevap verebilecek nitelikte değerlere sahiptir. Fakat aynı şeyi diğer

noktalar için söylemek mümkün değildir. Diğer önemli bir nokta da 3 numara değerlerinin bazen, suyla temas edilen rekreasyon faaliyetleri açısından üst sınır değerini geçmesidir. Yani bu noktada, ki rekreasyon alanı içinde yer almaktadır, suyla temas edilen rekreasyon faaliyetleri açısından risklidir.

III.1.2.Kimyasal Parametreler

III.1.2.1.pH

pH değerlerinin dağılımında dikkati çeken şey tüm noktalar için pH değerlerinin uç ve aykırı değerler dışında 7-8 arasında dağılım göstermesidir. 7.05 ve 7.63 değerleri 1 numaralı örnekleme noktası için, 7.88 değeri 2 numara için ve 7.22 değeri de 3 numaralı örnekleme noktası için aykırı değerler olarak tespit edilmiştir. 3 numaralı örnekleme noktasında ayrıca 8.05 ve 8.12 değerleri uç değer olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 11. pH değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

pH değerleri arasındaki korelasyon ilişkileri yukarda incelediğimiz diğer parametrelere göre nispeten daha anlamlı ıkımdır. Sadece 1 ve 3 numaralar arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi yoktur. 2 ve 3 numaralar arasında da kuvvetli ($\alpha = 0.001$) bir korelasyon bulunmuştur.

Tablo 12. Örnekleme noktalarının pH değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	pH1	pH2	pH3	pH4
pH1	1.0	0.75**	0.45	0.56*
pH 2		1.0	0.88***	0.67**
pH 3			1.0	0.77**
pH 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Fischer ($F = 1.42$) ve Levene ($L = 0.73$) varyans homojenliği testleriyle gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını ifade edilmiş, bu durum aritmetik ortalamaları karşılaştırmak suretiyle de onaylanmıştır.

1 numaralı örnekleme noktasının zamansal pH değişimi grafiğine baktığımızda pH değerlerinin 7.05 - 7.74 aralığında çok değişken bir trend izlediğini görmekteyiz. 2 numara değerleri 7.23 - 7.88, 3 numara değerleri 7.22 - 8.12 ve 4 numara değerleri de 7.24 - 7.75 aralığında lme peryodu süresince değişim göstermektedir. Genel olarak lme peryodunda pH değerlerinin iniş trendi izledikleri söylenebilir.

pH parametresinin yersel değişimine bakacak olursak 1 numaradan 2 numaraya geerirken 0.11 birimlik bir artış, 2 den 3'e geerirken 0.05 birimlik artış ve 3 'den 4'e geerirken

0.07 birimlik bir azalma görülmektedir (Tablo 13). Örnekleme noktaları için pH değerlerinin bazı tanımlayıcı özellikleri şu şekildedir.

Tablo 13.pH parametresi için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

Örnekleme Noktası	1	2	3	4
Arit.Ort (x)	7.39	7.50	7.55	7.48
St.Sapma (s)	0.20	0.20	0.26	0.14

Aritmetik ortalamaları 7.39-7.55 arasında değişen pH değerleri önerilen içme suyu standart değer aralığında (7.0-8.5) yer almaktadır. PH değerleri ayrıca akuatik ekosistem (6.5-8.5), rekreasyonel faaliyetler(6.5-9.0) ve sulama suyu amacıyla kullanıma(7.0-8.5) da uygundur.

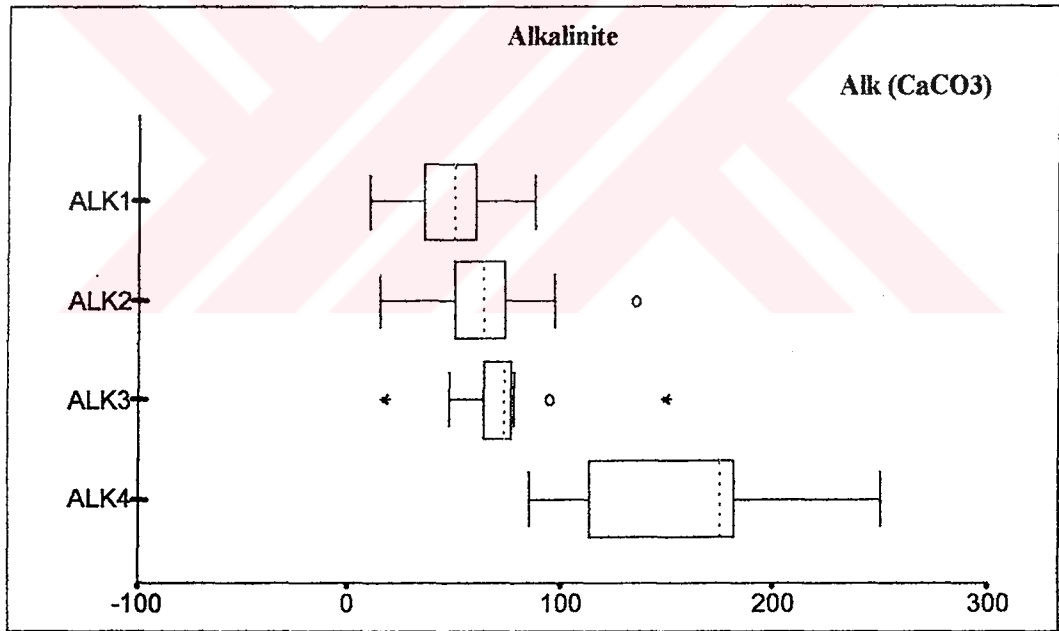
III.1.2.2.Alkalinite

Alkalinite değerleri ppm CaCO_3 birimiyle ifade edilmektedir. Alkalinite değerlerinin dağılım grafiğinde 1 numaralı örnekleme noktası için aykırı veya uç değer göze çarpmamakta, ölçüm sonuçları 10-87.5 arasında değişim göstermektedir. Alkalinite değerlerinin 1 numara için aritmetik ortalaması 53.04, standart sapması 22.12 olarak hesaplanmıştır. İki numara değerlerinin dağılımında 135.4 değeri aykırı olarak gösterilmiştir. 2 numara değerleri de 15-135.4 arasında değişim göstermektedir($x_2 = 68.97$, $s_2 = 30.24$). 3 numaralı örnekleme noktasında ise iki tane uç (17.5 ve 150), bir tane aykırı (95) değer göze çarpmaktadır. Bu noktanın dağılım aralığı 17.5-150, aritmetik ortalaması 72.84, standart sapması 29.8 olarak hesaplanmıştır. Dört numara değerleri oldukça geniş bir dağılım aralığında yer almıştır (85.5-300). Aritmetik ortalaması 171.5, standart sapması 58.15 olarak hesaplanmıştır

Fischer (28.45***) ve Levene (3.26*) testleri gruplar arasında anlamlı fark bulmuştur. Tüm aritmetik ortalama karşılaştırma testleri ise 1-4, 2-4 ve 3-4 arasında %5 anlamlılık düzeyinde fark olduğunu ortaya koymuştur.

Alkalinite değerlerinin zamansal değişimine bakacak olursak tüm noktalar için trend çizgisinin ancak altıncı dereceden denklemlerle, %50 anlamlılık düzeyinde tanımlanabileceği görülür. Bunun anlamı ölçüm değerlerinin çok değişken olmasıdır.

Su kalitesi açısından incelendiğinde 1, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının alkalinite açısından endüstriyel amaçlı kullanıma uygun olduğu (30-150), 4 numaranın ise uygun olmadığı ($x = 171.5$) görülmektedir.

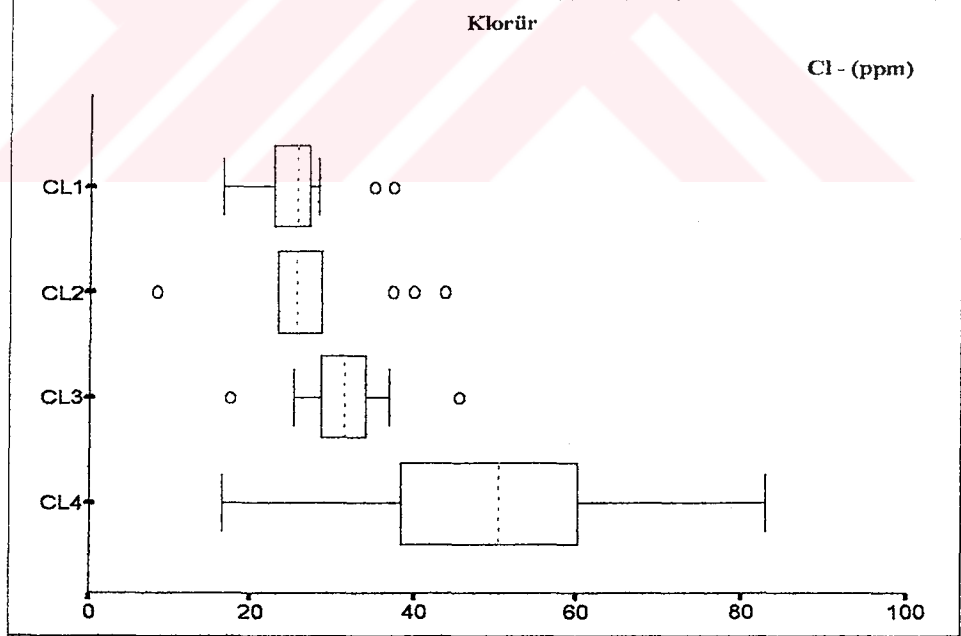


Şekil 12. Alkalinite değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

III.1.2.3.Klorür

Klorür değerleri ppm olarak ifade edilmektedir. Klorür boxplot dağılım grafiği, ölçüm sonuçlarının özellikle 4 numaralı örnekleme noktası için çok geniş bir varyasyon aralığında yer aldığını ortaya koymaktadır. Nitekim 4 numara değerleri 23.13 standart sapmayla ($x_4 = 54.85$), 16.5 - 106.8 değer aralığında dağılım göstermektedir. 3 numaralı örnekleme noktası ise 6.69 standart sapma değerine sahiptir ve 17.47 - 45.62 aralığında yer almaktadır ($x_3 = 31.07$). 2 numaralı örnekleme noktasının klorür değerleri aykırı değerler (8.25, 39.8, 40.77, 43.68) dışında, %50 lik dikdörtgen dışına taşmamıştır. 1 numarada ise iki aykırı değer göze çarpmakta (37.37, 39.8), dağılımın aritmetik ortalaması 27.05, standart sapması 6.38 olarak gerçekleşmektedir.

Fischer ($F = 13.36^{***}$) ve Levene ($L = 6.98^{***}$) testleri gruplar arasında varyans bakımından fark olduğunu, tüm aritmetik ortalama karşılaştırma testleri de bu farklılığın 1 ve 4 numaralı örnekleme noktaları arasında bulunduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 13. Klorür değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Klorür değerlerinin zamansal değişim grafikleri çok büyük benzerlik göstermektedir. Aralarında saptanan yüksek korelasyon ilişkileri de bu durumu doğrulamaktadır. Klorür değerleri tüm noktalar için ölçme periyodunun başlangıç döneminde oldukça değişken olmasına rağmen gittikçe daha stabil bir hal almaktadır. 12.11.1996 tarihinden itibaren tüm örnekleme noktalarında iniş trendi başlamakta, 2 numara hariç tekrar bu seviyeye çıkılmamaktadır. Örnekleme noktalarının klorür değerleri arasındaki korelasyon ilişkisi aşağıda görüldüğü gibi çok kuvvetli bulunmuştur. 2 ve 4 numaralar arasındaki ilişki hariç ($\alpha = 0.01$) diğer tüm ilişkiler % 0.1 düzeyinde anlamlılık ifade etmektedir.

Tablo 14. Örnekleme noktalarının klorür değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	CI 1	CI 2	CI 3	CI 4
CI 1	1.0	0.81***	0.90***	0.96***
CI 2		1.0	0.88***	0.75**
CI 3			1.0	0.89***
CI 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

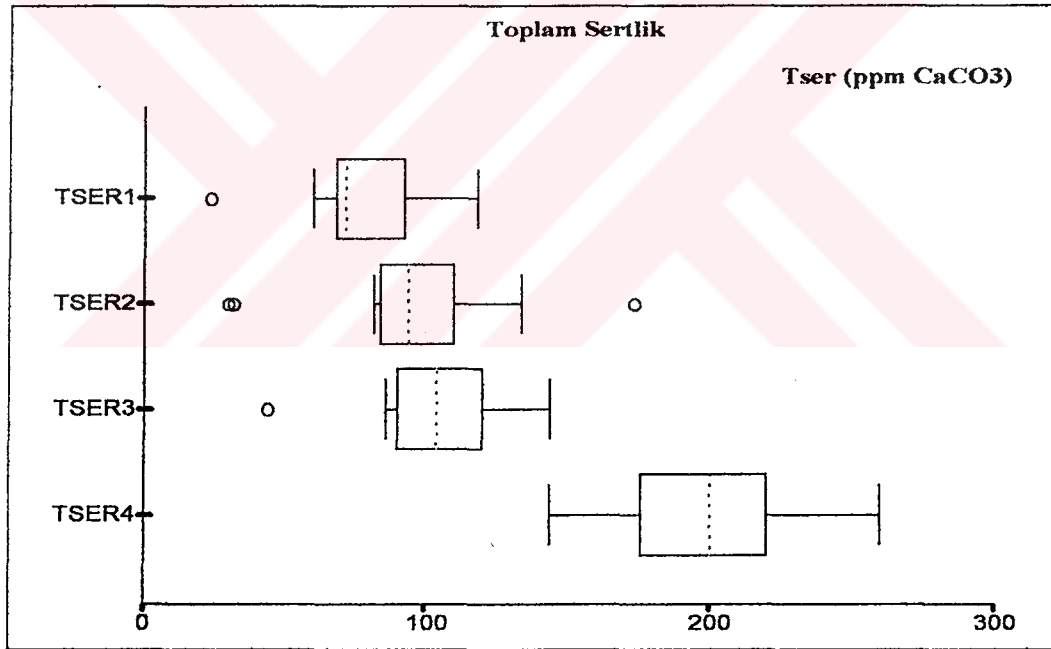
* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Klorür değerlerinin su kalitesi açısından değerlendirmesine gelince; tüm örnekleme noktalarının önerilen içme suyu klorür konsantrasyon sınır değerinin altında yer aldığını görmekteyiz (200 ppm).

III.1.2.4. Toplam Sertlik

Toplam sertlik değerleri ppm CaCO_3 birimiyle ifade edilmektedir. Toplam sertlik boxplot dağılım grafiğinde görüleceği gibi 1 numaralı örnekleme noktasının değerleri 24 -126

ppm CaCO₃ aralığında değişim göstermektedir. Dağılımın aritmetik ortalaması 78.43, standart sapması 29.71 olarak hesaplanmıştır. İki adet aykırı değer göze çarpmaktadır (24). 2 numaranın dağılım parametrelerine göz atacak olursak varyans aralığının 1 ve 3 numaralara göre daha geniş olduğunu söyleyebiliriz ($s_2 = 37.82$). Aritmetik ortalaması 97.14 olan iki numara değerlerinin dağılımında üç adet aykırı değer görünmektedir (30, 32, 174). 3 numara değerleri nispeten daha dar bir aralıkta yer almakta ($X_{max}-X_{min} = 100$), buna karşın 44 ppm CaCO₃ aykırı değer olarak karşımıza çıkmaktadır ($x_3 = 104.92$). 4 numaralı örnekleme noktası toplam sertlik parametresi bakımından da en geniş dağılım aralığına sahip örnekleme noktası olarak 144 - 260 ppm CaCO₃ aralığında dağılım göstermekte, aykırı veya uç değer göze çarpmamaktadır.



Şekil 14. Toplam Sertlik değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Örnekleme noktalarının toplam sertlik değerlerini karşılaştırmak amacıyla yapılan Fischer ve Levene testleri farklı sonuç vermiştir. Fischer testinde örnekleme noktaları

varyansları arasında fark olduğu ($F_r = 38.56^{***}$) ortaya konurken, Levene testi uygulamasında ($L_r = 0.58$) anlamlı bir fark bulunamamıştır. Aritmetik ortalama karşılaştırma testleri ise LSD hariç, 1-4, 2-4, 3-4 arasında %5 düzeyinde anlamlı fark olduğunu ortaya koymuştur. LSD testi 1 ve 3 numaraların aritmetik ortalamaları arasında da %5 düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur. Görüldüğü gibi genel olarak 4 numara ile tüm diğer noktalar arasında fark vardır, ayrıca zamansal değişim açısından 4 numaralı örnekleme noktası toplam sertlik değerleri diğer noktalarla düşük bir uyum göstermektedir. Korelasyon katsayıları aşağıda verilmiştir.

Tablo 15. Örnekleme noktalarının toplam sertlik değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Tser 1	Tser 2	Tser 3	Tser 4
Tser 1	1.0	0.86 ^{***}	0.86 ^{***}	0.50
Tser 2		1.0	0.88 ^{***}	0.38
Tser 3			1.0	0.49
Tser 4				1.0

^{***} 0.001 düzeyinde anlamlılık

^{**} 0.01 düzeyinde anlamlılık

^{*} 0.05 düzeyinde anlamlılık

Toplam sertlik değerlerinin zamansal değişimine gelince; 3 ve 4 numaraların nispeten daha az değişken oldukları görülmektedir. Zira 3 numara ikinci dereceden, 4 numara ise üçüncü dereceden bir denklemlerle %50 lik bir uyum trendini yakalayabilmiştir. 1 ve 2 numaralı noktaların değerlerinin değişim eğrisi ise ancak beş veya altıncı dereceden denklemlerle oluşturulan trend çizgilerine %50 lik uyum göstermektedir.

Yersel olarak 1, 2 ve 3 numaralı noktalar arasındaki hafif yükseliş trendini 3 - 4 arasındaki dik bir artış trendi takip etmektedir.

İçme suları için önerilen sertlik sınır değeri ise hiçbir ölçme noktasında aşılmamıştır.

III.1.2.5.Kalsiyum Sertliği

Kalsiyum sertliği değerleri ppm CaCO₃ birimiyle ifade edilmektedir. Kalsiyum sertliği değerlerinin zamansal değişimi toplam sertlik değişimine çok yakındır. Gruplar arasındaki korelasyon katsayıları aşağıda da görüleceği gibi 4 numaralı grup dışında çok yüksek bulunmuştur.

Tablo 16. Örnekleme noktalarının kalsiyum sertliği değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	CaS 1	CaS 2	CaS 3	CaS 4
CaS 1	1.0	0.85***	0.85***	0.38
CaS 2		1.0	0.82***	0.30
CaS 3			1.0	-0.13
CaS 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

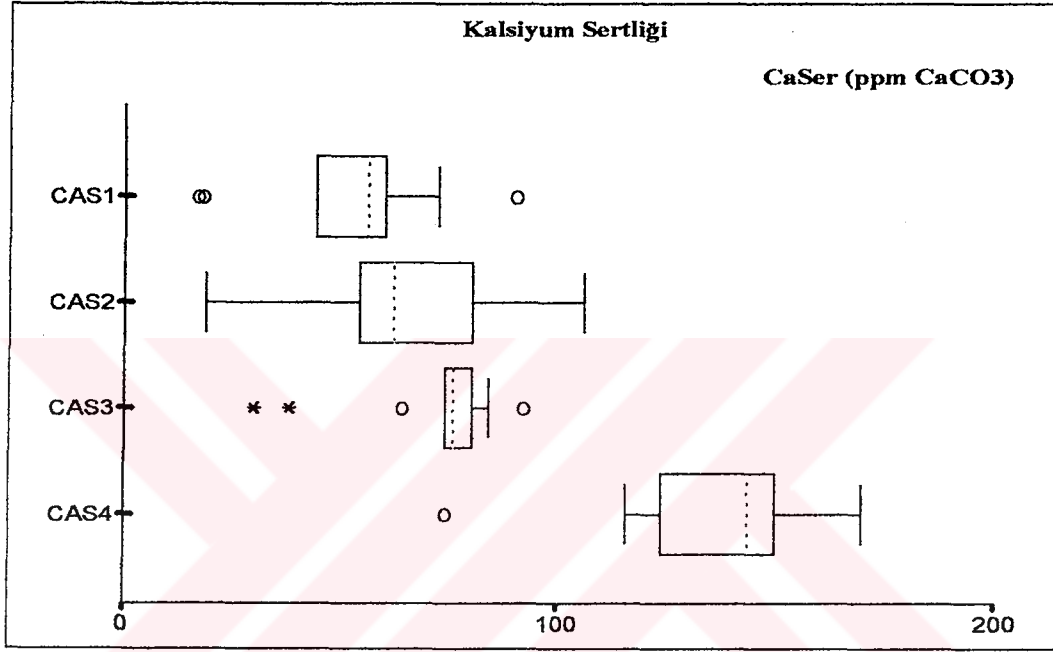
** 0.01 düzeyinde anlamlılık

* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Yine yapılan Fischer testinde ($F_r = 34.07$) gruplar arasında fark bulunurken, Levene testinde ($L_r = 0.78$) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna karşın tüm aritmetik ortalama testleri %5 anlamlılık düzeyinde 4 numaralı diğer gruplar arasında fark olduğunu ortaya koymuştur.

Aşağıda da görüleceği gibi 1 numaralı noktanın kalsiyum sertliği değerleri ($x_1 = 56.07$, $s_1 = 22.68$) 17-98 aralığında dağılım göstermekte, 17, 18, 98 değerleri aykırı değerler olarak tanımlanmaktadır. 2 numaralı noktada aykırı veya uç değer bulunmamakta, ölçüm sonuçları 19-106 aralığında 267.64 aritmetik ortalama, 26.45 standart sapmayla tanımlanmaktadır. 3

numarada ise 30 ve 38 uç, 64 ve 92 aykırı değerler olarak tanımlanmaktadır. 3 numarının aritmetik ortalaması 71.54, standart sapması ise 17.92 dir. Aritmetik ortalaması 142.36, standart sapması 30.96 olan 4 numara değerleri 74 - 210 arasında değişim göstermekte, 74 aykırı değer olarak hesaplanmaktadır.

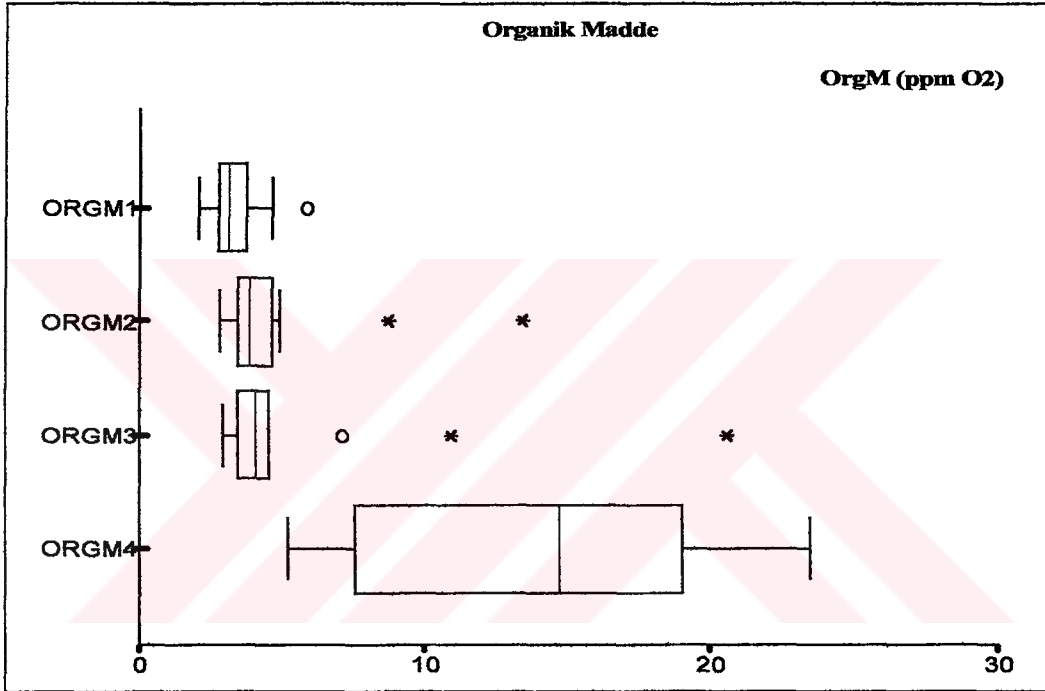


Şekil 15. Kalsiyum sertliği değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

III.1.2.6.Organik Madde

Organik madde değerleri ppm O₂ birimiyle ifade edilmektedir. Boxplot dağılım grafiğinde dikkati çeken ilk nokta 4 numaralı örnekleme noktasının gösterdiği çok geniş dağılım aralığıdır. Nitekim bu noktanın standart sapması 5.71 olarak hesaplanmıştır ($x_4 = 13.92$) ve değerlerin dağılımı 5.23 - 23.52 ppm O₂ aralığında yer almaktadır. 3 numarada iki uç (10.92, 20.59), bir aykırı (7.14) değer vardır. Aritmetik ortalama 5.88, standart sapma, 4.92, varyasyon aralığı 2.93 - 20.59 dur. 2 numaralı noktanın aritmetik ortalaması 5.18,

standart sapması 2.99 dur. Dağılım aralığı ise 2.85-13.44 gibi 3 ve 4 numaraya göre nispeten dar bir bölgedir. 8.48 ve 13.44 gibi iki uç değer bu noktada göze çarpmaktadır. 1 numaranın dağılım aralığı 2.08-5.88, aritmetik ortalaması 3.39, standart sapması ise 0.96 dır. 5.88 de 1 numaralı nokta için uç değer kabul edilmektedir.



Şekil 16. Organik madde değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Organik madde parametresi açısından örnekleme noktaları arasında fark olduğu tespit edilmiştir ($F_r = 18.50^{***}$, $L_r = 5.17^{**}$). Aritmetik ortalamaların karşılaştırmasında ise tüm testler 4 numayla diğerleri arasında %5 düzeyinde anlamlı fark bulmuştur.

Gruplar arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi bulunmaması ise düşündürüctür.

Tablo 17. Örnekleme noktalarının organik madde değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	OrgM 1	OrgM 2	OrgM 3	OrgM 4
OrgM 1	1.0	0.50	0.36	0.30
OrgM 2		1.0	0.26	-0.13
OrgM 3			1.0	0.34
OrgM 4				1.0

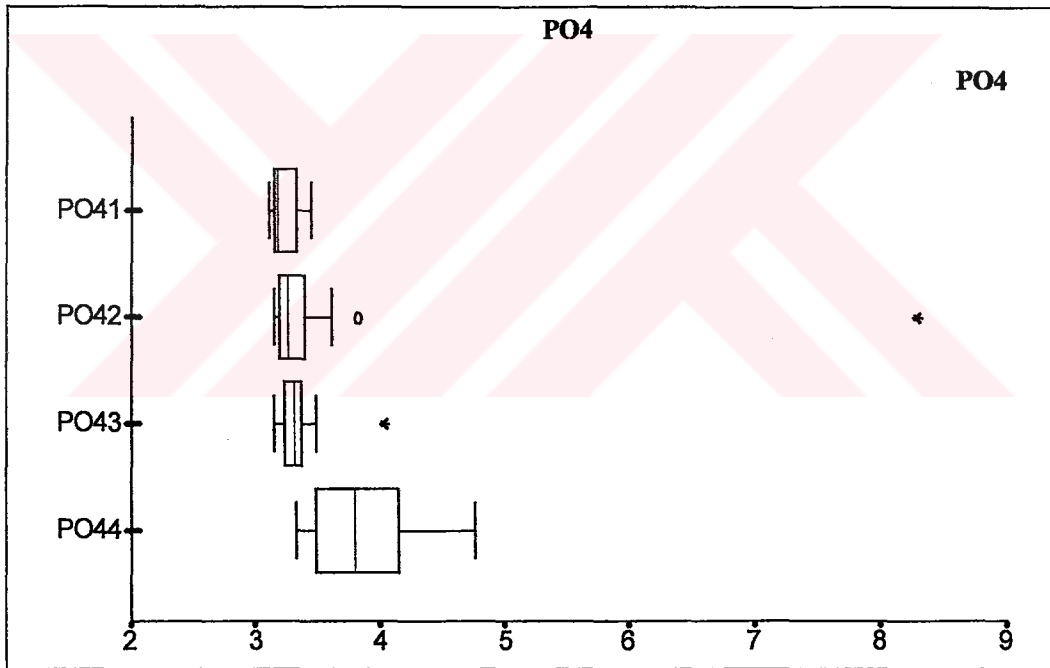
Organik madde değerlerinin zamansal değişimine baktığımızda; 25.10.1996 tarihindeki pik akım esnasında 1, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının organik madde grafik poligonlarının maksimum noktalara ulaştıkları gözlenirken 4 numarada böyle bir durum gerçekleşmemiş aksine diğer örnekleme tarihlerine göre düşük bir konsantrasyon ölçülmüştür. 3.4.1997 tarihi ise tüm noktalar için yüksek organik madde değerlerinin ölçüldüğü bir tarih olmuştur. Yukarıda boxplot dağılım grafiğinde de görüldüğü gibi en büyük dalgalanmalar 4 numaralı örnekleme noktasında gerçekleşmiş, en az dalgalanma uç ve aykırı değerler dışında 3 numarada yer almıştır.

Organik madde parametresinin yersel değişimi özellikle 3 numarayla 4 numara arasındaki geçişin ne kadar dik olduğunu ortaya koymakta, 2-3 arasında ise çıkış trendinin çok hafif olduğunu göstermektedir.

III.1.2.7.PO₄ ve PO₄-P

Fosfat (PO₄) ve fosfat fosforu (PO₄-P) değerleri dağılım şekli birbirine çok benzemektedir. 4 numaralı noktanın yine bu parametreler açısından da en geniş dağılım

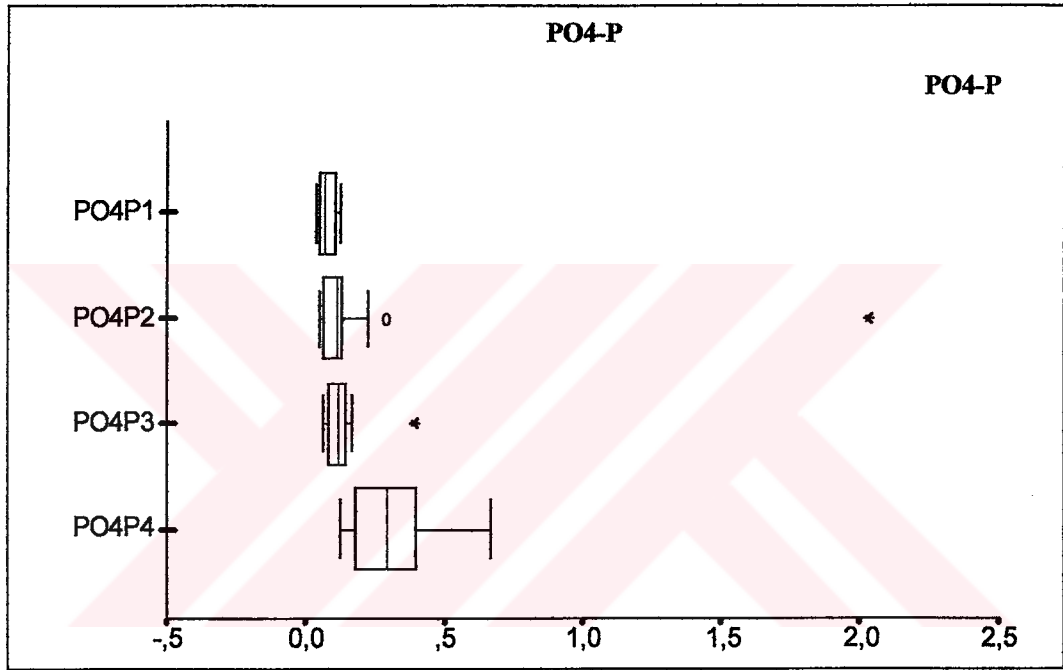
aralığına sahip olduğunu söyleyebiliriz. Fosfat için 1 numarada aykırı veya uç değer bulunmamakta, dağılım 3.10 - 3.44 aralığında yer almaktadır. 1 numaranın aritmetik ortalaması 3.22, standart sapması 0.11 dir. 2 numaralı örnekleme noktası için ise 8.29 uç değer, 3.82 aykırı değer olarak hesaplanmış, dağılım 3.14 - 8.29 aralığında 3.69 aritmetik ortalama, 1.40 standart sapma, 12.31 eğiklik, 3.48 basıklık ölçüleriyle tanımlanmıştır. 3 numaralı örnekleme noktası fosfat değerleri 3.15 - 4.02 gibi nispeten dar bir aralıkta toplanmış, 4.02 aykırı değer olarak bulunmuştur. Bu noktanın aritmetik ortalaması 3.34, standart sapması 0.23 dür. 4 numara için ise aritmetik ortalama 3.93, standart sapma 0.51 olup, dağılım 3.32 - 4.86 aralığında yer almakta, uç veya aykırı değer görülmemektedir.



Şekil 17. Fosfat değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Fosfat fosforu dağılımında da 1 numara için yine aykırı ve uç değer yer almamakta dağılım 0.078 aritmetik ortalama ve 0.030 standart sapmayla 0.039 - 0.123 aralığında yer almaktadır. İki numara için ise aritmetik ortalama 0.261, standart sapma 0.536 hesaplanmış,

dağılımın 0.051 - 2.03 aralığında yer aldığı görülmüştür. Bu nokta için 2.03 uç, 0.294 aykırı değer olarak hesaplanmıştır. 3 numarada sadece bir tane aykırı değer bulunmuş (0.39), dağılım aralığı 0.066 - 0.39, aritmetik ortalama 0.133, standart sapma 0.085 olarak hesaplanmıştır. En geniş dağılım aralığına (0.123-0.669) sahip 4 numarada ise aritmetik ortalama 0.346, standart sapma 0.188 bulunmuştur.



Şekil 18. Fosfat fosforu değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Öte yandan her iki parametre için de varyans analizlerinde anlamlı fark bulunurken, aritmetik ortalama karşılaştırma testlerinde farkın kaynağı konusunda değişik sonuçlara ulaşılmıştır. Fosfat için Fischer testi ($F_r = 2.49^*$) de Levene testi ($L_r = 3.09^*$) de % 5 anlamlılık düzeyinde gruplar arasında varyans bakımından fark bulmuştur. LSD 1-4 ve 3-4 arasında fark bulurken, Duncan testi yalnız 1-4 arasında fark bulmuş, diğer aritmetik ortalama testleri ise gruplar arasında %5 anlamlılık düzeyinde fark bulamamıştır. Fosfat fosforu parametresi için ise yine varyanslar arasında fark bulunmuş ($F_r = 2.42^*$, $L_r = 3.19^*$), LSD ve

Duncan testleri bu farklılığı 1-4 arasında tespit etmiş, diğer aritmetik ortalama testleri %5 anlamlılık düzeyinde gruplar arasında fark olmadığını hesaplamıştır.

Fosfat ve fosfat fosforu değerleri başta 25.10.1996 tarihindeki pik akım olmak üzere, genellikle yüksek akımlar sırasında yüksek değerler almıştır. Yersel olarak 1 den 2 ye geçerkenki artış trendini 2 den 3 e geçerkenki düşüş trendi takip etmiş, 3 den 4 e geçerkense yine bir artış yer almıştır.

Fosfat ve fosfat fosforu değerleri arasındaki korelasyon ilişkisi aşağıda verilmiştir.

Tablo 18. Örnekleme noktalarının PO₄ değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	PO4 1	PO4 2	PO4 3	PO4 4
PO4 1	1.0	0.63*	0.59*	-0.46
PO4 2		1.0	0.21	-0.23
PO4 3			1.0	-0.38
PO4 4				1.0

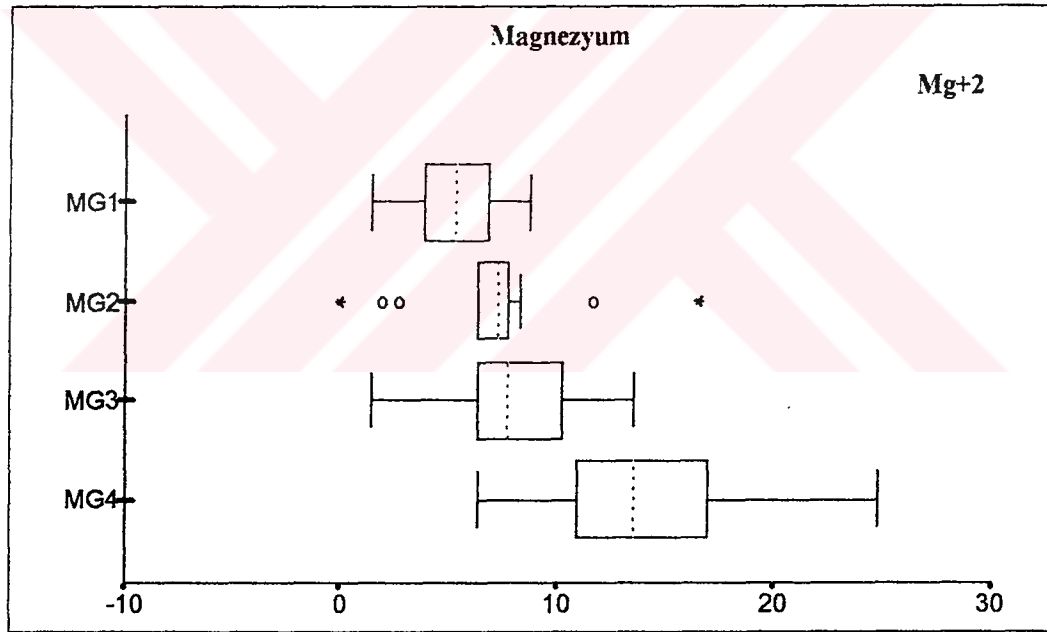
Tablo 19. Örnekleme noktalarının PO₄-P değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	PO4-P 1	PO4-P 2	PO4-P 3	PO4-P 4
PO4-P 1	1.0	0.46	0.56*	-0.34
PO4-P 2		1.0	0.21	-0.18
PO4-P 3			1.0	-0.28
PO4-P 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık
** 0.01 düzeyinde anlamlılık
* 0.05 düzeyinde anlamlılık

III.1.2.8.Magnezyum

Magnezyum değerleri ppm birimiyle ifade edilmektedir. Magnezyum değerlerine baktığımızda 1 numaralı noktanın 5.43 aritmetik ortalama ve 2.31 standart sapma değeriyle 1.46 - 8.75 aralığında dağılım gösterdiğini görmekteyiz. 2 numaralı noktaysa 7.17 aritmetik ortalama, 4.04 standart sapmayla 0 - 16.52 değer aralığında yer almakta, 0 ve 16.52 uç, 1.96, 2.67 ve 11.66 aykırı değerler olarak göze ęarpmaktadır. 3 numaralı noktanın aritmetik ortalaması 8.11, standart sapması 3.52 olarak hesaplanmıştır. Bu noktanın değerleri 1.46 - 13.90 değer aralığında dağılmaktadır. 4 numaraysa yine en geniş varyasyon aralığına (6.32 - 24.79) sahip olup 13.87 aritmetik ortalama ve 5.37 standart sapmayla dağılım göstermektedir.



şekil 19. Magnezyum değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Fischer testi gruplar arasında varyans bakımından fark bulurken ($F_r = 11.83^{***}$), Levene testi fark bulamamış ($L_r = 2.01$), aritmetik ortalama karşılaştırma yöntemlerinden hepsi farklılığın 4 numaraysa diğer noktalar arasında yer aldığını ortaya koymuştur.

Magnezyum değerlerinin arasındaki korelasyon ilişkisine baktığımızda sadece 1 ve 2 numaralar arasında anlamlı bir korelasyon ilişkisi olduğunu görmekteyiz.

Tablo 20. Örnekleme noktalarının magnezyum değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Mg1	Mg2	Mg3	Mg4
Mg 1	1.0	0.73**	0.37	0.28
Mg 2		1.0	0.40	0.42
Mg 3			1.0	0.32
Mg 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

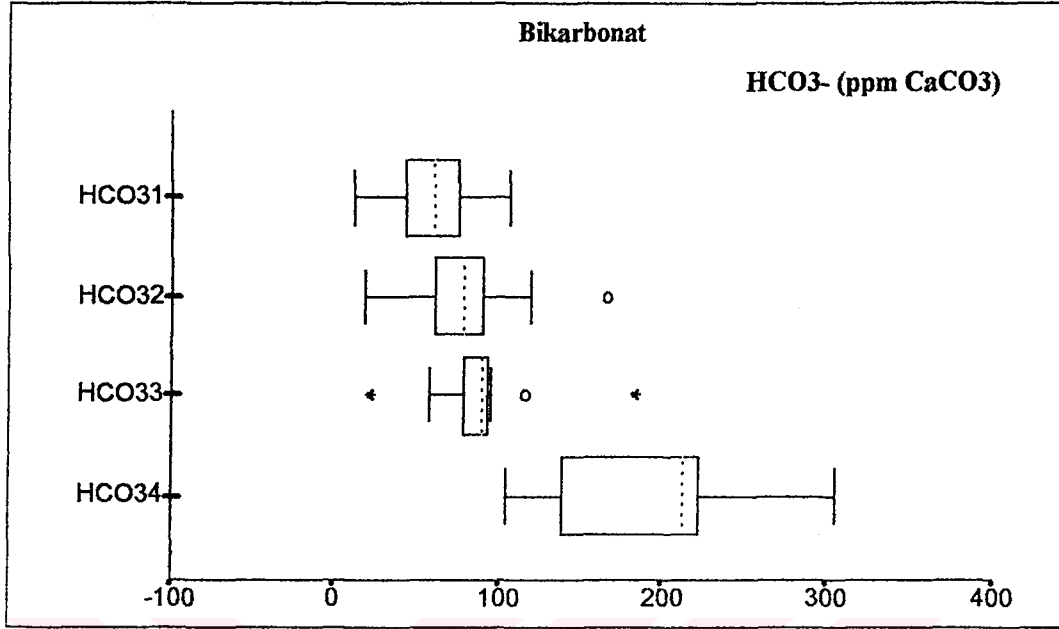
* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Magnezyum parametresinin zamansal değişimini tanımlamak özellikle 2 ve 4 numaralı örnekleme noktaları için zor olmuştur. Ölçüm sonuçları çok büyük oranda değişkenlik göstermektedir. Yersel olaraksa yine 1 numaradan 4 numaraya doğru gidilirken artış gözlenmekte, bu artışın 1-2, 2-3 arasında hafif, 3-4 arasında nispeten dik olduğu gözlenmektedir.

Su kalitesi açısından olaya bakıldığında tüm noktaların Mg parametresi açısından içme suyu kalite standartlarına uyduğu, önerilen sınır değerini aşmadığı gözlenmektedir.

III.1.2.9.HCO₃⁻

Bikarbonat değerleri ppm CaCO₃ birimiyle ifade edilmektedir. Bikarbonat değerleri Alkalinite değerlerinin 1.22 katsayısıyla çarpılması sonucu bulunduğu için gerek korelasyon katsayıları bakımından, gerekse zamansal ve yersel değişim açısından ayıdır.



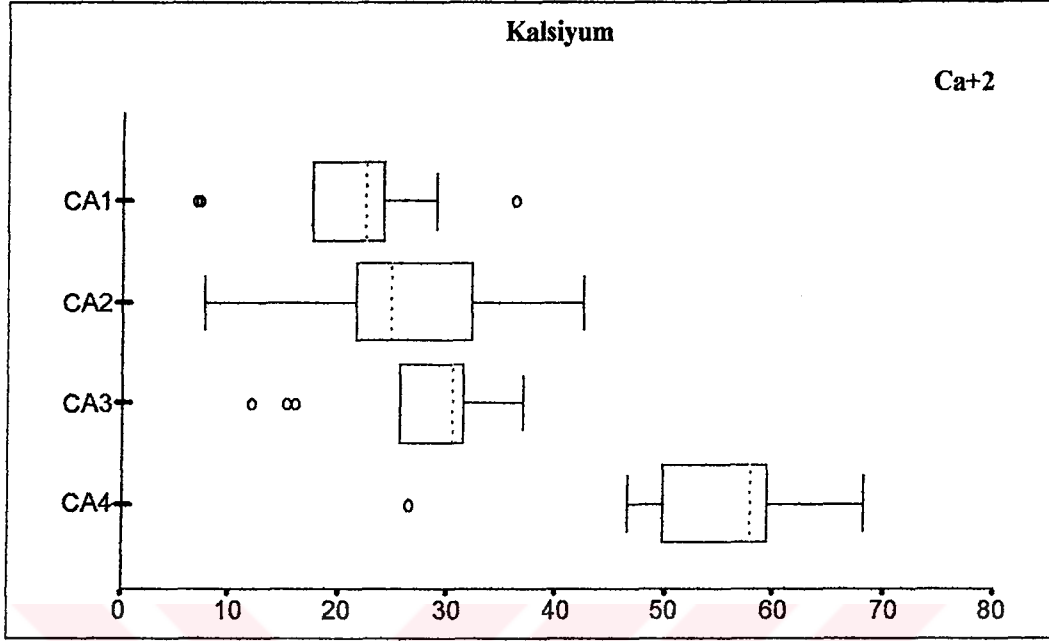
Şekil 20. Bikarbonat değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

III.1.2.10.Kalsiyum

Kalsiyum değerleri ppm birimiyle ifade edilmektedir. Dağılım grafiğinden de görüleceği gibi en geniş dağılım aralığına sahip örnekleme noktası bu defa 2 numara olarak görülmektedir. Örnekleme noktalarının dağılım özellikleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 21. Kalsiyum ölçüm sonuçlarının aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri.

Örnekleme Noktası	1	2	3	4
Arit.Ort (x)	22.47	27.11	27.32	56.20
St.Sapma (s)	9.09	10.60	7.81	12.68



Şekil 21. Kalsiyum değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Kalsiyum değerleri açısından örnekleme noktaları arasında anlamlı fark olduğu yapılan varyans analiziyle ortaya konmuş ($F_r = 31.67^{***}$, $L_r = 0.35$), aritmetik ortalama testlerinin hepsi de bu farklılığı 4 numarayla diğer noktalar arasında tespit etmiştir.

Tablo 22. Örnekleme noktalarının kalsiyum değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Ca1	Ca2	Ca3	Ca4
Ca 1	1.0	0.85 ^{***}	0.76 ^{**}	0.77 ^{***}
Ca 2		1.0	0.75 ^{**}	0.68 ^{**}
Ca 3			1.0	0.69 ^{**}
Ca 4				1.0

^{***} 0.001 düzeyinde anlamlılık

^{**} 0.01 düzeyinde anlamlılık

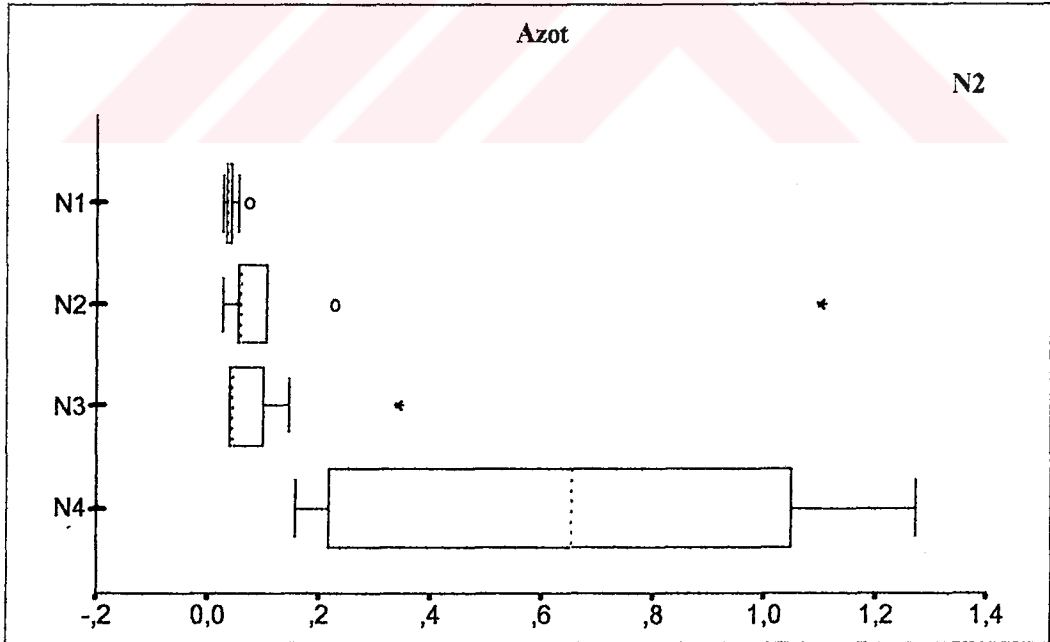
^{*} 0.05 düzeyinde anlamlılık

Kalsiyum değerlerinin zamansal değişimine gelince, yine çok değişken değerler alan grafiklerle karşılaşmaktayız. Özellikle 1 ve 2 numaralı noktaların grafiklerinde trend çizgisini belirlemek ancak beş ve altıncı dereceden denklemlerle mümkün olmuştur. Yersel değişim açısından diğer parametrelerin çoğunluğunda görülen durum sözkonusudur. Yani 3-4 arasında dik bir çıkış, 1-2 ve 2-3 arasında hafif bir çıkış.

Öte yandan içme suyu kalite standartlarında önerilen kalsiyum sınır değeri 4 numarada sadece bir kere (84.17) geçilmiş, diğer noktalarda hiç aşılmamıştır.

III.1.2.11. Azot

Azot değerleri ppm olarak ifade edilmektedir. Azot dağılım grafiğinde dikkati ilk çeken nokta 4 numaranın gösterdiği çok geniş, 1 numaranın ise çok dar, dağılım aralığıdır. 4 numara 0.160 - 1.275, 1 numara 0.030 - 0.073, 2 numara 0.030 - 1.100, 3 numara 0.040 - 0.345 değer aralıklarında dağılım göstermektedir.



Şekil 22. Azot değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Tablo 23. Azot değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları.

Örnekleme Noktası	1	2	3	4
Arit.Ort (x)	0.0417	0.1821	0.0937	0.6642
St.Sapma (s)	0.013	0.327	0.095	0.425

Tablo 24. Örnekleme noktalarının azot değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	N2 1	N2 2	N2 3	N2 4
N2 1	1.0	-0.16	-0.036	0.49
N2 2		1.0	0.97***	0.04
N2 3			1.0	0.06
N2 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

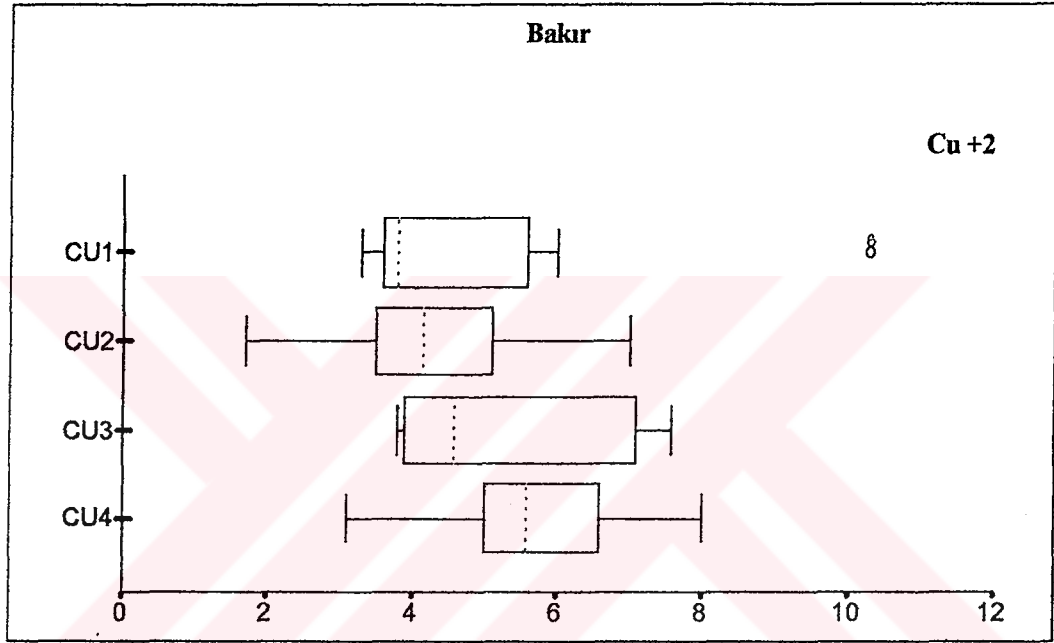
* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Azot parametresi açısından ($F_r = 10.94^{***}$, $L_r = 9.33^{***}$) tüm aritmetik ortalama karşılaştırma testlerinde 4 numarayla diğer noktalar arasında anlamlı fark bulunmuştur.

Azot değerlerini zamansal değişiminde dikkat içeken nokta 2 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının çok benzer bir trend izlemesi, buna karşın 1 ve 4 numaraların çok farklı değişimler göstermesidir. Yersel olarak 1-2 arası artış trendi, 2-3 arası düşüş trendi, ardından 3-4 arası çok dik bir artış gözlenmektedir.

III.1.2.12.Bakır

Bakır değerleri ppb birimiyle ifade edilmektedir. Bakır (Cu^{+2}) değerleri 1 numara için 3.30 - 10.30, 2 numara için 1.70 - 7.00, 3 numara için 3.80 - 7.60, 4 numara için 3.10 - 8.00 aralığında yer almaktadır.



Şekil 23. Bakır değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 25. Bakır değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları.

Örnekleme Noktası	1	2	3	4
Arit.Ort (\bar{x})	4.79	4.15	5.31	5.79
St.Sapma (s)	2.14	1.55	1.59	1.45

Sadece 1-3 ve 3-4 arasında anlamlı korelasyon ilişkisi saptanmıştır.

Tablo 26. Örnekleme noktalarının bakır değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Cu1	Cu2	Cu3	Cu4
Cu 1	1.0	-0.37	0.70*	0.31
Cu 2		1.0	-0.01	-0.31
Cu 3			1.0	0.64*
Cu 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Bakır parametresi için örnekleme noktaları arasında varyans bakımından anlamlı bir fark olmadığı hesaplanırsa da LSD testinde 2 ve 4 numaraların aritmetik ortalamaları arasında %5 düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur.

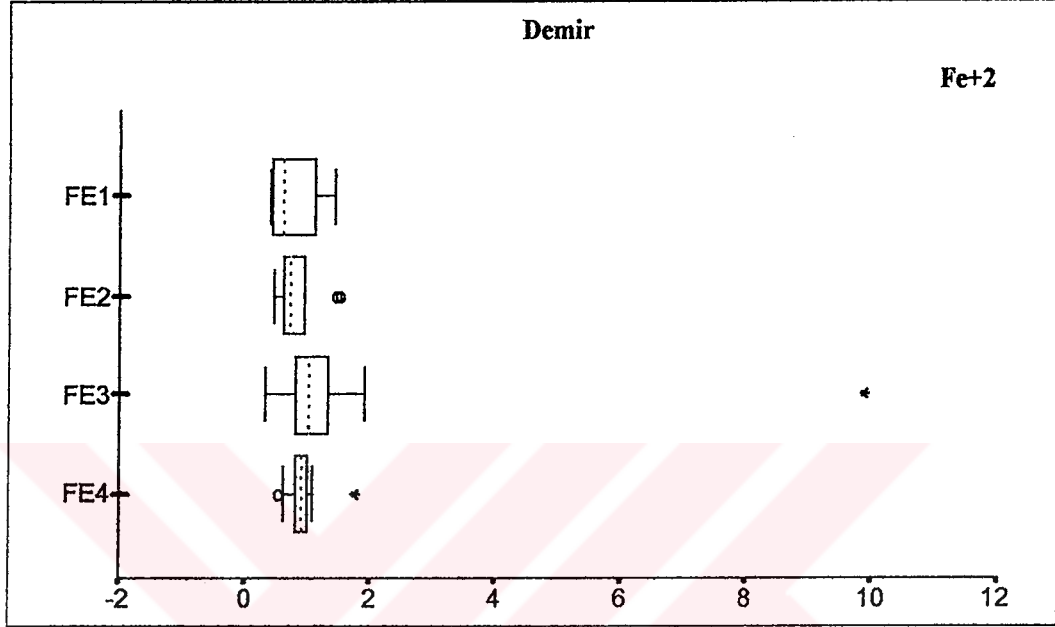
Bakır değerlerinin zamansal olarak çok değişken ve dalgalı bir değişim gösterdiği gözlenmektedir, yersel olarak da 1 ve 2 arası bir azalma, daha sonra ise artış görülmektedir.

Bakır konsantrasyonu için içme suyu kalite standartlarında önerilen 1.0 ppm sınır değerinin tüm noktalarda aşıldığı gözlenmiştir.

III.1.2.13.Demir

Demir değerleri ppm birimiyle ifade edilmektedir. Demir değerlerinin dağılım şekli aşağıda verilmiştir. 1 numara için aritmetik ortalama 0.76, standart sapma 0.37 hesaplanmıştır. 2 numara için ise aritmetik ortalama 0.86, standart sapma 0.37 bulunmuştur. 3 numara için aritmetik ortalama 1.93, standart sapma 2.83, 4 numara için ise aritmetik ortalama 0.95,

standart sapma 0.33 hesaplanmıştır. Bu durumda en dar dağılım aralığını 4 numara, en genişini 3 numara göstermektedir.



Şekil 24. Demir değerlerinin boxplot dağılım grafiği.

Öte yandan ne varyansların karşılaştırmasında ($F_r = 1.37$, $L_r = 3.34$) ne de aritmetik ortalama karşılaştırmalarında gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Korelasyon ilişkilerine bakacak olursak, 1-2, ve 1-4 arasında anlamlı bir ilişki olduğunu görürüz. 3 numara diğerleriyle çok zayıf uyum göstermektedir.

Tablo 27. Örnekleme noktalarının demir değerleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Örnekleme noktası	Fe1	Fe2	Fe3	Fe4
Fe 1	1.0	0.74*	-0.13	0.76**
Fe 2		1.0	-0.35	0.58
Fe 3			1.0	0.12
Fe 4				1.0

*** 0.001 düzeyinde anlamlılık

** 0.01 düzeyinde anlamlılık

* 0.05 düzeyinde anlamlılık

Zamansal ve yersel değişimlere bakacak olursak; zamansal olarak önce azalan daha sonra artan bir trendi her nokta için görebilmekteyiz. Yerel olarak 1 -2 arası hafif artış, 2-3 arası dik bir artış, 3-4 arası dik bir azalma görmekteyiz.

Balabandere'de ölçülen demir konsantrasyonu tüm noktalar için, önerilen içme suyu kalite standardı sınır değerinden (0.3 ppm) yüksek çıkmıştır.

III.1.3.Bakteriyolojik Parametreler

3.12.1996 tarihinde yapılan ilk bakteriyolojik analizde sadece 2 numaralı örnekleme noktasında koliform bakteri bulunması (23 adet/100 ml) kuşku verici olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra yapılan analizler çelişkili sonuç vermiş, bu durum besi ortamının pH derecesinin uygun olmamasına bağlanmıştır. Tüm aksaklıklar giderilerek üzenli olarak bakteriyolojik analizin yapılması 7.3.1997 tarihini bulmuş, bu tarihten, 3.4.1997 tarihine kadar 4 numarada 240 adet/ 100 ml koliform konsantrasyonu belirlenmiştir. 10.4.1997 tarihinde ise koliform sayısı 95 olarak belirlenmiştir. Ayrıca örnekleme periyodu süresince yapılan fekal koliform analizlerinde hiç fekal koliforma rastlanmamıştır.

III.2.. Havzanın Fizyografik Değerlendirmesi

III.2.1.Havzanın Alanı

Havza alanı 1265.0244 ha olarak hesaplanmıştır.

III.2.2.Havzanın şekli

Form faktörü 0.341, dairesellik oranı 0.299, uzunlaşma oranı 0.329 hesaplanmıştır. Buna göre havza, eni boyuna göre oldukça dar, uzunlamasına bir şekle sahiptir.

III.2.3.Havzanın Drenaj Durumu

Dere sıklığı 2.67 adet/km², drenaj yoğunluğu 1.81 km⁻¹ olarak bulunmuştur.

III.2.4.Havzanın Ortalama Yüksekliği

Havzanın ortalama yüksekliği 117.5 metre olarak hesaplanmıştır.

III.2.5.Havzanın Ortalama Eğimi

Havza ortalama eğimi %22.88 dir.

IV.TARTIŞMA VE SONUÇ

IV.1.Fiziksel Parametreler

Fiziksel parametrelerden elektrikselsel iletkenliğin ölçme peryodu boyunca, tüm örnekleme noktalarında genel bir düşüş trendi izlediğini, buna karşılık bulanıklık ve rengin pik akımlar nedeniyle dalgalı bir değişim gösterdiğini söyleyebiliriz.

IV.1.1.Elektrikselsel iletkenlik

Bulgular bölümünde de bahsedildiği gibi elektrikselsel iletkenlik parametresi ölçüm değerleri 2 ve 4 numaralı örnekleme noktalarında diğer noktalara göre nispeten daha geniş bir dağılım aralığına sahiptir. 2 numaralı örnekleme noktası için Eİ (elektrikselsel iletkenlik) değeri 24.1.1997 tarihindeki normal akım esnasında maksimum(430 μ mhos/cm), 10.4.1997 tarihindeki yüksek akım sırasında minimum (173 μ mhos/cm) bulunmuştur. Yine 5.1.1997 (208 μ mhos/cm) ve 26.3.1997 (180 μ mhos/cm) tarihlerindeki pik akımlar sırasında Eİ değerlerinin düşük olduğu görölmektedir. 4 numaralı örnekleme noktası için ise 19.10.1996 tarihindeki düşük akım maksimum değerin (839 μ mhos/cm), yine 10.4.1997 tarihindeki yüksek akım ise minimum değerin (313 μ mhos/cm) ölçüldüğu tarihler olmuştur. 1 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının Eİ değerlerinin de aynı örnekleme tarihlerinde minimum ve maksimum değerlere ulaştıklarını görüyoruz.

Bu durum bize, her ne kadar yağmur esnasında yüzeysel akış sonucu dereye ulaşan ve sonuçta dereye taşınan tuz bileşikleri miktarında artış olsa da, akım miktarındaki artış sonucu meydana gelen seyreltme etkisinin(dilution effect) daha etkili olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla akım hacmi yükseldikçe elektrikselsel iletkenlik değerleri tüm örnekleme noktalarında düşmektedir.

Öte yandan 2 numaralı örnekleme noktasının diğer noktalarla Eİ değerleri açısından anlamlı korelasyon ilişkisi göstermemesi dikkate değer bir durumdur. Zira tüm diğer noktalar arasında anlamlı korelasyon ilişkileri belirlenmiştir. Özellikle aralarında 150 metre mesafe bulunmasına rağmen 1 ve 2 numaralı örnekleme noktaları arasında anlamlı korelasyon ilişkisi bulunmaması, iki nokta arasında yer alan tarım alanı ve Bahçeköy'ün su kalitesi üzerinde tahmini güç etkileri olabileceğini ortaya koymaktadır.

Aritmetik ortalama karşılaştırma testleriyle 4 numaralı diğer noktalar arasında bulunan anlamlı fark ise 4 numaralı örnekleme noktası öncesi akarsuya yapılan noktasal (fabrika, kanalizasyon vb.) ve alansal (yerleşim alanı, fidanlık vb.) kirlenmelere bağlanabilir.

Ayrıca Eİ değerlerinin akarsu boyuna profili boyunca artış göstermesi, dere boyunca akımda meydana gelen artışa karşılık (seyreltme etkisi), tuz bileşiklerinin konsantrasyonunda çok daha fazla artış olduğunu göstermektedir.

İ.Ü.Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı tarafından 1979 yılında başlanıp halen devam etmekte olan Ortadere eş havza deneme araştırması çerçevesinde ölçülen Eİ değerleri 197-275 $\mu\text{mhos/cm}$ civarında değişmekte olup Balabandere ortalama Eİ değerinden (311 $\mu\text{mhos/cm}$) düşüktür.

IV.1.2.Renk ve Bulanıklık

Renk ve bulanıklık değerlerinin, Eİ değerlerinin aksine pik akımlarda yükseldiğini normal akımlarda ise düştüğünü görmekteyiz. Pik akımlardan en çok etkilenen örnekleme noktası ise 2 numara olarak göze çarpmaktadır. Örneğin 25.10.1996 tarihinde pik akım esnasında yapılan örneklemede 2 numaranın renk (70 birim) ve bulanıklık (410 ppm SiO_2) değerleri çok yüksek çıkmıştır. Buna karşılık 1, 3 ve 4 numaralarda çok fazla bir artış görülmemektedir. 4 numaralı örnekleme noktasının maksimum renk değerine normal akım esnasında ulaşması ise yine dikkat edilmesi gereken bir durumdur.

Öte yandan renk ve bulanıklık parametrelerinin EI'nin aksine dere boyunca artan bir trend izlemediğini, 2 numaradan 3 numaraya geçerken azaldığını görmekteyiz. Bu durum eğimin düşmesiyle derenin taşıdığı sedimentin bir kısmını bırakması şeklinde açıklanabilir. Zira 2 numaralı örnekleme noktası yukarısında dereye sediment sağlayıcı nitelikte alanlar mevcuttur (Ek fotoğraf 5,6).

Aritmetik ortalamalarını karşılaştırdığımızda yapılan testler genel olarak renk parametresi için 4 numaralı örnekleme noktasıyla diğer noktalar arasında %5 düzeyinde anlamlı fark bulurken, bulanıklık açısından gruplar arasında anlamlı fark olmadığı ortaya konulmuştur. Yani bulanıklık açısından tüm örnekleme noktalarının aynı toplumdaki gelebilecek olmalarına rağmen renk açısından 4 numaralı örnekleme noktası değerlerinin farklı toplumdaki alınmış olması ihtimali yüksektir. Görüldüğü gibi Fischer testi renk parametresi açısından 4 numaralı örnekleme noktasının tamamen farklı bir ortam oluşturduğunu ortaya koymuştur.

1-2 numaralı örnekleme noktaları arasında ve 3-4 numaralı örnekleme noktaları arasında anlamlı korelasyon ilişkisi belirlenmesi, 1 ve 2 numaralarının birbirlerine çok yakın olmalarının yanısıra ikisinin de pik akımlardan nispeten çok etkilenmesiyle açıklanabilir.

Ortadere'de ölçülen bulanıklık parametresi 10.0-9.2 ppm SiO_2 , renk parametresi 17.04-18.4 birim civarındadır. Buna göre Balabandere'de ölçülen ortalama renk değeri (15.9 birim) Ortadere'den düşük, ortalama bulanıklık değeri (62.22 ppm SiO_2) ise yüksektir.

IV.2.Kimyasal Parametreler

IV.2.1.pH

pH değerinin zamansal olarak değişimi 1 numara hariç diğer tüm örnekleme noktalarında hafif bir iniş trendini işaret etmektedir. Yersel olarak 1, 2 ve 3 numaralar arasında bir artış, 3 den 4'e geçerkense bir azalma trendi göze çarpmaktadır. 4 numaradaki azalma, suya o noktada asit karakterli bir kontaminasyon olduğunu işaret etmektedir.

Öte yandan örnekleme noktalarının pH değerlerinin varyans ve aritmetik ortalamaları arasında anlamlı fark bulunamamış olması dereede pH yönünden kirlilik kökenli bir tehlike olmadığını ortaya koymaktadır. Balabanderenin pH parametresi açısından ortalama değeri olan 7.48, Ortadere'nin ortalamalarına (7.50 - 7.56) yakındır.

IV.2.2. Alkalinite ve HCO₃⁻

Genellikle hidroksit, bikarbonat ve karbonat iyonlarının suda bulunmasından kaynaklanan ve suyun asidi nötralize etme gücü olarak tanımlanan alkalinite değerlerinden hesap yoluyla bikarbonat değerlerine geçiş yapılmıştır. Balabandere'de ölçülen alkalinite değerlerinin aritmetik ortalaması (91.59 ppm CaCO₃), Ortadere değerlerine (33.96 ppm CaCO₃) göre yüksek bulunmuştur. Yine de 1 numaralı örnekleme noktasının alkalinite değeri (53.04 ppm CaCO₃) Ortadere'ye nispeten yakındır. Yüksek alkalinite sularda istenmeyen bir özelliktir ve Balabandere boyuna profili boyunca artış göstermektedir. Bu artış en fazla 3 numaralı örnekleme noktasından dört numaralıya geçişte kendini hissettirmektedir.

Yapılan istatistiksel testler sonucunda 4 numaralı örnekleme noktasının diğer noktalardan alkalinite ve bikarbonat bakımından farklı bulunması, akarsuya o noktada yukarıda adı geçen anyonlarca belirgin bir kirlenme (evsel atıklar, deterjan vb.) olabileceğini ifade etmektedir.

IV.2.3.Klorür

Klorür değerlerine baktığımızda yine akarsu profili boyunca membadan mansaba doğru, klorür değerlerinin arttığını görmekteyiz. Balabandere'de ortalama 35.49 olarak hesaplanan klorür konsantrasyonu, Ortadere klorür değerine (42.49 ppm) göre düşüktür. Fakat 4 numaralı örnekleme noktasının ortalama klorür değeri olan 54.85 ppm Ortadere klorür değerinden yüksektir. Bu durumun 4 numaranın denize çok yakın bir noktada oluşuyla açıklanabilir. Zira rüzgarlarla ve yağış sularıyla klorür yakın mesafeler içerisinde büyük miktarlarda taşınabilmektedir.

Varyans ve aritmetik ortalama karşılaştırma testlerinin sonuçlarının 4 numaralı örnekleme noktasıyla 1 numara arasında anlamlı fark ifade etmesi, dere profili boyunca memba ve mansap noktaları arasında ciddi bir kirlilik sorunu olduğunu ortaya koymaktadır. Zira yüksek konsantrasyonda(250 ppm sınır değeri) klorür su kalitesi açısından istenmeyen bir durumdur (Balcı, 1989).

Öte yandan klorür konsantrasyonlarının normal akımlarda yüksek (19.10.1996, 12.11.1996, 24.1.1997), pik akımlarda düşük (25.10.1996, 5.1.1997)seviyelerde seyretmesi yine seyreltme etkisiyle açıklanabilir.

IV.2.4.Toplam Sertlik ve Kalsiyum Sertliği

Balabandere'de ölçülen ortalama toplam sertlik konsantrasyonu (119.87 ppm CaCO_3) Ortadere'den(109.57 ppm CaCO_3) yüksek bulunmuştur. Kalsiyum sertliği bakımından da yine daha yüksektir (84.41 > 71.97). Fakat 4 numaralı örnekleme noktasının sertlik değerleri elimine edildiği takdirde Balabandere'nin toplam sertlik (93.50 ppm CaCO_3) ve kalsiyum sertliği parametrelerinin(65.08 ppm CaCO_3) daha düşük olacağı söylenebilir.

Sertlik doğal sularda pek arzu edilmeyen bir özellik olmasına rağmen 20 ppm' in altına inmesi akuatik yaşam açısından olumsuz sonuçlar doğurabilir (Leopold, 1974)

Örnekleme noktaları arasındaki korelasyon katsayılarına bakılacak olursa 1, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktaları arasındaki uyumlu değişimin, 4 numaralı diğer noktalar arasında görülmediği ortaya çıkmaktadır. Yine aritmetik ortalama ve varyans bakımından diğer noktalardan farklı olduğu ortaya konulan 4 numaralı örnekleme noktasında diğer noktalara etki etmeyen kirlilik kaynakları olabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Yine seyreltme etkisini sertlik parametresinin zamansal değişim grafiklerinden de görebilmekteyiz. Zamansal değişim açısından diğer noktalardan farklı da olsa 4 numaralı örnekleme noktasında da pik akımlar esnasında (25.10.96, 15.1.1997) düşük, normal akımlar esnasında (19.10.1996, 5.2.1997) yüksek sertlik konsantrasyonlarına rastlamaktayız.

Toplam sertlik ve kalsiyum sertliği parametrelerinin dere boyuna profili boyunca değişimine göz atacak olursak 1 ve 2 numaralı örnekleme noktaları arasında hafif artış, 2 ve 3 arasında çok daha hafif bir artış 3 numara ile 4 numara arasında çok dik bir artış trendi görebiliriz. Bu durum yine 3 ve 4 numaralı örnekleme noktaları arasında yoğun kirletici öğelerin varlığını doğrulamaktadır.

IV.2.5.Organik Madde

Organik madde değerlerinin örnekleme noktalarında ölçülen değerlerinin dağılımı 4 numaralı örnekleme noktasının bu parametre açısından çok değişken bir karakterde olduğunu ortaya koymaktadır. Zira bu noktada değerler 5.23-23.52 aralığında 5.71 standart sapma değeriyle dağılım göstermektedir.

Diğer önemli bir nokta da örnekleme noktaları arasında organik madde bakımından anlamlı bir korelasyon ilişkisinin bulunmamasıdır. Yine de 1, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktalarının pik akımlarda yüksek, normal akımlarda düşük organik madde konsantrasyonlarına sahip oldukları görülmüştür. Buna karşın 4 numaralı noktanın bu parametre açısından bu duruma uyduğu söylenemez, hatta zaman zaman pik akımlarda (25.10.1996) daha düşük organik madde değerlerinin ölçüldüğü görülmektedir.

Organik madde parametresi açısından da 1, 2, 3 numaralı noktalarla 4 numara arasında anlamlı ortalama ve varyans farklılığı 3 ve 4 numaralı noktalar arasında etkin bir kirlilik kaynağını ortaya koymaktadır. Zaten dere profili boyunca bu parametrenin değişimine baktığımızda da 3-4 arasında dik bir geçişi görebilmekteyiz. 2 ve 3 numaralı örnekleme noktaları arasında ise çok hafif bir artış bulunmaktadır.

IV.2.6.PO₄ ve PO₄-P

Fosfat ve fosfat fosforu parametreleri dağılım ve değişim grafikleri benzerlik göstermektedir. Dağılım grafiğinde en geniş varyasyon aralığına sahip nokta yine 4 numara olarak görülmesine rağmen 2 numaralı noktanın da nispeten geniş bir aralıkta dağıldığı söylenebilir. Özellikle zamansal değişim grafikleri 2 numaralı noktanın pik akımlardan (25.10.1996, 3.4.1997) çok etkilendiğini buna karşın 4 numaranın fosfat ve fosfat fosforu değerlerinin pik akımlar esnasında düştüğü, normal akımlarda maksimuma ulaştığı görülmektedir(19.10.1996, 20.3.1997). Bu durum 4 numaralı örnekleme noktasında alansal kirlilik kaynaklarından ziyade noktasal kirlilik kaynaklarının etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Zira pik akım esnasında fosfat ve fosfat fosforu parametrelerinin konsantrasyonlarının düşmesi yüzeysel akışla dereye pek fazla kirletici katılmadığı, buna karşın beklenmedik zamanlarda bu parametrelerin konsantrasyonlarındaki artışlar noktasal kirlilik kaynaklarının etkili olabileceğini ortaya koymaktadır.

2 numaralı örnekleme noktasında pik akım esnasında PO_4 ve PO_4 -P değerlerinin artış göstermesi ise çevredeki tarım alanlarıyla açıklanabilir. Zira yüzeysel akışla tarım alanlarından derelere büyük miktarlarda PO_4 ve PO_4 -P kirlenmesi olabilmektedir. Dere boyunca bu parametrelerin yersel değişimleri de bu durumu doğrulamakta, PO_4 ve PO_4 -P değerleri 1-2 arasında artmakta, 2-3 arasında azalmaktadır.

Bu parametreler açısından 4 numaralı örnekleme noktasıyla diğer noktalar arasında anlamlı fark bulunması yine 3-4 arasındaki yerleşim alanlarına ve diğer kirlilik kaynaklarına bağlanabilir.

Balabandere'nin fosfat fosforu ($0.205 > 0.059$) ve fosfat konsantrasyonu ($3.55 > 3.22$) Ortadere araştırma havzalarından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum da yine tarım alanlarının bu parametreler açısından ne kadar önemli alansal kaynaklar olduklarını ortaya koymaktadır. Zira Ortadere' de tarım alanı bulunmamasının fosfat ve fosfat fosforu konsantrasyonlarının Balabandere'ye göre düşük çıkmasında etkili olduğu söylenebilir.

IV.2.7.Magnezyum

Magnezyum değerlerinin zamansal değişimine bakacak olursak yine seyreltme etkisini görebilmenin yanı sıra ölçüm değerlerinin çok geniş varyasyon özelliğine sahip olduğu da ortaya çıkmaktadır. Zira zamansal değişim grafiklerinin değişim trendleri özellikle 2 ve 4 numaralı örnekleme noktaları için altıncı dereceden bir denklemlerle dahi $0.5 R_2$ değerinin üzerinde bir uyum derecesinde tanımlanamamaktadır. Korelasyon katsayılarına baktığımızda sadece 1 ve 2 numaralar arasında anlamlı ilişki bulunması da magnezyum değerlerinin zamansal olarak birçok faktörün etkisinde kalan çok değişken bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

Yersel olarakta yine akarsu boyunca profili boyunca Magnezyum konsantrasyonunun arttığını, bu artışın en fazla 3-4 arasında kendini hissettirdiğini görmekteyiz. Zaten aritmetik

ortalama ve varyansların karşılaştırılması da 4 numarayla diğer noktalar arasında anlamlı fark olduğunu ortaya koymaktadır.

Öte yandan Balabandere'nin ortalama magnezyum konsantrasyonu değerinin(8.65 ppm) Ortadere' den çok daha düşük olduğu görülmektedir (37.61 ppm). Bu durumun nedeni olarak havzada magnezyum kaynağı olabilecek dolomit, magnezit ve mika minerallerinin bulunmaması gösterilebilir.

IV.2.8.Kalsiyum

Kalsiyum değerleri de magnezyum gibi zamansal olarak çok fazla değişkenlik göstermenin yanısıra yine seyreltme etkisine maruz kaldığı söylenebilir.

Balabandere'nin ortalama kalsiyum konsantrasyon değeri olan 33.28 ppm in Ortadere değerinden (28.95 ppm) daha yüksek olduğu görülmektedir. Fakat 4 numaralı örnekleme noktası gözardı edilirse bu parametre açısından da Balabandere'nin düşük olduğu (25.63 ppm) görülecektir.

Yine magnezyum gibi kalsiyum parametresi bakımından da 4 numaralı noktayla diğer noktalar arasında anlamlı aritmetik ortalama ve varyans farklılığı olduğu belirlenmiş, yersel değişim grafiğinde de bu durum 3-4 arasındaki dik artışla onaylanmıştır. Kalsiyum değerleri açısından magnezyumun aksine tüm örnekleme noktaları arasında korelasyon ilişkisi bulunması ise akla kirlenici kalsiyum kaynaklarının, magnezyumdan farklı olarak daha çok alansal kaynaklı olabileceği düşüncesini getirmektedir.

IV.2.8.Azot

Azot parametresi üzerinde önemle durulması gereken bir nokta olarak karşımıza çıkmaktadır çünkü arazi kullanma şekillerinin etkisini çok iyi yansıtmaktadır.

Azot'un en büyük kaynağı tarım alanlarıdır, ayrıca yüksek akımlar esnasında azot konsantrasyonunun yükselmesi diffüz bir kirlenme kaynağına kanıt olarak gösterilebilir (PROCHAZKOVA, 1978). Bu nedenle 2 numaralı örnekleme noktasında yüksek akımlar esnasında azot konsantrasyonunun artması çevredeki tarım alanlarına bağlanabilir.

Azotun akarsuyun boyuna profili boyunca 1 ve 2 numaralı örnekleme noktaları arasında artması, buna karşılık 2 ve 3 arasında azalması ise yine bu durumu doğrulamaktadır, çünkü 2 numaralı örnekleme noktası tarım alanlarının çıkışında yer almaktadır.

Balabandere'nin ortalama azot konsantrasyonu (0.245 ppm) Ortadere'den (0.383 ppm) düşüktür. Fakat 4 numaralı örnekleme noktasında saptanan değer (0.664 ppm) Ortadere'den daha yüksektir.

Ayrıca yapılan testler sonucu 4 numaralı örnekleme noktasıyla diğer noktalar arasında anlamlı (%5) fark bulunması, yine 3 ve 4 numaralı noktalar arasında kirlilik yaratıcı kaynakların yoğun olduğunu ortaya koymaktadır. 1 ve 2 numaralı örnekleme noktaları arasındaki çok düşük negatif korelasyon ilişkisine karşılık, 2 ve 3 numaralı örnekleme noktaları arasında tespit edilen çok yüksek korelasyon ilişkisi ($r = 0.97^{***}$), 2 numaralı noktada akarsuya önemli miktarlarda azot karıştığını göstermektedir.

IV.2.9.Bakır

Balabandere boyuna profilinde bakır parametresinin yersel değişimine baktığımızda 1 ve 2 numaralı örnekleme noktaları arasında bakır konsantrasyonunun düştüğünü, daha sonra ise 2-3 ve 3-4 arasında arttığını görmekteyiz.

Balabandere ortalama bakır konsantrasyonu (5.01 ppb), Ortadere'ye (8.42 ppb) göre daha düşüktür. Öte yandan örnekleme noktaları arasında bakır konsantrasyonu bakımından anlamlı bir fark bulunmaması dereye kirlilik kaynaklarından çok fazla bakır kirlenmesi olmadığını ortaya koymaktadır.

IV.2.10.Demir

Demir' de bakır gibi su kalitesini etkileyen önemli bir ağır metaldir. Bu parametrenin yersel değişim grafiğine baktığımızda bakırın aksine 2 ve 3 numaralı örnekleme noktaları arasında çok dik bir artış, 3 ve 4 arasında ise dik bir iniş trendi göze çarpmaktadır. Bu durum, 3 ve 4 numaralı örnekleme noktaları arasındaki kirlilik kaynaklarının demir konsantrasyonunu artırıcı bir etki oluşturmadıklarını ortaya koymaktadır, ama 4 numarada akım artışıyla seyreltme etkisini de unutmamak gerekir. Demir değerlerinin ölçme periyodunda zamansal olarak da çok fazla değişkenlik göstermediklerini görmekteyiz.

Örnekleme noktaları arasında aritmetik ortalama ve varyans açısından önemli bir fark olmadığı ortaya korsa da korelasyon katsayılarına baktığımızda 3 numaralı örnekleme noktasıyla diğer noktalar arasında düşük negatif bir ilişki olduğu, diğer noktalar arasında ise anlamlı derecede korelasyon olduğu görülmektedir.

Öte yandan Balabandere'nin ortalama demir konsantrasyonunun (1.13 ppm), Ortadere'den (1.33 ppm) daha düşük olduğu belirlenmiştir.

IV.3.Bakteriyolojik Parametreler

Bakteriyolojik açıdan Balabandere değerlendirildiğinde, 4 numaralı örnekleme noktası hariç, diğer noktalarda bir kirlilik problemi olmadığı söylenebilir. 4 numaralı örnekleme noktasında yapılan analizlerde 10.4.1997 tarihinde yapılan analiz dışında toplam koliform

miktarı 240'ın altına düşmemiştir. Bu miktar içme suyu standartları açısından sakıncalıdır. 2 numaralı örnekleme noktasında 3.12.1996 tarihinde belirlenen 23 adet/100 ml lik değer dışında koliform bakterisine rastlanmamıştır. Oysaki arazide yapılan gözlemler sırasında hayvan otlatmaya rastlanmıştır. Ayrıca tüm ölçme periyodunda hiçbir bakteriyolojik analizde fekal koliform bakterisine rastlanmamıştır. Bu durumun iki temel nedeni olabilir. Birincisi örnekleme noktalarının kirlilik kaynağına uzaklığı sonucu fekal koliform bakterilerinin ölmesi, ikincisi de ölçme hatası. Fakat birinci ihtimal daha kuvvetlidir çünkü analiz birçok defa tekrarlanmış, besi ortamlarının hazırlanışında özellikle pH değerlerine çok dikkat edilmiştir.

IV.4.Genel Değerlendirme

Araştırmanın esas amacı olan “Balabandere Havzası boyuna profilinde bazı su kalitesi parametrelerinin değişimi” ne ulaşmak üzere, yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen parametre değerleri teker teker ele alınmak üzere incelenmiş, zamansal ve yersel olarak bu parametreler arasındaki değişimler istatistik yöntemlerle araştırılmıştır. Örnekleme noktalarında ölçülen tüm değerler ele alındığında dört örnekleme noktası arasında da yüksek korelasyon ilişkileri bulunmuştur ($\bar{O}_1-\bar{O}_2 = 0.90^{***}$, $\bar{O}_1-\bar{O}_3 = 0.94^{***}$, $\bar{O}_1-\bar{O}_4 = 0.95^{***}$, $\bar{O}_2-\bar{O}_3 = 0.85^{***}$, $\bar{O}_2-\bar{O}_4 = 0.88^{***}$, $\bar{O}_3-\bar{O}_4 = 0.95^{***}$). Regresyon denklemleri ve dağılımları ise ek şekil 24, 25 ve 26 da verilmiştir. Özellikle 4 numaralı noktanın diğer noktalarla yüksek korelasyon göstermesi noktasal atık etkisinin çok da fazla olmadığını göstermektedir.

Öte yandan yapılan aritmetik ortalama karşılaştırmalarında sadece bulanıklık, pH, klorür ve bakır parametreleri için gruplar arasında anlamlı fark olmadığı, diğer tüm parametrelerde 4 numaralı örnekleme noktasıyla diğer örnekleme noktaları arasında anlamlı aritmetik ortalama farklılıkları olduğu ortaya çıkmıştır. Genel olarak tüm ölçme değerleri dikkate alındığında yine 4 numarayla diğer noktalar arasında %0.1 düzeyinde ($F_r = 18.79^{***}$, $L = 43.10^{***}$) anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir.

Su kalitesi parametrelerinin zamansal değişimleri çok değişken değerler ifade etmektedir. Bu değişken değerlerin nedeni akım miktarındaki farklılıkların yanısıra arazi kullanımındaki değişik uygulamalar olabilir (gübreleme, otlatma, rekreasyon, ormana müdahale vb.). Pik akım esnasında birçok su kalitesi parametresinin konsantrasyonunun artması havzada erozyon ve sedimentasyon sorunu olabileceğini ifade etmektedir. Yine de ölçme sayısının nispeten az, ölçme periyodununun da dar olması, zamansal değişim konusunda çok kesin bir yargıya varılmasını engellemektedir.

Yersel olarak ise bazı önemli sonuçlar ortaya koymak mümkündür. Azot, bakır, bikarbonat, türbidite, renk, pH, demir ve koliform parametreleri dışında diğer tüm parametreler birinci örnekleme noktasından dördüncü noktaya giderken artış trendi izlemektedir. Bu durumun nedeni yerleşim alanlarının ve noktasal kirleticilerin 4 numaralı nokta çevresinde yoğunlaşmasıyla açıklanabilir.

Bulanıklık ve rengin 2 numaradan 3 numaraya geçerken gösterdiği düşüşün nedeni eğimin azalması, 2 numaraya sediment sağlayan alanların varlığı, bu noktaya gelen suların Bahçeköy ve Bahçeköy civarındaki tarım alanlarını drene etmesi olması olabilir.

pH'ın 3 numaralı örnekleme noktasından 4 numaraya geçerken düşmesi ise dereye asidik madde karıştığına işaret etmektedir. Bu kirlenmenin nedeni olarak ise endüstriyel kirletici kaynaklar gösterilebilir.

Demir konsantrasyonunun yine 3 numaradan 4 numaraya geçerken aniden düşmesi, seyreltme etkisi (dilution effect) olduğunu ortaya koymakta ve bizi endüstriyel ve yerleşim alanı atıklarının demir konsantrasyonunu artırıcı değil seyreltici etki yapmış olabileceği sonucuna götürmektedir.

Azot, PO₄ ve PO₄-P değerlerinin 1 numaradan 2 numaraya geçerken artması, 2 numaradan 3 numaraya geçerkense azalması, sisteme bu maddelerin 2. Örnekleme noktasında bir miktar giriş yaptığını ifade etmektedir. 2 numaralı örnekleme noktasının tarım alanlarının hemen altında olması, bu girişin gbresel kaynaklı olabileceğini ortaya koymaktadır.



V. ÖZET

Balabandere üzerinde kısa dönemli bir su kalitesi izleme araştırması olarak planlanan çalışmada, su kalitesi parametrelerinin zamansal ve yersel değişimleri incelenmiş, örnekleme noktaları arasında bu parametreler açısından farklılıklar olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Bazı su kalitesi parametrelerinin zamansal olarak az çok sabit oldukları, buna karşın birçoğunun (elektriksel iletkenlik, bulanıklık, vb.) akım miktarındaki değişimlerden çok fazla etkilendiği gözlenmiştir.

Özellikle yersel değişimler, parametrelerin çevresel etkenlerle olan ilişkilerini irdelemek açısından daha yararlı olmuştur. Nitekim kaynağından itibaren, değişik çevresel etkenlerle su kalitesi parametreleri açısından değişimler yaşayan dere boyunca yapılan bu tür incelemeler, özellikle arazi kullanma durumunun (tarım, orman, mera, vb.) veya arazi kullanma esnasında meydana gelebilecek etkilerin (madencilik, silvikültürel işlemler, atık deşarjı, vb.) akarsuların su kalitesinde meydana getireceği etkileri gözlemek açısından çok yararlı olmaktadır.

SUMMARY

Variations in some water quality parameters through the longitudinal profile of Balabandere Creek in Istanbul-Bahcekoy.

The objective of this study was to perform a short term monitoring research on water quality parameters through the longitudinal profile of Balabandere creek

The temporal and spatial variations in the parameters were analysed with traditional statistical tools and some important results were obtained. The variational difference among the sampling points parameters was due to 4th sampling point.

It can be concluded from this result that the parameters determined from 4th sampling point water was quite different from the first three by the influence of point pollution sources.

Although there seems to be a meaningful correlation among the sampling points parameter groups, it's observed that some parameters, particularly conductivity, turbidity and color could vary in wider ranges especially at the second sampling point. The narrower variations at the third and fourth points could be explained with the decrease in bed slope and dilution effect.

VI.KAYNAKLAR

1. APHA-AWWA-WPCF (1975) : Standard methods for the examination of water and wastewater. 14 th edition. ISBN 087553-078-8 USA. 61-508.
2. AWWA (1971) : Water quality and treatment . 3 th edition. McGraw Hill Book Company. New York .
3. BALCI, N. (1987) : Çevre Sorunları Yüksek Lisans Ders Notları, Havza Amenajmanı Anabilim Dalı, Bahçeköy-İstanbul.
4. BALCI, N., ÖZYUVACI, N. (1988) : Havza Amenajmanı II. Yüksek Lisans Ders Notları.
5. BAYAZIT, M., OĞUZ, B. (1994) : Mühendisler için istatistik. 2. Baskı. Birsen Yayınevi Ltd.Şti. İstanbul. 71-159.
6. BRANDON, O., HÜTTL, R.F. (1988) : Nitrogen saturations in Forest Ecosystems. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 67-75.
7. BROWN, T.C., SHELBY, B., TAYLOR, J.G (1992) : Streamlow and Recreation. USDA Forast Service GTR RM-209.
8. BUCHANAN, E.D., BUCHANAN, R.E. (1955): Bacteriology. 5 th edition. The Macmillan Company. New York. 512-516.
9. E.MERCK AG (1961) : The investigations of water. 5 th edition. E.Merck AG. Darmstadt. 19-47.
10. EWING, G.W. (1975) : Instrumental methods of chemical analysis. 4 th edition. McGraw Hill Book Company. New York. 85-148.

11. GERÇEK, H. (1992) : Belgrad Ormanındaki Bazı Bent Havzalarında Sedimentasyon Olgusu ile Havza Karakteristikleri arasındaki İlişkiler. T.C.İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
12. GÜRSAKAL, N. (1997) : Bilgisayar uygulamalı istatistik I. Marmara Kitabevi Yayınları. 73-225.
13. ISAAC, P.C.G. (1967) : River management. 2 nd edition. Garden City Press Limited. Herdfordshire. 153-168.
14. KAJAK, Z. (1978) : The Impact of Land Use on Eutrophication of Lakes and Reservoirs and possible protective measures. Proceedings of Land Use Impacts on Lake and Reservoir Ecosystems Workshop. 135-152.
15. KANTARCI, D., TOLUNAY, D. (1996) : İ.Ü.Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanında Toprak ve Yetiştirme Ortamı Özelliklerinin Belirlenmesi. İ.Ü.Araştırma Fonu Proje Geliştirme Raporu.
16. LEE, R. (1980) : Forest hydrology. Columbia University Press. New York. 140-158.
17. LEOPOLD, L.B. (1974) : Water. W.H.Freeman and Company. USA.
18. OWEN, O.S. (1975) : Natural resource conservation. 2 nd edition. Macmillan Publishing Co.Inc. New York. 141-160.
19. ÖZYUVACI, N. (1976) : Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. İ.Ü.Yayın No: 2082. Orman Fak. Yay.No: 221. Bahçeköy.

20. PIECZYNSKA, E. (1978) : The Impact of Recreation and Tourism on Lakes and Reservoirs. Proceedings of Land Use Impacts on Lake and Reservoir Ecosystems Workshop. 129-135.
21. PIERCE, S., KELLER, H.M. (1978) : Forest Land Use Impacts on Upstream Water Sources. Proceedings of Land Use Impacts on Lake and Reservoir Ecosystems Workshop. 112-129.
22. POLAT, C. (1995) : İ.Ü. Orman Fakültesi Eğitim ve Araştırma Ormanında Toprak Kaybı ve Erozyon . T.C. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
23. PROCHAZKOVA, L. (1978) : Agricultural Impact on the Nitrogen and Phosphorus Concentration in Water. Proceedings of Land Use Impacts on Lake and Reservoir Ecosystems Workshop. 78-101.
24. SÖNDÜRMEZ, G., TAYLAN, B., YARALIOĞLU, K. (1995) : İstatistik. Barış yayınları. İzmir. 208-224.
25. ŞENGÜL, F., TÜRKMAN, A. (1991) : Su ve atıksu analizleri. Paşahan Matbaası. İstanbul. 8-112.
26. TRUDGİLL, S.T. (1988) : Soil and vegetation systems. 2 nd edition. Clarendon Press. Oxford.
27. YEVJEVICH, V. (1972) : Probability and statistics in hydrology. LithoCrafters, Ann Arbor, Michigan.

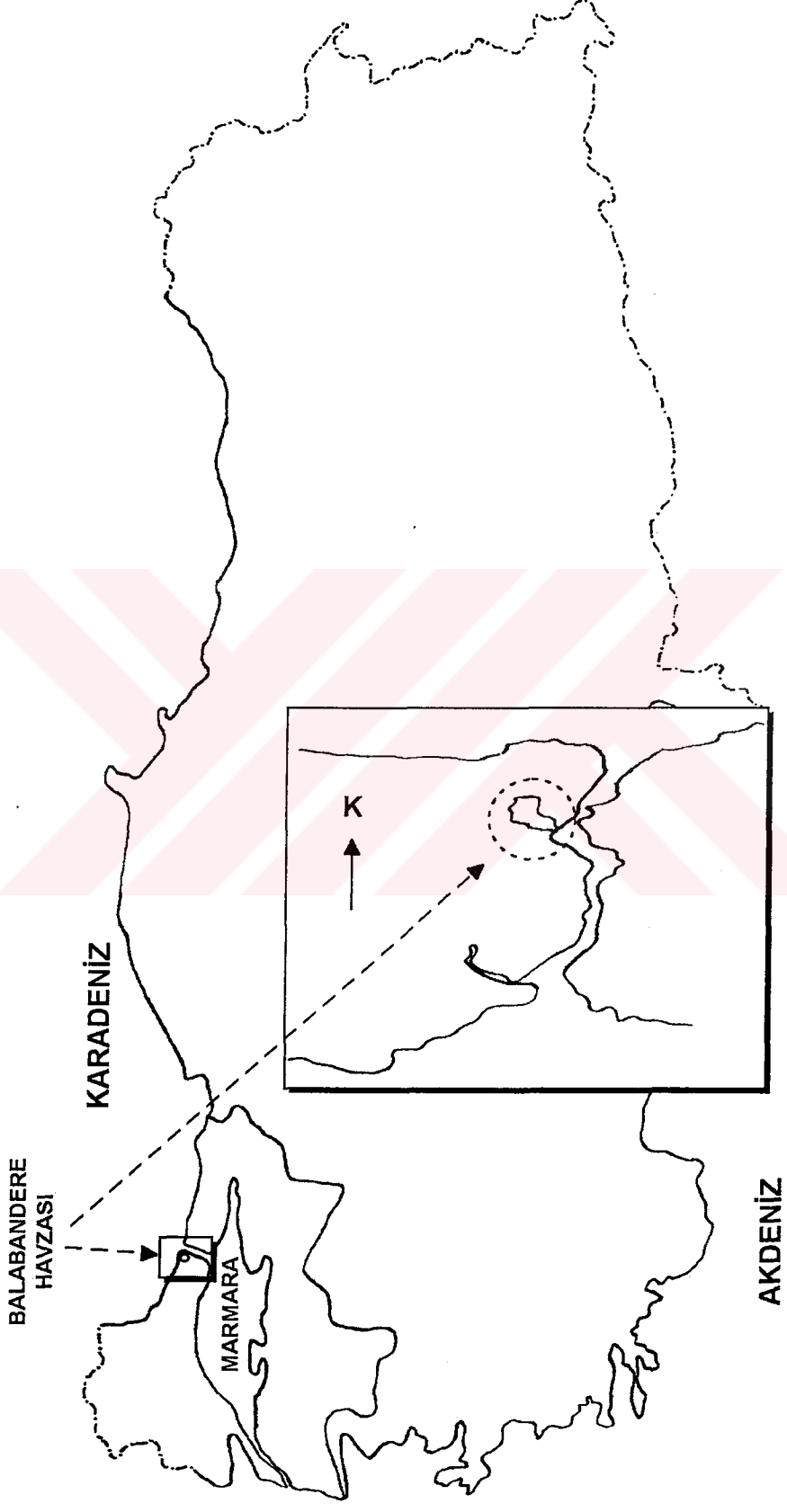
VİLÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Gaziantep'te doğdu. İlk öğrenimini Ankara'da, orta öğrenimini Bolu'da tamamlayarak 1991 yılında İ.Ü.Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünü kazandı. Aynı yıl İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Havza Amenajmanı Programında Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Yine aynı yıl Havza Amenajmanı Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı anabilim dalında çalışmakta olup bir adet bildirisi bir adet de makalesi mevcuttur.

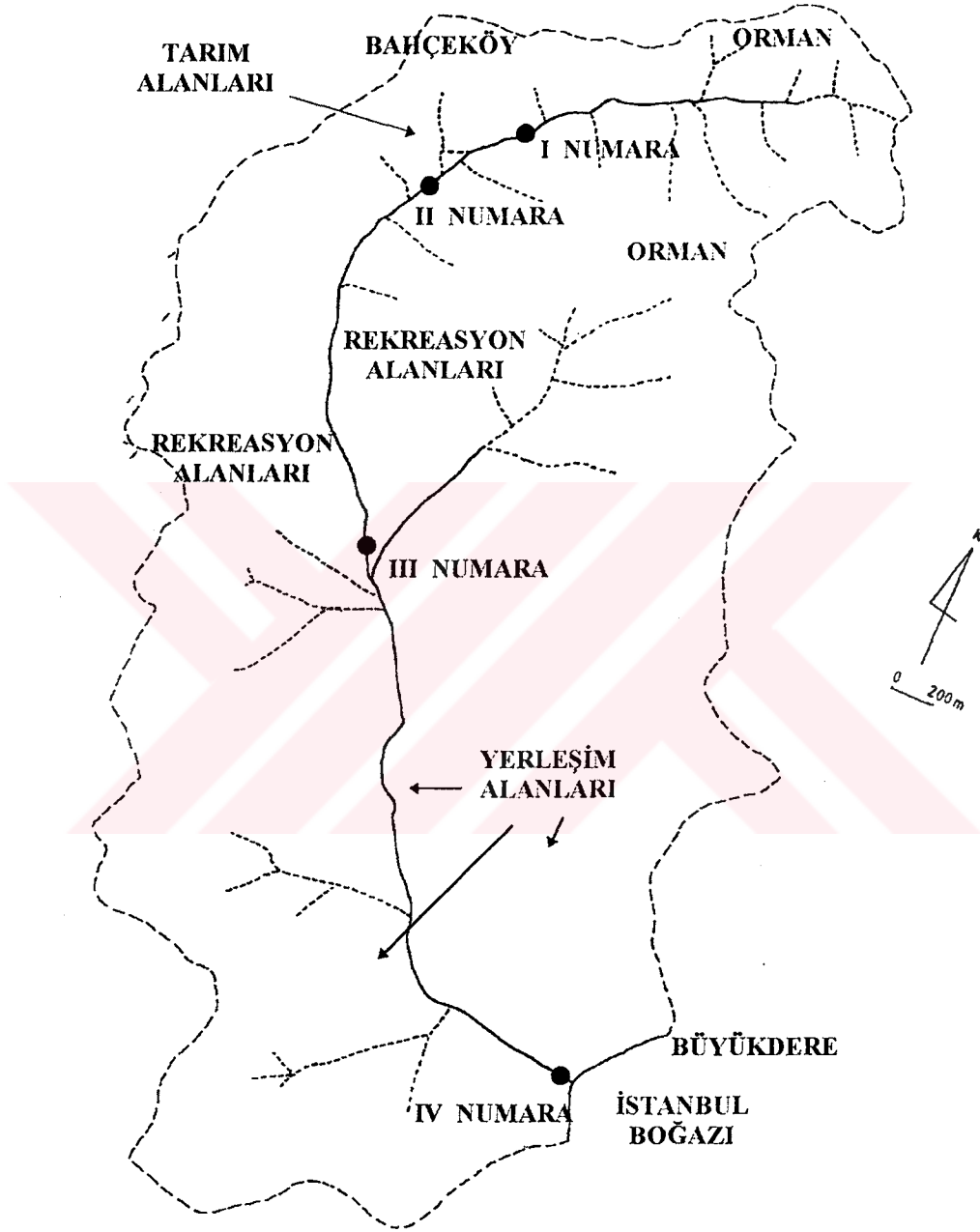




VII.EKLER



Harita 1 . Araştırma Havzasının Genel Mevkii



Harita 2. Örnekleme noktalarının Balabandere üzerindeki konumu.

AYLAR

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	YILLIK
Sıcaklık (°C)	4,7	4,9	6,1	10,5	15	19,3	21,5	21,6	18	14,1	10,6	6,9	12,8
Sıcaklık indisi	0,91	0,97	1,35	3,08	5,28	7,73	9,1	9,17	6,95	4,81	3,12	1,63	54,1
Düzeltilmemiş PE (mm)	13,8	14,8	19,2	37,6	62,8	88,4	95,8	96,1	79,6	57,2	38,7	22	
Düzeltilmiş PE (mm)	11,5	12,3	19,8	41,7	78,5	111,4	121,7	114,4	82,8	54,9	31,7	17,6	698,3
Yağış (mm)	161,5	105,4	104,4	55	45,2	39,9	34,8	48,8	68,1	121,2	133,9	172,3	1090,5
Depo edilen suyun aylık değişimi (mm)	0	0	0	0	-33,3	-71,5	0	0	0	66,3	33,7	0	
Depo edilen su (mm)	100	100	100	100	66,7	0	0	0	0	66,3	100	100	
Gerçek evapotr. (mm)	11,5	12,3	19,8	41,7	78,5	106,6	34,8	48,8	68,1	54,9	31,7	17,6	526,3
Su açığı (mm)	0	0	0	0	0	4,8	86,9	65,6	14,7	0	0	0	172
Su fazlası (mm)	150	93,1	84,6	13,3	0	0	0	0	0	0	68,5	154,7	564,1
Yüzcysel akış (mm)	122,3	107,7	96,2	54,8	27,4	13,7	6,9	3,4	1,7	0,9	34,5	94,6	564,1
Nemlilik oranı	13	7,6	4,3	0,3	-0,4	-0,6	-0,7	-0,6	-0,2	1,2	3,2	8,8	

Ek tablo 1. Thornthwaite metoduna göre Bahçeköy Meteoroloji istasyonunun su bilançosu.

1 NUMARALI ÖRNEKLEME NOKTASININ ANALİZ SONUÇLARI

ph	Ei	Tur	Renk	Tser	PO4	PO4	CI	OrM	Mg+2	CaS	Ca	HCO3	Alk	Cu	Topl.	Fe	Kolif.	Fek.K.
	Mmhos/cm	ppmSiO2	F	-P	ppm	ppmO2	ppmCaCO3	ppm	ppm	ppmCaCO3	ppm	CaCO3	CaCO3	ppb	N(ppm)	ppm	MPN	MPN
19.10.96	7,63	264	18	10	126	39,8	6,8	98	39,28	103,7	85	-	-	-	-	-	-	-
25.10.96	7,39	256	48	30	24	3,44	0,123	16,5	5,88	18	7,21	12,2	10	-	-	-	-	-
12.11.96	7,32	250	12	0	24	3,14	0,069	37,37	3,11	17	6,81	103,7	85	-	-	-	-	-
3.12.96	7,74	251	18	5	118	3,23	0,093	34,95	4,64	6,8	36,07	106,8	87,5	-	-	-	-	-
5.1.97	7,05	180	30	0	68	3,32	0,123	25,72	3,76	2,92	22,44	55	45,13	6	0,42	1,103	-	-
15.1.97	7,33	158	51	10	60	3,36	0,117	22,81	2,8	3,89	44	17,64	43,4	35,63	0,45	0,777	-	-
24.1.97	7,12	190	35	0	92	3,1	0,045	25,72	2,08	7,78	60	24,05	66,6	3,7	0,35	0,438	-	-
5.2.97	7,1	222	19	5	100	3,15	0,063	28,15	2,69	7,78	68	27,25	75,4	3,9	0,55	0,413	-	-
7.3.97	7,48	186	22	0	88	3,14	0,054	26,69	3,88	6,8	60	24,05	60,9	5,6	0,73	0,45	-	-
13.3.97	7,47	190	19	0	94	3,15	0,054	27,18	3,09	8,75	58	23,25	69,5	3,3	0,3	0,463	-	-
20.3.97	7,61	195	20	0	90	3,1	0,039	26,21	3,01	4,37	72	28,86	75,5	3,4	0,35	0,499	-	-
26.3.97	7,49	153	20	5	72	3,17	0,06	23,32	2,53	6,8	44	17,64	43,4	3,6	0,38	0,916	-	-
3.4.97	7,41	148	47	5	72	3,32	0,108	21,89	3,64	4,86	52	20,84	49,3	4,4	0,3	1,426	-	-
10.4.97	7,32	150	23	5	70	3,23	0,078	22,37	3,33	5,35	48	19,24	43,4	3,7	0,34	1,131	-	-

2 NUMARALI ÖRNEKLEME NOKTASININ ANALİZ SONUÇLARI

ph	Ei	Tur	Renk	Tser	PO4	PO4	CI	OrM	Mg	CaS	Ca	HCO3	Alk	Cu	Topl.	Fe	Kolif.	Fek.K.
	Mmhos/cm	ppmSiO2	F	-P	ppm	ppmO2	ppmCaCO3	ppm	ppm	ppmCaCO3	ppm	CaCO3	CaCO3	ppb	N(ppm)	ppm	MPN	MPN
19.10.96	7,85	278	51	20	138	8,48	40,77	8,75	102	40,88	125,1	102,5	-	-	-	-	-	-
25.10.96	7,29	292	410	70	32	8,25	13,44	1,96	24	9,62	18,3	15	-	-	-	-	-	-
12.11.96	7,61	277	29	5	30	3,25	0,129	39,8	3,36	19	7,62	115,9	96	-	-	-	-	-
3.12.96	7,88	282	31	10	134	3,28	0,114	37,37	4,68	8,26	100	40,08	119	97,5	-	-	-	-
5.1.97	7,23	208	59	5	94	3,61	0,222	26,69	4,96	7,78	62	24,85	69,5	5,6	0,72	1,533	-	-
15.1.97	7,4	250	52	15	86	3,39	0,12	27,66	4,16	0	86	34,47	78,2	1,7	2,3	0,458	-	-
24.1.97	7,4	430	75	20	174	3,82	0,294	43,68	8,72	16,52	106	42,48	165,2	7	11	0,679	-	-
5.2.97	7,45	245	25	10	110	3,19	0,066	28,64	2,85	7,29	80	32,06	89,8	4,4	0,62	0,494	-	-
7.3.97	7,4	212	24	5	92	3,14	0,06	25,72	3,88	6,32	66	26,45	72,5	4,2	0,65	0,939	-	-
13.3.97	7,53	210	21	0	110	3,14	0,051	25,72	3,64	11,66	62	24,85	78,2	2,2	0,3	0,64	-	-
20.3.97	7,66	215	25	0	100	3,14	0,057	25,72	3,48	6,32	74	29,66	78,2	3,5	0,38	0,705	-	-
26.3.97	7,48	180	27	5	82	3,19	0,069	23,32	3,48	7,78	62	24,85	60,9	3,7	0,6	0,761	-	-
3.4.97	7,53	204	60	10	94	3,32	0,117	23,32	4,12	7,78	62	24,85	60,9	5,1	1,08	1,462	-	-
10.4.97	7,3	173	29	5	84	3,18	0,069	23,32	3,33	7,29	54	21,64	52,2	4,1	0,56	0,945	-	-

Ek tablo 2. 1 ve 2 Numaralı Örnekleme Noktalarının Su Analiz Sonuçları.

3 NUMARALI ÖRNEKLEME NOKTASININ ANALİZ SONUÇLARI

ph	Ei	Tur	Renk	Tser	PO4	PO4-P	Cl	OrM	Mg	CaS	Ca	HCO3	Alk	Cu	Tpl.N2	Fe	Kolif.	Fek.K.
	Mmhos/cm	ppmSiO2	F	F	-P	ppm	ppmO2	ppm	ppmCaCO3	ppm	CaCO3	CaCO3	ppb	N(ppm)	ppm	MPN	MPN	
19.10.96	7,22	402	38	44	3,48	0,162	17,47	10,92	1,46	38	15,23	21,4	17,5	-	-	-	-	-
25.10.96	8,05	382	22	86	3,29	0,141	45,62	7,14	13,6	30	12,02	183	150	-	-	-	-	-
12.11.96	8,12	387	23	124	3,3	0,122	35,16	4,45	9,72	84	32,14	93,2	76,4	-	-	-	-	-
5.1.97	7,32	250	44	102	3,31	0,126	29,12	3,84	6,32	76	30,46	84	68,88	6,2	0,42	1,323	-	-
15.1.97	7,43	258	62	90	3,46	0,171	28,64	4,56	6,32	64	25,65	78,2	64,13	7,4	1,47	1,017	-	-
24.1.97	7,47	270	51	144	3,36	0,132	36,89	4,08	12,64	92	36,87	115,9	95	4,8	3,45	0,692	-	-
5.2.97	7,56	283	22	130	3,23	0,081	33,97	3,33	11,18	84	33,67	95,6	78,4	3,8	0,45	0,335	-	-
7.3.97	7,5	268	30	110	3,18	0,069	31,55	3,48	7,78	78	31,26	84,1	68,9	7,1	1	0,808	0	0
13.3.97	7,53	262	25	118	3,16	0,066	32,03	2,93	10,21	76	30,46	89,8	73,6	4,4	0,5	1,037	0	0
20.3.97	7,62	277	26	120	3,15	0,066	33,49	3,64	10,21	78	31,26	92,7	76	3,8	0,42	9,89	0	0
26.3.97	7,47	213	31	102	3,24	0,09	26,17	3,33	6,32	76	30,46	66,6	54,6	4,1	0,4	1,002	0	0
3.4.97	7,49	222	390	104	4,02	0,39	28,56	20,59	5,83	80	16,03	92,7	76	7,6	0,86	1,934	0	0
10.4.97	7,32	207	32	90	3,3	0,114	25,22	4,12	3,89	74	29,66	58	47,5	3,9	0,4	1,176	0	0

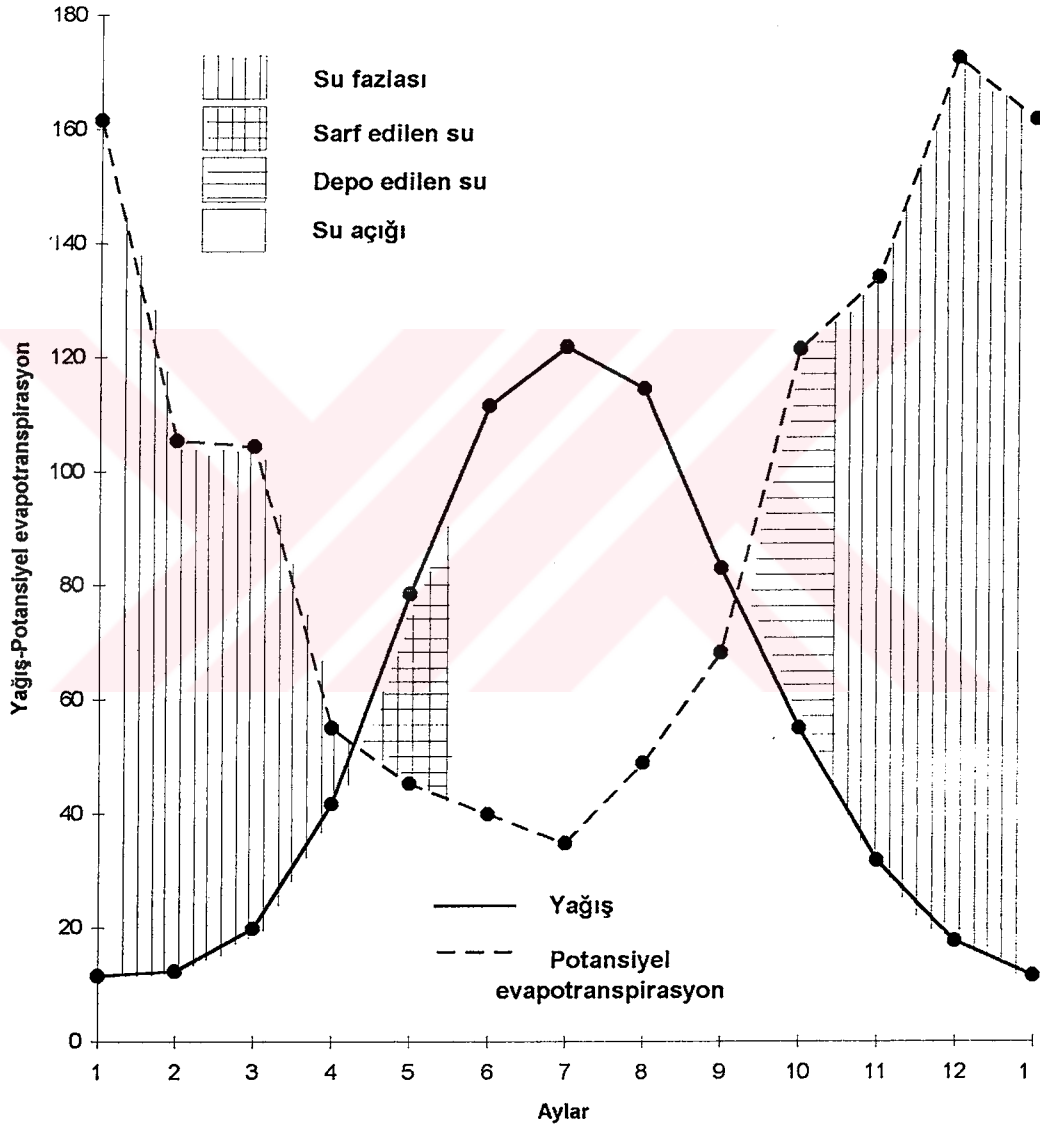
4 NUMARALI ÖRNEKLEME NOKTASININ ANALİZ SONUÇLARI

ph	Ei	Tur	Renk	Tser	PO4	PO4-P	Cl	OrM	Mg	CaS	Ca	HCO3	Alk	Cu	Tpl.N2	Fe	Kolif.	Fek.K.
	Mmhos/cm	ppmSiO2	F	F	-P	ppm	ppmO2	ppm	ppmCaCO3	ppm	CaCO3	CaCO3	ppb	N(ppm)	ppm	MPN	MPN	
19.10.96	7,6	839	80	260	4,86	0,637	106,78	13,02	12,15	210	84,17	366	300	-	-	-	-	-
25.10.96	7,41	405	260	190	3,58	0,237	16,5	14,28	12,15	140	56,11	213,5	175	-	-	-	-	-
12.11.96	7,75	653	54	210	4,54	0,597	82,99	23,52	10,94	165	26,46	305	250	-	-	-	-	-
3.12.96	7,67	645	51	200	4,33	0,516	72,16	19,19	12,15	150	58,12	222	182	-	-	-	-	-
5.1.97	7,24	490	54	176	3,8	0,294	50,48	14,72	24,79	74	59,32	179,7	147,25	5,9	5,5	0,86	-	-
15.1.97	7,47	409	67	156	3,42	0,147	38,34	5,36	6,32	130	52,1	130,4	106,88	6,5	2,2	0,919	-	-
24.1.97	7,49	540	67	220	3,48	0,183	48,53	7,6	17,01	150	60,12	197	161,5	5	8,2	0,621	-	-
5.2.97	7,33	630	51	260	4,14	0,399	70,38	15,84	21,87	170	68,14	260,8	213,8	3,1	10,5	0,555	-	-
7.3.97	7,55	530	48	220	3,92	0,351	60,18	19,01	16,52	152	60,92	231,8	190	8	12,75	0,832	240	0
13.3.97	7,57	525	42	220	3,79	0,291	56,3	7,128	17,5	148	59,32	220,2	180,5	7,6	12,25	1,015	240	0
20.3.97	7,4	520	41	200	4,75	0,669	56,3	13,94	13,61	144	57,72	220,2	180,5	5	7,6	0,933	240	0
26.3.97	7,5	357	37	180	3,47	0,177	41,88	16,79	14,58	120	48,1	139,1	114	4,9	3,68	0,933	240	0
3.4.97	7,41	340	440	156	3,58	0,225	36,16	19,32	7,78	124	49,7	139,1	114	6,6	2,14	1,776	240	0
10.4.97	7,37	313	35	144	3,32	0,123	30,93	5,23	6,8	116	46,49	104,3	85,5	5,3	1,6	1,093	95	0

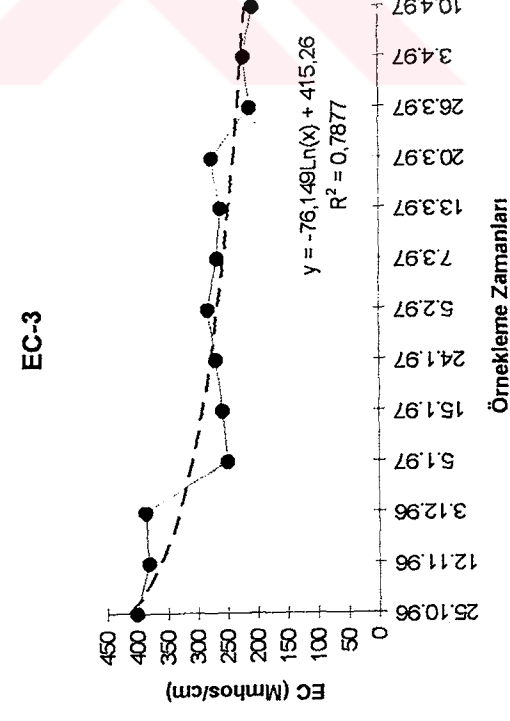
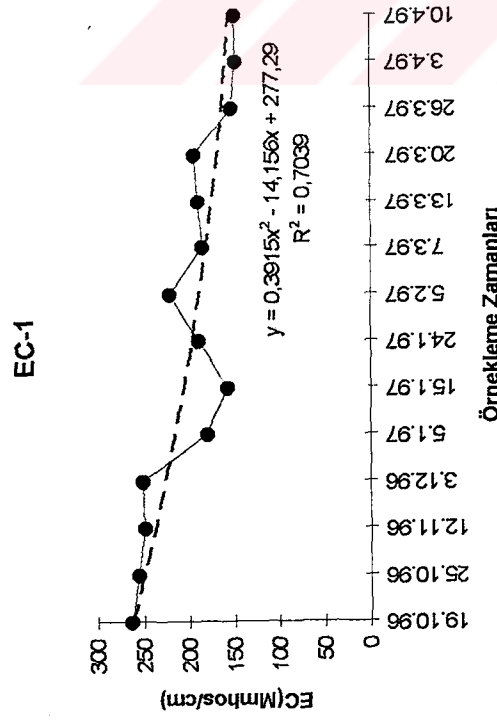
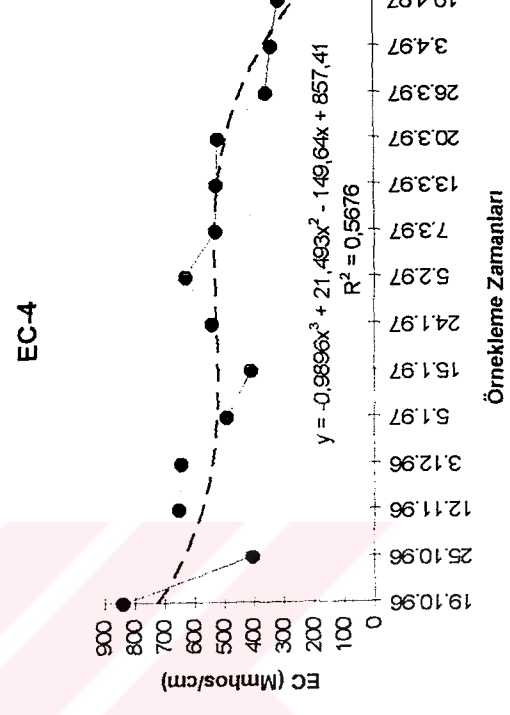
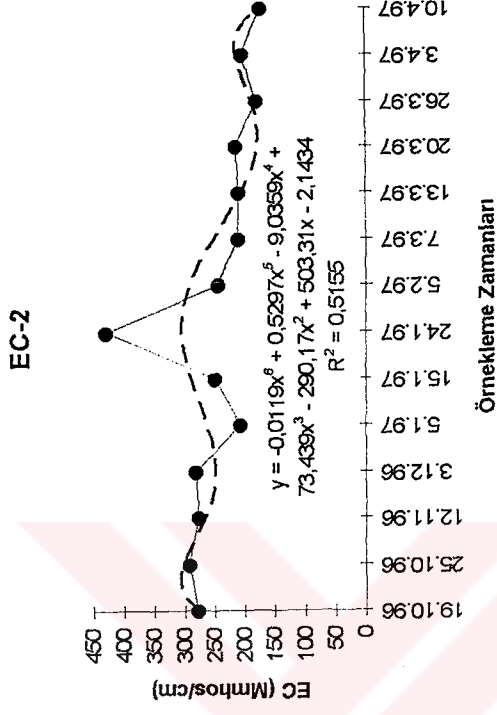
Ek tablo 3. 3 ve 4 Numaralı Örnekleme Noktasının Su Analiz Sonuçları.

İlk yağmurlar döneminde düşük akım	19.10.1996
Yağmur sonrası, yüksek akım	25.10.1996
Normal akım	12.11.1996
Normal akım	3. 12.1996
Kar erimesi sonrası, yüksek akım	5.1.1997
Düşük şiddetli yağmur esnasında	15.1.1997
Normal akım	24.1.1997
Normal akım	5.2.1997
Normal akım	7.3.1997
Normal akım	13.3.1997
Normal akım	20.3.1997
Yüksek akım	26.3.1997
Şiddetli yağmurun hemen sonrası, çok kirli	3.4.1997
Yağmurdan bir süre sonra, çok temiz	10.4.1997

Ek tablo 4. Örnekleme tarihlerinde deredeki akım durumu.

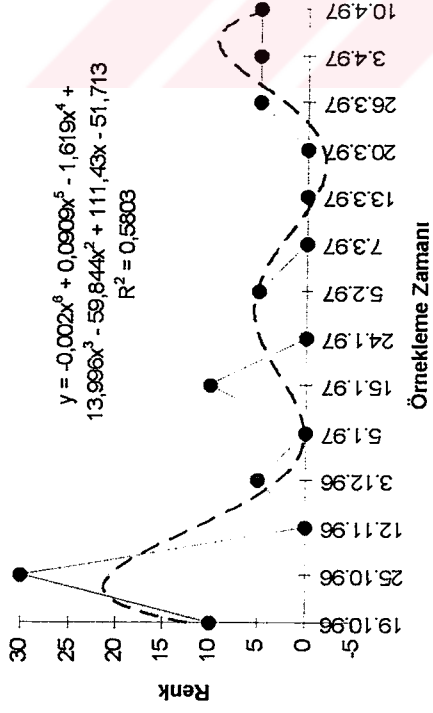


Ek şekil 1. Thornthwaite yöntemine göre Bahçeköy Meteoroloji İstasyonunun su bilançosu grafiği (1948-1991).

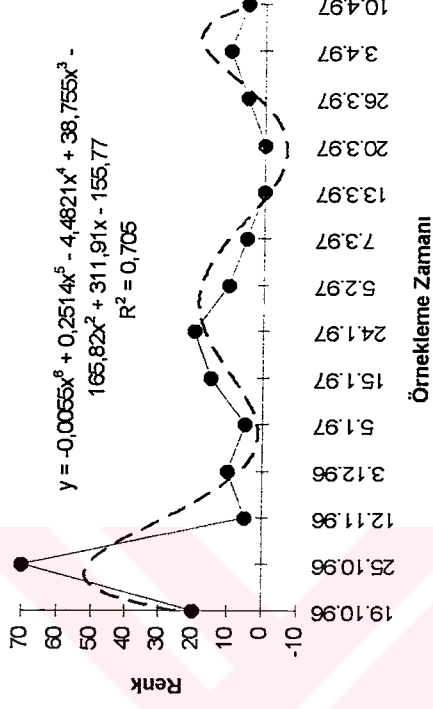


Ek şekil 2. Özgül elektriksel iletkenlik değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

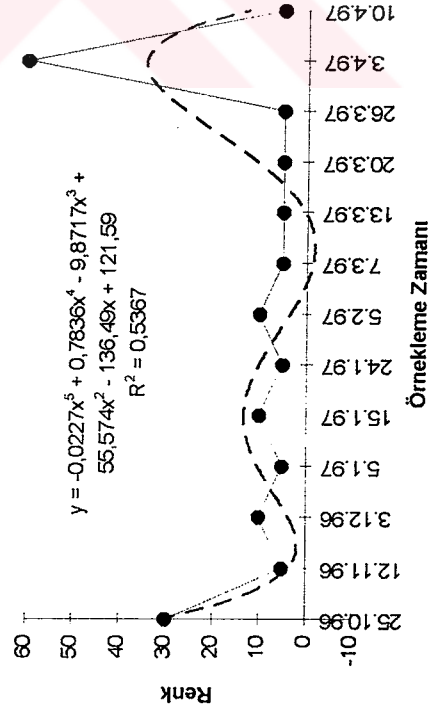
Renk-1



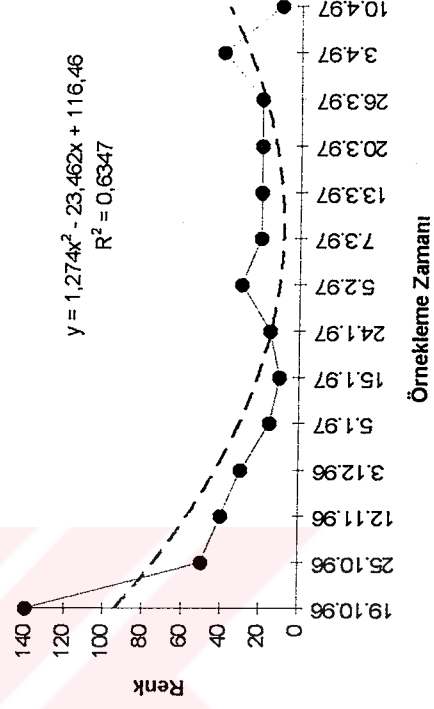
Renk-2



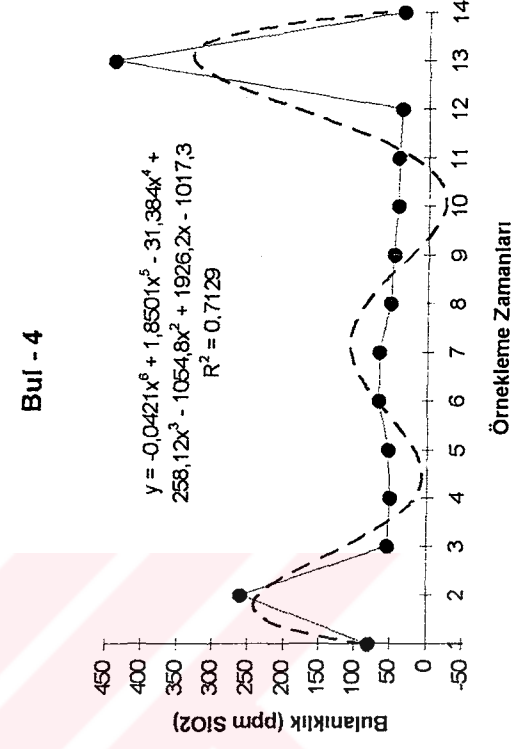
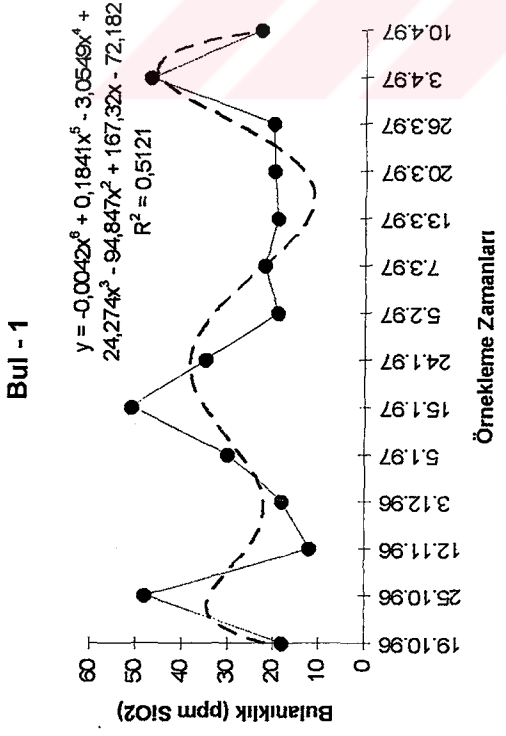
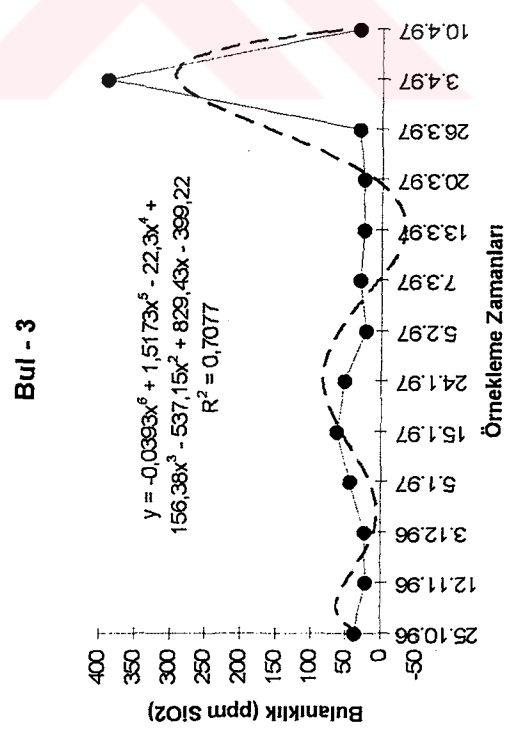
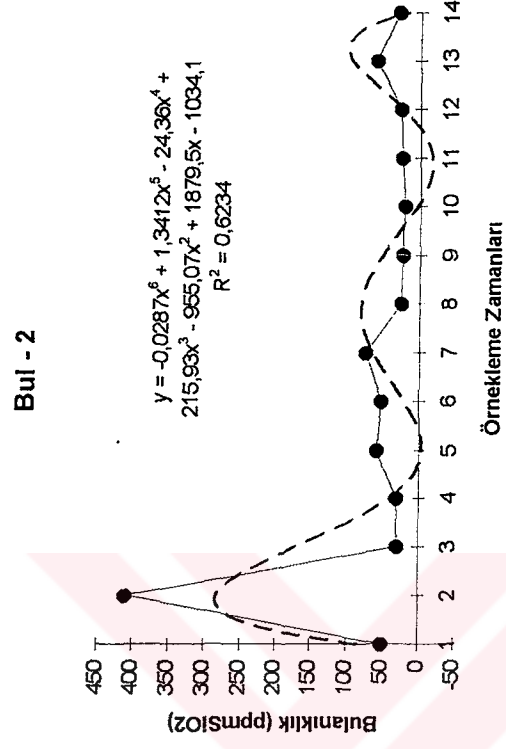
Renk-3



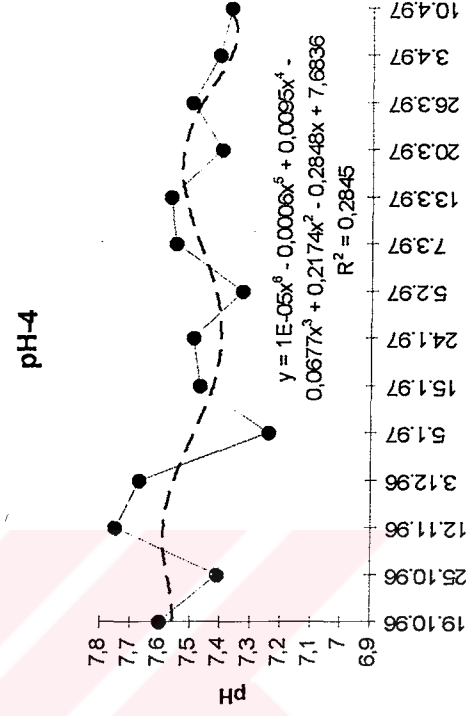
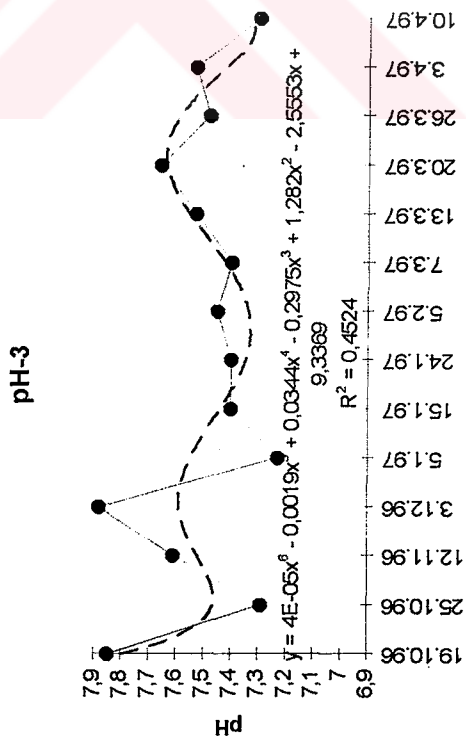
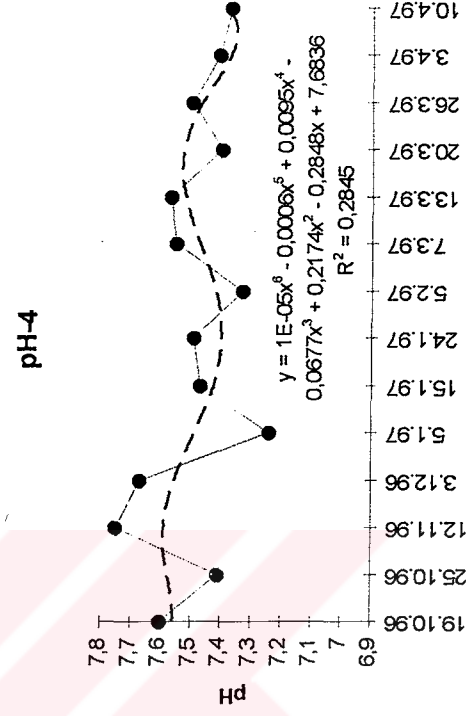
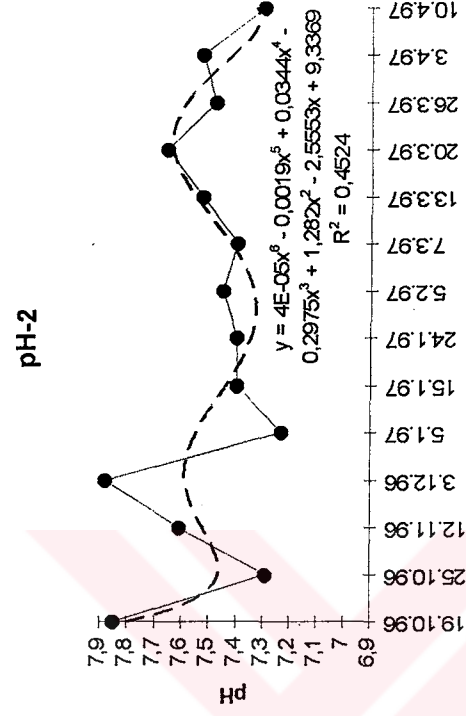
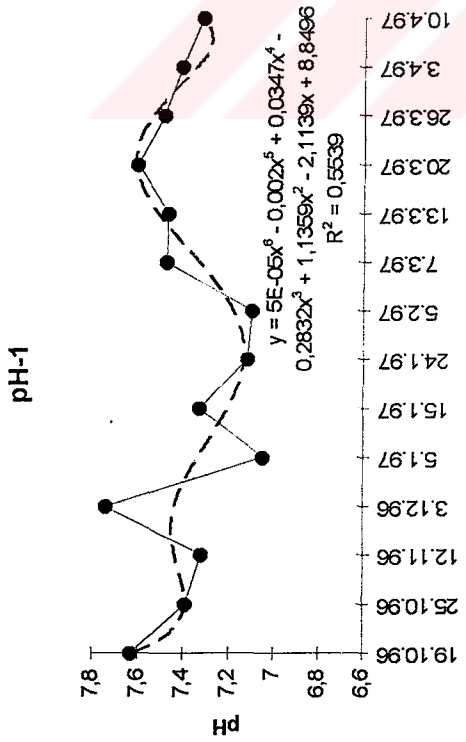
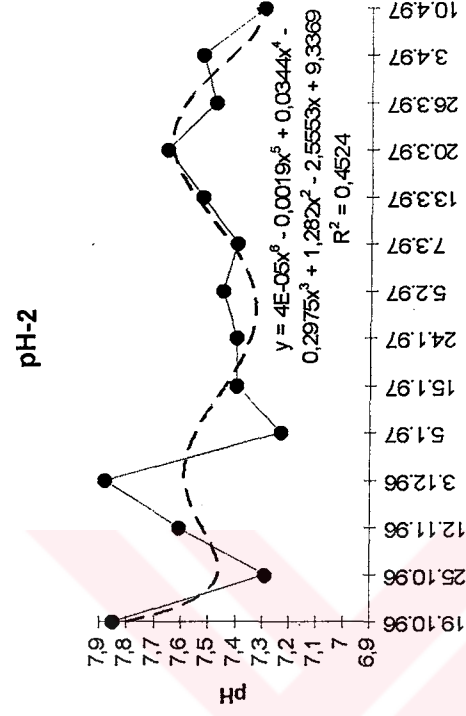
Renk-4



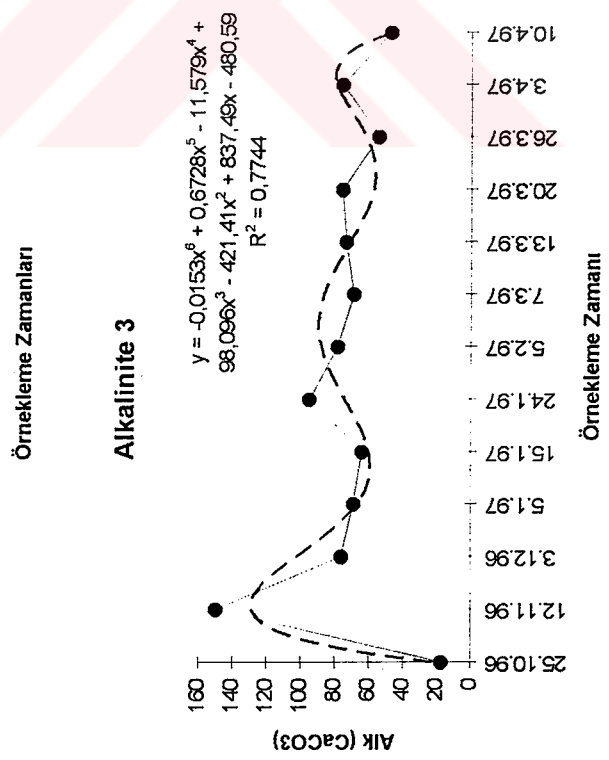
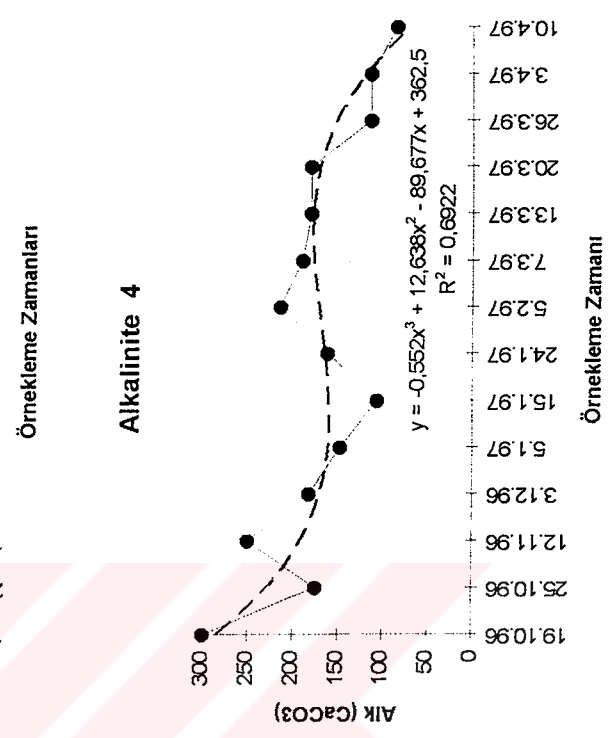
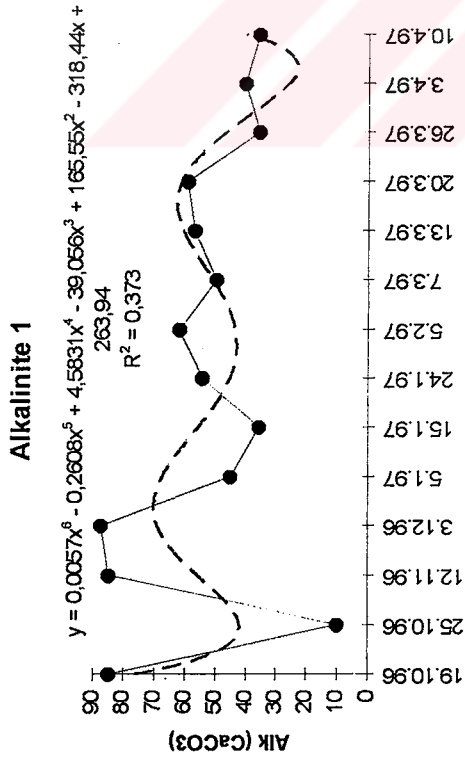
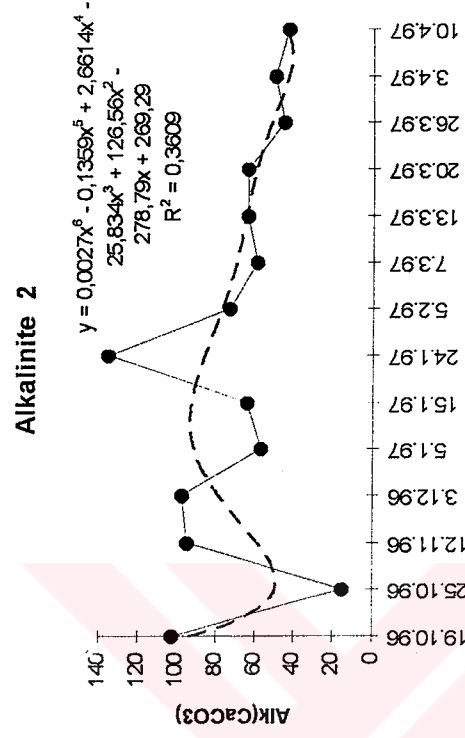
Ek şekil 3. Renk değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



Ek şekil 4. Bulanklık değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

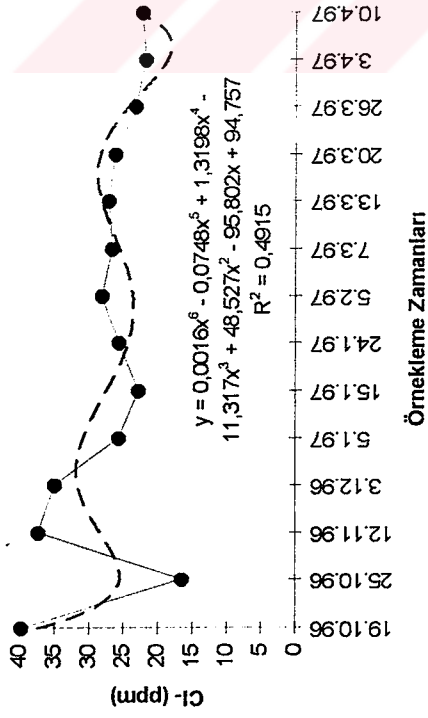


Ek şekil 5. pH değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

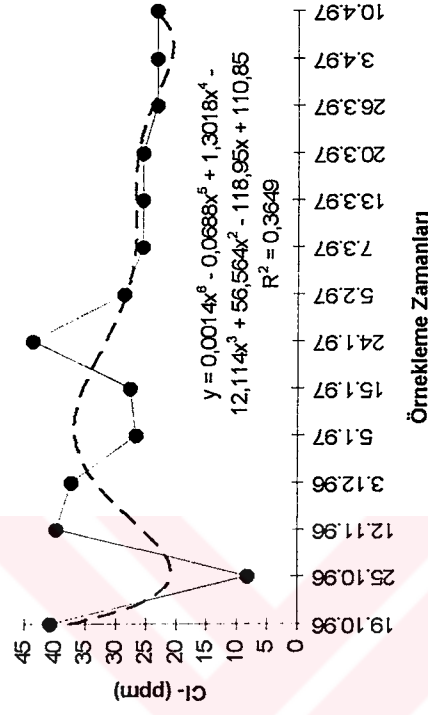


Ek şekil 6. Alkalinite değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

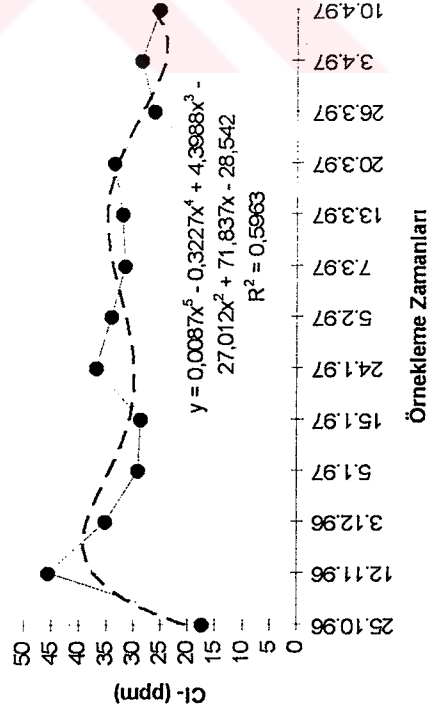
Klorür-1



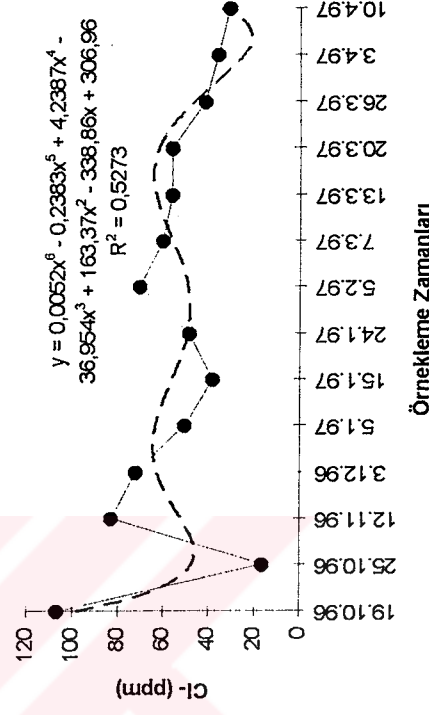
Klorür-2



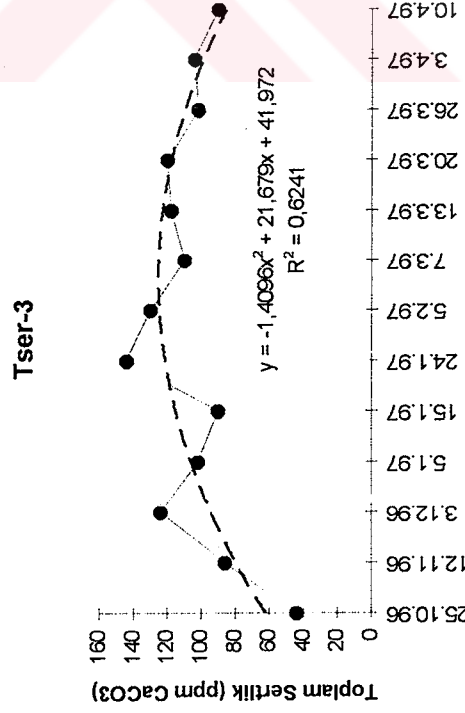
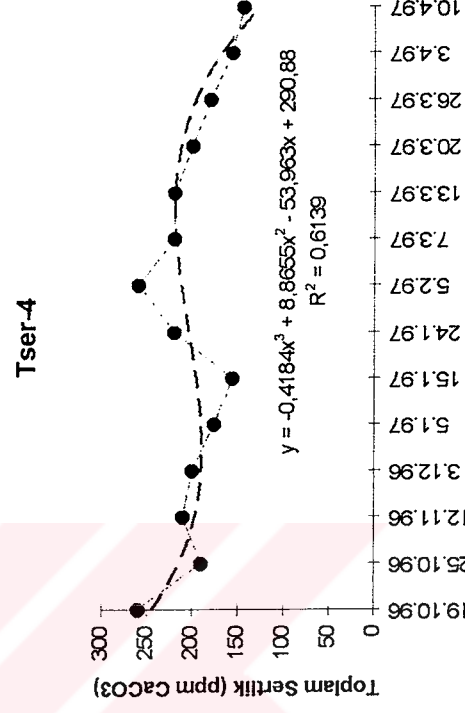
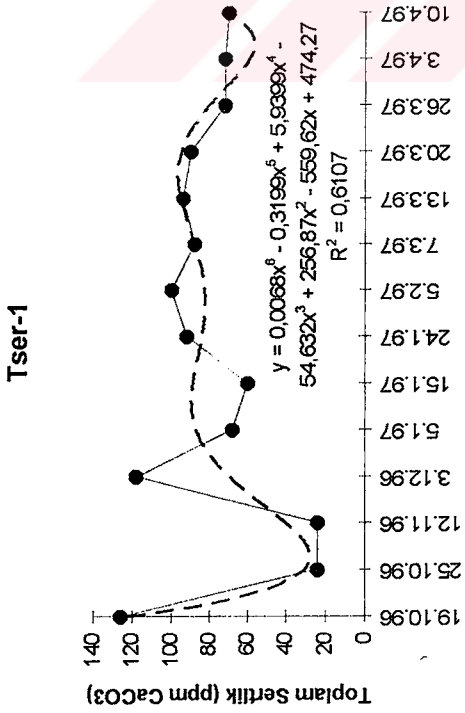
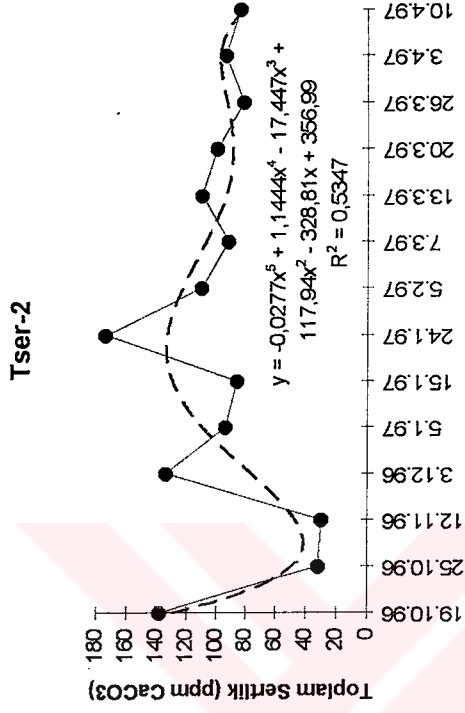
Klorür-3



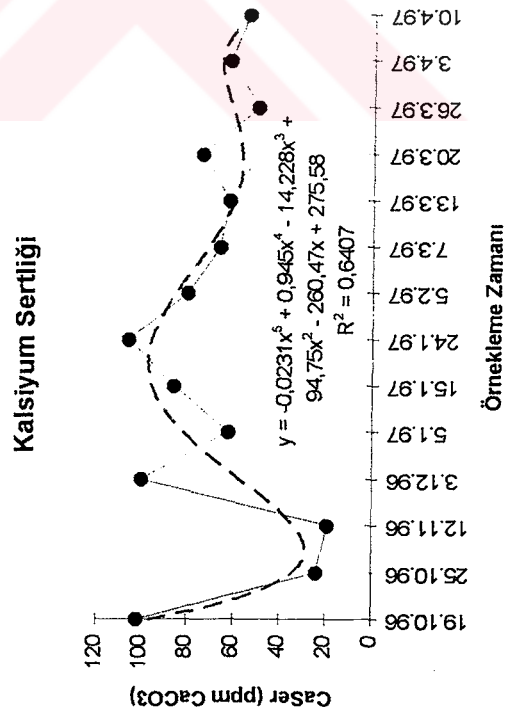
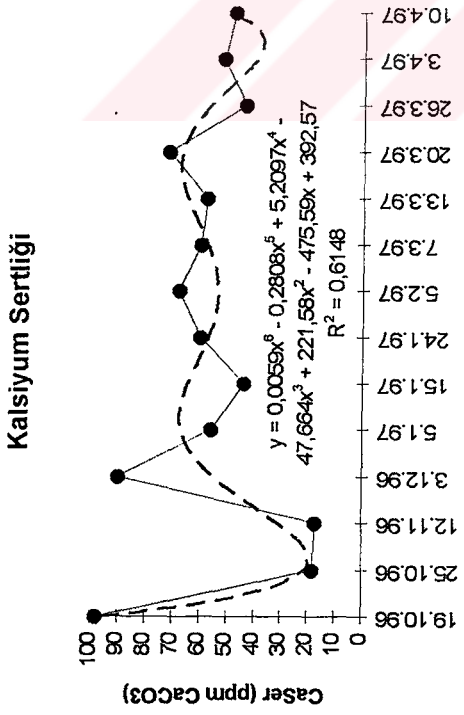
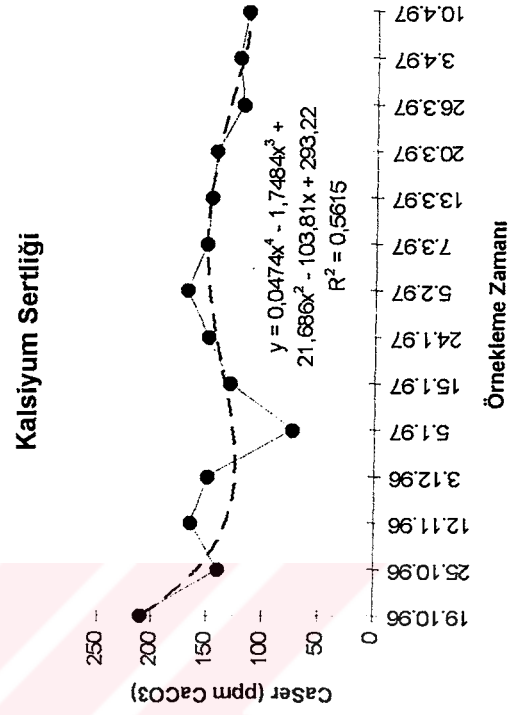
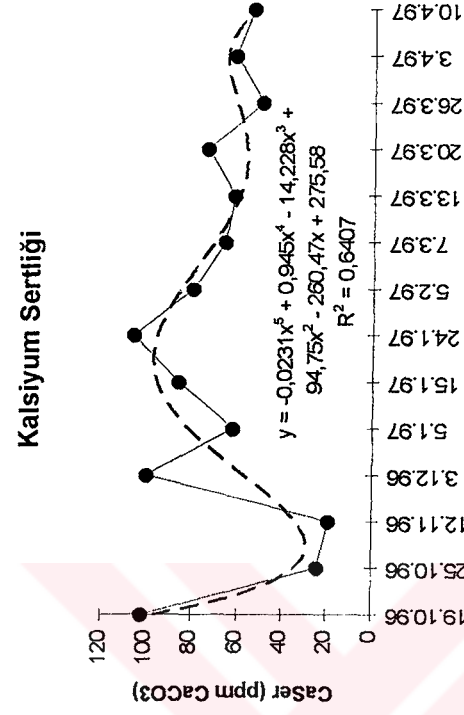
Klorür-4



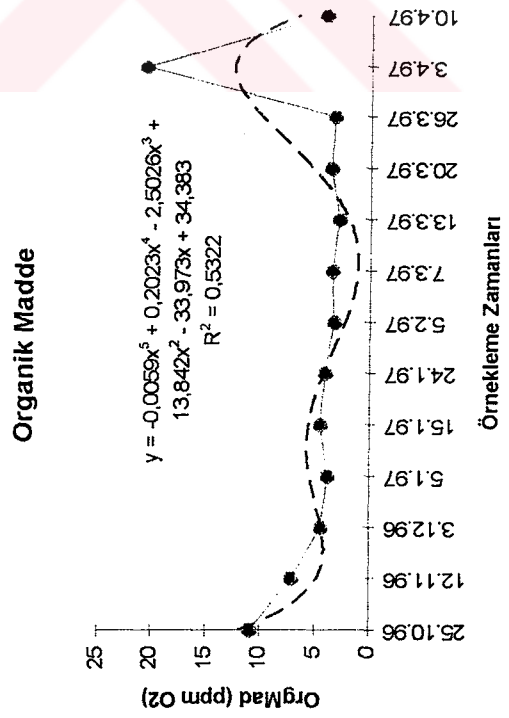
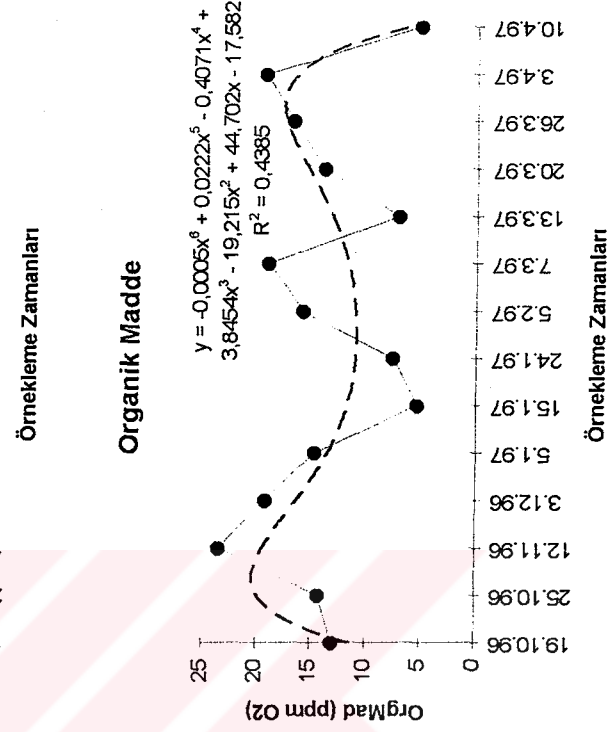
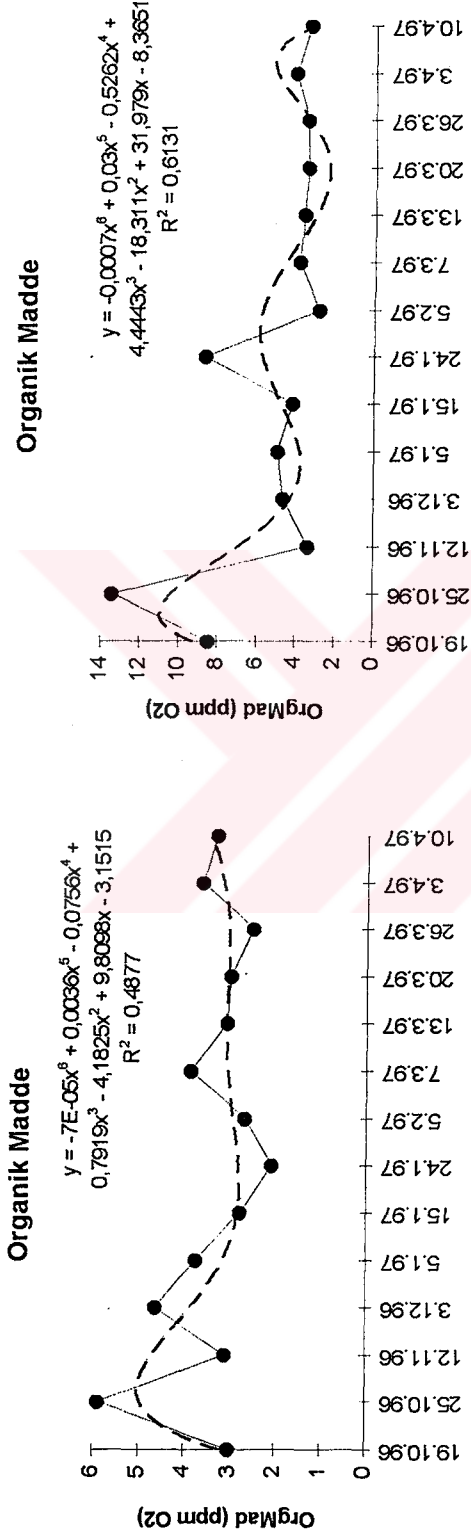
Ek şekil 7. Klorür değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



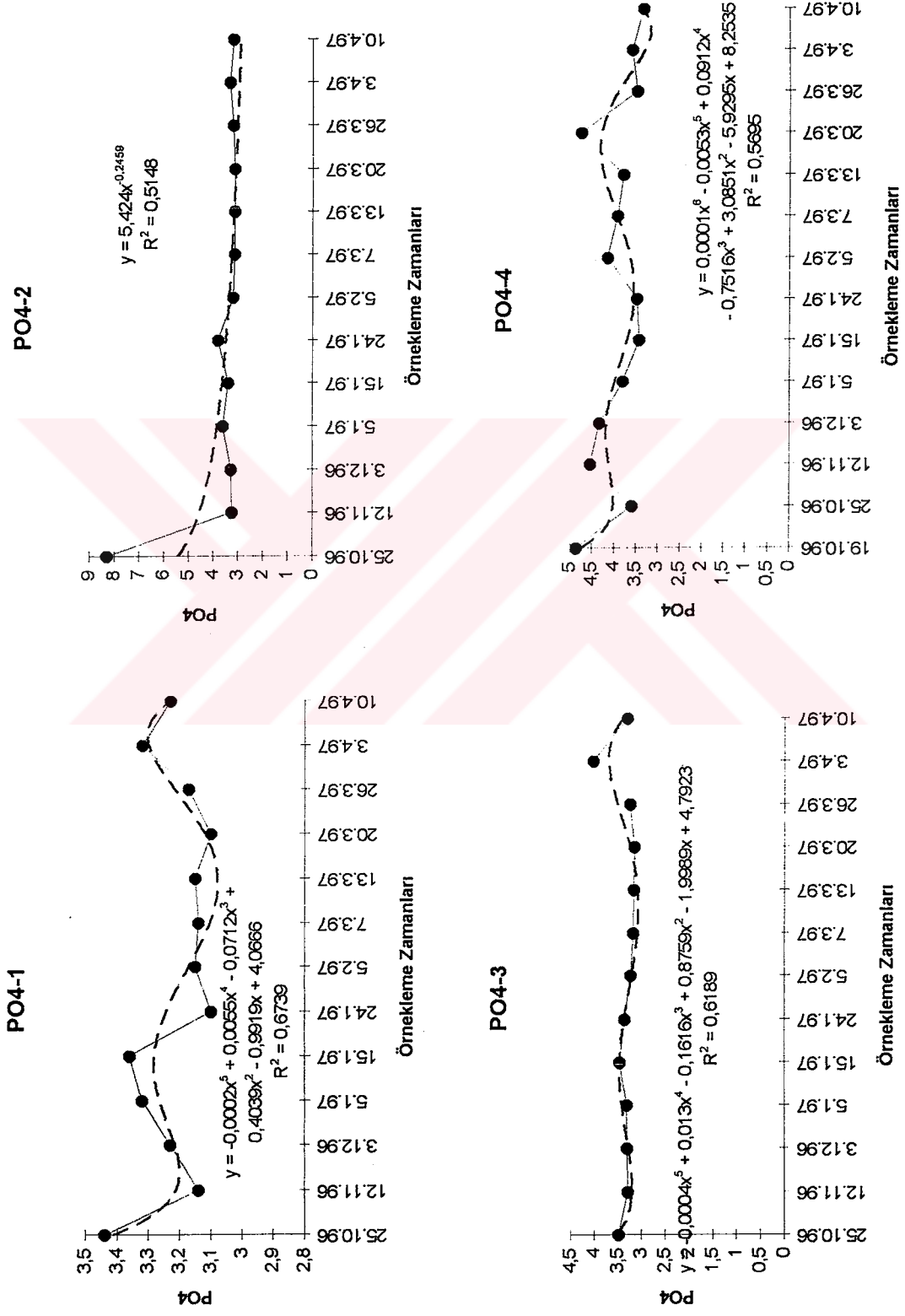
Ek şekil 8. Toplam sertlik değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



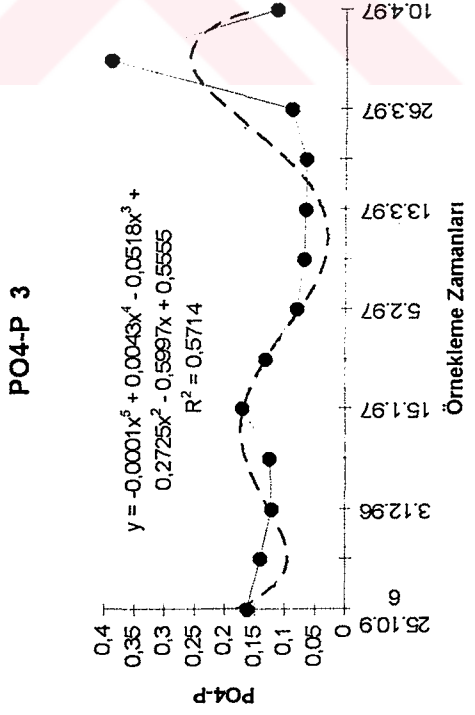
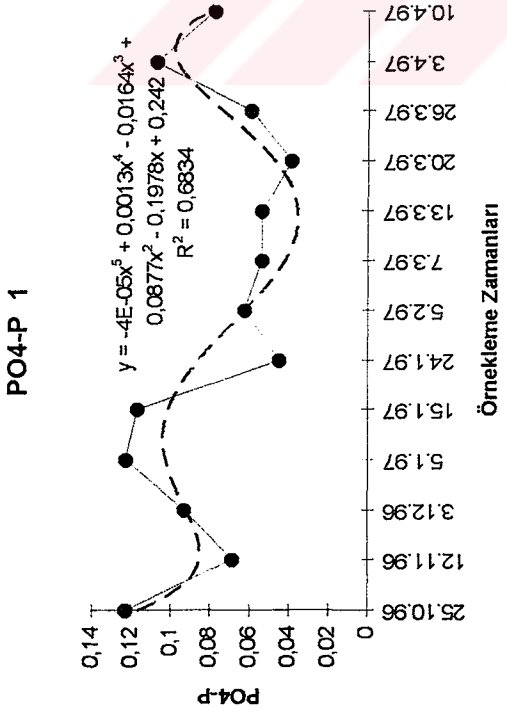
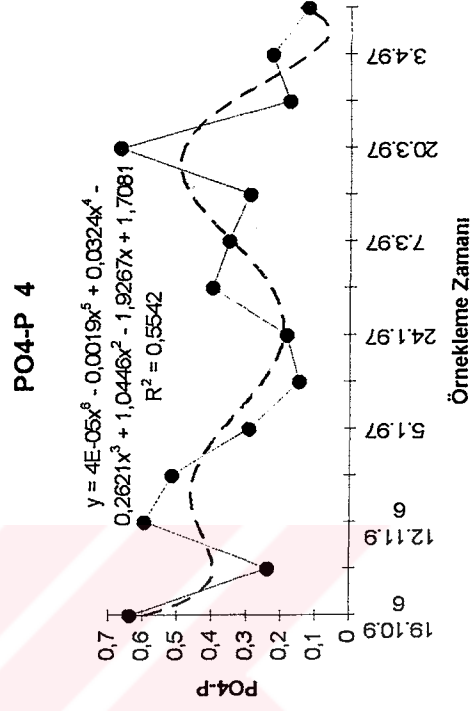
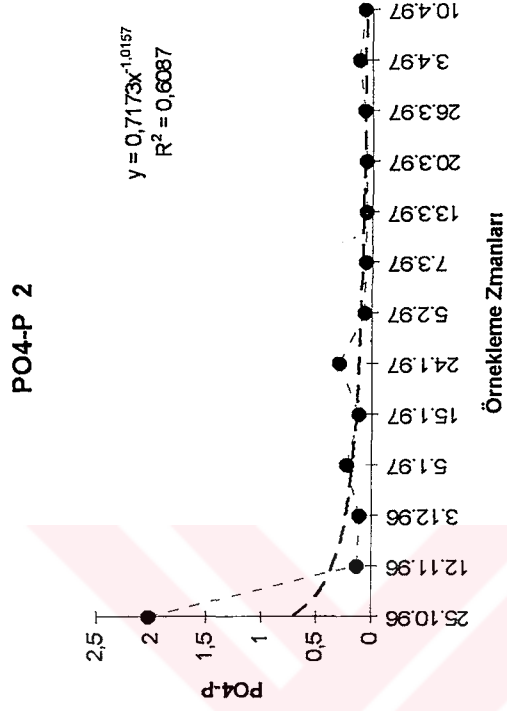
Ek şekil 9. Kalsiyum sertliği değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



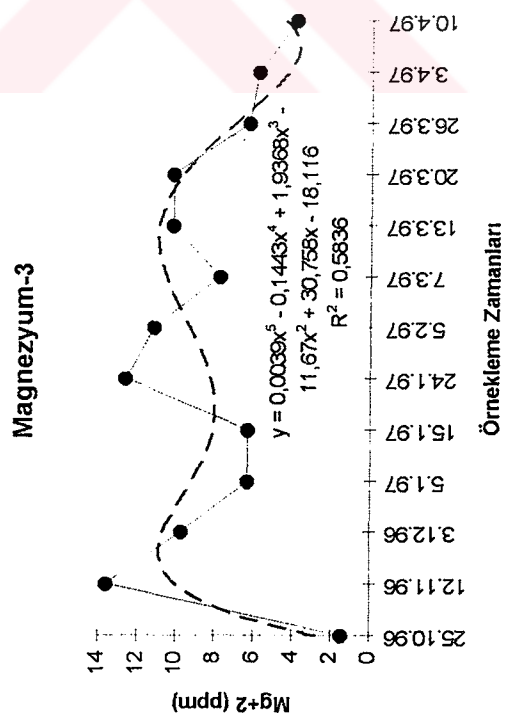
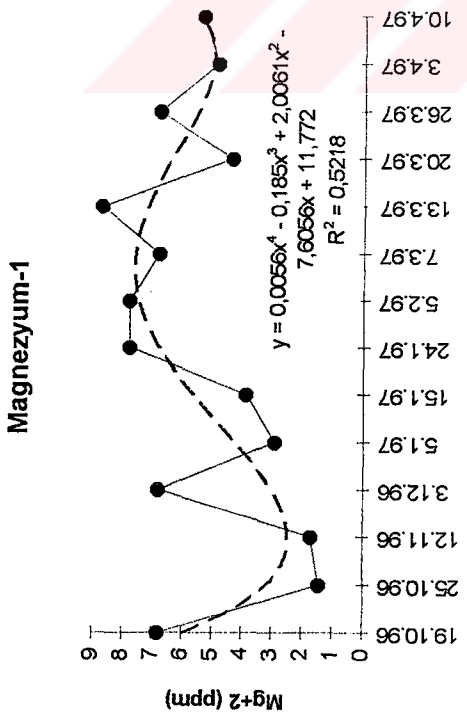
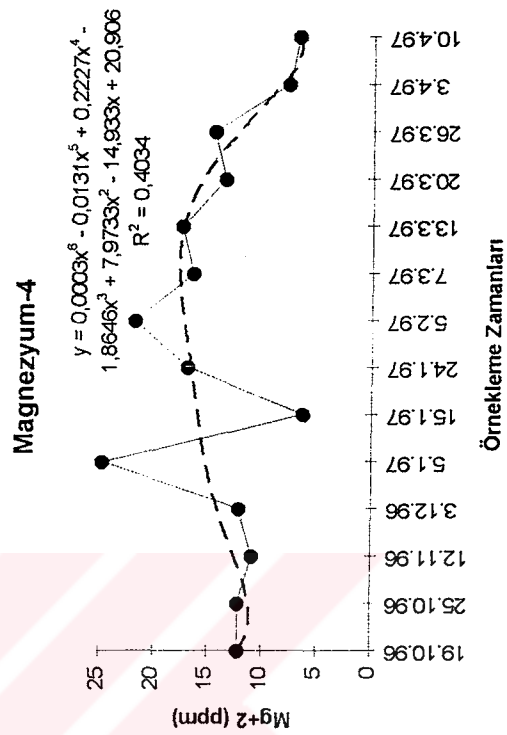
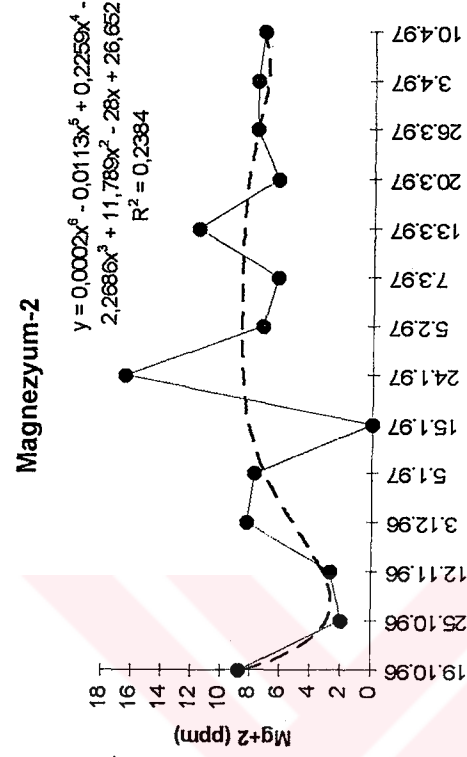
Ek şekil 10. Organik madde değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



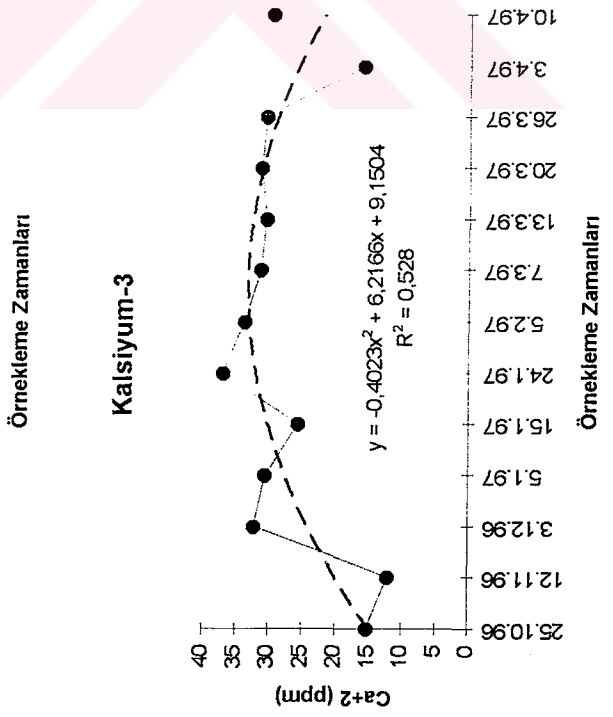
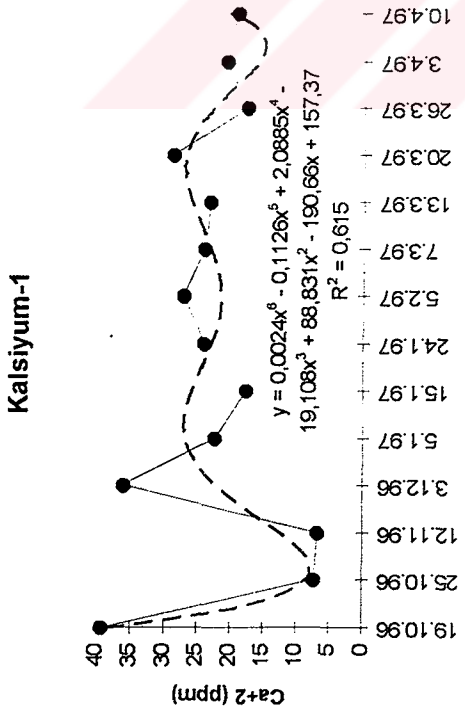
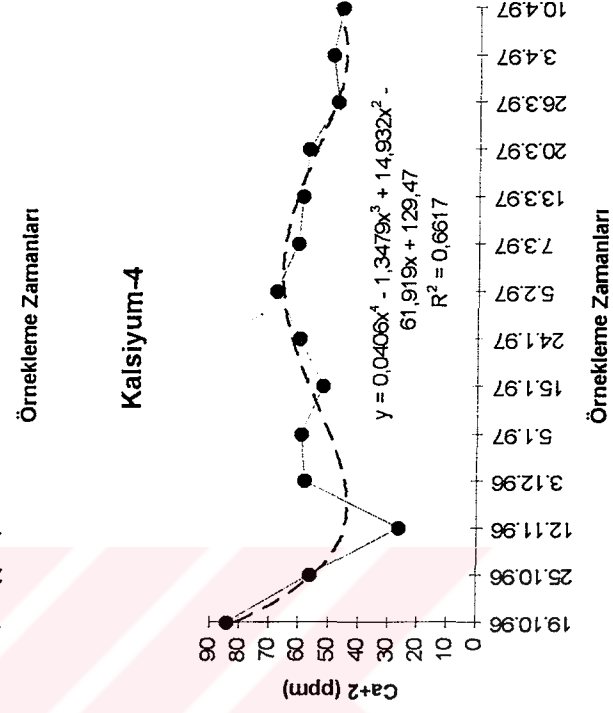
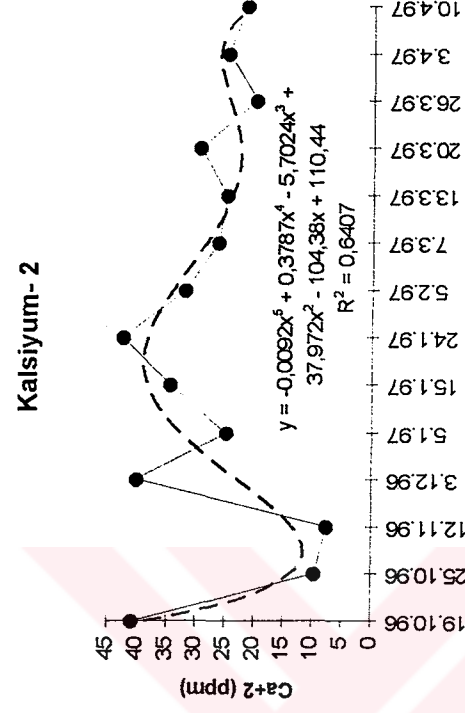
Ek şekil 11. Fosfat değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



Ek şekil 12. Fosfat fosforu değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

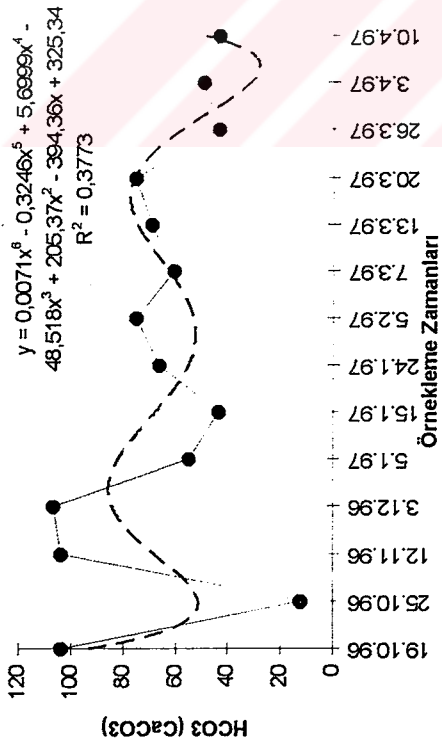


Ek şekil 13. Magnezyum değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

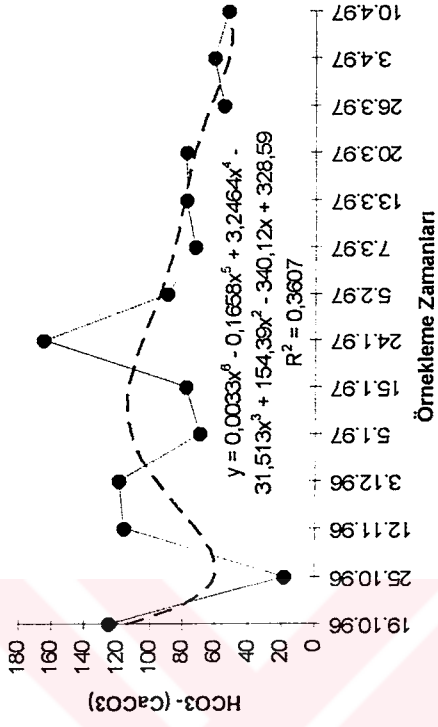


Ek şekil 14.Kalsiyum değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

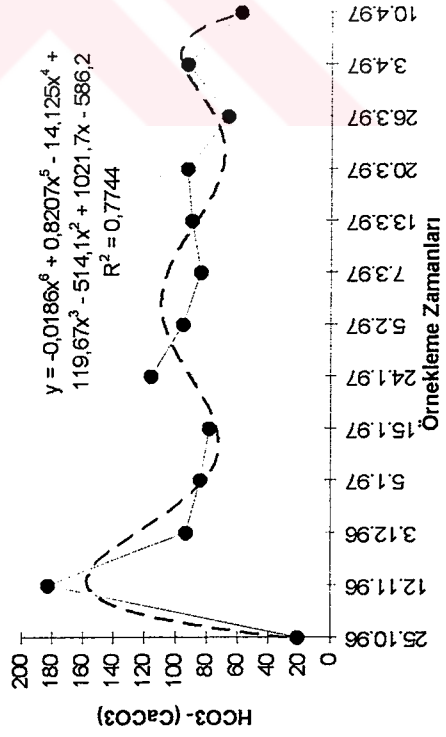
HCO3- 1



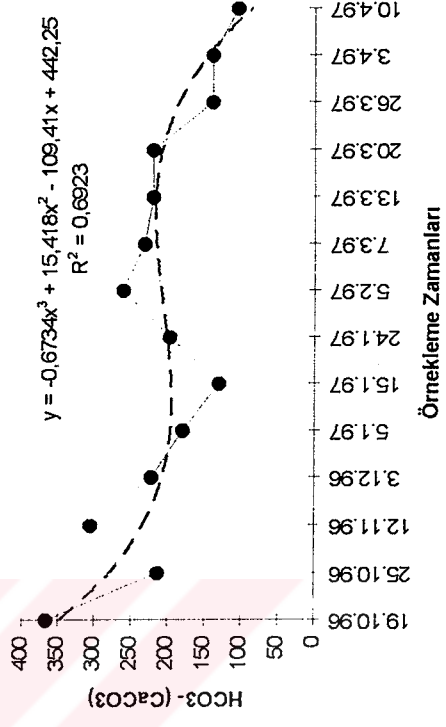
HCO3- 2



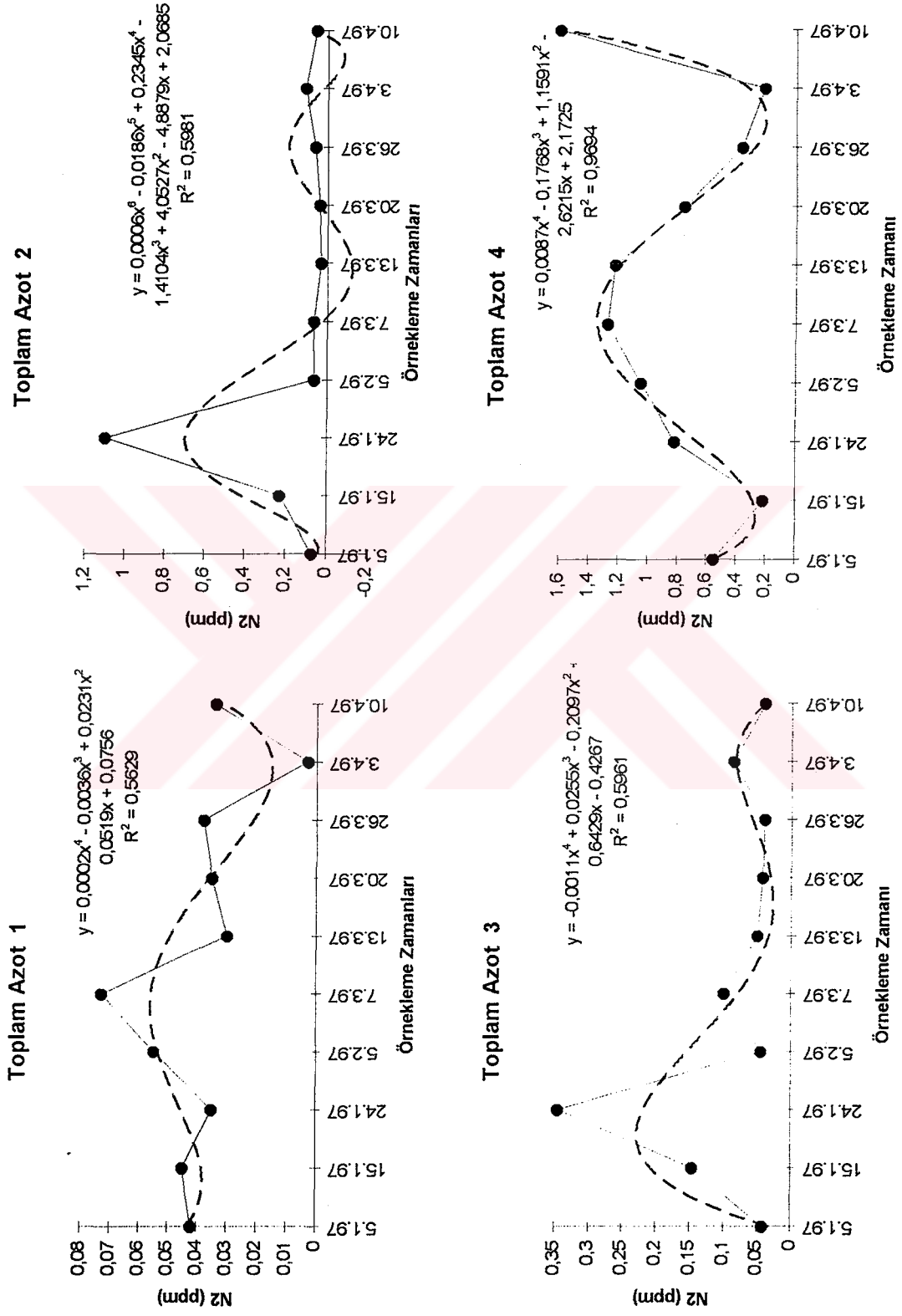
HCO3- 3



HCO3- 4

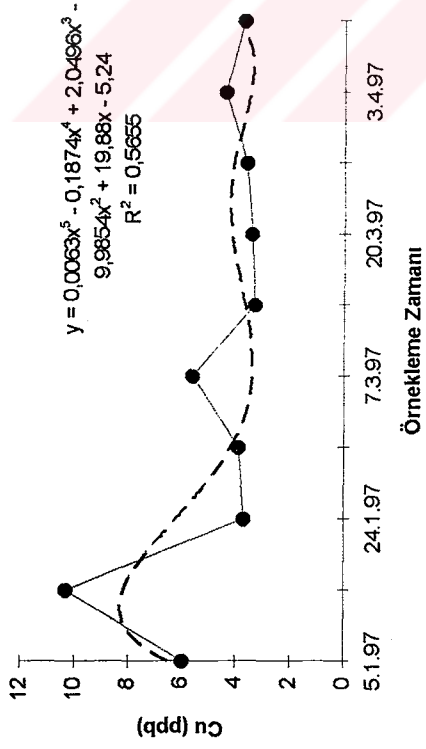


Ek şekil 15. Bikarbonat değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

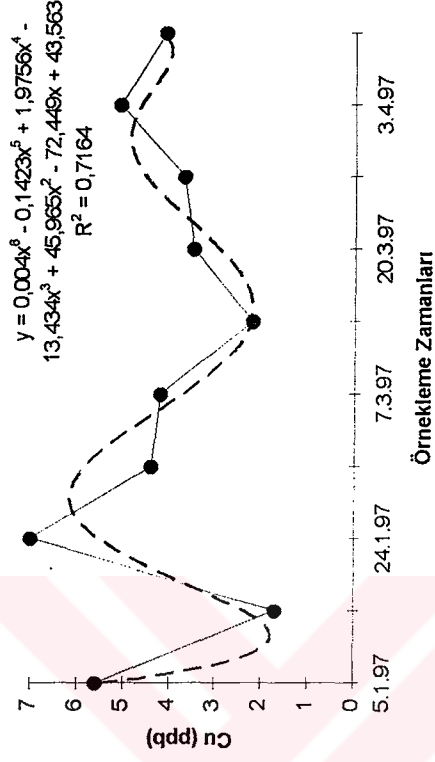


Ek şekil 16. Azot değerlerinin zamansal değişim grafikleri.

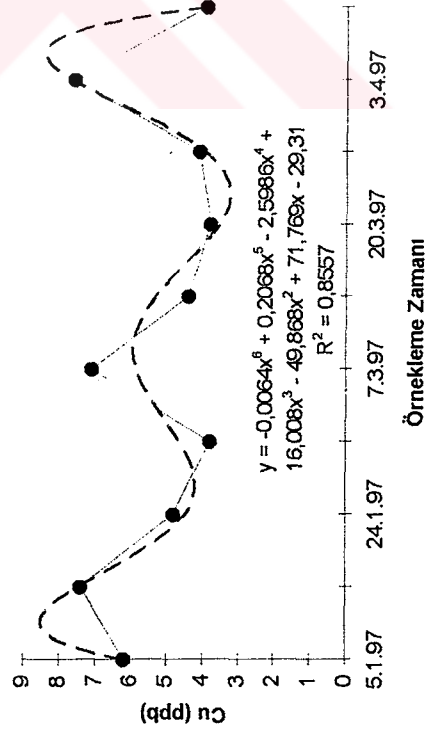
Bakır-1



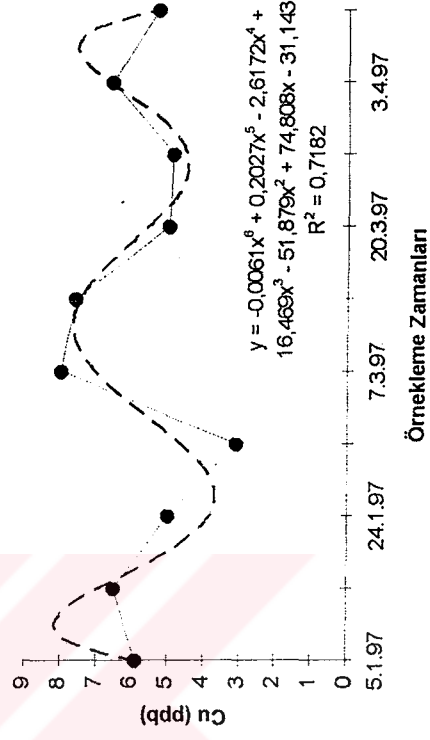
Bakır-2



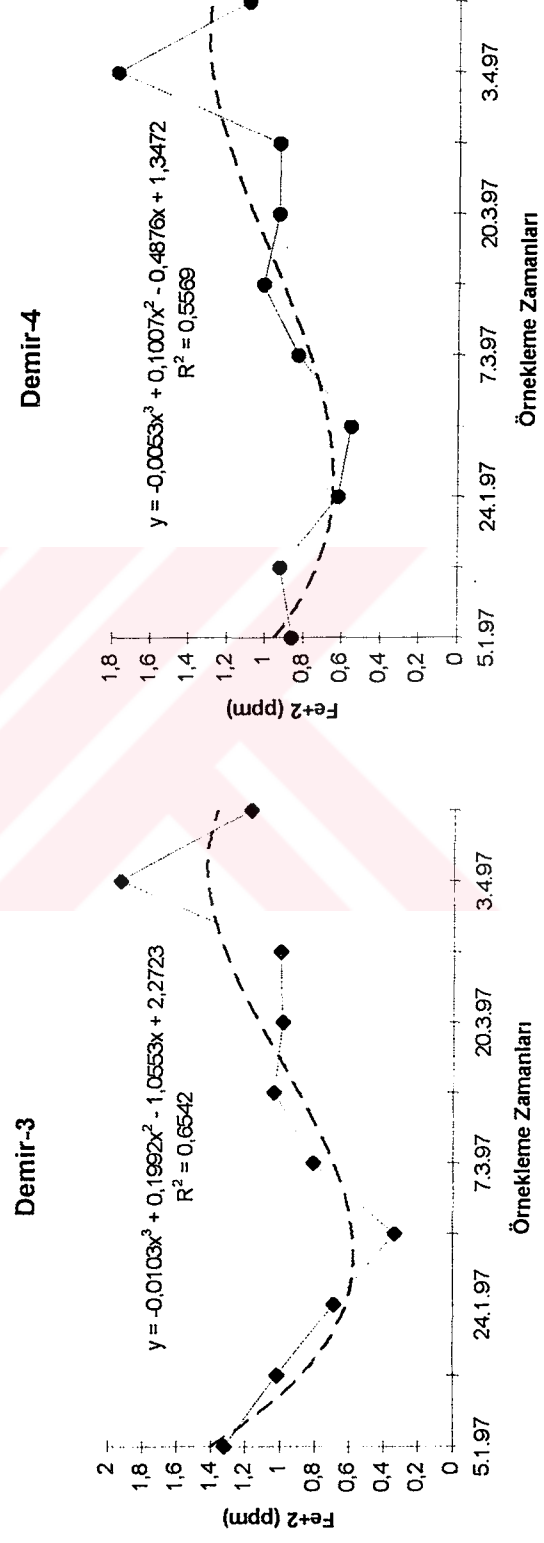
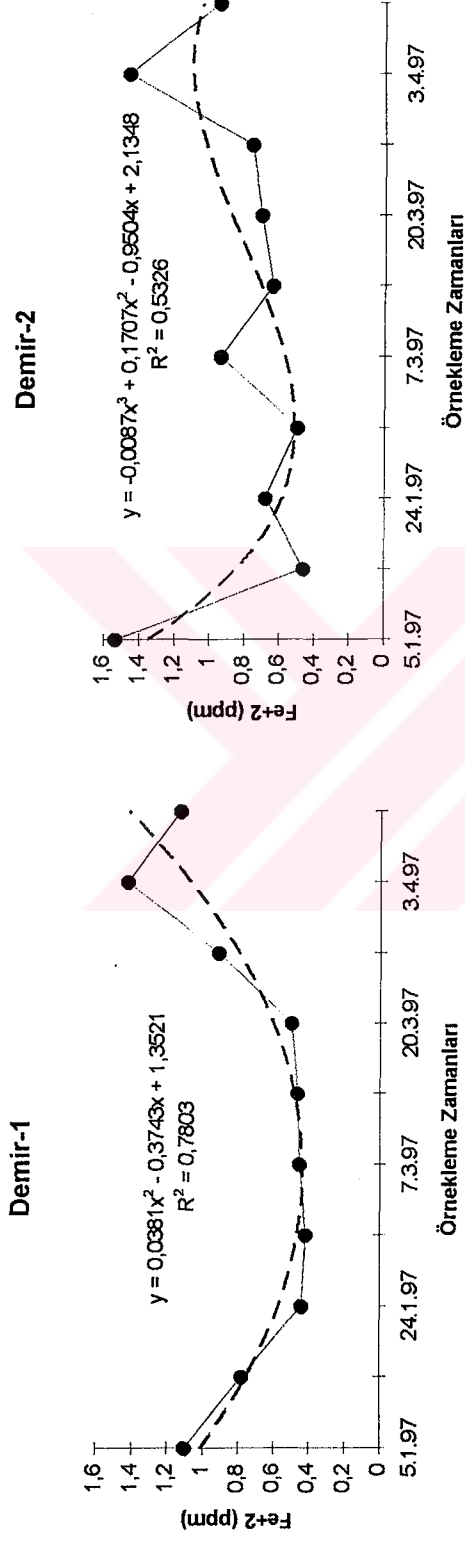
Bakır-3



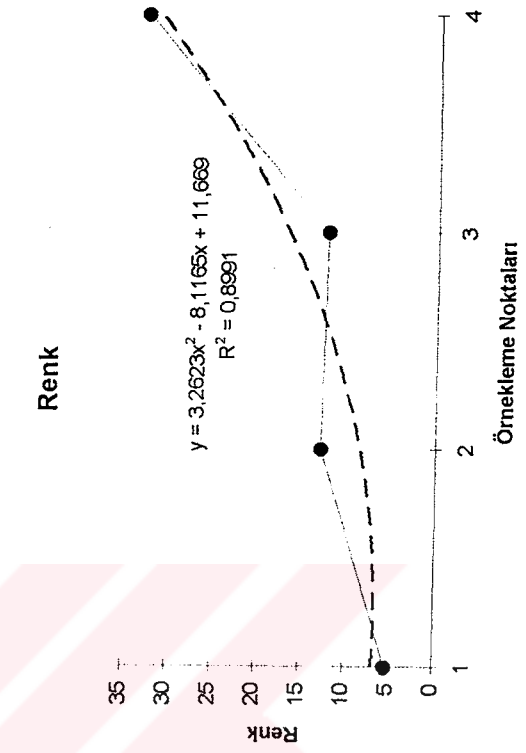
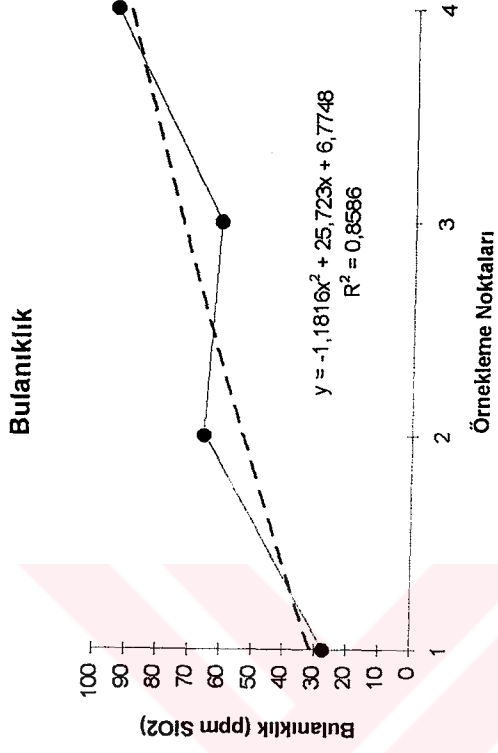
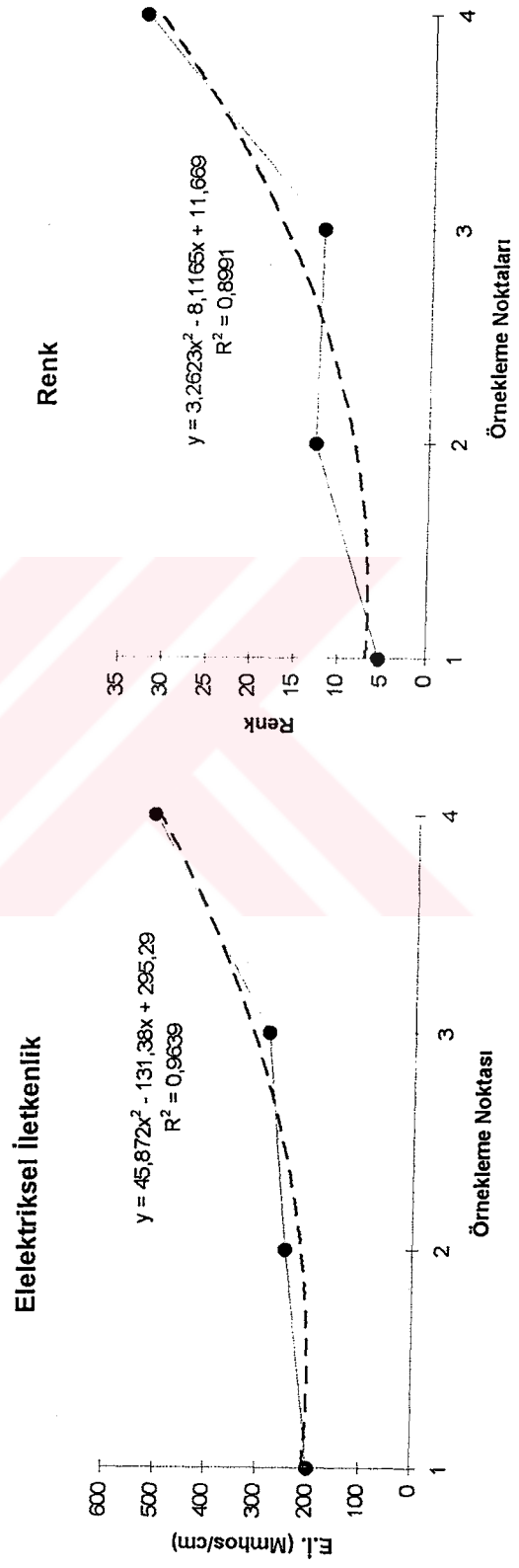
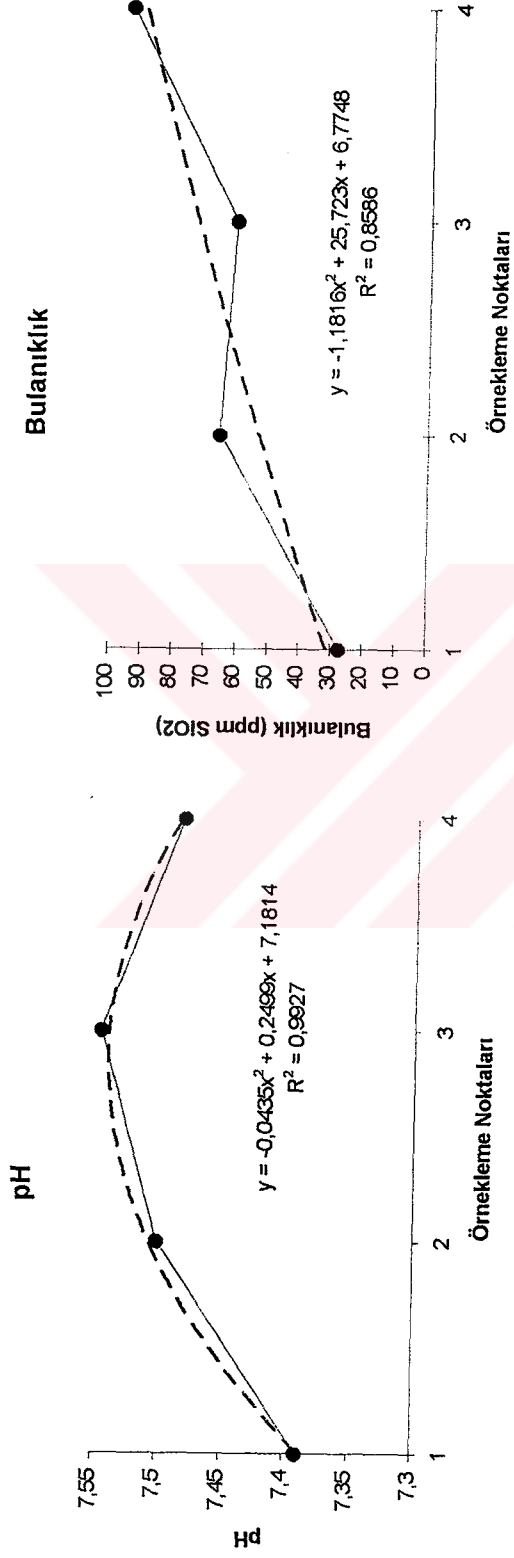
Bakır-4



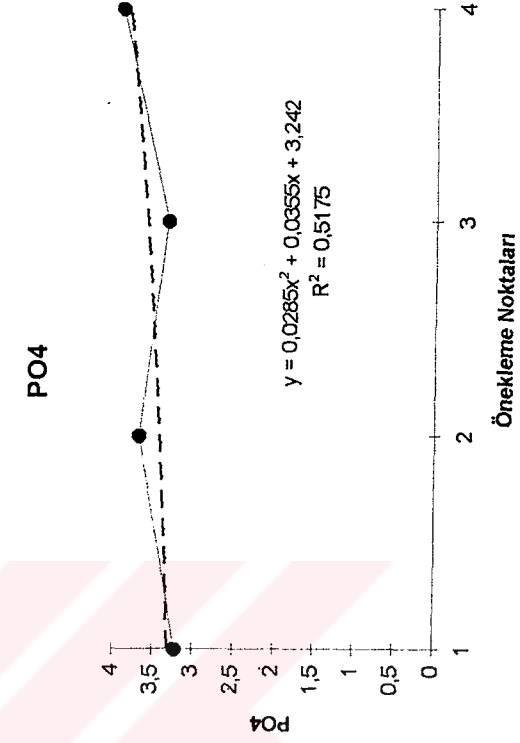
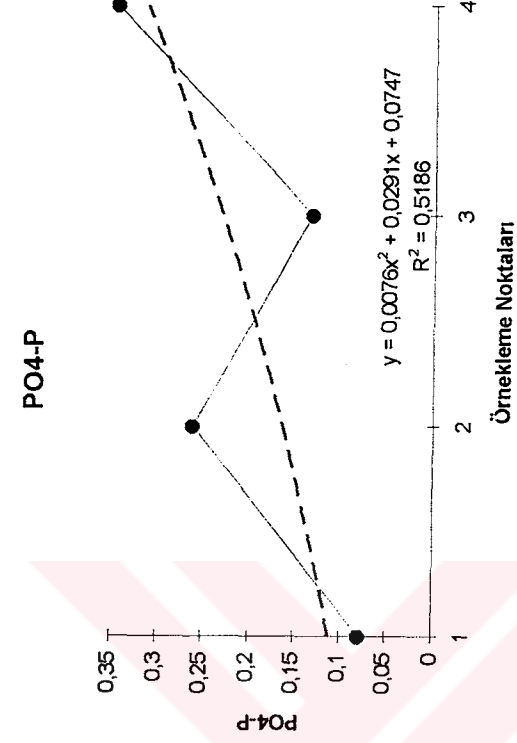
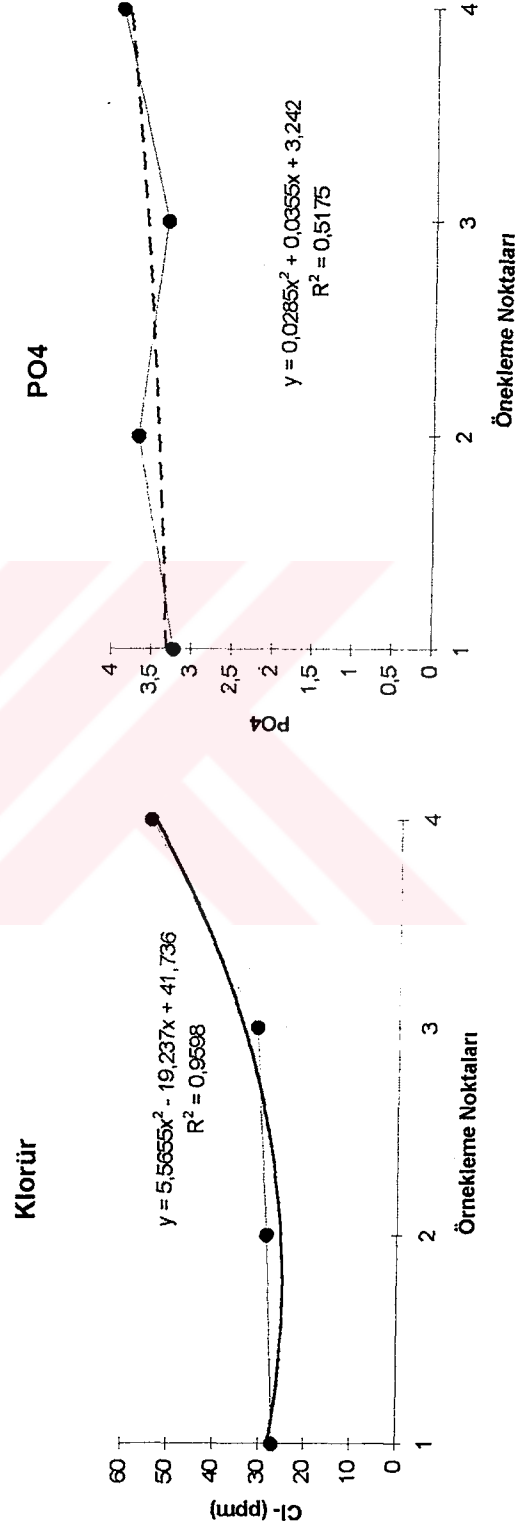
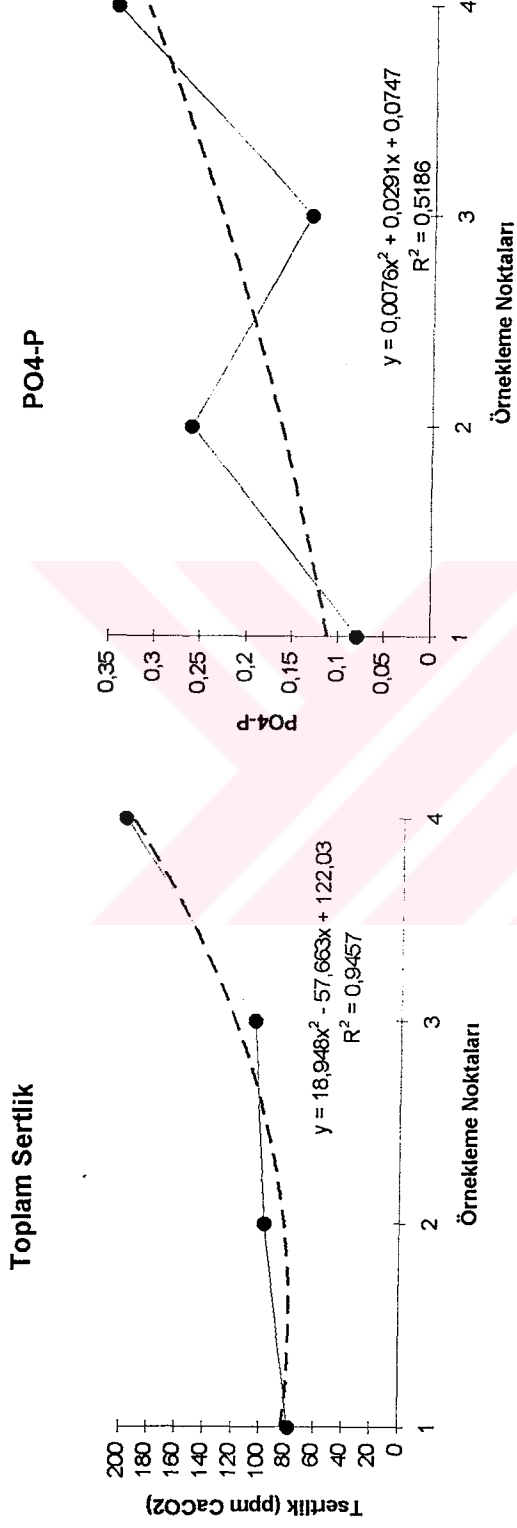
Ek şekil 17. Bakır değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



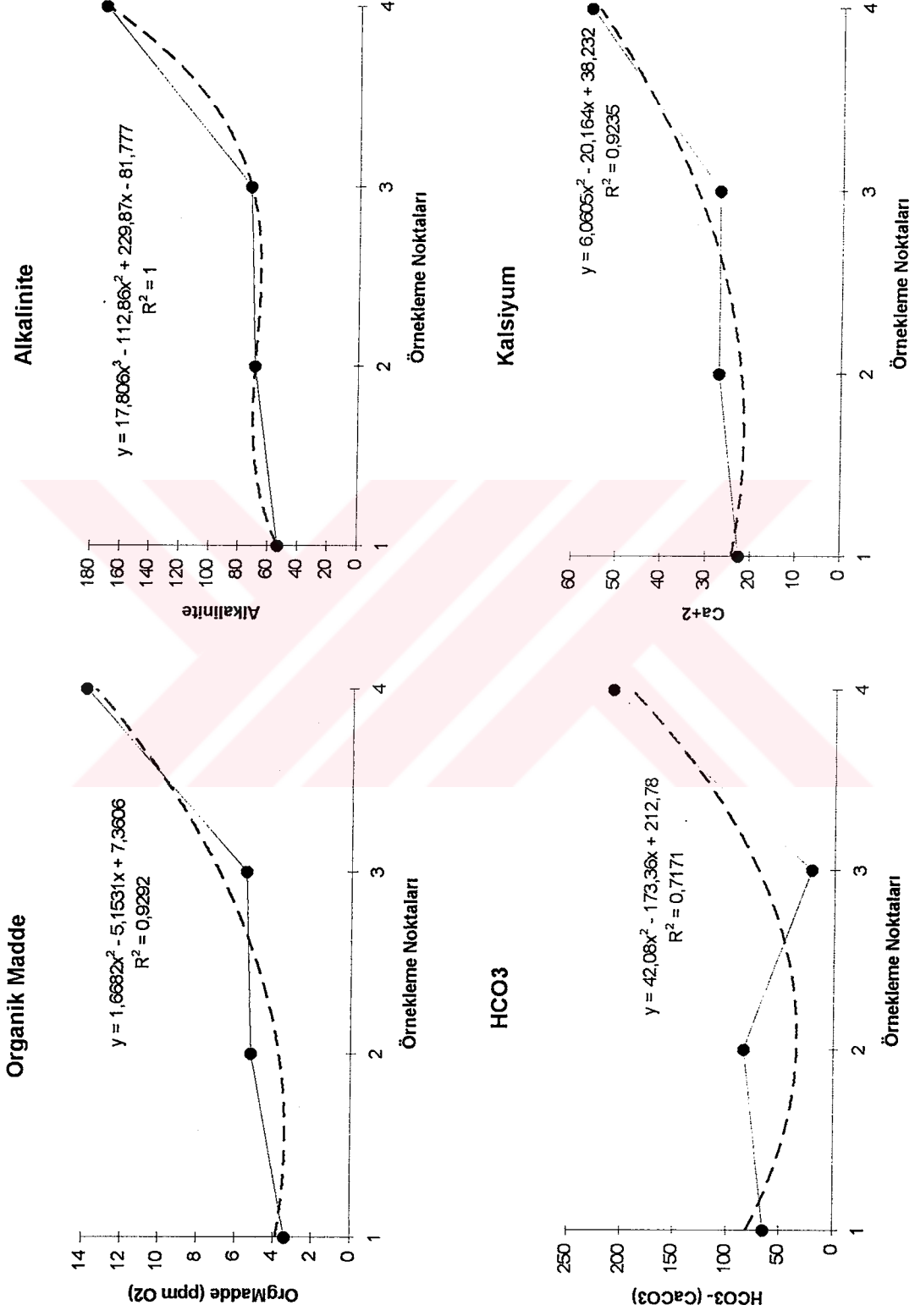
Ek şekil 18.Demir değerlerinin zamansal değişim grafikleri.



Ek şekil 19. Yersel değişim grafikleri.

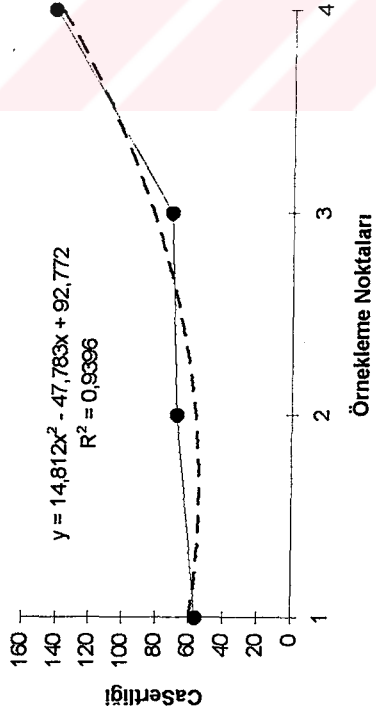


Ek şekil 20. Yersel değişim grafikleri.

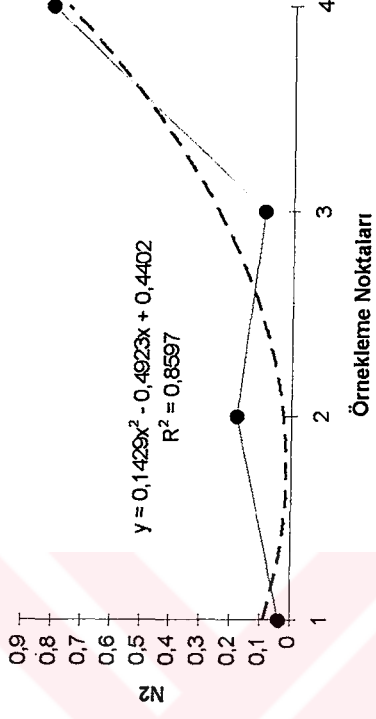


Ek şekil 21. Yersel değişim grafikleri.

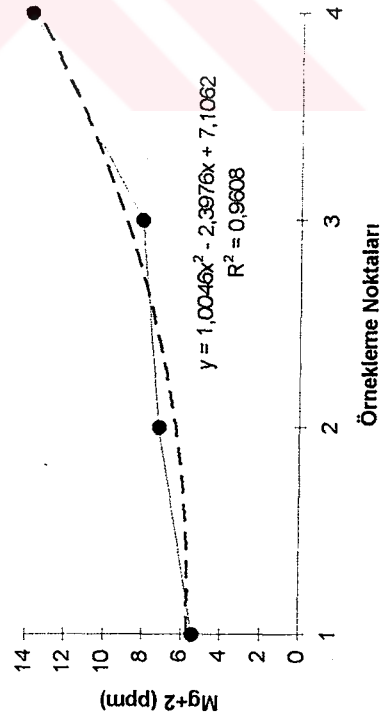
Kalsiyum Sertliği



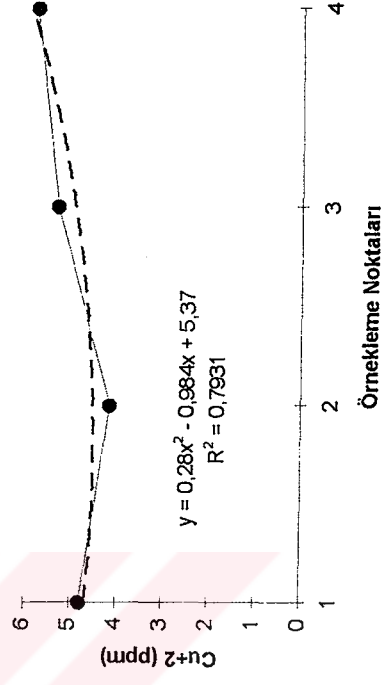
Azot



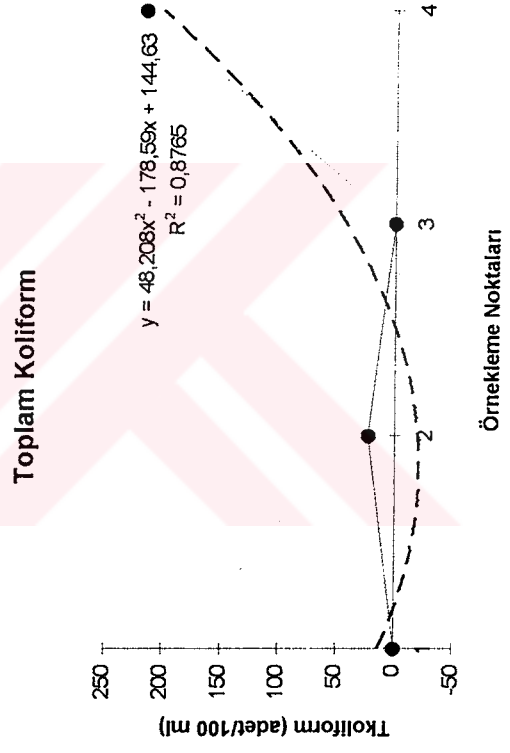
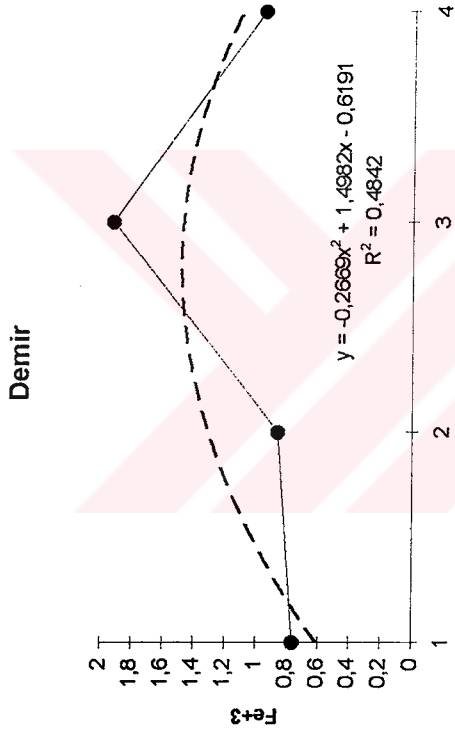
Magnezyum



Bakır

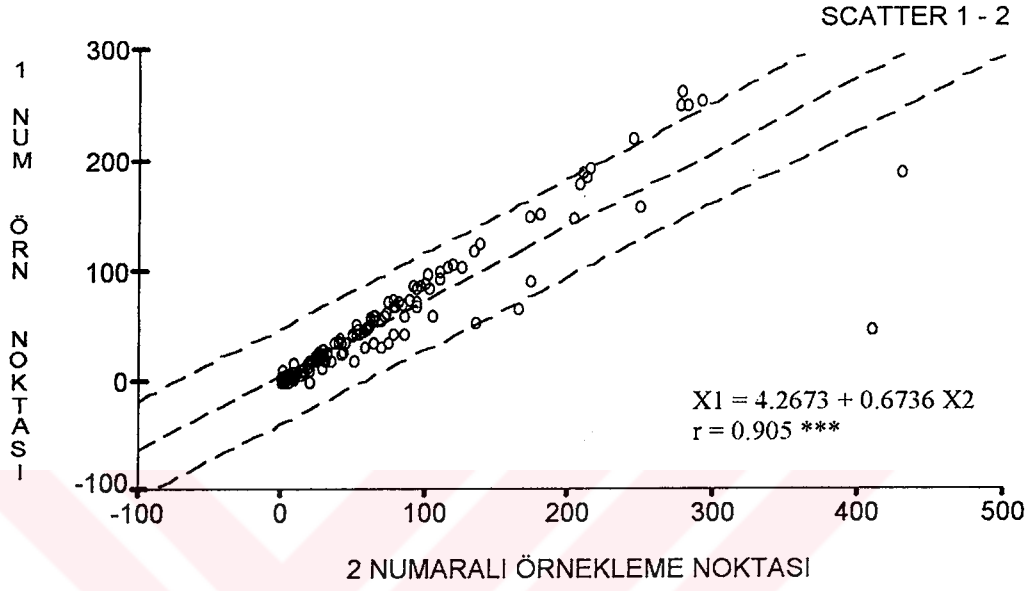


Ek Şekil 22. Yersel değişim grafikleri.

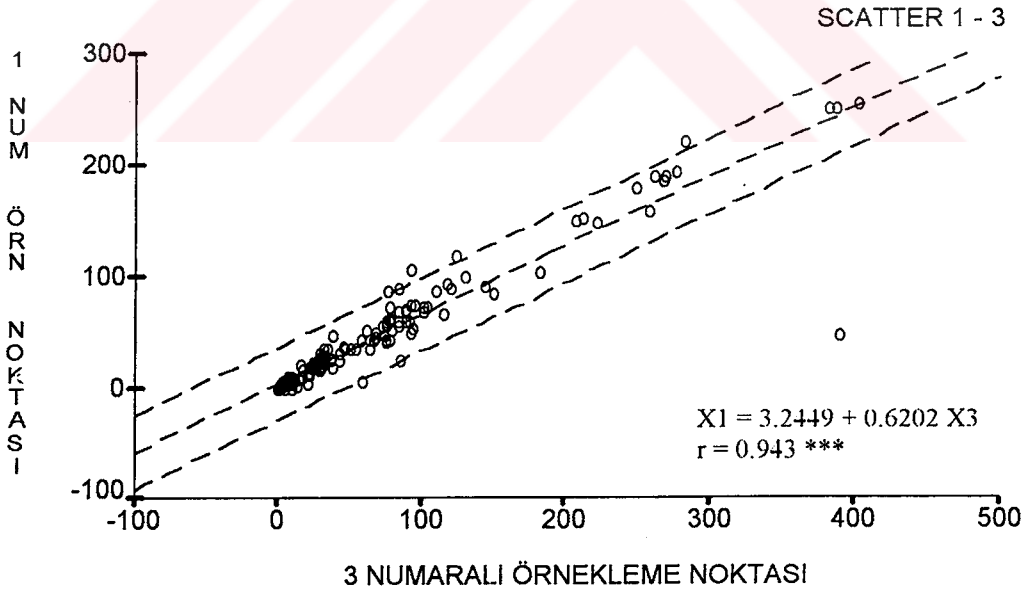


Ek şekil 23. Yersel değişim grafikleri.

1 ve 2 NUMARALI ÖRN. NOKT. ARAS. REGR. İLİŞKİSİ

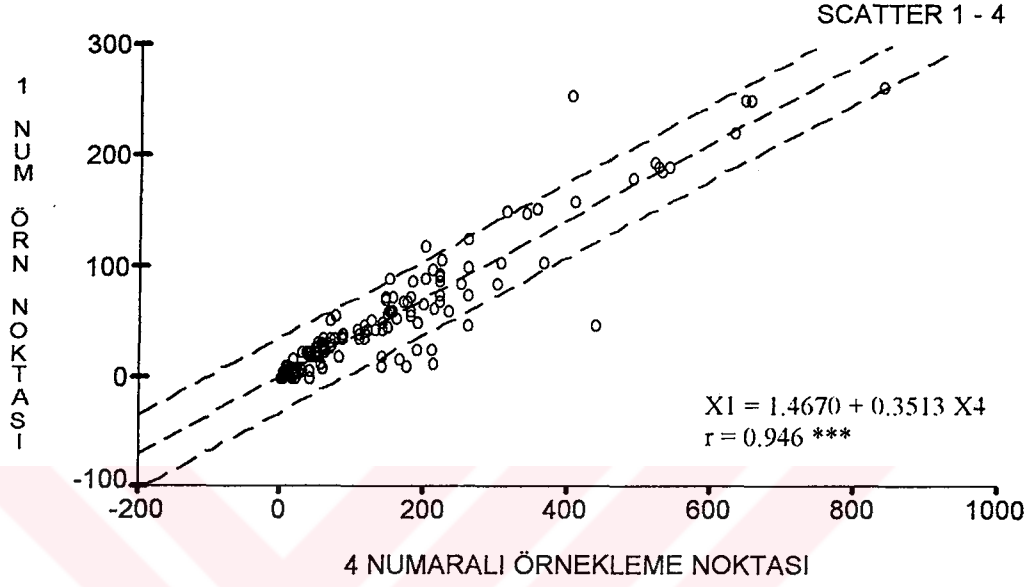


1 ve 3 NUMARALI ÖRN. NOKT. ARAS. REGR. İLİŞKİSİ

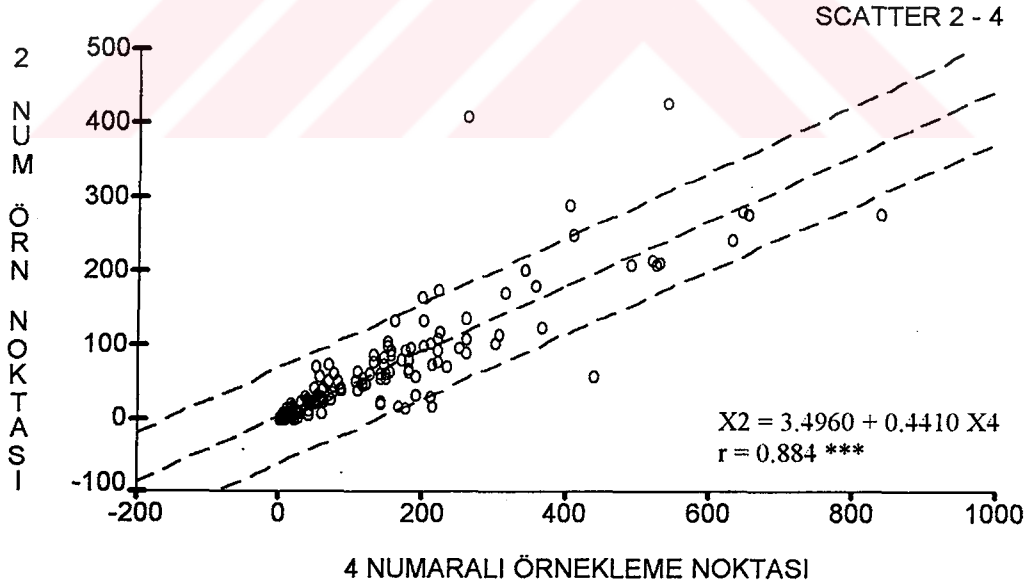


Ek şekil 24. Regresyon grafikleri.

1 VE 4 NUMARALI ÖRN. NOKT. ARAS. REGR. İLİŞKİSİ

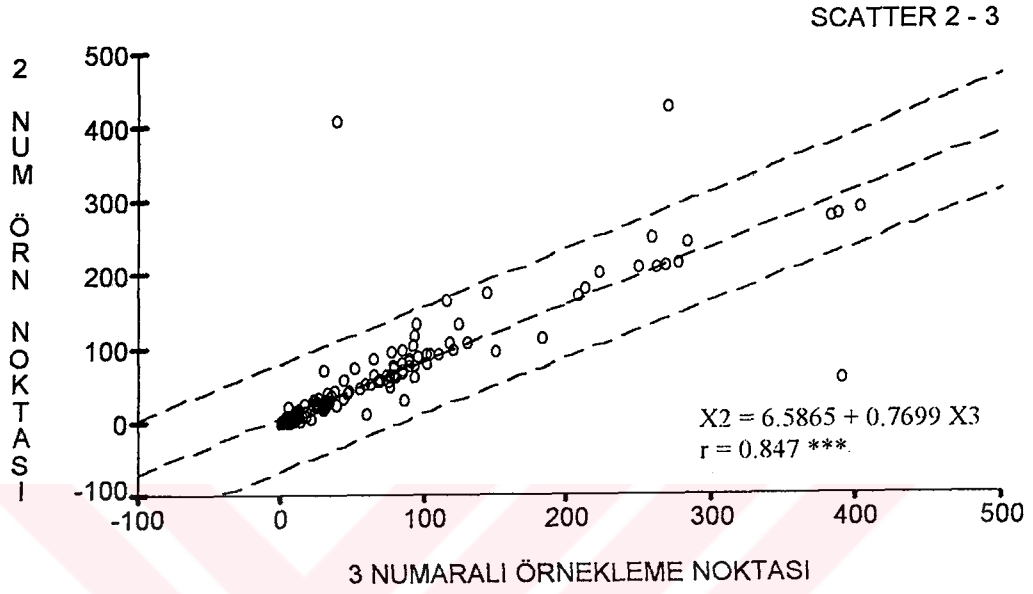


2 VE 4 NUMARALI ÖRN. NOKT. ARAS. REGR. İLİŞKİSİ

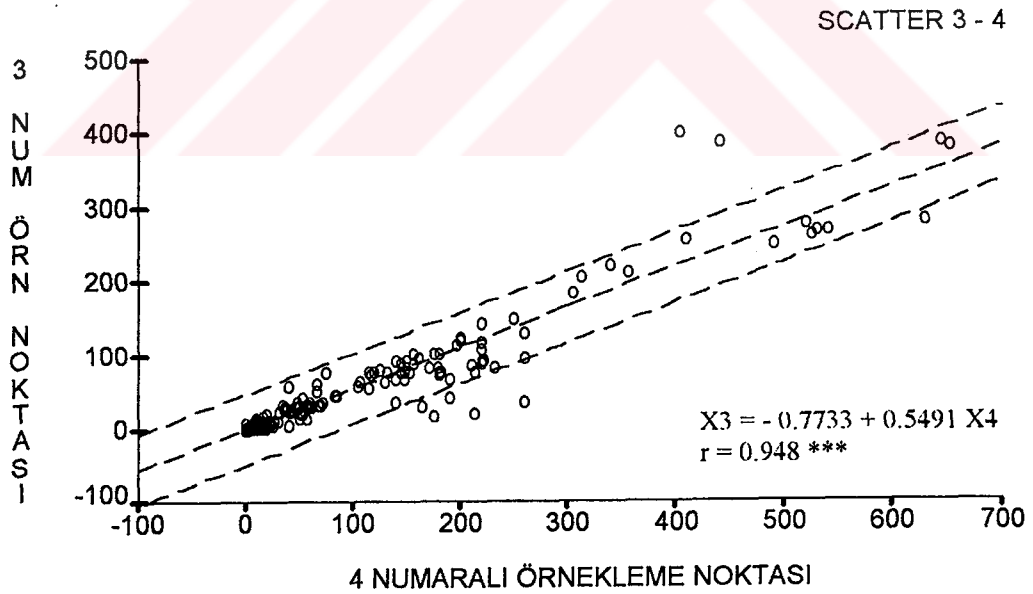


Ek şekil 25. Regresyon grafikleri

2 VE 3 NUMARALI ÖRN. NOKT. ARAS. REGR. İLİŞKİSİ



3 VE 4 NUMARALI ÖRN.NOKT.ARAS.REGR. İLİŞKİSİ



Ek şekil 26. Regresyon grafikleri



Ek fotoğraf 1. 1 Numaralı Örnekleme Noktası.



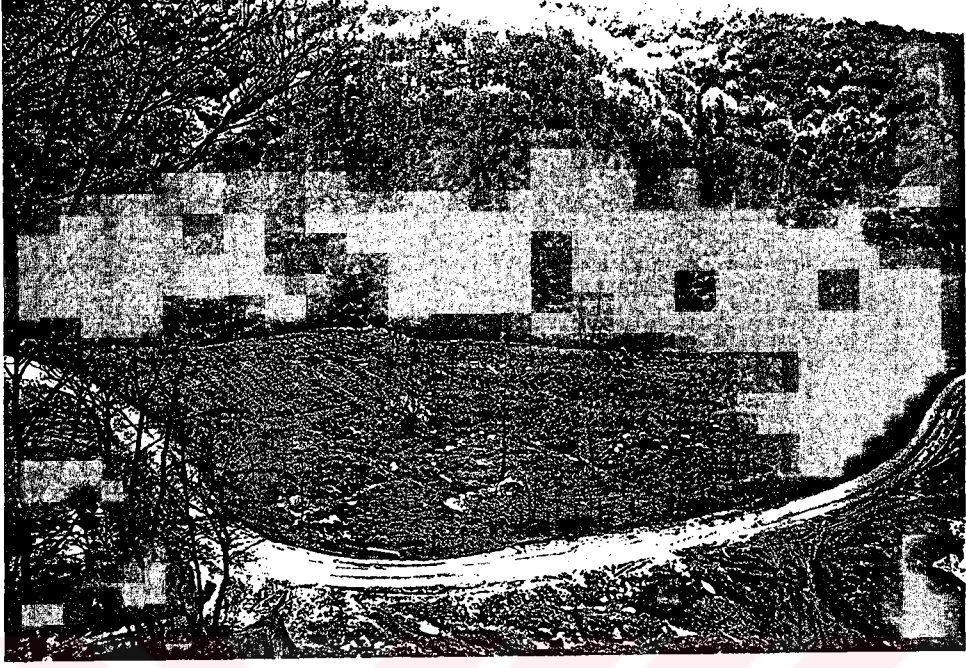
Ek fotoğraf 2. 2 Numaralı Örnekleme Noktası.



Ek fotoğraf 3. 3 Numaralı Örnekleme Noktası.



Ek fotoğraf 4. 4 Numaralı Örnekleme Noktası.



Ek fotoğraf 5. 2 Numaralı Örnekleme Noktasının Drenaj Alanındaki Tarım Alanları.



Ek fotoğraf 6. 2 Numaralı Örnekleme Noktası İçin Bir Sediment Kaynağı.