

**T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FIRTINA VADİSİ'NDE (ÇAMLIHEMŞİN-RİZE) ÇAY TARIMINDA
KULLANILAN SUNİ VE DOĞAL GÜBRELERİN OLUŞTURDUĞU SU
KİRLİLİĞİNİN AKUATİK EKOSİSTEME ETKİSİ**

Tezin Sunum Tarihi: 27/06/2013

Neşe AKÇANAL ÖDÜN

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Bülent VEREP

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**

RİZE 2013

T.C.

RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ADI:

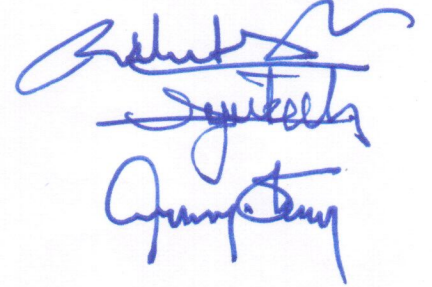
FIRTINA VADİSİNDE (ÇAMLIHEMŞİN-RİZE) ÇAY TARIMINDA
KULLANILAN SUNİ VE DOĞAL GÜBRELERİN OLUŞTURDUĞU
SU KİRLİLİĞİNİN AKVATİK EKOSİSTEME ETKİSİ

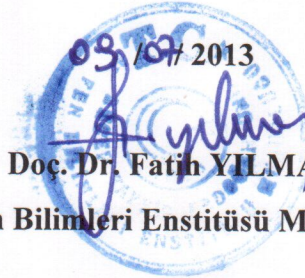
Bu çalışma, 27/06/2013 tarihinde yapılan sınav ile Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı, Soyadı

İmzası

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Bülent VEREP
Jüri Üyesi : Doç.Dr. Turan YÜKSEK
Jüri Üyesi : Doç.Dr. Cemalettin ŞAHİN





Doç. Dr. Fatih YILMAZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim süresince, başta tez çalışmam olmak üzere her konuda tecrübelerini ve desteklerini benden esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Bülent VEREP'e sonsuz teşekkürler. Yüksek lisans tez çalışmamı maddi olarak destekleyen Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi'ne, laboratuvar çalışmalarında bana yol gösterici olan Arş. Gör. Ertuğrul TERZİ'ye, arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı WWF'ye teşekkür ederim. Bugünlere gelmemi sağlayan babam ve annem başta olmak üzere, çalışmamın her aşamasında yanımda olan, destek ve yardımlarını esirgemeyen eşim Uğur Cansın ÖDÜN'e teşekkür ederim.

Neşe AKÇANAL ÖDÜN

Rize 2013

ÖZET

Fırtına Vadisi'nde (Çamlıhemşin-Rize) Çay Tarımında Kullanılan Suni ve Doğal Gübrelerin Oluşturduğu Su Kirliliğinin Akuatik Ekosisteme Etkisi

Bu çalışmada, Rize İline bağlı Çamlıhemşin ilçesinin güneyinde bulunan Fırtına deresinin kollarından biri olan Behice köyü deresinde, Şubat 2011-Haziran 2011 tarihleri arasında (gübreleme öncesi ve gübreleme dönemi) fizikokimyasal su kalitesi değişimleri bölgedeki kimyasal gübre kullanımının yüzey sularına etkisini belirlemek amacıyla araştırılmıştır. Seçilmiş 8 istasyondan alınan su numunelerinde gübreleme yapılmayan ormanlık alan, gübreleme yapılan sadece çaylık alan ve karışık (çaylık ve ormanlık bir arada) alanların etkisindeki akarsu kesitleri üzerinde temel su kalite parametreleri yanında nitrit, nitrat, amonyum ve fosfat iyonları gibi fiziko-kimyasal bulguların araştırılmasıyla, Fırtına havzasında Çamlıhemşin'e bağlı Behice, Çayırüzü ve Dikkaya köylerinin ortak ormanlık, ormanlık-tarımsal ve tamamen tarımsal alanında yürütülen bu çalışmada tarımsal üretim alanlarında gübre kullanımının yüzey sularına etkisi belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre bölgede gübre kullanımının yüzey su kaynaklarının su kalitesini etkilemesi açısından önemli olduğunu göstermektedir. Ancak bu farklılıkların zaman ve alan kullanımına göre amonyum azotu hariç diğer faktörlere göre istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Ancak çalışma alanında ölçülen konsantrasyonların Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine bağlı Kıtaçi Su Kalite Standartlarına göre 1.sınıf (çok temiz) su kalite düzeyinde olduğu sadece nitrit açısından 2.sınıf (az kirli) bir su kalitesi oluşturabilecek düzeydedir.

Anahtar Kelimeler: Su kalitesi, Fırtına, Kimyasal gübre, Tarımsal kirlilik

SUMMARY

The Effects of Artificial and Natural Fertilizers Used for Tea Cultivation on The Physicochemical Water Quality of Aquatic Ecosystem in The Firtina Valley (Çamlıhemşin-Rize)

In this study, the physicochemical water quality changes in Behice village's stream which is in the south of Çamlıhemşin district in the city of Rize and one of the tributary of Firtına River due to using chemical fertilizer in the region were researched within February 2011 and June 2011 (before and during fertilization). This research was carried out along the joint forestry, forestry-agricultural and totally agricultural land of Behice, Çayırüzü and Dikkaya Villages of Çamlıhemşin, to obtain of the effect of the use of fertilizers around agricultural land on surface water of the stream via researching the physicochemical water quality findings such as nitrite, nitrate, ammonium and phosphate ions as well as basic water quality parameters from 8 different chosen stations on the river profiles, which are under the effect of forestry land without any fertilizers, tea land with fertilizers and some mixed land (of tea and forest). According to the findings of the study, the use of fertilizers in the region is significant in terms of their effects on the water quality of surface water resources. However, it is understood that these differences are not statistically significant in terms of time and use of land compared to other factors except ammonia nitrogen. Water quality concentrations measured in the study are 1st class (very clean) according to Water Quality Standards of Water Pollution and Control Regulation of Turkey and they are only 2nd class (polluted a little) in terms of nitrite.

Keywords: Water quality, Firtına, chemical fertilizer, agricultural pollution

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
SUMMARY.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMALAR.....	x
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Türkiye'nin Su Potansiyeli.....	1
1.3. Su Kalitesi Kavramı.....	4
1.4. Su Kirliliği.....	5
1.5. Gübre.....	6
1.5.1. Azotlu gübreler.....	6
1.5.2. Fosfatlı Gübreler.....	7
1.5.3. Potasyumlu Gübreler.....	7
1.6. Gübre Kullanımının Çevreye ve Sucul Ortama Olası Etkileri.....	7
1.7. Rize'nin İklimi, Topoğrafik Yapısı ve Akarsu Potansiyeli.....	8
1.8. Literatür Özeti.....	11
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	19
2.1. Materyal.....	19
2.1.1. Araştırma Alanı.....	19
2.1.2. Su Örneklerinin Alınması ve Saklanması.....	20
2.2. Metod.....	21
2.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri.....	22
2.2.1.1. Su Sıcaklığı.....	22
2.2.1.2. Çözünmüş Oksijen.....	22
2.2.1.3. pH Değeri Ölçümü.....	22
2.2.1.4. Oksijen Doygunluğu.....	23
2.2.1.5. Elektriksel İletkenlik.....	23
2.2.1.6. TDS (Toplam çözünmüş katı madde).....	24

2.2.1.7. Tuzluluk	24
2.2.1.8. Askıda Katı Madde Ölçümü (AKM)	24
2.2.1.9. Bulanıklık	24
2.2.1.10. Karbonat - Bikarbonat Tayini	24
2.2.1.11. Kalsiyum Tayini	25
2.2.1.12. Toplam Sertlik Tayini	25
2.2.1.13. Karbondioksit (CO ₂) Tayini	26
2.2.1.14. Amonyum Tayini	26
2.2.1.15. Nitrit Tayini	26
2.2.1.16. Nitrat Tayini	27
2.2.1.17. Fosfat Tayini	27
3. BULGULAR	28
3.1. Su Sıcaklığı (°C)	28
3.2. Çözünmüş Oksijen (mg/L)	28
3.3. pH Değeri	29
3.4. Çözünmüş Oksijen Doygunluğu	30
3.5. İletkenlik (µS/cm)	30
3.6. TDS (Toplam çözünmüş katı madde) (ppm)	31
3.7. Tuzluluk	32
3.8. AKM (Askıda Katı Madde) (mg/L)	32
3.9. Bulanıklık (NTU)	33
3.10. Bikarbonat (HCO ₃ (mg/L))	34
3.11. Kalsiyum (mg/L)	34
3.12. Toplam Sertlik (CaCO ₃ (mg/L))	35
3.13. Karbondioksit (CO ₂ (mg/L))	36
3.14. Amonyum (µg/L NH ₄ -N)	36
3.15. Nitrit (µg/L NO ₂ -N)	37
3.16. Nitrat (mg/L NO ₃ -N)	38
3.17. Fosfat (mg/L PO ₄ -P)	38
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	42
4.1. Ormanlık Alanlar	42
4.1.1. Nitrat Konsantrasyonu	42
4.1.2. Nitrit Konsantrasyonu	42

4.1.3. Amonyum Konsantrasyonu.....	43
4.1.4. Fosfat Konsantrasyonu.....	43
4.2. Çaylık Alanlar	44
4.2.1. Nitrat Konsantrasyonu	44
4.2.2. Nitrit Konsantrasyonu.....	44
4.2.3. Amonyum Konsantrasyonu.....	45
4.2.4. Fosfat Konsantrasyonu.....	45
4.3. Çaylık ve Ormanlık (karışık) Alanlar	46
4.3.1. Amonyum Konsantrasyonu.....	46
4.3.2. Nitrit Konsantrasyonu	47
4.3.3. Nitrat Konsantrasyonu	47
4.3.4. Fosfat Konsantrasyonu.....	48
4.4. Arazi kullanımına Göre Karşılaştırma	48
4.4.1. Amonyum Konsantrasyonu.....	48
4.4.2. Nitrit Konsantrasyonu	50
4.4.3. Nitrat Konsantrasyonu	51
4.4.4. Fosfat Konsantrasyonu.....	52
5. ÖNERİLER.....	57
6. KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Türkiye'nin Su Kaynakları ve Kullanılabilir Durumu (OECD, 1992).....	3
Şekil 2. Rize için Yıllık Toplam Yağış Değerlerinin 1970-2011 yılları arası dağılımı (mm) (DMİ).....	10
Şekil 3. İstasyonların uydu görüntüleri	19
Şekil 4. Su sıcaklığının (°C) istasyonlardaki aylık değişimi	28
Şekil 5. Çözünmüş oksijenin (mg/L) istasyonlarda aylık değişimi.....	29
Şekil 6. pH değerinin istasyonlarda aylık değişimi.....	29
Şekil 7. Yüzde oksijen doygunluğunun istasyonlarda aylık değişimi.....	30
Şekil 8. İletkenlik (mS/cm) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	31
Şekil 9. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS) (ppm) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	31
Şekil 10. Tuzluluk değerinin istasyonlarda aylık değişimi.....	32
Şekil 11. AKM (mg/L) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.....	33
Şekil 12. Bulanıklık (NTU) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	33
Şekil 13. Bikarbonat (HCO ₃ (mg/L)) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.....	34
Şekil 14. Kalsiyum (mg/L) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.....	35
Şekil 15. Kalsiyumkarbonat (CaCO ₃ (mg/L)) değerinin istasyonlarda aylık değişimi. ...	35
Şekil 16. Karbondioksit (CO ₂ (mg/L)) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.....	36
Şekil 17. Amonyum (µg/L NH ₄ -N) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	37
Şekil 18. Nitrit (µg/L NO ₂ -N) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	37
Şekil 19. Nitrat (mg/L NO ₃ -N) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	38
Şekil 20. Fosfat (mg/L PO ₄ -P) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	39
Şekil 21. Ormanlık alanlarda nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	42
Şekil 22. Ormanlık alanlarda nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	43
Şekil 23. Ormanlık alanlarda Amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	43
Şekil 24. Ormanlık alanlarda Fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi	44
Şekil 25. Çaylık alanlarda nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	44
Şekil 26. Çaylık alanlarda nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	45
Şekil 27. Çaylık alanlarda amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	45
Şekil 28. Çaylık alanlarda fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	46
Şekil 29. Çaylık ve ormanlık alanlarda amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	46
Şekil 30. Çaylık ve ormanlık alanlarda nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi. ...	47

Şekil 31. Çaylık ve ormanlık alanlarda nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi. ...	47
Şekil 32. Çaylık ve ormanlık alanlarda fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi. ..	48
Şekil 33. Ortalamalara göre amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	49
Şekil 34. Ortalamalara göre nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	50
Şekil 35. Ortalamalara göre nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	51
Şekil 36. Ortalamalara göre fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.	53

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Rize için aylık yağış toplamı değerlerinin uzun yıllar ortalama değerle (mm) tablosu (DMİ).....	9
Tablo 2. İllerin Çaylık Alan ve Üretici (Cüzdan) Sayısı Dağılımı (Özden, 2009)	17
Tablo 3. İstasyonların tanımı ve özellikleri	20
Tablo 4. Çalışma alanında seçilen istasyonların sınıflandırılması.	21
Tablo 5. Çalışma alanında istasyonlarda ölçülen kimyasal parametreler açısından Kıtaçi Su Kalite Sınıfı Değerlendirmesi.	40
Tablo 6. İstasyonların özelliklerine göre gübre etkisi	54

SİMGE VE KISALTMALAR

km : Kilometre

ml : Mililitre

mg : Miligram

mm : Milimetre

sn : Saniye

g : Gram

Ç.O. : Çözünmüş Oksijen

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

İst. : İstasyon

⁰C : Santigrat derece

% : Yüzde

Ort. : Ortalama

ÇED : Çevresel Etki Değerlendirme

DMİ. : Devlet Meteoroloji İstasyonu

DSİ : Devlet Su İşleri

SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

μ : Mikron

μg : Mikrogram

BOİ : Biyolojik Oksijen İhtiyacı

AKM : Askıda Katı Madde

L : Litre

μS : Mikro Siemens

cm : Santimetre

‰ : Binde

nm : Nanometre

EDTA : Etilen Diamin Tetra Asetikasit

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

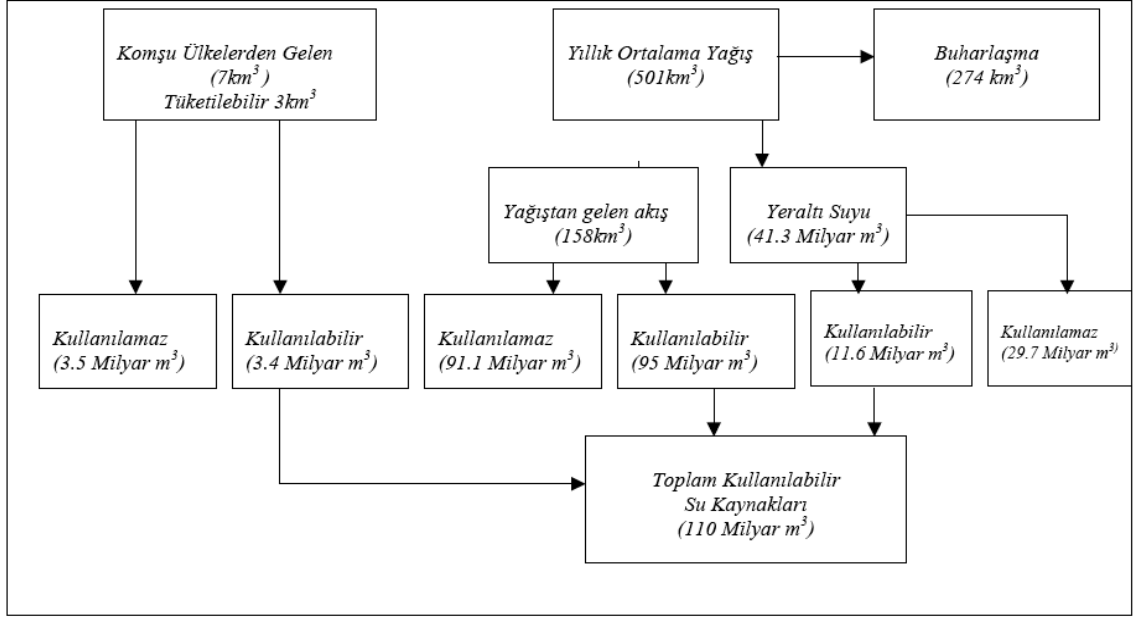
Su yaşamın temel öğelerinden biridir. Su, bir besin maddesi olmasının yanında, içerisinde bulundurduğu mineral ve bileşiklerle vücudumuzdaki her türlü biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesinde inanılmaz derecede etkin rol oynamaktadır. Vücudumuzun pH dengesinin korunmasından başlayarak, hücrelerdeki moleküllere ve organellere dağılma ortamı oluşturmasına; besinlerin, artık maddelerin ilgili yerlere taşınmasına kadar pek çok görev alır. Bu nedenle susuz hayat düşünülemez. Su canlılık ve canlılığın her şeyidir. Su, aynı zamanda canlılar için bir yaşam ortamıdır. Yeryüzünün $\frac{3}{4}$ 'ünün sularla kaplı olması, dünyada su bolluğu olduğu görünümü veriyorsa da, içilebilir nitelikteki su oranı ancak %0,74 civarındadır. 18. yüzyılın son çeyreğinde, Sanayi Devrimi başlangıcında 1 milyar olan dünya nüfusu, 1950 yılında 2,5 milyar, 2005 sonunda ise yaklaşık 6,5 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun çok hızlı artışı, sanayi ve teknolojinin aşırı gelişmesi, ayrıca çevre bilincinin yeterince yerleşmemesi veya yaygınlaşmaması gibi nedenler dünyada içilebilir su miktarının giderek azalmasına sebep olmaktadır. Bunların yanı sıra, içilebilir su kaynaklarının sorumsuzca kirletilmesi, geri dönüşümü olanaksız sorunların yaşanmasına zemin hazırlamaktadır. Tahminler, artan su ihtiyacı ile giderek azalan temiz su kaynağı eğrilerinin 2030 yılında kesişeceğini göstermektedir. Bu durum doğal olarak evrensel bir kriz olacağı anlamına gelmektedir (Akın ve Akın, 2007). Bu çalışmada, suyun yaşam için taşıdığı önem nedeniyle, su kalitesini olumsuz şekilde değiştirebilen bir çok antropojenik faktörlerden biri olan tarımsal faaliyetler sürecinde kullanılmak durumunda bulunan suni ve doğal gübrenin tarımsal havzalardaki su kaynaklarına etkileri irdelenmesi ve belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Türkiye'nin Su Potansiyeli

Ülkemizde ortalama yıllık yağış miktarı 643 mm olup, bu yağış miktarı ortalama 501 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Yağışın 274 milyar m³'ü çay, nehir, göl ve denizler ile bitkilerden buharlaşma yoluyla atmosfere geri döner. Yağışla toprağa düşen suyun 158 milyar m³'ü irili ufaklı pek çok akarsuyla deniz ya da göllere taşınmaktadır. Geriye kalan 69 milyar m³'ü yeraltı suyunu oluşturur. Oluşan yeraltı suyunun 28 milyar m³'ü kaynak suyu (pınarlar) halinde yüzey sularına tekrar katılmaktadır. Ayrıca Meriç ve Asi gibi nehirlerle komşu ülkelere yılda ortalama 7 milyar m³ su

gelmektedir. Yağışla oluşan 158 milyar m³'lük yüzeysel suları ve yeraltı sularından kaynak suyu şeklinde tekrar yüzeysel ulaşan 28 milyar m³'lük su ile komşu ülkelerden akarsularla gelen 7 milyar m³'lük sular ülkemizin brüt su potansiyelini (158+28+7=193) oluşturur. Yeraltına inerek yeraltı suyuna katılan 41 milyar m³'lük (69-28=41) su da ilave edildiğinde, ülkemizin yenilenebilir brüt su potansiyeli 234 milyar m³'e (193+41) ulaşır (Öziş, Baran, Durnabaşı ve Özdemir, 1997). Günümüz teknolojik ve ekonomik koşulları çerçevesinde çeşitli amaçlara yönelik tüketilebilecek yüzeysel su potansiyeli, ülke içindeki akarsulardan 95 milyar m³ su ve komşu ülkelerden ülkemize gelen 3 milyar m³ suyla toplam 98 milyar m³'ü bulmaktadır. Yapılan teknik hesaplara göre, çeşitli şekillerde yerüstüne çıkarılabilen su miktarı 14 milyar m³ civarındadır. Çalışmalar ve etütler, günümüz şartlarında yurdumuzun tüketilebilir yüzeysel ve yeraltı suyu potansiyelinin yılda ortalama 112 milyar m³ (98+14) olduğunu göstermektedir (Akin ve Akin, 2007). Bugünkü koşullarda 95 milyar m³ yüzeysel su potansiyelimizin ancak 27,5 milyar m³'ünden (%29) yararlanılabilmektedir (şekil 1). Yararlanılan su potansiyelinin 20,9 milyar m³'ü (%76) sulamada, 3,85 milyar m³'ü (%14) belediyeler tarafından içme suyu olarak, 2,75 milyar m³'ü (%10) de sanayide kullanılmaktadır (Akin ve Akin, 2007). Ülkeler, yılda kişi başına düşen kullanılabilir su miktarına göre sınıflandırılırlar. Buna göre, yıllık kişi başına düşen kullanılabilir su miktarı 1000 m³'ten az ise su fakiri, 1000-2000 m³ arasında ise su azlığı çeken ve 2000 m³'ten çok ise su zengini ülkeler olarak nitelendirilirler. Bugün ülke nüfusumuzun tahmini 72 milyon olduğu kabul edilirse, kişi başına düşen 1555 m³'lük yıllık kullanılabilir su miktarıyla su azlığı yaşayan bir ülke olduğumuz söylenebilir (Atalık, 2006; Dağlı, 2005). Ülkemizde kentlerin hem sayısının hem de nüfuslarının giderek hızlı bir şekilde artması, oluşan kentlerin su ihtiyaçlarının sadece kaynak ve yeraltı sularından karşılanmasını imkansız hale getirmektedir. Bu nedenle hızla büyüyen kentlerin su ihtiyaçları, kaynak ve yeraltı sularının yanı sıra, büyük bir kısmı akarsu, baraj ve göllerden arıtma yapılarak temin edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca son yıllarda membran teknolojisindeki gelişmeler nedeniyle deniz suyundan arıtma yöntemiyle de içme suyu elde edilmektedir (Özgüler, 1997). Kentleşme, çağrı yakalama çabaları olarak değerlendirilir. Yerleşim yerinin topografik, jeolojik ve iklimsel durumu, yapılaşma biçimi ve ergonomik olarak ne kadar nüfusu barındırabileceği gibi kriterler şehirleşmede dikkate alınmalıdır. Öte yandan kentin su, kanalizasyon, ulaşım, park, yeşil alan gibi yaşamsal ihtiyaçlarının nasıl karşılanıp oluşturulacağı önceden

planlanırsa, kentleşmenin çağı yakalama çabaları olarak değerlendirilmesi geçerlilik kazanır. Ergonomi, mühendislik, mimarlık, coğrafya, jeoloji, psikoloji gibi bilimlerin verilerinden yararlanılmadan yapılan hızlı ve plansız kentleşmenin birçok sorunları da beraberinde getirdiği unutulmamalıdır (Sönmez, 1992).



Şekil 1. Türkiye'nin Su Kaynakları ve Kullanılabilir Durumu (OECD, 1992).

Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin en fazla yağış alan bölgesidir. Yıllık ortalama yağış miktarı 1198 mm'dir. Buradaki illerden Rize'de yıllık yağış miktarı 2346,3 mm, Giresun'da 1267,7 mm'dir. Bulunduğu bölgenin yıllık yağış ortalamasının hayli üzerinde olan, konumu ve özelliğiyle bu gruba giren illerden Muğla 1216,4, Antalya 1057, Bitlis 1034,3; Muş 870,9 mm yıllık yağış almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi, ülkemizin en fazla yağış alan bölgesi olmasına karşın, topografyasının aşırı derecede eğimli ve jeolojik yapısının genelde volkanik kayaç niteliğinde olmasına bağlı olarak kaynak ve yeraltı suyu potansiyeli açısından ülkemiz en fakir bölgeleri arasında yer alır. Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzey bölümünde, kuzeyden güneye doğru derin vadilerle kesilmiş ve aşırı eğimli bir topografyanın bulunması, mevsimlik su debisi değişiminin yüksek olmasına neden olmuştur. Buna rakamlarla örnek vermek gerekirse, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin yıllık yüzey suyu miktarı 15 milyar m³ düzeyindedir. Bu miktar, Türkiye genelindeki yüzey suyu potansiyelinin %7,9'unu oluşturmasına karşın, toplam ülke yüzölçümü içindeki oranı ise ancak %5,1'i kadardır. Doğu Karadeniz'in güney kesiminin topografik ve jeolojik yapı özellikleri kuzey bölgesinden farklı

olduğundan, burası daha az yağış almasına rağmen kaynak ve yeraltı suyu bakımından daha zengindir. Doğu Karadeniz'in güney kesiminde jeolojik birimlerin yüksek oranda kalsiyum karbonat içermeleri ve akifer niteliğinde olmaları nedeniyle kaynak ve yeraltı suyu miktarı da fazladır. Yöre, ham su temini yönünden uygun niteliğe sahip havza özelliğindedir (Koçman, 1993; Öziş vd., 1997).

Türkiye'deki 26 ana su toplama havzasından bir tanesi de Doğu Karadeniz Havzasıdır. Havzada birbirine paralel irili-ufaklı çok sayıda akarsu ve küçük buzul gölleri bulunmaktadır. Havzanın önemli akarsularını Melet Çayı, Pazar Çayı, Harşit Çayı, Karadere, Fırtına Deresi, Solaklı Deresi, Değirmendere, İyidere, Folderesi gibi birbirine paralel olarak uzanan akarsular ve bunların alt havzaları oluşturmaktadır. Zoocoğrafik olarak Avrupa ve Batı Asya geçiş bölgesinde bulunan havzanın balık faunası; Avrupa, Batı Asya ve Güneydoğu Asya kökenlidir. Havza Türkiye iç su balık üretiminin avcılık olarak yaklaşık %0,20'sini karşılamaktadır. Doğu Karadeniz Su Havzasını oluşturan Artvin (Arhavi, Hopa), Trabzon, Rize, Giresun ve Gümüşhane illerinde iç su kültür balıkçılığı üretiminde bulunan sırasıyla 5, 101, 72, 18 ve 32 adet değişik kapasitelerdeki balık çiftlikleri akarsular üzerine faal, yarı faal veya kurulum aşamalarında çalışmaktadır (Ak vd., 2008).

1.3. Su Kalitesi Kavramı

Su kaynakları incelendiğinde bir çok tür ve sayıda canlının içinde barındığı ve kendine has topluluklar, yaşam alanları ve bölgeleri oluşturdukları görülmektedir. Bu yapının oluşumunda ortamın fiziksel ve kimyasal özellikleri başlıca rol oynamaktadır. Bu özellikler başta su sıcaklığı, iletkenlik, tuzluluk, toplam çözünmüş katı madde, pH, alkalinite, sertlik, nütrientler vb. sıralanabilir. Bu faktörlerin her birinin diğer faktörlerle etkileşimleri söz konusu olmakla beraber su kaynağını oluşturan veya besleyen karasal yağış havzasının da temel jeolojik, jeofiziksel ve antropojenik özellikleri su kaynağının fizikokimyasal özelliklerinin oluşmasında önemli rol oynamaktadırlar. Bu süreçte önemli bir husus da su kaynağının barındırdığı canlı topluluklarının özellikleri, dağılımları, tür ve çeşitleridir. Dolayısıyla tüm bu faktörlerin birarada oluşturdukları ortama genel manada ekosistem adı altında toplanırken sucül ortamının genel karakterini ifade eden fizikokimyasal sucül ortam ve biyolojik yaşamı temsil edebilecek genel yapı su kalitesi kavramını oluşturmaktadır (Li ve Miciaggio, 2010). Bazen bu yapının gerek doğal süreçler (ötrofikasyon, deprem, erozyon, sel gibi doğal afetler) ve gerekse

antropojenik etkilerle (evsel, tarımsal ve endüstriyel atıklar) bozulabilmekte ve su kirliliği problemleri ortaya çıkabilmektedir. Burada ifade edilen evsel ve tarımsal faaliyetler nedeniyle oluşabilecek su kalite bozulmaları her bölgede oluşabilecek sorunlar iken endüstriyel sebepler şehirleşen ve endüstrinin geliştiği bölgelerde daha çok yaşanmaktadır.

Doğu Karadeniz bölgesinde endüstriyel ölçekte su kalite problemleri oldukça yavaş oluşurken, evsel ve tarımsal kökenli atıklardan dolayı oluşabilecek sorunlar önemli olabilmektedir. Özellikle Rize ve Trabzon çevresinde geniş alanları kapsayan çay ve fındık tarımı oldukça yaygındır. Rize çevresinde neredeyse monokültür düzeyinde yürütülen çay tarımında çevresel açıdan gübreleme konusunda her zaman tartışmalar olmaktadır. Günümüzde toprak yapısının çok düşük pH seviyelerinde olması (3-5) bu durum hakkında önemli bir bilgi vermektedir. Özellikle yağışlı dönemlerde gerçekleştirilen gübrelemenin gereğinden fazla yapılması tarımsal alan çevresindeki tatlısu ekosistemleri üzerinde olumsuz etki yaptığı bir çok çalışmada belirtilmektedir (Anonim, 2010).

1.4. Su Kirliliği

İstenmeyen zararlı maddelerin, suyun niteliğini ölçülebilecek oranda bozmalarını sağlayacak miktar ve yoğunlukta suya karışma olayıdır. Konutlar, endüstri kuruluşları, termik santraller, gübreler, kimyasal mücadele ilaçları, tarımsal sanayi atık suları, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ve toprak erozyonu gibi süreçler ve maddeler su kirliliğini meydana getiren başlıca kaynaklardır.

Bir akarsudaki su kalitesi ile hidromekanik ve hidrolojik özellikler arasında çok yakın bir ilişki vardır. Akarsulardaki debiler bu ortamlara verilen kirleticilerin seyreltilmesi ve taşınmasını sağlayarak, ortamlarda meydana gelecek kirletici birikimlerini birinci derecede etkilerler (Baglinière ve Maisse, 1999). Fransa'da bulunan deniz alabalıklarının yaşam döngüsünde, gerek akarsu ve gerekse deniz ortamında yapılan göçler sırasında doğal yollardan ve insan aktiviteleri (avcılık, yaşam ortamının değiştirilmesi, kirlilik, vb.) neticesinde çok büyük sömürüye maruz kaldıklarını bildirmiştir (Ak, vd., 2008).

1.5. Gübre

Tarımda ürünün verim ve kalitesini olumlu yönde etkileyen bitki besin maddelerini içeren organik ve inorganik bileşikler veya karışımlardır. Suni ve doğal gübre olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal gübreler bitki ve hayvanlardan sağlanır. Bunların en önemlisi guano denilen kurutulmuş kuş gübresidir. Bu gübrede %12 azot ve %12 fosfor pentaoksit vardır. Bütün doğal gübreler azot ve fosfor temin ederler. Fakat sentetik gübrelerden daha pahalı oldukları için, modern ziraatte çok az kullanılırlar. Bununla beraber doğal gübreler daha yavaş tesirli oldukları, suda daha az çözüldükleri için, çim tohumlarına, yeni filizlerin köklerine zarar vermezler. Bu özellikleri dolayısıyla sebze ve çiçek yetiştiriciliğinde tercih edilirler. Doğal gübrelerin bir diğer katkısı da toprak yapısını düzeltmesidir. Doğal gübrelerden en önemlileri; ahır gübresi, kompostlar ve yeşil gübredir. Yapay gübreler, sıvı ve katı halde bulunur. Genellikle taşınması ve depolanması kolay olduğundan, katı ve granül haldekiler tercih edilir. Eskiden kimyevi gübreler toz halinde yapılmaktaydı. Toz halindeki gübreler çok nem çekici ve taşınması zor olduğundan terk edilmiştir. Sıvı gübreler ise gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Gübreleme, genellikle ilkbaharda yapılır. Fakat kışın hafif ve yağışlı geçtiği bölgelerde sonbaharda yapılmaktadır. İstenirse ekstra olarak bitkinin büyüme mevsiminde katı gübre, mevsim ortasında ise sıvı gübre kullanılır. Uçucu özellikte olan gübreler, toprak altına konur. Bitki köklerinin, toprağın derinliklerine gitmesi sağlanır. Toprağın yapısına ve yetiştirilen bitkinin çeşidine göre azot, fosfor ve potas ihtiva eden yapay gübrelerin dekara verilecek miktarları hesap edilir ve buna göre verilir (URL-1 2013).

1.5.1. Azotlu gübreler

Azotlu gübrelerin çeşitli tipleri vardır. En çok amonyum ve nitrat tuzları halinde kullanılır. Bunlar arasında en önemlileri, sırasıyla amonyak ve amonyum hidroksit, amonyum nitrat, amonyum sülfat, amonyum fosfat, sodyum nitrat, kalsiyum nitrat, potasyum nitrattır. Bunlardan amonyak sıvı, diğerleri ise katı olup, amonyaktan elde edilirler. Kalsiyum nitrat ve potasyum nitratın dışındaki bütün azotlu gübreler toprağı asidik yaparlar. Fakat bu asitlik uygun kireçleme ile kolaylıkla düzeltilebilir. Siyanamid, üre ve üre-form adı verilen üreformaldehid bileşiği de azot gübresi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu sayılan bileşiklerin değişik oranlardaki karışımları ayrı patentler altında piyasaya sunulmaktadır (URL-2, 2013).

1.5.2. Fosfatlı Gübreler

Fosfatlı gübreler veya fosfat gübreleri olarak daha çok fosfat asidinin kalsiyum tuzları kullanılır. Fosfatlı gübrelerin imalinde çeşitli kaynaklar vardır. Bunlar doğal trikalsiyum fosfatlar, hayvan kemiklerinden elde edilen fosfatlar ve tomas çelik üretim konverterlerinden çıkan cüruflardır. Doğal fosfat yataklarının en önemlileri Amerika'da ve Fas'ta bulunmaktadır. Bu fosfatlar ince bir şekilde öğütülerek başka işlem yapılmadan asidik topraklara kullanılabilir (URL-2, 2013).

1.5.3. Potasyumlu Gübreler

Bütün potasyum gübreleri suda çözünürler. Potasyum tuzlarının çoğu, esas itibarıyla (%91-93 nisbetinde) gübre olarak kullanılırlar. Potasyum ihtiva eden yatak ve kayalardan üretilerek zenginleştirilir ve gübre şekline getirilirler. Potasyum tuzlarının üretimi, denizlerdeki oranı düşük olan potasyum tuzları, tuzla ana sularında biriktirilerek çıkarılır. Böyle bir biriktirme bazı kapalı deniz veya göllerde de doğal bir sütte vukua gelerek kaya tuzu gibi yataklar teşekkül eder. Stassfurt ve Alzas potas madenleri buna güzel birer örnek teşkil eder. Denizlerde uzun yıllar boyunca sodyum klorür çöker ve ana sular kalsiyum, magnezyum ve potasyum tuzlarınca zenginleşir. Açık denizle olan bağlantı kesilince ana sular zenginleşmeye devam eder ve magnezyum ile tuzlardaki sıraya göre çökmeğe başlar (URL-2, 2013).

1.6. Gübre Kullanımının Çevreye ve Sucul Ortama Olası Etkileri

Birim alan başına yüksek miktar ve kalitede ürün alabilmek için yüksek miktarlarda suni gübre kullanılmaktadır. Hayvansal gübre miktarı çoğunlukla yetersiz olduğundan, doğal olan bu gübre fide yetiştirmede veya çiftçilerin kişisel ihtiyaçlarını karşılamak üzere ayrılan arazilerde kullanılmaktadır. Ahır arkalarında açıkta biriktirilerek oluşturulan gübrenin gücü ancak yanlış bekletme koşulları nedeniyle yüksek oranda azalmaktadır (Güngör, 2001). Önce toprak, sonra su kaynakları, dereler ve deniz üzerinde büyük zararlara neden olmaktadır. Taşınan aşırı miktardaki azot ve fosfor besin zincirini olumsuz etkilemekte ve balık üretiminde azalmaya yol açmaktadır. Aşırı ve zamansız gübreleme kayıplara neden olur ve suların niteliğini bozar. Nitelik bozukluğu nitrat iyonu birikiminden kaynaklanır. Yüzey akışları ile yıkanan gübre azotu dere ve göllerin sularını kirletir. Yeterli yağış ve aşırı sulama suyu ile nitrat iyonu yıkanarak toprağın derinliklerine, oradan da taban suyuna ulaşması ile kirlilik

yaygınlaşır. Tarım kimyasalları kaynaklı toplu balık ölümleri, özellikle kullanılan azotlu gübreler fazla kullanıldığında ve yağmur veya sulamalarla bu azot yıkanarak yeraltı veya yüzey akışı ile yerüstü suları ile göl ve denizlere ulaştığında görülür. Bu azot, bir gölete veya nehre ulaşıp da güneş ışınlarına maruz kalınca, fotosentez yapan canlıların (fitoplanktonlar, algler) nüfusu bu azot ve güneş ışığı ile bir anda büyük sayılara ulaşır. Bu duruma "alg patlaması" adı verilir. Ötrofikasyon teknik olarak, besin maddeleri olarak bilinen azot ve fosfor bileşiklerinin çok fazla miktarda bulunduğu ortamlarda görülen aşırı alg (yosun) oluşumunu ifade eder. Gün ışığında büyük sayılara ulaşarak suya oksijen veren bu algler; güneşin batması ile birlikte oksijen üretmek yerine oksijen tüketerek karbondioksit üretmeye başlarlar. Bu yoğun alg nüfusu sudaki bütün oksijeni tüketirler ve suda oksijene ihtiyaç duyan balık, yengeç vb. canlıların tümü bir anda ölür. Ayrıca çoğalan algler güneş ışınlarını da gölgelediği için tabandaki bitkiler de (diğer canlılara yuva, doğumhane, besin görevi yapan bitkiler) fotosentez yapamaz ve ölürlür. Bu ölü bitkiler çürürken de oksijen tüketerek karbondioksit üretirler. Son olarak azotu bitiren algler de açlıktan ölür ve o suda neredeyse hiç canlı kalmaz ! Sularda ötrofikasyona neden olacak fosfor konsantrasyonu için kritik seviye 0,01 ppm ve azot düzeyi ise 0,3 ppm'dir. Özellikle tarımsal üretim yaparken çevre ve su kaynakları kirletilmektedir. Su ve gübre neredeyse sınırsızca kullanılmaktadır (OECD,1992).

1.7. Rize'nin İklimi, Topoğrafik Yapısı ve Akarsu Potansiyeli

Rize, yazları serin kışları ılık ve her mevsim yağışlı bir iklime sahip olup yıllık bazda ortalama 14,1 °C hava sıcaklığına sahiptir. Hava sıcaklığı uzun yıllar açısından değerlendirildiğinde -7 °C ile 38,2 °C arasında değişmekte olup en soğuk ayı olan Ocak ayının hava sıcaklığı ortalaması 6,7 °C iken en sıcak ayı olan Temmuz ayı hava sıcaklığı ortalaması ise 22,2 °C dir. Genel olarak deniz etkisi hissedilen Rize ikliminin denizel iklim karakteristiğinde olduğu söylenebilir. Zaman zaman 3000 m yüksekliklerden sahillere ulaşan hava akımlarını oluşturan fön rüzgarlarının etkisiyle kışları ılıman bir iklim hissedilen Rize'de hakim rüzgar yönü Güneybatı olup etkili fırtınalar genellikle Karayelden esmektedir. Yıl boyunca 150 gün kapalı 163 günü bulutlu geçen Rize' de yıllık nem oranı %75 üzerindedir. Türkiye'nin en yağışlı ili olan Rize'de yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalaması 2300 mm'nin üzerinde olup her mevsime dağılmıştır. Kurak dönemi olmayan Rize'nin en az yağışlı dönemi ilkbahar olup daha sonraki dönemlerde yükselmektedir. Sonbahar ve Kış mevsimler en yağışlı

dönemler olup bu dönemlerde sel olayları görülebilmektedir (URL-3, 2013). Uzun yıllar Rize yağış dağılımının aylara göre dağılımı ve yıllık yağış toplam ortalamaları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Rize için aylık yağış toplamı değerlerinin uzun yıllar ortalama değerle (mm) tablosu (DMİ, 2012).

Ort. Yağış Periyodu	1972-2010
Ocak	210
Şubat	179
Mart	144
Nisan	92
Mayıs	99
Haziran	136
Temmuz	148
Ağustos	183
Eylül	249
Ekim	300
Kasım	256
Aralık	246
Toplam	2245

Tablo 1'e göre Rize'nin yağışlı sezonunun ayrımını yapmak çok zor ama görülüyor ki Rize sonbahar aylarında en fazla yağışları alıyor. Nisan ve Mayıs belki de en az yağışların olduğu aylar olmakla beraber Nisan ayında uzun yıllar değerlerine göre ortalama aylık toplam 92,2 mm yağışla başlayıp Haziran ayında 136 mm'ye, artış devam ederek Ekim ayında 300 mm'ye çıktığı görülmektedir. Bu aydan sonra azalmaya başlayıp Aralık ayında 246 mm'ye, düştüğü ve azalma devam ederek Şubat ayında 179 mm'ye ve Mart ayında ise 144 mm'ye inmektedir. Çay tarımında Rize'de gübrelemenin Mart-Nisan ayları arasında dönüm başına 200-250 kg olacak şekilde yapıldığı bilinmektedir. Bu dönemin Rize için en kurak veya daha doğrusu en az yağışlı dönem olması oldukça önemlidir. Dolayısıyla gübreleme döneminin başladığı dönemlerde yağışların başlaması ve artmaya devam etmesi nedeniyle muhtemelen Mayıs-Haziran aylarında yüzey veya yer altı suları kanalıyla akarsu sularına etkileri görülebilecektir (Anonim, 2006). Rize ilinin yıllık toplam yağış dağılımı Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Rize için Yıllık Toplam Yağış Değerlerinin 1970-2011 yılları arası dağılımı (mm) (DMİ, 2012)

Rize Anadolu'nun kuzeydoğusunda; Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda, 40° 22' ve 41° 28' Doğu meridyenleri ve 40° 20' ve 41° 20' Kuzey enlemleri arasında bulunan Batıdan Trabzon'un Of, Güneyden Erzurum'un İspir, Doğudan Artvin'in Yusufeli ve Arhavi ilçeleri ile Kuzeyden ise Karadeniz ile çevrelenmiş göl alanları hariç 3922 km² yüzölçümüne bir ildir. Dağlık ve engebelik bir topoğrafyaya sahip olan Rize şehrini oluşturan toprak parçası Doğu Karadeniz sıradağlarının Kuzey yamacında yer almaktadır. Rize ilini kapsayan arazi topoğrafyası incelendiğinde genel olarak 80 km uzunluğunda dar bir kıyı şeridi ve bu kıyı şeritlerini kesen çok sayıda akarsuların oluşturduğu alüvyon düzlüklerden, 150-200 m yüksekliklerden 2000 m'lere uzanan bir anda yükselen dik yamaçlı vadiler ve sırtlardan oluşan dağlık saha ve nihayet 2000 m'lerden 3000-3200 m'lere uzanan basık sırtlar ve dik yamaçlı vadilerden oluşan yüksek dağlık sahalar ve birçok yüksek tepeleri ve kayalıkları barındıran 3200-3900 m'ler arasında yer alan zirvelerden oluşan ve birçok buz yalağı ve moren göllerini içeren buzul topoğrafyası göze çarpmaktadır (Anonim, 2006).

Doğu Karadeniz Bölgesinde Rize ili oldukça zengin bir akarsu kapasitesine sahiptir. Türkiye'nin iç bölgelerine kıyasla on kat daha fazla yağış alan Doğu Karadeniz'in en yağışlı ili olan Rize'nin dağlık ve engebelik arazisi ve yer altı su kaynakları nedeniyle bir çok akarsuyu mevcut olup su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Küçük büyüklü 16 adet akarsuyu Karadeniz'e ulaşmakta olup bunlardan en önemlileri hem debi hem de yağış havzası açısından Fırtına ve İyidere'dir. Akarsuların en uzun olanları Çağlayan deresi (34,7 km), Arılı deresi (31,5 km), Fırtına deresi (68 km), Hemşin deresi (38,5 km), Sabuncular deresi (46 km), Taşlıdere (34 km) ve İyidere (78,4 km) olarak sıralanabilirler. Rize akarsuları yağmur, kar ve kaynak sularıyla beslenmekte olup kış aylarında debileri azalmakta ve bahar aylarında ise kabarmaktadırlar. Yaz aylarındaki kar erimeleriyle birlikte en yüksek seviyelere

ulaşmaktadır. Debi açısından da Türkiye'nin bir çok akarsularından daha büyük bir potansiyele sahip olan Rize akarsularının elektrik enerjisi potansiyelleri (12 milyar kWh) ile Fırat ve Dicle'den sonra ikinci sırada olması nedeniyle göze çarpmaktadır. Örneğin Fırtına Deresi'nin ortalama debisi 28,4 m³/s olup üzerinde Demirköprü Barajı'nın bulunduğu Gediz Nehri'nden (26 m³/s) daha büyük olup ayrıca minimum debisi 4,6 m³/s olan Fırtına Deresi'nin Kızılırmak (1,7 m³/s) ve Gediz (0,07 m³/s) Nehirlerinden daha önde olduğu 9,4 m³/s minimum debisiyle Dicle Nehri'nin ise yarısı düzeyinde olması önemlidir (Verep, 2006).

1.8. Literatür Özeti

Daha çok tarıma dayalı küçük ölçekli sanayi teşekküllerinin yer aldığı Doğu Karadeniz'de gerek sivil yerleşim alanları ve gerekse işletmeler genellikle akarsu havzalarına veya bitişik alanlarına kurulmaktadır. Diğer taraftan engebeli arazi yapısı ve orografik yağışlar sebebiyle erozyon oluşmakta olan tarımsal alanlar ve diğer arazilerden süpürülüp gelen gerek doğal ve suni nütrientler ve gerekse diğer katı maddeler akarsuların kalitesini istenmeyen ölçüde değiştirmekte, evsel ve sanayi atık sularının katkılarıyla da kirliliğin boyutları oldukça artmaktadır (Verep vd., 2005).

Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki birçok akarsu hem doğal, hem de antropojenik maddeleri deniz kıyılarına taşımakta ve bu maddelerin kirletici özellikleri zamanla kıyılarda doğal dengeyi bozmaktadır (Boran ve Sivri, 2001).

Özellikle inorganik azot fazlalığı akuatik ekosistemlerde nitrifikasyon sürecinde oluşan azotoksitler nedeniyle asitleşme, ötrofikasyon sürecinde inorganik fosforla birlikte toksik alglerin gelişmelerinin hızlandırılması, diğer yandan inorganik azot iyonlarının canlı yaşamı üzerinde büyüme, üreme yetenekleri ve direkt toksisite etkileri oluşturmaları, içme suyu kaynağı olarak kullanılabilir yeraltı ve yüzey sularında azot bileşenlerinin birikimleri doğrudan insan sağlığına ve ülkelerin ekonomisine etkileri ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Camargo ve Alonso, 2006).

Bitki gelişimini teşvik, daha bol ve kaliteli ürün elde etmek ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını en iyi durumda tutmak için toprağa verilen gübreler toprak kirlenmesine sebep olan etkenlerden birisidir. Gereğinden fazla ve yanlış kullanılan gübreler, çeşitli şekillerde olumsuz etkide bulunmaktadır. Yüksek düzeyde azotlu gübre kullanılması sonucu topraktan yıkanmalarla, içme suları ve akarsulara karışan nitrat miktarı artmaktadır. Yine fosforlu gübrelerin yüzey akışlarıyla taşınması

sonucu içme suları ve diğer akarsularda bulunan fosfat miktarı yükselmektedir. Ayrıca fazla azotlu gübre uygulanmış topraklarda yetişen bitkilerde zararlı bazı maddeler (nitrozamin) üretilmektedir. Mikrobelerin elementlerinin toprakta fazla bulunmasından dolayı ortaya çıkan problem, nitrojen ve fosforun fazla bulunmasından daha önemlidir. Bu elementlerin çok az miktardaki fazlalığı bile bitkilere zararlı olmaktadır. Toprağa verilen ahır gübresinin mineralizasyonu sonucu oluşan NO_2 yıkanarak, N ve P yüzey akışıyla sürüklenerek yeraltı ve yerüstü sulara karışabilmektedir. Diğer yandan aşırı ahır gübresiyle topraklarda tuz birikiminin de söz konusu olduğu belirtilmektedir. Giderek modern tarımda kullanımı artmaya devam eden kimyasal gübrelerin nehirlere, göllere, denizlere ve yeraltı sularına karışması büyük bir su kirlenmesine neden olmaktadır. Bu da suda yaşayan diğer canlı organizmaların ve bu suların kullanıldığı çevrelerin doğal dengesini bozmaktadır (Sayılı ve Akman, 1994).

Gübrelemenin yüzey suları ve içme suları üzerine olumsuz etkileri en çok azotlu ve kısmen de fosforlu gübrelerin dengesiz bir şekilde kullanımından kaynaklanmaktadır. Gübreleme ile sulara karışan veya bitki bünyesinde birikebilen nitrat, çevreyi kirletici ana unsurdur. İçme suları 20 ppm'den daha yüksek düzeyde nitrat azotu içermemelidir. Bu sınır değeri yoğun gübrelemenin yapıldığı yerlere yakın su kaynaklarında ve yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip hafif yapılı topraklarda oluşan yüksek azot kayıpları ile aşılabilmektedir. Bu nedenle pek çok Avrupa ülkesinde yeraltı suları koruma bölgelerinde azotlu gübreleme kısıtlanmaktadır (İkincikarakaya vd., 2013).

Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı yapılan yörede uzun yıllardan beri yoğun bir şekilde kullanılan amonyum sülfat gübresi, bu yöre topraklarının asitleşmesinde önemli rol oynamıştır (Kaçar, 1992). Asit koşullarda nitrifikasyon olayı çok düşük düzeyde gerçekleşse de amonyum sülfat toprakta biyolojik olarak nitrate yükseltgenmekte, bu sırada oluşan bağımsız hidrojenler ile bitkinin amonyum iyonunu alması ve asimilasyonu ile ortaya çıkan hidrojenler rizosfer bölgesine verilmektedir. Bu yolla da öncelikle rizosferde olmak üzere toprak pH'sı düşmektedir (Aktaş, 1994). Nitekim çay tarımı yapılan toprakların pH değerleri çok önemli düzeyde düşerek; 1958-60 yıllarında çay topraklarının %0,11'inde pH'sı 4'ün altında iken, bu oran 1978-81 yıllarında %39,48'e, 1989 yılında ise %84,57'ye yükselmiştir. Genelde çay bitkisinin 4,5-6,0 pH aralığında iyi geliştiği 4,0'ün altına düşüşün sorunlar yarattığı bildirildiği için sorunun boyutu kolaylıkla anlaşılabilir (Kaçar, 1992).

Çay tarımında, toprak analizleri sonucunda toprakta eksik olan bitki besin maddelerinin belirlenmesi, kullanılacak gübre türü ve miktarının belirlenmesinde toprak analizlerinin dikkate alınması, çay tarımında tek tip gübrelemenin ivedilikle sona erdirilmesi, gübrelemenin doğru zamanda ve gübreleme tekniğine uygun olarak yapılması, böylece yanlış gübreleme ile gereksiz yere harcanan (çay topraklarına uygulanan gübrelerin %30-60'ı çay verimine katkıda bulunamadan yıkanarak su kaynaklarını kirletmektedir), Rize yöresinde kullanılan yapay gübre miktarı yıllık 35000 tonun üzerindedir (Yüksek vd., 2013).

Çay tarımında kimyasal gübre uygulamalarının kademeli olarak azaltılması ve gerekli alt yapı hazırlandıktan sonra durdurulması, bunun yerine organik gübrelerin üretim ve kullanımının başlangıçta teşvik edilmesi, daha sonra zorunlu hale getirilmesi, çay havzalarında organik üretimin bir plan dâhilinde uygulamaya konulması gerekmektedir (Yüksek vd., 2013).

Rize yöresinde WWF-Türkiye ofisi tarafından Fırtına vadisinde yapılan bir çalışmada; çay tarımı yapılırken uygulanan gübrelerin %28-40'ının yıkanarak su kaynaklarının kirlenmesine yol açtığı belirlenmiştir (WWF, 2011).

Çay tarımıyla uğraşan üreticilerin büyük çoğunluğu yapay gübre kullanmaktadır. Çiftçiler tarafından köylerin terk edilerek şehirlere göç edilmesi nedeniyle köylerde hayvancılıkla uğraşan çiftçi sayısı yok denecek kadar azalmıştır. Bu nedenle çay tarımında uygun fiyata kaliteli ahır gübresi bulmak oldukça zorlaşmıştır. Bu nedenle üreticilerin büyük çoğunluğu tedariki kolay olan yapay gübreyi tercih etmektedir. Çay tarımı ile uğraşan çiftçilerin büyük çoğunluğu çay topraklarına hangi tip gübreyi, ne zaman ve hangi şekil de kullanmaları gerektiğini bilmemektedir. Bu nedenle çay tarımı için gübre seçimi, kullanılacak miktarının belirlenmesi ve uygulanmasında çok büyük yanlışlar yapılmaktadır. Bu yanlışlar birim alandan elde edilen çayın miktar ve kalitesine olumsuz yönde etki ederken diğer yandan çiftçinin çay üretim maliyetlerini artırmaktadır. Çay tarımında kullanılan yanlış gübreleme tekniği nedeniyle her yıl milyonlarca liralık yapay gübre çay verimine katkı sağlamadan yıkanarak su kaynaklarının kirlenmesine neden olmaktadır (Yüksek vd., 2013).

Kimyasal gübreler başta olmak üzere gübre kullanımının suların kalitesi üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Özellikle nitratlı gübreler, genel olarak da azotlu gübrelerin yoğun kullanımı sonucu yer altı ve yer üstü sularının nitrat içeriği artmaktadır. Ülkemiz seracılığının en yoğun ve gübre kullanımının yüksek olduğu Antalya ili Kumluca

ilçesinde yapılan bir araştırmanın bulguları, bu etkileşimi açıkça ortaya koymaktadır. Araştırmanın yapıldığı yıllarda içme suyu kaynağı olarak da kullanılan kuyu sularının %50'sinin içme sularında izin verilen 45 mg/L'den daha fazla NO₃ içerdiği belirlenmiştir. Benzer durumların ülkemizin pek çok yöresinde görülmesi çok yüksek bir olasılıktır. Çünkü yoğun azotlu gübrelemenin yapıldığı pek çok tarım alanı mevcuttur (Hatipoğlu vd., 1996).

Aşırı fosforlu gübre kullanımı toprakta birikime neden olmaktadır. Su erozyonu ile, tarım arazilerinin yüzeyinde fosforca zenginleşmiş olan toprak su kaynaklarına ulaşılmaktadır. Yüzey sularındaki fosfor konsantrasyonunun artışı alg gelişimini teşvik etmekte, alg gelişiminin artışı ise suların oksijen dengesini bozarak bu sulardaki canlı yaşamını sınırlamaktadır. Ötrofikasyon adı verilen bu olayın başlaması için gerekli olan fosfor konsantrasyon kritik değeri sadece 0,01 mg/L'dir (Aktaş, 1994).

Antalya ilinde yapılan çalışmada, seralarda özellikle kış aylarında kimyasal gübrelerin çok yoğun olarak kullanıldığı, bu nedenle su kaynaklarının özellikle kuyu sularının tehlikeli boyutlarda kirlenebileceği, bitkisel üretim miktarının ve ürün niteliğinin olumsuz olarak etkilenebileceği sonuçlarına ulaşılmıştır (Kaplan vd., 1999).

Tarımda gübre kullanımında zaman içerisinde meydana gelen en büyük değişim giderek artan kullanım dozudur (Anonim 2002). Bu durum çevre kirlenmesi, taban suyunun yükselmesi ve drenaj sorunlarının artmasına, verim ve kalitenin düşmesine yol açmaktadır (Tüzel vd., 2005).

Yanlış ve fazla gübre kullanımı sonucu, topraklardan yüzey akış ve drenaj suları ile önemli düzeyde azot ve fosforun sulara karıştığı bilinmektedir (Gutman, 1999).

Suni gübre ve pestisit atıklarından kaynaklanan alglerin aşırı üremesi ve ötrofikasyon; ötrofikasyonun derecesine göre yumurta bırakılması, yumurtanın döllenmesi ve balıkların beslenmesini olumsuz yönde etkilerken, sularda çözülmüş oksijeni azaltarak çözülmüş oksijen ihtiyacı fazla balık türlerinin yok olmasına da neden olmaktadır. Örneğin alabalıklar (*Salma trutta*) antropojen etkilerin fazla olduğu nehirlerin aşağı ve orta kesimlerinden, insan etkileşiminden uzak daha yukarı kesimlere kaymıştır (Öymen ve Nuhoğlu, 1993).

Suni gübrelerden eriyerek sulara karışan azot bileşikleri sularda ötrofikasyona neden olmaktadır (Özbay ve Nuhoğlu, 1992). Yıllarca aşırı ve bilinçsiz kullanılan suni gübrelerden yıkanarak sulara karışan azot ve fosfor gerek tatlı ve gerekse tuzlu sularda aşırı alg (yosun) üremesine neden olmuştur. Yaz ortalarında dere sularının az olması ve

gübrelerden eriyerek sulara karışan azot ve fosfor bileşenlerinin aşırı alg üremesine neden olması ve zamanla alglerin çürüyerek sulardaki çözünmüş oksijeni azaltması, suların renk ve kokusunun değişmesi ötrifikasyona neden olarak fazla miktarda çözünmüş oksijene ve temiz sulara gereksinim duyan balıkların ve özellikle alabalıkların azalmasına yol açmaktadır. Alabalıklar çözünmüş oksijenin 5-6 mg/L'nin altına düşmesi durumunda yaşayamazlar (Öymen ve Nuhoğlu, 1993).

Stratosfere ulaşan N_2O ve NO gazları ise stratosferde yer alan ozonun parçalanmasına neden olmaktadır ve bu da azotlu gübrelerin aşırı kullanımından kaynaklanmaktadır (Çöpür ve Uysal, 2004).

Kimyasal gübreler fazla miktarda kullanıldıkları zaman mikroorganizmalardan solucanlar ve çeşitli toprak kurtçuklarına tahrip edici ve öldürücü etki yapmaktadır. Bu organizmalar ile direk temas eden gübre tozları öldürücü etki yapmaktadır. Topraklara aşırı azotlu gübreler verilmesi *Rhizobium sp.* gibi simbiyotik azot fikse eden mikroorganizmaların aktivitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durumda havanın serbest azotundan faydalanma yolu tıkanmaktadır. Buna ilave olarak verilen fazla azotlu gübreler nitrifikasyon bakterilerini faaliyetlerini sınırlandırmaktadır. Böylece masrafsız olan ikinci azot kaynağı da zarar görmektedir (Sönmez vd., 1998).

Toprağa uygulanan gübreler, dolaylı olarak içme sularının kirlenmesine, göl ve akarsuların oksijence yoksullaşmasına (ötrofikasyon) ve bitkisel üretimde nicelik ve nitelik düşmesine neden olmaktadır. İçme sularının niteliğine olumsuz etki yapan temel gübre bileşimi nitrattır. Nitratın kendisi, insan ve hayvan için zehirli değildir. Ancak, nitratın indirgemeden kaynaklanan nitrit özellikle bebeklerde "Methemoglobinemia" (mavi bebek hastalığı) denilen ve kanın oksijen taşıma yeteneğinin azalması olarak tanımlanan bir hastalığa neden olmaktadır (Nitroz asidi NO^+ ve OH^- iyonlarına ayrılabilir). NO^+ kökü, iki değerlikli hemoglobin demirini " Fe^{+2} ", üç değerlikli " Fe^{+3} " demirine oksitler ve oksitlenmiş şekliyle demir oksijeni absorbe edemez ve bu yeteneğini kaybeder. Diğer taraftan, fosfat, potasyum ve magnezyum gibi iyonların içme sularında bulunması, bitki ve hayvan beslenmesinde gerekli olmaları nedeniyle, içme sularının niteliğini artırır (URL-4, 2013).

Trabzon ilindeki on sekiz derenin denize döküldükleri noktalarda belirlenen istasyonların su kalite düzeyleri araştırılmış olup çalışma kapsamında; fiziksel ve kimyasal parametreler incelenmiş ve özellikle sülfat, fosfat ve nitrat gibi parametrelerde

surekli bir artış olduğu ve bu artışların derelerin çevre sağlığını tehdit eder değerde olan III. ve IV. Sınıf Sular haline gelmesine sebep olduğu ifade edilmiştir (Dayı, 1996).

Trabzon iline bağlı Değirmendere ve kollarına ait suların kalitesiyle ilgili bir çalışmada; pH, TDS, Cl⁻ ve miktarlarına göre yüksek kaliteli su sınıfında, ancak NO₂⁻ miktarlarına göre Sümela Deresi'nin yüksek kaliteli su, Meryemana, Maçka ve Galyan Derelerinin sularının kirli su, Değirmendere suyunun ise çok kirlenmiş su sınıfında olduğunu belirtmişlerdir (Bulut, 2005).

Son yıllarda Doğu Karadeniz bölgesi akarsularında yapılan çalışmalarda genel olarak kirlilik düzeyinin düşük olduğu, ancak denize doğru yaklaştıkça ilgili araştırmaların yapıldığı akarsularda olmak üzere sülfat, nitrat, fosfat değerlerinin yükseldiği (Dayı, 1996), nitrit ve amonyak parametreleri açısından akarsuların II. ve III. sınıf su (Özdemir, 1998), (Boran ve Sivri, 2001), nitrit açısından çok kirlenmiş su (Gültekin vd., 2005) olduğu belirtilmiştir.

Sulardaki azotun ana kaynağı NO₃⁻ olsa da, çözünmüş azot NH₄⁺, N₂O⁻, NH₃, N₂, N₂O ve organik azot şeklinde de bulunmaktadır (Gültekin vd., 2012).

PO₃⁻ suya kaya ve topraktan geçebildiği gibi mineral cevherlerinden, yapay gübrelere, evsel ve endüstriyel atıklardan da karışabilir. Yüzeysel sularında yüksek konsantrasyonlar da olmasının en önemli nedeni tarımsal amaçlı gübrelere (Gültekin vd., 2012).

Çözülmüş Oksijen (DO) aerobik ortamlarda yaşayan organizmaların çoğalmalarında ve bunların enerji üreten bütün faaliyetlerinde çözülmüş oksijene gerek duyulmaktadır. Sudaki çözülmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklık ve tuzluluğun bir fonksiyonu olup bu parametrelerle ters orantılıdır (Gültekin vd., 2012). Akarsular ortalama 8.87-11 mg/L arasında değişen DO değerlerine göre kaliteli su sınıfındadır (Boran ve Sivri, 2001).

Rize çayla özdeşleşmiş ve çay tarımının yoğun yapıldığı bir bölgedir. Çay tarımında önemli bir girdi olan suni ve doğal gübre dışında herhangi bir kimyasal madde kullanılmamaktadır. DPT 8.Kalkınma Planı kapsamında yayınlanan Çay Sanayi Alt Komisyonu Raporuna göre; "Çay tarımında bilinçsizce yapılan gübrelemenin toprak ve bitki yapısına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Çay bahçeleri için uygun olan gübre içeriği ve miktarının ne olması gerektiği konusunda çay üreticileri yeterli bilgiye sahip değildir. Bilinçsizce yapılan gübreleme ürün kalitesini bozmaktadır. Çay topraklarının asitlik düzeyi ile makro ve mikro elementler kapsamının düzenli olarak izlenmesi

gerekmektedir. Bu amaca yönelik olarak, yeterli sayıda toprak analiz laboratuvarlarının bulunmaması, üreticilerin bilinçsizce gübre kullanımını artırmaktadır. Bu durum toprakların yapısını bozduğu gibi çevresel kirlenmeye de neden olmaktadır. Çay bahçelerinde kimyasal gübrenin yanı sıra organik gübre ihtiyacı da giderilmelidir. Ancak bu gübrenin de kullanımı oldukça yetersizdir” şeklinde çay tarımındaki gübreleme ve çevre hususlarında bazı problemler ifade edilmektedir (DPT, 2001).

Diğer yandan bölgede çay tarımında kullanılan gübre miktarı konusunda çeşitli problemler ileri sürülmektedir. Bu problemler genel olarak doğal gübrelerin pahalı olmasından dolayı tercih edilen kimyasal gübrelerin toprak ve su kaynaklarındaki istenmeyen olumsuz değişimler oluşturmalarından dolayıdır. Nitekim Rize ve çevresinde çay tarımı yapılan arazilerde toprağın pH seviyesinin oldukça düşük olduğu yani olumsuz asidik düzeyde (<4,5) olduğu çeşitli kaynaklarca ileri sürülmektedir. Halbuki bu pH seviyesinin 5-6 arasında olması tavsiye edilmektedir. Çay üretimi yapılan illerin çaylık alan ve üretici sayısı dağılımı Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. İllerin Çaylık Alan ve Üretici (Cüzdan) Sayısı Dağılımı (Özden, 2009)

İL	Çaylık Alan (Dekar)	%	Üretici Cüzdan Sayısı	%
Artvin	85740	113	19222	9,6
Rize	497657	65,6	123554	62
Trabzon	155067	20,5	47424	23,8
Giresun	19679	2,6	8986	4,5
Ordu	114	0,0	45	0,0
TOPLAM	758257	100	199231	100

Ülkemizde çay tarımını kontrol eden ve yönlendiren Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı olan ÇAYKUR Genel Müdürlüğü toprağa daha faydalı olan ve toprağın pH veya kimyasal dengesini koruyan 25:5:10 (N:P₂O₅:K₂O) karışımındaki özel çay gübresinin her yıl dekara 70 kg civarında kullanılmasını tavsiye etmektedir. Hatta bu özel çay gübresinin toprağa uygulanma konsantrasyonu da ayrı bir problem olarak ortaya çıkmaktadır. Nitekim çay üreticisinin fazla gübre kullanımının fazla ürün olarak ortaya çıkacağını düşünmesi de yine farklı bir problem olarak görülmektedir. Halbuki her toprak parçasının ihtiyaç duymuş olduğu gübre türü ve miktarı değişmektedir. Her arazinin ayrı ayrı toprak analizleri yapılarak ihtiyaç oranında ve dekara 60 kilogramın

üzerinde kullanılmaması gerekliliği ÇAYKUR Genel Müdürlüğü uzmanlarınca üreticilere duyurulmaktadır. Ayrıca gübreleme zamanının da iyi seçilmesi hava şartlarına göre şubat-mart aylarında mutlak suretle verilmesi gerektiği tavsiye edilmektedir. 25:5:10 bileşimindeki kompoze çay gübresinin dışındaki gübrelerin sürekli kullanılmaları toprak reaksiyonunun asitleşmesine sebep olmaktadır. Sürekli ve aşırı dozda kullanılan kimyasal gübreler toprağın fiziksel yapısını bozarak sertleşmesine, hava ve su dengesinin bozulmasına yol açtığı ileri sürülmektedir. Dolayısıyla yeraltı ve yüzey su kaynaklarına çeşitli türde gübrelerin oluşturduğu su kirliliğinin etkileri merak edilmektedir.

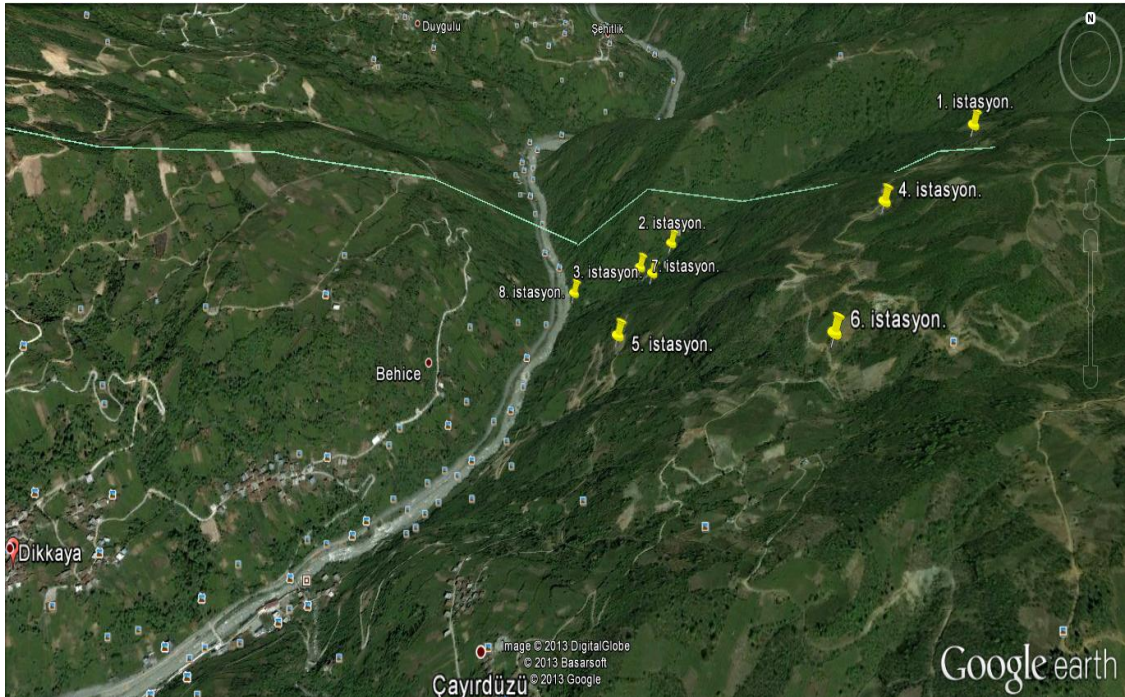
Bu çalışmada, Rize il sınırları içerisinde bulunan Fırtına Vadisi'nde Fırtına Deresi'ne dökülen akarsu kolları üzerinde durulacaktır. Bu amaçla Fırtına havzasında Çamlıhemşin (Rize)'e bağlı Behice, Çayırdüzü ve Dikkaya köylerinin ortak ormanlık, ormanlık-tarımsal ve tamamen tarımsal alanında yürütülen bu çalışmanın konusu tarımsal üretim alanlarında gübre kullanımının yüzey sularına etkisinin belirlenmesi üzerinedir. Dolayısıyla, gübre kullanımının oluşturduğu organik ve inorganik kirlilik boyutları ve çalışma alanının bulunduğu vadide sucul ekosisteme etkileri akarsuda fizikokimyasal su kalite değişimlerinin izlenmesiyle araştırılacaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Araştırma Alanı

Bu çalışma, Fırtına Deresini besleyen alt kollardan biri olan Behice, Çayırüzü ve Dikkaya köylerinin ortasından geçen dere üzerinde belirlenmiş çaylık, doğal orman ve çaylık ve ormanlık alanların bir arada olduğu yamaçların ara kesitlerinden geçen dere yatağı üzerinde belirlenmiş 8 istasyonu içeren bir bölgede yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. İstasyonların uydu görüntüleri (1. İst. (41° 05' 31.27" N, 41° 03' 31.83" E), 2. İst. (41° 05' 38.26" N, 41° 02' 55.60" E), 3. İst. (41° 05' 31.83" N, 41° 02' 52.01" E), 4. ist. (41° 05' 21.22" N, 41° 03' 17.15" E), 5. İst. (41° 05' 17.14" N, 41° 02' 45.90" E), 6. ist. (41° 05' 08.01" N, 41° 03' 07.74" E), 7. İst. (41° 05' 33.72" N, 41° 02' 51.04" E), 8. İst. (41° 05' 35.40" N, 41° 02' 40.62" E))

Gübreleme faaliyetlerinin akarsu su kalitesine etkileri belirlenmesine çalışıldığı için bölgede tarımsal faaliyetin sürdürüldüğü yani gübrelemenin yapıldığı alanı temsil edecek şekilde (çaylık alan) en yakın akarsu kesitinden örnek istasyon ve gübreleme faaliyetinin gerçekleşmediği alan olarak ise sadece doğal orman yani tarımsal faaliyet alanı olmayan bölge olarak seçilmiş ve bu bölgeyi temsil edecek şekilde en yakın akarsu kesiti üzerinde bir istasyon seçilmiştir. Çalışma alanı içerisinde çaylık ve ormanlık alanların bir arada olduğu 2 farklı istasyon da bulunmakta olup çalışma bölgesinde aylık periyotlarla su numuneleri alınmış ve gerekli analizler yapılarak incelenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. İstasyonların tanımı ve özellikleri

İstasyon	Koordinatlar	Çay arazisi	Orman	Çay ve orman	Arazi
1	(41° 05' 31.27" N, 41° 03' 31.83" E)	-	+	-	Doğal orman
2	(41° 05' 38.26" N, 41° 02' 55.60" E)	+	-	-	Tarım
3	(41° 05' 31.83" N, 41° 02' 52.01" E)	-	+	-	Doğal orman
4	(41° 05' 21.22" N, 41° 03' 17.15" E)	+	-	-	Tarım
5	(41° 05' 17.14" N, 41° 02' 45.90" E)	-	+	-	Doğal orman
6	(41°05'08.01"N, 41°03'07.74"E)	+	-	-	Tarım
7	(41° 05' 33.72" N, 41° 02' 51.04" E)	+	+	+	Tarım ve Orman
8	(41° 05' 35.40" N, 41° 02' 40.62" E)	+	+	+	Tarım ve Orman

Örnek istasyonlarının belirlenmesinde, alınan örneklerin o noktadaki su niteliğini tanıtır olması, tarımsal yani çaylık ya da ormanlık alanlara yakın oluşu, su kalitesi değişimini temsil etmesi, yan kolların birleşme öncesi ve sonrası tam karışım sağlandıktan sonra akışın düzgün olduğu kısımlardan ve mümkün olduğunca orta derinlikten alınması gibi etkenler göz önünde bulundurulmuştur.

2.1.2. Su Örneklerinin Alınması ve Saklanması

Fiziksel ve bazı kimyasal su kalite parametreleri sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk, TDS, pH vb. arazi çalışmaları sırasında yerinde elektrometrik olarak problemlerle (Hach Lange) ölçülmüştür. Alınan su örnekleri 1 L'lik polietilen şişelere bir kaç kez çalkalanarak örnekleme şişesinde hava boşluğu kalmayacak şekilde alınmıştır. Örnekleme öncesi su örnekleme kablari öncelikle musluk suyuyla çalkalandıktan sonra seyreltik asitli sularla iyice temizlenmiştir. Daha sonra saf suyla çalkalanan örnekleme kablari kurutulularak hazır hale getirilmiştir. Kimyasal verileri alınmak üzere su örnekleri aynı gün Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Kimya laboratuvarına getirilmiş ve fiziko-kimyasal analizleri yapılmıştır. Örnekleme hazırlık, örnekleme ve su örneklerinin muhafazası Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliğine bağlı olarak çıkarılan Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliğine uygun olarak yürütülmüştür.

2.2. Metod

Bu çalışma Doğu Karadeniz bölgesinde gerek fındık, gerek çay ve gerekse diğer bahçe veya tarla bitkileri üretimi faaliyetleri nedeniyle kullanılan gübrelerin bu tarımsal alanlar çevresinde yer alan su kaynakları su kalitesine etkilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Günümüzde kullanılan gübrelerin içerdikleri bileşikler ağırlıklı olarak azot, fosfor ve potasyum kökenli olduklarından dolayı su kaynaklarında fosfat, amonyum, amonyak, nitrit, nitrat ve diğer su kalite parametreleri üzerinde durulmuştur. Diğer yandan gübre içeriklerinin topraktan sonra yeraltı su kaynaklarına, yağışla birlikte yüzeysel akışla yüzey sularına ve yeraltı suları aracılığıyla daha sonra yüzey sularına ulaştıkları kabul edilmektedir. Çalışma alanı Tablo 4'te belirtilen kriterlere göre seçilmiştir.

Tablo 4. Çalışma alanında seçilen istasyonların sınıflandırılması.

İstasyonların sınıflandırılması	Orman alanı	Çaylık alan	Çaylık ve Orman (Karışık)
İstasyon No	1,3,5	2,4,6	7,8
Kimyasal ve Hayvan Gübresi Etkisi	Hayır	Evet	Evet
Doğal kaynaklar	Evet	Evet	Evet

Çalışma alanı Fırtına havzasında Behice, Çayırdüzü ve Dikkaya köylerini kapsayan bir vadide gerçekleştirilmiştir. Tarımsal üretimde kullanılan gübre içeriklerinin su kalitesine etkisini belirlemek amacıyla çalışma bölgesinde arazi kullanım şekline göre istasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 4). Buna göre çalışma bölgesinde tarımsal hiçbir faaliyetin olmadığı doğal ormanlık alan, tamamiyle tarımsal faaliyetin olduğu çaylık alan, hem orman ve hem de çaylık alanın bir arada olduğu bir alanın bulunduğu yamaçların en düşük kotlarından geçen dere yatağı üzerinde ilgili alanları temsil edebilecek istasyonlar seçilmiştir (Şekil 3).

Çalışma dönemi olarak bölgede yağışların ve çay tarımının başladığı dönemlerin bir iki ay öncesi ve çay tarımının tamamlandığı dönemin bir iki ay sonrası seçilmiş olup ilgili alanların etkisini temsil edecek noktalarda seçilen istasyonlardan aylık olarak su numunesi alınmış ve incelenmiştir. Bölgede çay tarımı dolayısıyla gübreleme Nisan sonlarında gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla Şubat-Haziran 2011 tarihleri arasında

çalışma yürütülmüş olup gübrelemenin etkisi su kaynaklarında Mayıs ve Haziran aylarında tespit edilmeye çalışılmıştır.

2.2.1. Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri

2011 yılı Şubat ve Haziran ayları arasında yürütülen bu çalışmada tarımsal üretim alanlarında gübre kullanımının yüzey suları su kalitesine etkilerinin belirlenmesi amacıyla aylık periyotlarla, belirlenen istasyonlardan alınan su numunelerinde pH, su sıcaklığı, suda çözünmüş oksijen, suda çözünmüş oksijen doygunluğu, elektriksel iletkenlik, TDS ve tuzluluk ölçümleri arazide, Karbondioksit (CO₂), Kalsiyum (Ca), Bikarbonat (HCO₃), Toplam Sertlik, Nitrit (NO₂), Nitrat (NO₃), Fosfat (PO₄), Amonyum (NH₄), Askıda Katı Madde ve Bulanıklık gibi ölçümler Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su kimyası laboratuvarında yapılmıştır.

2.2.1.1. Su Sıcaklığı

Akarsuların anlık su sıcaklığı; akarsuyun debisi, hızı, iklim şartları, atmosferik şartlar, denizden yüksekliği gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Sularda su sıcaklığı çözünmüş oksijen, pH parametreleri gibi fiziko-kimyasal parametrelere tesir ederek sucul canlıların hayati faaliyetleri üzerine direkt etkileri vardır (Göksu, 2003). Su sıcaklığı ölçümü, numune alınırken Hach Lange marka multi metre proble yapılmıştır.

2.2.1.2. Çözünmüş Oksijen

Oksijenli yaşamda enerji kaynağı olup canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için elzemdir. Akarsulardaki çözünmüş oksijen miktarı da sucul canlılar için çok önemlidir. Günün saatine, mevsime, suyun akış hızına, akarsuyun morfolojik yapısına su sıcaklığına biyolojik yapısına ve kirlilik durumuna bağlı olarak değişir (Göksu, 2003). Doğal sularda oksijen miktarı direkt olarak sıcaklıkla ilgilidir. Çözünmüş oksijen ölçümü, numune alınırken Hach Lange marka multi metre proble yapılmıştır.

2.2.1.3. pH Değeri Ölçümü

pH sudaki hidrojen iyonları konsantrasyonu logaritmasının tersi [$\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$] olup 0-14 arasında rakamsal olarak ölçeklendirilmiştir. pH 7 nötr olarak kabul

edilmiştir. Bunlarda H^+ ve OH^- iyonları denge halindedir. Bu tür suların asit ve alkali reaksiyonları yoktur. H^+ iyonu konsantrasyonunun artması ile pH'nın değeri 7'nin altına düşer ve su asit karakter kazanır. OH^- iyonu konsantrasyonunun artması ile pH 7'nin üzerinde değer alır ve su bazik karakter taşır. $pH > 7$ değerli sular alkali, $pH < 7$ değerli sular asitli sular olarak isimlendirilmiştir. Doğal suların pH dereceleri, normal koşullarda 4-9 arasındadır. Sudaki pH, genelde karbonat sistemi ile dengelenmektedir. Buna göre, suda karbondioksit (CO_2), karbonik asit (H_2CO_3), bikarbonat (HCO_3^-) ve karbonat (CO_3) iyonları, bir denge halinde bulunmaktadır. Bu denge, suyun pH değerini belirlemekte ve etkilemektedir. Dengenin CO_2 ve HCO_3^- 'a doğru kayması durumunda pH düşmekte, CO_3 'a doğru kayması halinde ise artmaktadır. Genellikle düşük pH bataklıklarda, yüksek pH ise akarsularda rastlanmaktadır (İzmirlioğulları, 2004). Kimyasal ve biyolojik sistemler için önemli bir faktör olan pH'ın içme sularında tavsiye edilen değeri 6,5-8,5'tir. Atık suların doğal sulara katılımı ile doğal pH değişimleri minimum ve maksimum değerler arasında dalgalanmalar gösterebilir. Düşük pH derecesi sucul ortamda yaşayan canlılar içerisinde besin zincirinin ilk halkası olan makroskobik omurgasızları etkilemektedir. Bunlar için pH değerlerini 4'ün altına düşmesi hayati risk taşımaktadır. Organik maddenin parçalanmasının arttığı oranda pH düşer doğal suların çoğu karbonat ve bikarbonat içermesi nedeniyle hafif alkali bir özellik gösterir (Yıldırım, 2006). Suyun pH değeri, Hach Lange multi metre proble ölçülmüştür.

2.2.1.4. Oksijen Doygunluğu

Çözünmüş oksijen düzeyi sıcaklık, erimiş tuzlar ve mevsimsel değişimlerle de ilgili olduğundan genel bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlar (URL-5, 2013). Suyun oksijen doygunluğu, numune alınırken Hach Lange multi metre proble ölçülmüştür.

2.2.1.5. Elektriksel İletkenlik

Elektriksel iletkenlik suyun elektrik akımını iletme kapasitesi veya çözeltinin elektrik akımını geçirmeye karşı gösterdiği dirençtir. Sularda bulunan iyon konsantrasyonunun anlaşılabilmesi için geliştirilmiş parametredir. Sulardaki nitratlar, fosfatlar, karbonatlar, sülfatlar ve klorürler gibi çözünmüş katı maddelerden kaynaklanmaktadır (Göksu, 2003). Suyun elektriksel iletkenliği hem jeolojik etkenlere

hem de dışarıdan gelen etkilere bağlıdır. İletkenlik, sıcaklık ve tuzluluk artışına paralel olarak artar (Küçükylmaz vd., 2010). Suyun elektriksel iletkenliği Hach Lange multi metre proba ölçülmüştür.

2.2.1.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS)

Toplam Çözünmüş Katı Madde (TOTAL DISSOLVED SOLIDS) miktarını tanımlamak için kullanılır. TDS yani Toplam çözünmüş katı madde miktarı numune alınırken Hach Lange multi metre proba ölçülmüştür.

2.2.1.7. Tuzluluk

Tatlı suyun tuzluluğu (salinite) iyonik içeriğinin toplam yoğunluğu olarak hesaplanır. Yani 1 L suda bulunan iyonize maddelerin (anyon ve kationlar) toplamıdır. Sulardaki tuz miktarı, yüksek yerlerdeki sularda düşük, alçak yerlerdeki sularda yüksek orandadır (Göksu, 2003). Suyun tuzluluğu Hach Lange multi metre proba ölçülmüştür.

2.2.1.8. Askıda Katı Madde Ölçümü (AKM)

Sularda bulunan katı maddeler, yüzen, çöken, çözünmüş halde ve askıda madde olarak incelenebilir. Örnekleme noktalarındaki askıda katı madde verileri 1L örneğin 40µ göz açıklığındaki filtre kâğıdından süzülmesiyle gravimetrik olarak elde edilmiştir.

2.2.1.9. Bulanıklık

Sudaki bulanıklık kil, silt, parçalanmış organik ve inorganik maddeler, çözünmüş renkli organik bileşikler, plankton ve mikroskobik organizmaların meydana getirdiği askıdaki katı maddelerden kaynaklanır. Bulanıklık, çözeltide ışığın saçılma ve absorbe olmasına neden olan optik bir özelliktir (URL-6, 2013). Spektrofotometrik yöntemle Nefolometrik Türbidimetre ile ölçülmüştür.

2.2.1.10. Karbonat - Bikarbonat Tayini

Karbonat-Bikarbonat tayini Titrimetrik metodla, HCl ile titrasyon yapılarak belirlenmiştir.

2.2.1.11. Kalsiyum Tayini

Ca^{+2} , bütün canlılar için çok önemli bir mineral maddedir. Doğada en çok karbonat halinde bulunur. Kolayca okside olur ve su ile reaksiyona girerek kalsiyum tuzlarını oluşturur. Tabiatta,700'den fazla kalsiyum minerali bilinmektedir. Bunlardan en çok bilinenleri kalsit, mermer, kireçtaşı, tebeşir, mergel ve dolomittir. Sülfatla bileşik olarak da en çok tanınan alçı ve anhidrittir (Barlas, 1995). Yağmur suları ve akarsular kireç taşlarını aşındırır ve eritir. Deniz sularının kalsiyum bakımından fakirleşmesi, nehirlerin taşıdığı kalsiyum ile giderilir. Çünkü, nehir suları kalsiyum bakımından oldukça zengindir. Tatlı sularda, kalsiyum ile metabolik ilişkisi olmayan canlı yok gibidir. Kalsiyum alglerin büyümelerini sağlayan önemli bir element olup, Mollusca, Crustacea, Foraminifera ve Anthozoa'nın iskeletlerinin temelini oluşturmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1999). Kalsiyum, kalsiyumkarbonat halinde omurgalıların iskeletinde de bulunur. Netice olarak, kalsiyum sularda flora ve faunanın büyümesine ve yayılmasına etki etmektedir (Timur, 1985). Kalsiyum tayini EDTA Titrimetrik Metoduyla, ayarlı EDTA ve indikatör olarak Müreksit kullanılarak yapılmıştır (Egemen ve Sunlu 1999).

2.2.1.12. Toplam Sertlik Tayini

Suyun sertliği; sudaki çok değerlikli metal iyonlarının sabunlarla (potasyum ve sodyumun yüksek yağ asitleriyle oluşturdukları organik tuzlar) çözünmeyen bileşikler meydana getirme özelliğindedir. Sularda sertlik oluşturan en önemli tuzlar kalsiyum ve magnezyum iyonlarıdır. Diğer bir deyişle suyun sertliği; suyun, sabunu çökeltme kapasitesidir. Sabun, özellikle suda her zaman bulunan kalsiyum ve magnezyum iyonları tarafından çökeltir (Giritlioğlu, 1975). Sularda sertliğe, toprak alkali iyonları sebep olmaktadır. Toprak alkali iyonları adı altında kalsiyum, magnezyum, stronsiyum ve baryum iyonları yer almaktadır. Toplam sertlik, bütün kalsiyum ve magnezyum bileşiklerinin toplamı olarak ifade edilmektedir. Suların sertliği kalsiyum ve magnezyum tuzlarının miktarına bağlıdır. Yüksek miktarda kalsiyum ve magnezyum içeren sular, sert su olarak nitelendirilir (Küçükylmaz vd., 2010). Toplam (total) sertlik EDTA titrimetrik metoduyla, ayarlı EDTA ve indikatör olarak ErioChrom Black-T kullanılarak yapılmıştır (Egemen ve Sunlu 1999).

2.2.1.13. Karbondioksit (CO₂) Tayini

Sularda karbondioksit havada bulunan oranından 50 kat daha fazladır (Egemen ve Sunlu 1999). Çözünmüş haldeki karbondioksitin miktarı atmosfer basıncı ile doğru orantılıdır. Karbondioksit balık kanında oksijen alma ve taşıma kapasitesini etkiler. Standart titrimetrik yöntem ile yapılmıştır (Egemen ve Sunlu, 1999).

2.2.1.14. Amonyum Tayini

Sudaki amonyum, genel olarak azot içeren organik maddelerin parçalanması sonucu meydana gelen bir ara üründür ve organizmalar için önemli ölçüde toksik değildir. Buna karşın serbest amonyak düşük derişimlerde bile yüksek toksik etkiye sahiptir. Amonyum değeri pH ve sıcaklığa bağılı olarak değışkenlik gösterir. Oksijenli, temiz sularda çok az miktarda amonyuma rastlanmaktadır. Organik maddenin bozulması, özellikle organik gübre veya inorganik amonyum kaynaklı kimyasal gübreleme, evsel ve endüstriyel atık suların deşarjı sonunda sulardaki amonyum miktarı artmaktadır. Deoksidasyon olayı sonucunda nitrat, nitrite ve amonyuma dönüşür. Bu sırada amonyum miktarı artar. Alglerin aşırı çoğalması ve ölümleri sonucunda da amonyum miktarı yükselir (Egemen ve Sunlu, 1999). Amonyum tayini, spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır.

2.2.1.15. Nitrit Tayini

Nitrit, amonyumun oksidasyonunda bir ara üründür. Doğal sulardaki konsantrasyonları düşüktür. Bunun nedeni nitritin, yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarında bir ara ürün olmasındandır. Yani nitrit ya oksitlenerek nitrata ya da indirgenerek amonyağa dönüşür. Ancak organik kirlenmenin ve dolayısıyla çözünmüş oksijen miktarının düşük olduğu sularda yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir. Sularda nitritin kaynağı; organik maddeler, azotlu gübreler ve bazı minerallerdir. Yerleşim bölgelerinde bulunan sularda nitrit, çoğunlukla organik maddelerden kaynaklanmaktadır. Nitritin yüksek miktarda olması suların kirlenmiş olduğunu göstermektedir. Nitritin, içme sularında bulunmasına müsaade edilemez (Barlas, 2002). Nitrit tayini standart spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır.

2.2.1.16. Nitrat Tayini

Sulardaki nitrat iyonları, hayvansal ve bitkisel atıkların içerdiği proteinin ayrışması sonucu ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesinden, tarımsal alanlarda kullanılan nitratlı gübrelerden, atmosferdeki elektriksel deşarjlar sonucunda azotun doğrudan azot oksitlere yükseltgenmesi ve bu oksitlerin sudaki reaksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Temiz sularda çok az miktarda görülen nitrat, azotun akarsularda çok yaygın olarak görülen bir formudur. Nitrat, fototrof bitkiler için önemli bir azot kaynağıdır. Yağmur sularının tarım arazilerini yıkaması sonucunda, suda kolayca çözünen nitrat akarsulara karışır. Organik kirlenmenin yoğun olduğu ve aşırı yağışlı zamanlarda, nitrat miktarı önemli oranda artmaktadır. Bakteriyel nitrifikasyonun bir yan ürünü olarak ortama katılan nitrat, bitkilerin tüketimi ve amonyağa redüksiyonu ile yok edilir (Barlas, 2002). Nitrat azotu algal büyümeyi sınırlayabilen veya arttırabilen önemli bir faktördür. Temiz sularda nitrat çok az miktarda bulunur. Çevresel şartların etkisi altında, özellikle sel zamanı ve organik kirlenme nitratı önemli ölçüde arttırabilmektedir. Fitoplanktonun yoğun bir şekilde gelişmesi için vazgeçilmez bir element olan nitrat azotunun sulardaki normal değerleri 1-10 mg/L'dir (Cirik ve Cirik, 1999). Nitrat tayini spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır.

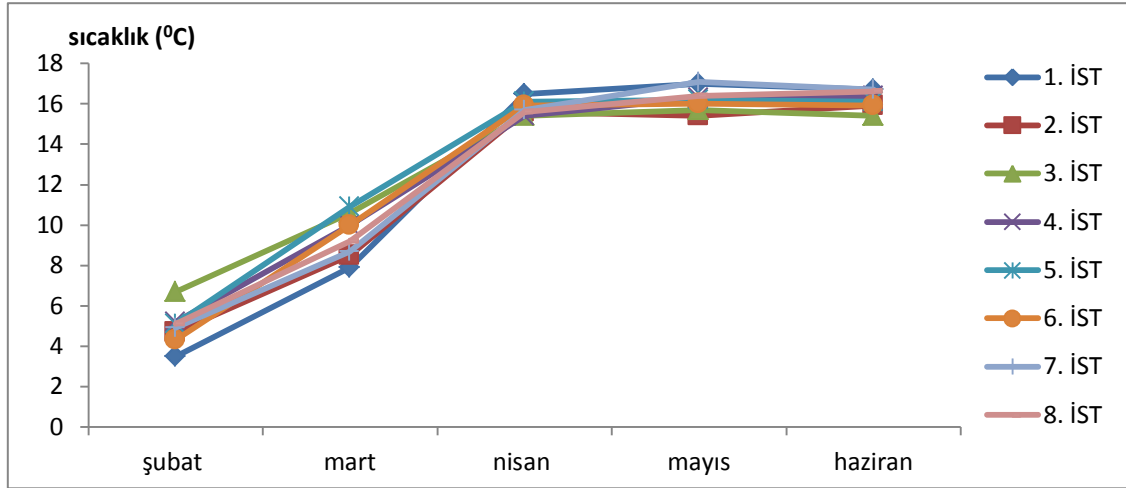
2.2.1.17. Fosfat Tayini

Yüzeysel sulardaki fosfor kaynakları nüfus yoğunluğuna, tarımsal gübreleme metotlarına ve gübreleme sıklığına, hayvancılığa, bitki örtüsüne, toprak yapısına, atık su toplama ve arıtma sistemlerine bağlıdır. Yine temizlik işlerinde kullanılan ve atık sularla alıcı su ortamına ulaşan deterjanlar da fosfor derişimine etki eder. Tatlı sularda çözülmüş fosforun kalma süresi 0,05 ile 200 saat arasında değişebilir. Ortamdaki fosfor miktarı, ortamın üretkenliği hakkında bilgi verebilir. Örneğin, yüksek derecede üretken bir sistemde, çözünebilir fosforun çoğu biyomasa transfer olur (Uslu ve Türkmen, 1987). Fosfor miktarını etkileyen en önemli kaynaklar atık sular ve gübrelerdir. Fosfor miktarının aşırı artması bitkisel üretimi hızlandırır ve suların kalitesini değiştirerek alg artışı ve ötrofikasyona neden olmaktadır (Küçükylmaz vd., 2010). Fosfat tayini, spektrofotometrik yöntem ile yapılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Su Sıcaklığı (°C)

Su sıcaklığının aylık olarak değişiklik gösterdiği görülmektedir. Şubat ve haziran ayları arasında yapılan ölçümlerde en düşük 3,5 °C olarak şubat ayında ölçülen su sıcaklığı, en yüksek 17,1°C olarak mayıs ayında ölçülmüştür (Şekil 4).

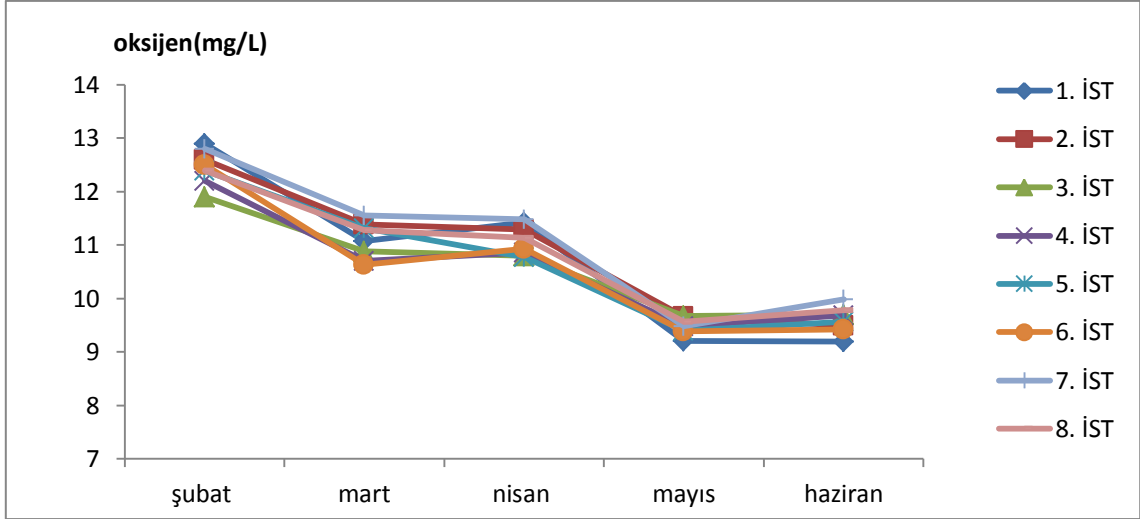


Şekil 4. Su sıcaklığının (°C) istasyonlardaki aylık değişimi

Ortalama su sıcaklığı $12,53 \pm 5,1$ °C olarak ölçülmüştür. Çalışmadaki ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama su sıcaklığı $4,9 \pm 0,91$ °C, mart ayı ortalama su sıcaklığı $9,5 \pm 1,07$ °C, nisan ayı ortalama su sıcaklığı $15,8 \pm 0,38$ °C, mayıs ayı ortalama su sıcaklığı $16,3 \pm 0,58$ °C haziran ayı ortalama su sıcaklığı $16,2 \pm 0,46$ °C şeklinde bir artış göstermektedir.

3.2. Çözünmüş Oksijen (mg/L)

Çalışmada çözünmüş oksijen (Ç.O.) miktarında büyük değişiklik görülmemiş olup, şubat ve haziran ayları arasında yapılan ölçümlerde en düşük 9,19 mg/L olarak haziran ayında ölçülen çözünmüş oksijen miktarı, en yüksek 12,9 mg/L olarak şubat ayında ölçülmüştür (Şekil 5).

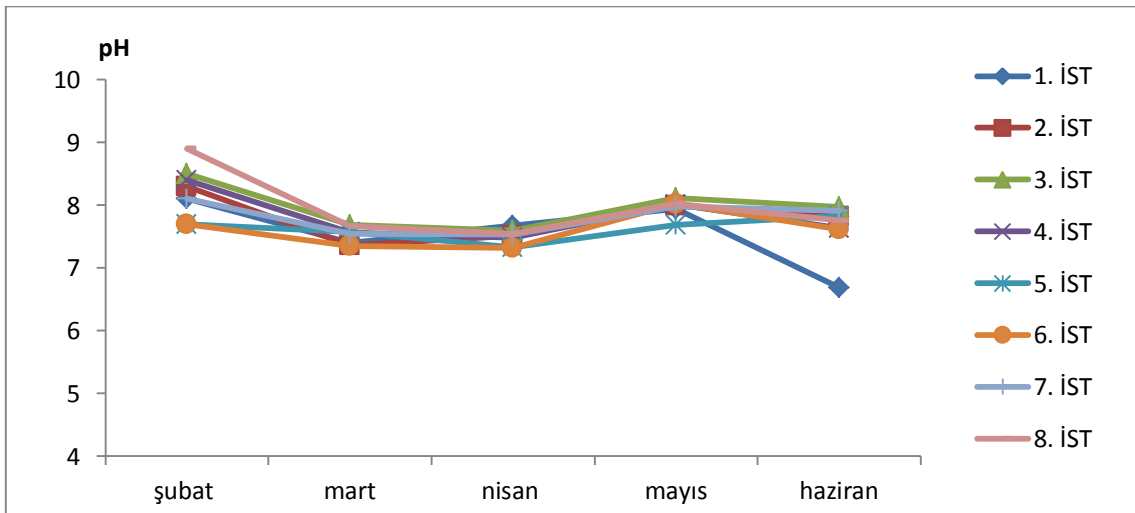


Şekil 5. Çözünmüş oksijenin (mg/L) istasyonlarda aylık değişimi.

Çalışma yapılan aylarda ortalama çözünmüş oksijen miktarı $10,74 \pm 1,23$ mg/L olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama çözünmüş oksijen miktarı $12,5 \pm 0,32$ mg/L, mart ayı $11,1 \pm 0,33$ mg/L, nisan ayı $11,1 \pm 0,28$ mg/L, mayıs ayı $9,5 \pm 0,15$ mg/L, haziran ayı $9,6 \pm 0,24$ mg/L şeklinde bir azalma göstermektedir.

3.3. pH Değeri

Çalışma süresince pH değeri ortalama $7,77 \pm 0,31$ olarak ölçülmüştür. Şubat ve haziran ayları arasında yapılan ölçümlerde en düşük 6,69 olarak haziran ayında, en yüksek 8,9 olarak şubat ayında ölçülmüştür (Şekil 6).

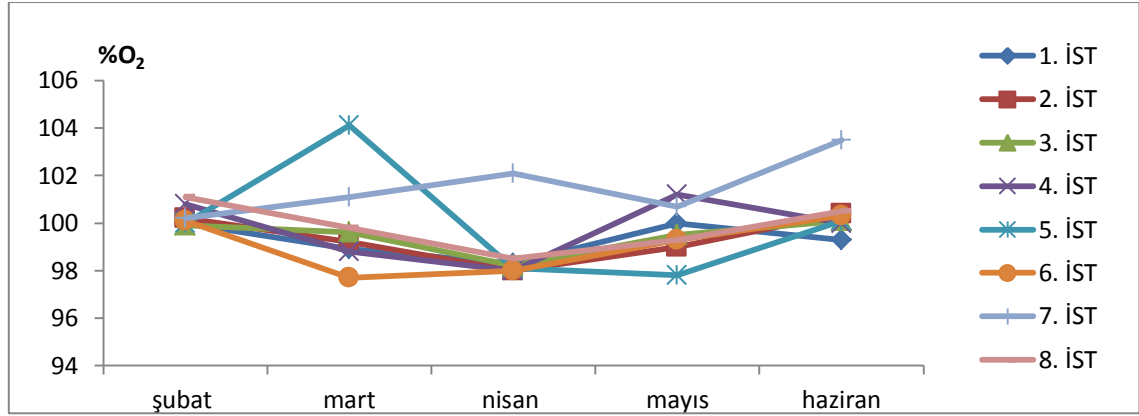


Şekil 6. pH değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

pH değerinin yıl boyu çok az değiştiği görülmüştür. Ölçüm yapılan 8 istasyonun ortalama pH değerleri şubat ayı $8,2\pm 0,41$, mart ayı $7,5\pm 0,13$, nisan ayı $7,5\pm 0,12$, mayıs ayı $8,0\pm 0,12$, haziran ayı $7,7\pm 0,41$ şeklinde bir değişim göstermektedir.

3.4. Çözünmüş Oksijen Doygunluğu

Çalışmada çözünmüş oksijen doygunluğunda büyük değişiklik görülmemiş olup, şubat ve haziran ayları arasında yapılan ölçümlerde en düşük %97.80 olarak mayıs ayında ölçülen Çözünmüş oksijen doygunluğu en yüksek %104,10 olarak mart ayında ölçülmüştür (Şekil 7).

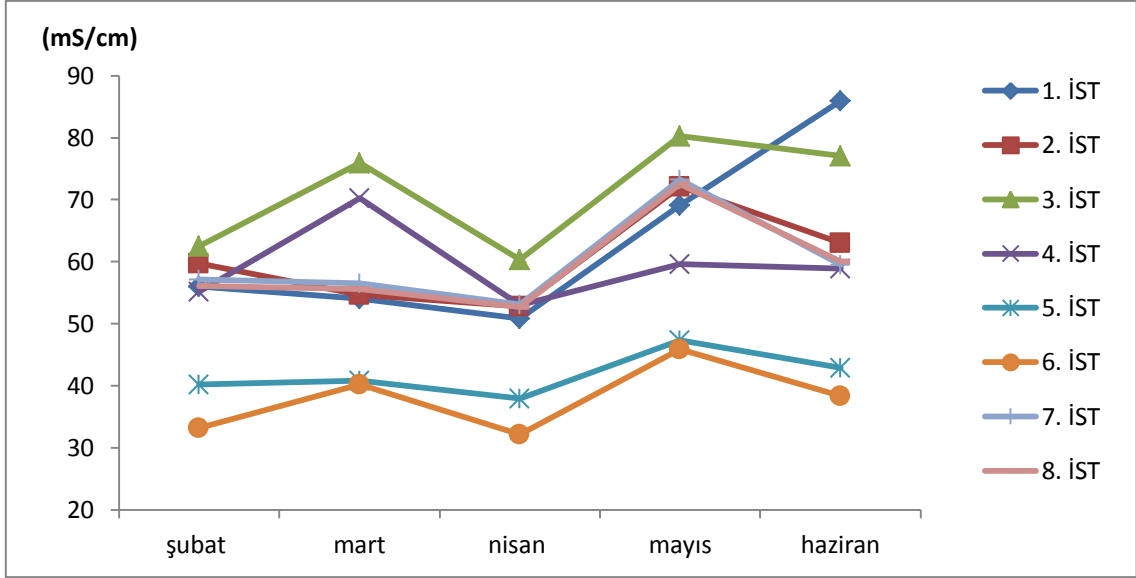


Şekil 7. Yüzde oksijen doygunluğunun istasyonlarda aylık değişimi.

Çalışma yapılan aylarda ortalama $99,79\pm 0,73$ olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu şubat ayı ortalaması $1003\pm 0,43$, mart ayı ortalaması $99,9\pm 1,95$, nisan ayı ortalaması $98,7\pm 1,41$, mayıs ayı ortalaması $99,6\pm 1,05$, haziran ayı ortalaması $100,5\pm 1,25$ şeklinde bir değişim göstermektedir.

3.5. İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

İletkenlik yağışların başladığı Mayıs ayından itibaren yükselmeye başlamış olup sırasıyla en yüksek olarak haziran ayında $85,9 \mu\text{S}/\text{cm}$, en düşük nisan ayında $32,20 \mu\text{S}/\text{cm}$, olarak ölçülmüştür (Şekil 8).

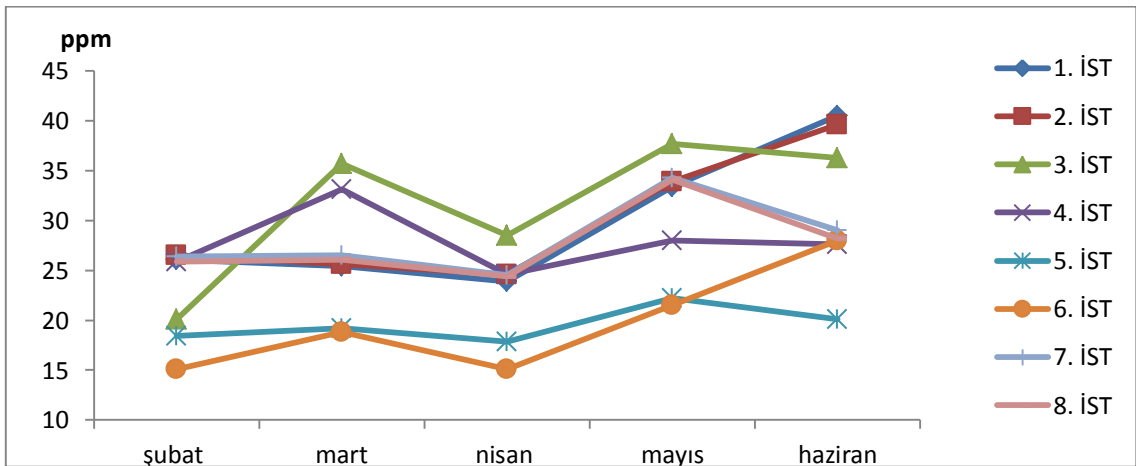


Şekil 8. İletkenlik (mS/cm) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Çalışmadaki 8 istasyonun şubat ayı iletkenlik ortalaması $52,2 \pm 10,2 \mu\text{S/cm}$, mart ayı ortalaması $56,0 \pm 12,4 \mu\text{S/cm}$, nisan ayı ortalaması $49,1 \pm 9,2 \mu\text{S/cm}$, mayıs ayı ortalaması $65 \pm 12,7 \mu\text{S/cm}$, haziran ayı ortalaması $60,7 \pm 15,7 \mu\text{S/cm}$ şeklinde değişim göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalama iletkenlik değeri $56,67 \pm 6,33 \mu\text{S/cm}$ olarak hesaplanmıştır.

3.6. Toplam Çözünmüş Katı Madde (TDS) (ppm)

TDS yağışların başladığı mayıs ayından itibaren yükselmeye başlamış olup sırasıyla en yüksek olarak haziran ayında 40,5 ppm, en düşük şubat ayında 15,1 ppm olarak ölçülmüştür (Şekil 9).

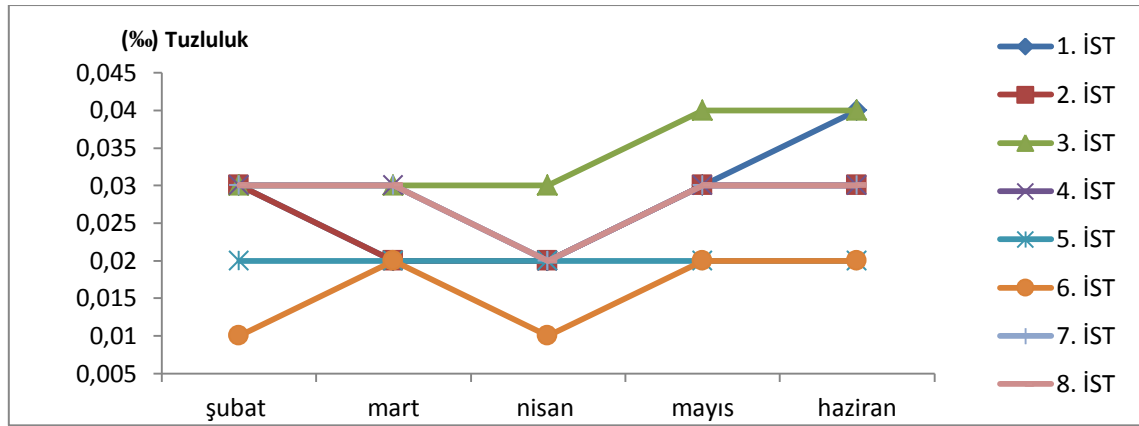


Şekil 9. TDS (ppm) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama TDS miktarı $23,1\pm 4,5$ ppm, mart ayı $26,3\pm 5,9$ ppm, nisan ayı $22,9\pm 4,3$ ppm, mayıs ayı $30,6\pm 6,0$ ppm, haziran ayı $31,2\pm 7,0$ ppm şeklindedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalama TDS değeri $26,81\pm 3,97$ ppm olarak hesaplanmıştır.

3.7. Tuzluluk

Çalışmada, şubat ve haziran ayları arasında yapılan birim ölçümlerde (‰) tuzluluk değerlerinde değişiklik görülmemiş olup en düşük 0,01 olarak nisan ve şubat ayında en yüksek 0,04 olarak mayıs ve haziran ayında ölçülmüştür (Şekil 10).

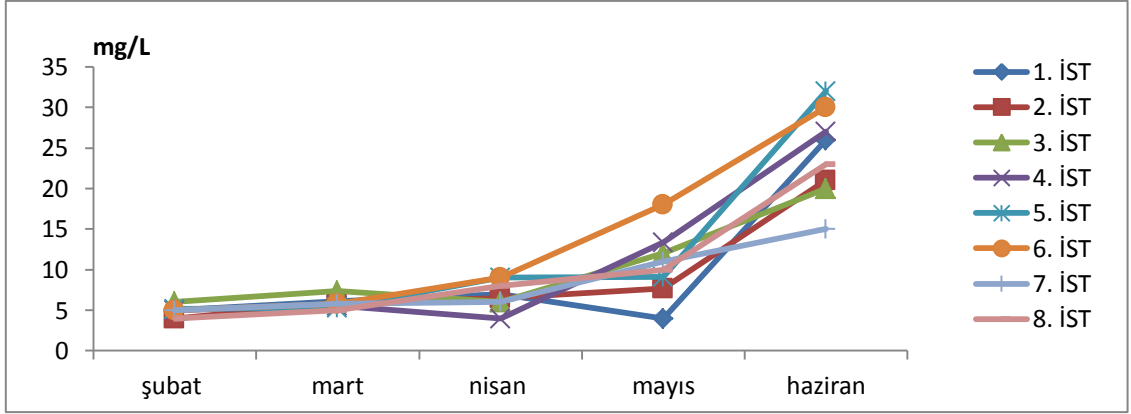


Şekil 10. Tuzluluk değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ortalama tuzluluk değeri $0,03\pm 0,004$ olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun (‰) tuzluluk şubat ayı ortalaması $0,03\pm 0,007$, mart ayı ortalaması $0,03\pm 0,005$, nisan ayı ortalaması $0,02\pm 0,005$, mayıs ayı ortalaması $0,03\pm 0,006$, haziran ayı ortalaması $0,03\pm 0,004$ şeklindedir.

3.8. Askıda Katı Madde (AKM) (mg/L)

Askıda katı madde değerleri yağışların arttığı dönemlerde bir artış göstermektedir. En yüksek, 32 mg/L haziran ayında en düşük ise 4 mg/L şubat ayında ölçülmüştür (Şekil 11).

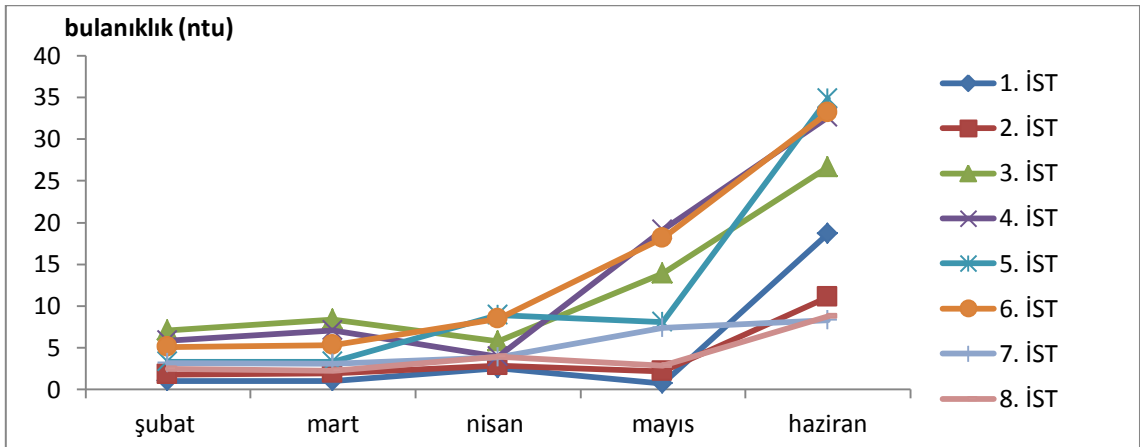


Şekil 11. AKM (mg/L) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama askıda katı madde miktarı $4,9 \pm 0,65$ mg/L, mart ayı $5,86 \pm 0,71$ mg/L, nisan ayı $6,94 \pm 1,70$ mg/L, mayıs ayı $10,65 \pm 4,13$ mg/L, haziran ayı $24,5 \pm 5,60$ mg/L şeklinde bir artış göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalama AKM değeri $10,52 \pm 7,98$ mg/L olarak hesaplanmıştır.

3.9. Bulanıklık (NTU)

Turbidite, yağışların arttığı dönemlerde, aylara göre artış ve azalış göstermiştir. Sırasıyla en yüksek 34,87 NTU haziran ayında, en düşük ise 0,71 NTU mayıs ayında ölçülmüştür (Şekil 12).



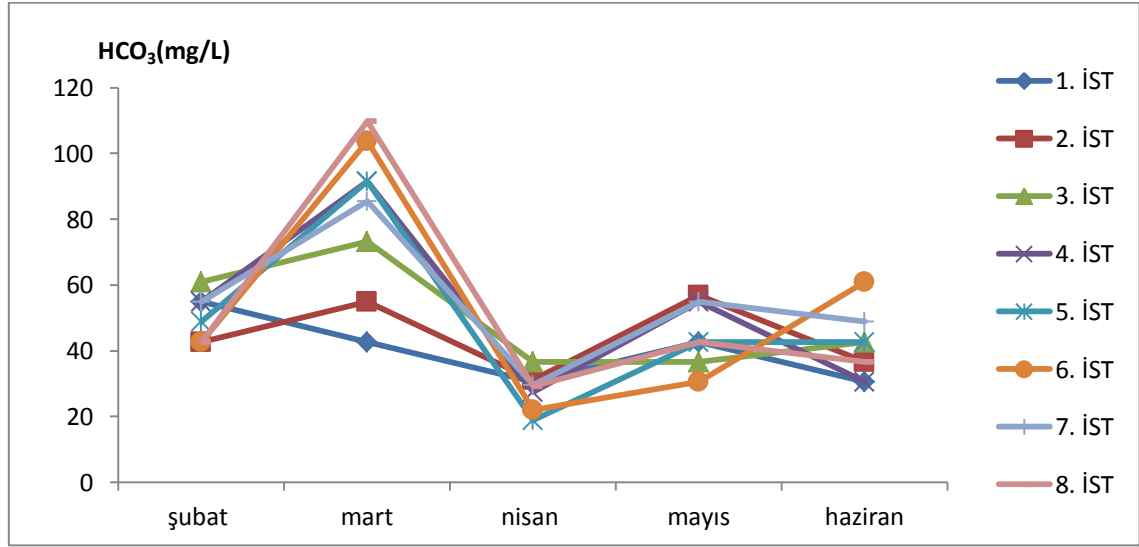
Şekil 12. Bulanıklık (NTU) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Çalışmadaki ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı turbiditesi $3,74 \pm 2,11$ NTU, mart ayı ortalama turbiditesi $4,07 \pm 2,61$ NTU, nisan ayı ortalama turbiditesi $5,05 \pm 2,45$ NTU, mayıs ayı ortalama turbiditesi $9,05 \pm 7,24$ NTU haziran ayı ortalama turbiditesi

21,76±11,44 NTU şeklinde bir artış göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalama bulanıklık değeri 8,73±7,58 NTU olarak hesaplanmıştır.

3.10. Bikarbonat ($\text{HCO}_3(\text{mg/L})$)

Bikarbonat değeri çalışma süresince fazla değişiklik göstermemiştir. Fakat yağışların başladığı nisan ayından itibaren düşüş göstermiştir. En yüksek mart ayında 109.8 mg/L, en düşük nisan ayında 18,9 mg/L olarak ölçülmüş (Şekil 13).

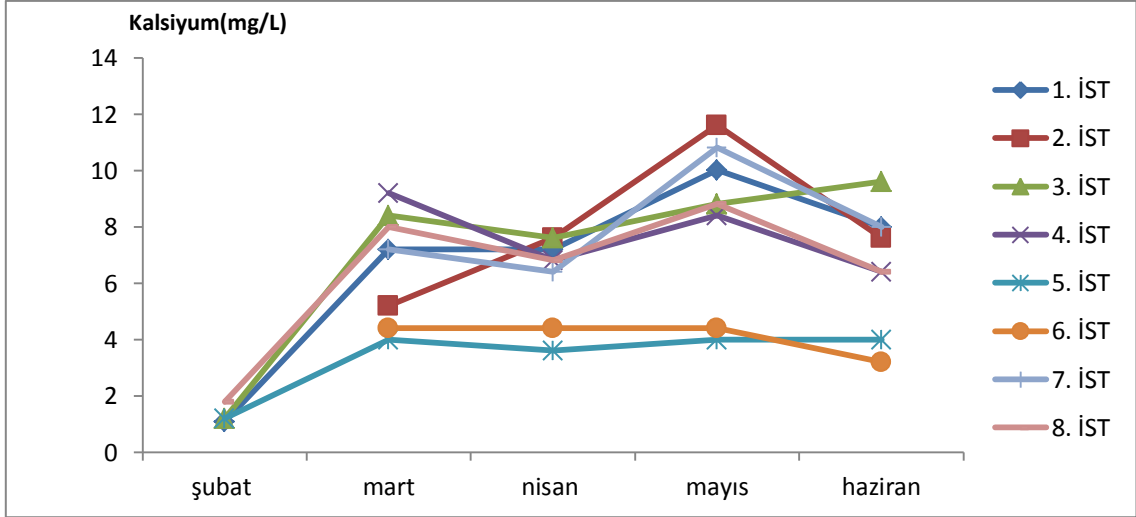


Şekil 13. Bikarbonat ($\text{HCO}_3(\text{mg/L})$) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama bikarbonat değeri 50,33±7,11 mg/L, mart ayı 81,59±23,27 mg/L, nisan ayı 28,15±5,52 mg/L, mayıs ayı 45,23±9,50 mg/L, haziran ayı 41,18±10,18 mg/L şeklinde değişim göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalama bikarbonat değeri 39,29±19,83 mg/L olarak hesaplanmıştır.

3.11. Kalsiyum (mg/L)

Kalsiyum değeri, en düşük şubat ayında 1,1 mg/L, Mayıs ayında 11,6 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 14).

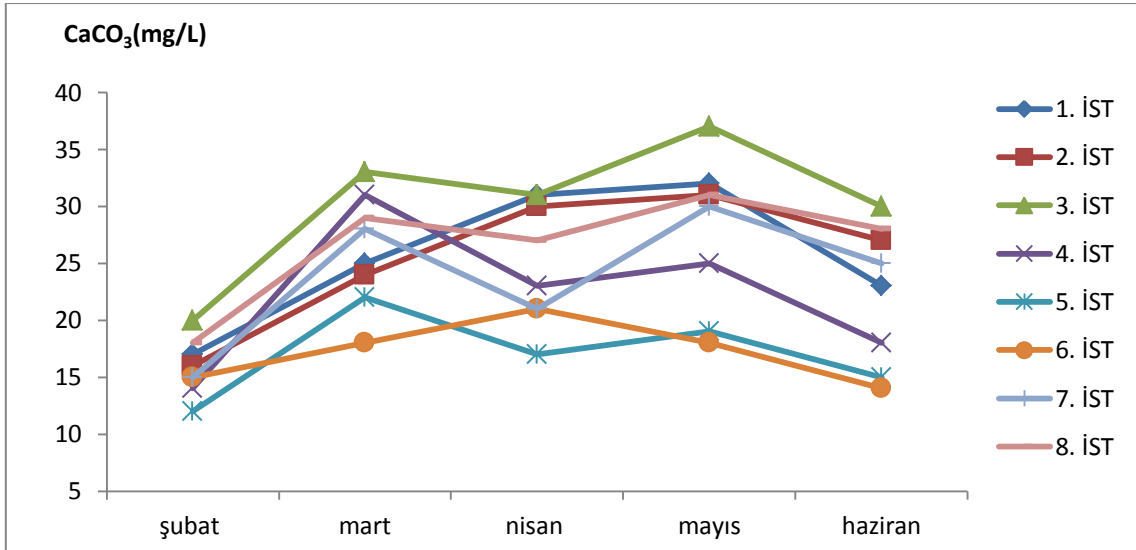


Şekil 14. Kalsiyum (mg/L) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama kalsiyum değeri $1,33 \pm 0,32$ mg/L, mart ayı $6,71 \pm 1,93$ mg/L, nisan ayı $6,31 \pm 1,49$ mg/L, mayıs ayı $8,37 \pm 2,78$ mg/L, haziran ayı $6,66 \pm 2,15$ mg/L şeklinde değişim göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalaması $5,87 \pm 0,66$ mg/L olarak hesaplanmıştır.

3.12. Toplam Sertlik (CaCO_3 (mg/L))

Toplam sertlik en düşük şubat ayında 12 mg/L, en yüksek mayıs ayında 37 mg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 15).

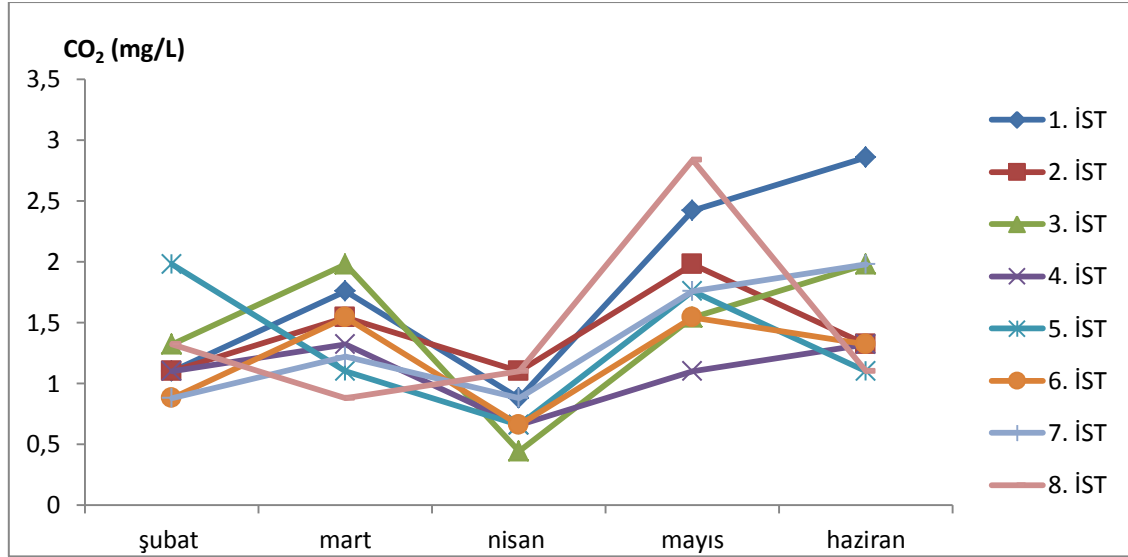


Şekil 15. Kalsiyumkarbonat (CaCO_3 (mg/L)) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama toplam sertlik değeri $15,88 \pm 2,47$ mg/L, mart ayı $26,25 \pm 4,95$ mg/L, nisan ayı $25,13 \pm 5,36$ mg/L, mayıs ayı $27,88 \pm 6,64$ mg/L, haziran ayı $22,5 \pm 6,11$ mg/L şeklinde değişim göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalaması $23,52 \pm 4,7$ mg/L, olarak hesaplanmıştır.

3.13. Karbondioksit (CO₂ (mg/L))

Karbondioksit miktarı oksijen miktarı ile ters, sıcaklık ile doğru orantılı bir seyir göstermiş olup en yüksek seviye olan 2,86 mg/L'ye haziran ayında en düşük olan seviyeye ise 0,44 mg/L olarak nisan ayında ölçülmüştür (Şekil 16).

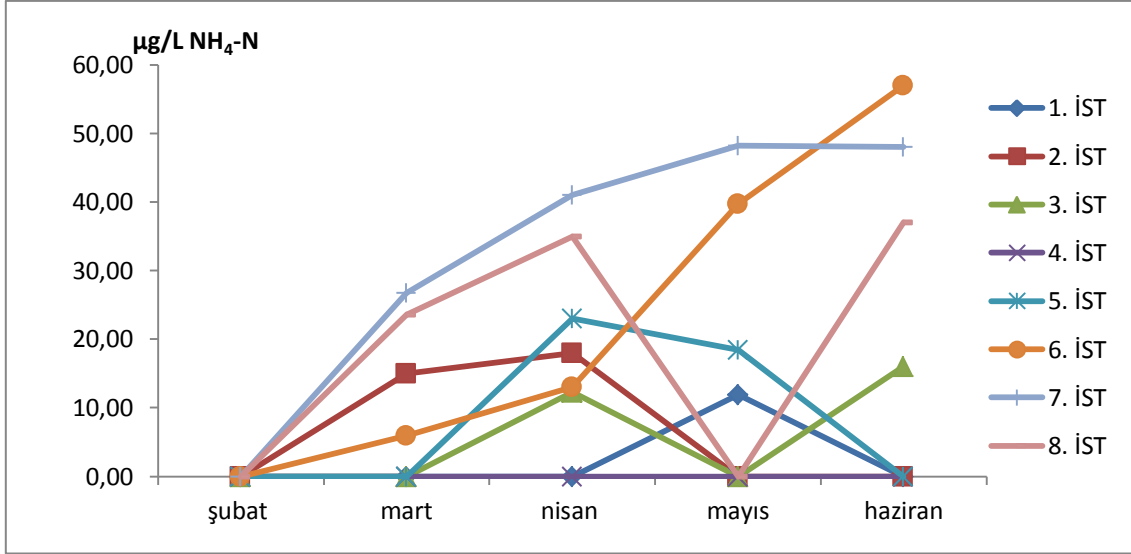


Şekil 16. Karbondioksit (CO₂ (mg/L)) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama karbondioksit miktarı $1,21 \pm 0,35$ mg/L, mart ayı $1,42 \pm 0,36$ mg/L, nisan ayı $0,8 \pm 0,23$ mg/L, mayıs ayı $1,87 \pm 0,55$ mg/L, haziran ayı $1,62 \pm 0,61$ mg/L şeklinde değişim göstermektedir. 8 istasyonun 5 aylık ortalaması $1,38 \pm 0,41$ mg/L hesaplanmıştır.

3.14. Amonyum ($\mu\text{g/L NH}_4\text{-N}$)

Aylara göre amonyum azotunun değişim grafiğine bakıldığında, en yüksek değer 57 $\mu\text{g/L}$ olarak haziran ayında, en düşük değer 5,9 $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 17).

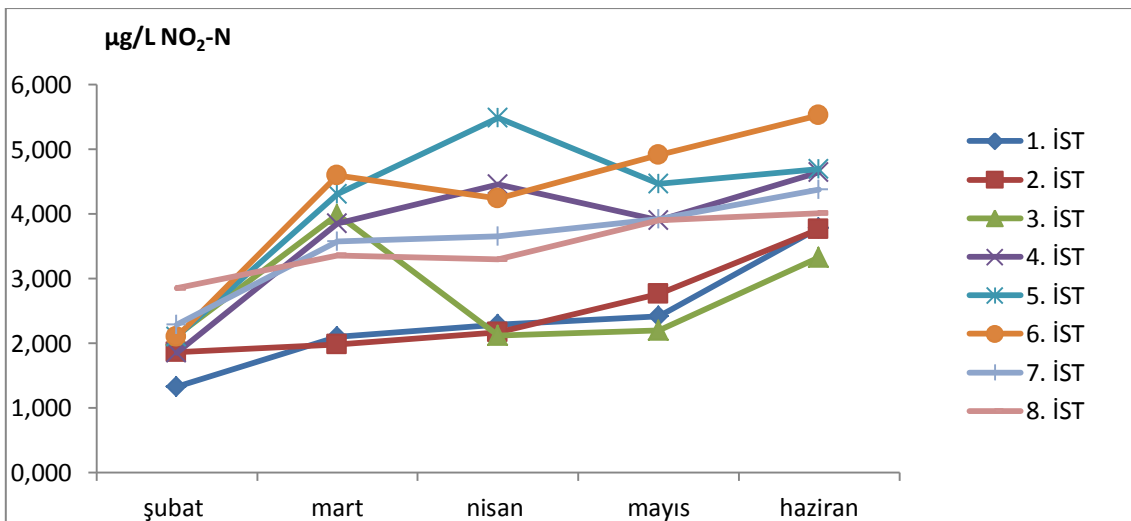


Şekil 17. .Amonyum ($\mu\text{g/L NH}_4\text{-N}$) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama amonyum miktarı $13,77 \pm 7,97$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama amonyum miktarı mart ayı $8,91 \pm 11,31$ $\mu\text{g/L}$, nisan ayı $17,78 \pm 14,87$ $\mu\text{g/L}$, mayıs ayı $14,79 \pm 19,41$ $\mu\text{g/L}$, haziran ayı $19,75 \pm 24,08$ $\mu\text{g/L}$ şeklinde bir artış göstermektedir.

3.15. Nitrit ($\mu\text{g/L NO}_2\text{-N}$)

Nitrit, ortalama nitrit azotu miktarları en düşük şubat ayında $1,32$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmış, en yüksek değerleri haziran ayında $5,53$ $\mu\text{g/L}$ ölçülmüştür (Şekil 18).

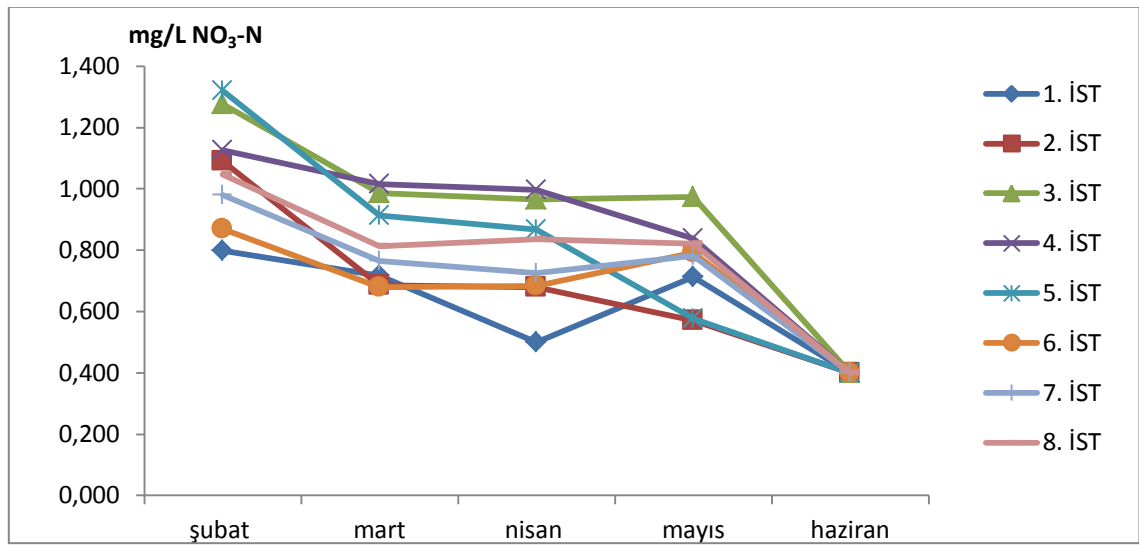


Şekil 18. Nitrit ($\mu\text{g/L NO}_2\text{-N}$) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama nitrit miktarı $3,36 \pm 0,80 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama nitrit azotu miktarı, şubat ayı $2,06 \pm 0,43 \mu\text{g/L}$, mart ayı $3,47 \pm 0,96 \mu\text{g/L}$, nisan ayı $3,46 \pm 1,23 \mu\text{g/L}$, mayıs ayı $3,56 \pm 0,98 \mu\text{g/L}$, haziran ayı $4,27 \pm 0,69 \mu\text{g/L}$ şeklinde bir artış göstermektedir.

3.16. Nitrat ($\text{mg/L NO}_3\text{-N}$)

Nitrat azotu en düşük değerleri haziran ayında $0,4 \text{ mg/L}$ en yüksek değerleri şubat ayında $1,32 \text{ mg/L}$ ölçülmüştür (Şekil 19).

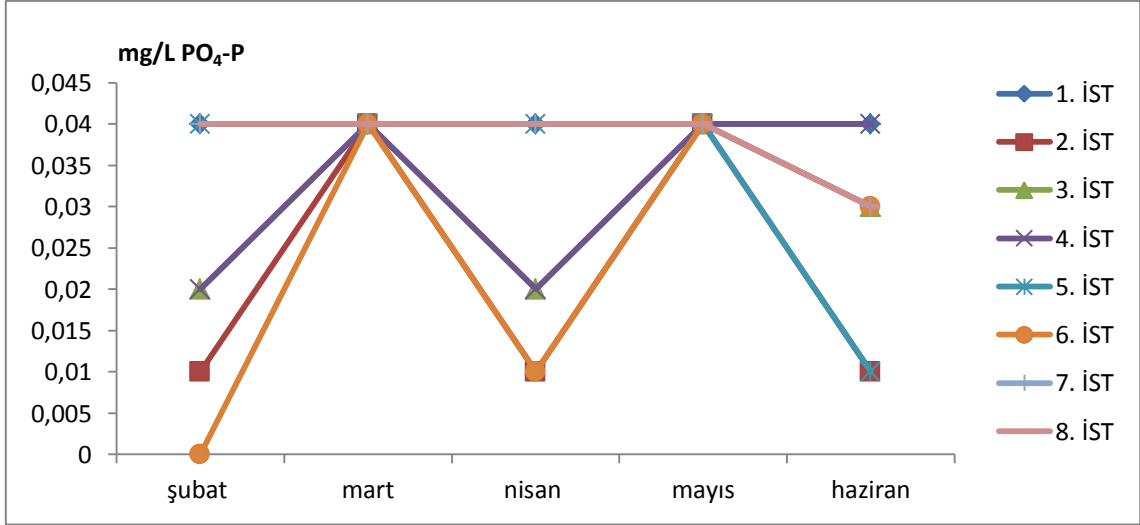


Şekil 19. Nitrat ($\text{mg/L NO}_3\text{-N}$) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama nitrat miktarı $0,76 \pm 0,24 \text{ mg/L}$ olarak hesaplanmıştır. Aylara göre, şubat ayındaki ortalama nitrat azot miktarı $1,06 \pm 0,18 \text{ mg/L}$, mart ayı $0,82 \pm 0,13 \text{ mg/L}$, nisan ayı $0,78 \pm 0,17 \text{ mg/L}$, mayıs ayı $0,76 \pm 0,14 \text{ mg/L}$, haziran ayı $0,4 \pm 0 \text{ mg/L}$ şeklinde bir azalma göstermektedir.

3.17. Fosfat ($\text{mg/L PO}_4\text{-P}$)

Fosfat fosforu analiz yapılan aylar boyunca en düşük $0,01 \text{ mg/L}$ ve en yüksek $0,04 \text{ mg/L}$ arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 20).



Şekil 20. Fosfat (mg/L PO₄-P) değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama fosfat fosforu miktarı 0,03±0,02 mg/L olarak hesaplanmıştır. Aylara göre şubat ayındaki ortalama fosfat fosforu miktarı, 0,03±0,01 mg/L, mart ayı 0,04±0 mg/L, nisan ayı 0,03±0,01 mg/L, mayıs ayı 0,04±0 mg/L, haziran ayı 0,03±0,01 mg/L şeklinde değişim göstermektedir.

Tablo 5. Çalışma alanında istasyonlarda ölçülen kimyasal parametreler açısından Kıtaiçi Su Kalite Sınıfı Değerlendirmesi.

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları				Çalışma alanında su kalite sınıfı		
	1	2	3	4	Max-	İstasyon veya yer	Su kalite sınıfı
	ÇOK TEMİZ	AZ KİRLİ	KİRLİ	ÇOK KİRLİ	Ort-		
				Min	Değer		
Su sıcaklığı (°C)	≤25	≤25	≤30	>30	17.1°C 12.53°C 3.5°C	Mayıs 7. ist Şubat 1.ist	1
Çözünmüş oksijen (mg/L)	>8	6-8	3-6	<3	12.9 mg/L 10.74 mg/L 9.19 mg/L	Şubat 1. İst Haziran 1. İst	1
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6-9	<6 ve >9	8.9 7.77 6.69	Şubat 8. ist Haziran 1. İst	1
Çözünmüş oksijen doygunluğu (%)	90	70-90	40-70	<40	104.10 99.79 97.80	Mart 5.ist. Mayıs 5. ist	1
AKM (mg/L)	<25	25-80	80-400	400	36 10.52 4	Haziran 5. İst Şubat	1

Tablo 5-Devam. Çalışma alanında istasyonlarda ölçülen kimyasal parametreler açısından Kıtaçi Su Kalite Sınıfı Değerlendirmesi.

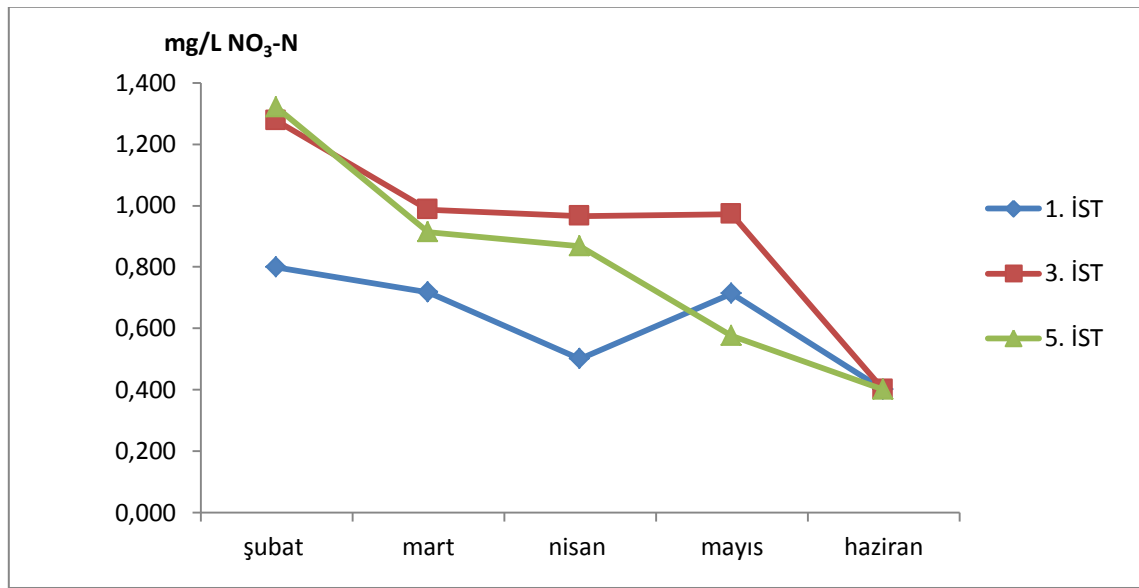
Bulanıklık (NTU)	<10	10-35	35-172	<172	34.87	Haziran 5.	1
					8.73	İst	
					0.71	Mayıs 1. ist	
İletkenlik (µS/cm)	<400	400- 1000	1000- 3000	>3000	85.9	Haziran 1.	1
					56.67	İst	
					32.20	Nisan 6. ist	
TDS (mg/L)	256	256-640	640- 1920	>1920	40.5	Haziran 1.	1
					26.81	İst	
					15.1	Şubat 6. ist	
Nitrat azotu (mg/L)	<5	5-10	10-20	>20	1.32	Şubat 5. İst	1
					0.76	Haziran	
					0.4		
Nitrit azotu (µg/L)	<2	2-10	10-50	>50	5.53	Haziran 6.	2
					3.36	İst	
					1.32	Şubat 1. ist	
Amonyum azotu (µg/L)	<200	200- 1000	1000- 2000	>2000	57	Haziran	1
					12.25	6.ist	
					5.9	Mart 6. İst.	

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1. Ormanlık Alanlar

4.1.1. Nitrat Konsantrasyonu

Sadece ormanlık alanları içeren arazileri temsil edecek şekilde seçilmiş istasyonlardaki nitrat azotu konsantrasyonları incelendiğinde tarımsal bir alan olmadıkları için herhangi bir gübreleme yapılmayan bir alan olması sebebiyle oldukça düşük nitrat azotu konsantrasyonları gözlemlenmiş olup aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır (Şekil 21).

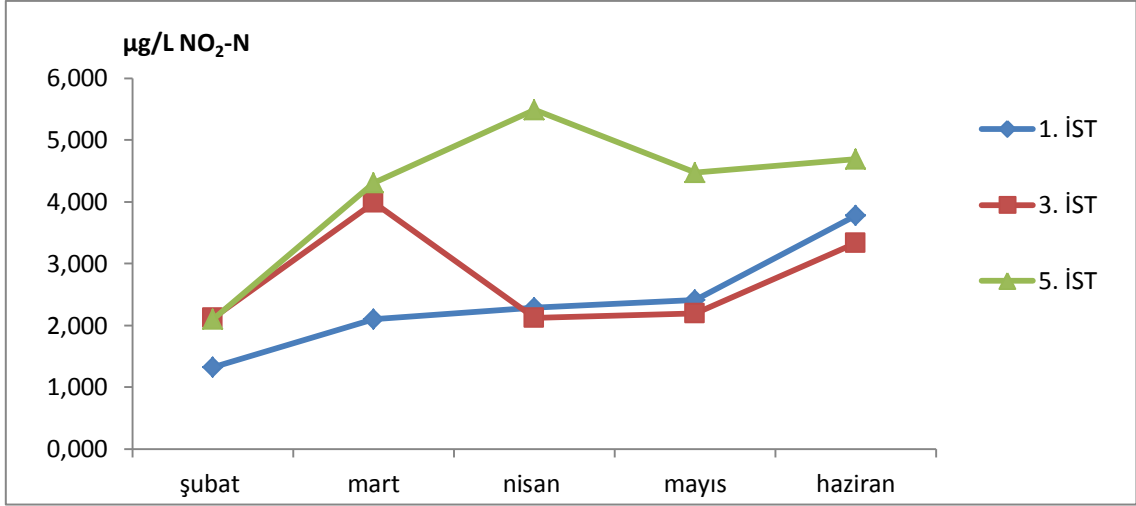


Şekil 21. Ormanlık alanlarda nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Ormanlık alanlara göre nitrat değerine bakıldığında en yüksek değer 1,32 mg/L nitrat azotu şubat ayında 5. İstasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 0,4 mg/L olarak haziran ayında 1. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 21). Tüm ayların ortalama nitrat değeri $0,79 \pm 0,26$ mg/L olarak hesaplanmıştır.

4.1.2. Nitrit Konsantrasyonu

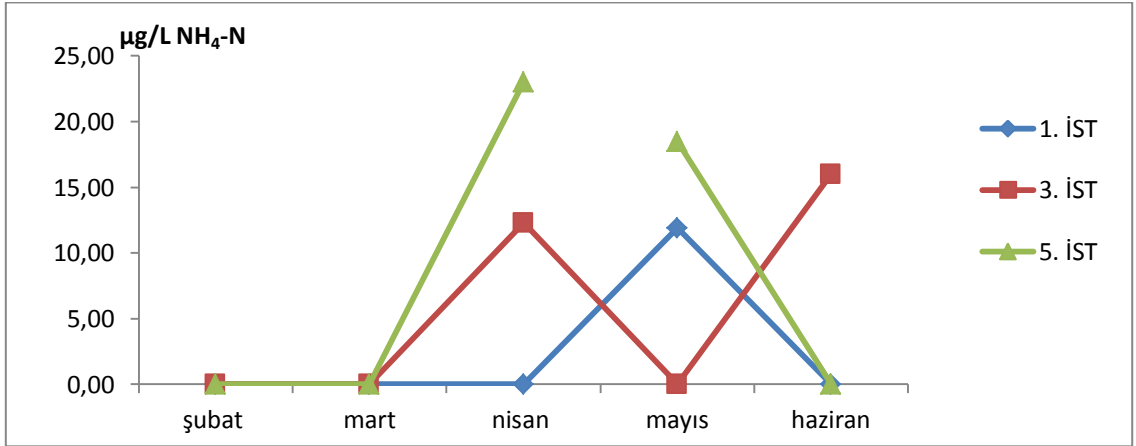
Ormanlık alanlara göre nitrit azotu değerine bakıldığında en yüksek değer nisan ayında 5,49 μ g/L olarak nisan ayında 5. İstasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 1,32 μ g/L olarak şubat ayında 1. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 22). Tüm ayların ortalama nitrit değeri $3,12 \pm 0,78$ μ g /L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 22. Ormanlık alanlarda nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.1.3. Amonyum Konsantrasyonu

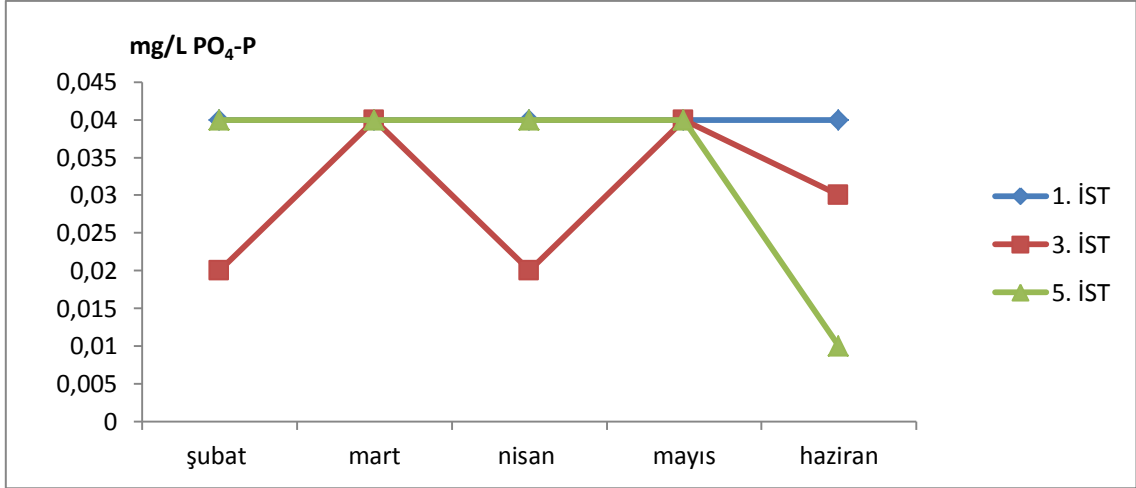
Ormanlık alanlara göre amonyum azotu değerine bakıldığında en yüksek değer nisan ayında $23 \mu\text{g/L}$ olarak nisan ayında 5. İstasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer $11,88 \mu\text{g/L}$ olarak mayıs ayında 1. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 23). Tüm ayların ortalama amonyum değeri $5,44 \pm 5,5 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 23. Ormanlık alanlarda Amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.1.4. Fosfat Konsantrasyonu

Ormanlık alanlara göre fosfat değerine bakıldığında en yüksek değer $0,04 \text{ mg/L}$ 5. İstasyonda şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında belirlenmiş 3. İstasyonda da mart ve mayıs aylarında en yüksek değer olan $0,04 \text{ mg/L}$ ölçülmüştür. En düşük değer haziran ayında 5. İstasyonda $0,01 \text{ mg/L}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 24). Tüm ayların ortalama nitrat değeri $0,74 \pm 0,01 \text{ mg/L}$ olarak hesaplanmıştır.

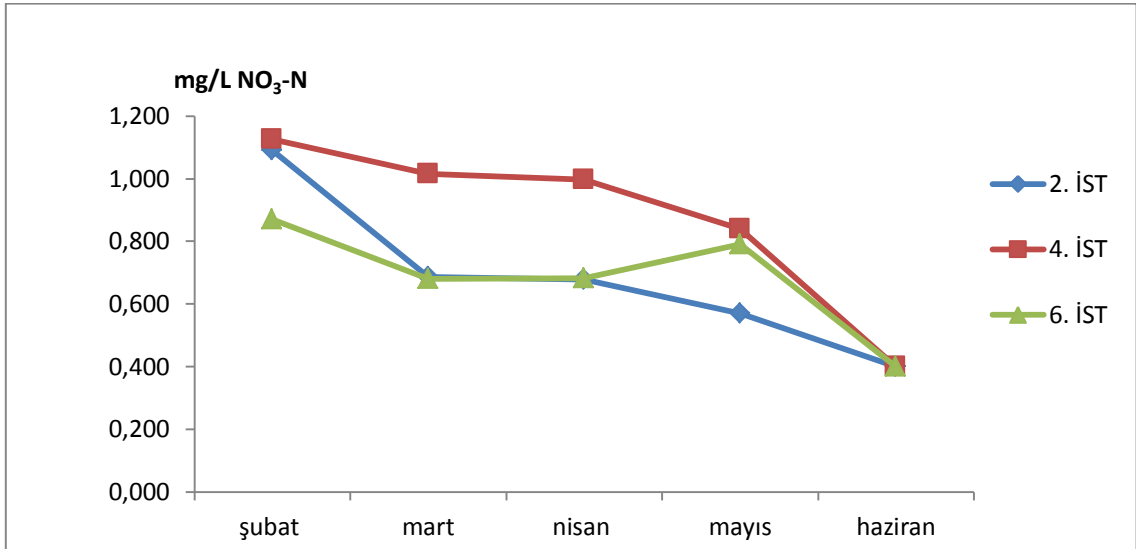


Şekil 24. Ormanlık alanlarda Fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi

4.2. Çaylık Alanlar

4.2.1. Nitrat Konsantrasyonu

Çay ekili alanlara göre nitrat azotu değerine bakıldığında en yüksek değer 1,12 mg/L olarak şubat ayında 4. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 0,4 mg/L olarak haziran ayında 2. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 25). Tüm ayların ortalama nitrat değeri $0,74 \pm 0,23$ mg/L olarak hesaplanmıştır.

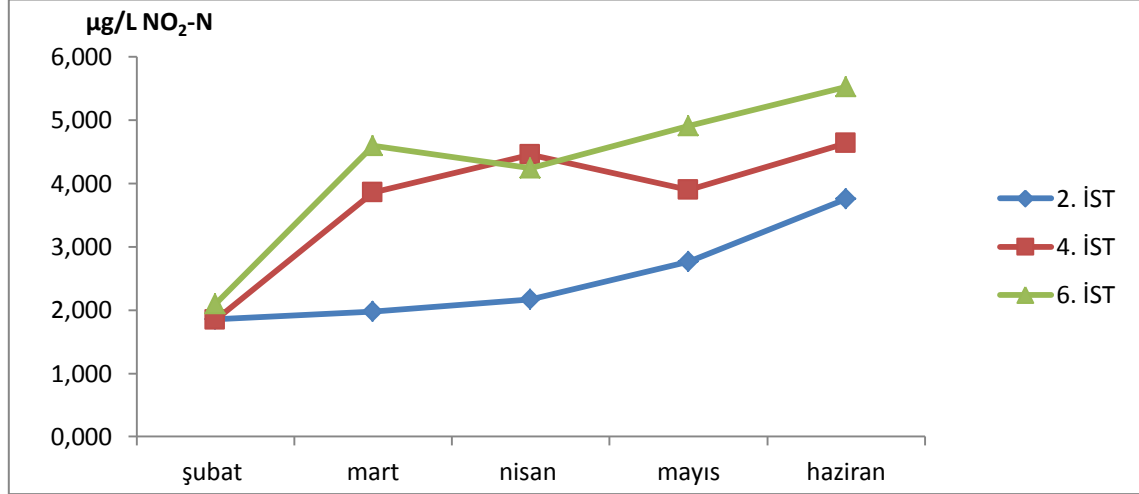


Şekil 25. Çaylık alanlarda nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.2.2. Nitrit Konsantrasyonu

Çay ekili alanlara göre nitrit değerine bakıldığında en yüksek değer 5,53 μ g/L olarak haziran ayında 6. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük nitrit değeri 1,83 μ g/L

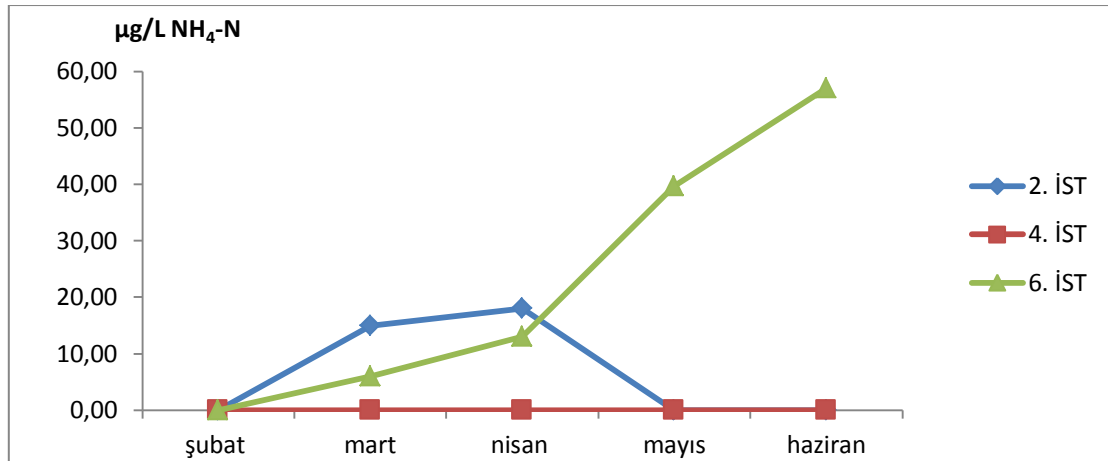
olarak şubat ayında 2. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 26). Tüm ayların ortalama nitrit değeri $3,50 \pm 0,99 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 26. Çaylık alanlarda nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.2.3. Amonyum Konsantrasyonu

Çay ekili alanlara göre amonyum değerine bakıldığında en yüksek değer $57 \mu\text{g/L}$ olarak haziran ayında 6. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük amonyum değeri $5,97 \mu\text{g/L}$ olarak mart ayında 6. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 27). Tüm ayların ortalama amonyum değeri $9,91 \pm 7,08 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır.

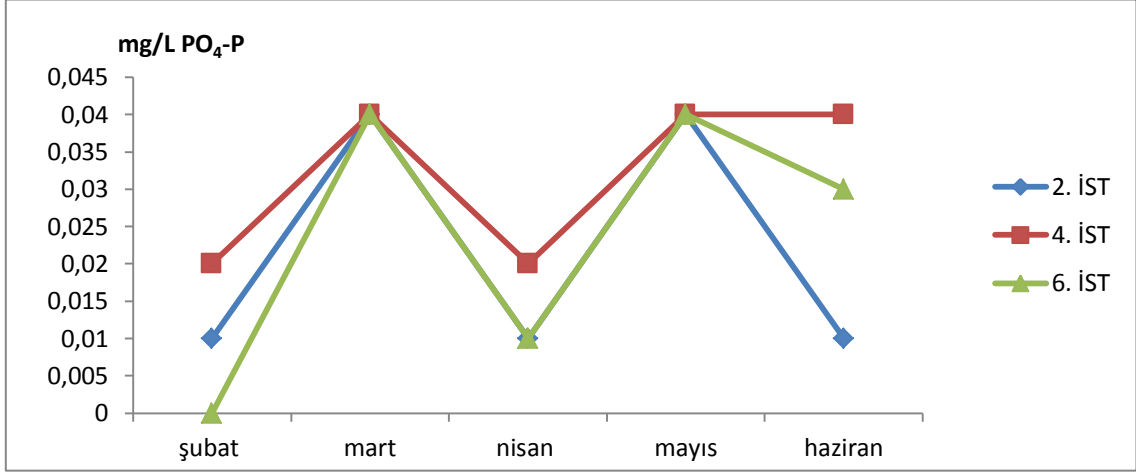


Şekil 27. Çaylık alanlarda amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.2.4. Fosfat Konsantrasyonu

Çay ekili alanlara göre fosfat değerine bakıldığında en yüksek değer $0,04 \text{mg/L}$ olarak mart ve mayıs aylarında ölçülmüştür ve en düşük fosfat değeri $0,01 \text{mg/L}$ olarak

şubat ayında 2. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 28). Tüm ayların ortalama fosfat değeri $0,02\pm 0,01$ mg/L olarak hesaplanmıştır.

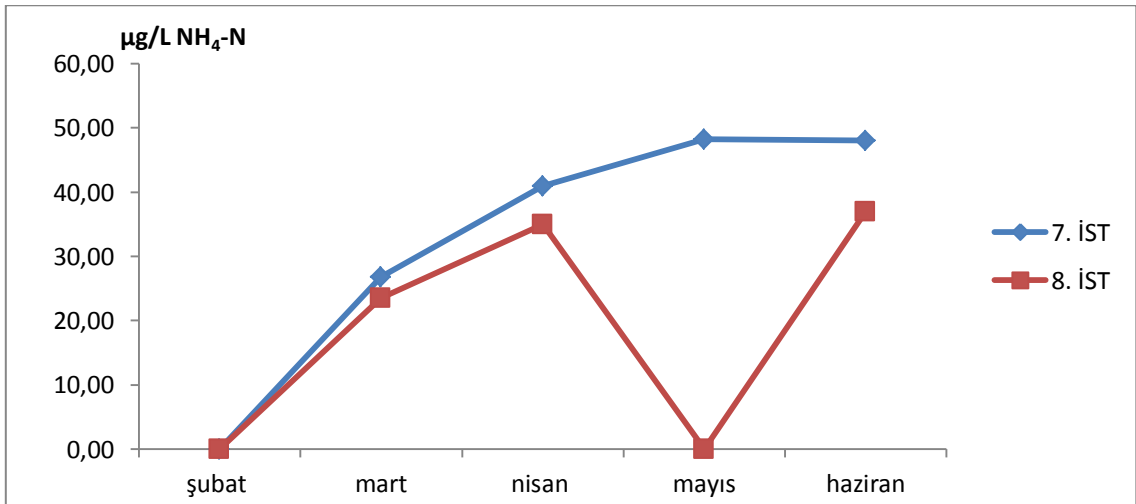


Şekil 28. Çaylık alanlarda fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.3. Çaylık ve Ormanlık (karışık) Alanlar

4.3.1. Amonyum Konsantrasyonu

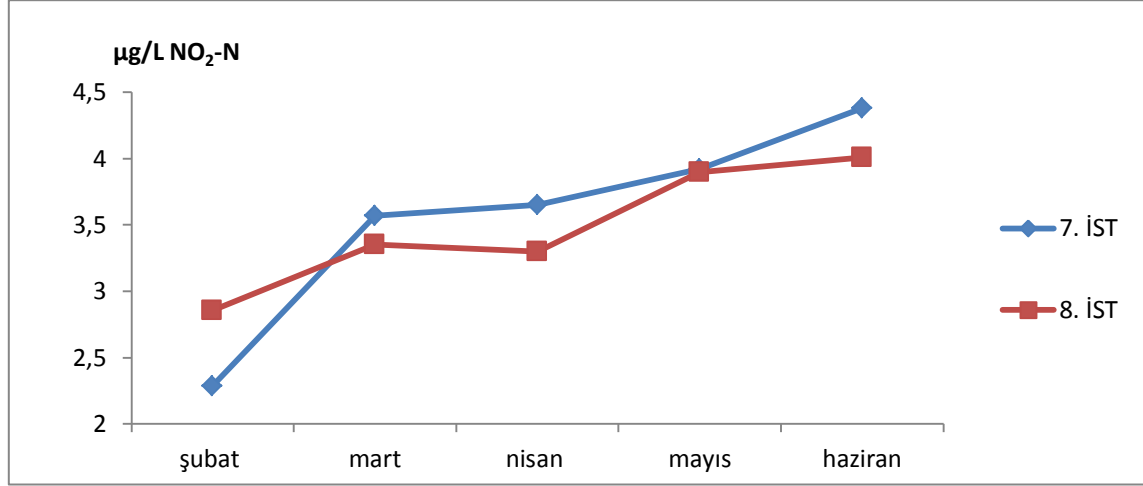
Çay ve orman alanlardan oluşan alanda amonyum değerine bakıldığında en yüksek değer $48,25$ $\mu\text{g/L}$ olarak mayıs aylarında ölçülmüştür ve en düşük amonyum değeri $23,53$ $\mu\text{g/L}$ olarak şubat ayında 8. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 29). Tüm ayların ortalama amonyum değeri $25,96\pm 16,56$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 29. Çaylık ve ormanlık alanlarda amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.3.2. Nitrit Konsantrasyonu

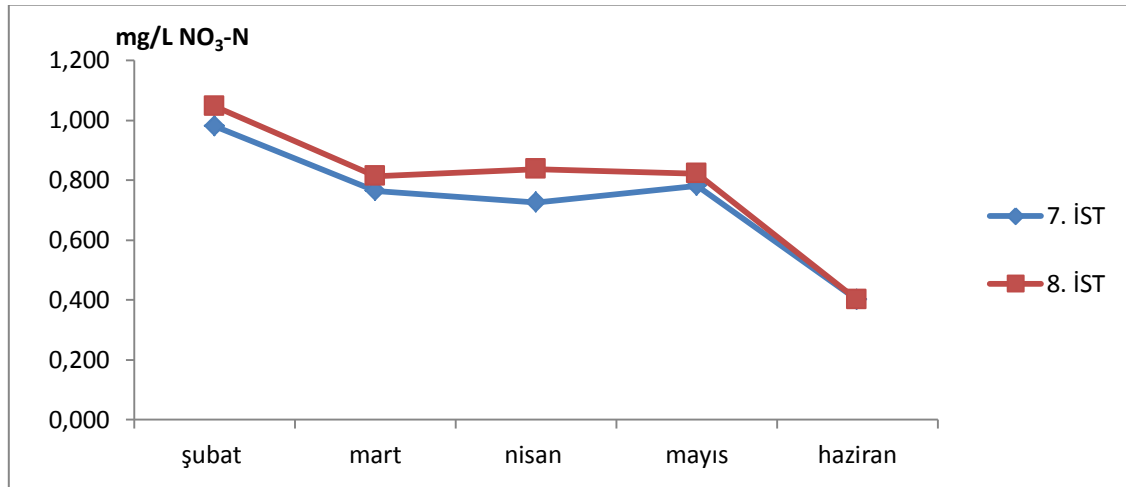
Çay ve orman alanlardan oluşan alanda nitrit değerine bakıldığında en yüksek değer 4,38 µg/L olarak haziran ayında 7. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük nitrit değeri 2,28 µg/L olarak şubat ayında 7. istasyonda ölçülmüştür (Şekil 30). Tüm ayların ortalama nitrit değeri $3,52 \pm 0,61$ µg/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 30. Çaylık ve ormanlık alanlarda nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.3.3. Nitrat Konsantrasyonu

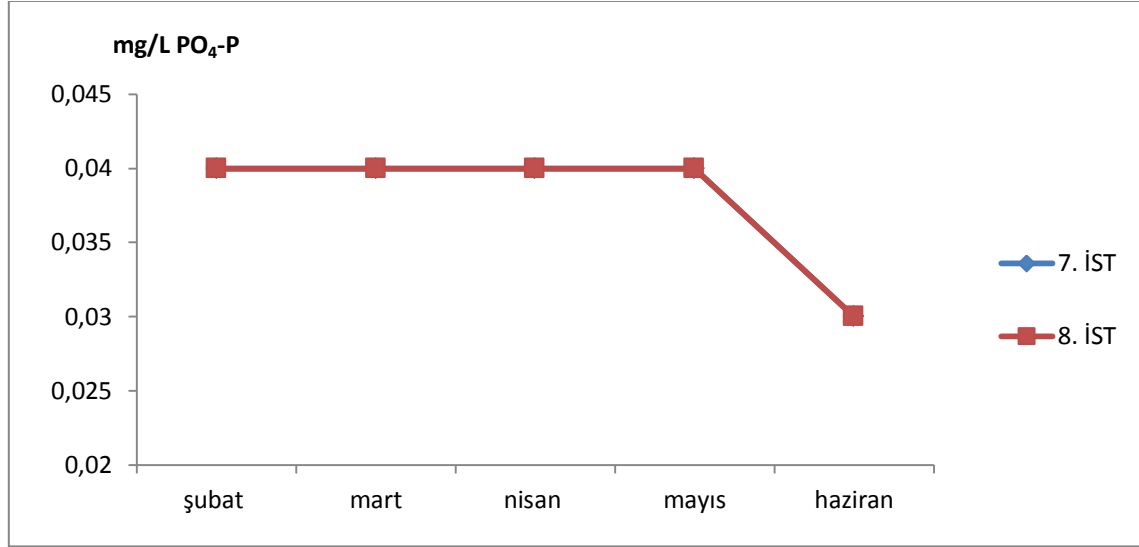
Çay ve orman alanlardan oluşan alanda nitrat değerine bakıldığında en yüksek değer 1,047 mg/L olarak şubat ayında 7. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük nitrit değeri 0,4 mg/L olarak haziran ayında 7. ve 8. istasyonlarda ölçülmüştür (Şekil 31). Tüm ayların ortalama nitrat değeri $0,75 \pm 0,22$ mg/L olarak hesaplanmıştır.



Şekil 31. Çaylık ve ormanlık alanlarda nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

4.3.4. Fosfat Konsantrasyonu

Çay ve orman alanlardan oluşan alanda fosfat değerine bakıldığında aylarda değişiklik görülmemekte fakat mayıs ayından haziran ayına geçerken her iki istasyonda da 0,01 mg/L bir azalma görülmektedir (Şekil 32).



Şekil 32. Çaylık ve ormanlık alanlarda fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

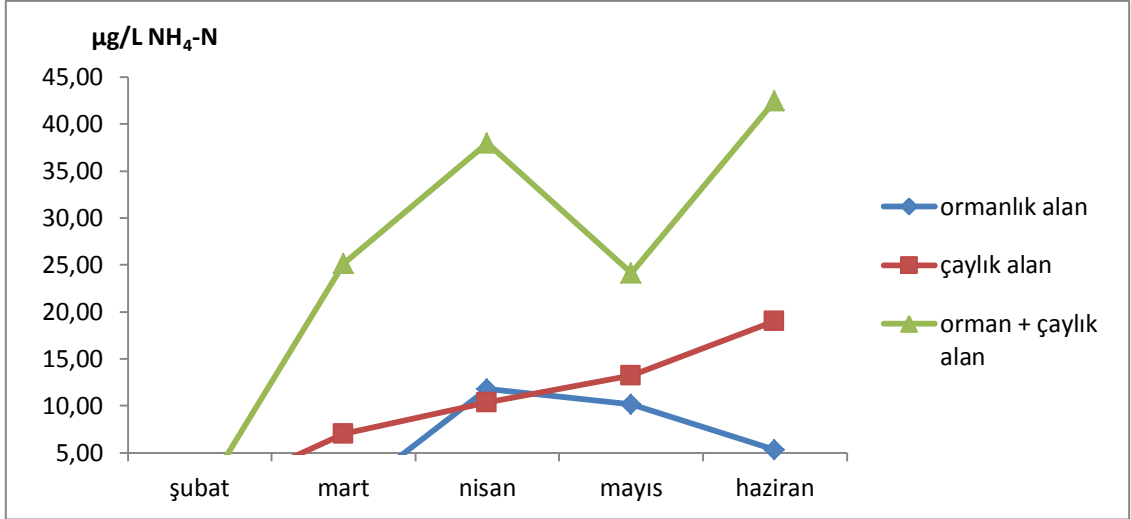
4.4. Arazi kullanımına Göre Karşılaştırma

4.4.1. Amonyum Konsantrasyonu

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama amonyum değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ve mart aylarında amonyuma rastlanmadığı görülmekte, Nisan ayında $11,76 \pm 11,51$ $\mu\text{g/L}$, mayıs ayında $10,12 \pm 9,37$ $\mu\text{g/L}$, haziran ayında ise $5,33 \pm 9,24$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 33).

2, 4 ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama amonyum değerine bakıldığında şubat ayında amonyuma rastlanmamıştır. Mart ayında $6,99 \pm 7,55$ $\mu\text{g/L}$ nisan ayında $10,32 \pm 9,28$ $\mu\text{g/L}$, mayıs ayında $13,23 \pm 22,91$ $\mu\text{g/L}$, haziran ayında ise $19 \pm 32,91$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 33).

7 ve 8 nolu istasyonları içeren karışık (orman+çaylık) alanlar içerisindeki ortalama amonyum değerine bakıldığında şubat ayında amonyuma rastlanmamıştır. Mart ayında $25,16 \pm 2,29$ $\mu\text{g/L}$ nisan ayında $38 \pm 4,24$ $\mu\text{g/L}$, mayıs ayında $24,13 \pm 34,12$ $\mu\text{g/L}$, haziran ayında ise $42,50 \pm 7,78$ $\mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 33).



Şekil 33. Ortalamalara göre amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

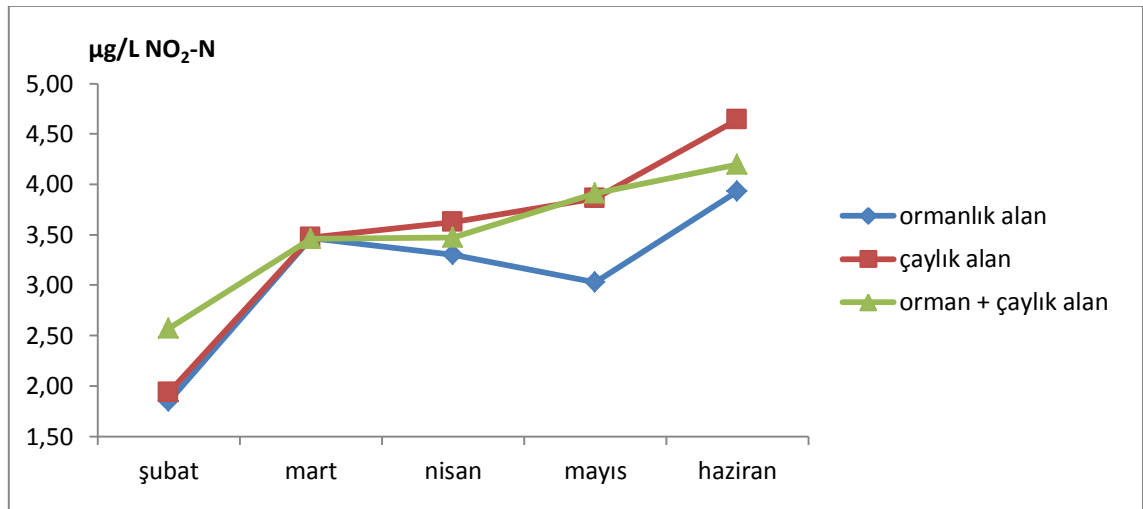
Amonyum azotu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Karışık (Orman ve Çaylık) olarak ayrılan istasyonlar arasında gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmelerde tek yönlü varyans analiziyle hem Student Newman Keuls hem de Tukey-Kramer çoklu karşılaştırma testi yapılarak gübre kullanılmayan ormanlık alanların etkisindeki istasyonlar, gübre kullanılan çaylık alanlar ve karışık istasyonlar her biri diğerleriyle ayrı ayrı karşılaştırıldığında ormanlık ve çaylık alanlar arasındaki farklılık önemli olmaz iken ormanlık ve karışık alan arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yapılan Anova testine göre p değeri 0,0274 civarında bulunmuştur buna göre gübre kullanılan çaylık alanlarla kullanılmayan ormanlık alanlar arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p < 0,05$). Bu sonuca göre şu söylenebilir; amonyum azotu açısından çalışma alanında çaylık (9,91 µg/L) ve karışık (25,96 µg/L) alan istasyonlarındaki konsantrasyonun ortalama düzeyi, ormanlık istasyonlarındakinden (5,44 µg/L) daha fazla olmasına rağmen ormanlık ve çaylık alanlar arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli değil iken ormanlık ve karışık alan arasındaki farklılık ise önemli düzeydedir. Gübre kullanılan çaylık ve karışık alanlarda (çaylık ve ormanlık birlikte) gübre kullanılmayan ormanlık alanlara nazaran sırasıyla 0,8 ve 3,7 kat daha fazla amonyum azotunun ölçülmesi amonyum sülfat kökenli gübre kullanılması sebebiyle olabilir. Dolayısıyla bölgedeki gübre kullanımının su kalitesine belirli bir etkisi olmakla beraber mevcut amonyum azotu konsantrasyonu değeri Kıtaçi su kalite standartlarına göre değerlendirildiğinde önemli düzeyde olmadığı görülmektedir. Bu durum arazide gereğinden fazla gübre kullanılmadığını ve eğer kullanılmış olsaydı önemli etkilerinin olabileceğini göstermektedir.

4.4.2. Nitrit Konsantrasyonu

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama nitrit değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ayında $1,85 \pm 0,45 \mu\text{g/L}$, mart ayında $3,47 \pm 1,19 \mu\text{g/L}$, nisan ayında $3,30 \pm 1,89 \mu\text{g/L}$, mayıs ayında $3,03 \pm 1,25 \mu\text{g/L}$, haziran ayında ise $3,93 \pm 0,69 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 34).

2, 4, ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama nitrit değerine bakıldığında çaylık alanda, şubat ayında $1,94 \pm 0,15 \mu\text{g/L}$, mart ayında $3,48 \pm 1,35 \mu\text{g/L}$, nisan ayında $3,62 \pm 1,26 \mu\text{g/L}$, mayıs ayında $3,86 \pm 1,08 \mu\text{g/L}$, haziran ayında ise $4,64 \pm 1,88 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 34).

7 ve 8 nolu istasyonları içeren karışık alan içerisindeki ortalama nitrit değerine bakıldığında, şubat ayında $2,57 \pm 0,40 \mu\text{g/L}$, mart ayında $3,46 \pm 0,15 \mu\text{g/L}$, nisan ayında $3,47 \pm 0,25 \mu\text{g/L}$, mayıs ayında $3,91 \pm 0,02 \mu\text{g/L}$ ve haziran ayında ise $4,20 \pm 0,26 \mu\text{g/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 34).



Şekil 34. Ortalamalara göre nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Nitrit azotu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Karışık (Orman ve Çaylık) olarak ayrılan istasyonlar arasında gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmelerde tek yönlü varyans analiziyle hem Student Newman Keuls hem de Tukey-Kramer çoklu karşılaştırma testi yapılarak gübre kullanılmayan ormanlık alanların etkisindeki istasyonlar, gübre kullanılan çaylık alanlar ve karışık istasyonlar her biri diğerleriyle ayrı ayrı karşılaştırıldığında her üç karşılaştırma durumları arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Anova testi sonucunda p değeri 0,6746 civarında bulunmuştur yani alan kullanımına göre gübre kullanılan çaylık alanlarla kullanılmayan ormanlık alanlar

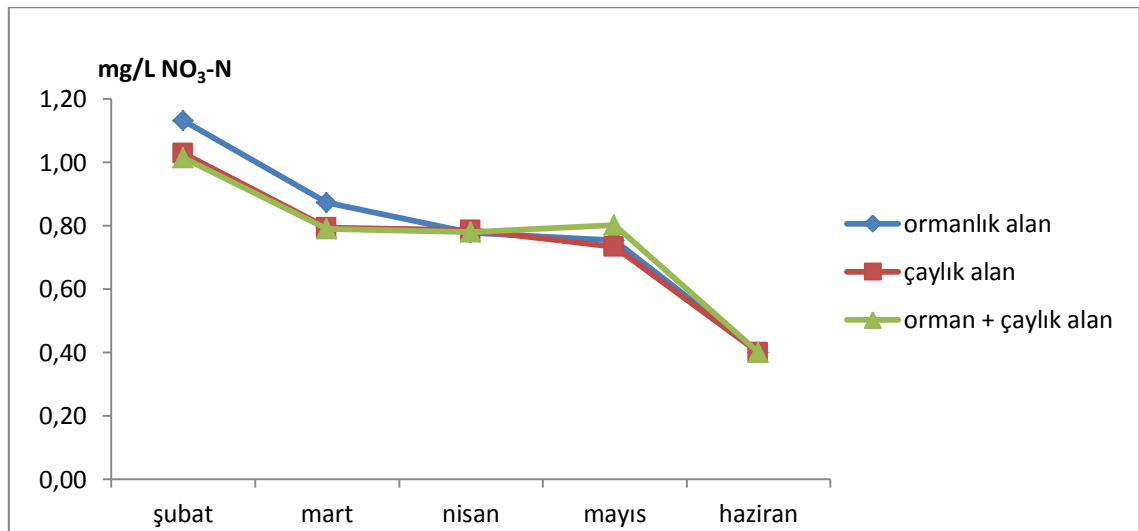
arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ($p>0,05$). Bu sonuca göre şu söylenebilir; nitrit azotu açısından çalışma alanında her ne kadar çaylık alan istasyonlarındaki konsantrasyon ortalama düzeyi ($3,508 \mu\text{g/L}$) ve ormanlık istasyonlarındakinden ($3,110 \mu\text{g/L}$) daha fazla olmasına rağmen aradaki fark önemli değildir ve bölgedeki gübre kullanımı su kalitesini önemli düzeyde etkilememiştir.

4.4.3. Nitrat Konsantrasyonu

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama nitrat değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ayında $1,13\pm 0,29 \text{ mg/L}$, mart ayında $0,87\pm 0,14 \text{ mg/L}$, nisan ayında $0,78\pm 0,25 \text{ mg/L}$, mayıs ayında $0,75\pm 0,20 \text{ mg/L}$, haziran ayında ise $0,4\pm 0 \text{ mg/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 35).

2, 4, ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama nitrat değerine bakıldığında çaylık alanda, şubat ayında $1,03\pm 0,14 \text{ mg/L}$, mart ayında $0,79\pm 0,19 \text{ mg/L}$, nisan ayında $0,79\pm 0,18 \text{ mg/L}$, mayıs ayında $0,73\pm 0,14 \text{ mg/L}$, haziran ayında ise $0,4\pm 0 \text{ mg/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 35).

7 ve 8 nolu istasyonları içeren karışık alan içerisindeki ortalama nitrat değerine bakıldığında karışık alanda, şubat ayında $1,01\pm 0,04 \text{ mg/L}$, mart ayında $0,79\pm 0,03 \text{ mg/L}$, nisan ayında $0,78\pm 0,08 \text{ mg/L}$, mayıs ayında $0,80\pm 0,03 \text{ mg/L}$ ve haziran ayında ise $0,4\pm 0 \text{ mg/L}$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 35).



Şekil 35. Ortalamalara göre nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Nitrat azotu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Karışık (Orman ve Çaylık) olarak ayrılan istasyonlar arasında gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmelerde tek yönlü

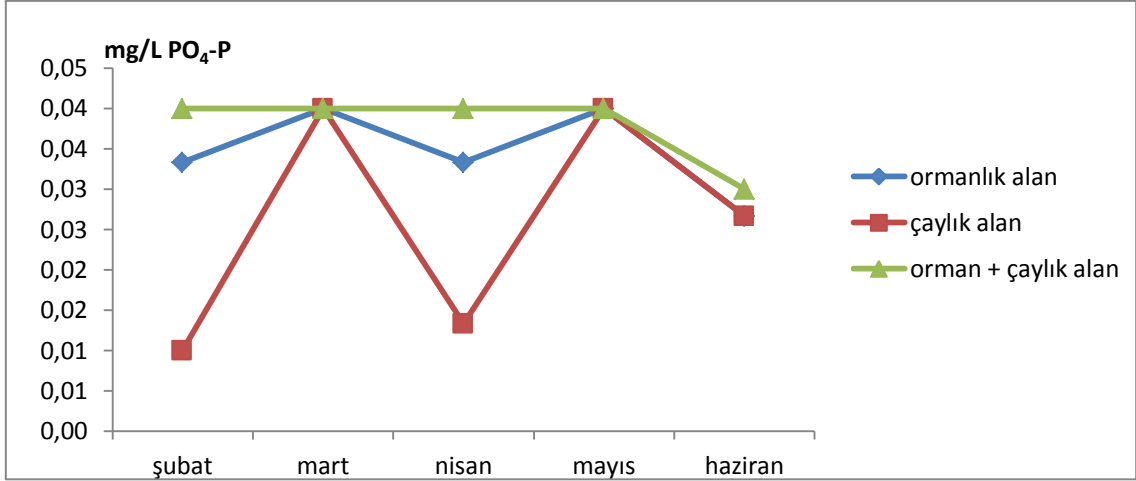
varyans analiziyle hem Student Newman Keuls hem de Tukey-Kramer çoklu karşılaştırma testi yapılarak gübre kullanılmayan ormanlık alanların etkisindeki istasyonlar, gübre kullanılan çaylık alanlar ve karışık istasyonlar her biri diğerleriyle ayrı ayrı karşılaştırıldığında her üç karşılaştırma durumları arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Test sonucunda p değeri 0,87 civarında bulunmuştur yani alan kullanımına göre gübre kullanılan çaylık alanlarla kullanılmayan ormanlık alanlar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ($p>0,05$). Bu sonuca göre şu söylenebilir; nitrat azotu açısından çalışma alanında her ne kadar çaylık (0,826 mg/L) ve karışık (0,756 mg/L) alan istasyonlarındaki konsantrasyonun ortalama düzeyi, ormanlık istasyonlarındakinden (0,786 μ g/L) daha fazla olmasına rağmen aradaki fark önemli değildir ve bölgedeki gübre kullanımı su kalitesini önemli düzeyde etkilememiştir.

4.4.4. Fosfat Konsantrasyonu

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama fosfat değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ayında $0,03\pm 0,01$ mg/L, mart ayında $0,04\pm 0$ mg/L, nisan ayında $0,03\pm 0,01$ mg/L, mayıs ayında $0,04\pm 0$ mg/L, haziran ayında ise $0,03\pm 0,02$ mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 36).

2, 4, ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama fosfat değerine bakıldığında çaylık alanda, şubat ayında $0,01\pm 0,01$ mg/L, mart ayında $0,04\pm 0$ mg/L, nisan ayında $0,01\pm 0,01$ mg/L, mayıs ayında $0,04\pm 0$ mg/L, haziran ayında ise $0,03\pm 0,02$ mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 36).

7 ve 8 nolu istasyonları içeren karışık (orman+çaylık) alan içerisindeki ortalama fosfat değerine bakıldığında orman+çaylık alanda, şubat ayında $0,04\pm 0$ mg/L, mart ayında $0,04\pm 0$ mg/L, nisan ayında $0,04\pm 0$ mg/L, mayıs ayında $0,04\pm 0$ mg/L ve haziran ayında ise $0,03\pm 0$ mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 36).



Şekil 36. Ortalamalara göre fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

Fosfat fosforu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Karışık (Orman ve Çaylık) olarak ayrılan istasyonlar arasında gerçekleştirilen istatistiksel değerlendirmelerde tek yönlü varyans analiziyle hem Student Newman Keuls hem de Tukey-Kramer çoklu karşılaştırma testi yapılarak gübre kullanılmayan ormanlık alanların etkisindeki istasyonlar, gübre kullanılan çaylık alanlar ve karışık istasyonlar her biri diğerleriyle ayrı ayrı karşılaştırıldığında her üç karşılaştırma durumları arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Test sonucunda p değeri 0,178 civarında bulunmuştur yani alan kullanımına göre gübre kullanılan çaylık alanlarla kullanılmayan ormanlık alanlar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir ($p > 0,05$). Bu sonuca göre şu söylenebilir; fosfat fosforu açısından çalışma alanında her ne kadar çaylık (0,026 mg/L) ve karışık (0,038 mg/L) alan istasyonlarındaki konsantrasyonun ortalama düzeyi, ormanlık istasyonlarındakinden (0,034 $\mu\text{g/L}$) daha fazla olmasına rağmen aradaki fark önemli değildir ve bölgedeki gübre kullanımı akarsu su kalitesini önemli düzeyde etkilememiştir.

Bu çalışmada yürütülen metodolojiye göre ormanlık, çaylık ve karışık kullanım şekline göre tarımsal alanları temsil eden istasyonlardan alınan su numunelerinin azot ve fosfat iyonları konsantrasyonlarının ortalama değerleri Tablo 5'te verilmektedir. Tablodaki değerlere bakıldığında Amonyum azotu, Nitrit azotu, Nitrat azotu ve fosfat fosforu açısından ormanlık alan istasyonların ortalama konsantrasyonları çaylık ve karışık istasyonlara göre daha düşüktür. Sadece Fosfat fosforu açısından istasyonlar arasındaki farklılık çok düşük olmakla beraber karışık istasyonların ortalaması ormanlık alan istasyonlarına göre daha yüksektir.

Tablo 5. İstasyonların özelliklerine göre gübre etkisi

İstasyonlar	Amonyum azotu (µg/L)	% fark	Nitrit azotu (µg/L)	% fark	Nitrat azotu (mg/L)	% fark	Fosfat fosforu (mg/L)	% fark
Orman alan	5.44	-	3.12	-	0.79	-	0.034	-
Çaylık alan	9.91	82	3.51	12.5	0.83	5	0.026	-
Karışık alan	25.96	377	3.52	13	0.76	-	0.038	12

Arazi kullanımına göre istasyonları değerlendirdiğimizde kimyasal gübre kullanımının yüzey sularına etkisinin belirlenmesinde özellikle kullanılan azot ve fosfor kökenli gübreler olması sebebiyle istasyonlardan alınan su numunelerinde de azot ve fosfor iyonlarına göre değerlendirmeler yapılmıştır. Dolayısıyla çalışma alanında tesbit ettiğimiz istasyonların özellikleri göz önüne alınarak belirlenen ormanlık alana göre karşılaştırma yaptığımız çaylık ve karışık (çay ve orman) alanların etkisindeki akarsu noktalarını gösteren istasyonlardaki amonyum, nitrit, nitrat azotu ve fosfat fosforu değerleri ortalamaları Tablo 5’de gösterilmektedir. Ormanlık alan (bir nevi kontrol alanı) ve çaylık ve karışık alanlar ise kimyasal ve diğer türden gübre etkisindeki alanlar olarak ifade edilirse ormanlık alana nazaran çaylık ve karışık alanların yüzde farkları değerlendirildiğinde en önemli farklar amonyum ve nitrit azotu açısından öne çıkmaktadır. Nitekim amonyum açısından çaylık ve karışık alanların etkisi ormanlık alana nazaran sırasıyla fark %82 ve 377 düzeyinde iken nitrit azotu açısından ise çaylık ve karışık alanların ormanlık alana nazaran farkı sırasıyla %12,5 ve 13 düzeyindedir. Nitrat açısından sadece ormanlık ve çaylık alan arasında çaylık alan lehine %5 farklılık söz konusu iken fosfat fosforu açısından ise sadece karışık alan ile ormanlık alan arasında %12 karışık alan lehine fark söz konusudur (Tablo 5).

Tarımsal amaçlı arazi kullanımının çevreye etkileri açısından en önemli konulardan biri olan gübre kullanımı ve çevre su kaynaklarına etkileri günümüzde giderek artan çevre kirliliğine karşı hassasiyetten dolayı önem kazanmaktadır. Gübreler inorganik bazda yoğun besin maddesi içeren kimyasal maddelerdir. Bitkilerin ihtiyaç duydukları N/P/K vb. temel besin elementlerinin toprakta yetersiz veya eksikliğinden dolayı üreticiler tarafından kullanılmakta olup gereğinden fazla kullanımı ilgili toprak havzasının başta toprağın kendisini etkileyerek asitleşme, sonra yüzey ve yeraltı olmak

üzere su havza kaynaklarında azot ve fosfor bileşiklerince zenginleşme ve akabinde ötrofikasyon problemleri, içme suyu kaynaklarıyla insan sağlığını tehdit eden problemlere sebebiyet verilmektedir.

Bu çalışmada da Doğu Karadeniz çevresinde yoğun bir tarımsal faaliyet olarak çay tarımında kullanılan gübrelerin çevre su kaynaklarına etkileri araştırılmış olup gübrelemenin yapıldığı tarımsal alanların etkisindeki alanlara yakın su kaynaklarıyla tarımsal faaliyetin olmadığı ormanlık alanlara yakın su kaynakları incelenmiş ve gübre kullanılan alanlarla kullanılmayan alanların etkisindeki su kaynaklarının gübre içeriğini temsil eden azot, fosfor bileşikleri ve diğer su kalite parametreleri açısından önemli bir farklılığın olmadığı istatistiki olarak ortaya koyulmuştur. Ancak genel mahiyette şu söylenebilir ki gübre kullanılan tarımsal alanlara yakın su kaynaklarının azot ve fosfor bileşikleri içerikleri gübre kullanılmayan alanlara yakın su kaynakların içeriklerinden her zaman fazla miktardadır. Örnek vermek gerekirse, Amonyum azotu açısından ormanlık alan 5,44 µg/L iken çaylık ve karışık istasyonlarda ise sırasıyla 9,91 ile 25,96 µg/L ile önemli bir fark gözükmektedir. Hatta yapılan istatistiki testlerde ormanlık ve çaylık alan arasındaki fark önemli olmazken ormanlık ve karışık alan arasındaki farklılık önemli olarak bulunmuştur. Bu sonuç araştırma bölgesinde amonyum sülfat kökenli gübrelerin kullanımından dolayı olabilir. Çünkü ormanlık alana nazaran çaylık alan etkisindeki akarsu istasyonunun 0,8 kat, karışık alanların etkisindeki akarsu istasyonunda ise 3,7 kat daha fazla amonyum azotu ölçülmüştür. Ancak ölçülen konsantrasyon değerleri S.K.K.Y. Kıta içi su kalite standartlarına göre oldukça düşük bir seviyedir. Dolayısıyla ortamda gübre etkisinden söz edilebilir ancak akarsu su kalitesini düşürecek nitelikte değildir. Nitekim tüm istasyonların ortalama amonyum miktarı 13,77 µg/L ve en yüksek amonyum miktarı 57 µg/L düzeyinde olduğu halde bu değerler çok temiz (1.sınıf) su kalitesine dahil olmaktadır. Nitrat azotu açısından 5 aylık çalışma sonucunda ormanlık alanların etkisindeki istasyonlarda ortalama 0,79 mg/L ölçülürken çaylık ve karışık istasyonlarda sırasıyla ortalama olarak 0,83 ile 0,76 seviyesindedir. Diğer yandan Nitrit azotu açısından bakıldığında; ormanlık alanın etkisindeki istasyonlarda ortalama 3,12 µg/L iken çaylık ve karışık istasyonlarda sırasıyla ortalama olarak 3,51 ile 3,52 µg/L civarındadır. Diğer taraftan fosfat açısından incelendiğinde ormanlık alan 0,034 mg/L iken sırasıyla çaylık ve karışık alanda 0,026 ile 0,038 mg/L arasında değişmektedir. Çalışma yapılan bölgedeki çaylık alanlarda çay tarımı ile uğraşan çiftçilerle yapılan görüşmelerde dekar araziye 50-60 kg/da suni gübre

kullandıkları tespit edilmiştir. Kullanılan bu gübre oranının ÇAYKUR ve diğer mesleki kuruluşların tavsiye ettiği (60-70 kg/da)'a eşdeğer veya çok yakın olması yüzey su kaynakları açısından ideal koşulların oluştuğunu göstermektedir. Dolayısıyla aynı bölgede kullanılan gübre miktarının 50-60 kg/da seviyesinin altına düşürülmesi belkide çaylık alanların etkisindeki istasyonların azot ve fosfor iyonları konsantrasyonlarını oldukça düşürebilecektir. Son aylarda ÇAYKUR tarafından organik çay tarımıyla ilgili faaliyetlerinin bu konuda oldukça faydalı olacağını göstermektedir.

Çalışmada tüm istasyonlarda çalışma peryodu boyunca ölçülen azot ve fosfor bileşikleri ve diğer su kalite parametreleri Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Kıtaçi Su Kalite Standartlarına göre değerlendirildiğinde fosfat ve nitrat açısından 1.sınıf yani çok kaliteli su standartı, nitrit ve amonyum iyonları açısından bazı dönemlerde az kirli (2.sınıf) su kalitesi ortaya çıkmaktadır.

5. ÖNERİLER

Bu bulgular değerlendirilirse şu sonuçlar ve dolayısıyla bu sonuçlara yönelik çözüm önerileri ortaya çıkmaktadır:

Doğu Karadeniz Rize ili çevresinde Çamlıhemşin kırsal kesiminde gübreleme yapılan çay tarımı alanlarından su kaynaklarına belirli dönemlerde, özellikle gübreleme sonrası yağışlı aylarda gübre kaynaklı belirli bir katkı söz konusudur. Bu katkı yüzey su kalitesini önemli ölçüde değiştirecek düzeyde olmasa bile tarımsal alan ile ormanlık alan arasındaki farklılık önemli bir düzeydedir.

Çalışma bölgesinde yüzey suyu kaynaklarına (akarsulara) gübre orjinli katkıların düzeyi akarsu kaynaklarının su kalitesini ciddi boyutta bozacak nitelikte değildir. Nitekim sadece bazı dönemlerde nitrit ve amonyum açısından az kirli bir su kalitesi düzeyi izlenmiştir. Diğer parametreler ve dönemler açısından çok temiz su kalitesi gözlenmiştir.

Çalışma sonuçları irdelendiğinde çaylık alanlarla ormanlık alanların su kaynaklarını etki düzeyine bakıldığında farklılıkların istatistiki olarak amonyum azotu hariç önemli olmadığı görülmüştür. Yani çaylık alanların etkisindeki su kaynaklarının su kalitesi ile ormanlık ve hem ormanlık hem de çaylık alanların etkisindeki akarsu kesiti üzerindeki su kalite düzeyleri arasında amonyum ve nitrit hariç ciddi bir fark söz konusu değildir. Amonyum açısından ormanlık ve karışık alan arasında %377 kat gibi ciddi bir farklılık söz konusu iken nitrit ve fosfat açısından bu fark %12-13 civarındadır. Bu sonuçlar çay tarımı faaliyetinde gübreleme etkisinin yüzey su kaynakları için önemli olduğunu göstermektedir.

Ancak bu sonuçlar tarımsal alanlardaki toprak örtüsü ve çaylık alanlar ve hem çaylık hem de ormanlık alanların toprak altı ve yeraltı su kaynakları için de aynı durumun geçerli olduğunu göstermez. Aksine zaten bölgede toprak yapısının bozulmuş olduğu ve asitleşmenin gittikçe arttığı bilinmektedir. Bu açıdan bundan sonraki çalışmalarda toprağın içeriği, toprak altı ve yeraltı su kaynaklarının gübreleme etkisine yönelik incelenmesi gerekliliği söz konusudur.

Bu çalışmada gübrelemenin su kaynaklarına etkileri arazi kullanım açısından araştırılmış olması sebebiyle ormanlık alanlar, çaylık alanlar ve çaylık-ormanlık karışık alanların etkisindeki yüzey su kaynağının su kalitesi, çay tarımının yapıldığı dönemlerde gübreleme öncesi, gübreleme ve sonrası dönemlerde incelenmiştir. Ancak

bundan sonraki çalışmalarda incelemelerin tüm yıla yayılması böylece mevsimsel farklılaşmaların takip edilmesi açısından faydalı olabilir.

Sadece Çamlıhemşin ilçesi değil Rize ilinin tüm ilçeleri ve hatta Doğu Karadeniz'in tüm illerinde gerçekleşen çay tarımı (özellikle Rize ve çevresi) beraberinde su, toprak ve biota (canlılar) için önemli etkiler oluşturduğu açık bir gerçektir. Dolayısıyla tüm bu etkilenen çevresel bölgelerin durumu araştırma kuruluşlarınca takip edilmelidir. Nitekim çay tarımını yöneten, yönlendiren ve araştırma ve geliştirme politikalarını gerçekleştiren ÇAYKUR, Ticaret Borsası ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi bünyesinde oluşturulmuş araştırma kuruluşlarınca kurulan su, toprak ve biota laboratuvarlarında çay tarımının yoğun olarak yapıldığı tüm vadi ve havzalarda rutin su, toprak ve biota kalitesi izleme çalışmaları yapılması için projeler üretilmesi ve bu projelerin ÇAYKUR, Rize Ticaret Borsası ve RTEÜ tarafından desteklenmesi gereklidir.

Rize ve çevresinde yoğun çay tarımının yapılması gerek çay üretim ekonomisi ve gerekse çevresel etkileşimler nedeniyle yeni bazı adımların atılmasını gerektirmektedir. Çay ekonomisi ve çevre etkileşimi açısından üreticinin daha kaliteli çay üretimi, çaydan daha fazla gelir elde etmesi ve çevreyi koruyan kompozit gübre kullanılması veya daha da önemlisi organik tarıma geçerek organik gübre kullanılması hem sucul çevreyi, hem toprağın yapısını ve hem de üretim kalitesini artırıcı bir eylem olacaktır. Dolayısıyla çaydan gelen gelirin artması, su, toprak ve biotanın korunması tüm paydaşların yararına olacağı açık bir gerçektir.

6. KAYNAKLAR

- Ak, O., Çakmak, E., Aksungur, M., Çavdar, Y. ve Zengin, B., 2008.** Akarsu Üzerindeki Doğal ve İnsan Kaynaklı Faaliyetlerin Sucul Ekosisteme Etkisine Bir Örnek: Yanbolu Deresi (Arsin, Trabzon). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24, 1-2, 389-400.
- Akın, M., Akın, G., 2007.** Suyun Önemi, Türkiye’de Su Potansiyeli, Su havzaları ve Su Kirliliği, Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 47, 2, 105-118.
- Aktaş, M., 1994.** Bitki Beslenme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını, 1361, 344.
- Anonim, 2006.** Rize Valiliği, İl Çevre ve Orman İl Müdürlüğü, 2006. Rize Çevre Durum Raporu. Rize, Türkiye 328 s.
- Anonim, 2010.** Trabzon Valiliği, İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2010. Trabzon İl Çevre Durum Raporu, Trabzon, Türkiye 316 s.
- Anonim, 2002.** İstatistik Yıllığı. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Yayın No: 2466, Ankara, Türkiye.
- Atalık, A., 2006 ve Dağlı, 2005.** Küresel ısınmanın su kaynakları ve tarım üzerine etkileri. Bilim ve Ütopya, 139, 18-21.
- Baglinière, J.L., and Maisse, G., 2008.** Biology and Ecology of the Brown and Sea Trout. Praxis Publishing Ltd, (1999) Chichester, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24, 1-2, 389-400.
- Barlas, M., 1995.** Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Su Ürünleri Kongresi, Erzurum, 14-16 Haziran 1995, d224, 465-479.
- Barlas, M., 2002.** Su Kalitesi Tayin Yöntemleri. Yüksek Lisans Ders Notları, Muğla, 37 s.
- Boran, M. ve Sivri, N., 2001.** İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı ve Sürmene Derelerinde Nutrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 18, 3-4, 343-348.
- Bulut, V.N., 2005.** Kalyan Akarsuyunun Su Kalitesinin Araştırılması ve Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 150 s.
- Camargo, J.A. and Alanso, A., 2006.** Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollutionin aquatic ecosystems: A global assessment. Environment International, 32, 2006, 831–849.

- Cirik, S. ve Cirik, Ş., 1999.** Limnoloji Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, No:21, Yayın No:5, 166 s.
- Çöpür, Z. ve Uysal, S., 2004.** Çorum İl Çevre Durum Raporu. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008,25(2):24-34 ISSN 1300-3496.
- Dayı, A., 1996.** Değirmendere Havzası Yüzey Sularında Bazı İnorganik Kimyasal Parametrelerin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye, 154 s.
- DPT, 2001.** Çay Sektörü Alt Komisyon Raporu, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara, 80 s.
- Egemen, Ö. ve Sunlu, U., 1999.** Su Kalitesi Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:14, Bornova, 150 s.
- Giritlioğlu, T., 1975.** İçme Suyu Kimyasal Analiz Metotları, İller Bankası Yayınları, No:18, Ankara, Türkiye, 343 s.
- Göksu, M. Z. L., 2003.** Su Kirliliği. D. Avşar (ed), Su Kirliliği Ders Kitabı. 2003, Nobel Kitapevi, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7 Adana, ISBN:9758561243, 232 s.
- Guttman, B.S., 1999.** Biology McGraw-Hill, Iowa. Ekoloji 15, 62, 37-47.
- Gültekin, F., Dilek, R., Fırat Ersoy, A. ve Ersoy, H., 2005.** Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 29, 1, 21-35.
- Gültekin, F., Ersoy, A. F., Hatipoğlu, E. ve Celep, S., 2012.** Trabzon İli Akarsularının Yağışlı Dönem Su Kalitesi Parametrelerinin Belirlenmesi. Ekoloji, 21, 82, 2012, 77-88.
- Güngör, B. Ö., 2001.** Tarımsal Kirlenme ve Giderim Yöntemleri. V. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, Ankara, 7-10 Kasım 2001, 2, 514-521.
- Hatipoğlu, F., Alpaslan, M. ve Güneş, A., 1996.** Türkiye’ de Gübre Kullanımı ve Çevre üzerine etkileri. Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 20, Özel sayı 1-5.
- İkincikarakaya, S. Ü., Beyaz, K. B. ve Rezaei, F., 2013.** Doğal Kaynaklar ve Tarım. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6, 1, 104-109.
- İzmirlioğulları, P. 2004.** Ömerli Baraj Gölü’nde Mikrobiyolojik (*E.coli*) ve Kimyasal (Aluminyum, Demir, Kurşun ve Kadmiyum) Kirlilik Parametrelerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 102 s.
- Kaçar, B., 1992.** Yapraktan Bardağa Çay. T.C. Ziraat Bankası Kültür yayınları, no:23, 441 s.

- Kaplan, M., Sönmez, S. ve Tokmak, S., 1999.** Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24, 1-9.
- Koçman, A., 1993.; Öziş, vd., 1997.** Türkiye İklimi. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, 72, 43-53.
- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Birinci, N., Örnekçi, N. G., Yıldız, N. ve Şeker, T., 2010.** Karakaya Baraj Gölü Su Kalitesinin İncelenmesi. International Sustainable Water and Wastewater Management Symposium, Konya, Türkiye, 26-28 October 2010, 357, 1-9.
- Li, Y. and Micliaggio, K., 2010.** Water quality concepts, sampling and analyses, CRCPress, 340 p.
- OECD, Paris, 1992.** Çevre ve Orman bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası Çevre Politikaları. Ankara, Türkiye, 472 s.
- Öymen, T. ve Nuhoglu, Y., 1993.** Doğu Karadeniz Bölgesi (Bölümü) Su Kaynakları Kirliliği ile Balık Popülasyonları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı 6, 28-33.
- Özbay, O. ve Nuhoglu, Y., 1992.** Çevre Mikrobiyolojisi. Atatürk Üniv. Mühendislik Fak. Yayın No: 26, 28-33.
- Özdemir, A., 1998.** Karadeniz Kıyı Şeridi Yüzeysel Sularında Nitrit, Nitrat, Amonyak, Toplam Kjeldahl Azotu Parametrelerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye, 132 s.
- Özden, V.D., 2009.** Türkiye Siyah Çay Sektör Raporu, Avrupa İşletmeler Ağı, Karadeniz, Türkiye, 34 s.
- Özgürler, H., 1997.** Su, su kaynakları ve çevresel konular, Meteoroloji Mühendisliği. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, 2: 57-63.
- Öziş, Ü., Baran, T., Durnabaşı, İ. ve Özdemir, Y., 1997.** Türkiye'nin Su Kaynakları Potansiyeli. Meteoroloji Mühendisliği, TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, 2, 40-45.
- Sayılı, M. ve Akman, Z., 1994.** Tarımsal Uygulamalar ve Çevreye Olan Etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi, Temmuz-Ağustos-Eylül 12, 28-32.
- Sönmez, İ., Kaplan, M. ve Sönmez, S., 2008.** Kimyasal Gübrelerin Çevre Kirliliği Üzerine Etkileri ve Çözüm Önerileri. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008,25(2):24-34 ISSN 1300-3496.
- Sönmez, N., 1992.** Çevre, Toplum ve İnsan. İmge Kitabevi Yayınları, 46, 37-64 s.
- Timur, G., 1985.** Ekoloji. Akdeniz Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Yüksek Okulu Ders Kitabı Yayın no:7, Isparta. 86 s.

Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H. Y., Özgür, M., Çelik, N., Boyacı, H. F. ve Ersoy, A., 2005. Örtü Altı Yetiştiriciliğinde Gelişmeler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Ankara, 3-7 Ocak 2005, 1, 551-563.

URL-1, 2013. http://www.yalcinagaoglugroup.com.tr/haber-gubre-281_2.html. (01.Mart.2013).

URL-2, 2013. <http://www.msxlab.org/forum/ziraat/99431-bitkilerde-gubreleme-ve-gubre-cesitleri.html>. (31 Mart 2013).

URL-3, 2013. http://www.rize.gov.tr/default_B0.aspx?content=122 (14 Mart 2013).

URL-4, 2013. <http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/zfd/article/viewFile/5112/4930> (31 Mart 2013).

URL-5, 2013. http://iys.inonu.edu.tr/webpanel/dosyalar/156/file/1250_Karaca_Arcak_Cevre_Bolum_5.pdf (31 Mart 2013)

URL-6, 2013. <http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/1.D%C3%B6nem%20deney%20f%C3%B6yleri/Bulan%C4%B1k%C4%B1k%20ve%20Renk%20Tayini.pdf> (10 Nisan 2013).

Uslu, O. ve Türkman, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müd. Yayınları, Eğitim Dizisi 1, 364 s.

Verep, B., Serdar, O., Turan, D. ve Şahin, C., 2005. İyidere (Trabzon)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji 57, 26-35.

Verep, B., 2006. Rize'nin Su Kaynakları ve Su Kalite Özellikleri. 1.Rize Sempozyumu, Rize Valiliği, 16-19 Kasım 2006,Cilt No:1, 454-461.

WWF (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), 2011. Monitoring the Implementation of Integrated Basin Management in Firtina Valley. İstanbul, Türkiye.

Yıldırım, N., 2006. Fırınz Çayı (Kahramanmaraş)'nın Fiziko-Kimyasal ve Bazı Biyolojik (Bentik makroinvertebrat) Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 45 s.

Yüksek, T., Altun, L., Yüksek, F. ve Kurdoğlu, O., 2013. Firtına Havzası Doğal Kaynak Kullanım Sorunları, Ekolojik Tabanlı Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma ve Yeni Arayışlar. Firtına Vadisi Sempozyumu, Rize, 26-27 Nisan 2013, Bildiri Özetleri Kitabı, 1-19 s.

Yüksek, T., Yüksek, F. ve Sütü, E., 2013. Rize Yöresinde Çay Tarımında Gübreleme Sorunları ve Sürdürülebilir Çay Tarımı İçin Yeni Straterjiler. II. Rize Kalkınma Sempozyumu, Rize, 3-4 Mayıs 2013, Bildiri Özetleri Kitabı, 53-54 s.

ÖZGEÇMİŞ

01.04.1987 tarihinde Aydın'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Mursallı ilköğretim okulunda, lise öğrenimini Germencik Çok Programlı Lisesinde fen bilimleri alanında tamamladı. 2005 yılında KTU Rize Su Ürünleri Fakültesinde lisans eğitimi almaya başladı. 2009 yılında lisans eğitimini tamamlayarak Su Ürünleri Mühendisi Unvanı aldı ve aynı yıl Rize Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda yüksek lisansa başladı. 2012 yılı Eylül ayında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı ve halen bu görevi yürütmektedir.