

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ERGENE HAVZASINDA BULUNAN BAZI YERALTI ve YÜZEYSEL SU
KAYNAKLARININ YÜZEYAKTİF MADDE KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ**

Zehra BARUT

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

TEKİRDAĞ-2016

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR danışmanlığında, Zehra BARUT tarafından hazırlanan “Ergene Havza’sında Bulunan Bazı Yeraltı ve Yüzeysel Su Kaynaklarının Yzeyaktif Madde Kirliliği Yönünden İncelenmesi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından evre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Bařkanı : Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

İmza :

ye : Doç. Dr. Tolga TUNAL

İmza :

ye : Yrd. Doç. Dr. Atakan ÖNGEN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ERGENE HAVZASINDA BULUNAN BAZI YERALTI VE YÜZEYSEL SU KAYNAKLARININ YÜZEY AKTİF MADDE KİRLİLİĞİ YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

Zehra BARUT

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR

Ergene Havzası coğrafi konumu gereği Türkiye’de sanayinin önemli merkezlerinden birisidir. Havzada hızla artan kontrolsüz sanayileşme çok sayıda çevresel sorunu beraberinde getirmektedir. Kontrolsüz yeraltı suyu çekimleri ve atıksu deşarjları nedeniyle Ergene Nehri çevre kirliliğinden en fazla etkilenen su kaynaklarından biri olmuştur. Bu araştırmada, Ergene Havzası sınırları içerisinde yer alan bazı yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarından farklı yer ve zaman aralıklarında alınan su numunelerinde, metilen mavisi anyonik yüzey aktif madde (MBAS) metodu ile analiz yapılarak kirlilik durumu araştırılmıştır. Araştırılan su kaynaklarında eş zamanlı olarak sıcaklık, pH, bulanıklık, elektriksel iletkenlik ve toplam fosfor parametreleri de belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliğinin Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri’nde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında, yeraltı suyu numunelerinde ölçülen değerlerin on yedi noktada I. sınıf, bir noktada II. sınıf su kalitesinde olduğu, yüzeysel su numunelerinde ise on noktada II. sınıf, altı noktada IV. sınıf, üç noktada ise I. sınıf su kalitesinde olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ergene Havzası, yüzeysel su, yeraltı suyu, yüzey aktif madde

2016, 47 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

INVESTIGATION OF SOME GROUNDWATER AND SURFACE WATER RESOURCES IN TERMS SURFACTANT POLLUTION IN ERGENE BASIN

Zehra BARUT

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Environmental Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Füsün EKMEKYAPAR

Ergene Basin is one of the most important industrial centres due to the geographical location in Turkey. Uncontrolled and rapidly increasing industrialization brings together a large number of environmental problems in the basin. Ergene River has been one of the most affected water sources by environmental pollution because of uncontrolled shooting of groundwater and waste water discharges. In this study, pollution was investigated in the water samples taken at time intervals and different parts some of groundwater and surface water resources within located Ergene Basin by methylene blue anionic surfactants (MBAS) analysis method. The temperature water, pH, turbidity, electrical conductivity and total phosphorus were simultaneously determined in the investigated water resources. The results were compared with the Turkish Water Pollution Control Regulation specified in The Quality Criteria of the Inland Water Resources according to their class. The measured value has been I.class water at seventeen points, II. class water at one point in the groundwater samples and II. class water at ten points, IV. class water at three points in surface water samples has been observed.

Keywords: Ergene Basin, surface water, groundwater, surfactant

2016, 47 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR	viii
ÖNSÖZ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Deterjan Tanımı.....	5
2.2 Deterjanın Tarihçesi.....	5
2.3 Yüzey Aktif Madde Tanımı	7
2.4 Yüzey Aktif Maddelerin Gruplandırılması.....	8
2.4.1 Anyonik yüzey aktif maddeler	10
2.4.2 Katyonik yüzey aktif maddeler	11
2.4.3 Non iyonik yüzey aktif maddeler	12
2.4.4 Amfoterik yüzey aktif maddeler	13
3 MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1 Materyal	18
3.1.1 Çalışma alanının genel özellikleri	18
3.1.1.1 Çerkezköy	19
3.1.1.2 Ergene	20
3.1.1.3 Muratlı.....	21
3.1.1.4 Uzunköprü.....	21
3.2 Yöntem	22
3.2.1 Numunelerin toplanması ve numune alma yerleri	22
3.2.2 Analiz yöntemleri.....	24
3.2.2.1 Sıcaklık, pH ve iletkenlik analizi	24
3.2.2.2 Bulanıklık	24
3.2.2.3 Toplam fosfor analizi	25
3.2.2.4 Yüzey aktif madde analizi	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	28
4.1 Yeraltı suyu numunelerine ait çalışma sonuçları.....	29
4.2 Yüzeysel su numunelerine ait çalışma sonuçları.....	35
5. SONUÇ	41
6. KAYNAKLAR	45
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1 Yeraltı sularına ait numaralar, numune sayıları, isimleri ve alınan yerler	23
Çizelge 3.2 Yüzeysel sularına ait numaralar, numune sayıları, isimleri ve alınan yerler	23
Çizelge 4.1 Yeraltı suyu numunelerinde ölçülen parametreler ve analiz değerleri	29
Çizelge 4.2 Çerkezköy yeraltısuyu numunesine ait değerler	33
Çizelge 4.3 Muratlı yeraltısuyu numunesine ait değerler	33
Çizelge 4.4 Uzunköprü yeraltısuyu numunesine ait değerler	34
Çizelge 4.5 Yüzeysel su numunelerinde ölçülen parametreler ve analiz değerleri	35
Çizelge 4.6 Çerkezköy yüzeysel su numunesine ait değerler	39
Çizelge 4.7 Muratlı yüzeysel su numunesine ait değerler	39
Çizelge 4.8 Uzunköprü yüzeysel su numunesine ait değerler	40
Çizelge 5.1 Türkiye’de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları (Minareci 2007)	44



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Tekirdağ, Edirne ve Kırıkkaleli İllerinde oluşan evsel ve endüstriyel atıksu miktarları	2
Şekil 1.2 LAS'ın çeşitli çevresel ortamlarda dağılımını gösteren akış diyagramı	4
Şekil 2.1 1982 döneminde ABD, Japonya ve Batı Avrupa'da sanayi tipine göre sürfaktan tüketimi (Scott ve ark. 2000).....	6
Şekil 2.2 Yüzey aktif madde molekülünün yapısı (Karasuloğlu 2007).....	7
Şekil 2.3 Yüzey aktif madde molekülünün suda yapılanması (Batıgöç 2010).....	8
Şekil 2.4 Çeşitli yüzey aktif madde birikim şekillerinin şematik gösterimi. A küresel, B çubuk, C disk, D kese, E lamel, F sünger (Ece 2005).....	8
Şekil 2.5 Yüzey aktif maddelerin sınıflandırılması (Ece 2005)	9
Şekil 2.6 Katyonik yüzeyaktif molekülünün sulu çözeltide iyonlaşması (Ece 2005)	9
Şekil 2.7 Anyonik bir yüzey aktif madde olan sabun molekülü R: C ₁₀ ~16 (Ece 2005)	10
Şekil 2.8 Sodyum dodesilsülfat anyonik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010) ..	11
Şekil 2.9 Distearildimetilamonyum klorür (DSDMAC) R ₁ , R ₂ : C ₁₆ ~18 R ₃ , R ₄ : C ₁ (Ece 2005)	11
Şekil 2.10 Dodesilpiridinyum klorür katyonik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010)	11
Şekil 2.11 Polietilenglikol (4) lauril eter noniyonik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010).	13
Şekil 2.12 Alkali betain ve alkilamidopropil betain molekülleri (Ece 2005).....	13
Şekil 2.13 3-(dodesildimetilamnyum) propilsülfat amfoterik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010).....	14
Şekil 2.14. 2012-2015 yılları arası Ergene Havzası üzerinde yeralan 14 noktada ölçülen YAM değerleri (ÇSB)	17
Şekil 3.1 Çalışma alanı olarak seçilen il ve ilçelerin genel haritası	18
Şekil 3.2 Yeraltı ve yüzeysel sudan numune alınan yerleri gösteren lejant(ÇSB).....	19
Şekil 3.3 Bulanıklık ölçme cihazı.....	24
Şekil 3.4 Toplam fosfor analizine ait görüntüler	25
Şekil 4.1 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre sıcaklık değişimi.....	30
Şekil 4.2 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre pH değişimi.....	30
Şekil 4.3 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre bulanıklık değişimi.....	31
Şekil 4.4 Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre iletkenlik değişimi	31
Şekil 4.5 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre toplam fosfor değişimi	32
Şekil 4.6 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre YAM değişimi.....	32
Şekil 4.7 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre sıcaklık değişimi.....	36
Şekil 4.8 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre pH değişimi.....	36
Şekil 4.9 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre bulanıklık değişimi.....	37
Şekil 4.10 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre iletkenlik değişimi.....	37

Şekil 4.11 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre toplam fosfor değişimi	38
Şekil 4.12 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre YAM değişimi.....	38



KISALTMALAR

DDB	Dodesil benzen
LAS	Lineer alkilbenzen sülfonat
YAM	Yüzey aktif madde
CMC	Kritik misel derişimi
DSDMAC	Distearyldimetilamonyum klorür
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
ÇSB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
MBAS	Metilen mavisi anyonik yüzey aktif madde

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda bana inanan, güvenen, sürekli yol gösteren, benden umudunu kesmeyen ve yardımlarını esirgemeyen değerli ve saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Füsun EKMEKYAPAR'a,

Laboratuar çalışmaları kapsamında imkanları dahilinde sürekli destek olan Yeşil Beyaz Kalite ve Çevre Analiz Laboratuvarı'na;

Bu çalışma sürecinde beni destekleyen, her zaman yanımda olan eşim Ferhat BARUT'a ve canım aileme;

teşekkürlerimi sunarım.

HAZİRAN 2016

Zehra BARUT
Çevre Mühendisi

1 GİRİŞ

En genel anlamda kirlilik herhangi bir alıcı ortamda normal koşullarda bulunmayan veya çok az miktarda bulunan kirlenici maddelerin doğal olaylar ve insan faaliyetleri sonucu artması durumudur.

Enerji kaynaklarının hızlı tüketimi, insan nüfusundaki hızlı artış, gelişen teknoloji gibi faktörle bu alıcı ortamların daha fazla kirlenmesini de beraberinde getirmiştir (Önder 2001).

Yeraltı su kaynakları yağıştan süzülen sulardan ve yüzey sularının yeraltına sızmasından oluşurlar. Bu sebeple yeraltı suyu ve yüzey suları arasında kimyasal içerik açısından pek çok benzerlik görülmektedir. Yüzey ve yeraltı sularının birleşik kullanım ve yönetiminin gerekli olduğu artık bilinen bir gerçektir. Yeraltı ve yüzey suyu interaktif bir sistemin ayrılmaz bir parçaları olarak ele alınmalıdır.

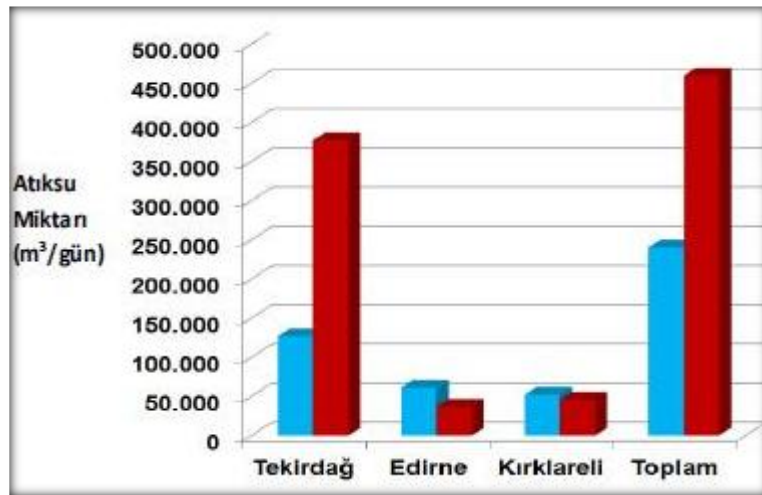
Yeraltı sularındaki kirlenmelerin en önemli kaynaklarından biriside kirlenmiş yüzey suları ve bu suların yeraltı suyu kaynaklarını besliyor olmasıdır. Atıksu deşarjı yapılan yüzeysel bir su kaynağının yakınında bulunan bir kuyudan emniyetli verimin üzerinde aşırı çekim yapılması kirli yüzeysel su kaynağının yeraltı suyunu besleme hızını arttıracak ve dolayısıyla da yeraltı suyunda da zamanla aynı kirlilik görülecektir. Bu duruma örnek olarak Trakya'da Ergene Havzası'nda yaşanan sorunlar verilebilir. Bölgedeki hızlı sanayileşme sonucu oluşan atıksular genellikle en yakındaki dere yataklarına deşarj edilmekte ve bu artan ihtiyaç ile yeraltı suyundan aşırı çekimler yapılmaktadır. Bunun sonucu olarak da bölgede yeraltı su seviyesi oldukça düşmüş ve içme suyu kalitesinde tahsis edilen kuyulardaki su kalitesi de oldukça bozulmuştur (Aslan ve ark. 2001).

Ergene Havzası Doğu Trakya'da yer alıp Kuzey Marmara Havzası, Meriç Havzası ve Bulgaristan ile çevrilidir. Havzada Tekirdağ, Kırklareli ve Edirne illeri yer almaktadır. Ergene Havzası toplam alanı 12.438 km² olup, en önemli yerüstü su kaynağı Ergene Nehri'dir. Ergene Nehri, havzanın kuzey doğusunda bulunan İstiranca dağlarındaki Ergene kaynaklarından doğmakta ve Ergene Deresi adıyla Kuzeydoğu-Güneybatı yönünde akmaktadır. İnanlı Köyü civarında doğudan gelen Çorlu deresi ile birleşerek Ergene Nehri ismini almaktadır. Daha sonra Meriç Nehri ile birleşerek Saroz Körfezine dökülür. Ergene Nehri uzunluğu yaklaşık 282 km'dir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı). Havzanın % 78'i yerüstü suyu, %22'si yer altısuyundan oluşmaktadır.

Havzaya ismini veren Ergene Nehri, sağladığı imkanlarla Trakya’da tarım, sanayi ve pek çok sektör için önemli bir yerde bulunmaktadır. Ülkemizdeki Ayçiçeği üretiminin %61’i, Pirinç üretiminin %54’ü, Buğday üretiminin %12’si Ergene Havzasında yapılmaktadır.

Ergene Havzası’nda hızla gelişen sanayi, nüfus, yerleşim yerleri ve tarım bir taraftan miktar olarak, diğer taraftan oluşturdıkları kirlilik yükü bakımından havzada su probleminin baş göstermesine neden olmuşlardır. Plansız ve kontrolsüz bir şekilde gelişen sanayi bölgeleri, Ergene Havzası’ndaki su kaynaklarının hızlı bir şekilde tüketilmesine yol açmıştır. Diğer taraftan bazı sanayi tesislerinin atık suları arıtılsa bile Ergene Nehri’ne tabii debisinin takriben 6 katı atık su vermeleri ilaveten o bölgede yaşayan 1.590.000 civarındaki nüfusun yaklaşık 240.000 m³/gün evsel atık suyu hiç arıtmadan doğrudan alıcı ortama boşaltmaları yüzünden Ergene Havzası ileri derecede kirlenmiştir. Havzada 2037 adet sanayi tesisi bulunmaktadır. Bu tesislerinin; %82’si Tekirdağ, %10’u Kırklareli, %8’i Edirne’de yer almaktadır. En önemli kirletici grubu; tekstil, deri, kimya, gıda ve metal sanayidir.

Endüstri, Çorlu, Çerkezköy, Lüleburgaz ve Muratlı bölgesinde yoğunlaşmıştır. Yaklaşık 460.000 m³/günlük sanayi atık suyu Ergene Nehri ve kollarına deşarj olmaktadır. Bugün Ergene bir nehir değil, bir atık su kanalı haline gelmiştir. Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerinde oluşan atıksu miktarları Şekil 1.1 de gösterilmiştir (Tekirdağ Ergene Derin Deniz Deşarj A.Ş.).



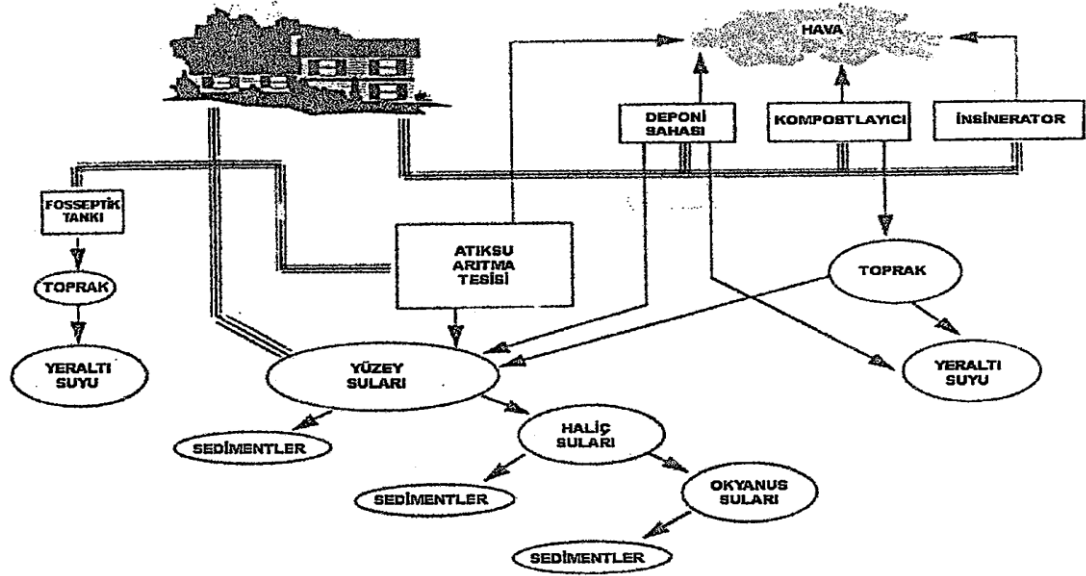
Şekil 1.1 Tekirdağ, Edirne ve Kırklareli illerinde oluşan evsel ve endüstriyel atıksu miktarları(Tekirdağ Ergene Derin Deniz Deşarj A.Ş.)

Sabun ve Lineer alkilbenzen sülfonat (LAS) dünyada yüksek üretimi ile en yaygın olarak kullanılan yüzey aktif maddelerdir (Cantarero ve ark. 2012).

Yüzeysel aktif maddeler alıcı ortamlarda zehirlilik özelliklerine sahip olması ve yeraltı sularına karışması gibi çevresel sebeplerle üzerinde mutlaka durulması gereken bir parametredir. Yüzey aktif maddeler (sürfaktanlar) büyük moleküllerdir. Yüzey aktif maddeler fizikokimyasal yapıları nedeniyle teknoloji ve araştırma alanlarında kozmetik, eczane, tekstil endüstrisi, tarım, biyoteknoloji gibi yaygın olarak kullanılmaktadır (Bizukoje ve ark 2005). Kentsel yaşam, tarım ve endüstrilerde sentetik deterjanların yaygın kullanımından dolayı son yıllarda su kirliliği artmaktadır (Srorr ve ark. 1998).

Sabun ve deterjan endüstrisi atıksu deşarjlarında büyük miktarlarda ve evsel amaçlı kullanımlardan dolayı evsel nitelikli atıksularda bulunurlar. Ancak yüzey aktif madde molekülleri su içerisinde belli ölçüde çözünürdür ve gerek atıksu arıtma tesislerinde ve gerekse alıcı su ortamlarında yüzeyde köpük oluşmasına neden olurlar. Yüzey aktif maddelerin hava-su ara yüzeyinde toplanmaya ve birikmeye eğilimleri olduğundan atıksuyun havalandırılması aşamasında (biyolojik süreçte) yüzey aktif maddeler hava kabarcıklarının üzerinde kümeleşirler ve oldukça kararlı köpükler oluştururlar. Evsel ve endüstriyel kullanımlarda deşarj edilen yüzey aktif maddelerin halk sağlığı üzerinde önemli ölçüde etkileri olabilir (Ece 2005).

Yüzey aktif maddenin çoğu canlılara karşı çok az tehlike oluşturmalarına karşın deterjanlardaki bazı non-iyonik yüzey aktif maddeler çevresel problemlere neden olurlar. Doğal suda biriken pek çok polifosfat alg kümelerinin patlamasına ve ötrofikasyona neden olur. Deterjan içeren tüketim maddelerinin kullanılması ve sularda birikmesi sonucu oluşan LAS'ın çevreye ulaşmasının temel yolları Şekil 1.1'de verilmiştir (Önder 2001).



Şekil 1.2 LAS'ın çeşitli çevresel ortamlarda dağılımını gösteren akış diyagramı (Önder 2001)

Deterjanların derin sulara ulaşmaları özellikle kanalizasyon sisteminin bulunmadığı kırsal bölgelerde sık rastlanan bir durumdur. Atıksuyu yerleşim bölgesinden uzağa taşıyan kanalizasyon sistemi yoksa deterjan içeren evsel ve endüstriyel atıksu, septik çukurlarından veya birikinti sularından toprağa sızmaktadır. Yeraltı sularından yararlanmak için açılan kuyulardan da yüzey aktif maddeler insan, hayvan ve bitkilere ulaşabilmektedir.

Yüzey aktif maddelerin toksik etkilerinin yanında sularda toksik dozun altında dahi bulunması biyolojik yaşam üzerinde birçok olumsuz etkiye neden olmaktadır. Sucul hayvanlar üzerinde patolojik, fizyolojik ve biyokimyasal etkilere sebep olurken sucul bitki türlerinde klorofil-protein kompleksinin parçalanması, membrana zarar vererek hücre ölümü, metabolizma ve büyümenin geciktirilmesi gibi etkilere neden olmaktadır (Önder 2001).

Bu araştırmada; Ergene Havzası'nda yeralan bazı yüzeysel ve yeraltı su kaynakları seçilerek yüzey aktif madde kirliliği bakımından kaynaklarının mevcut durumlarını ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Farklı mevsimsel dönemlerde, yeraltısuları ve yüzeysel su kaynaklarından örnekleme yapılarak analizleri gerçekleştirilmiş ve kirlilik parametreleri arasındaki istatistiksel ilişkiler saptanmıştır.

2 KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Deterjan Tanımı

Deterjan terimi, “temizlemek” veya “tasfiye etmek” anlamına gelen “deterge” kelimesinden türemiştir (Minareci 2007). “American Society for Testing Materials” tarafından temizleyici bileşikler olarak belirtilen deterjanların geniş kapsamlı tanımı şu şekilde yapılmaktadır; Yüzey aktif özelliği olup, bu özelliği dolayısıyla temizleme işlemini yapabilen ve içinde ayrıca yıkamaya yardımcı diğer kimyasal maddeler de bulunan bileşiklere “deterjan” denir (Duydu 1989).

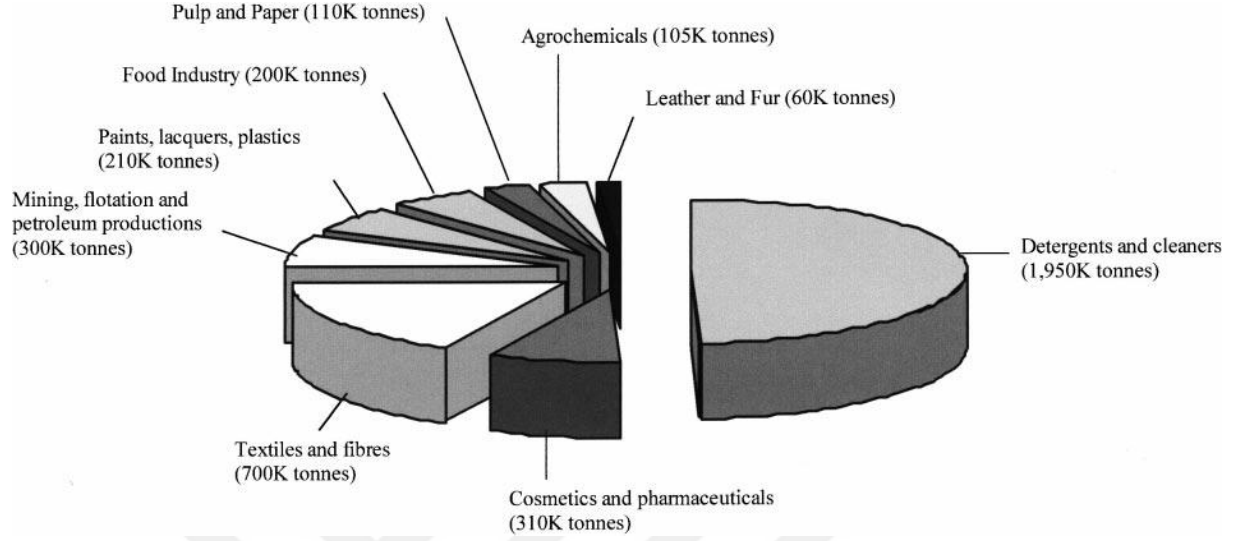
2.2 Deterjanın Tarihçesi

Deterjanların tarihçesi 1831 yılında Fremy isimli bir Fransız’ın zeytin yağı üzerine sülfürik asit dökerek elde ettiği maddelerin suda köpürdüğünü görmesi ve bu maddelerin yağları temizlediğini fark etmesi ile başlar. 19. yüzyılın sonlarına doğru nüfusun ve buna bağlı olarak sabun gereksinimin hızla artışı nedeniyle bitkisel ve hayvansal yağların fazla kullanım yüzünden azalması, doğal yağların yerini alabilecek yeni maddelerin bulunmasını gerektirdi. Araştırmalar sonucunda petrol ve kömüre dayalı sentetik deterjanlar yapıldı (Duydu 1989).

Sentetik deterjan endüstrisi 1913 yılında Belçikalı kimyager Reyckler’in ilk defa ıslatma karakteri bakımından sabuna benzeyen bir deterjan yapmasıyla başlar (Duydu 1989). Ticari açıdan önemi olan ilk paket deterjan 1933 senesinde “Dreft” adı ile Amerika’da piyasaya çıkmasına rağmen uzun zaman rağbet görmedi. 1940 yılında satılan sentetik deterjanlar o yıllarda kullanılan sabun miktarının sadece %3’ünü oluşturmaktaydı. Deterjanların Amerika’da geniş çapta yayılması 1946’da “Tide”in çıkması ile başlamıştır. (Ceylan ve ark. 2016). Uzun zincirli alkil benzenden türeyen yüzey aktif maddelerin ve 1947 de tripolifosfatın ve metil selülozun deterjan yapısına girmesi ile kullanıma daha elverişli sentetik deterjanlar üretildi (Duydu 1989). Böylece 1948 yılında deterjan kullanımı sarf edilen tüm sabun ve deterjan miktarının %16’sına yükselmiş ve bu değer 1957’de %75’e çıkmıştır (Ceylan ve ark. 2016).

Deterjan üretiminde 1960’lı yılların ilk yarısına kadar yüzey aktif madde olarak alkil benzenlerden dodesil benzen (DDB) kullanılmıştır. Daha sonra DDB’nin güç parçalanması nedeniyle lineer alkil benzen geliştirilerek deterjan aktif maddesi olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1982 döneminde ABD, Japonya ve Batı Avrupa’da sanayi tipine göre sürfaktan tüketimi Şekil 2.1’de ki gibi gerçekleşmektedir.



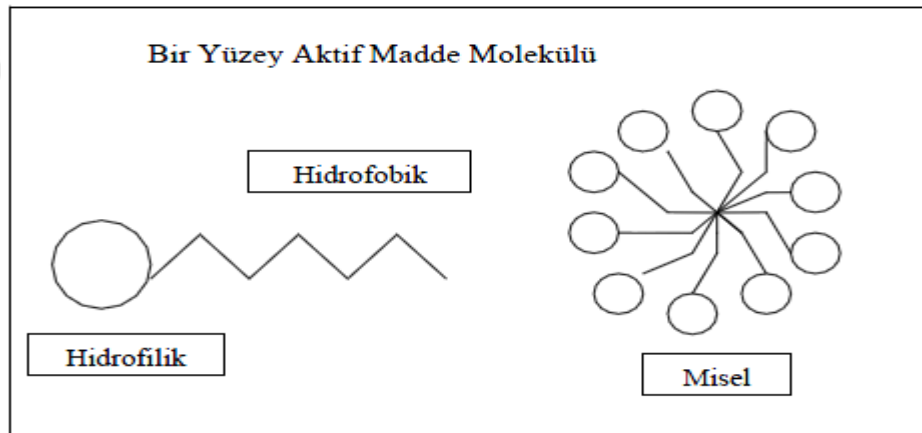
Şekil 2.1 1982 döneminde ABD, Japonya ve Batı Avrupa’da sanayi tipine göre sürfaktan tüketimi (Scott ve ark. 2000)

Türkiye’de üretilen deterjanlarda Nisan 1987 tarihine kadar aktif madde olarak güç parçalanabilen DDB kullanılırken, bu tarihten itibaren ise biyolojik olarak kolay parçalanabilen lineer alkil benzen kullanıma girmiştir (Boran ve ark. 1998).

2.3 Yüzey Aktif Madde Tanımı

Yüzey aktif maddeler (YAM) sabun, deterjan ve emülsiyon yapıcılar gibi belli bir yüzey aktivitesine sahip olduklarından suda çözündüklerinde düşük konsantrasyonlarda bile olsalar içerisinde çözündükleri çözücülerin yüzey enerjisini ani olarak ve büyük ölçüde değiştirirler (çoğunlukla düşürürler). Çözücü sıvının yüzey veya ara yüzey özelliğini belirgin bir şekilde değiştirirler (Ece 2005). Yüzey aktif madde molekülünün yapısı Şekil 2.2’de görülmektedir.

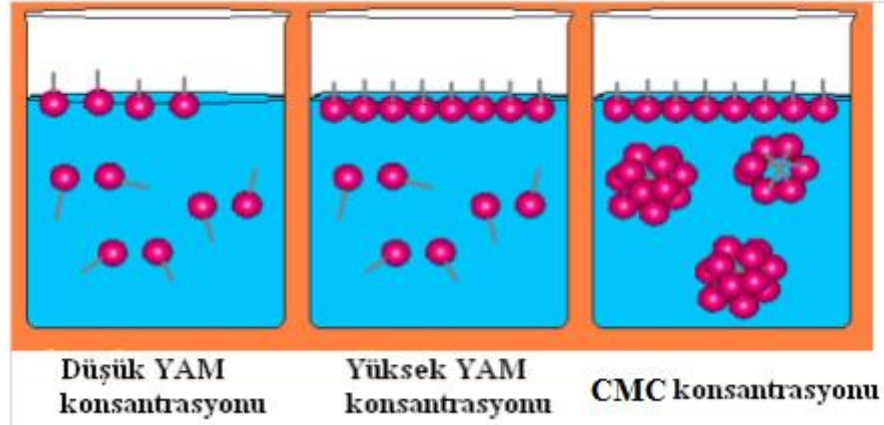
Yüzey aktif maddenin ingilizce karşılığı olan **surface active agent** sözcüklerinin harflerinden oluşan bir kısaltma olan **surfactant** kelimesi de yüzey aktif madde yerine kullanılır. Su içerisinde kendi kendine organize olabilen yüzey aktif maddelerin en önemli karakteristik özelliği uzun hidrokarbon zincirlerine ve polar gruplarına sahip olmalıdır. Uzun hidrokarbon zinciri molekülün suyu sevmeyen (hidrofobik) kısmını teşkil eder ve yüzey aktif özelliği sağlar, polar grup ise molekülün suyu seven (hidrofilik) kısmını oluşturur ve suda çözünmeyi sağlar (Batıgöç 2010).



Şekil 2.2 Yüzey aktif madde molekülünün yapısı (Karasuloğlu 2007)

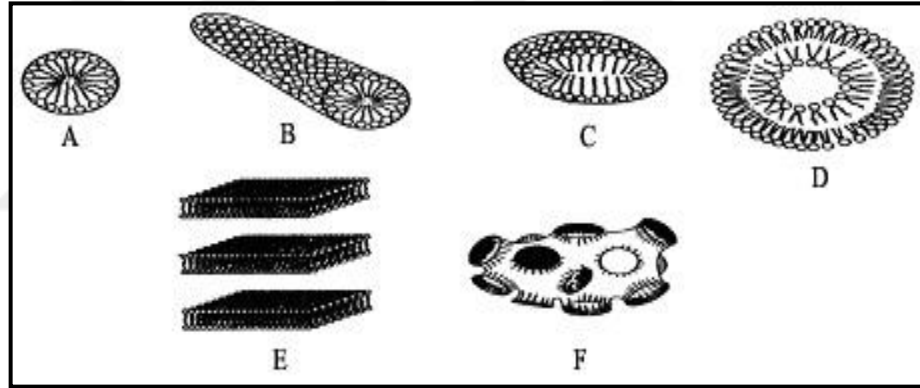
Yüzey aktif maddeler suya ilave edildiğinde başlangıçta hidrofob kısım suyun dışında olacak şekilde yerleşirler (Batıgöç 2010). Sulu çözeltiye ilave edilen yüzey aktif maddeler, emülsiyon oluşumunu kolaylaştırıp yüzey gerilimini azaltarak su-hava ve yağ-su ara yüzeyinden birikmeye eğilimlidirler ve bir araya gelerek miselleri oluştururlar. Misellerin oluşturduğu eşik derişimi kritik misel derişimi (CMC) olarak ifade edilir. Her yüzey aktif maddenin kendine has bir CMC’ı vardır. CMC’den daha fazla miktarda sulu çözeltiye ilave edilen yüzey aktif maddeler çözeltideki monomerlerin sayısını arttırmayıp ek misellerin oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Önder 2001).

Yüzey aktif madde moleküllerinin sudaki yapılanması Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.3 Yüzey aktif madde molekülünün suda yapılanması (Batıgöç 2010)

Çeşitli Yüzey aktif madde birikim şekillerinin şematik gösterimi Şekil 2.4’de verilmiştir.

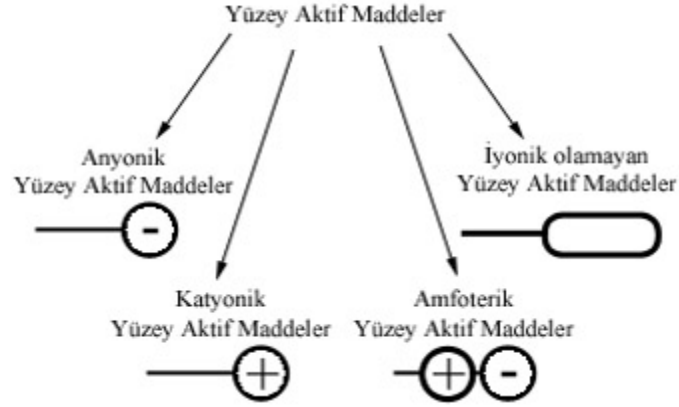


Şekil 2.4 Çeşitli yüzey aktif madde birikim şekillerinin şematik gösterimi. A küresel, B çubuk, C disk, D kese, E lamel, F sünger (Ece 2005).

2.4 Yüzey Aktif Maddelerin Gruplandırılması

Yüzey aktif maddeler, iki faz arasındaki yüzey gerilimini azalttıklarından temizlik işlerinde önemli görevler yaparlar. Yüzey aktif madde molekülü hidrofilik bir öncü ve hidrofobik bir kuyruktan ibarettir. Kuyruk genellikle bir hidrokarbon zincirinden oluşur.

Şekil 2.5’de yüzey aktif maddelerin sınıflandırılması yer almaktadır.

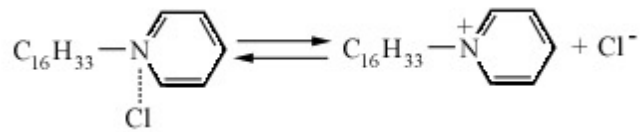


Şekil 2.5 Yüzey aktif maddelerin sınıflandırılması (Ece 2005)

Eğer suyu seven öncü grup bir net elektrik yükü taşıyorsa, yüzey aktif madde iyonik yüzey aktif madde olarak tanımlanır. Genellikle iyonik lider gruplar sülfat veya amonyumdan oluşurlar. Örneğin sodyum stearat tipik bir anyonik yüzey aktif maddedir. Çözeltide Na^+ ve uzun stearat zincir anyonu ($\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$) sodyum stearatı oluşturur ve burada anyonik kısım yüzey aktivitesinden sorumludur.

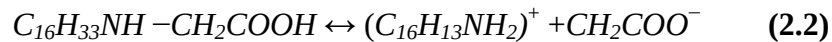


Eğer iyonik lider grubun yükü pozitif ise kationik yüzey aktif madde olarak tanımlanır. Kationik yüzey aktif maddelerde ise moleküllerin uzun zincirli olan kuyruk kısmı (ilgisi az olan kısmı) katyon bir öncü gruba bağlanmıştır. Kationik gruba örnek olarak sulu çözeltilerinde Şekil 2.6'daki gibi iyonlaşan setil piridinyum klorür verilebilir.



Şekil 2.6 Kationik yüzeyaktif molekülünün sulu çözeltide iyonlaşması (Ece 2005)

Aynı molekülde hem asidik hemde bazik grupları içeren bileşiklere amfoterik bileşikler denir ve bu maddeler ortamın pH'ına göre durum değiştirirler. Bu sınıfa örnek olarak setilaminoaset asidi verilebilir. Bu çözelti denge durumunda aşağıdaki reaksiyon eşitliğinde gösterildiği şekilde çözünür.



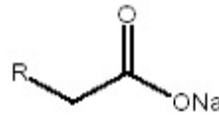
Amfoterik maddeler, çözündükleri zaman bir tarafında pozitif, diğer tarafında negatif yük bulunan ve elektrik yükü bakımından nötral halde bulunan moleküllerdir. Bu tip iyonlar barındıran moleküllere dipol iyonlar denilmektedir. Çoğunlukla ayrı bir grup sayılmamalarına rağmen bu tanıma giren birçok madde vardır. Molekülün bir bütün olarak yükü ortamın pH değeri ile değiştiğinden amfoterik maddeler önemlidirler.

Ortamın pH değerine bağlı olarak iyonik olmayan, anyonik ve katyonik biçimde davranabilirler. Öncü grup net bir yük taşıyorsa yüzey aktif madde iyonik değildir. Genel olarak iyonik olmayan öncü gruplar etoksilet (-CH-) birimlerinden oluşur. Yüzey aktif maddelerin hidrofilik kısımları suyu ararken (polar maddeleri), hidrofobik kuyrukları yağı arar (apolar maddeleri) bu zıt kuvvetler kirleticilerin (ve yağın) su içerisinde çözünmesini sağlarlar (Ece 2005).

2.4.1 Anyonik yüzey aktif maddeler

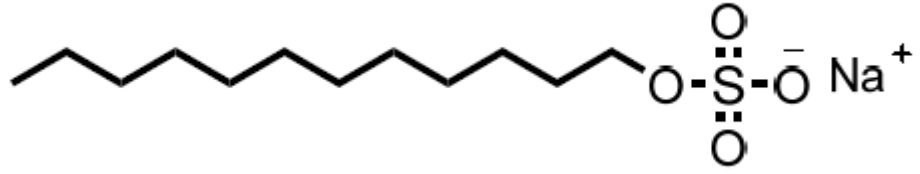
Anyonik yüzey aktif maddeler, başlıca çamaşır ve bulaşık temizleme sıvılarında ve şampuanlarda temizleme ve köpürme özelliklerinin çok yüksek olması sebebiyle geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Anyonik yüzey aktif maddeler kir ve yağları temizlemede çok iyi işlev yaparlar. Bu yüzey aktif maddeler iyonlaşarak etki gösterirler. Suyu eklendiklerinde iyonlaşırlar ve negatif yüklü hale geçerler. Negatif yüklü yüzey aktif maddeler, pozitif yüklü partiküllere bağlanırlar. Bu yüzey aktif maddeler, anyonik grupların içinde yüzey aktif maddelerin hidrofilik kısımlarını ve zıt yüklü iyonları (sodyum, potasyum) barındırırlar. Bu zıt yüklü iyonların maddenin özelliğinde bir etkisi yoktur (Ece 2005). Karboksilatlar, sulfonatlar, sulfatlar ve fosfatlar örnek olarak verilebilir (Batıgöç 2010).

Şekil 2.7’de anyonik yüzey aktif olan sabun molekülü yer almaktadır.



Şekil 2.7 Anyonik bir yüzey aktif madde olan sabun molekülü R: C10~16 (Ece 2005)

Şekil 2.8’de anyonik yüzey aktif olan Sodyum Dodesisülfat’ın molekül yapısı yer almaktadır.

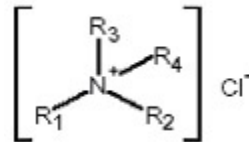


Şekil 2.8 Sodyum dodesilsülfat anyonik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010)

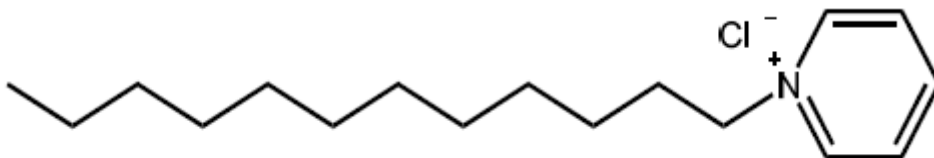
2.4.2 Katyonik yüzey aktif maddeler

Katyonik yüzey aktif maddeler özellikle yağların gideriminde etkilidir. Katyonik yüzey aktif maddeler solüsyon içerisinde iyonlara ayrıştıklarında pozitif yük ile yüklenirler. Poliaminler ve tuzları, kuaterner amonyum tuzları ve aminoksitler örnek olarak verilebilir. Toksik özelliğe sahiptirler ve bu nedenle yaygın olarak kullanılmazlar. Ayrıca anyonik yüzeyleri soğurmayada eğilimlidirler. Katyonik yüzey aktif maddeler yapı olarak değiştirilmiş kuaterner amonyum (alkil aril amonyum) bileşikleridir ve pahalı olduklarından kullanım alanları sınırlıdır. Antiseptik özelliklerinden dolayı hastane ve benzeri yerlerde kullanılırlar.

Bazı katyonik yüzey aktif madde moleküllerine ait molekül yapıları Şekil 2.9 ve 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Distearildimetilamonyum klorür (DSDMAC) R₁, R₂ : C₁₆₋₁₈ R₃, R₄ : C₁ (Ece 2005)



Şekil 2.10 Dodesilpiridinyum klorür katyonik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010)

DSDMAC uzun zincirli katyonik yüzey aktif maddeler çok çeşitli yüzeylere yüksek düzeyde adsorplanma gücü sergilemektedirler.

Yüzey aktif maddeler keten, pamuk ve yün gibi doğal liflerin yüzeylerine çok güçlü şekilde adsorplanmaktadırlar. Ancak bu maddelerin sentetik liflerin üzerine adsorplanması daha düşük düzeydedir. Anyonik ve katyonik yüzey aktif maddelerinin eşit miktarlarının karıştırılması durumunda yüzeylerde adsorplanmayan ve bu sebeple de temizleme etkisi göstermeyen ürünler oluşur. Anyonik ve katyonik yüzey aktif maddelerin aralarındaki reaksiyon sonucu nötral tuzlar ve suda düşük çözünürlüğe sahip diğer ürünler oluşur.

Diğer yandan küçük miktarlarda katyonik yüzey aktif maddelerin anyonik yüzey aktif maddelere eklenmesi ile deterjanların temizleme gücü artırılabilir. Non İyonik yüzey aktif maddeler, ortamda bulunan katyonik yüzey aktif maddeleri anyonik yüzey aktif maddelere kıyasla daha az etkilerler. Non iyonik yüzey aktif maddeler, katyonik yüzey aktif maddeler ile birlikte kullanılarak özel deterjanlar da üretilebilir (Ece 2005).

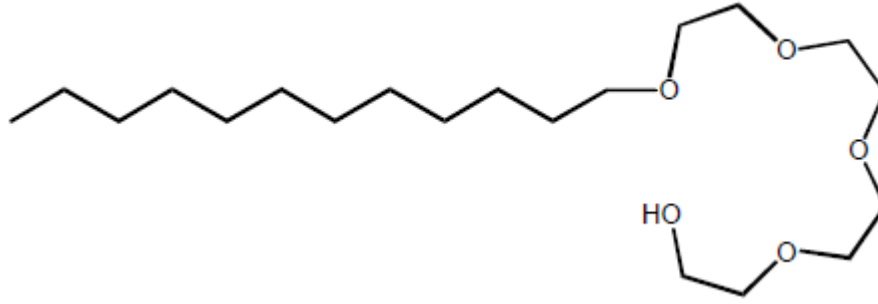
2.4.3 Non iyonik yüzey aktif maddeler

Suda iyonize olmayan hidrofilik ilk gruptur ve suda iyonize olan hidrofilik grubu içeren yüzey aktif maddelere göre bu tür yüzey aktif maddelerin ancak %25'i kullanılmaktadır. Polietilenli alkilfenoller, alkol etoksilatlar, alkil fenol etoksilatlar ve alkanolamidler örnek verilebilir. İyi çözücüdür ve toksik özelliğe sahip değildir. Anyonik yüzey aktif maddeler gibi performansları çözeltideki tuzların varlığından etkilenmez.

Daha önceleri endüstride emülsiyon aracı olarak geliştirilen non-iyonik yüzey aktif maddeler, yüksek afinitelerinden dolayı suda tamamen iyonize olmazlar. Hidrofilik ve hidrofobik grupların uzunluklarını değiştirebilme özelliği avantajlarından biridir. Köpüksüz olmaları nedeniyle otomatik yıkayıcılarda kullanılırlar. En çok kullanılan türü nonilfenil etoksilatlardır. Türkiye’de kullanılan türü ise polietilen glikol yağ asiti esterleridir.

Biyolojik olarak parçalanan non-iyonik aktif maddeler, viskoz, likit veya yumuşak kremlerdir, toz deterjan formüllerinde pek kullanılmazlar. Ayrıca tekstil sanayinde elyaf temizleyici ve kabartıcı olarak kullanılırlar. Anyonik yüzey aktif maddelerden farklı olarak su içerisinde iyonlaşmazlar ve bu sebeple de bir elektrik yüküne sahip değildirler (Ece 2005).

Şekil 2.11’de örnek olarak non iyonik yüzey aktif madde molekülü görülmektedir.

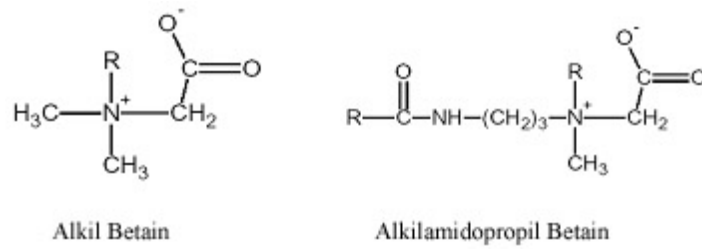


Şekil 2.11 Polietilenglikol (4) lauril eter noniyonik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010).

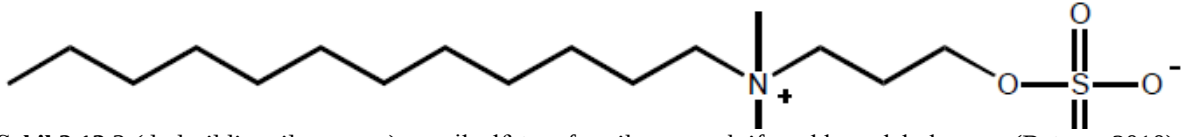
2.4.4 Amfoterik yüzey aktif maddeler

Bu yüzey aktif maddeler solüsyonun pH değerine bağlı olarak suda çözündüklerinde ya anyonik (negatif yüklü) ya da katyonik (pozitif yüklü) özellik gösterirler. Bu yüzey aktif madde türünün, hassasiyetin önemli olduğu bakım ürünlerinde kullanılması uygundur. Alkalibetain ya da alkalisülfobetain türlerinin muhteviyatı aynı molekülde anyonik ve katyonik grupları barındırır. İyi deterjan özelliği göstermesine rağmen nadiren çamaşır yıkama deterjanlarında kullanılırlar. Bunun sebebi maliyetin yüksek olmasıdır. Özellikle bulaşık yıkama maddelerinde kullanılırlar (Ece 2005).

Şekil 2.12 ve 13’de örnek amfoterik yüzey aktif maddelerin molekül yapıları yer almaktadır.



Şekil 2.12 Alkali betain ve alkilamidopropil betain molekülleri (Ece 2005)



Şekil 2.13 3-(dodesildimetilamnyum) propilsülfat amfoterik yüzey aktif madde molekül yapısı (Batıgöç 2010)

Melez Çayında Deterjan Kirliliği ve Nutrientlerle Korelasyonu ile ilgili İzgören (1992) tarafından yapılan çalışmada Melez Deresi üzerinde 5 istasyondan bir yıl boyunca numuneler alınarak Anyonik Yüzey Aktif Madde, nitrat, nitrit, amonyum, silikat, fosfat ayrıca bazı fiziko-kimyasal parametrelerin analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada anyonik YAM değeri 0,000-6,928 mg/L olarak ölçülmüştür.

Ankara’da, içme ve kullanma amacıyla yararlanılan musluk ve kuyu sularında Sucu (1993) tarafından deterjan kalıntılarının tespiti amacıyla yapılan ve Ankara merkez ve bağlı ilçelerinden rastgele örnekleme ile toplanan 50 si musluk ve 30 u kuyu suyu olmak üzere toplam 80 adet örnekte metilen mavisi yöntemiyle yapılan analizlerde bulunan değerler TS. 266’da verilen limit değerlerin altında olduğu, kuyu sularından ise 1 örneğin Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme ve kullanım amacıyla yararlanılan sular için 0,2 mg/L olarak belirlenen deterjan miktarından fazla olduğu tespit edilmiştir.

Sinop İli sahilinde Gündoğdu (1995) tarafından deterjan kirliliği araştırılmış, 4 istasyondan su örnekleri alınarak anyonik deterjan analizleri yapılmıştır. Anyonik deterjan düzeyi istasyonlara göre ortalama 0,71 – 1,10 mg/L arasında değiştiği saptanmıştır.

Çapkın (2001) tarafından, Trabzon limanı ve çevresinde denizel ve karasal faaliyetlerden kaynaklanan kirlenici düzey ve dağılımlarının belirlenmesi amacıyla Aralık 1998-Kasım1999 tarihleri arasında belirlenen 12 istasyonda sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen, askıda katı madde, deterjan, fenol, KOİ, yağ ve gres analizleri yapılmış; deterjan değeri 0,072-0,148 mg/L olarak ölçülmüştür.

Tümür (2002) tarafından Diyarbakır Kenti Yeraltı İçmesuyu Potansiyeli ve Kalitesinin Belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada deterjan değeri tüm havzalardaki kuyularda standartların değerlerini geçtiği görülmüştür. Fakat maksimum değer aralığını Silvan Yolu - Dicle Vadisi, Yeniköy kuyularında geçmekte, Merkez ve Gözeli kuyularında maksimum değer aralığında ölçümler vermektedir.

Bakırçay Deltası ve Çandarlı Körfezinde Başaran (2004) tarafından yapılan anyonik deterjan çalışmasında Bakırçay Nehri'nde anyonik deterjan değeri 0,01- 0,29 mg/L, Çandarlı Körfezinde ise 0,01- 0,24 mg/L arasında ölçüldüğü gözlemlenmiştir.

Acarlar Gölü'ndeki mikrobiyolojik ve kimyasal kirlenme olaylarının tespiti için Ertürk (2005) tarafından yapılan çalışmada, seçilen 4 örnek alma istasyonlarından üç ayda bir alınan su numunelerinden elde edilen deterjan değeri 0,002-0,017 mg/L arasında değiştiği gözlemlenmiştir.

Tekinalp (2005) tarafından Yenişehir Gölünde Nisan 2004-Eylül 2004 tarihleri arasındaki 6 aylık periyotta 1. ve 2. istasyonlardan alınan su örneklerinin anyonik deterjan ölçüm sonuçları yapılmış Her iki istasyon birlikte değerlendirildiğinde ortalama en düşük deterjan yoğunluğu 0,0025 mg/L, en yüksek deterjan değeri 0,053 mg/L olarak ölçülmüştür.

Sarıçay ve Atikhisar Barajı'n da pestisit ve evsel kirliliğini tespit etmek amacıyla Kaya (2007) tarafından 8 istasyonda Eylül 2005 - Eylül 2006 tarihleri arasında aylık olarak su örnekleri yüzeyden alınmıştır. Alınan sular laboratuara getirilerek Pestisit, KOİ, BOİ, Anyonik Deterjan, Klorofil-a, Toplam N, Toplam P analizleri yapılmış olup, suda ki anyonik deterjan miktarı en düşük 0,0026 mg/L ve en yüksek 0,3 mg/L ölçüldüğü gözlemlenmiştir.

Gediz Nehri'nde Deterjan Kirliliğinin Araştırılması amacıyla Minareci (2007) tarafından yapılan çalışmada anyonik deterjan konsantrasyonları, 0,084 –5,592 mg/L arasında değişen değerlerde, ortalama 0,951 mg/L olarak saptanmıştır.

Gediz Nehri'nin bir kolu olan Karaçay'da (Manisa) deterjan, fosfat ve bor kirliliğinin araştırılması üzerine Minareci ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, su örneklerindeki fiziko-kimyasal parametreler ile anyonik deterjan, fosfat ve bor içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, anyonik deterjan konsantrasyonu 0,071–1,122 mg/L arasında değişen değerlerde bulunmuştur

Sapanca Gölü'nün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik seviyesinin tespiti çalışmaları amacıyla Macit (2010) tarafından farklı tarihlerde ve dokuz ayrı noktada mikrobiyolojik kirlilik tespiti için koliform sayısı; kimyasal kirlilik tespiti amacıyla pH, iletkenlik, toplam çözünmüş madde, renk, bulanıklık, toplam sertlik, organik madde, kurşun, kadmiyum, deterjan, amonyak, nitrit, nitrat, demir, alüminyum, fosfat, fosfor, kimyasal oksijen ihtiyacı ve biyolojik oksijen ihtiyacı parametrelerinin analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre en

yüksek deterjan değeri 0,126 mg/L, en düşük deterjan değeri 0,003 mg/L olarak tespit edilmiştir.

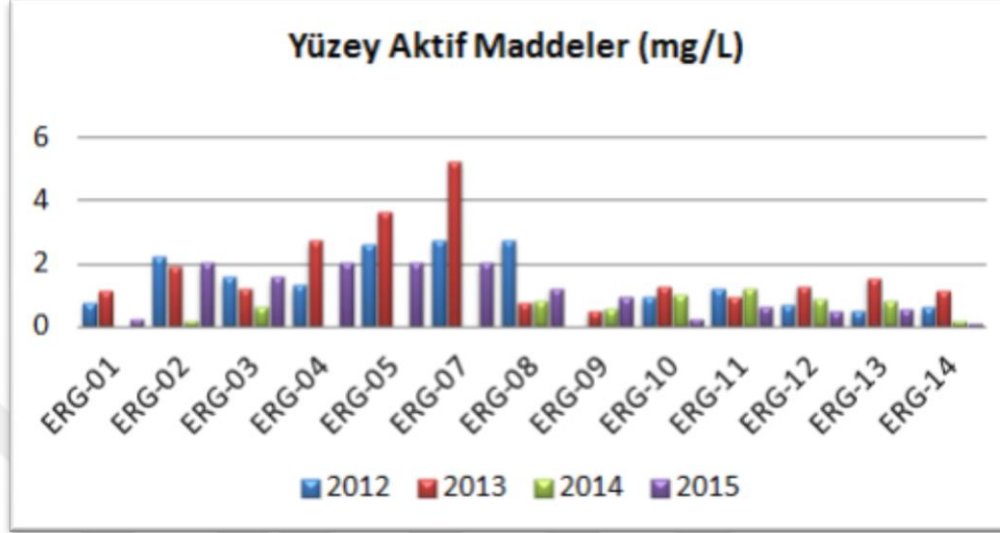
Rize Limanı ve sahilinde denizel ve karasal faaliyetlerden kaynaklanan kirleticilerin mevsimsel ve hacimsel dağılımının belirlenmesi amacıyla Gedik (2011) tarafından Kasım 2009-Ekim 2010 tarihleri arasında sekiz farklı istasyondan alınan su örneklerinde sıcaklık, çözünmüş oksijen, pH, tuzluluk, bulanıklık, askıda katı madde, alkalinite, fenol, anyonik deterjan, yağ ve gres, kadmiyum, demir, bakır, çinko ve kurşun değerleri ölçülmüştür. Ortalama alınarak aylık olarak hesaplanan anyonik deterjan değerlerinin kıyı istasyonlarında 16,55-23,80 µg/L, açık deniz istasyonlarında 13,13-18,77 µg/L ve referans istasyonda 6,20-12,40 µg/L arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Harşit Çayı su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi amacıyla Bayram (2011) tarafından yapılan çalışmada Mart 2009 ile Şubat 2010 döneminde on beş gün aralıklarla yüzeysel su kalitesi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, yerinde (sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen, elektriksel iletkenlik ve bulanıklık) ölçümler ve laboratuarda (askıda katı madde, toplam sertlik, amonyum azotu, nitrit azotu, nitrat azotu, toplam azot, toplam kjeldahl azotu, ortofosfat fosforu, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam organik karbon, anyonik deterjan, alüminyum, mangan, toplam demir ve toplam krom) analizleri gerçekleştirilmiştir. İstasyon bazında en yüksek MBAS konsantrasyonu 1,235 mg/L, en düşük MBAS konsantrasyonu değeri ise 0,000 mg/L belirlenmiştir.

Balıklığöl Havzası karstik su kaynaklarının kalitesini belirlemek için Yetiş (2015) tarafından yapılan çalışmada 8 örnekleme noktasında sıcaklık, pH, EC, bulanıklık, TDS, renk, SO₄, F, Cl, KOİ, TN, NO₃, NO₂, NH₄, deterjanlar, bikarbonat alkalinitesi gibi fiziksel ve kimyasal parametreler Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Si ve Zn gibi bir takım ağır metal parametreleri ve toplam koliform, fekal koliform ve *E.coli* bakterileri gibi mikrobiyolojik parametrelere bakılmış; deterjan değerleri açısından sonuçlar tüm mevsimlerde ölçülebilir limit değer olan 0,5 mg/L'nin altında ölçüldüğü tespit edilmiştir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇSB), (2015) tarafından yayınlanan Ergene Havzası Su Kalite İzleme Raporu İlkbahar ve Yaz Dönemi 2015 raporunda, Ergene Havzası'nda 2012-2015 yılı yaz dönemi kapsamında 14 noktada yapılan izleme çalışma sonucu elde edilen bulguların karşılaştırması yer almaktadır. Bu karşılaştırma sonucu ölçülen değerler Şekil 2.14 de verilmiştir. Yüzey aktif madde değerlerinin özellikle ERG-10, ERG-11, ERG-12, ERG-13

ve ERG-14 noktalarında düşük bulunmasının nedenleri arasında, numune alma noktalarının Kırklareli ve Edirne İllerinde yer alması, bu bölgede endüstrinin ve nüfusun az olması buna bağlı olarak da evsel ve endüstriyel atıksu deşarjının düşük olması sayılabilir.



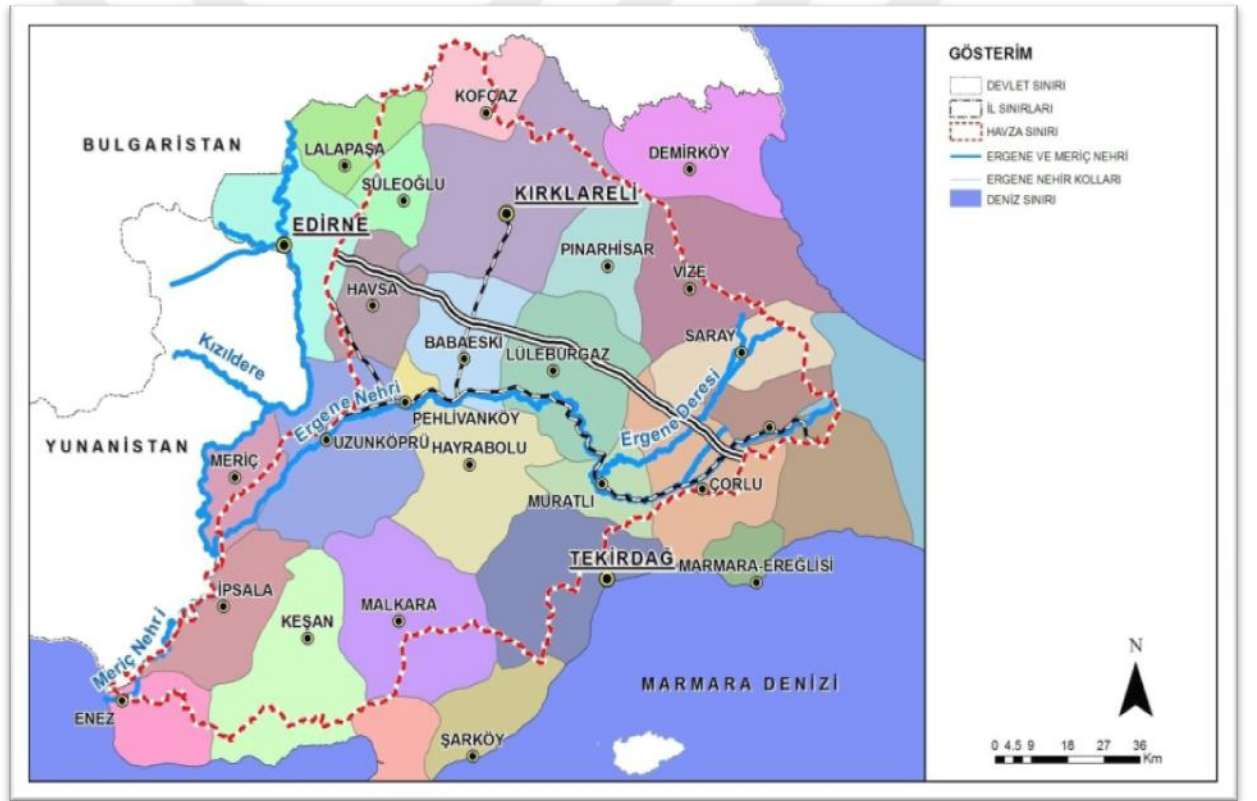
Şekil 2.14. 2012-2015 yılları arası Ergene Havzası üzerinde yeralan 14 noktada ölçülen YAM değerleri (ÇSB)

3 MATERYAL ve YÖNTEM

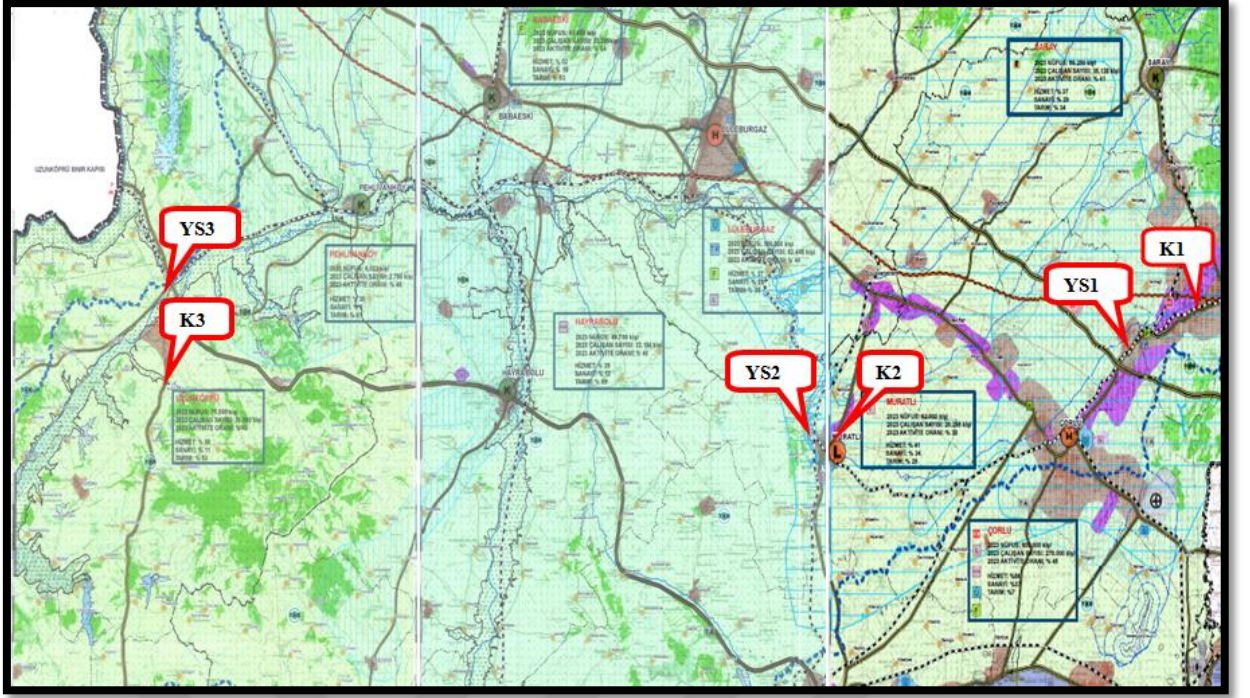
3.1 Materyal

3.1.1 Çalışma alanının genel özellikleri

Çalışma alanı olarak Ergene Havzası sınırları içerisinde yer alan Tekirdağ İli'nin Çerkezköy, Ergene ve Muratlı İlçe'leri ile Edirne İli'nin Uzunköprü İlçesi seçilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen il ve ilçelerin genel haritası Şekil 3.1 ve numune alınan yerler Şekil 3.2 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Çalışma alanı olarak seçilen il ve ilçelerin genel haritası



Şekil 3.2 Yeraltı ve yüzeysel sudan numune alınan yerleri gösteren lejant (ÇSB)

Meriç-Ergene Havzası Marmara Bölgesi'nden Avrupa'ya geçiş alanında, doğuda İstanbul İl sınırı ile başlayan, batıda Bulgaristan ve Yunanistan ülke sınırları ile biten alanı kapsayan Trakya Alt Bölgesi'nde yer almaktadır. Ergene Havzası Trakya'da Kuzey Marmara Havzası, Meriç Havzası ve Bulgaristan sınırı ile çevrilidir. Ergene Havzası'nın doğu-batı uzunluğu 160 km, kuzey-güney uzunluğu 140 km olup, Havza toplam alanı 12.438 km²'dir.

3.1.1.1 Çerkezköy

Tekirdağ İline bağlı Çerkezköy ilçesi, doğu ve güneyde İstanbul İli'nin Çatalca ve Silivri ilçeleri ile güneybatıda Çorlu ilçesi, batıda Kırklareli'nin Lüleburgaz ve kuzeyde Saray ilçeleri ile çevrilidir. Yüzölçümü 326 km² 'dir. Tekirdağ il merkezine 56 km, İstanbul'a ise 110 km. uzaklıktadır. İlçe toprakları, Ergene Havzası'ndaki hafif engebeli düzlüklerden oluşur. Tekirdağ'ın doğu kesiminde bulunan Çerkezköy yöresinde, Istranca Dağları'nın uzantıları ile arazi engebelidir. Bu kesimlerde yükselti batıya göre daha düşüktür. Yöre topografyası, Büyükyoncalı-Bahçeagıl ve Çerkezköy-Velimeşe doğrultusunda uzanan 50-150 m, iki vadi tabanı dışında ise ortalama 150-200 m ve yer yer daha fazla yükseltilerle belirlenmektedir. Tüm yerleşiminin, 150-200 m altındaki katlarda yer aldığı ve yüksekçe yerlerinde orman, tarım ve mera alanı olarak kullanıldığı görülmektedir. Çerkezköy yöresinde, arazi eğilimleri % 5–20 oranında değişmektedir. Çerkezköy'de, Ergene Nehri'nin

başlıca kollarından olan Çorlu deresi, yer almaktadır. Çorlu deresi ve diğer dereler boyunca uzanan % 5'ten daha düşük eğimli vadi tabanları yanı sıra, demiryolunun güneyinde % 20 eğim sınırını aşan yamaçlar da bulunmaktadır. Çerkezköy alanı, genellikle kalkersiz, kahverengi toprak türlerinden oluşmaktadır. Çorlu deresi vadisi boyunca uzanan topraklar, alüvyal topraklardır. Kalkersiz kahverengi orman toprakları, yörenin kuzey ve doğusunda ormanlarla kaplanmıştır. Diğer kahverengi toprakların, çoklukla kuru tarım ve yer yer mera olarak kullanıldığı görülmektedir. Çerkezköy ilçesinde, Çorlu deresinin güneyinde yer alan Kızılpınar ve Veliköy yerleşmesinin toprakları, alüvyal topraklar olup, bölge her türlü bitkiyi yetiştirmeye elverişli, drenajı iyi olan kolay işlenebilir niteliktedir. Çerkezköy İlçesi, Trakya ikliminin belirgin özelliklerinin etkisi altındadır. Genel olarak yazlar sıcak, kışlar ılık geçmektedir. Yörede zaman zaman soğuk kuzey rüzgarları ısının düşmesine yol açmaktadır. Isı, yaz aylarında (25 °C)–(35 °C), kış aylarında (+10 °C), (-8 °C) arasında değişmektedir. Rüzgarlar, genellikle poyraz ve yıldız şeklindeyken lodos da görülmektedir (Çerkezköy Belediyesi, 2015).

3.1.1.2 Ergene

Tekirdağ İli'ne bağlı Ergene İlçe'si genellikle düzlük bir araziye sahip olup, toprakları verimlidir. Ergene Türkiye'nin kuzeybatı (Trakya) bölgesinde olup, 41 derece, 07 dakika 30 saniye doğu boylamı, 27 derece, 45 dakika, 00 saniye kuzey enlemi arasındadır. Denizden yüksekliği 150-180 metre arasında olup Trakya'nın merkezi bir yerinde olup, yüzölçümü 450 km²'dir.

İç kesimde yer alması ve karasal iklim hakim olması nedeniyle, yazları kurak ve sıcak, kışları ise yağışlı ve soğuktur. Trakya'da en az yağış alan bölgedir. Yağışların % 20 si ilkbahar, % 10 u yaz, % 30 u sonbahar ve % 40 ı kış mevsiminde düşmektedir. Ortalama rüzgarın yönü kuzey-kuzey doğudur ve rüzgarın hızı 3.6 m/sn. ye kadar yükselir. Bu rüzgarlar fazla yağış getirmezler. Nemli hava kütlelerini getiren ve yağışa neden olan rüzgarlar güney ve güneybatı yönlü Lodos ve Kibledir. Karayel ise soğuk hava dalgasını getirerek kar yağışına sebep olur. Yıllık sıcaklık ortalaması 12.6 °C., en yüksek sıcaklık ortalaması 18.2 °C, en düşük sıcaklık ortalaması 8.1 °C dir. Çorlu Karadeniz ile Akdeniz arasında yer aldığı için bu iklim bölgelerinin etkileri altında kalır. Kuzeyden inen soğuk hava kütleleri ile güneyden Akdeniz ve Ege'den gelen nemli, ılık hava akımları bölge iklim yapısını belirler.

Ergene çayı ilçemizin içinden geçer. Bu çay Trakya'nın en büyük akarsuyu olan Meriç Nehri'nin bir kolu olmaktadır. Ergene çayı Muratlı İlçe'si yakınlarında Çorlu Deresi ile birleşerek Uzunköprü İlçe'si civarında Meriç Nehrine dökülür. Ergene Çayı Istranca dağlarının doğu yamaçlarından beslenir. Birçok mevsimlik dereyi kendine bağlar. Ergene Nehri'nden tarım sahalarının sulanmasında yararlanılır. Çorlu deresi ise sanayi kirliliği nedeniyle kullanılamaz hale gelmiştir. Diğer önemli dereler ise Pınarbaşı, Esece ve Ahıme Mehmet deresidir (Ergene Belediyesi, 2016).

3.1.1.3 Muratlı

Tekirdağ İli'ne bağlı Muratlı İlçe'sinin yüzölçümü 427 km²'dir. İlçede yüksek dağlar ve vadiler yoktur. İlçe toprakları genellikle geniş tabanlı ve bereketli düz alanlardan (ovalardan) oluşur. Bazı kesimler engebeli olmakla birlikte bunların yükseklikleri çok azdır.

Kaynağı Tekirdağ sınırları içinde olan en önemli akarsu Ergene güney-batıya doğru akarak Muratlı yakınlarındaki İnanlı köyüne kadar Çorlu ve Vize suları ile birleşerek Ergene nehri (çayı) adını alır.

Hanoğlu, İnanlı, Kırkkepenekli ve Müsellim göletleri ve Ergene nehrinden, İlçe arazilerinin çok az bir bölümü sulanabilir durumdadır. Yer yer akarsularından da sulama yapılmaktadır. İlçenin sahip olduğu toprakları çok büyük bir kısmı tarıma elverişlidir. İlçenin orman yapısı yok gibidir.

Kara iklimine sahip olan ilçe kış aylarında soğuk ve yağışlıdır. Yazlar da genellikle sıcak ve kuraktır. Yıllık yağış ortalaması 587.6 mm'dir. Sıcaklık ortalaması 18.7°C 'dir (Muratlı Kaymakamlığı, 2015).

3.1.1.4 Uzunköprü

Uzunköprü Türkiye'nin en batı sınırında, Edirne ilinin tam ortasında yer alır. Batısında Yunanistan ve Meriç ilçesi, doğusunda Tekirdağ, kuzeydoğusunda Kırklareli, güneyinde İpsala ve Keşan ilçeleri, kuzeyinde Edirne merkez ve Havsa ilçesi ile komşudur. Yüzölçümü 1224 km² dir. Ergene ovası üzerinde bulunan ilçenin denizden yüksekliği 18 m. olup % 75'i düzlüklerle kaplıdır.

Kuzeyinde ve güneyinde yer yer küçük tepeciklere ve platolara rastlanan Uzunköprü'nün en yüksek yeri 221 m. ile Süleymaniye tepesidir. İlçe, deniz ve kara iklimleri

arasında bulunan sert bir iklim olan Akdeniz ikliminin Trakya Geçit Tipi alanındadır. Rüzgarlar, genellikle kuzey yönlerden ve orta şiddette eser. Yazlar sıcak ve yağışsız, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. En çok yağmurun gözlemlendiği dönem ise bahar aylarıdır. Yarı nemli olarak sayılabilecek bir iklime sahip olan ilçenin doğal bitki örtüsü bozkırdır. % 20'si çayır ve meralarla, % 10'u ise orman ve fundalıklarla kaplı olan ilçe topraklarının kalanı tarıma ayrılmıştır.

Trakya topraklarının en verimli bölgesi olan Ergene havzasında yer alan Uzunköprü ekonomisi tarıma ve tarımsal sanayiye dayalıdır. Hem yer altı hem de yerüstü su kaynakları bakımından oldukça zengin olan ilçe Ergene ve Meriç nehirlerinin taşıdığı alüvyonların meydana getirdiği verimli geniş topraklara sahiptir. Topraklarının % 80'inde tarım yapılan ilçede en çok buğday, pirinç, ayçiçeği ve şeker pancarı yetiştirilmekte ve Uzunköprü'deki fabrikalarda işlenmektedir (Uzunköprü Kaymakamlığı, 2016).

3.2 Yöntem

3.2.1 Numunelerin toplanması ve numune alma yerleri

Bu çalışma da 2014 yılı Mart, Nisan ve Mayıs ayları ile 2015 yılı Ekim, Kasım ve Aralık aylarında Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 belirtilen yerlerden, bir litrelik cam şişelerde numuneler alınmış, laboratuvar analizleri için koruma önlemleri alınarak +4 °C saklanmıştır. YAM ve su kalite parametreleri analizleri ise Yeşil Beyaz Kalite ve Çevre Analiz Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tüm parametrelerin analizi çizelgelerde belirtilen standart metodlar dahilinde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1 Yeraltı sularına ait numaralar, numune sayıları, isimleri ve alınan yerler

KUYU NUMARASI	NUMUNE ALIM TARİHLERİ	KUYU NUMUNE SAYISI	KUYU NUMUNE İSİMLERİ	NUMUNE ALINAN YER
K1	Mart-2014	KÇ1	KUYU ÇERKEZKÖY 1	ÇERKEZKÖY / ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ / FABRİKA
	Nisan-2014	KÇ2	KUYU ÇERKEZKÖY 2	
	Mayıs-2014	KÇ3	KUYU ÇERKEZKÖY 3	
	Ekim-2015	KÇ4	KUYU ÇERKEZKÖY 4	
	Kasım-2015	KÇ5	KUYU ÇERKEZKÖY 5	
	Aralık-2015	KÇ6	KUYU ÇERKEZKÖY 6	
K2	Mart-2014	KM1	KUYU MURATLI 1	MURATLI / ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ / FABRİKA
	Nisan-2014	KM2	KUYU MURATLI 2	
	Mayıs-2014	KM3	KUYU MURATLI 3	
	Ekim-2015	KM4	KUYU MURATLI 4	
	Kasım-2015	KM5	KUYU MURATLI 5	
	Aralık-2015	KM6	KUYU MURATLI 6	
K3	Mart-2014	KU1	KUYU UZUNKÖPRÜ 1	UZUNKÖPRÜ / SANAYİ ALANI / FABRİKA
	Nisan-2014	KU2	KUYU UZUNKÖPRÜ 2	
	Mayıs-2014	KU3	KUYU UZUNKÖPRÜ 3	
	Ekim-2015	KU4	KUYU UZUNKÖPRÜ 4	
	Kasım-2015	KU5	KUYU UZUNKÖPRÜ 5	
	Aralık-2015	KU6	KUYU UZUNKÖPRÜ 6	

Çizelge 3.2 Yüzeysel sularına ait numaralar, numune sayıları, isimleri ve alınan yerler

YÜZEYSEL SU KAYNAĞI NUMARASI	NUMUNE ALIM TARİHLERİ	YÜZEYSEL SU KAYNAĞI NUMUNE SAYISI	YÜZEYSEL SU KAYNAĞI NUMUNE İSİMLERİ	NUMUNE ALINAN YER
YS1	Mart-2014	YSÇ1	YÜZEYSEL SU ÇERKEZKÖY 1	ERGENE/ÇORLU DERESİ
	Nisan-2014	YSÇ2	YÜZEYSEL SU ÇERKEZKÖY 2	
	Mayıs-2014	YSÇ3	YÜZEYSEL SU ÇERKEZKÖY 3	
	Ekim-2015	YSÇ4	YÜZEYSEL SU ÇERKEZKÖY 4	
	Kasım-2015	YSÇ5	YÜZEYSEL SU ÇERKEZKÖY 5	
	Aralık-2015	YSÇ6	YÜZEYSEL SU ÇERKEZKÖY 6	
YS2	Mart-2014	YSM1	YÜZEYSEL SU MURATLI 1	MURATLI/İNANLI DERESİ
	Nisan-2014	YSM2	YÜZEYSEL SU MURATLI 2	
	Mayıs-2014	YSM3	YÜZEYSEL SU MURATLI 3	
	Ekim-2015	YSM4	YÜZEYSEL SU MURATLI 4	
	Kasım-2015	YSM5	YÜZEYSEL SU MURATLI 5	
	Aralık-2015	YSM6	YÜZEYSEL SU MURATLI 6	
YS3	Mart-2014	YSU1	YÜZEYSEL SU UZUNKÖPRÜ 1	UZUNKÖRÜ/ ERGENE NEHRİ
	Nisan-2014	YSU2	YÜZEYSEL SU UZUNKÖPRÜ 2	
	Mayıs-2014	YSU3	YÜZEYSEL SU UZUNKÖPRÜ 3	
	Ekim-2015	YSU4	YÜZEYSEL SU UZUNKÖPRÜ 4	
	Kasım-2015	YSU5	YÜZEYSEL SU UZUNKÖPRÜ 5	
	Aralık-2015	YSU6	YÜZEYSEL SU UZUNKÖPRÜ 6	

3.2.2 Analiz yöntemleri

Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 de belirtilen yerlerden alınan numunelerde, sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik (EC), bulanıklık, toplam fosfor ve yüzey aktif madde (YAM) parametreleri ölçülmüştür.

3.2.2.1 Sıcaklık, pH ve iletkenlik analizi

Sıcaklık, pH ve elektriksel iletkenlik analizleri indüksiyon tipinde elektrotları bulunan WTW marka 3430 model EC ve pH ölçüm cihazı ile laboratuvar ortamında yapılmıştır.

3.2.2.2 Bulanıklık

Bulanıklık analizinde numune ile çalışmaya başlamadan önce 0,02-20-100-800 NTU'luk standartlar ile kalibrasyonu yapılmıştır. Kalibrasyonlarda, bulanıklığı giderilmiş su ile aletin blank ayarı yapılarak numune iyice çalkalanıp cam tüpte belirtilen çizgiye kadar doldurulmuş ve VELP SCIENTIFICA marka TB1 model turbidimetre (Şekil 3.3) cihazında direkt okunan değer bulanıklık değerleri NTU cinsinden kaydedilmiştir.



Şekil 3.3 Bulanıklık ölçme cihazı

3.2.2.3 Toplam fosfor analizi

50 ml numune içersine 0.05 ml (1 damla) fenolftalein indikatör çözeltisi damlatılır. Kırmızı renk oluşursa damla damla H_2SO_4 çözeltisi eklenerek rengin kaybolması sağlanır. Renk gittikten sonra 1 ml H_2SO_4 çözeltisi, 0.4 g katı $(NH_4)_2S_2O_8$ eklenir. Daha önce ısıtılmış elektrikli ocak üzerinde hazırlanan çözelti 30–40 dakika boyunca 10 ml kalana kadar kaynatılır. Çözelti soğuduktan sonra saf su ile 30 ml'ye seyreltilir ve 0.05 ml (1 damla) fenolftalein indikatörü eklenir ve pembe renk oluşana dek NaOH ile nötralize edilir. Nötralizasyon sonucunda çökelti oluşması durumunda (muhtemelen kalsiyumfosfat) çözelti çalkalanarak çökeltinin çözünmesi sağlanır. Oluşan pembe renk gidene kadar damla damla H_2SO_4 çözeltisi eklenir. 8 ml daha önce hazırlanan kombine reaktif eklenir ve karıştırılır. En az 10 dakika sonra (30 dakikayı geçmeyecek şekilde) 880 nm'de numunenin absorbansı okunur. Daha önce belli konsatrasyonlarla (0.025-0.05-0.075-1.0) kalibrasyon eğri denklemi excell üzerinde oluşturulur.Oradan elde edilen eğri denklemi ile hesaplama yapılarak sonuç elde edilir.

Şekil 3.4'de toplam fosfor analizine ait resimler yer almaktadır.



Şekil 3.4 Toplam fosfor analizine ait görüntüler

3.2.2.4 Yüzey aktif madde analizi

Bu metot, metilen mavisinin anyonik yüzey aktif maddelerle reaksiyona girdiğinde mavi renkli tuz veya iyon çifti oluşturması ilkesine dayanır. Metot; anyonik yüzey aktif

maddeleri ile (LAS, diğer sülfanotlar ve sülfat esterleri gibi) uygun sonuçlar vermektedir. Bu metot ile tayin edilen maddeler “metilen mavisini aktif maddeleri” olarak ifade edilir. Metilen mavisinin anyonik deterjanlarla reaksiyonu sonucu oluşan mavi renkli tuz kloroformda çözünür ve oluşan mavi rengin şiddeti, konsantrasyon ile orantılıdır.

Numune çözeltisi ayırma hunisine alınır. Çözeltiye 1 damla 1N NaOH damlatılarak fenolftalein indikatörünün pembe rengi görülecek şekilde alkali yapılır. Sonra bu renk 1 N’lik H_2SO_4 damlatılarak giderilir. 10 ml kloroform ve 25 ml metilen mavisini reaktifi ilave edilir. Ayırma hunisi 30 sn süreyle şiddetle çalkalanır ve fazların ayrılması için beklenir. Kloroform fazı ikinci bir ayırma hunisine alınır. İlk ayırma hunisinin borusu az miktarda kloroform ile çalkalanır. Ekstraksiyon her seferinde 10 ml kloroform çözeltisi ilavesi ile üç kez tekrarlanır. Tüm ekstraktlar ikinci ayırma hunisinde toplanır. 50 ml yıkama çözeltisi ilave edilir ve 30 sn süreyle şiddetli bir şekilde çalkalanır. Bu kademede emülsiyon oluşmaz. Fazların ayrılması için beklenip, hafifçe karıştırılır. Kloroform tabakası cam yününden geçirilerek, 100 ml’lik balon jøjeye alınır. Yıkama her seferinde 10 ml kloroform kullanılarak iki defa tekrarlanır. Cam yünü ve huni kloroform ile yıkanır. Yıkama çözeltileri balon jøjede toplanır; kloroform ile 100 ml’ye tamamlanır ve iyice karıştırılır. Çözeltinin absorbansı spektrofotometre 652 nm’de (HACK marka - DR5000 model UV Spektrofotometre cihazı) kloroform şahidine karşı okunur, ardından numune aynı işleme tabi tutulur ve absorbansı kaydedilir.

Kalibrasyon eğrisinde numunenin absorbansına karşılık gelen mikrogram LAS değeri bulunur ve numunenin mg MBAS/l olarak anyonik yüzey aktif madde değeri hesaplanır.

Şekil 3.5 de a,b,c,d,e ve f olarak yüzey aktif madde analizine ait resimler yer almaktadır.



a



b



c



d



e



f

Şekil 3.5 Yüzey aktif madde analizinde numunelerin hazırlanışı ve okutulması (a,b,c,d,e,f)

4 ARAŞTIRMA BULGULARI

Tekirdağ İli'nin Çerkezköy, Ergene ve Muratlı İlçeleri ile Edirne İli'nin Uzunköprü İlçelerinden farklı mevsimsel dönemlerde alınan yeraltı ve yüzeysel su numunelerinde sıcaklık, pH, bulanıklık, iletkenlik, toplam fosfor ve YAM parametreleri ölçülmüş olup, analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Yeraltısuyu numunelerinde ortalama sıcaklık 19.9 °C, pH 7.5 bulanıklık 0.65 NTU, iletkenlik 562 µs/cm olarak bulunmuştur. Yüzeysel su numunelerinde ortalama sıcaklık 19.6 °C, pH 7.61, bulanıklık 126 NTU, elektriksel iletkenlik 2103 µs/cm olarak bulunmuştur.

Sıcaklık, biyolojik aktivitenin etkilenmesi; pH, suyun korozyon veya çökelme eğiliminin bir göstergesi; bulanıklık askıda katı maddeler içeren suların ışık geçirgenliğinin bir ölçüsü; İletkenlik suyun saflığını ve sudaki çözünmüş maddelerin bir göstergesi olması sebebiyle su kirliliği tespitinde izleyici parametrelerdir.

Yüzey aktif madde ölçümü yanında fosfor analizinin gerçekleştirilmesinin nedeni YAM içerisinde yer alan kompleksleştirici maddelerden ileri gelmektedir.

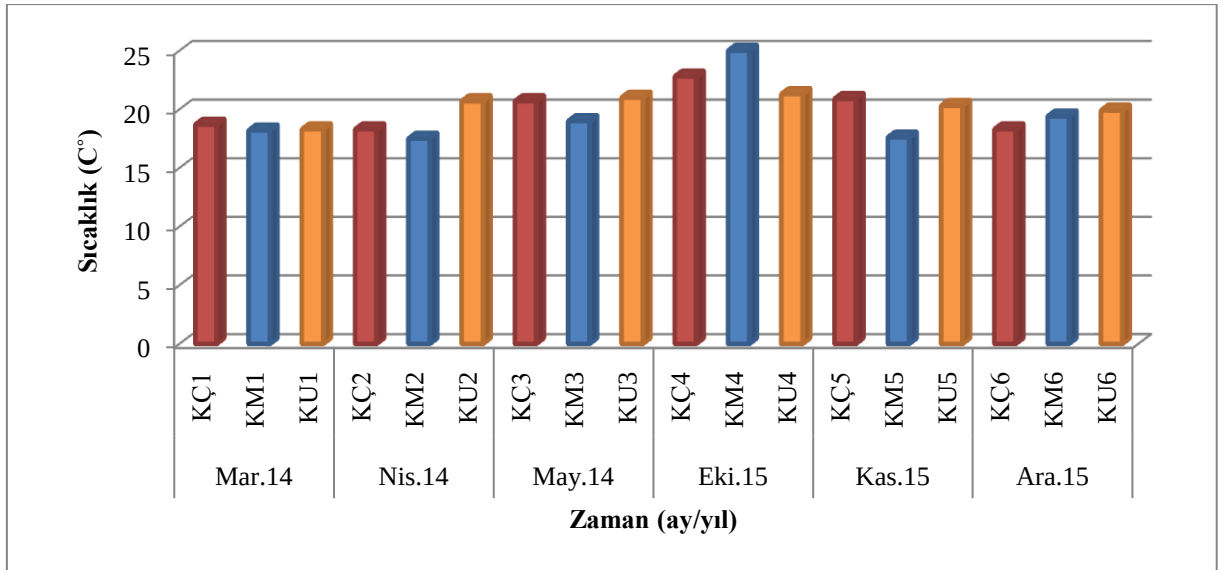
4.1 Yeraltısuyu Numunelerine Ait Çalışmaların Sonuçları

Çizelge 4.1 Yeraltı suyu numunelerinde ölçülen parametreler ve analiz değerleri

Numune Kodu	Numune Adı	Tarih	Sıcaklık (°C)	pH	Bulanıklık (NTU)	İletkenlik (µs/cm)	Toplam Fosfor (mg/L)	YAM (mg/L)
KÇ1	Kuyu Çerkezköy 1	Mart-2014	18,7	7,31	0,22	589	<0,01*	<0,01*
KÇ2	Kuyu Çerkezköy 2	Nisan-2014	18,3	7,25	1,21	729	<0,01*	<0,01*
KÇ3	Kuyu Çerkezköy 3	Mayıs-2014	20,7	7,3	0,2	705	0,05	<0,01*
KÇ4	Kuyu Çerkezköy 4	Ekim-2015	22,8	7,13	0,096	680	0,06	<0,01*
KÇ5	Kuyu Çerkezköy 5	Kasım-2015	20,9	7,23	0,21	658	<0,01*	0,19
KÇ6	Kuyu Çerkezköy 6	Aralık-2015	18,3	7,19	0,39	310	<0,01*	<0,01*
KM1	Kuyu Muratlı 1	Mart-2014	18,2	7,5	0,4	420	<0,01*	<0,01*
KM2	Kuyu Muratlı 2	Nisan-2014	17,5	7,96	2,51	540	0,65	0,37
KM3	Kuyu Muratlı 3	Mayıs-2014	19	7,81	0,35	580	<0,01*	<0,01*
KM4	Kuyu Muratlı 4	Ekim-2015	25	8,99	3,75	516	<0,01*	<0,01*
KM5	Kuyu Muratlı 5	Kasım-2015	17,6	8,98	0,07	496	0,1	0,16
KM6	Kuyu Muratlı 6	Aralık-2015	19,4	7,17	0,14	499	<0,01*	<0,01*
KU1	Kuyu Uzunköprü1	Mart-2014	18,3	7,18	0,81	680	<0,01*	<0,01*
KU2	Kuyu Uzunköprü2	Nisan-2014	20,7	7,5	0,3	653	<0,01*	<0,01*
KU3	Kuyu Uzunköprü3	Mayıs-2014	21	7,22	0,6	640	<0,01*	<0,01*
KU4	Kuyu Uzunköprü4	Ekim-2015	21,3	7,38	0,27	593	0,11	<0,01*
KU5	Kuyu Uzunköprü5	Kasım-2015	20,3	7,19	0,03	310	<0,01*	<0,01*
KU6	Kuyu Uzunköprü6	Aralık-2015	19,9	7,23	0,21	513	<0,01*	<0,01*

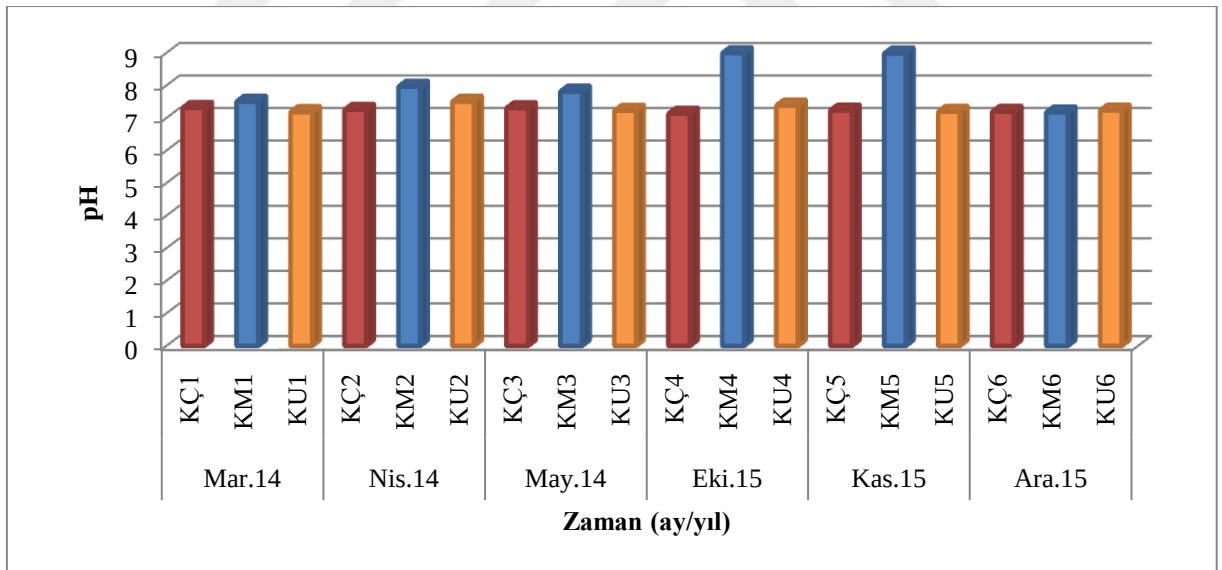
* <0,01 mg/L değerleri Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 0,009 mg/L olarak verilmiştir.

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet kuyudan, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre sıcaklık değişimine bakıldığında (Şekil 4.1) en yüksek sıcaklık KM4 noktasında 25 C°, en düşük sıcaklık KM2 noktasında 17.5 C° olarak ölçülmüştür.



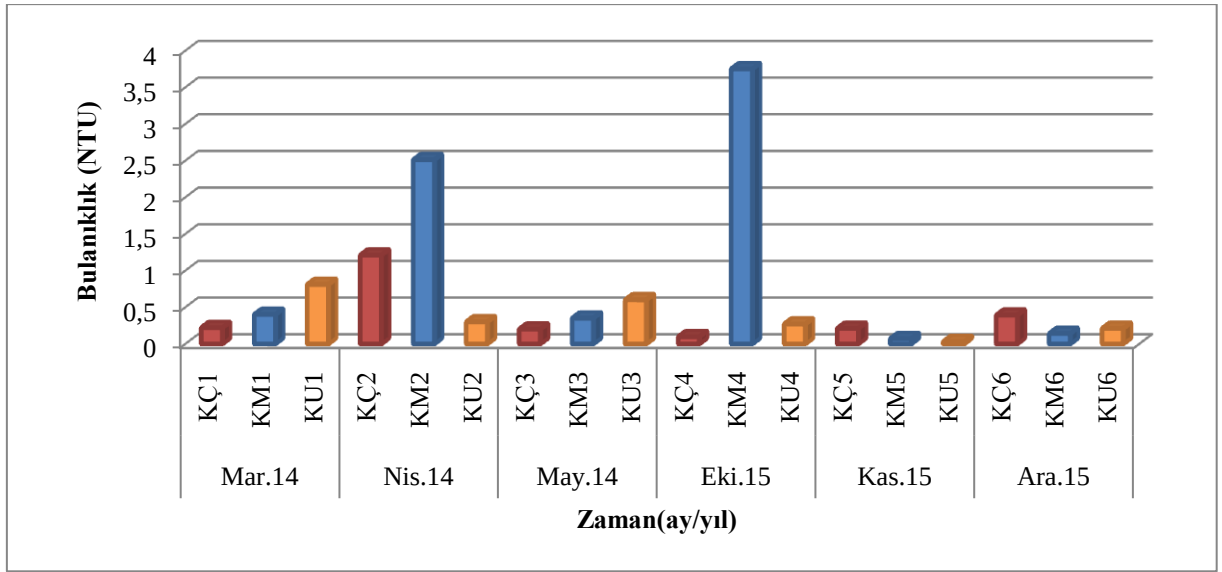
Şekil 4.1 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre sıcaklık değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet kuyudan, farklı zamanlarda alınan numunelerin zamana göre pH değişimine bakıldığında (Şekil 4.2) en yüksek pH değeri KM4 noktasında 8.9 en düşük pH değeri KÇ4 noktasında 7.13 olarak ölçülmüştür.



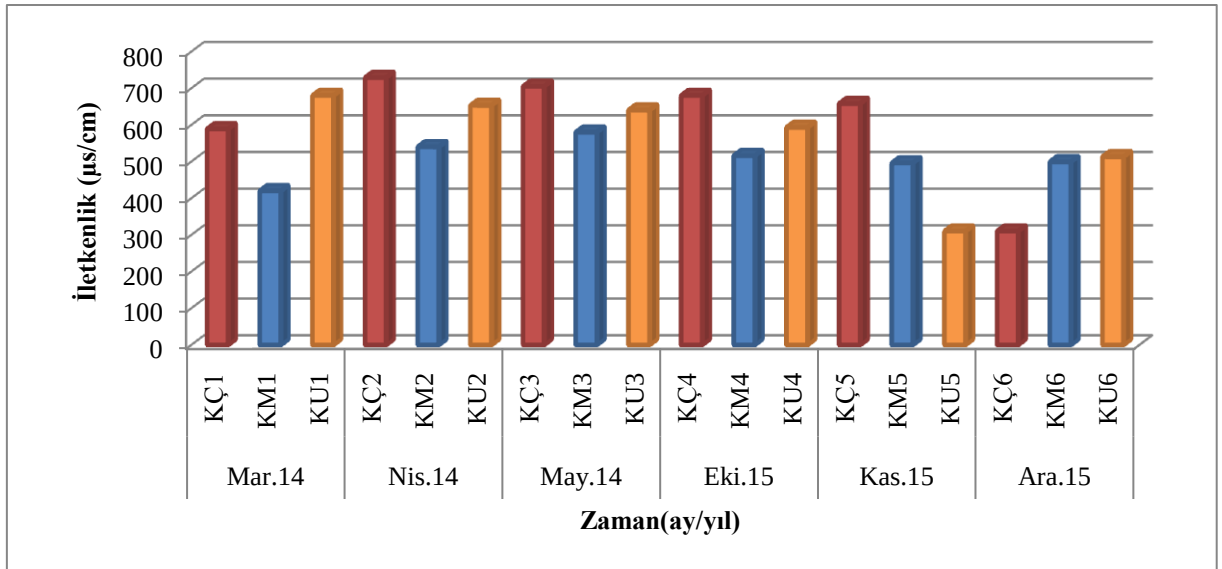
Şekil 4.2 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre pH değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet kuyudan, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre Bulanıklık değişimine bakıldığında (Şekil 4.3) en yüksek bulanıklık değeri KM4 noktasında 3.75 NTU, en düşük bulanıklık değeri KU5 noktasında 0.03NTU olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.3 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre bulanıklık değişimi

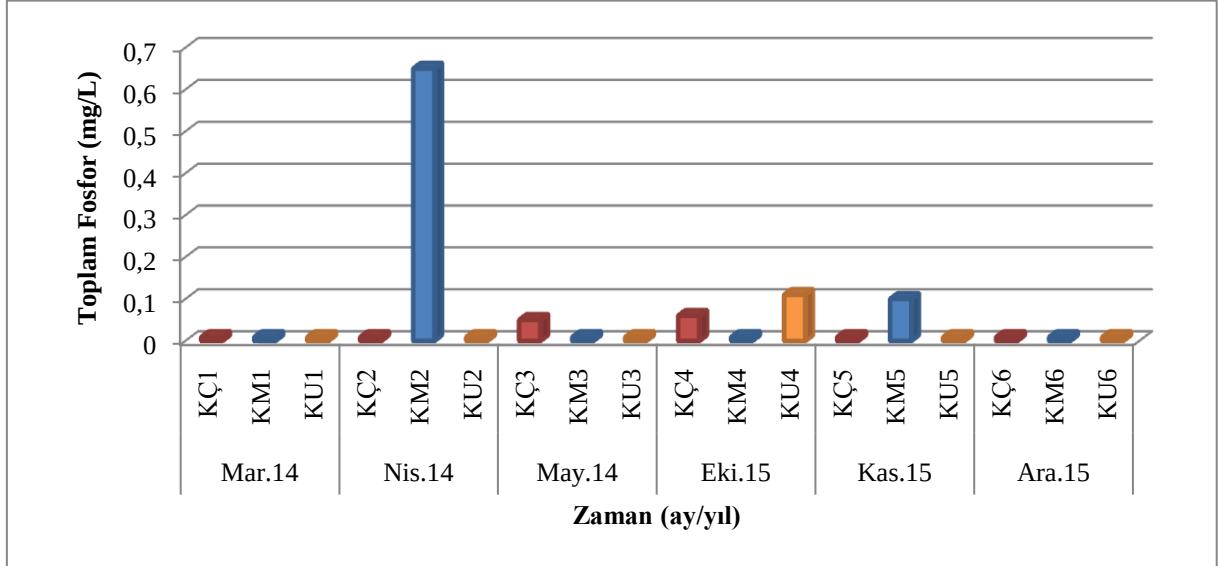
Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet kuyudan, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre iletkenlik değişimine bakıldığında (Şekil 4.4) en yüksek iletkenlik değeri KÇ2 noktasında 729 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en düşük iletkenlik değeri KU5 ve KÇ6 noktasında 310 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.4 Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre iletkenlik değişimi

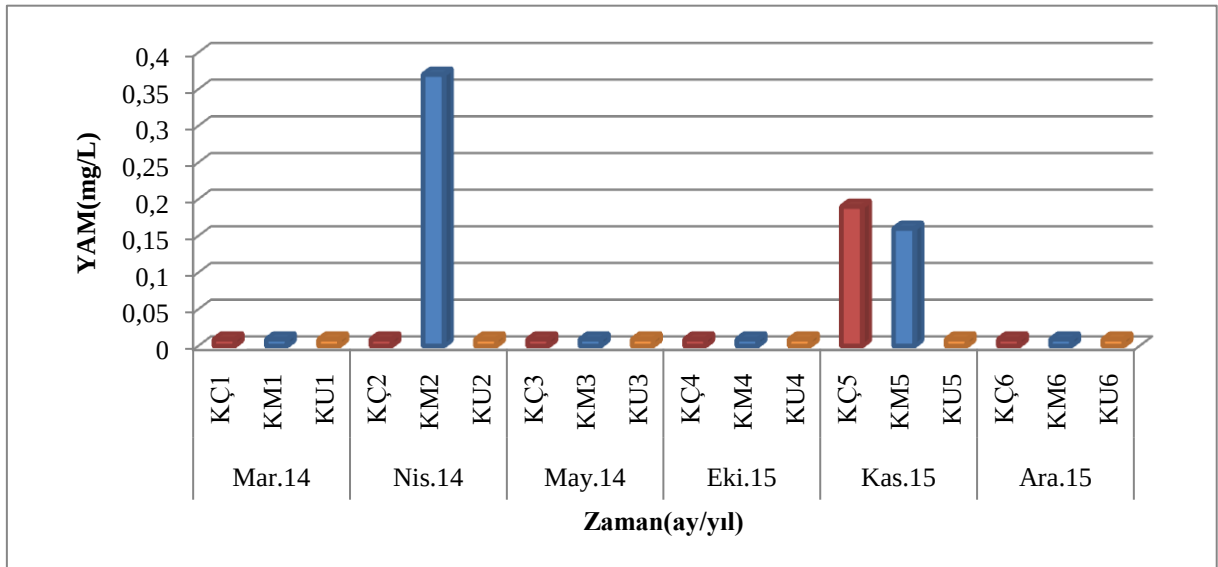
Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet kuyudan, farklı zamanlarda alınan numunelerin zamana göre Toplam Fosfor değişimine bakıldığında (Şekil 4.5) en yüksek toplam fosfor değeri KM2 noktasında 0.65 mg/L, en düşük toplam fosfor değeri KÇ1, KM1,

KU1, KÇ2, KU2, KM3, KU3, KM4, KÇ5, KU5, KÇ6, KM6, KU6 noktasında 0.009 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.5 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre toplam fosfor değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet kuyudan, farklı zamanlarda alınan numunelerin zamana göre YAM değişimine bakıldığında (Şekil 4.6) en yüksek YAM değeri KM2 noktasında 0.37 mg/L, en düşük YAM değeri KÇ1, KM1, KU1, KÇ2, KU2, KÇ3, KM3, KU3, KÇ4, KM4, KU4, KU5, KÇ6, KM6, KU6 noktasında 0.009 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.6 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yeraltısuyu numunelerinin zamana göre YAM değişimi

Yer altı suyu numunelerinin istatistiksel yönden değerlendirilerek hesaplanan ortalama değerleri Çizelge 4.2 Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 de gösterilmiştir (* $p<0.05$ ** $p<0.01$).

Çizelge 4.2 Çerkezköy yeraltısuyu numunesine ait değerler

Çerkezköy Kuyu Numunesi	SICAKLIK	pH	BULANIKLIK	İLETKENLİK	TOPLAM FOSFOR	YAM
SICAKLIK	1					
pH	0,2335	1				
BULANIKLIK	0,3697	0,0182	1			
İLETKENLİK	0,2051	0,0541	0,0281	1		
TOPLAM FOSFOR	0,6508	0,1089	0,2072	0,1535	1	
YAM	0,0653	0,0013	0,0442	0,0212	0,0983	1

Çizelge 4.3 Muratlı yeraltısuyu numunesine ait değerler

Muratlı Kuyu Su Numunesi	SICAKLIK	pH	BULANIKLIK	İLETKENLİK	TOPLAM FOSFOR	YAM
SICAKLIK	1					
pH	0,177	1				
BULANIKLIK	0,4797	0,2272	1			
İLETKENLİK	0,0119	0,0256	0,0525	1		
TOPLAM FOSFOR	0,1532	0,0002	0,1365	0,0773	1	
YAM	0,222	0,0307	0,689*	0,0577	0,9245**	1

Çizelge 4.4 Uzunköprü yeraltısuyu numunesine ait değerler

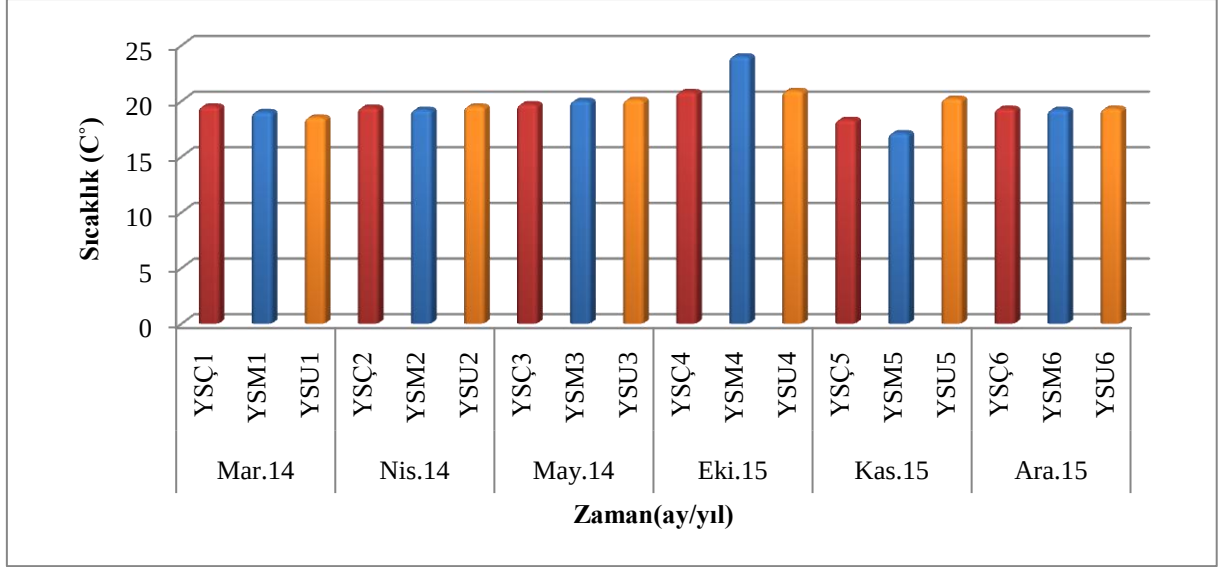
Uzunköprü Kuyu Su Numunesi	SICAKLIK	pH	BULANIKLIK	İLETKENLİK	TOPLAM FOSFOR	YAM
SICAKLIK	1					
pH	0,2816	1				
BULANIKLIK	0,2628	0,0599	1			
İLETKENLİK	0,0159	0,1281	0,6187*	1		
TOPLAM FOSFOR	0,2283	0,1359	0,0298	0,01	1	
YAM	-	-	-	-	-	1

4.2 Yüzeysel su numunelerine ait çalışma sonuçları

Çizelge 4.5 Yüzeysel su numunelerinde ölçülen parametreler ve analiz değerleri

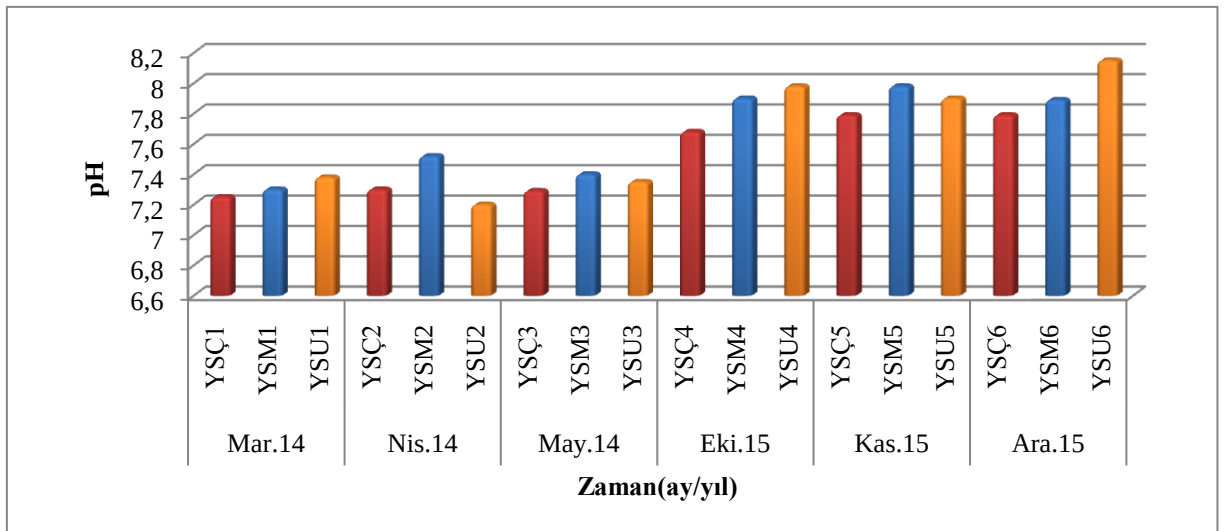
Numune Numarası	Numune Adı	Tarih	Sıcaklık (°C)	pH	Bulanıklık (Ntu)	İletkenlik (µs/Cm)	Toplam Fosfor (mg/L)	YAM (mg/L)
YSÇ1	Yüzeysel Su Çerkezköy 1	Mart-2014	19,5	7,25	250	1150	0,84	0,65
YSÇ2	Yüzeysel Su Çerkezköy 2	Nisan-2014	19,4	7,3	265	1320	0,8	0,62
YSÇ3	Yüzeysel Su Çerkezköy 3	Mayıs-2014	19,7	7,29	225	1200	0,79	0,5
YSÇ4	Yüzeysel Su Çerkezköy 4	Ekim-2015	20,8	7,68	13,46	5080	2,74	0,59
YSÇ5	Yüzeysel Su Çerkezköy 5	Kasım-2015	18,3	7,79	39,3	3110	2,36	2,38
YSÇ6	Yüzeysel Su Çerkezköy 6	Aralık-2015	19,3	7,79	31,8	2910	3,09	1,98
YSM1	Yüzeysel Su Muratlı 1	Mart-2014	19	7,3	230	1020	0,9	0,45
YSM2	Yüzeysel Su Muratlı 2	Nisan-2014	19,2	7,52	254	1350	0,92	0,57
YSM3	Yüzeysel Su Muratlı 3	Mayıs-2014	20	7,4	210	1100	0,82	0,5
YSM4	Yüzeysel Su Muratlı 4	Ekim-2015	24	7,9	28,1	4620	3,51	0,014
YSM5	Yüzeysel Su Muratlı 5	Kasım-2015	17,1	7,98	31,2	3430	2,81	3,09
YSM6	Yüzeysel Su Muratlı 6	Aralık-2015	19,2	7,89	32,8	3153	2,11	1,78
YSU1	Yüzeysel Su Uzunköprü 1	Mart-2014	18,5	7,38	191	450	0,79	0,25
YSU2	Yüzeysel Su Uzunköprü 2	Nisan-2014	19,5	7,2	220	510	0,81	0,3
YSU3	Yüzeysel Su Uzunköprü 3	Mayıs-2014	20,1	7,35	205	430	0,72	0,1
YSU4	Yüzeysel Su Uzunköprü 4	Ekim-2015	20,9	7,98	4,36	2304	2,56	0,022
YSU5	Yüzeysel Su Uzunköprü 5	Kasım-2015	20,2	7,9	12,5	2350	1,2	0,3
YSU6	Yüzeysel Su Uzunköprü 6	Aralık-2015	19,3	8,15	29,6	2368	1,81	2,35

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet yüzeysel sudan, farklı zamanlarda alınan numunelerin zamana göre sıcaklık değişimine bakıldığında (Şekil 4.7) en yüksek sıcaklık YSM4 noktasında 24 °C, en düşük sıcaklık YSM5 noktasında 17.1 °C olarak ölçülmüştür.



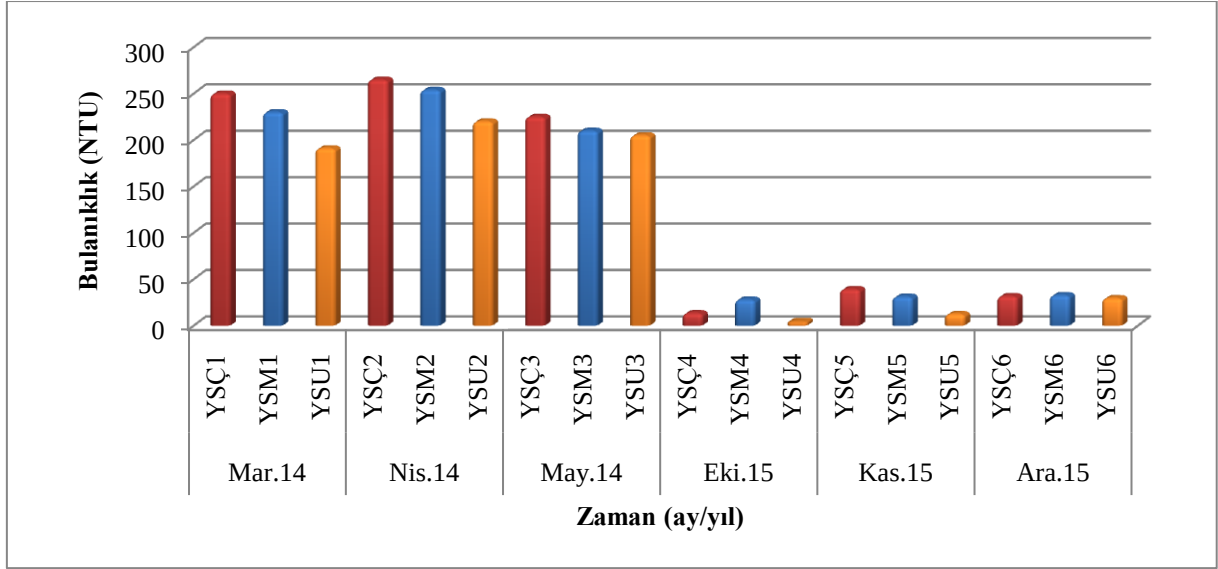
Şekil 4.7 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre sıcaklık değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet yüzeysel sudan, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre pH değişimine bakıldığında (Şekil 4.8) en yüksek pH değeri YSU6 noktasında 8.15 en düşük pH değeri YSU2 noktasında 7.2 olarak ölçülmüştür.



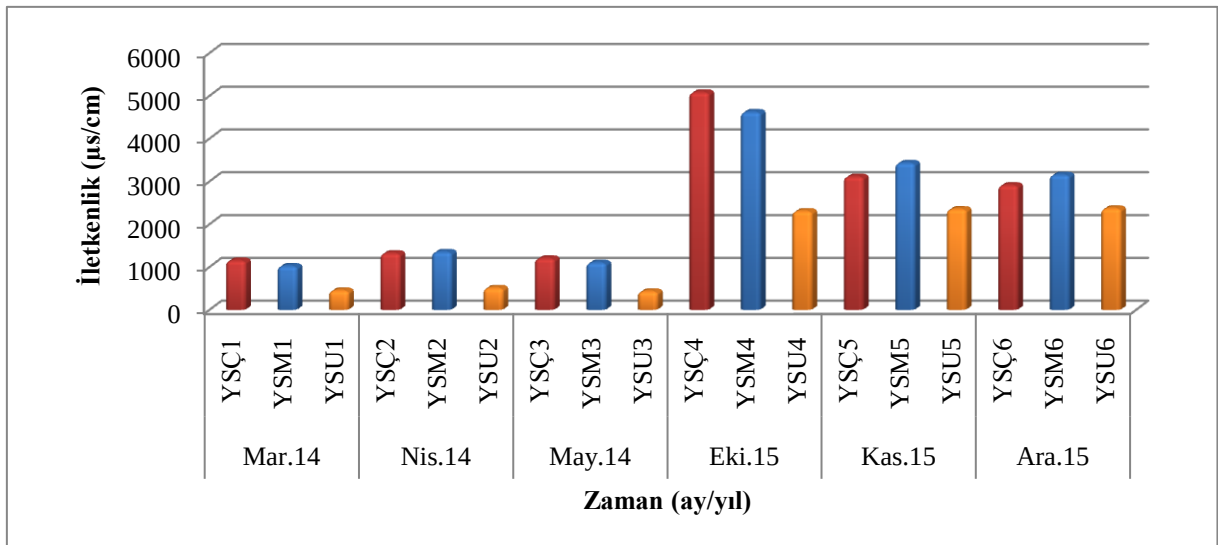
Şekil 4.8 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre pH değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet yüzeysel sudan, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre Bulanıklık değişimine bakıldığında (Şekil 4.9) en yüksek bulanıklık değeri YSÇ2 noktasında 265 NTU, en düşük bulanıklık değeri YSU4 noktasında 4.36 NTU olarak ölçülmüştür.



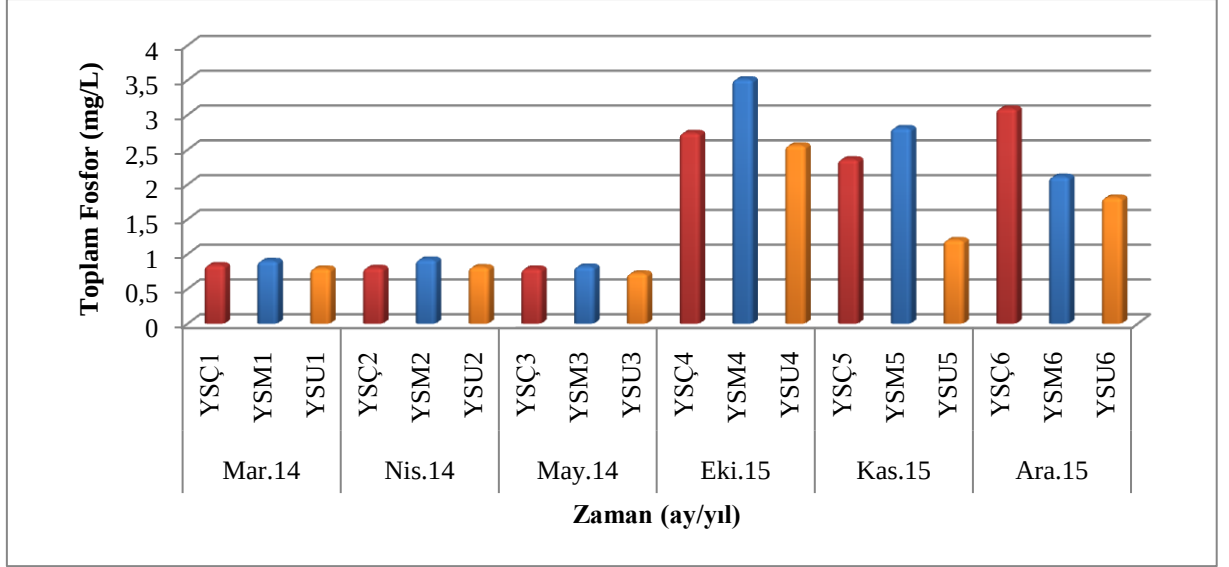
Şekil 4.9 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre bulanıklık değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet yüzeysel sudan, farklı zamanlarda alınan numunelerin zamana göre iletkenlik değişimine bakıldığında (Şekil 4.10) en yüksek iletkenlik değeri YSÇ4 noktasında 5080 $\mu\text{s}/\text{cm}$, en düşük iletkenlik değeri YSU3 noktasında 430 $\mu\text{s}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür.



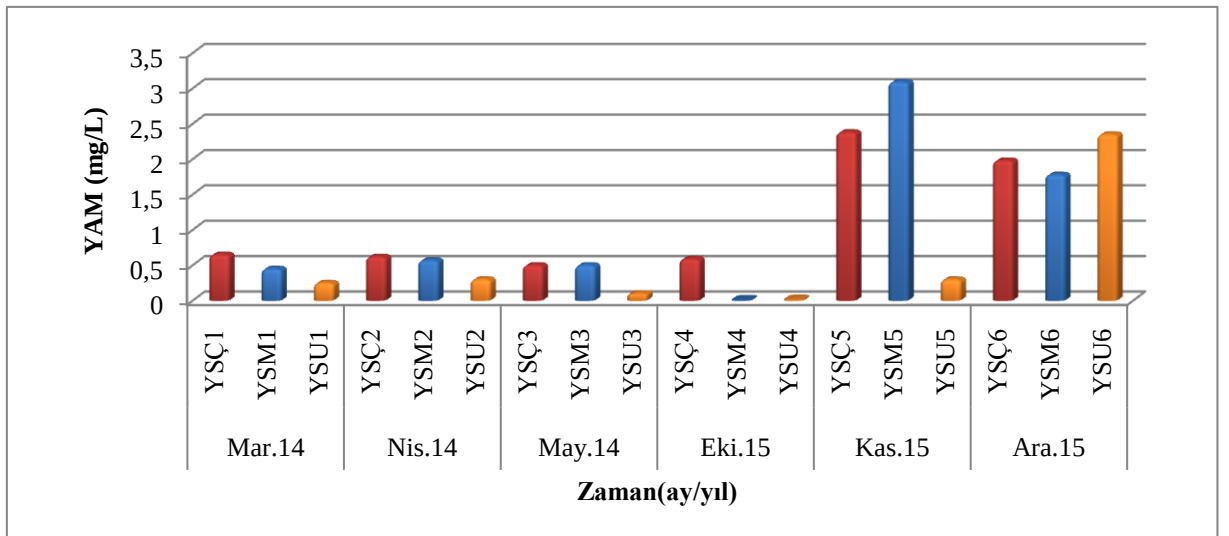
Şekil 4.10 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre iletkenlik değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet yüzeysel su kaynağından, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre Toplam Fosfor değişimine bakıldığında (Şekil 4.11) en yüksek Toplam Fosfor değeri YSM4 noktasında 3.51 mg/L, en düşük toplam fosfor değeri YSU3 noktasında 0.72 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.11 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre toplam fosfor değişimi

Ergene Havzası sınırları içerisinde farklı 3 adet yüzeysel sudan, farklı mevsimsel dönemlerde alınan numunelerin zamana göre YAM değişimine bakıldığında (Şekil 4.12) en yüksek YAM değeri YSM5 noktasında 3.09 mg/L, en düşük YAM değeri YSM4 noktasında 0.014 mg/L olarak ölçülmüştür.



Şekil 4.12 Çerkezköy, Muratlı ve Uzunköprü yüzeysel su numunelerinin zamana göre YAM değişimi

Yüzeysel su numunelerinin istatistiksel yönden değerlendirilerek hesaplanan ortalama değerleri Çizelge 4.6 Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8 de gösterilmiştir (* $p<0.05$ ** $p<0.01$).

Çizelge 4.6 Çerkezköy yüzeysel su numunesine ait değerler

Çerkezköy Yüzeysel Su Numunesi	SICAKLIK	pH	BULANIKLIK	İLETKENLİK	TOPLAM FOSFOR	YAM
SICAKLIK	1					
pH	0,338	1				
BULANIKLIK	0,0013	0,9365**	1			
İLETKENLİK	0,1477	0,6208*	0,8006**	1		
TOPLAM FOSFOR	0,0019	0,9244**	0,9462**	0,7145**	1	
YAM	0,5369*	0,6283*	0,4057	0,076	0,4172	1

Çizelge 4.7 Muratlı yüzeysel su numunesine ait değerler

Muratlı Yüzeysel Su Numunesi	SICAKLIK	pH	BULANIKLIK	İLETKENLİK	TOPLAM FOSFOR	YAM
SICAKLIK	1					
pH	0,0095	1				
BULANIKLIK	0,036	0,8837**	1			
İLETKENLİK	0,1942	0,8417**	0,8677**	1		
TOPLAM FOSFOR	0,1645	0,8028**	0,8397**	0,9773**	1	
YAM	0,5297*	0,348	0,2674	0,0765	0,0925	1

Çizelge 4.8 Uzunköprü yüzeysel su numunesine ait değerler

Uzunköprü Yüzeysel Su Numunesi	SICAKLIK	PH	BULANIKLIK	İLETKENLİK	TOPLAM FOSFOR	YAM
SICAKLIK	1					
pH	0,1371	1				
BULANIKLIK	0,265	0,922**	1			
İLETKENLİK	0,2403	0,9306**	0,9791**	1		
TOPLAM FOSFOR	0,3204	0,6544*	0,6709*	0,6403*	1	
YAM	0,1142	0,3177	0,1174	0,1866	0,0625	1

5 SONUÇ

Hızlı sanayileşme sonucu artan, kontrolsüz yer altı suyu çekimleri ve atıksu deşarjları nedeniyle kirlenen Ergene Havza'sının, 3 noktası yeraltısuyu 3 noktası da yüzeysel su kaynağı olmak üzere bu noktalardan alınan 6 şar numune de sıcaklık, pH, bulanıklık, iletkenlik, toplam fosfor ve yüzeyaktif madde parametreleri analizleri yapılarak numune alma noktaları ve aylara göre değişimleri incelenmiştir.

Yeraltı ve Yüzeysel su kaynaklarından alınan numunelerin analiz sonuçları SKKY Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'nde belirtilen değerlerle karşılaştırıldığında;

- YAM değerleri yönünden yeraltısularından alınan numunelerin I. ve II. sınıf su kalitesinde, yüzeysel su kaynağından alınan numunelerin ise I., II. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğu,
- Sıcaklık değerleri yönünden hem yeraltısularından hem de yüzeysel su kaynaklarından alınan numunelerin I. sınıf su kalitesinde olduğu,
- pH değerleri yönünden yeraltısularından alınan numunelerin I. ve III. sınıf, yüzeysel su kaynaklarında I. sınıf su kalitesinde olduğu,
- Toplam Fosfor değerleri yönünden yeraltısularından alınan numunelerin I. ve III. sınıf, yüzeysel su kaynaklarında IV. sınıf su kalitesinde olduğu görülmüştür.

İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğin EK-2 sinde belirtilen ve EK-1 de değerleri verilen parametrelerin yeraltısuyu numuneleri ile karşılaştırılmasında pH, bulanıklık ve iletkenlik değerleri sınır değerlerin içerisinde/aralığında olduğu görülmüştür.

ÇSB tarafından yayınlanan Ergene Havzası Su Kalitesi İzleme Raporu İlkbahar ve Yaz Dönemi 2015 raporunda belirtilen numune alma noktaları ve zamanları bu çalışmadaki numune alım noktaları ve zamanları ile yaklaşık olarak aynı olup, ölçülen YAM değerleri karşılaştırıldığında;

- ÇSB tarafından 2014 yılında yapılan ölçüm sonuçlarının 2 mg/L değerinin altında olduğu, bu çalışmada da aynı yıl içerisinde ölçülen değerlerin ortalamasının 2 mg/L altında olduğu,
- ÇSB tarafından 2015 yılında yapılan ölçümlere bakıldığında ise sadece ERG-07 noktasında 2 mg/L üzerinde olduğu görüldüğü, diğer noktalarda 2 mg/L değerinin altında kaldığı, bu çalışmada ise aynı yıl içerisinde ölçülen değerlerin ortalaması 2 mg/L altında olduğu görülmektedir.

Ergene Havzası 2015 yılı ilkbahar ve yaz dönemi su kalitesi sonuçlarına bakıldığında Yüzeysel Su Kalitesinin Yönetimi Yönetmeliği kapsamında, nehir genel olarak IV. Sınıf su kalitesinde görüldüğü ve en kirli noktanın Tekirdağ Çorlu Deresi (Deri OSB sonrası sağlık mahallesi, köprü üstü) olduğu tespit edilmiştir (ÇSB, 2016). Ergene Havzasında yapılan bu çalışma kapsamında da kirliliğin süreklilik gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak bazı noktalarda kirlilik su kalitesi bakımından farklılık göstermektedir. Bunun nedeni olarak da mevsimsel olarak yağış miktarının değişikliği, deşarj edilen atıksuların kirlilik ve miktar bakımından dönemsel olarak farklılık göstermesi sayılabilir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında YSM ve KM noktalarında değerlerin diğer numune alma noktalarında göre yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Bunun sebebinin Çerkezköy ve Çorlu ilçelerinden deşarj edilen evsel ve endüstriyel atıksularını taşıyan Ergene Deresi ve Çorlu Deresinin birleşimi sonrası Muratlı bölgesinde bulunan Tekstil ve Yağ fabrikaları endüstriyel atıksuları ile o bölgede yaşayanların insani tüketimleri sonucu oluşturduğu evsel nitelikli atıksuların YSM noktasında toplanması olarak düşünülebilir.

Yeraltısu numunelerinde genel olarak kirliliğin olmadığı söylenebilir. Ancak kuyulardaki su seviyelerin düşük olması, ilerleyen zamanlarda sanayi ve insani tüketim amaçlı suların daha derinlerden elde edileceği ve yüzeysel suların akiferleri besleyeceği düşünüldüğünde yeraltı sularının kirleneceği öngörülebilir.

Elde edilen sonuçlarda toplam fosfor ve pH arasında pozitif yönde bir korelasyon olduğu söylenebilir. Bunun nedeni ise fosfatlı yüzey aktif maddelerin sudaki hidrolizi sonucu hidrofilik grubun hidroksil iyonu ile birleşmesi sonucu açığa çıkan bazik bileşiğin pH'ı yükselttiği söylenebilir.

Türkiye’ de 25 havza bulunmaktadır. Bu havzalar içerisinde yer alan nehirler, çaylar, dereler, göller ve barajlarda yapılan çalışmalar sonucunda ölçülen deterjan konsantrasyonları Çizelge 5.1 de verilmiştir.

Bu çalışma, Çizelge 5.1 de gösterilen çalışmalarla karşılaştırıldığında ölçülen değerlerin birbirleri ile uyumlu olduğu, genel anlamda tüm yüzeysel su kaynaklarında YAM kirliliği olduğu gözlemlenmektedir.

Ergene Havza’sında yüzey aktif madde kirliliğinin azaltılması yönelik, evsel ve endüstriyel atıksu arıtım tesislerinin sayılarının artması ve planlanan arıtma tesislerinin biran önce devreye alınması, mevcut olanların kapasitelerinin arttırılması, düzenli çalışması ve böylece nehre verilen atık suyun arıtılarak verilmesi, sentetik deterjanların yerine daha az kompleks türde yüzey aktif madde üretilmesi, yüzey aktif madde kullanımının azaltılmasına ve çevre korunmasına yönelik eğitim çalışmaları yapılabilir.

Çizelge 5.1 Türkiye’de yapılan bazı çalışmalar sonucu elde edilen anyonik deterjan konsantrasyonları (Minareci 2007)

Nehir Adı	Deterjan Konsantrasyonu (mg/L)	Kaynak
Ankara Çayı	10,24	Karapars, 1976
Çubuk Çayı	11,03	Karapars, 1976
Ankara Çayı	3,37	Vural ve Kumbur, 1982
İzmir Körfezi	0,1-1,6	Güçer ve Diğerleri, 1983
İzmir Körfezi	0,34-6,44	Yaramaz, 1984
Balçova Baraj Gölü	0,145	Çelebi ve Akçin, 1984
Melez Çayı	5	Şengül ve diğerleri, 1986
Arap Deresi	4,8	Şengül ve diğerleri, 1986
Kuş Gölü	0,48	Balık ve diğerleri, 1989
İzmir Körfezi	0,001-9,3	Altay, 1990
Nif Çayı	2,155	Balık ve Ustaoglu, 1991
Melez Çayı	0-6,93	İzgören, 1992
Gediz Nehri	0,023-4,48	Tuğrul, 1992
Sinop Sahili	0,27-3,21	Gündoğdu, 1994
Trabzon Sahili	0,072-0,148	Çapkın, 2001
Yuvarlak Çay	0,12	Balık ve diğerleri, 2002
Bakırçay	0,01-0,29	Başaran, 2004
Çandarlı Körfezi	0,01- 0,24	Başaran, 2004
Acarlar	0,002 - 0,017	Ertürk, 2005
Yenişehir Gölü	0,0025-0,053	Tekinalp, 2005
Küçük Menderes	0-0,93	Egemen ve diğerleri, 2005
Sarıçay ve Atikhisar Barajı	0.0026 - 0,3	Kaya, 2007
Gediz Nehri	0,084-5,592	Minareci, 2007
Karaçay	0,071-1,122	Minareci ve ark, 2009
Sapanca Gölü	0,003- 0,126	Macit, 2010
Balıklığöl Havzası	0,5	Yetiş, 2015
Ergene Havzası	0,014-3,09	Bu çalışma

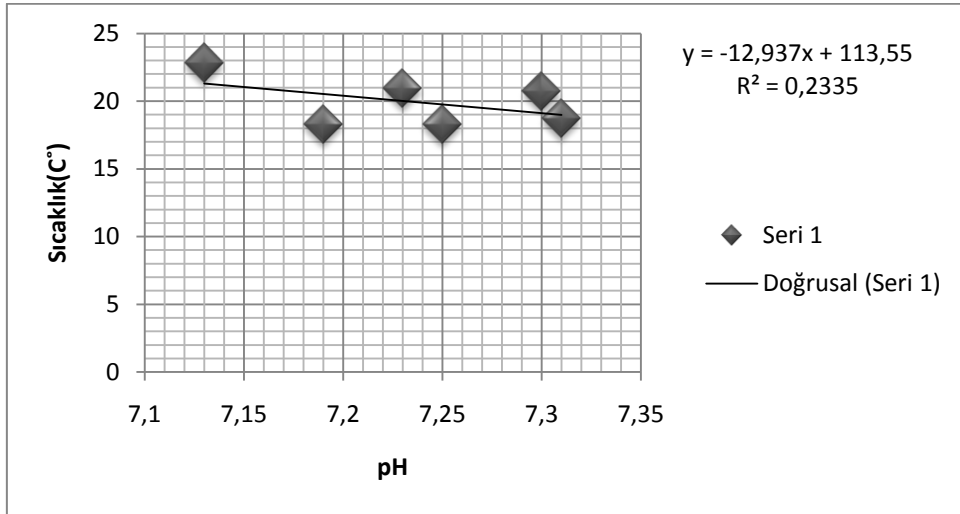
6 KAYNAKLAR

- Anonim (2016). Tekirdağ Ergene Derin Deniz Deşarj A. Ş. Ergene Hakkında. www.ergenederindeniz.com/ergene-hakkinda/detay/Ergene-Havzasi/18/2/0 (erişim tarihi, 30.01.2016)
- Anonim (2016). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Ergene Havzası Su Kalite İzleme Raporu İlkbahar ve Yaz Dönemi 2015. pdf. www.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Ergene%20Rapor%20ilkbahar%20ve%20yaz%202015.pdf(erişim tarihi, 13.05.2016)
- Anonim (2016). Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Trakya Alt Ergene Havzası. <http://www.csb.gov.tr/gm/mpgm/index.php?Sayfa=sayfaicerik&IcId=498> (erişim tarihi, 21.06.2016)
- Anonim (2015). Muratlı Kaymakamlığı. www.muratli.gov.tr/cografi-yapisi. (erişim tarihi, 14.11.2015)
- Anonim (2015). Ergene Belediyesi. www.ergene.bel.tr/content-1190-cografyasi.html. (erişim tarihi,14.11.2015)
- Anonim (2016). Uzunköprü Kaymakamlığı. www.uzunkopru.gov.tr/cografi-yapi-ve-ekonomi. (erişim tarihi, 20.05.2016)
- Anonim (2015). Çerkezköy Belediyesi. www.cerkezkoy.bel.tr/cerkezkoy/cografya. (erişim tarihi, 14.11.2015)
- Aslan G, Akkaya C, (2001). Yeraltı Suyu Kaynaklarındaki Temel Sorunlar ve Yeraltı-Yüzey Suyu Arasındaki Etkileşimler. Yeraltı suları ve çevre sempozyumu, 45-54, İzmir.
- Başaran K A (2004). Bakırçay Deltası Kirlilik Parametreleri ve Çandarlı Körfezi ile Olan Etkileşimi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Batıgöç Ç (2010). Yüzey Aktif Maddelerin Etkileşimlerinin ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Edirne.
- Bayram A (2011). Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin Edilmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Bizukojc M, Bizukojc E L (2005). Digital Image Analysis to Estimate The Influence of Sodium Dodecylsulphate on Activated Sludge Flocs. Process Biochemistry, 40: 2067-2072
- Boran M, Karaçam H, Kutlu S (1998). Deterjanların Tatlı Su Ortamında Biyolojik Parçalanması. Doğanadolu Bölgesi III. Su Ürünleri Sempozyumu, 521-526, Erzurum.
- Cantarero S, Camino-Sánchez F J, Zafra-Gómez A, Ballesteros O, Navalón A, Vilchez J L, Verge C, Reis M S, Saraiva P M (2012). Evaluation Of The Presence Of Major Anionic Surfactants In Marine Sediments. Marine Pollution Bulletin, 64:587–594

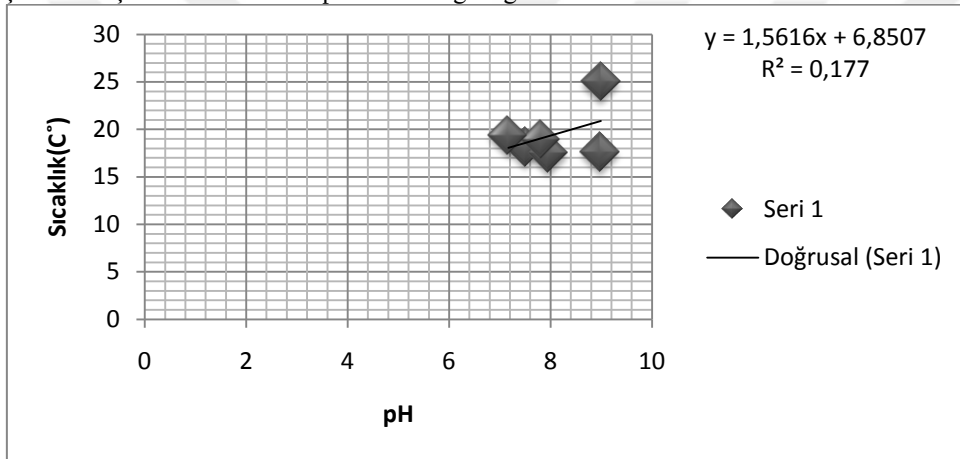
- Ceylan H, Tezcan M, Çıvrıllı P, Korkut M A. (2016). Kimyasal Maddeler (Deterjanlar, İlaçlar, Boyalar). kisi.deu.edu.tr/bulent.cavas/ders/bok8.pdf (erişim tarihi, 07.01.2016).
- Çapkın E (2001). Trabzon Limanı ve Çevresinde Bazı Kirleticilerin Zamansal ve Alansal Dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Duydu Y (1989). Deterjan Aktif Maddelerinin Biyolojik Parçalanabilirlik ve Akut Toksisitelerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ece M (2005). Yüzey Aktif Maddelerin Kimyasal Oksidasyon Sürecinde Giderimi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Ertürk D M (2005). Acarlar Gölündeki Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlenme Olaylarının Tespiti. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Gedik K (2011). Rize Sahilinde Bazı Kirleticilerin Mevsimsel ve Hacimsel Dağılımı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gündoğdu A (1995). Sinop İli Sahilinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. On Dokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinop.
- İzgören F S (1992). Melez Çayında Deterjan Kirliliği ve Nutrientlerle Korelasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Karasuloğlu G (2007). Organik Kirleticilerin Yüzey Aktif Maddelerin Varlığında Elektrokinetik Yöntemlerle Toprakta Giderilmesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Kaya H (2007). Atıkhisar Barajı ve Sarıçay'da Pestisit ve Evsel Kirliliğin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Macit A K (2010). Sapanca Gölü'nün (Adapazarı) Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlilik Düzeylerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Minareci O (2007). Gediz Nehrinde Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Minareci O, Minareci E, Öztürk M (2009). Karaçay'da (Manisa) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 26:171-177.
- Önder E (2001). Yüzey Aktif Maddelerin Elektrokimyasal Metotlarla Sudan Uzaklaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Scott J M, Jones N M (2000). The biodegradation of surfactants in the environment. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1508: 235-251.

- Srorr T, Allah A.A.A.M (1997). Biodegradation Of Anionic Surfactants In The Presence Of Organic Contaminants, PII:944-947
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete Tarihi:31.12.2004, Resmi Gazete Sayısı: 25687
- Sucu R (1993). Ankarada İçme ve Kullanım Amacıyla Yararlanılan Suların Deterjan Kalıntıları Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tekinalp O (2005). Yenişehir Gölü (Reyhanlı/Hatay)'nın Kirliliği ve Kirletici Faktörlerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.
- Tümür Ş (2002). Diyarbakır Kenti Yer altı İçmesuyu Potansiyeli ve Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Yetiş R (2015). Şanlıurfa Balıklıgöl Havzası Karstik Su Kaynaklarının Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

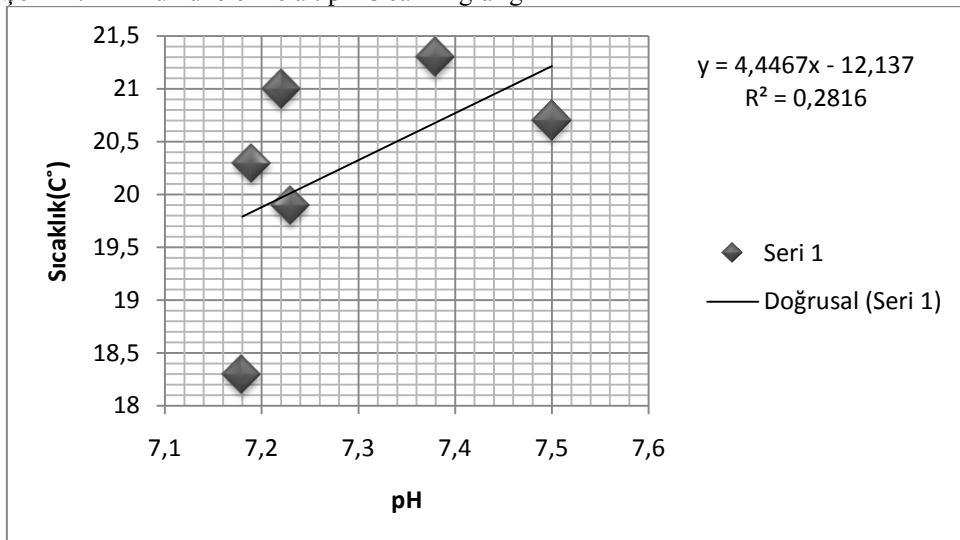
EK-1



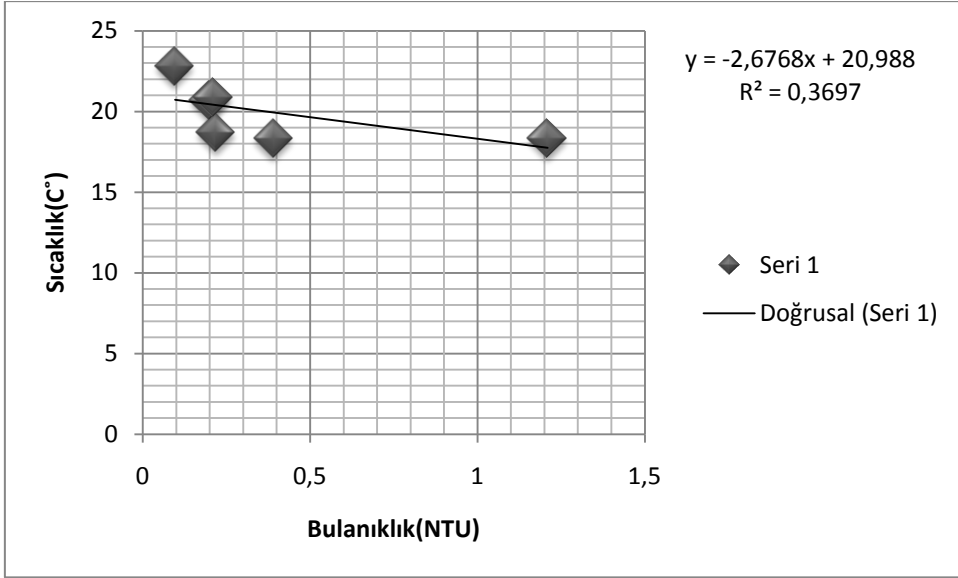
Şekil 1: KÇ numunelerine ait pH-sıcaklık grafiği



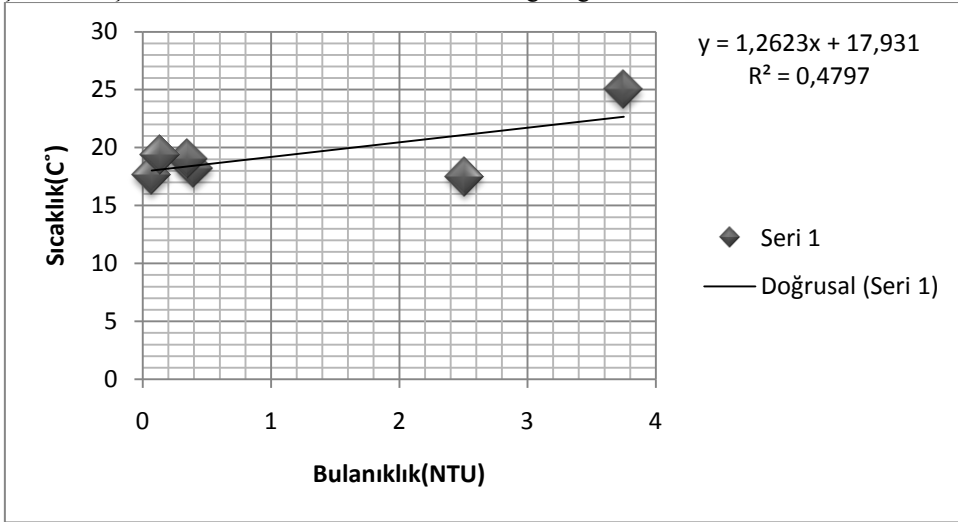
Şekil 2: KM numunelerine ait pH-sıcaklık grafiği



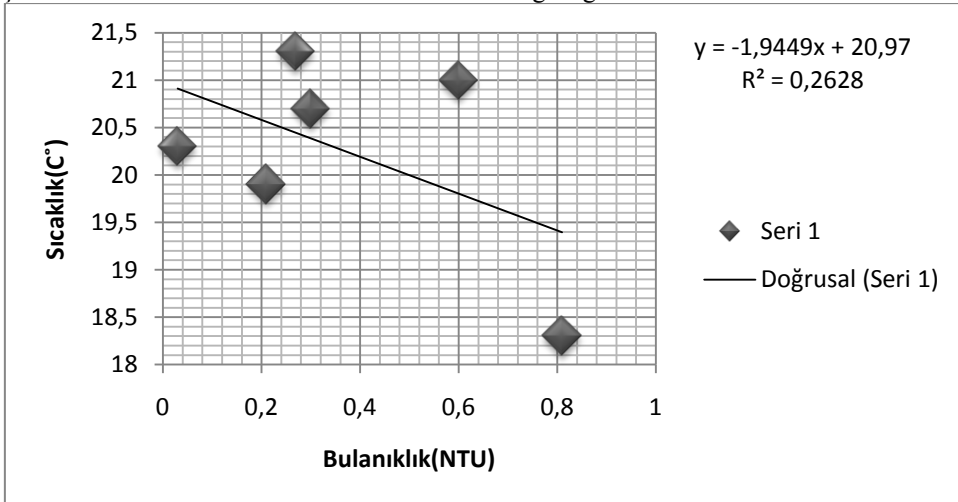
Şekil 3: KU numunelerine ait pH-sıcaklık grafiği



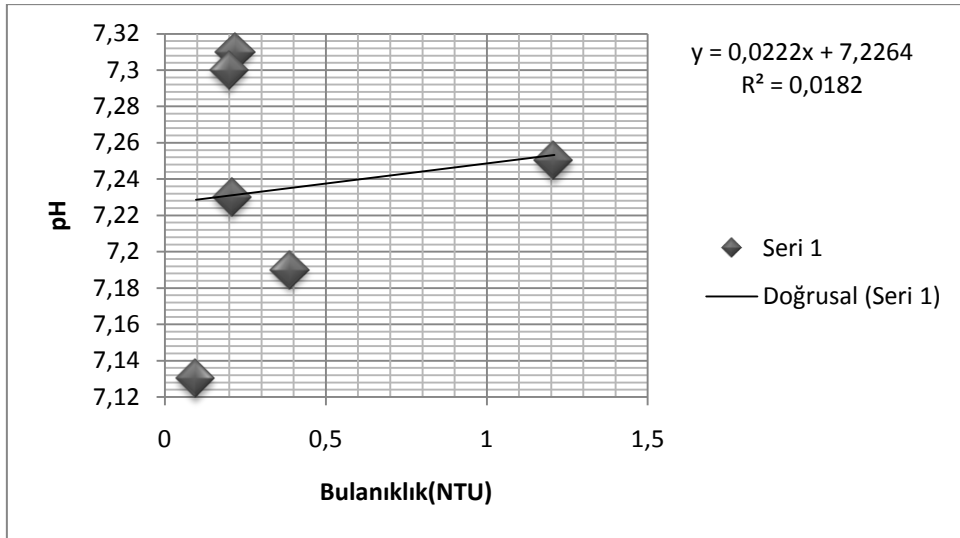
Şekil 4: KÇ numunelerine ait bulanıklık-sıcaklık grafiği



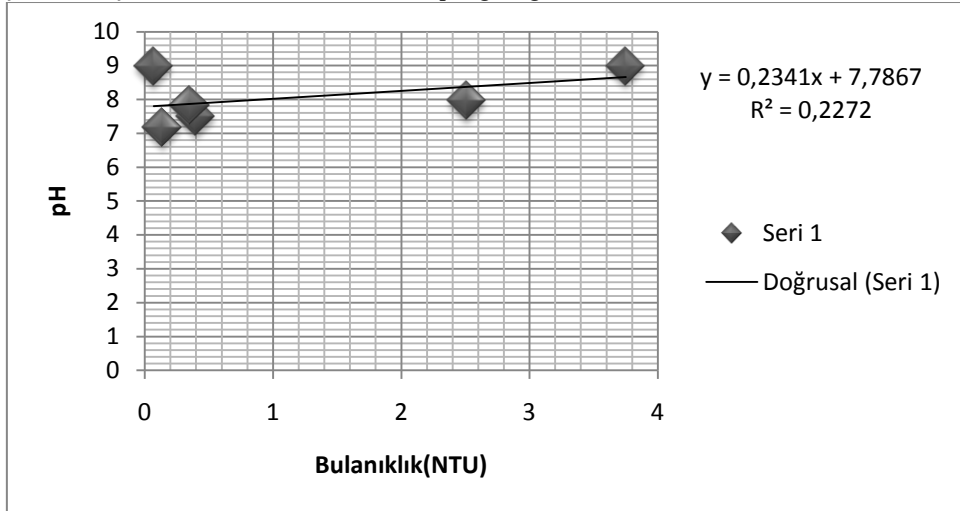
Şekil 5: KM numunelerine ait bulanıklık-sıcaklık grafiği



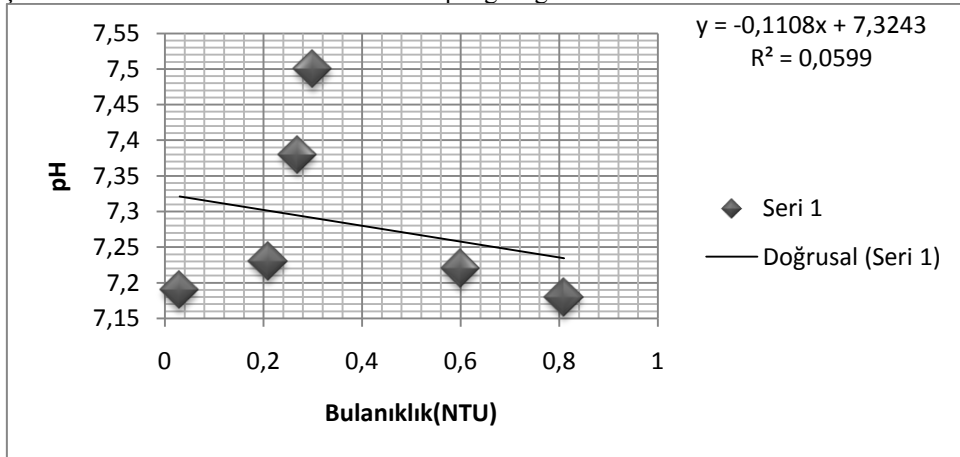
Şekil 6: KU numunelerine ait bulanıklık-sıcaklık grafiği



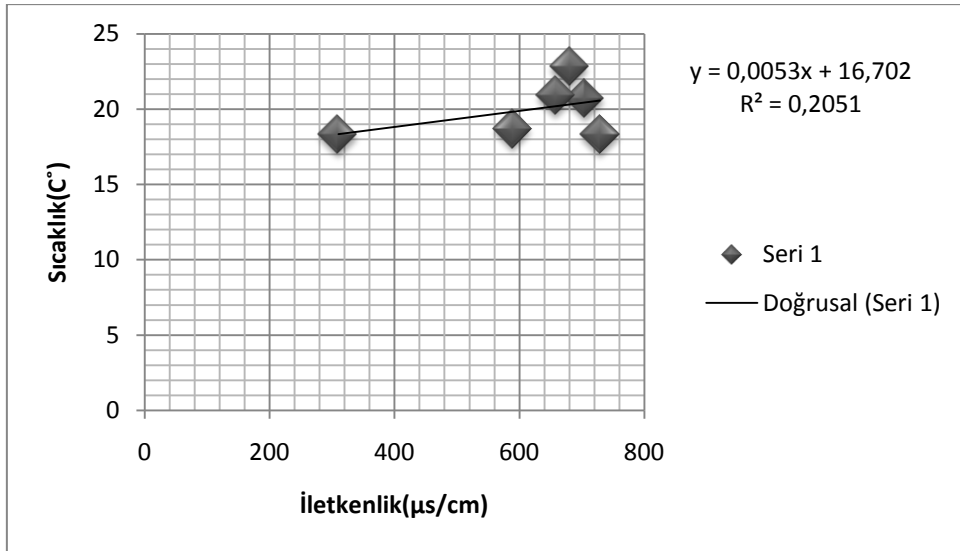
Şekil 7: KÇ numunelerine ait bulanıklık-pH grafiği



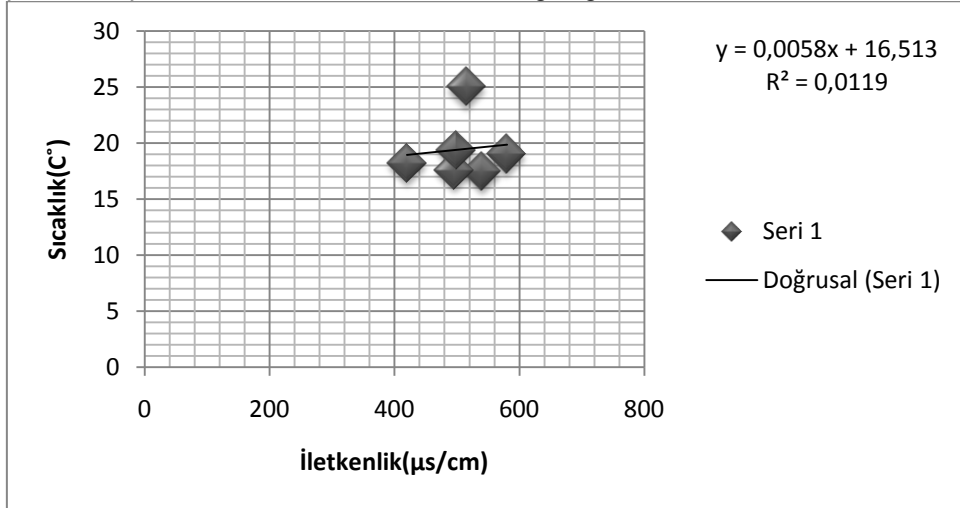
Şekil 8: KM numunelerine ait bulanıklık-pH grafiği



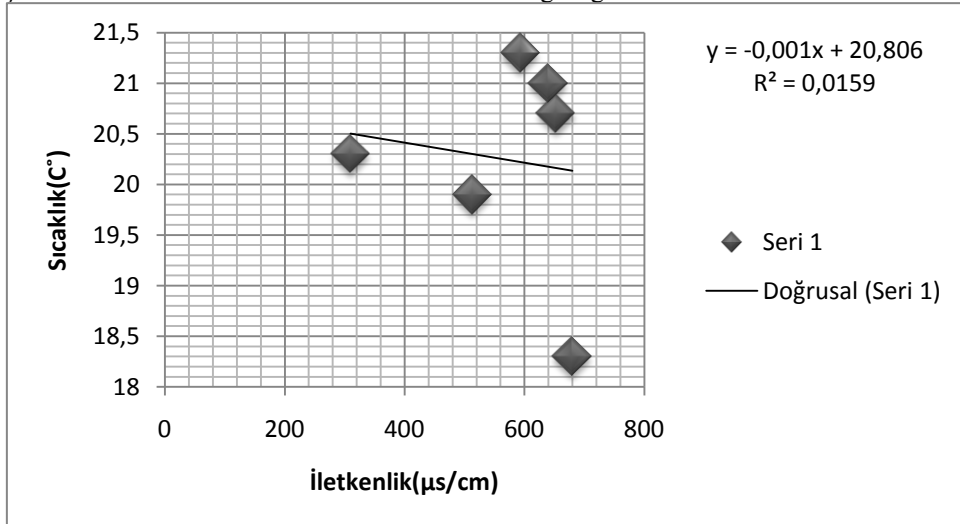
Şekil 9: KU numunelerine ait bulanıklık-pH grafiği



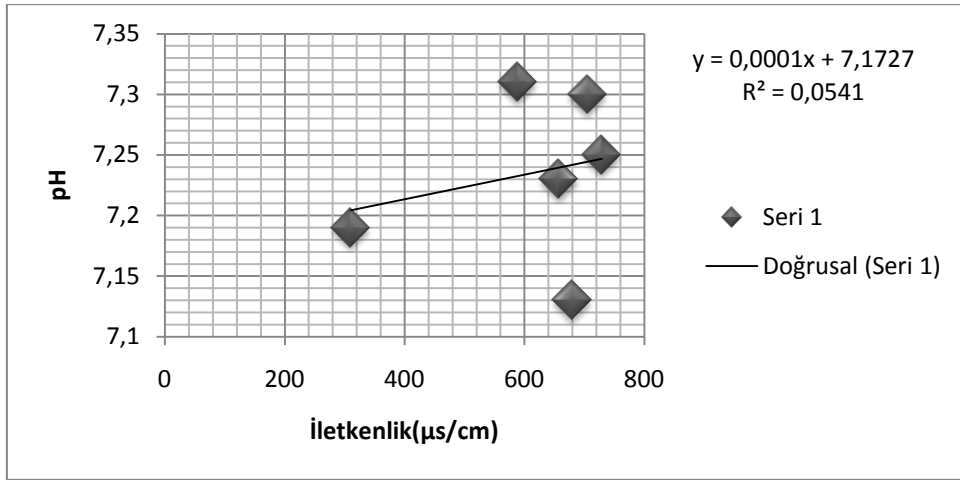
Şekil 10: KÇ numunelerine ait iletkenlik-sıcaklık grafiği



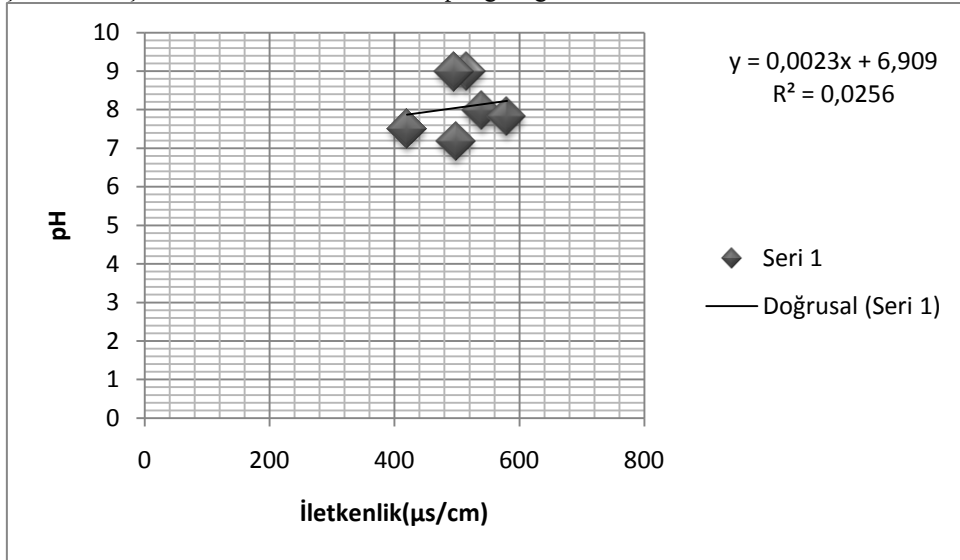
Şekil 11: KM numunelerine ait iletkenlik-sıcaklık grafiği



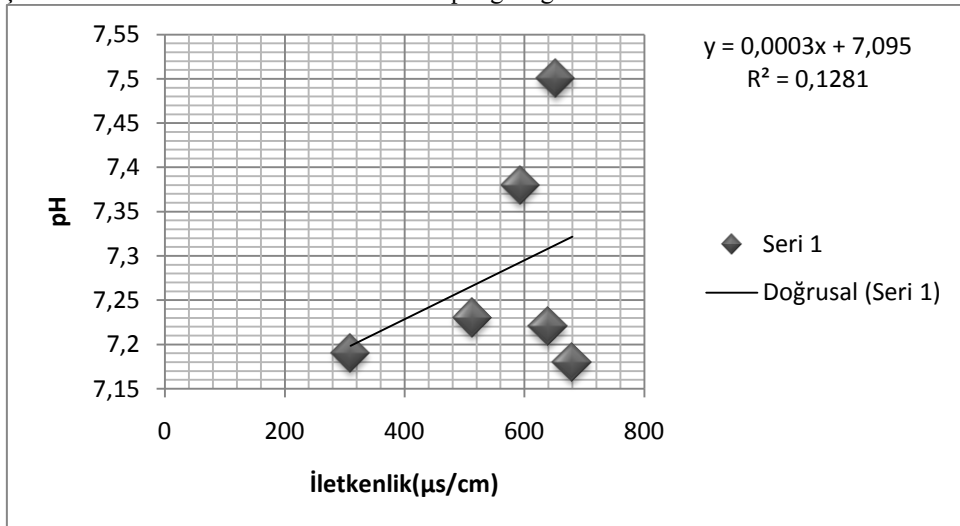
Şekil 12: KU numunelerine ait iletkenlik-sıcaklık grafiği



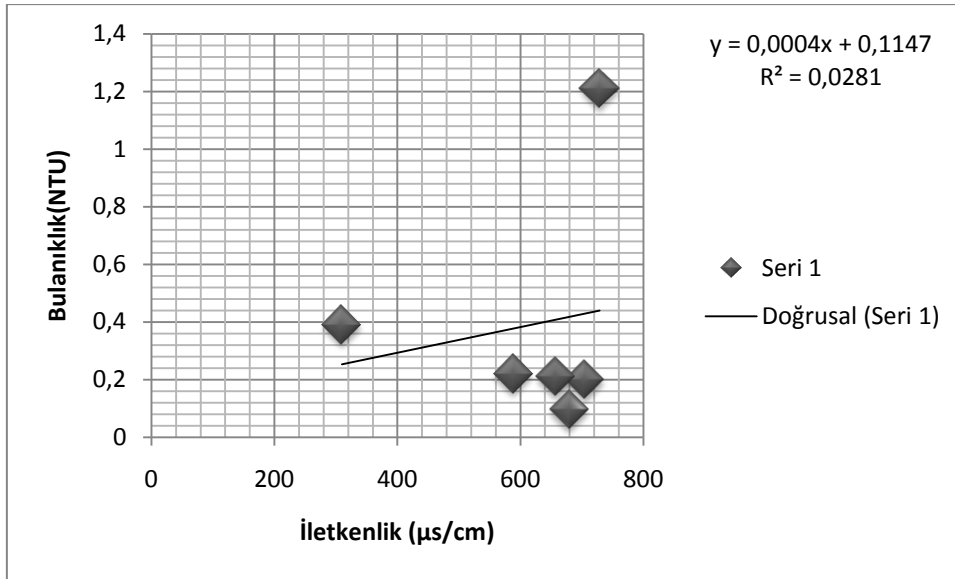
Şekil 13: KÇ numunelerine ait iletkenlik-pH grafiği



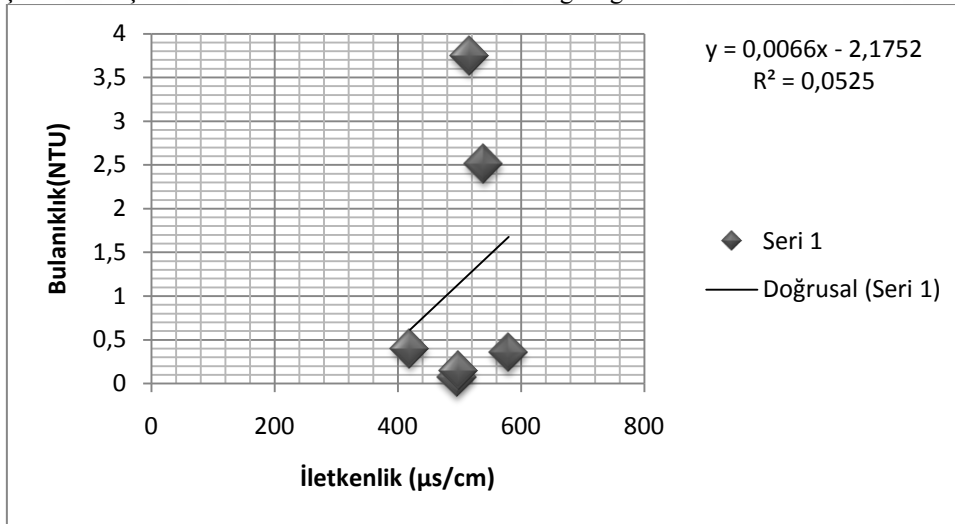
Şekil 14: KM numunelerine ait iletkenlik-pH grafiği



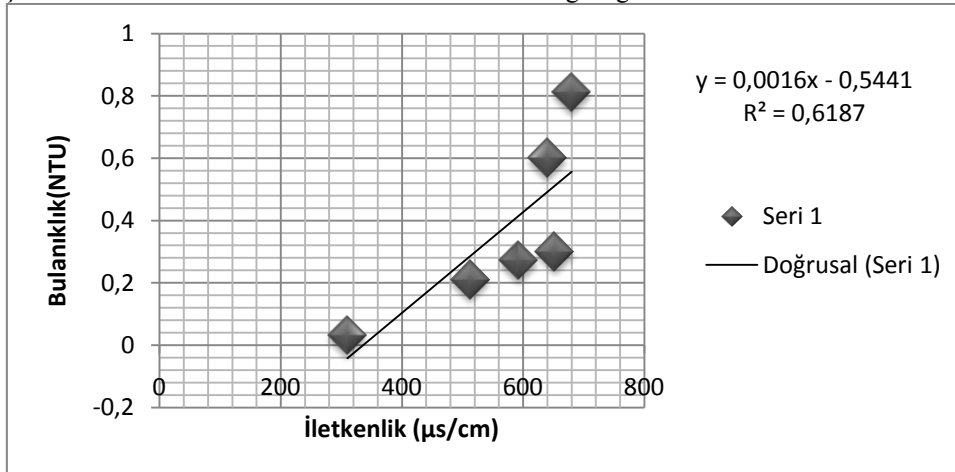
Şekil 15: KU numunelerine ait iletkenlik-pH grafiği



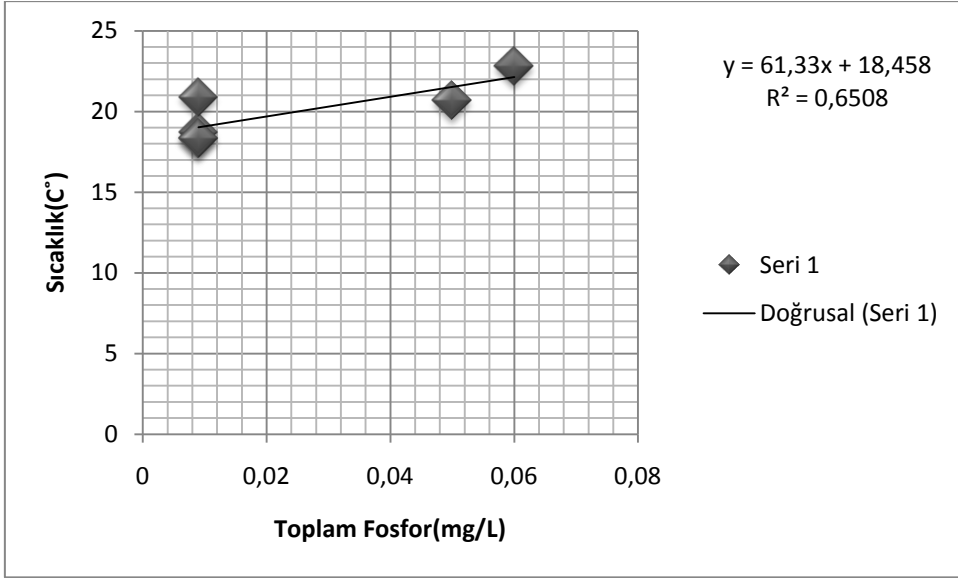
Şekil 16: KÇ numunelerine ait iletkenlik-bulanıklık grafiği



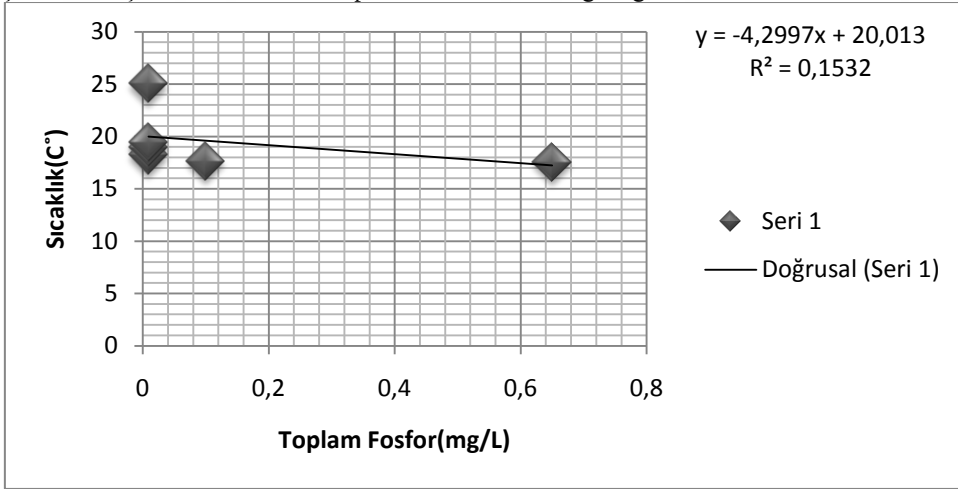
Şekil 17: KM numunelerine ait iletkenlik-bulanıklık grafiği



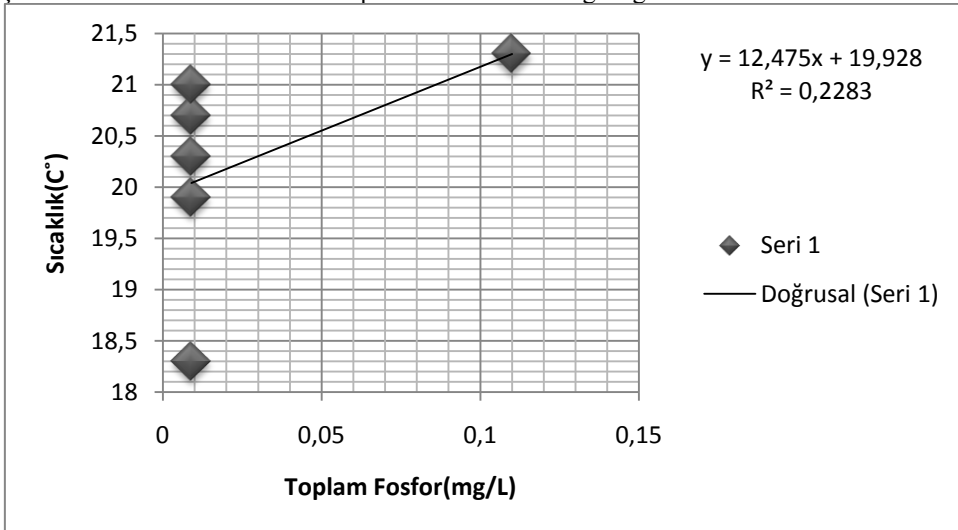
Şekil 18: KU numunelerine ait iletkenlik-bulanıklık grafiği



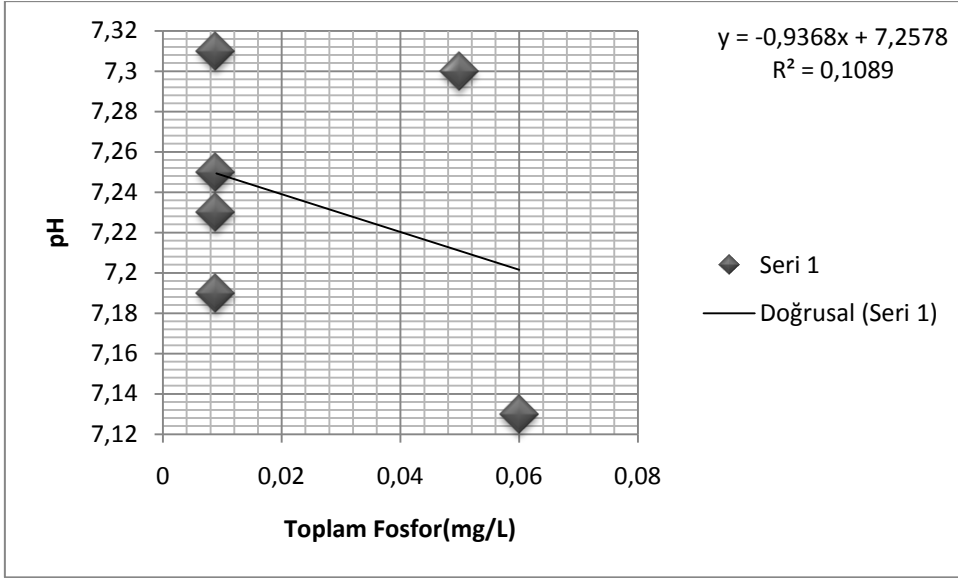
Şekil 19: KÇ numunelerine ait toplam Fosfor-sıcaklık grafiği



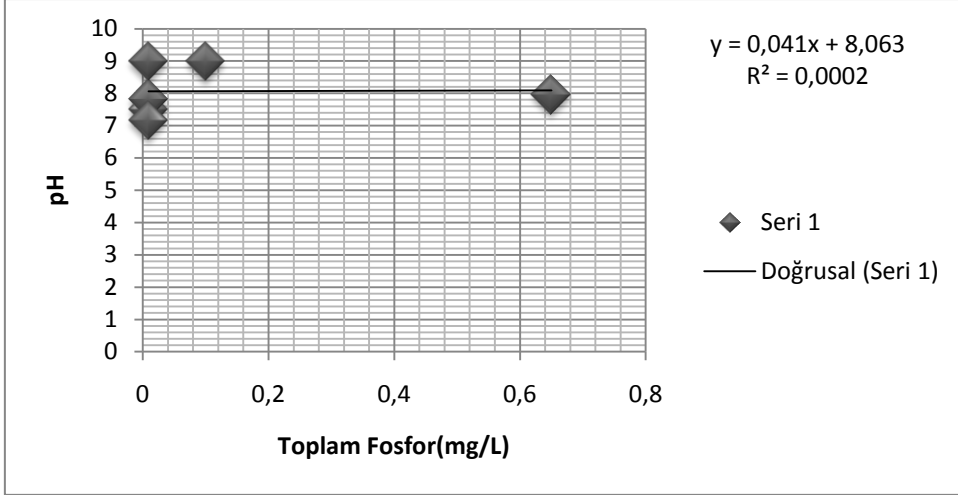
Şekil 20: KM numunelerine ait toplam fosfor-sıcaklık grafiği



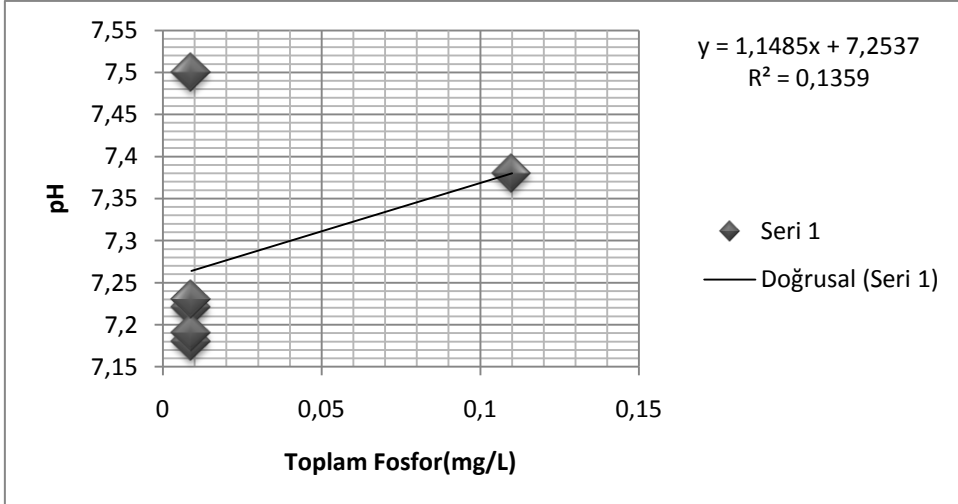
Şekil 21: KU numunelerine ait toplam fosfor-sıcaklık grafiği



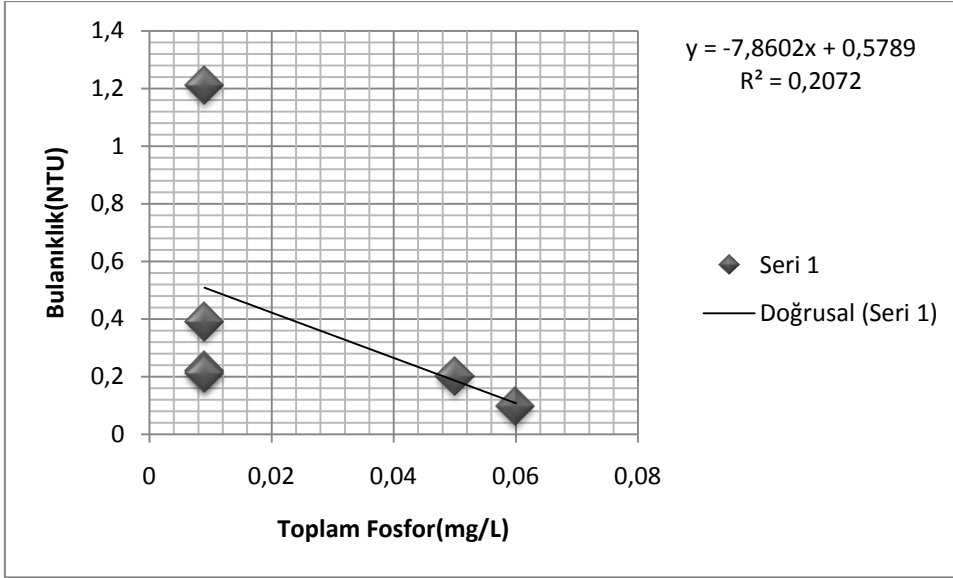
Şekil 22: KÇ numunelerine ait toplam fosfor-pH grafiği



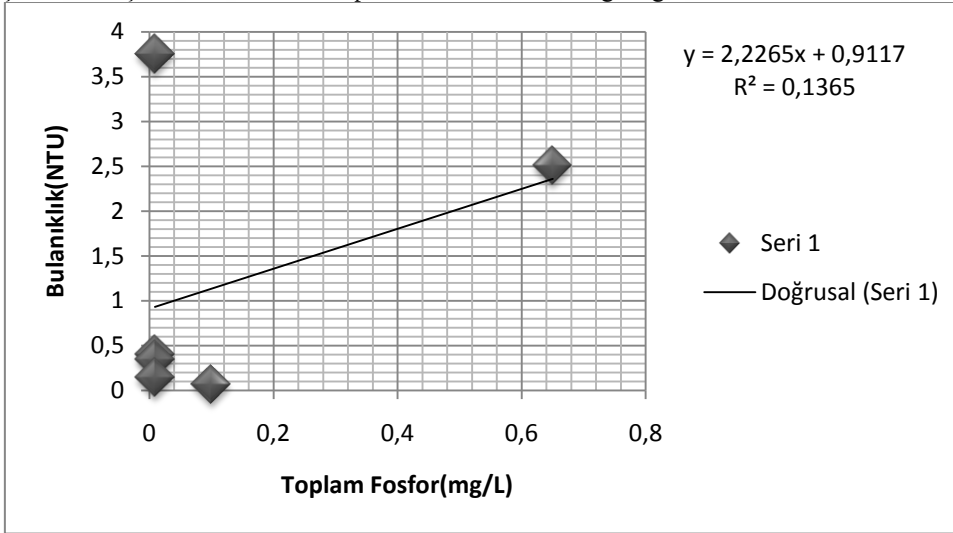
Şekil 23: KM numunelerine ait toplam fosfor-pH grafiği



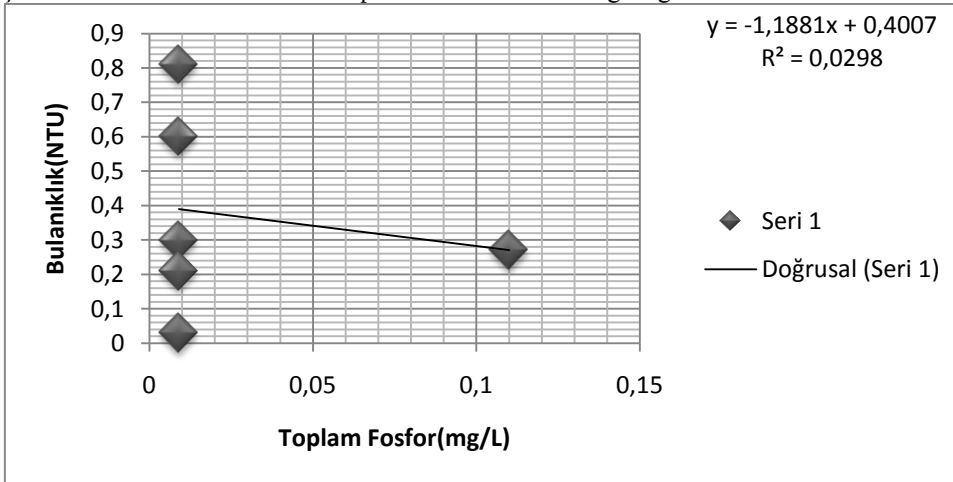
Şekil 24: KU numunelerine ait toplam fosfor-pH grafiği



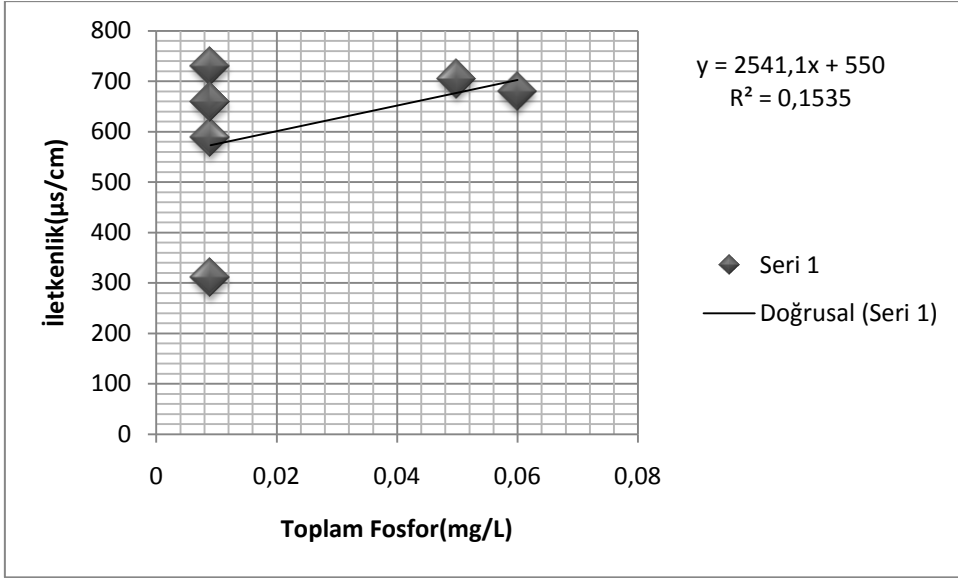
Şekil 25: KÇ numunelerine ait toplam fosfor-bulanıklık grafiği



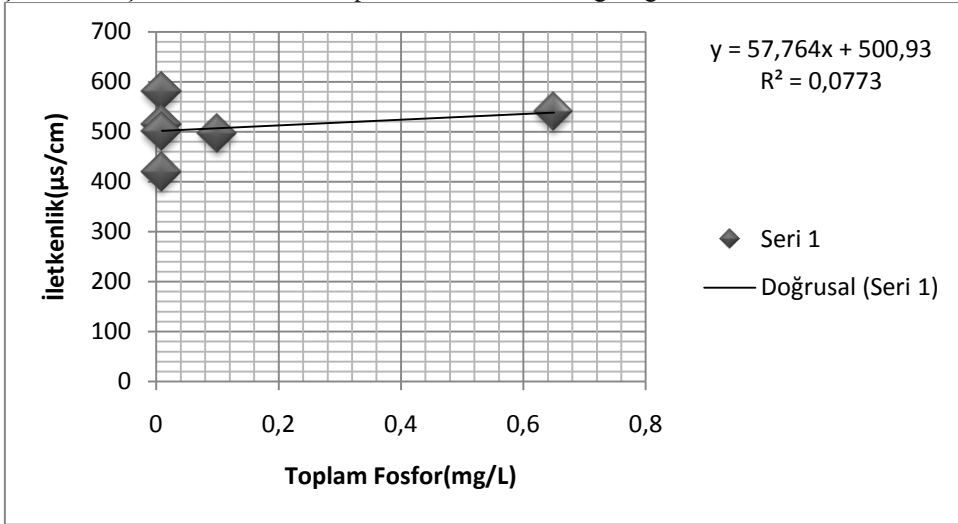
Şekil 26: KM numunelerine ait toplam fosfor-bulanıklık grafiği



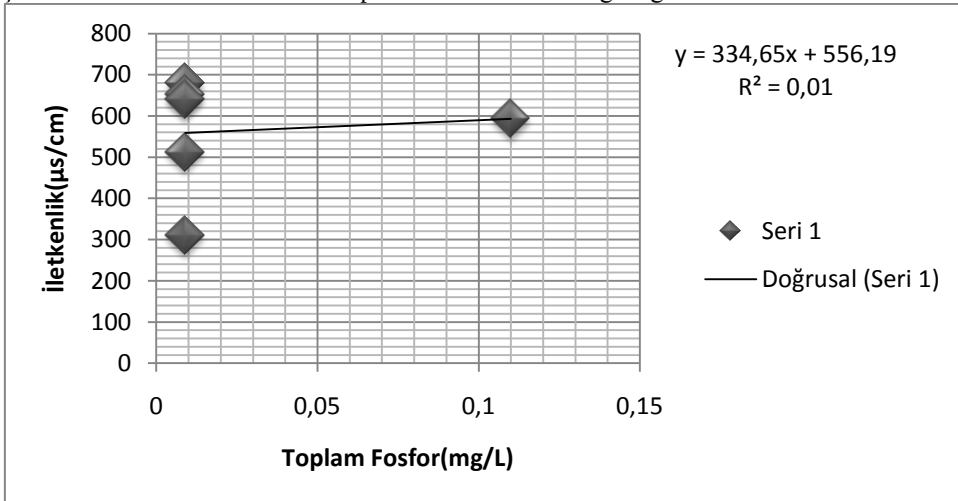
Şekil 27: KU numunelerine ait toplam fosfor-bulanıklık grafiği



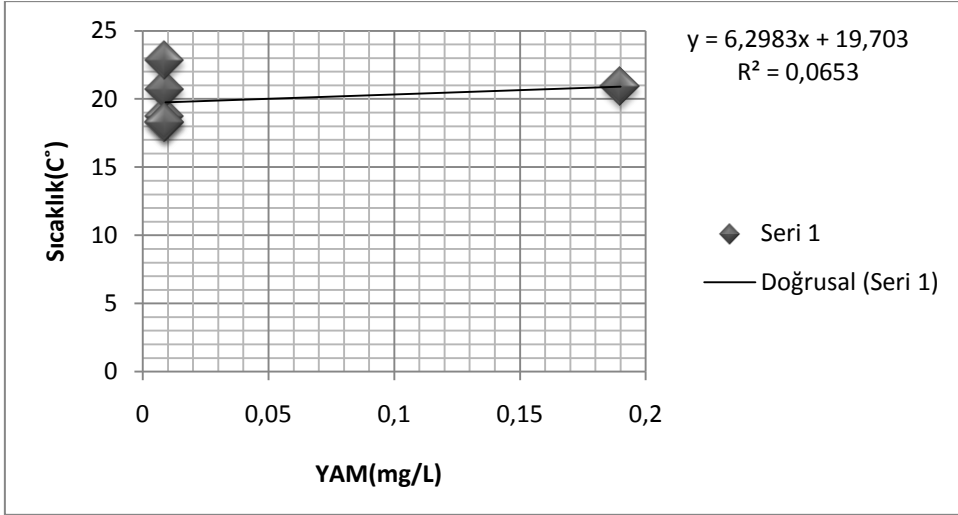
Şekil 28: KÇ numunelerine ait toplam fosfor-iletkenlik grafiği



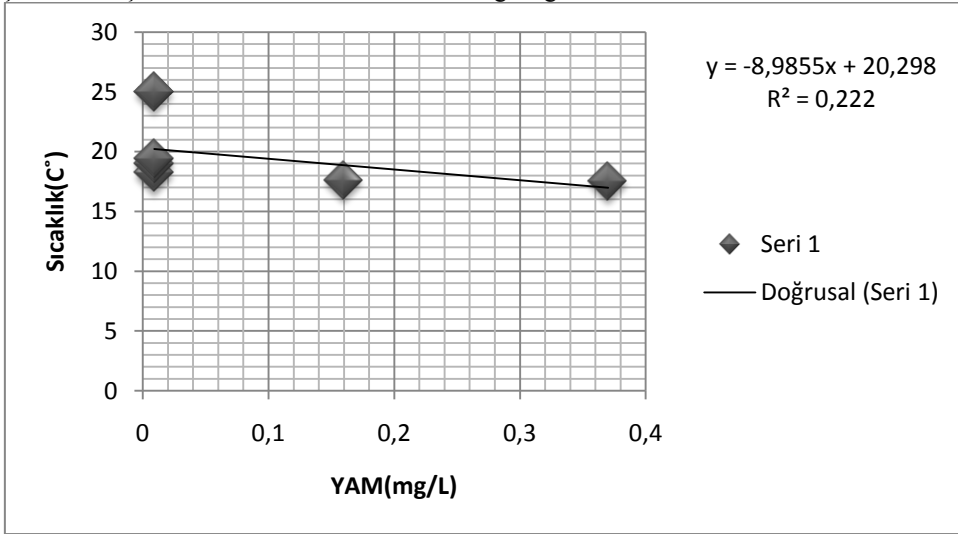
Şekil 29: KM numunelerine ait toplam fosfor-iletkenlik grafiği



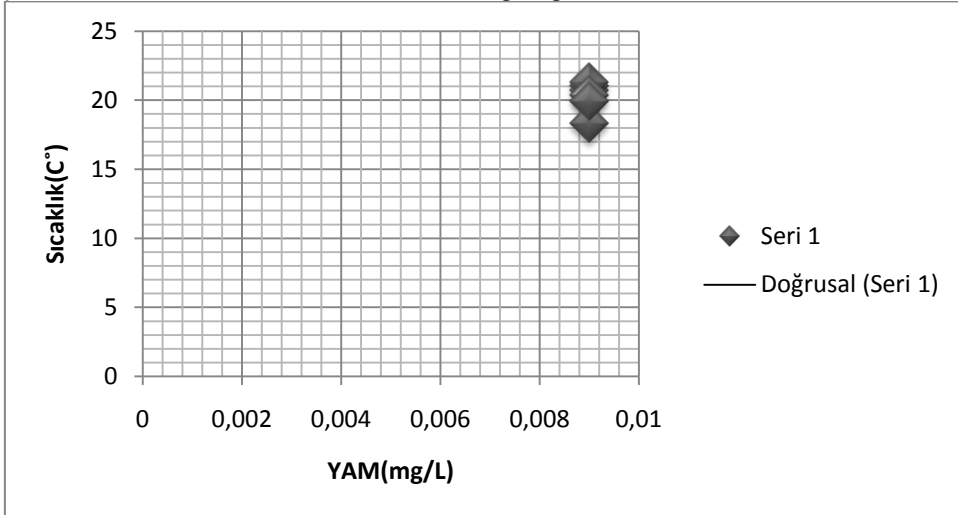
Şekil 30: KU numunelerine ait toplam fosfor-iletkenlik grafiği



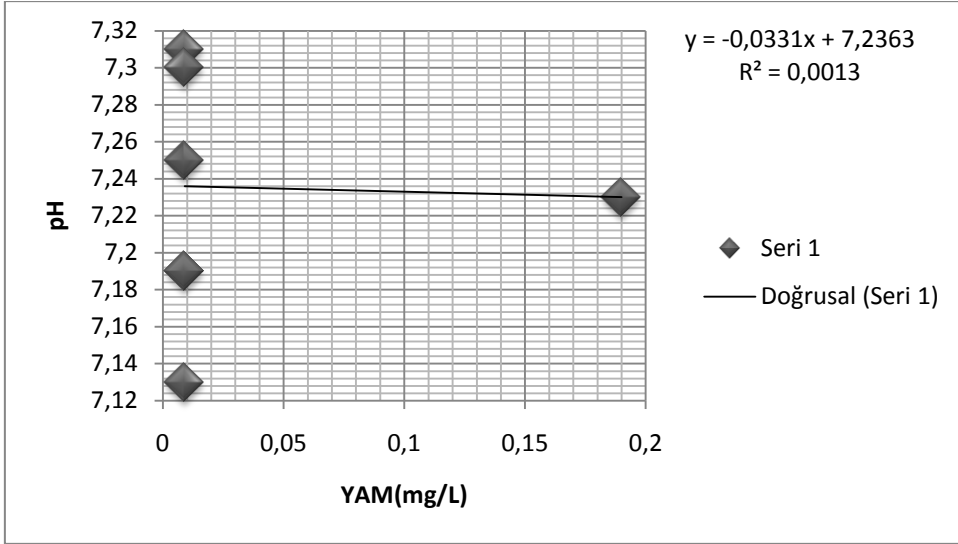
Şekil 31: KÇ numunelerine ait YAM-sıcaklık grafiği



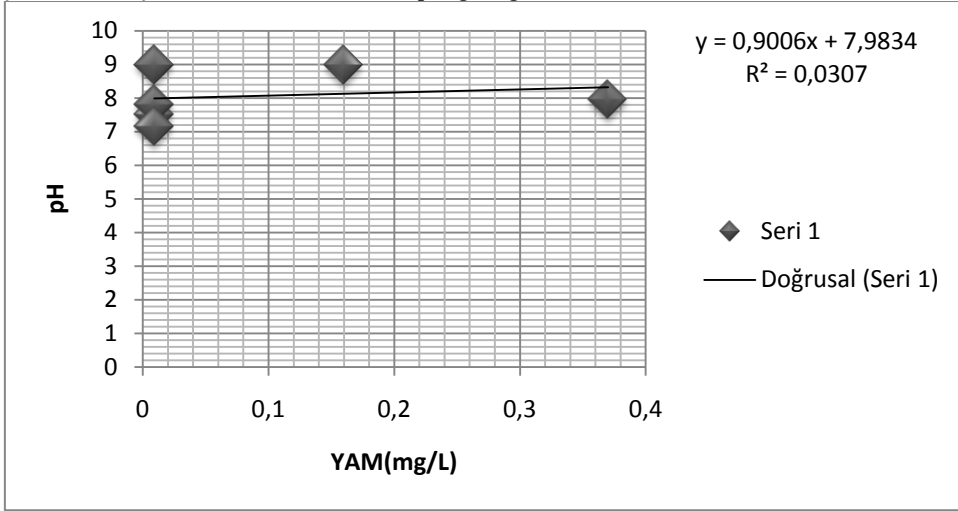
Şekil 32: KM numunelerine ait YAM-sıcaklık grafiği



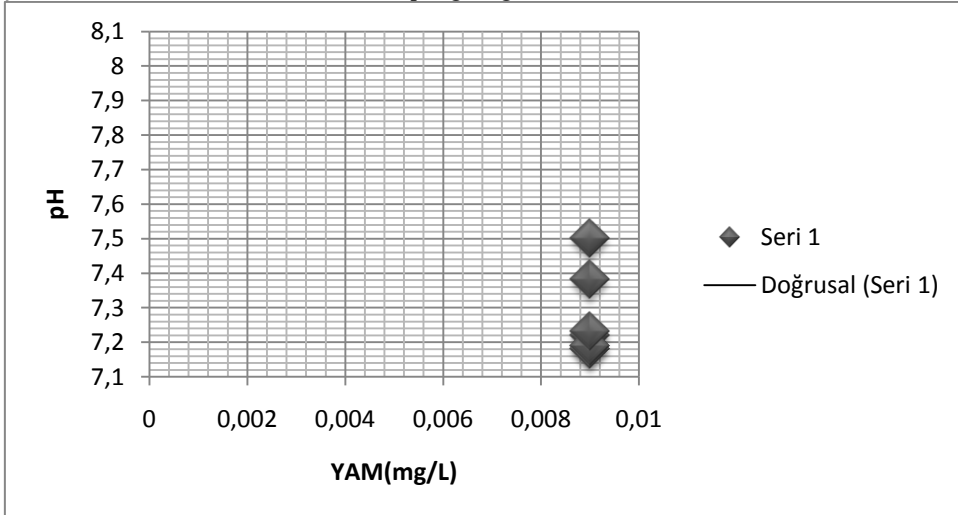
Şekil 33: KU numunelerine ait YAM-sıcaklık grafiği



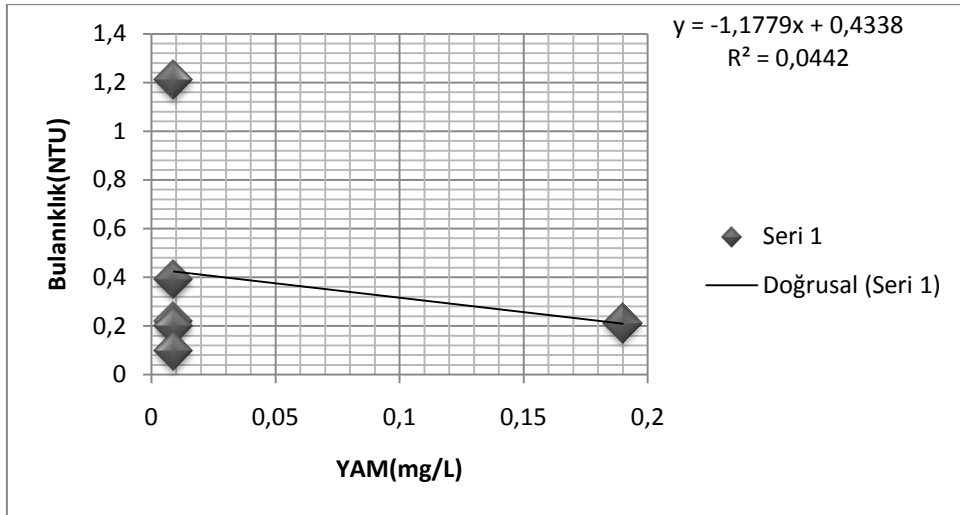
Şekil 343: KÇ numunelerine ait YAM-pH grafiği



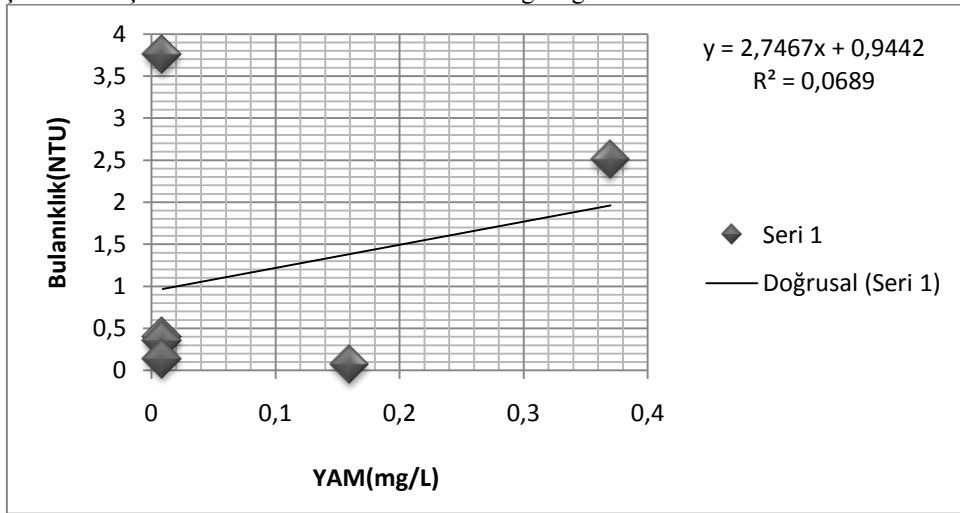
Şekil 35: KM numunelerine ait YAM-pH grafiği



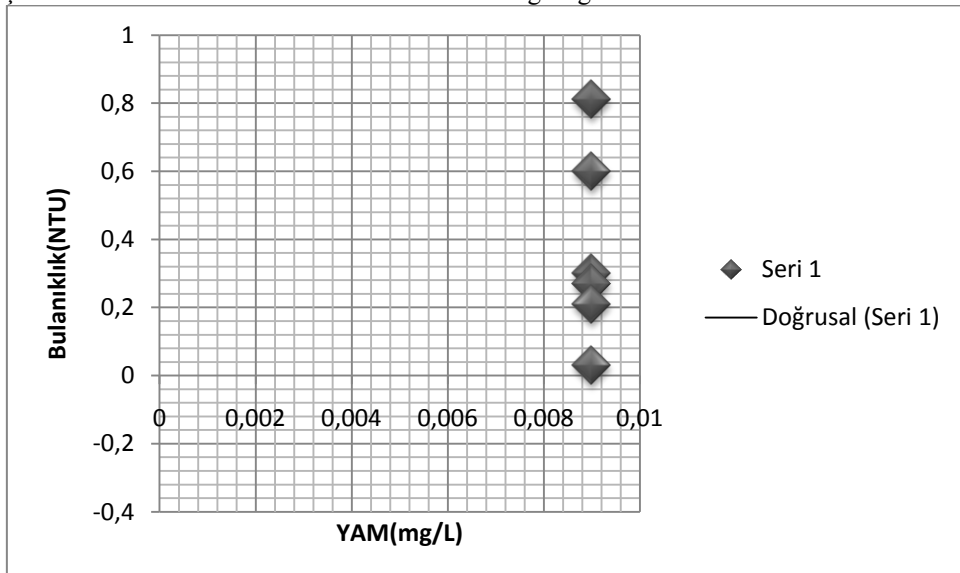
Şekil 36: KU numunelerine ait YAM-pH grafiği



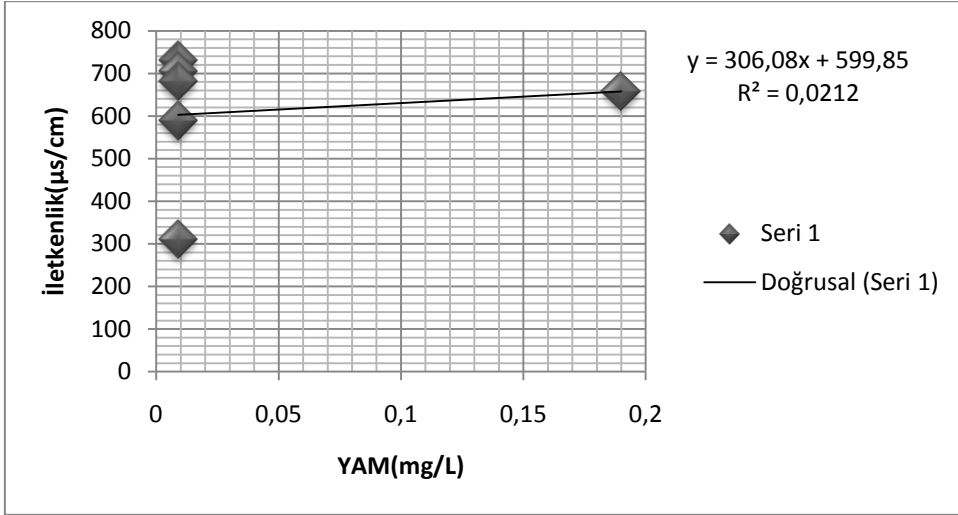
Şekil 37: KÇ numunelerine ait YAM-bulanıklık grafiği



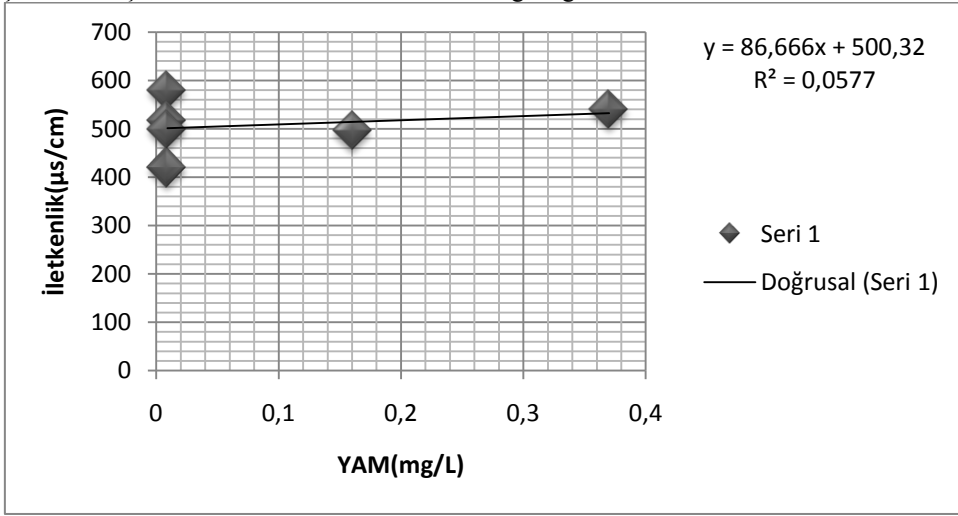
Şekil 38: KM numunelerine ait YAM-bulanıklık grafiği



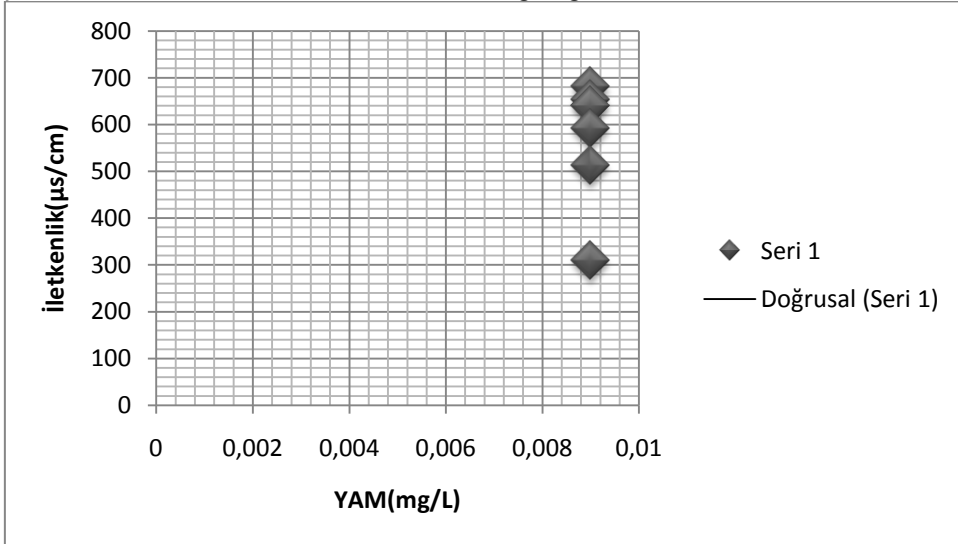
Şekil 39: KU numunelerine ait YAM-bulanıklık grafiği



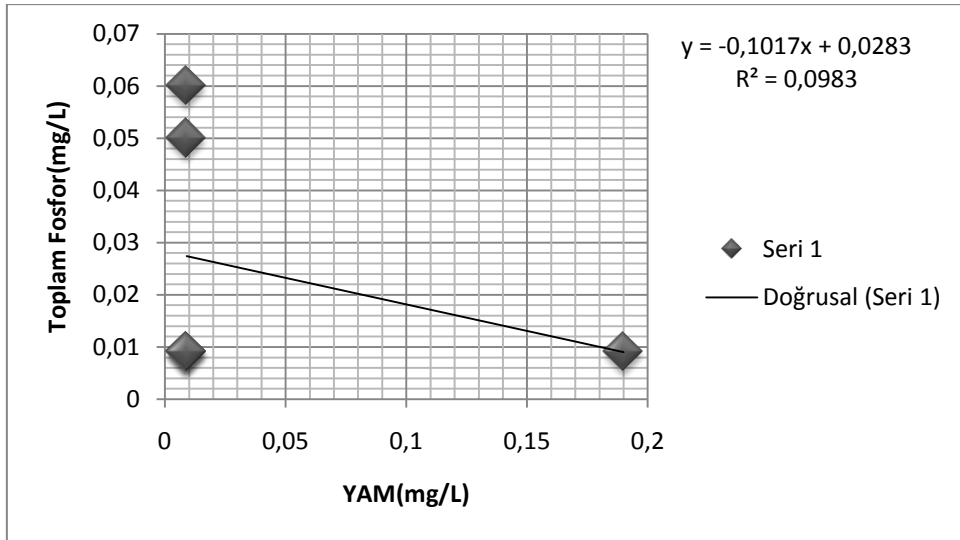
Şekil 40: KÇ numunelerine ait YAM-iletkenlik grafiği



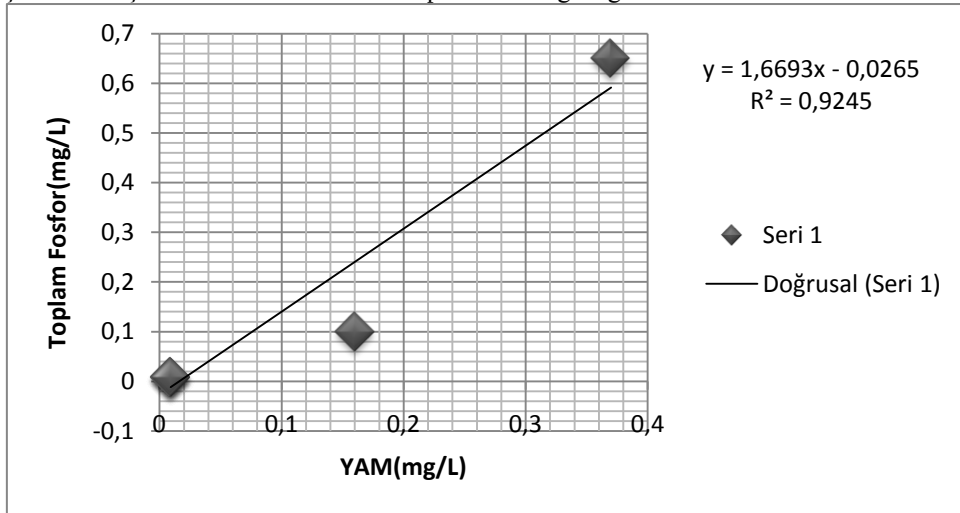
Şekil 41: KM numunelerine ait YAM-iletkenlik grafiği



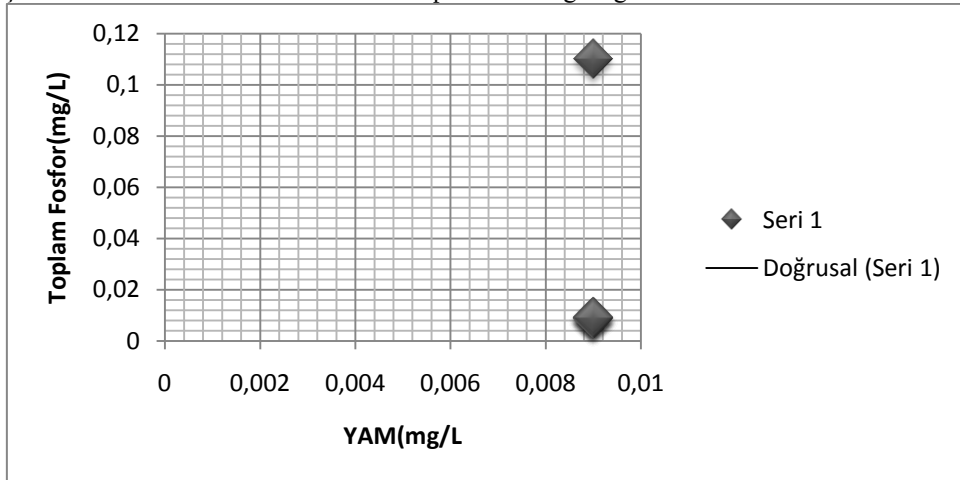
Şekil 42: KU numunelerine ait YAM-iletkenlik grafiği



Şekil 43: KÇ numunelerine ait YAM-toplam fosfor grafiği



Şekil 44: KM numunelerine ait YAM-toplam fosfor grafiği



Şekil 45: KU numunelerine ait YAM-toplam fosfor grafiği

ÖZGEÇMİŞ

Zehra BARUT 1986 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve orta öğrenimlerini burada tamamladı. 2009 yılında Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü’nden mezun oldu. 2009-2014 yılları arasında çeşitli özel çevre danışmanlık firmalarında Çevre Mühendisi-Çevre Görevlisi olarak görev aldı. 2011 yılında Çevre Görevlisi Belgesi, 2012 yılında da C sınıfı İş Güvenliği Uzmanlık ve Enerji Yöneticiliği sertifikalarını aldı. Evli ve bir çocuk annesidir.

