

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BALIKÇILIK TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DEĞİRMENDERE HAVZASINDA BAZI KİRLETİCİLERİN  
DÜZEYLERİ ve ORTAMA ETKİLERİ

Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi Adnan SAYIN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Balıkçılık Teknolojisi Yüksek Mühendisi”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

96821

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14.02.2000

Tezin Savunma Tarihi : 24.02.2000

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Muhammet BORAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Sevim KÖSE

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU

## ÖNSÖZ

Değirmendere Havzasında Bazı Kirleticilerin Düzeyleri ve Ortama Etkileri adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Çalışmanın kapsamındaki analizlerin tümü KTÜ Deniz Bilimleri Fakültesi Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Yüksek lisans eğitimime başlamamda ve çalışmalarımın devam etmesinde, beni teşvik eden değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hikmet KARAÇAM'a teşekkürü borç bilirim. Çalışma konusunun belirlenmesinden sonra yapıcı eleştirilerle destek olan, yorumları ile beni yönlendiren ve verilerin değerlendirilmesi esnasında yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Muhammed BORAN'a teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında yardım ve desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Sebahattin KUTLU'ya, Arş. Gör. İlker KURTOĞLU'na ve Eşim Vildan SAYIN'a teşekkür ederim.

Çalışmamın yürütülmesi esnasında yapıcı eleştirilerini gördüğüm tüm emeği geçenlere teşekkürü borç bilirim.

Rahat bir çalışma ortamının oluşmasında her zaman samimi desteğini gördüğüm aileme teşekkür ederim.

Adnan SAYIN

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY .....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
TABLolar DİZİNİ .....	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmada Ölçülen Parametrelerin Özellikleri.....	2
1.2.1. Su Sıcaklığı .....	2
1.2.2. pH Değeri .....	2
1.2.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	3
1.2.4. Sülfat .....	3
1.2.5. Askıda Katı Madde (AKM) .....	3
1.2.6. Yağ ve Gres.....	4
1.2.7. Krom .....	4
1.2.8. Zehirlilik Seyreltme Faktörü .....	5
1.2.9. Önceki Yapılan Çalışmalar .....	5
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	6
2.1. Araştırma Planı.....	6
2.2. İstasyonların Belirlenmesi.....	6
2.3. Sıcaklık Ölçümü.....	8
2.4. pH Ölçümü.....	8
2.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Ölçümü.....	8
2.6. Sülfat Tayini.....	8
2.7. Askıda Katı Madde Ölçümü.....	8
2.8. Yağ ve Gres Tayini .....	9

2.9.	Krom Tayini .....	9
2.10.	Zehirlilik Seyreltme Faktörü Ölçümü .....	10
2.11.	Verilerin Değerlendirilmesi .....	10
3.	BULGULAR .....	11
3.1.	Sıcaklık (°C) Değerleri .....	11
3.2.	pH Değeri .....	14
3.3.	Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri.....	18
3.4.	Sülfat Değerleri .....	21
3.5.	Askıda Katı Madde Değerleri .....	24
3.6.	Yağ ve Gres Değerleri.....	27
3.7.	Krom Değerleri .....	30
3.8.	Zehirlilik Seyreltme Faktörü .....	33
3.9.	Ölçülen Parametreler Arasındaki İstatistiksel İlişkiler .....	33
4.	İRDELEME.....	34
5.	SONUÇLAR .....	37
6.	ÖNERİLER.....	40
7.	KAYNAKLAR .....	42
8.	ÖZGEÇMİŞ .....	44

## ÖZET

Çalışmada, Trabzon il sınırları içerisinde bulunan Değirmendere havzasındaki bazı işletmelerin atık sularının dereye olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Değirmendere'ye atık su deşarj eden beş işletmeden alınan atık sular ile dere üzerinde belirlenen üç istasyondan alınan su örneklerinde fizikokimyasal parametreler (sıcaklık , pH , askıda katı madde) ve kimyasal oksijen ihtiyacı , sülfat , krom , yağ ve gres tayinleri yapılmıştır. Ayrıca zehirlilik seyreltme faktörü de tespit edilmiştir.

Araştırma süresince dere suyunda ölçülen fizikokimyasal parametrelerden sıcaklık 2 - 15 °C, pH 6.4 – 7.0 , askıda katı madde 4 – 404 mg/L olarak belirlenmiştir. Bunun yanında kimyasal oksijen ihtiyacı 24 – 127 mg/L, sülfat 20 – 71 mg/L, krom 0.0022 – 0.0196 mg/L , yağ ve gres 4.4 – 16.2 mg/L değerleri arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tesis atık sularında ise bu değerler ; sıcaklık 11 – 89 °C , pH 6.4 – 9.4 , askıda katı madde 181 – 16200 mg/L , kimyasal oksijen ihtiyacı 60 – 818 mg/L , sülfat 44 – 78 mg/L , krom 0.0172 – 0.7222 mg/L , yağ ve gres ise 4 – 16.3 mg/L' ye ulaşmıştır.

Araştırma boyunca deşarj noktasında ölçülen değerler, dere suyu istasyonlarında ölçülen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca dere suyunda ölçülen parametreler zamana bağlı olarak sıcaklık hariç farklılık göstermemiştir. Bu bulgular ışığında Değirmendere' de bulunan endüstriyel kuruluşların dereye direkt bıraktığı atık sularla havzayı etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Değirmendere, Trabzon, Endüstriyel atıklar, Su kirliliği, KOİ, AKM, Yağ ve Gres, Krom, Sülfat

## SUMMARY

### Some Pollutants Levels At Değirmendere Area And Their Effects to environment

In this study the effect of discharge waters from some industrial establishments located on Degirmendere basin in Trabzon were investigated. Physico-chemical parameters (temperature, pH, suspended solid matter, SSM), chemical oxygen demand (COD), sulphate, chrome, oil and grease were assessed on samples which have taken from three different stations in the stream and discharge waters. In addition, poisonous dilution factor was also checked.

Among the physico-chemical parameters; temperature, pH and SSM ranged between 2 and 15°C, 6.4 and 7.0, 4 and 404 mg/L, respectively during study period in stream water, while ranges of COD, sulphate, chrome, oil and grease were 24–127 mg/L, 20–71 mg/L, 0.0022– 0.0196 mg/L and 4.4– 16.2mg/L. Values in discharge waters of establishments were as follows; temperature 11–89 °C, pH 6.4 – 9.4 SSM 181– 16200 mg/L, COD 60–818mg/L, sulphate 44–78mg/L, chrome 0.0172– 0.7222mg/L, oil and grease 4.0–16.3mg/l.

Values measured in stream stations during the study period were found considerably higher than those measured in discharge stations. Parameters measured in stream water did not exhibit any temporal variations with exception of the temperature. As a conclusion discharges of the industrial establishments have direct or indirect influences on the water quality of the Degirmendere.

**Key Words** : Degirmendere, Trabzon, Industrial discharges, Water pollution, SSM, COD, Oil and Grease, Chrome, Sulphate

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1. Değirmendere havzasında belirlenen istasyonlar .....	7
Şekil 2. Tesis atık sularında ölçülen sıcaklık değerleri (°C).....	12
Şekil 3. Dere sularında ölçülen sıcaklık değerleri (°C) .....	12
Şekil 4. Tesis atık sularında ölçülen pH değerleri .....	15
Şekil 5. Dere sularında ölçülen pH değerleri .....	16
Şekil 6. Tesis atık sularında ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/L) .....	18
Şekil 7. Dere sularından ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/L)...	19
Şekil 8. Tesis atık sularında ölçülen sülfat değerleri (mg/L) .....	21
Şekil 9. Dere sularından ölçülen sülfat değerleri (mg/L).....	22
Şekil 10. Tesis atık sularında ölçülen askıda katı madde değerleri(mg/L) .....	24
Şekil 11. Dere sularından ölçülen askıda katı madde değerleri (mg/L).....	25
Şekil 12. Tesis atık sularında ölçülen yağ ve gres değerleri (mg/L).....	27
Şekil 13. Dere sularından ölçülen yağ ve gres değerleri (mg/L).....	28
Şekil 14. Tesis atık sularında ölçülen krom değerleri (mg/L).....	30
Şekil 15. Dere sularından ölçülen krom değerleri (mg/L) .....	31

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İstasyonlara ait aylık sıcaklık ölçüm değerleri (°C).....	11
Tablo 2. Sıcaklık değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (°C) .....	13
Tablo 3. Sıcaklık değerlerinin dere istasyonlarına göre karşılaştırılması (°C).....	13
Tablo 4. İşletmelerin atık sularında ölçülen sıcaklık değerlerin aylara göre karşılaştırılması (°C) .....	14
Tablo 5. Dere suyu sıcaklık değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (°C) .....	14
Tablo 6. İstasyonlara ait aylık pH ölçüm değerleri.....	14
Tablo 7. pH değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması.....	16
Tablo 8. Dere suyunda ölçülen pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması ..	17
Tablo 9. İşletmelerde ölçülen pH değerlerinin aylara göre karşılaştırılması .....	17
Tablo 10. Dere suyunda ölçülen pH değerlerinin aylara göre karşılaştırılması.....	17
Tablo 11. İstasyonlara ait aylık kimyasal oksijen ihtiyacı ölçüm değerleri (mg/L) ....	18
Tablo 12. Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L).....	19
Tablo 13. Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin dere suyu istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L) .....	20
Tablo 14. İşletmelerde ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L) .....	20
Tablo 15. Dere suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L) .....	20
Tablo 16. İstasyonlara ait aylık sülfat ölçüm değerleri (mg/L).....	21
Tablo 17. Sülfat değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L).....	22
Tablo 18. Dere suyunda ölçülen sülfat değerlerinin dere suyu istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L) .....	23
Tablo 19. İşletmelerde ölçülen sülfat değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L).....	23
Tablo 20. Dere suyu sülfat değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L).....	23
Tablo 21. İstasyonlara ait aylık askıda katı madde ölçüm değerleri (mg/L).....	24



---

Tablo 22.	Askıda katı madde değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L) .25
Tablo 23.	Dere suyunda ölçülen askıda katı madde değerlerinin istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L) .....26
Tablo 24.	İşletmelerde ölçülen askıda katı madde değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L) .....26
Tablo 25.	Dere suyu askıda katı madde değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L).....26
Tablo 26.	İstasyonlara ait aylık yağ ve gres ölçüm değerleri (mg/L) .....27
Tablo 27.	Yağ ve gres değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L) .....28
Tablo 28.	Dere suyunda ölçülen yağ ve gres değerlerinin istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L) .....29
Tablo 29.	İşletmelerde ölçülen yağ ve gres değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L).....29
Tablo 30.	Dere suyu yağ ve gres değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L) ....29
Tablo 31.	İstasyonlara ait aylık krom ölçüm değerleri (mg/L).....30
Tablo 32.	Krom değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L).....31
Tablo 33.	Dere suyunda ölçülen krom değerlerinin istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L) .....32
Tablo 34.	İşletmelerde ölçülen krom değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L).....32
Tablo 35.	Dere suyunda ölçülen krom değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L).....32
Tablo 36.	Parametrelere ilişkin korelasyon matrisi .....33

## SEMBOLLER DİZİNİ

AKM	: Askıda katı madde
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
T1	: Belediye asfalt tesisi
T2	: Karayolları asfalt tesisi
T3	: Bülbüloğlu hazır beton tesisi
T4	: Ünye hazır beton tesisi
T5	: Kastaş hazır beton tesisi
D1	: Fatih sanayi sitesi mevki deresi
D2	: Maçka tüneli girişı mevki deresi
D3	: Hamsiköy deresi
$\bar{X}$	: Ortalama
SX	: Standart sapma
HG	: Homojen gruplar

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Çevre kirlenmesi günümüzün en önemli problemleri arasında yer almaktadır. İnsanların çok üretme ve doğal kaynaklardan en üst düzeyde yararlanma istekleri, çevre olgusunun önemini daha da artırmıştır. Günümüzde sürdürülebilir kalkınma planlarının yapılmasında, çevre faktörü mutlaka dikkate alınmakta ve planlamalar buna göre yapılmaktadır.

Çeşitli üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu ortaya çıkan kirleticiler toprağa, havaya ve suya bulaşarak kirlenmeye neden olurlar. Ancak havaya ve toprağa bulaşan kirleticiler de zamanla çeşitli yollarla su kaynaklarına ulaşmaktadır. Değişik faaliyetler sonunda oluşan farklı özellikteki atıkların su kaynaklarına doğrudan yada dolaylı olarak boşaltılması, suların çeşitli amaçlar için kullanılması ve bu kaynaklar üzerinde yapılan aktiviteler kirlenmeye neden olmaktadır. Suların kirlenmesine neden olan bazı kirleticiler, oksidasyona uğrayarak zararsız hale gelirken, bazıları ise dayanıklı kirleticiler olduklarından uzun süre su ortamında kalmaktadır. Su kaynaklarının kirlenmesi, bunların çeşitli amaçlar için kullanımını sınırlamakta veya tamamen ortadan kaldırmaktadır (1, 2).

Türkiye’de endüstriyel ve evsel atık suların çoğunlukla herhangi bir işleme tabi tutulmadan su kaynaklarına boşaltılması, yoğun bir endüstrileşme olmamasına rağmen önemli sorunların doğmasına neden olmuştur. Buna ilaveten plansız şehirleşme ve yapılaşmalar, altyapı tesislerinin çok yetersiz oluşu su kaynaklarındaki kirlenmeyi daha da artırmıştır. Bu nedenle iç su kaynaklarımızın büyük bir kısmı kullanılamaz hale gelmiş, denizlerimizde de yadsınamayacak ekolojik sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Kirlenmenin kontrol altına alınabilmesi ancak kirletici kaynakların tespiti ve gerekli tedbirlerin yerinde ve zamanında alınması ile mümkün olmaktadır.

Trabzon ve yöresinde çok sayıda akarsu bulunmaktadır. Yörede yoğun yerleşime daha çok kıyı bölgelerinde ve akarsu vadilerinde rastlanmaktadır. Yerleşimin bu şekilde olması birçok akarsuyun evsel atıklarla kirlenmesine neden olmaktadır. Ayrıca bölgede arazilerin eğimli ve yağışın bol olması, erezyona sebep olmakta ve akarsularda sık sık

bulanıklılık meydana gelmektedir. Tarım alanında kullanılan gübre ve zirai mücadele ilaçları da zamanla çeşitli yollarla akarsulara ulaşmaktadır. Trabzon ilinin güney doğusundan başlayıp kuzeyinden Karadeniz'e boşalan Değirmendere evsel, tarımsal ve endüstriyel atıklardan yoğun şekilde etkilenmektedir. Trabzon şehrinin içme suyunun sağlandığı Değirmendere'nin bu şekilde kirletilmesi hem suyun kullanımı bakımından önemli problemler yaratmakta, hem de ekolojik problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Trabzon ilinin önemli akarsularından biri olan Değirmendere deresinde kirlenmenin kontrol altına alınması gerekmektedir.

Bu çalışma ile, Değirmendere havzasında bulunan bazı tesislerin atıksularının dereye olan etkileri araştırılmış ve dere suyunda bu kirleticilerin düzey ve dağılımlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **1.2. Çalışmada Ölçülen Parametrelerin Özellikleri**

### **1.2.1. Su Sıcaklığı**

Sıcaklığın; su ortamında yaşayan bitki ve hayvansal canlılar üzerinde önemli etkisi vardır. Biyolojik olaylar ılık sulara hızlanırken, düşük su sıcaklığında yavaşlar. Suda meydana gelen ani sıcaklık değişimleri ortamda yaşayan organizmalar üzerinde olumsuz etki yapar. Su ortamında yaşayan mikro ve bazı makro yapıdaki organizmalar kendi vücut sıcaklıklarını ayarlama yeteneğine sahip değildirler. Vücut sıcaklıkları çevre sıcaklığına göre değişim gösterir. Bu nedenle su sıcaklığı balıkların biyolojik aktivitesini etkileyen önemli bir faktördür (3, 4).

Sıcaklık su ortamında bulunan mikroorganizmaların metabolik faaliyetine etki ettiği gibi, aynı zamanda gaz transferi hızı ve çökeltme karakteristikleri gibi özellikler üzerinde de büyük bir etkiye sahiptir (5).

### **1.2.2. pH Değeri**

Su kirlenmesinin önemli kriterlerinden birisi de pH değeridir. Atık suların arıtılmasında pH değeri çok iyi bilinmeli ve kimyasal dengeyi sağlamak üzere kontrol edilmelidir. Doğal suların pH dereceleri 4 – 9 arasında değişmektedir. PH değeri 4,5 'un altında ise mineral asidite, pH değeri 4.5'un üzerinde ise suda CO<sub>2</sub> asiditesi etkindir. Karbondioksit, aynı zamanda sulara organik maddenin biyolojik oksidasyonu, özellikle kirlenmiş sulara bakteriler tarafından da oluşturulabilir. Sudaki karbondioksit,

karbonik asit ( $H_2CO_3$ ), bikarbonat ( $HCO_3^-$ ) ve karbonat ( $CO_3^{2-}$ ) iyonları bir denge halinde bulunur. Bu denge suyun pH değerini belirler ve etkiler. Dengenin karbondioksit ve karbonik aside doğru kayması halinde pH düşer, karbonat iyonuna doğru kayması halinde pH artar. pH 'nın düşük veya yüksek olması su canlıları üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etki yapmaktadır. Düşük veya yüksek pH değerleri balıkların derilerini tahriş eder, mantar ve bakterilerin balık dokularına kolayca yerleşmesine neden olur (6, 7).

Sularda bulunan bazı maddelerin zehirlilik etkisi pH' ya göre azalır ve artar. pH düştükçe sülfürlerin ve siyanürlerin, yükseldikçe amonyağın toksik etkileri artmaktadır (8).

### **1.2.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)**

Atık suların, kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biri de Kimyasal Oksijen İhtiyacıdır. Organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değil, redox reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır. Bu parametre ile atık suların bünyesindeki organik maddelerin kimyasal oksidasyonları için gerekli oksijen miktarı cinsinden belirlenir (9,10 ).

### **1.2.4. Sülfat**

Sülfat, doğal sularda genellikle kalsiyumsülfat, potasyumsülfat, sodyumsülfat ve alüminyumsülfat olarak bulunur. Sülfatın su ortamında belirli bir miktarda bulunması fitoplankton gelişmesi için gereklidir. Fakat yüksek oranda sülfat miktarları özellikle düşük pH derecelerinde plankton gelişmesini önlediği ve balıklara öldürücü etki yaptığı bilinmektedir. Ayrıca suda sülfat konsantrasyonunun yüksek olması dağıtma sisteminde bilhassa düşük alkalite olduğu zaman, metallerin korozyonuna sebep olur (10).

### **1.2.5. Askıda Katı Madde (AKM)**

Yüksek konsantrasyonlarda katı madde içeren kirlenmiş sular, alıcı ortamlarda olumsuz etki yaparlar. Bu nedenle arıtma tesisi çıkışında katı madde konsantrasyonunun belirli bir değeri aşmaması gerekir. Çünkü atık suların içerdiği askıdaki katı maddeler, bu suların deşarj edildiği alıcı ortamlarda birikintilere ve dip çamuru oluşumuna neden olurlar. Dip çamuru oluşumu su ortamında yaşayan canlıların yaşamını engeller. Askıdaki katı maddeler organik kökenli iseler, oluşan dip çamuru zamanla anaerobik

ayrışmaya uğrar ve su ortamında çözünmüş organik madde için belirtilen olumsuz koşullar bu kez tabanda oluşur. Aşırı miktarda askıda katı madde içeren atık suların alıcı sulara verildiği, kanalizasyon çıkış ağzları çevresinde su yüzeyine kadar yükselen ve estetik olmayan görüntüler meydana gelir (11, 12).

Askıda katı maddeler sulardaki bulanıklığı artırır ve ışık geçirgenliğini azaltır. Bunun sonucunda sağlıklı bir ekosistem için gerekli olan fotosentez dengeleri bozulur. Alıcı su ortamlarına evsel ve endüstriyel atık suların getirdiği askıda katı maddelerin yanı sıra orman ve meraların tahribi sonucu yamaç alanlarında tarım yapabilmek için orman ve mera alanlarının açılması, hayvan otlatılması, sanayi ve yerleşim için yer seçimi gibi etkiler doğal toprak örtüsünün yok olması ve büyük boyutlara varan erozyona yol açmaktadır. Bunun sonucu olarak verimli toprakların üst katmanları su ortamlarına taşınarak askıda katı madde varlığı ile karşımıza çıkmaktadırlar (13).

#### **1.2.6. Yağ ve Gres**

Evsel ve endüstriyel atıkların pek çoğu gres ( katı madeni yağ ) içerir. Bu tip maddelerin toplanması ve arıtılması oldukça önemlidir. Gres, sudaki çözünürlüğü az oluşu ve sıvı fazda ayrılma eğilimi göstermesi nedeni ile özel bir önem arz eder. Gresin bu özelliği, flotasyon işlemleri ile kolaylıkla ayrılmasında bir avantaj sağlar. Gelişmiş ülkelerde bütün yağ ve gres atığı üreten endüstrilerde ön arıtma işlemlerinin uygulanması zorunluluğu getirilmiştir (13).

#### **1.2.7. Krom**

Metaller doğal ve yapay yollarla çevreye bulaşarak kirliliğe neden olurlar Krom ve benzeri metaller dayanıklı kirletici grubunda olup, bunların birikimi sonucu besin zincirinin değişik kademelerinde konsantrasyonları zamanla artmaktadır. Bu tür maddelerin canlıların bünyelerinde birikmeleri önemli problemlere sebebiyet vermektedir (11).

Krom, katalizör üretimi ve kullanımı, kromoksit, kaplama ve krom tuzları sanayinde kullanılır. Kromik kirlenmenin çoğu, sularda toplanır. Bu toplanma sularda çözünme şeklinde olabileceği gibi çözünmeden suların dip kısımlarında katı olarak toplanma şeklinde de olabilir. Bu şekilde bir kirlenme endüstriyel kirlenme ve zirai atıklardan ileri geldiği gibi herhangi bir yolla atmosfere verilen kromik maddelerden de

gelebilir. Krom kirlenmesinde de krom bileşikleri kimyasal ve biyolojik yolla parçalanmazlar ancak başka bir bileşiğe dönüşebilirler. Dönüşme ne olursa olsun  $Cr^{+6}$  iyonu su içinde kaybolmaz (14, 15).

### **1.2.8. Zehirlilik Seyreltme Faktörü**

Zehirlilik seyreltme faktörü, alıcı ortamlarda atık suların oluşturduğu zehirlilik derecesini belirlemede kullanılan bir birimi ifade eder (16).

### **1.2.9. Önceki Yapılan Çalışmalar**

Trabzon il sınırları içerisinde yer alan Değirmendere üzerinde yapılan çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır.

Tuncel ve arkadaşları (1993) yaptıkları çalışmalarda Değirmendere'de; kimyasal oksijen ihtiyacını 200 mg/L, biyolojik oksijen ihtiyacını 40 mg/L, askıda katı madde miktarını 39.00 mg/L, bulanıklılığı ise 39 NTU olarak saptamışlardır (17).

Boran ve Karaçam (1996), Değirmendere'de kirletici akıların mevsimsel değişiklikleri ile ilgili yaptıkları bir çalışmada; sonbaharda sıcaklık, oksijen, deterjan ve bakır değerlerini sırasıyla 14.60 °C, 8.10 mg/L, 0.32 mg/L, 5.10 mg/L olarak belirlemişlerdir. Kış aylarında ise bu parametreleri sırasıyla 7.80 °C, 10.90 mg/L, 0.33 mg/L ve 5.00 mg/L olarak saptamışlardır. Dere suyundaki sıcaklık değerlerinin mevsimsel olarak değiştiğini ve özellikle ilkbaharda eriyen karların akarsudaki su sıcaklığının düşmesine neden olduğunu belirtmişlerdir (18).

Tüfekçi (1994), Değirmendere havzası çevre sorunları üzerine yaptığı çalışmada endüstriyel kuruluşların ve tarımsal alanda kullanılan zirai ilaçların ortama vermiş olduğu zararları belirlemiştir. Aynı çalışmada, Değirmendere havzasının Hacımehmet mevkiinde bulunan belediyeye ait asfalt üretim tesisi, iki adet hazır beton ünitesi ile Çağlayan bölgesindeki asfalt üretim tesisinin atıklarını direkt olarak Değirmendere'ye boşalttığı ifade edilmiştir (19).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

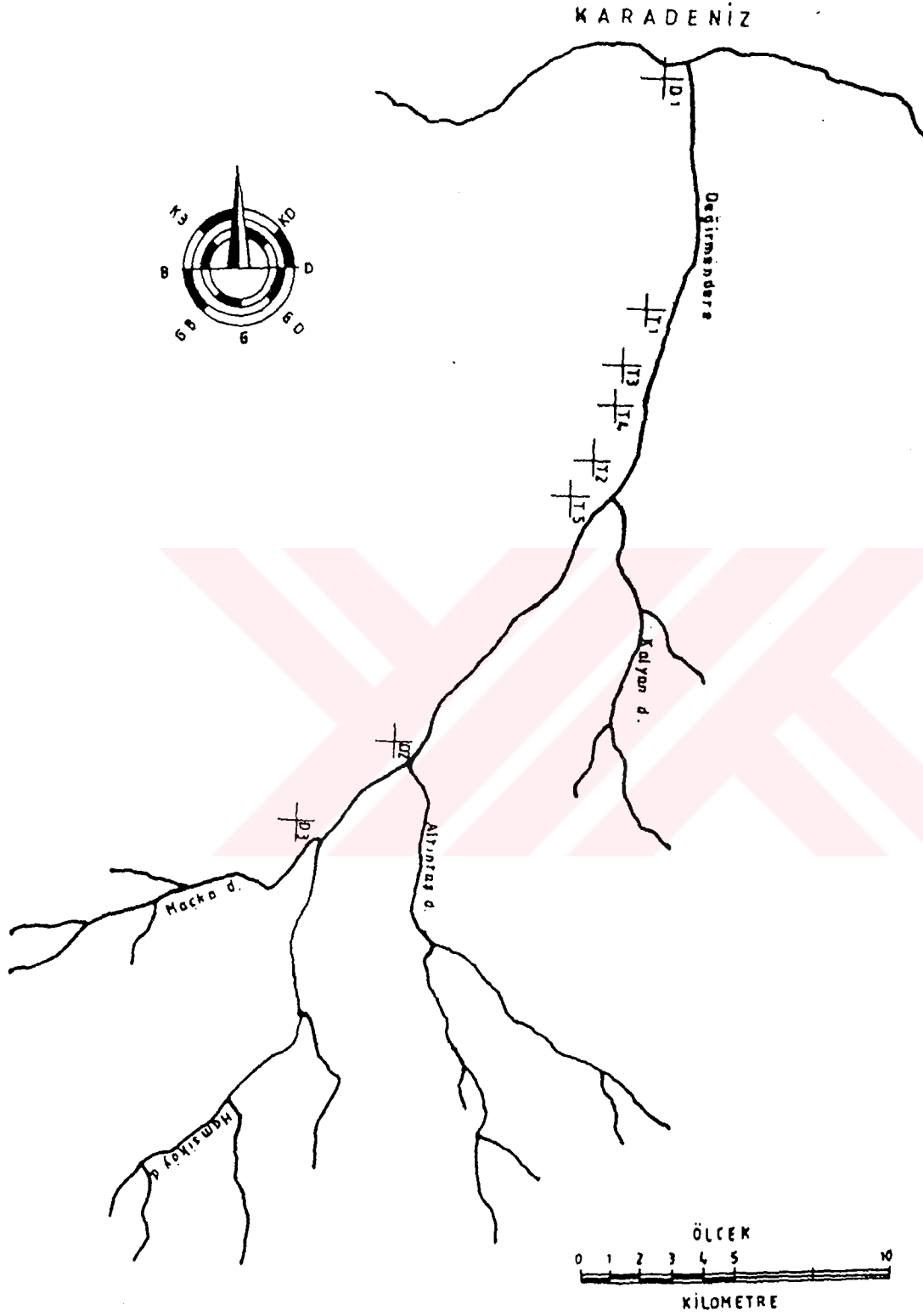
### 2.1. Araştırma Planı

Eylül 1998 – Şubat 1999 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada, Değirmendere deresi üzerinde üç istasyon ve dere havzasında bulunan beş işletmeden alınan örnekler laboratuara getirilerek analiz edilmiştir. Örneklemeler aylık periyotlarla yapılmıştır. Parametrelerden pH ve sıcaklık değerleri yerinde ölçülmüştür. Zehirlilik seyreltme faktörü deneyinde Lebistes Genusuma (*Poecilia reticulata*) balıkları kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen ölçüm değerleri tablolar ve grafikler şeklinde verilmiştir.

### 2.2. İstasyonların Belirlenmesi

Çalışma amacına uygun olarak 2 farklı grup istasyon belirlenmiştir. İlk grupta dereden su örnekleri alınması amacıyla farklı üç istasyon belirlenmiştir. Dere üzerindeki istasyonlar belirlenirken havzadaki yerleşim bölgeleri ve sanayi kuruluşlarının durumu göz önünde bulundurulmuştur. İkinci grup olan yöredeki bazı işletmelerin atık sularının Değirmendere'ye olan etkilerinin araştırılması amacıyla farklı üretimleri olan 5 işletmeden atıksu örnekleri alınmıştır. Dereden seçilen istasyonlarda ilk istasyon dere deniz karışım noktasında, diğer istasyonlarsa tesisler başlamadan önceki noktalarda belirlenmiştir. İstasyonların konumları Şekil 1'de gösterilmiştir.





Şekil 1. Değirmendere havzasında belirlenen istasyonlar

### 2.3. Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık, ORION RESEARCH MODEL SA230 marka su analiz seti kullanılarak elektrometrik yöntem ile (°C ) cinsinden yerinde ölçülmüştür (20).

### 2.4. pH Ölçümü

Belirlenen istasyonlardan alınan su ve atık suların pH'sı YSI MODEL 51 B marka pH metre ile yerinde ölçülmüştür. Ölçüm yapılmadan önce pH metre, pH'sı 4.0 ve 9.0 olan tampon çözeltiler ile kalibre edilmiştir (21, 22).

### 2.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Ölçümü

Kimyasal oksijen ihtiyacı volümetrik yöntem kullanılarak tayin edildi. Bu amaçla, 50 ml örnek alınarak şilifli erlenmayer içerisine konuldu. Örnek üzerine 1 gr civasülfat, 80 ml gümüşsülfat ihtiva eden konsantré sülfirikasid ilave edildi. Birkaç tane kaynama taşı konulup erlenmayer geri soğutucuya bağlandı ve 2 saat süre ile kaynatıldı. Örnek soğutulup üzerine 80 ml saf su ilave edildi ve 1-2 damla ferroin çözeltisi damlatılarak 0.025 mol/L amonyumdemir (II) sülfat çözeltisiyle renk mavi yeşilden – kırmızıya dönüşünceye kadar titre edildi. Aynı şekilde 50 ml saf su alınarak bir kör deneme yapıldı. (23).

$$KOİ(mg/L) = \frac{(Kör Sarfiyatı (ml) - Örnek Sarfiyatı (ml)) \times Molarite \times 8000}{Örnek Miktarı (ml)}$$

### 2.6. Sülfat Tayini

Sülfat tayini HACH DR/2000 Marka Spektrofotometre ile yapıldı. Bu amaçla 25ml örnek alındı ve bu örneğe Sülfaver – 4 kiti ilave edilerek 450 nm. dalga boyundaki konsantrasyonu köre karşı direkt olarak mg/L cinsinden okundu (20).

### 2.7. Askıda Katı Madde Ölçümü

Askıda katı madde miktarı 25 ml örnek alınarak 810 nm dalga boyunda HACH DR/2000 Marka Spektrofotometre ile köre karşı okuma yapılarak mg/L cinsinden belirlendi. Kör olarak 25ml safsu kullanıldı (23).

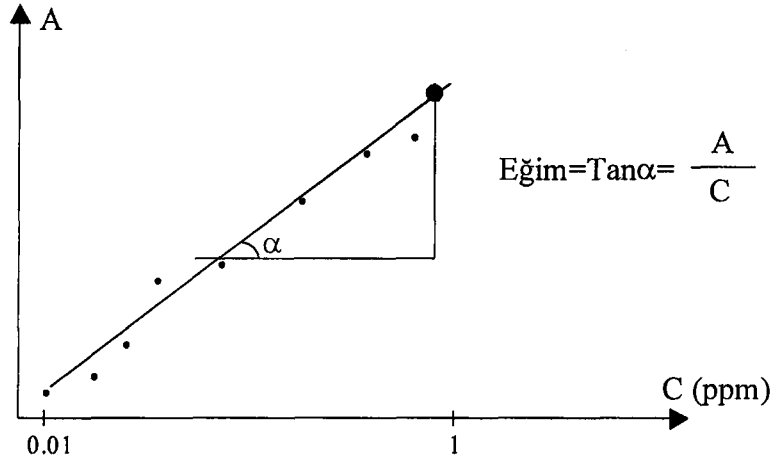
## 2.8. Yağ ve Gres Tayini

Yağ ve gres tayini, bu maddelerin bir organik çözücü ile ekstrakte edilmesi yöntemiyle yapıldı. Bunun için 500 ml örnek bir behere alındı. 50 ml kalıncaya kadar buharlaştırıldı. Beherin kenarında kalan parçacıklar bir baget yardımı ile behere içine indirildi. 2-3 damla metiloranj damlatılan örneğe renk pembeleşinceye kadar 1 N HCl ilave edildi. Behere 150 ml n-hekzan konularak baget ile iyice karıştırıldı. Karışım, ayırma hunisine alınarak uzun süre çalkalandıktan sonra bekletilerek fazların ayrılması sağlandı. Fazlar tamamen ayrıldıktan sonra alttaki faz alınarak atıldı ve üstte kalan n-hekzan fazı süzgeç kağıdı ile süzülerek daha önce kurutulmuş ve tartılmış olan soxhlet balonuna alındı. Balon soxhlet cihazına bağlandı ve ısıtılarak yağ ve gres ile n-hekzanın ayrılması sağlandı. Daha sonra içerisinde sadece yağ ve gres kalan balon 105 °C'de 3 - 4 saat süreyle kurutulduktan sonra desikatörde soğutuldu ve tartıldı. Örnekteki yağ ve gres miktarı aşağıdaki formül kullanılarak belirlendi (23).

$$\text{Yağ ve Gres (mg/L)} = \frac{(\text{Balonun Son Tartısı (g)} - \text{Balonun İlk Tartısı (g)})}{\text{Örnek Miktarı (ml)}}$$

## 2.9. Krom Tayini

Krom tayini SHMADZU UV/120 marka spektrofotometre kullanılarak yapıldı. Bu amaçla 500 ml örnek alındı ve balonjoje içerisine konuldu. Daha önce hazırlanan tampon çözeltiden 5 ml örnek üzerine ilave edilerek pH değeri ölçüldü. Daha sonra örneğe 2 'şer ml sodyumsülfat ve alüminyumsülfat çözeltileri ilave edildi. Diğer taraftan krom standart çözeltisi kullanılarak 0.01 – 1 ppm arasında çeşitli kalibrasyon çözeltileri hazırlandı. Her bir kalibrasyon çözeltisinden 10 ml alınarak, buna 2 ml o-fosforikasid ve 2 ml difenilkarbazit çözeltileri katıldı ve üzeri saf su ile 50 ml'ye tamamlandı. Daha önce hazırlanmış su numunelerinden 10 ml alındı ve standartlarda olduğu gibi aynı işlemler uygulandı. Önce kalibrasyon çözeltilerinin absorpsanları saf suya (kör) karşılık 550 nm dalga boyunda ölçüldü. Daha sonra örneklerin absorpsanları köre karşı okundu. Absorpsanları okunan ve konsantrasyonları belli olan kalibrasyon çözeltileri yardımı ile grafik çizildi. Bu grafikte elde edilen doğrunun eğimi hesaplandı. Örneklerin krom konsantrasyonu aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı (23).



$$C = \frac{A}{\epsilon \cdot L} \text{ formülü ile hesaplandı.}$$

Bu formülde;

$\epsilon$  : Eğim

L: Küvetin kalınlığı (1 cm)

A: Absorbans

C: Krom (+6) konsantrasyonunu ifade eder.

## 2.10. Zehirlilik Seyreltme Faktörü Ölçümü

Atık su, tesis çıkışından alındıktan sonra hemen laboratuara getirildi ve deney için hazırlandı. Havalandırma ve ısıtıcı düzeneği kurulu temiz akvaryum içerisine 1/1 oranında seyreltme için 2.5 lt atık su ve 2.5 lt temiz su konuldu. Su sıcaklığının 24 – 26 °C arasında sabit tutulması sağlandı. Sağlıklı ve en az 24 saat önceden aç bırakılan lebistes balıklarından 5 adet analiz akvaryumuna yerleştirildi. Ayrıca 5 lt temiz su alınarak aynı koşullarda bir kontrol sistemi oluşturuldu. 48 saat sonunda eğer ölüm yoksa; sonuç olarak balık ölümüne rastlanmamıştır şeklinde değerlendirildi. 1:1 oranındaki seyreltmelerde balık ölümü olması durumunda 1:2 , 1:3 , 1:4 ..... gibi seyreltmeler yapılarak balık ölümünün olmadığı değerler belirlenmeye çalışıldı (16).

## 2.11. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiki analizleri bilgisayar ortamında SPSS adlı paket program yardımıyla yapılmıştır (24).

### 3. BULGULAR

Eylül 1998 – Şubat 1999 tarihleri arasında Trabzon il sınırları içinde bulunan Değirmendere deresi üzerinde belirlenen üç istasyondan ve dere havzasında dereye atık suyunu bırakan beş işletmeden aylık periyotlarla örnekler alınarak, sıcaklık, pH ölçümleri, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), sülfat ( $SO_4^{-2}$ ), askıda katı madde (AKM), yağ ve gres, zehirlilik seyreltme faktörü (ZSF), krom ( $Cr^{+6}$ ) tayinleri yapılmıştır. Bulunan değerler tablo ve grafiklerde verilmiştir.

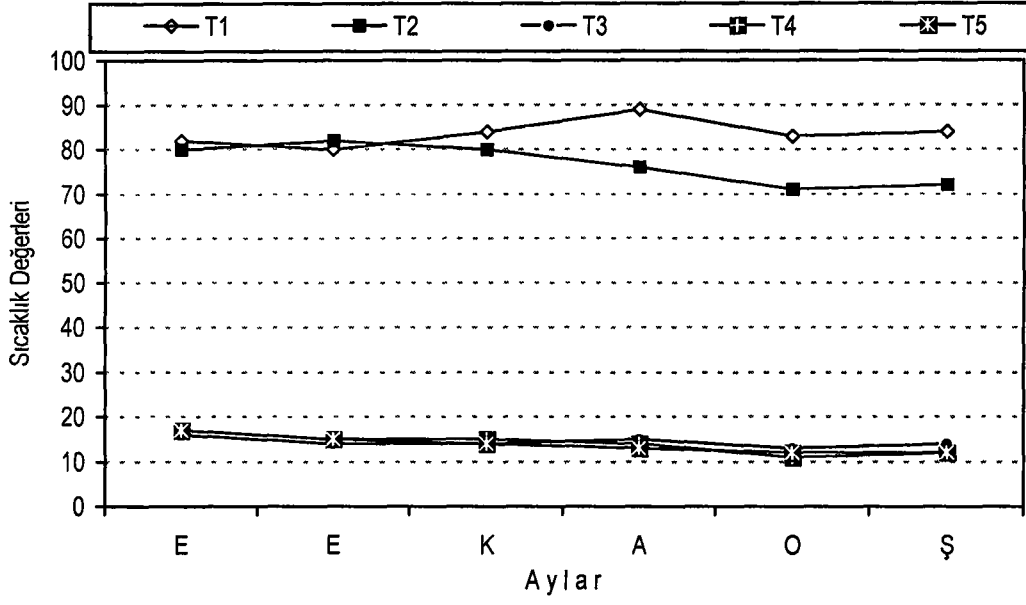
#### 3.1. Sıcaklık ( $^{\circ}C$ ) Değerleri

Değirmendere havzasındaki bazı işletmelerden alınan atık sular ve dereye belirlenen üç istasyonda ölçülen sıcaklık değerlerinin aylara göre değişimi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. İstasyonlara ait aylık sıcaklık ölçüm değerleri ( $^{\circ}C$ )

Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	82	80	16	17	17	14	11	12
Ekim 1998	80	82	14	15	15	15	12	11
Kasım 1998	84	80	14	15	14	9	7	7
Aralık 1998	89	76	15	14	13	7	7	7
Ocak 1999	83	71	13	11	12	7	3	3
Şubat 1999	84	72	14	12	12	7	2	2

İşletmelerde atık suların sıcaklık değerlerinin aylara göre değişiminin istatistiksel olarak farklılık göstermediği belirlenmiştir. Dere sularında ortalama sıcaklık değerlerinin ise farklılık gösterdiği saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Dere üzerindeki D2 ve D3 istasyonlarında ölçülen sıcaklık değerlerinin düşük ve D1 istasyonunda ise yüksek olduğu belirlenmiştir. Asfalt üreten tesislerin atık su sıcaklıklarının hazır beton tesislerine oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 2, 3).



Şekil 2. Tesis atık sularında ölçülen sıcaklık değerleri ( $^{\circ}\text{C}$ )



Şekil 3. Dere sularında ölçülen sıcaklık değerleri ( $^{\circ}\text{C}$ )

Sıcaklık değerlerinin işletmeler açısından karşılaştırılmasında; ölçülen ortalama sıcaklık değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermektedir ( $p < 0.001$ ). En yüksek ortalama sıcaklık değeri T1'de  $83.7^{\circ}\text{C}$ , en düşük ortalama sıcaklık değeri ise T5'de  $13.8^{\circ}\text{C}$  olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sıcaklık değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması ( $^{\circ}\text{C}$ )

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T5	13.8	1.94	*
T4	14.0	2.19	*
T3	14.3	1.03	*
T2	76.8	4.76	*
T1	83.7	3.01	*
Genel	40.5	33.16	

Dere istasyonlarında yapılan ölçümlerde ise ortalama sıcaklık değerlerinin istatistiksel olarak farklılık gösterdiği saptanmıştır ( $p < 0.05$ ). D2 ve D3 'de ölçülen ortalama sıcaklık değerlerinin ( $7.0 - 7.0^{\circ}\text{C}$ ) D1 'e oranla ( $9.8^{\circ}\text{C}$ ) daha düşük olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Sıcaklık değerlerinin dere istasyonlarına göre karşılaştırılması ( $^{\circ}\text{C}$ )

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D2	7.0	4.05	*
D3	7.0	4.05	*
D1	9.8	3.71	*
Genel	7.9	3.95	

İşletmelerde ölçülen ortalama sıcaklık değerleri aylara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemektedir (Tablo 4).

Dere sularında ise; aylara göre ortalama sıcaklık değerleri istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ( $p < 0.05$ ). En düşük ortalama sıcaklık değeri Şubat ayında  $3.7^{\circ}\text{C}$  olarak belirlenirken, en yüksek ortalama sıcaklık Ekim' de  $12.7^{\circ}\text{C}$  olarak saptanmıştır (Tablo 5).

Tablo 4. İşletmelerin atık sularında ölçülen sıcaklık değerlerinin aylara göre karşılaştırılması ( $^{\circ}\text{C}$ )

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	42.4	35.25	*
Ekim 1998	41.2	36.34	*
Kasım 1998	41.4	34.09	*
Aralık 1998	41.4	37.81	*
Ocak 1999	38.0	35.86	*
Şubat 1999	38.8	36.04	*
Genel	40.5	33.16	

Tablo 5. Dere suyu sıcaklık değerlerinin aylara göre karşılaştırılması ( $^{\circ}\text{C}$ )

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Şubat 1999	3.7	2.89	*
Ocak 1999	4.3	2.31	*
Aralık 1998	7.0	0.00	*
Kasım 1998	7.7	1.15	*
Eylül 1998	12.3	1.53	*
Ekim 1998	12.7	2.08	*
Genel	8.0	3.95	

### 3.2. pH Değeri

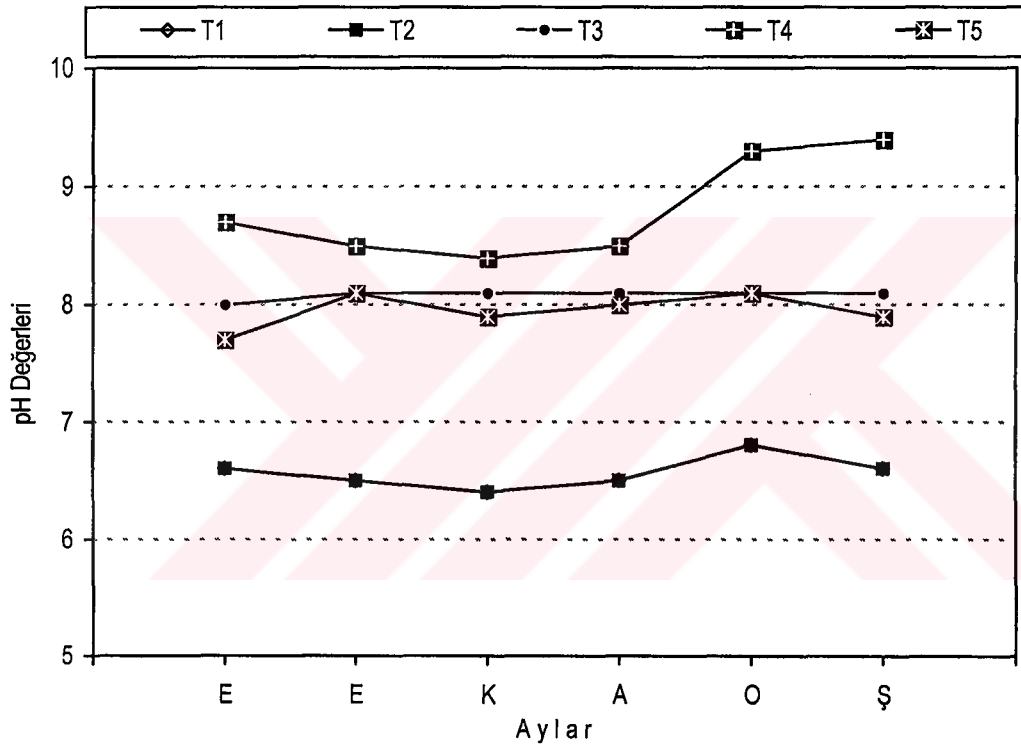
Çalışma süresince istasyonlardan alınan su örneklerinde ölçülen pH değerlerinin aylara göre dağılımı Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. İstasyonlara ait aylık pH ölçüm değerleri.

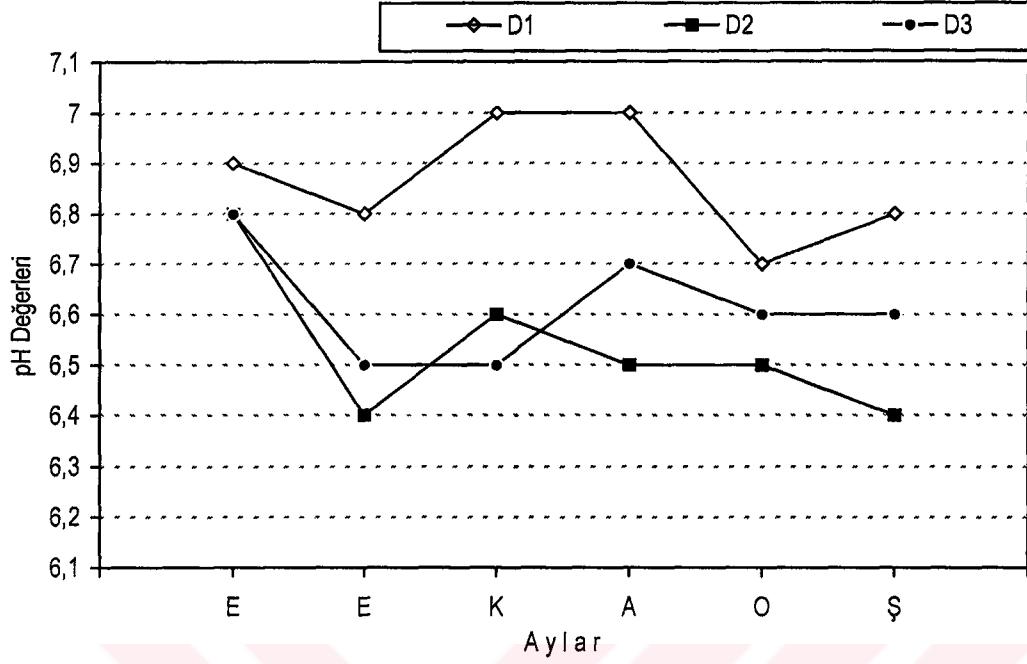
Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	6.5	6.6	8.0	8.7	7.7	6.9	6.8	6.8
Ekim 1998	6.4	6.5	8.1	8.5	8.1	6.8	6.4	6.5
Kasım 1998	6.4	6.4	8.1	8.4	7.9	7.0	6.6	6.5
Aralık 1998	6.4	6.5	8.1	8.5	8.0	7.0	6.5	6.7
Ocak 1999	6.6	6.8	8.1	9.3	8.1	6.7	6.5	6.6
Şubat 1999	6.5	6.6	8.1	9.4	7.9	6.8	6.4	6.6



Farklı istasyonlardan alınan su örneklerinde yapılan ölçümlerde pH değerlerinin 6 aylık dağılımı incelendiğinde tesis atık sularında ve dere sularında pH değerlerinin belirgin bir yükseliş göstermediği, bununla birlikte Kasım – Aralık 98 aylarında pH değerlerinin daha yüksek olduğu, Ekim 98 – Şubat 99 aylarında ise daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ölçülen bu pH değerlerinin dere suyu ve tesis atık suyu ayırmadan değerlendirildiğinde ise en düşük pH değerinin 6.4 ve en yüksek pH değerinin de 9.4 olduğu görülmektedir (Şekil 4 , 5 ).



Şekil 4. Tesis atık sularında ölçülen pH değerleri



Şekil 5. Dere sularında ölçülen pH değerleri

pH değerlerinin işletmelere göre değişimi istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermektedir ( $p < 0.001$ ). En yüksek ortalama pH değeri T4'de 8.8 olarak belirlenirken, en düşük pH değeri T1'de 6.5 olarak tespit edilmiştir (Tablo 7).

Değirmendere'de farklı üç istasyondan alınan su örneklerinin pH değerleri arasındaki farkın önemli olduğu ( $p < 0.001$ ) saptanmıştır. En düşük değer D2 istasyonunda ölçülürken, en yüksek değer D1 istasyonunda belirlenmiştir (Tablo 8).

Tablo 7. pH değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T1	6.5	0.08	*
T2	6.6	0.14	*
T5	8.0	0.15	*
T3	8.1	0.05	*
T4	8.8	0.44	*

Tablo 8. Dere suyunda ölçülen pH değerlerinin istasyonlara göre karşılaştırılması

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D2	6.5	0.15	*
D3	6.6	0.12	*
D1	6.9	0.12	*
Genel	6.7	6.40	

İşletmelerden alınan su örneklerinde ortalama pH değerlerinin aylara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği saptanmıştır (Tablo 9).

Dere sularında ise ortalama pH değerleri istatistiksel olarak aylar itibariyle anlamlı farklılık göstermemektedir (Tablo 10).

Tablo 9. İşletmelerde ölçülen pH değerlerinin aylara göre karşılaştırılması

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Şubat 1999	7.0	1.20	*
Kasım 1998	7.4	0.97	*
Eylül 1998	7.5	0.94	*
Ekim 1998	7.5	0.99	*
Aralık 1998	7.8	0.98	*
Ocak 1999	7.8	1.10	*
Genel	7.6	0.95	

Tablo 10. Dere suyunda ölçülen pH değerlerinin aylara göre karşılaştırılması

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	6.8	0.06	*
Ekim 1998	6.6	0.21	*
Kasım 1998	6.7	0.26	*
Aralık 1998	6.7	0.25	*
Ocak 1999	6.6	0.10	*
Şubat 1999	6.6	0.20	*
Genel	6.7	0.19	

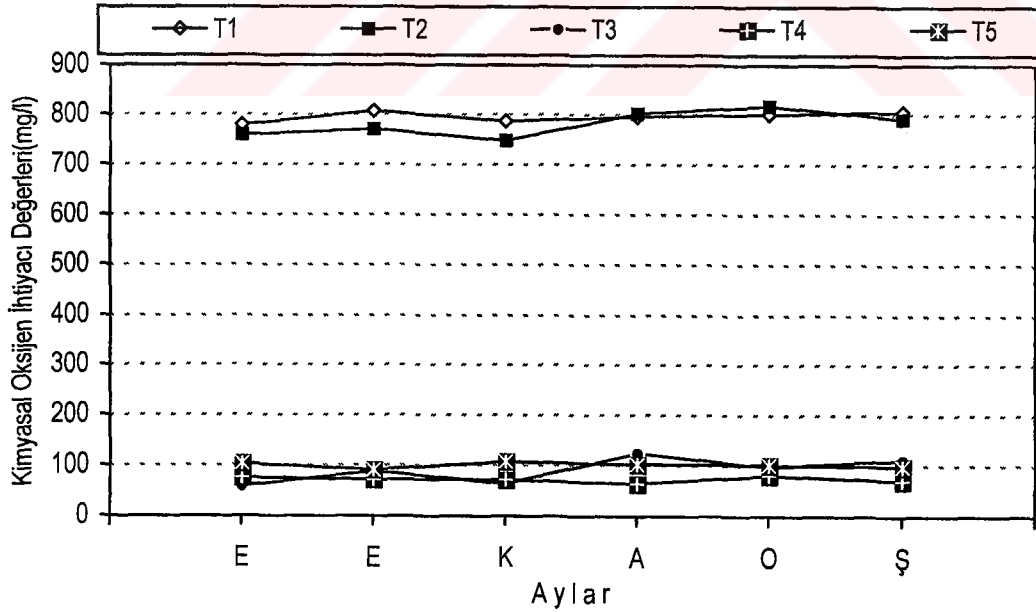
### 3.3. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Değerleri

Araştırma süresince istasyonlarda ölçülen KOİ değerlerinin aylara göre değişimi Tablo 11'de verilmiştir.

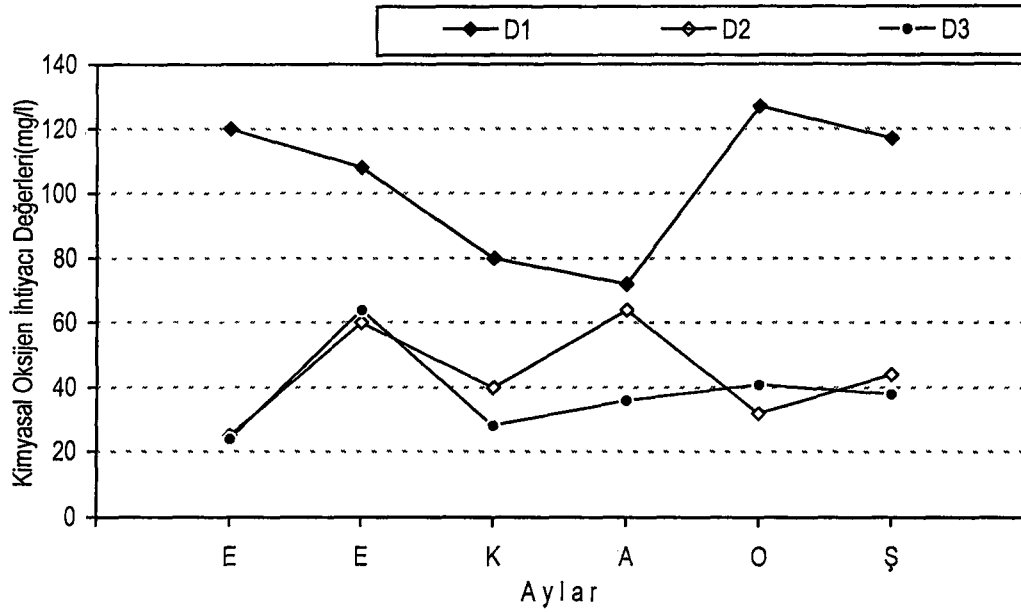
Tablo 11. İstasyonlara ait aylık kimyasal oksijen ihtiyacı ölçüm değerleri (mg/L)

Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	780	760	60	76	104	120	25	24
Ekim 1998	808	771	88	72	91	108	60	64
Kasım 1998	788	748	64	72	107	80	40	28
Aralık 1998	796	803	124	64	103	72	64	36
Ocak 1999	801	818	97	81	101	127	32	41
Şubat 1999	807	792	111	71	98	117	44	38

Yapılan laboratuvar çalışmaları sırasında tesis atık sularında en yüksek KOİ değeri Ocak 1999'da, en düşük değer ise Kasım 1998'de belirlenmiştir (Şekil 6). Dere sularında yapılan ölçümler sonucunda ise Kasım 1998'de en düşük, Ekim 1998'de en yüksek KOİ değerleri tespit edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 6. Tesis atık sularında ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/L)



Şekil 7. Dere sularından ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) değerleri (mg/L)

Ortalama KOİ değerlerinin tesislere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ). En yüksek ortalama KOİ değeri T1'de 796.7 mg/L olarak belirlenirken, en düşük ortalama KOİ değeri T4'de 72.7 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 12).

Tablo 12. Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T4	72.7	25.39	*
T3	90.7	5.65	* *
T5	100.7	5.61	*
T2	782.0	26.83	*
T1	796.7	11.02	*
Genel	368.5	350.00	

Deredeki istasyonlar arasında yapılan karşılaştırmalarda ise, ortalama KOİ değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ). En yüksek ortalama KOİ değeri D1'de 104.0 mg/L belirlenirken, en düşük ortalama KOİ değeri D3'de 38.5 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 13).

Tablo 13. Kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin dere suyu istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D3	38.5	14.03	*
D2	44.2	15.34	*
D1	104.0	22.67	*
Genel	62.2	34.76	

İşletmelerden alınan atık suların ortalama KOİ değerleri arasında aylar itibariyle istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir (Tablo 14).

Tablo 14. İşletmelerde ölçülen kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	356.0	378.32	*
Ekim 1998	366.0	386.89	*
Kasım 1998	355.8	376.90	*
Aralık 1998	378.0	385.35	*
Ocak 1999	379.6	392.56	*
Şubat 1999	375.8	387.09	*
Genel	369.6	350.00	

Dere sularında ölçülen ortalama KOİ değerleri arasında da aylar itibariyle istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı saptanmıştır (Tablo 15).

Tablo 15. Dere suyu kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	56.3	55.14	*
Ekim 1998	77.3	26.63	*
Kasım 1998	49.3	27.23	*
Aralık 1998	57.3	18.90	*
Ocak 1999	66.7	52.44	*
Şubat 1999	66.3	43.98	*
Genel	62.2	34.76	

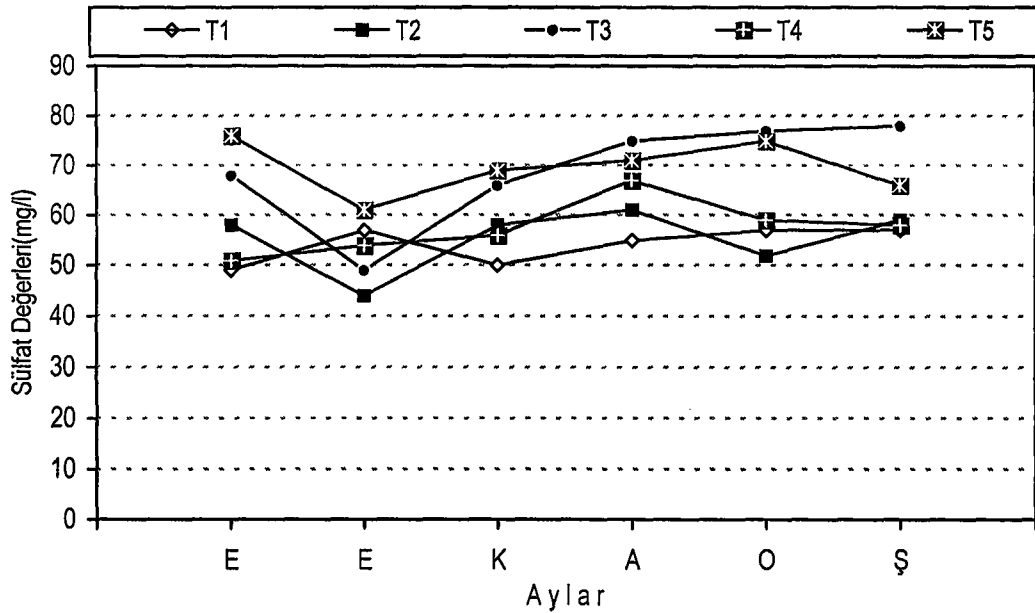
### 3.4. Sülfat Değerleri

Çalışma süresince istasyonlardan alınan su örneklerinde ölçülen sülfat değerlerinin aylara göre dağılımı Tablo 16'da verilmiştir.

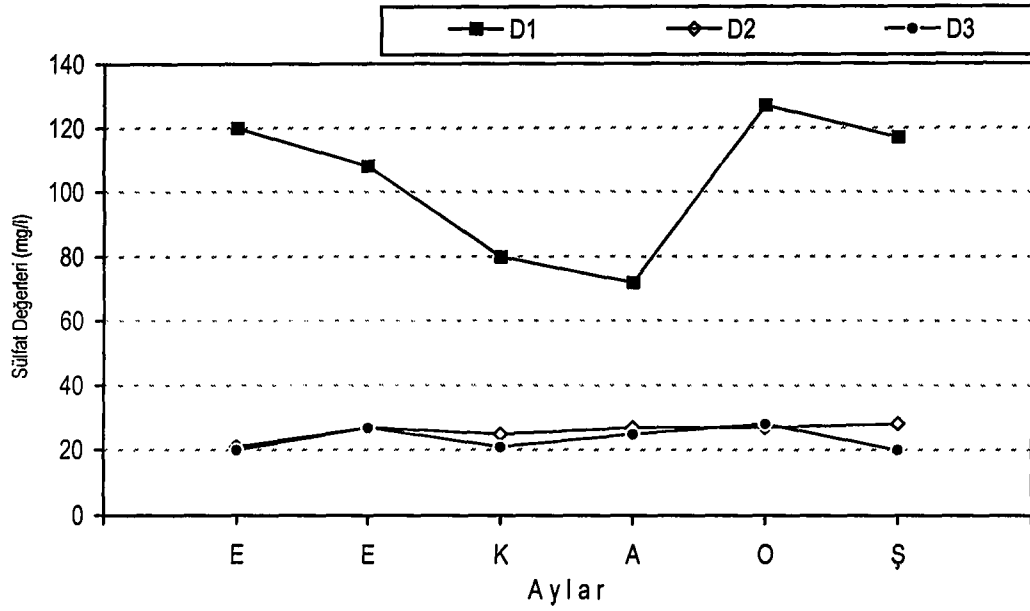
Tablo 16. İstasyonlara ait aylık sülfat ölçüm değerleri (mg/L)

Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	49	58	68	51	71	71	21	20
Ekim 1998	57	44	49	54	61	62	27	27
Kasım 1998	50	58	66	56	69	55	25	21
Aralık 1998	55	61	75	67	71	54	27	25
Ocak 1999	57	52	77	59	75	58	27	28
Şubat 1999	57	59	78	58	66	59	28	20

Altı aylık zaman aralığında ölçülen sülfat değerleri değişimi incelendiğinde atık sularda ve dere sularında sülfatın aylara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir. İşletme atık sularında ölçülen en düşük sülfat değeri T2'de , en yüksek sülfat değeri ise T3'de tespit edilmiştir (Şekil 8). Dere suyunda sülfat değerlerinin D2 ve D3 istasyonlarında düşük, D1 istasyonunda ise yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. Tesis atık sularında ölçülen sülfat değerleri (mg/L)



Şekil 9. Dere sularından ölçülen Sülfat değerleri (mg/L)

Tesisler açısından sülfat değerlerinin karşılaştırılmasında; ortalama sülfat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar vardır ( $p < 0.01$ ). En yüksek ortalama sülfat değeri T5'de 69.7 mg/L gözlenirken, en düşük değer T1'de 54.2 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 17).

Tablo 17. Sülfat değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T1	54.7	3.71	*
T2	55.3	6.31	*
T4	57.5	5.47	* *
T3	68.8	10.87	* *
T5	69.7	5.65	*
Genel	61.1	9.35	

Dere sularında ise ortalama sülfat değerleri istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermektedir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 18).



Tablo 18. Dere suyunda ölçülen sülfat değerlerinin dere suyu istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D3	23.5	3.62	*
D2	25.8	2.56	*
D1	59.8	6.18	*
Genel	36.4	17.58	

Dere ve işletmelerden alınan atık su örneklerindeki ortalama sülfat değerlerinin aylara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Tablo 19 , 20 ).

Tablo 19. İşletmelerde ölçülen sülfat değerlerin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	60.4	11.6	*
Ekim 1998	53.0	6.7	*
Kasım 1998	59.8	7.7	*
Aralık 1998	65.8	8.0	*
Ocak 1999	64.0	11.3	*
Şubat 1999	63.6	8.8	*
Genel	61.1	9.4	

Tablo 20. Dere suyu sülfat değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	37.3	27.16	*
Ekim 1998	38.7	20.21	*
Kasım 1998	33.7	18.58	*
Aralık 1998	35.3	16.20	*
Ocak 1999	37.7	17.62	*
Şubat 1999	35.7	20.60	*
Genel	36.4	17.58	

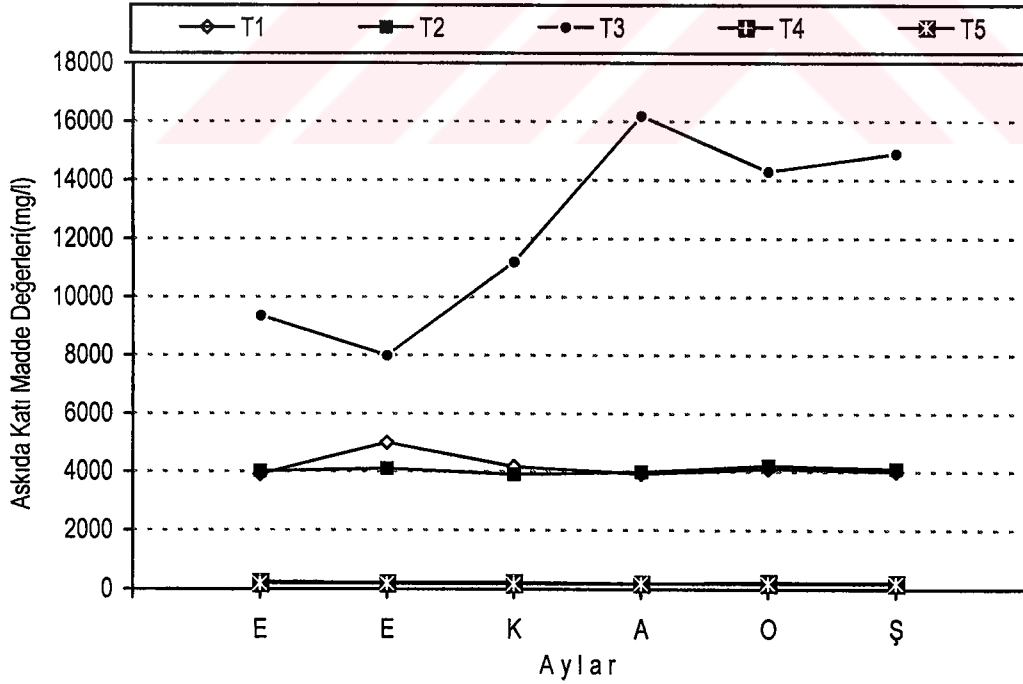
### 3.5. Askıda Katı Madde Değerleri

Çalışma süresince istasyonlardan alınan su numunelerinde ölçülen askıda katı madde değerlerinin aylara göre dağılımı Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. İstasyonlara ait aylık askıda katı madde ölçüm değerleri (mg/L)

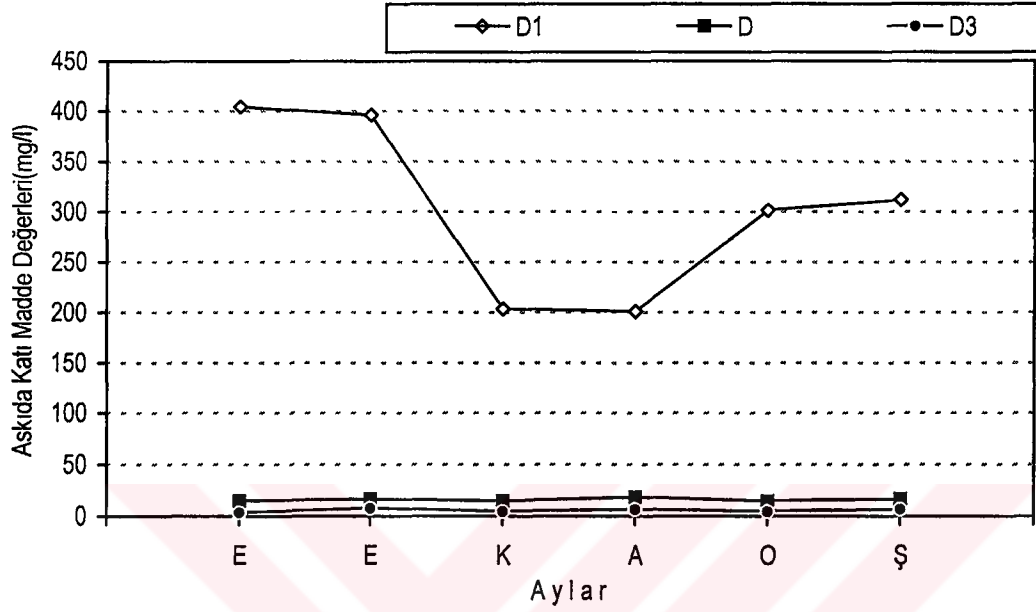
Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	3916	4012	9375	251	202	404	15	4
Ekim 1998	5001	4112	8005	212	200	396	17	8
Kasım 1998	4180	3909	11216	240	181	204	15	5
Aralık 1998	3937	4010	16200	198	187	201	19	7
Ocak 1999	4101	4210	14303	233	190	302	15	5
Şubat 1999	4012	4110	14909	212	204	312	17	7

Tesis atık sularında ve dere sularındaki askıda katı madde değerlerinin aylara göre farklılık göstermediği belirlenmiştir. Tesis atık sularında en yüksek AKM değeri T3’de, en düşük değer ise T5’de tespit edilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Tesis atık sularında ölçülen askıda katı madde değerleri (mg/L)

Dere suyu AKM ölçümlerinde D2 ve D3 istasyonlarında tespit edilen değerlerin düşük, D1 istasyonunda ise yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Dere sularından ölçülen askıda katı madde değerleri (mg/L)

Askıda katı madde değerlerinin işletmelere ve deredeki istasyonlara göre değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). En düşük ortalama askıda katı madde değeri T5'de 194.0 mg/L, en yüksek ortalama askıda katı madde değeri ise T3'de 12334.7 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 22 , 23).

Tablo 22. Askıda katı madde değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T5	194.0	181.00	*
T4	224.0	198.00	*
T2	4060.7	3909.00	*
T1	4191.2	3916.00	*
T3	12334.7	8005.00	*
Genel	4200.0	181.00	

Tablo 23. Dere suyunda ölçülen askıda katı madde değerlerinin istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D3	6.0	4.00	*
D2	16.3	15.00	*
D1	303.2	201.00	*
Genel	108.5	4.00	

Tesis atık sularından ve dere sularından alınan numunelerde ölçülen AKM değerlerinin aylara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 24, 25).

Tablo 24. İşletmelerde ölçülen askıda katı madde değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	3551.2	3754.02	*
Ekim 1998	3506.0	3340.04	*
Kasım 1998	3945.2	4494.96	*
Aralık 1998	4906.4	6590.34	*
Ocak 1999	4607.4	5767.75	*
Şubat 1999	4689.6	6029.09	*
Genel	4201.0	4710.12	

Tablo 25. Dere suyu askıda katı madde değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	141.0	227.83	*
Ekim 1998	140.3	221.46	*
Kasım 1998	74.7	112.12	*
Aralık 1998	75.7	108.71	*
Ocak 1999	107.3	168.66	*
Şubat 1999	112.0	173.28	*
Genel	108.5	149.61	

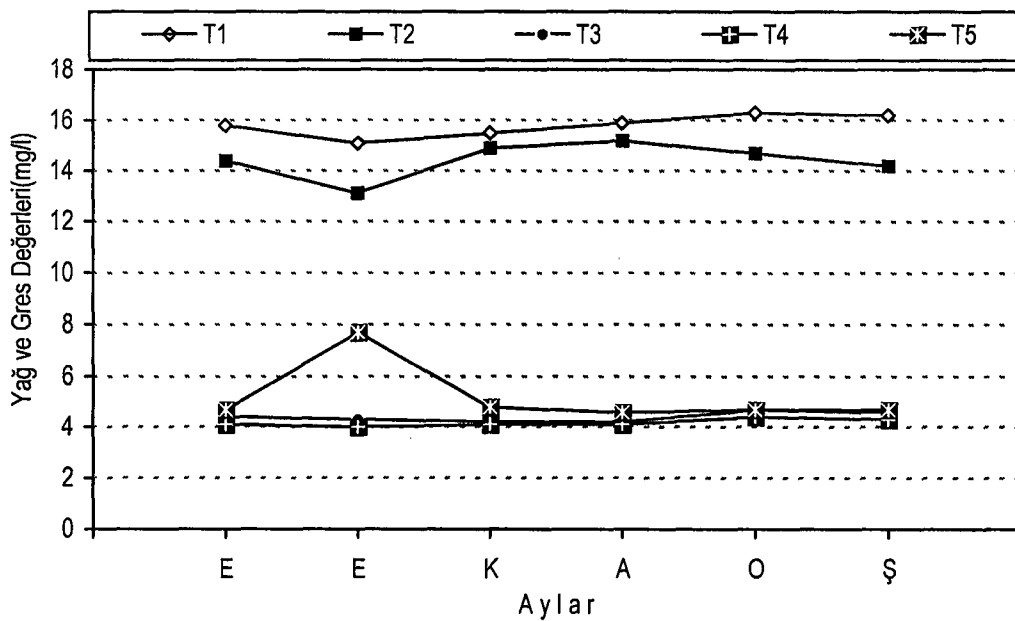
### 3.6. Yağ ve Gres Değerleri

Çalışma süresince istasyonlardan alınan su numunelerinde ölçülen yağ ve gres değerlerinin aylara göre değişimi Tablo 26'da verilmiştir.

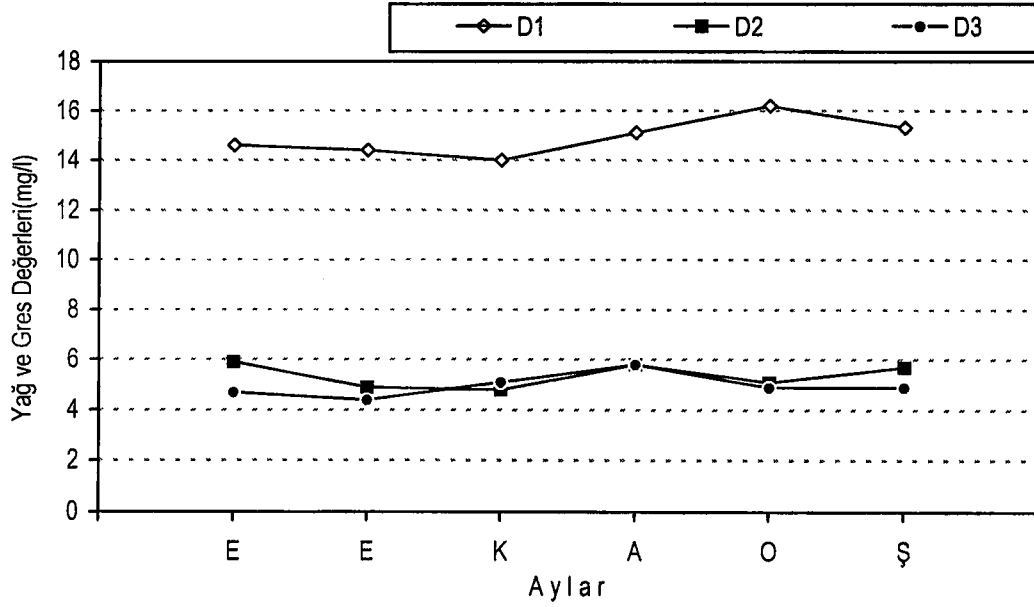
Tablo 26. İstasyonlara ait aylık yağ ve gres ölçüm değerleri (mg/L)

Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	15.8	14.4	4.4	4.1	4.7	14.6	5.9	4.7
Ekim 1998	15.1	13.1	4.3	4.0	7.7	14.4	4.9	4.4
Kasım 1998	15.5	14.9	4.2	4.1	4.8	14.0	4.8	5.1
Aralık 1998	15.9	15.2	4.2	4.1	4.6	15.1	5.8	5.8
Ocak 1999	16.3	14.7	4.7	4.4	4.7	16.2	5.1	4.9
Şubat 1999	16.2	14.2	4.6	4.3	4.7	15.3	5.7	4.9

İşletme atık sularında ve dere suyunda yapılan ölçümlerde yağ ve gres değerlerinin aylara göre farklılık göstermediği tespit edilmiştir. İşletme atık sularında ölçülen en düşük yağ ve gres değeri T3'de 4.2 mg/L, en yüksek değer ise T1'de 16.3 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 12). Dere suyu yağ ve gres ölçümlerinde D3 istasyonunda belirlenen değerin düşük, D1 istasyonunda ise yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 12. Tesis atık sularında ölçülen yağ ve gres değerleri (mg/L)



Şekil 13. Dere sularından ölçülen yağ ve gres değerleri (mg/L)

Tesis atık sularında ölçülen ortalama yağ ve gres değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar vardır ( $p < 0.001$ ). Tesisler açısından en yüksek ortalama yağ ve gres değeri T1'de 15.8 mg/L olarak gözlenirken, en düşük değer ise T4'de 4.2 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 27).

Tablo 27. Yağ ve gres değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T4	4.2	0.15	*
T3	4.4	0.21	*
T5	5.2	1.23	*
T2	14.4	0.76	*
T1	15.8	0.45	*
Genel	9.0	5.31	

Dereden alınan örneklerin ortalama yağ ve gres değerlerinin anlamlı farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 28).

Tablo 28. Dere suyunda ölçülen yağ ve gres değerlerinin istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D3	5.0	0.47	*
D2	5.4	0.49	*
D1	14.9	0.78	*
Genel	8.4	4.77	

Dere suyundan ve tesislerden alınan atık su örneklerinin ortalama yağ ve gres değerlerinin aylara göre değişiminin istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği saptanmıştır (Tablo 29, 30).

Tablo 29. İşletmelerde ölçülen yağ ve gres değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	8.7	5.89	*
Ekim 1998	8.8	5.07	*
Kasım 1998	8.7	5.94	*
Aralık 1998	8.8	6.17	*
Ocak 1999	9.0	5.99	*
Şubat 1999	8.8	5.89	*
Genel	8.8	5.31	

Tablo 30. Dere suyu yağ ve gres değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	8.4	5.40	*
Ekim 1998	7.9	5.63	*
Kasım 1998	8.0	5.23	*
Aralık 1998	8.9	5.37	*
Ocak 1999	8.7	6.47	*
Şubat 1999	8.6	5.79	*
Genel	8.4	4.77	

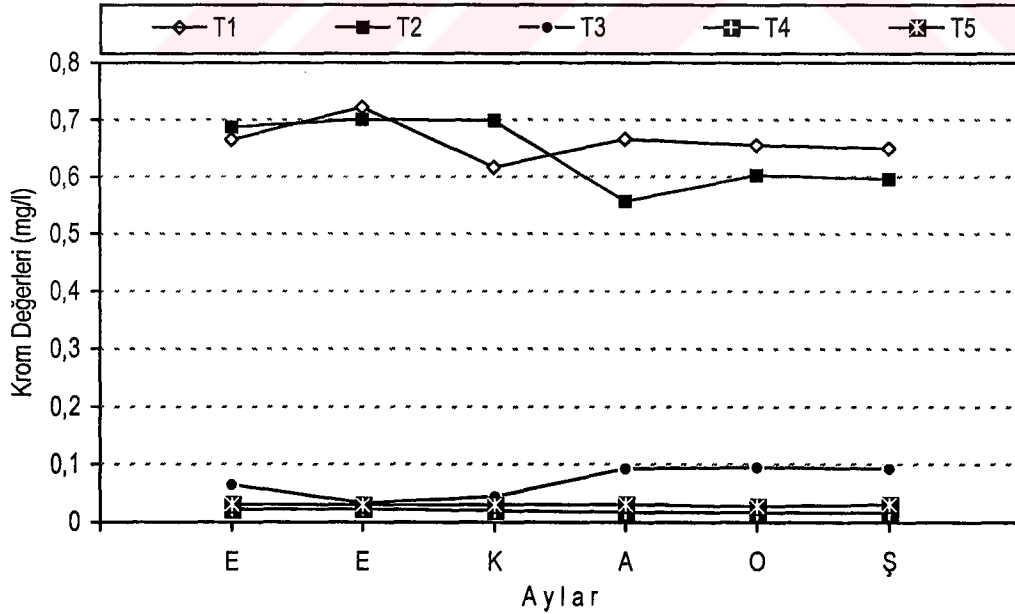
### 3.7. Krom Değerleri

Değirmendere'den ve işletmelere ait istasyonlardan alınan su numunelerinde ölçülen Krom ( $Cr^{+6}$ ) değerlerinin aylara göre değişimi Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. İstasyonlara ait aylık krom ölçüm değerleri (mg/L)

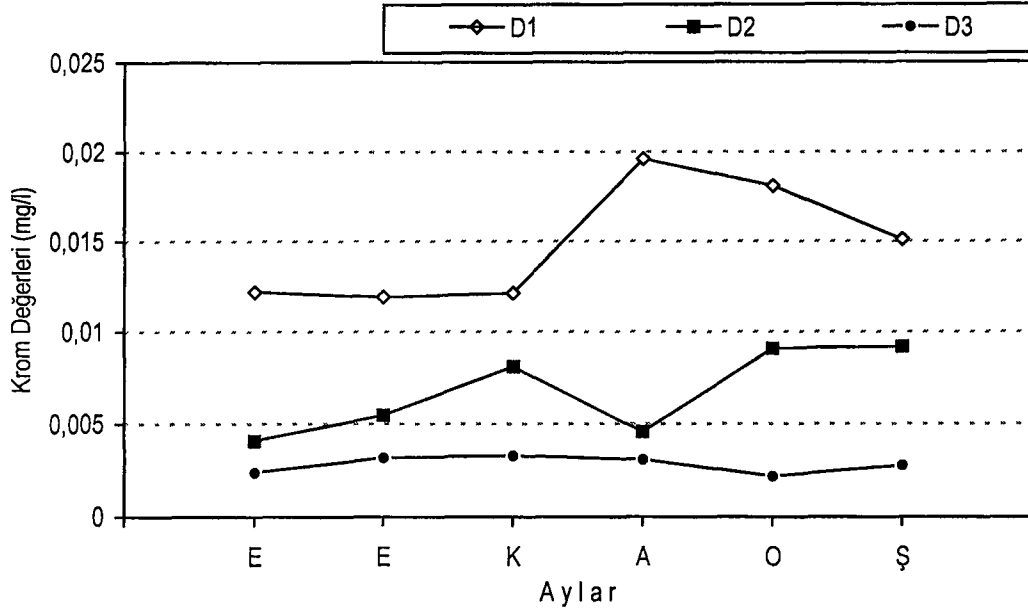
Aylar	T1	T2	T3	T4	T5	D1	D2	D3
Eylül 1998	0.6651	0.6873	0.0661	0.0223	0.0313	0.0122	0.0041	0.0024
Ekim 1998	0.7222	0.7004	0.0337	0.0237	0.0299	0.0119	0.0055	0.0032
Kasım 1998	0.6167	0.6984	0.0441	0.0199	0.0301	0.0121	0.0081	0.0033
Aralık 1998	0.6666	0.5576	0.0941	0.0181	0.0313	0.0196	0.0046	0.0031
Ocak 1999	0.6551	0.6023	0.0957	0.0172	0.0284	0.0181	0.0091	0.0022
Şubat 1999	0.6499	0.5958	0.0936	0.0169	0.0315	0.0151	0.0092	0.0028

Tesis atık sularında ve dere suyunda yapılan ölçümlerde krom değerlerinin aylara göre farklılık göstermediği saptanmıştır. Tesis atık sularında ölçülen en düşük krom değeri T4 'de 0.0169 mg/L, en yüksek ise T1 'de 0.7222 mg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 14). Dere suyunda yapılan ölçümlerde en düşük krom değerinin D3 istasyonunda olduğu belirlenirken, en yüksek değer D1 istasyonunda olduğu saptanmıştır (Şekil 15).



Şekil 14. Tesis atık sularında ölçülen krom değerleri (mg/L)





Şekil 15. Dere sularından ölçülen krom değerleri (mg/L)

İşletmelere göre, krom değerlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p < 0.001$ ). En yüksek ortalama krom değeri T1'de 0.66 mg/L, en düşük krom değeri ise T4'de 0.02 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 32).

Tablo 32. Krom değerlerinin işletmelere göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
T4	0.02	0.002	*
T3	0.07	0.027	*
T5	0.08	0.109	*
T2	0.64	0.062	*
T1	0.66	0.034	*
Genel	0.29	0.302	

Dere sularında krom değerleri istatistiksel olarak işletmelerde olduğu gibi anlamlı farklılıklar göstermektedir ( $p < 0.001$ ) (Tablo 33).

Tablo 33. Dere suyunda ölçülen krom değerlerinin istasyonlarına göre karşılaştırılması (mg/L)

İstasyonlar	$\bar{X}$	SX	HG
D3	0.003	0.0002	*
D2	0.007	0.0009	*
D1	0.015	0.0001	*
Genel	0.008	0.0013	

Tesislerden alınan atık su numunelerinde ve dere suyundaki krom değerleri aylara göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (Tablo 34 , 35).

Tablo 34. İşletmelerde ölçülen krom değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	0.294		
Ekim 1998	0.356		
Kasım 1998	0.282		
Aralık 1998	0.274		
Ocak 1999	0.278		
Şubat 1999	0.294		
Genel	0.294		

Tablo 35. Dere suyunda ölçülen krom değerlerinin aylara göre karşılaştırılması (mg/L)

Aylar	$\bar{X}$	SX	HG
Eylül 1998	0.006	0.0024	
Ekim 1998	0.007	0.0032	
Kasım 1998	0.008	0.0033	
Aralık 1998	0.009	0.0031	
Ocak 1999	0.010	0.0022	
Şubat 1999	0.009	0.0028	
Genel	0.008	0.0022	

### 3.8. Zehirlilik Seyreltme Faktörü

Zehirlilik seyreltme faktörü testlerinde 1/1 oranındaki seyreltmelerde balık ölümüne rastlanmamıştır.

### 3.9. Ölçülen Parametreler Arasındaki İstatistiksel İlişkiler

Çalışmada ölçülen parametreler arasındaki ilişkiler ve bu ilişkilere ait önem dereceleri Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Parametrelere ilişkin korelasyon matrisi

		AKM	KOİ	Krom	pH	Sıcaklık	Sülfat	Yağ ve Gres
AKM	R	1.000						
	P	-						
KOİ	R	0.226	1.000					
	P	0.122	-					
Krom	R	0.255	0.883	1.000				
	P	0.080	0.000	-				
pH	R	0.175	-.0445	-0.395	1.00			
	P	0.233	0.002	0.005	-			
Sıcaklık	R	0.240	0.990	0.895	-0.402	1.000		
	P	0.100	0.000	0.000	0.005	-		
Sülfat	R	0.464	0.160	0.155	0.538	0.169	1.000	
	P	0.001	0.278	0.292	0.000	0.252	-	
Yağ ve Gres	R	0.05	0.763	0.644	-0.586	0.723	0.133	1.000
	P	0.971	0.000	0.000	0.000	0.000	0.369	-

#### 4. İRDELEME

Bu araştırmada, Değirmendere havzasında bulunan bazı tesislere ait atık sular ile dereden alınan su örnekleri analiz edilerek, tesis atık sularının dereye olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma süresince yapılan dere suyu ölçümlerinde; en düşük su sıcaklığının Şubat ayında 2°C, en yüksek su sıcaklığının ise Eylül ayında 15°C olduğu saptanmıştır. Bu durum hava sıcaklığının mevsimsel olarak değişmesinden kaynaklanmaktadır. Değirmendere havzası üzerinde atık suyunu dereye doğrudan ve dolaylı olarak bırakan tesislerde ölçülen su sıcaklıklarının aylara göre değişmediği, istasyonlara göre değiştiği belirlenmiştir (p<0.05). T1 ve T2 istasyonlarından alınan atık sularda sıcaklık değerleri oldukça yüksek bulunmuştur. Bunun söz konusu tesislerin faaliyetlerinde sıcak asfalt kullanmalarından ileri geldiği söylenebilir.

Araştırmalarda elde edilen verilere göre; pH'nın aylar itibarı ile dere suyunda 6.4 - 7.0 arasında değiştiği saptanmıştır. Su Kirliliği Yönetmenliğine göre kıta içi su kaynaklarında I. kalite suların pH' sı 6.5 - 8.5 arasındadır (27). Buna göre Değirmendere suyu pH değeri açısından I. kalite su grubuna girmektedir. Değirmendere havzası üzerindeki tesislerden alınan atıksu ölçümlerinde ise pH'nın aylara göre 6.4 - 9.4 arasında değiştiği belirlenmiştir. Aynı yönetmeliğe göre alıcı ortamlara verilen atık suların pH'sının 6 - 9 arasında olması gerekmektedir (27). Atık suların pH değerleri incelendiğinde bazı örneklerin pH'sının önerilen değerleri aştığı görülmektedir. İşletmelerde ölçülen pH değerleri istasyonlara göre karşılaştırıldığında istatistiki farkın önemli olduğu saptanmıştır (p<0.001). Bu farkın işletmelerden çıkan farklı nitelikli atık sulardan kaynaklandığı söylenebilir. Dere suyunda ölçülen pH değerlerinin istatistiki farklılığı ise D1'in yakınında bulunan Fatih Sanayi Sitesi atıklarından önemli oranda etkilenmesinden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Atık suların kirlilik faktörünü belirlemede kullanılan en önemli kriterlerden biride kimyasal oksijen ihtiyacıdır (KOİ) (14). Değirmendere havzası üzerinde bulunan tesislerin atık su örneklerinde ölçülen KOİ değerleri istatistiksel olarak önemli değişiklikler göstermektedir. En yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı değeri 818 mg/L olarak T2'de ve en düşük değer ise 600 mg/L ile T3'de tespit edilmiştir. Su Kirliliği

Yönetmeliği'nde bu çalışmaya konu olan tesislerin atık suları için limit değerler verilmemiştir. Ancak diğer işletmelerin atık suları için verilen KOİ değerinin 400 mg/L'yi aşmaması gerektiği bildirilmiştir (27). Buna göre işletmelerden alınan atık suların KOİ değerlerinin kabul edilebilir değerleri aştığı görülmektedir. Değirmendere üzerindeki istasyonlardan alınan su örneklerinde en yüksek KOİ değeri D1 istasyonunda ölçülmüştür. Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre D2 ve D3 istasyonlarındaki ortalama KOİ değerleri dere suyunun 2. kalite D1 istasyonundaki değere göre ise 4. kalite su özelliği taşıdığı görülmektedir. D1 istasyonundan alınan su örneklerinde KOİ değerlerinin yüksek olması bu bölgenin sanayi atıklarından yoğun şekilde etkilenmesinden kaynaklanabilir.

Sularda sülfatın belirli konsantrasyonlarının üzerine çıkması halinde, su canlıları üzerinde büyümeyi olumsuz yönde etkilediği hatta öldürücü etkisinin olduğu bilinmektedir (3). Araştırmada elde edilen verilere göre en düşük sülfat değeri D3 istasyonunda ölçülürken, en yüksek değer D1 istasyonundan alınan su örneğinde tespit edilmiştir. Değirmendere havzası üzerinde incelemeye alınan beş işletmenin atık sularında ölçülen sülfat değerleri 44 - 78 mg/L arasında değişmektedir. Gerek dere suyunda ve gerekse atık sularda ölçülen sülfat değerlerinin herhangi bir olumsuzluk yaratmayacak düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Dere suyundan alınan örneklerde en yüksek askıda katı madde değeri D1 istasyonunda ölçülürken, en düşük değer ise D3 istasyonunda belirlenmiştir. Kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasında askıda katı madde parametresi sınıflandırma kriteri olarak kullanılmamıştır. Böylece dere suyunun askıda katı madde değerine göre sınıflandırılması yapılamamaktadır. Tesis atık sularında en yüksek askıda katı madde değeri T3'de 16200 mg/L olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise T1'de 212 mg/L olarak belirlenmiştir. Buna göre Değirmendere havzası üzerinde belirlenen tüm istasyonlarda AKM değerleri Su Kirliliği Yönetmeliği'nde atık sular için verilen üst limitlere göre oldukça fazla bulunmuştur. Bu durum söz konusu tesislerin atık sularının herhangi bir işleme tabi tutulmadan dereye deşarj edilmesinden kaynaklanabilir. Ayrıca bölgenin yağışlı oluşu ve dere havzasında çok sayıda işletmenin bulunmasının dere suyunda AKM değerinin yüksek olmasına sebep olduğu söylenebilir.

İstasyonlarda yapılan yağ ve gres ölçümlerinde T1 ve T2 işletmelerinden alınan atık su örneklerinde yağ ve gres değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bunun söz konusu tesislerin faaliyetlerinde yağ ve grese kaynak oluşturabilecek asfalt

kullanımından ileri gelebileceği söylenebilir. Su Kirliliği Yönetmeliği'nde atık sularda yağ ve gres değerinin 20 mg/L' yi aşmaması gerektiği belirtilmiştir (27). Buna göre işletmelerden alınan atık sulardaki yağ ve gres değerlerinin verilen limitleri aşmadığı görülmektedir. Dere suyundan alınan örneklerde en yüksek yağ ve gres değeri D1 istasyonunda belirlenmiştir. Bu durum D1 istasyonunun Fatih Sanayi Sitesi'nden etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir. Yağ ve gres değerleri göz önüne alındığında kıta içi su kaynaklarının sınıflandırılmasına göre dere suyu 4. kalite özelliğindedir.

Spektrofotometrik yöntemle ölçülen krom değerlerinin aylara göre değişiminin önemli olduğu belirlenmiştir. En yüksek krom değeri D1 istasyonunda ölçülmüştür. Bunun söz konusu bölgenin sanayi sitesinden etkilenmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Krom değerleri bakımından dere suyu 2. kalite su özelliği taşımaktadır. En yüksek krom ( $Cr^{+6}$ ) değeri T1 istasyonunda ölçülmüştür. İşletmelerden alınan atık su örneklerindeki krom değerlerinin değişiminin istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Su Kirliliği Yönetmeliği'ne göre atık sularda krom değerinin 0.3 mg/L'yi aşmaması gerekmektedir (27) . Buna göre T3, T4, T5 istasyonlarından alınan atık sularda krom değerlerinin verilen limitleri aşmadığı ancak T1 ve T2 istasyonlarında ölçülen krom değerlerinin ise bu limiti aştığı görülmektedir.

Tüm istasyonlardan alınan su ve atık su örneklerinde yapılan zehirlilik seyreltme faktörü denemelerinde balık ölümüne rastlanmadığı gözlenmiştir.

## 5.SONUÇLAR

Su kirliliği günümüzün önemli problemlerinden biri olması nedeniyle konuyla ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak Türkiye’ de su kirliliği konusunda yapılan çalışmalar henüz yeterli ve istenilen düzeyde değildir. Ülkemizde bu alandaki çalışmaların yetersiz oluşu ve yapılan çalışmaların sonuçlarına göre gerekli tedbirlerin alınmaması su kaynağımızın kirlenmesine neden olmuştur. Bu nedenle gelecekte daha büyük problemlerle karşılaşmamak için mevcut kirlenmenin kontrol altına alınması ve kirlenmiş su kaynaklarının temizlenmesi gerekmektedir. Öncelikle kirletici kaynakların belirlenmesi ve kontrol altına alınması bu amacın daha iyi gerçekleşmesini sağlayabilir.

Bu çalışmanın yapıldığı Değirmendere deresi evsel ve endüstriyel atıklarla yoğun şekilde kirlenmektedir. Bu durum dere ekosistemi ve kirletici taşınımı nedeniyle denizde kıyı ekosistemini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca Trabzon ilinin içme suyu da yoğun şekilde kirlenilen bu akarsudan sağlanmaktadır.

Dere suyunda ölçülen parametrelerden, pH değerleri dikkate alındığında Değirmendere deresinde bu bakımdan herhangi bir problemin olmadığı tespit edilmiştir. Havza üzerindeki tesis atık sularının dere suyu pH' sına istatistiki açıdan önemli derecede etki etmediği saptanmıştır.

Araştırmada işletme atık sularının ve dere suyu sıcaklıklarının aylara göre değiştiği belirlenmiştir. Değirmendere havzası üzerinde atık suyunu dereye doğrudan ve dolaylı olarak bırakan tesislerden alınan su örneklerinde ölçülen su sıcaklıklarının aylara ve ayları etkileyen iklim koşullarına göre değişmediği, istasyonlara göre değiştiği saptanmıştır. Tesis atık su sıcaklıklarının aylara göre değişmediği ancak istasyonlara göre değiştiği tespit edilmiştir.

Araştırma süresince yapılan dere suyu sıcaklıkları ölçümlerinde en düşük sıcaklığın Ocak ayında 2 °C, en yüksek su sıcaklığının ise Eylül ayında 15 °C olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre dere suyu sıcaklıklarının mevsimlere göre değiştiği ve tesislerden etkilendiği söylenebilir. Tesislerin yoğun olduğu bölgede dere suyu sıcaklığının tesislerin bulunmadığı bölgedeki su sıcaklığından fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu etkileşimin, işletmelerin faaliyette olduğu süre içerisinde sıcak atık suyunu dere suyuna doğrudan bırakmasından kaynaklandığı söylenebilir. Ölçüm yapılan dere suyu

istasyonlarında başlangıç bölgesi olarak D3 seçilmiştir. Şubat ayı su sıcaklığı ölçüm değeri 2 °C, son istasyon bölgesi olan D2'de Şubat ayı su sıcaklığı ölçüm değeri ise 7 °C olarak ölçülmüştür. İki istasyon arasında 28 km mesafe olup, tespit edilen 71 adet tesis mevcuttur. Bu tesislerin de dere suyu sıcaklığını atık suları ile değiştirdiğini söyleyebiliriz.

İşletmelerin atık sularında kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin aylara göre farklılık göstermediği ancak önerilen limitleri aştığı tespit edilmiştir. Dere suyunda yapılan ölçümlerde, atık su girdisi arttıkça KOİ değerinin yükseldiği görülmektedir. Böylece dere suyuna bırakılan tesis atık sularının KOİ yönünden Değirmendere suyunu olumsuz yönde etkilediği söylenebilir.

Su ortamında sülfatın kirlilik açısından önemli bir kriter olduğu bilinmektedir. Dere suyu ölçümlerinde sülfat değerlerinin düşük olduğu görülmüş ve bu değerlerin Değirmendere suyunda önemli bir kirlilik arz etmediği yapılan bu çalışma ile belirlenmiştir.

Değirmendere havzasında bulunan bazı işletmelerin atık sularında ölçülen askıda katı madde miktarlarının Su Kirliliği Yönetmeliği'nde verilen değerleri aştığı tespit edilmiştir. D3 istasyonunda 6 mg/L olan AKM miktarı D1 istasyonunda 303.16 mg/L olarak ölçülmüştür. 28 km' lik mesafedeki bu büyük farklılık, havza üzerindeki tesislerin atık sularını hiç bir arıtma, çökertme işlemine tabi tutmadan doğrudan dere suyuna bırakmalarından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Su kirliliği açısından önemli bir diğer kriter ise yağ ve gres' tir. Tesis atık sularında ölçülen yağ ve gres konsantrasyonlarının Su Kirliliği Yönetmeliği'nce belirtilen değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Dere üzerindeki D3 istasyonunda yağ ve gres miktarı 4.96 mg/L, dere drenaj noktası olan D1'de ise yağ ve gres miktarı 14.93 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre; dere başlangıcı ile drenajı arasında yer alan tesislerin dere suyundaki yağ ve gres oranını olumsuz yönde etkileyerek yükselttiği görülmektedir.

Dere suyunda ölçülen krom ( $Cr^{+6}$ ) değerlerinin herhangi bir olumsuzluk oluşturacak düzeyde olmadığı belirlenmiştir. D3 istasyonunda krom miktarı 0.0028 mg/L olarak ölçülürken, derenin mansabına yakın D1 istasyonunda bu değer 0.0148 mg/L olarak tespit edilmiştir. Tesis atık sularında ölçülen krom değerlerinin Su Kirliliği Yönetmeliği'nde verilen limitleri aşmadığı görülmektedir.

Çalışma süresince kontrollü bir şekilde yürütülen zehirlilik seyreltme faktörü



deney sonuçlarının petrol ürünleri işleyen asfalt tesislerinde önemli olmayacak seviyede olduğu belirlenmiştir. Diğer istasyonlarda bu çalışmanın canlılar açısından bir tehlike arz etmediği görülmüştür.

Sonuç olarak; bu çalışmada su kirliliği açısından kirlilik parametreleri olarak ele alınan ve incelenen pH, sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), kimyasal oksijen ihtiyacı, sülfat, askıda katı madde, yağ ve gres, krom, zehirlilik seyreltme faktörü parametrelerinden öncelikle dere suyunu olumsuz yönde etkileyen sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), kimyasal oksijen ihtiyacı, askıda katı madde, yağ ve gres parametreleridir. Krom miktarının ise önerilen limitleri aşmadığı ancak üst sınır değerine yaklaştığı görülmektedir. Diğer faktörlerden pH, sülfat, zehirlilik seyreltme faktörü parametreleri ise yapılan bu 6 aylık incelemeler sonucunda Değirmendere dere suyunda önemli bir kirlilik kriterleri olmadığı, ayrıca yapılan bu çalışma ile Değirmendere'nin evsel atıklardan kirlendiği, sanayi atıklarının ise havza kirlenmelerine neden olduğu söylenebilir.



## 6. ÖNERİLER

Bilindiği gibi Değirmendere deresi Trabzon İlinin önemli su kaynaklarından biridir. Bu kaynaktan sürekli olarak yararlanabilmek için Değirmendere havzasını olumsuz yönde etkileyen kirletici kaynakların belirlenmesi gerekmektedir. Bu da ancak araştırmalarla mümkün olabilir. Bugüne kadar konu ile ilgili yapılan çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Değirmendere havzası ile ilgili uzun ve kısa süreli planların yapılabilmesi için bir çok çalışmanın yanında kirlilik taşınımı ve dağılımının belirlenmesi gerekmektedir. Sınırlı bir bölgede yapılan bu çalışmadan elde edilen veriler ışığında aşağıdaki hususlar önerilebilir.

Çalışmada bazı bölgeler dışında kirletici miktarlarının henüz dere ekosistemini olumsuz yönde etkileyecek düzeyde olmadığı ancak sınır değerlerine yaklaştığı belirlenmiştir. Bölgedeki kirletici kaynakları ve bunların atık özellikleri dikkate alınarak bazı parametrelerin dere suyundaki dağılım ve düzeyleri, izleme programı çerçevesinde araştırılmalıdır.

Fatih Sanayi Sitesi Mevkii ile Trabzon İçme Suyu Arıtma Tesisi arasında kalan bölgede dere ekosistemini olumsuz yönde etkileyen evsel atıklar ve işletme atık sularının kontrol altına alınması gerekmektedir.

Çalışma alanında ölçülen askıda katı madde, yağ ve gres, kimyasal oksijen ihtiyacı değerlerinin dere suyunda yüksek olması ve bu maddelerin konsantrasyonlarında giderek bir artışın ortaya çıkması dere ekosistemi açısından potansiyel bir tehlike olarak görülmektedir. Bu nedenle Değirmendere havzası üzerinde faaliyet gösteren tesislerin atık sularının doğrudan dereye verilmesinin engellenmesi gerekmektedir.

İşletmelerin ve evsel atıkların foseptik ve diğer akarların bir toplayıcı sistemle kanala alınması ve Trabzon şehir kolektör sistemine bağlanması için gerekli çalışma ile Değirmendere kenarındaki çöp depolama işleminin önlenmesi çalışmaları koordine edilmelidir.

İstasyonlar belirlenip işletmelerin ürün işleme niteliğine göre sınıflandırılıp su numuneleri sistemli olarak alınarak incelemelere tabi tutulması ve sonuçlarına göre gerekli tedbirlerin alınması ve hatta tesislere müdahale yapılması gerekmektedir.

Deredeki mevcut kirlilikte payı olan ve bu kirliliği artıran dere boyunca kurulu bulunan ve atık su deşarjı yapan mevcut işletmelerden deşarj izni almayanların Su Kirliliği Yönetmeliği'nde belirtilen hususlar doğrultusunda deşarj izinlerini almaları sağlanmalı ve bunların düzenli şekilde kontrolleri yapılmalıdır.

Bundan böyle özellikle su kuyularının, mutlak koruma alanı içinde kurulacak olan yeni tesislere izin verilmemelidir.

Kurulmasına izin verilecek olan yeni tesislerin arıtma, çökertme sistemlerini projelendirilip onay alınıp uygulamaya geçilmesi gerekmektedir. Arıtma ve çökertme sistemi olmayan işletmelerin ürün işleme niteliğine göre gerekli tahkikatın yapılarak projelendirilmesi ve onaydan geçirilip uygulamaya konulması gerekmektedir.

Üretimde bulunan işletmelerin belirlenen tarihler arasında sistematik olarak denetlenmesi ve atık örnekleri alınarak laboratuvarlarda analiz edilmesi, sonuçlarına göre gerekli önlemlerin alınması ve uygulanması gerekmektedir.

Değirmendere deresinde kirlilik düzeyinin belirlenmesinin devlet bünyesinde izleme ve kontrol programları en kısa zamanda hayata geçirilmeli ve ön görülen tedbirler alınmalıdır. Böylece Trabzon ilinin içme suyu kaynağı olan Değirmendere deresinin ekosistemini kirleticilerin olumsuz etkilerinden kurtarmak mümkün olabilir.

## 7. KAYNAKLAR

1. Ayyıldız, M., Su Kaynaklarının Kirlenmesi Nedenleri ve Kirlenmeyi Önlemek İçin Alınması Gereken Tedbirler, Peyzaj Mimarlığı Dergisi, Cilt 6, Sayı :1 (Özel Sayı), s. 104, Tisa Matbaacılar San. Bayii, Ankara, 1975.
2. Anonim, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Önder Matbaa, Ankara, 1981.
3. Özden, A.L., Suda Mevcut Bazı Faktörlerin Balık Hayatına Tesiri, Su Ürünleri Teknik Kongresi Tebliğ Suretleri, Tarım ve Köy İşleri Orman Bakanlığı, İstanbul, Ekim 1977
4. Timur, G., Ekoloji, Birinci Baskı, Akdeniz Üniversitesi, Isparta Mühendislik Fakültesi, Eğridir Su Ürünleri Okulu, Yayın No :7, Isparta, 1985.
5. Layla, M. A., Shamim, A., Middlebrooks, E. J., Water Supply Engineering Design, Ann Arbor Science, 1977.
6. Boyd, C. E., Water Quality in Warmwater Fish Ponds, First Printing, Auburn University Agricultural Experiment Station, U.S.A., 1979.
7. Gültekin, N., Torul, O. ve Serin S., Endüstriyel Kimya –I Laboratuvarı, Seri No: 4, Trabzon, 1987.
8. Arceivala, S. J., Wastewater Treatment and Disposal, Marcel Dekter inc., New York and Basel, 1981.
9. Erden, A. B., Çağımız ve Çevre Kirliliği, Kadioğlu Matbaası, Ankara, 1990.
10. Doğan, M., Karadeniz Bölgesinde Su Kirliliğine Sebep Olan Faktörlerin Belirlenmesi ve Su Ürünlerinin Araştırılması, T.O.K.B. Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Trabzon, 1991.
11. Ichobanogios, G., Scgroedere Water Quality, Characteristic Modeling Modification Addision – Wesley Publishing Company, U.S.A, 1985.
12. Hammer, J. M., "Water and Wastewater Technology" SL Version John Wiley and Sans inc. 504 p, U.S.A., 1977.
13. Mc Graw-Hill, Water Quality and Treatment, The American Water Work Association inc., 1971.
14. Sawyer, N. C., Mc Carty, L. P., Chemistry for Enviromental Engineers, Third Edition, Mc Graw-Hill inc., 532 p., New York, 1978.

15. Enviromental Chemistry, Air and Water Pollution, Scott Faresman and Company, 1976, SA.
16. FAO., Manuel of Methods in aquatic Enviroment Research, Parth 10, Short – Term Static Bioassays, Fisheries Technical Paper Number :247, Rome, 1987.
17. Tuncel, G., Tuncer, G. Ve Güllü, G., Karadeniz Kirliliği Ölçüm ve İzleme Projesi, Nihai Raporu, T.C. Çevre Bakanlığı, Ankara, 1993.
18. Boran, M. ve Karaçam, H., Değirmendere ve Karadere'de (Trabzon, Türkiye) Kirlilik Yükü Mevsimsel Değişimi, Su Ürünleri Dergisi, 13, 3 – 4, 395 – 402, İzmir – Bornova, 1996.
19. Tüfekçi, M., Değirmendere Havzasının Genel Özellikleri (Basılmamış)
20. M. Ann and H, Franson, APHA AWWA WEF, Standart Methods for The Examination of Water and Wastewater, 18 th. Edition, APHA Washington DC, 1992
21. Horwitz, W., Official Methods of Analysis of The Association of Offical Analytical Chemists, 13 nd. Ed., ADAC, Washington, 1980.
22. Bar, I, W. G., Physical Methods in Chemical Analysis, Vol 1, Academic Press, 1960.
23. Erbil, Ö., Su Kimyası Laboratuar Deneyleri, Birinci Baskı, E.Ü. Su Ürünleri Yüksekokulu, Yayın No: 8, İzmir, 1984.
24. Köksal, B. A., İstatistik Analiz Metotları, Çağlayan Basımevi, İstanbul, 1994.
25. Çelikkale, M. S., İç Su Ürünleri Avcılığı ve Yetiştiriciliği, Su Ürünleri Üretimini Araştırma ve Kredilerini Yönlendirme Sempozyumu, T.C. Ziraat Bankası, Su Ürünleri Krediler Müdürlüğü, yayın No: 4, s.214,1982.
26. Çelikkale, M. S., İç Su Balıkları Yetiştiriciliği, Birinci Baskı, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Yayın No: 12, Trabzon, 1988.
27. Devlet Bakanlığı Su Kirliliği Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Resmi Gazete No: 20748, Resmi Gazete Tarihi 07/01/1991.
28. Çelikkale, M. S., Balık Biyolojisi, Birinci Baskı, KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, yayın No: 101, Trabzon, 1986.

## 8. ÖZGEÇMİŞ

1966 yılında Akçaabat'ta doğdu. İlk öğrenimini Trabzon Kanuni Sultan Süleyman İlkokulu, orta öğrenimini Trabzon Cumhuriyet Ortaokulu, lise öğrenimini Trabzon Ticaret Lisesi'nde tamamladı. 1985 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi'nde öğrenimine başladı ve 1989 yılında lisans öğrenimini tamamlayarak Balıkçılık Teknolojisi Mühendisi ünvanını aldı. 31.7.1991 yılında Piyade Muhabere Komando Yedek Subay olarak askerlik görevini tamamladı. 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı. Halen Milli Eğitim Bakanlığı Hamsiköy ilköğretim okulunda sınıf öğretmeni olarak görevini sürdürmektedir.