

Çay Tarımında Kullanılan Suni ve Doğal Gübrelerin Fırtına Vadisi (Çamlıhemşin-Rize) Behice Deresinin Fiziko-Kimyasal Su Kalitesine Etkisi

Bülent VEREP^{1*} Neşe Akçanal ÖDÜN²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize

²100.Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Van

ÖZET

Bu çalışmada, Rize İline bağlı Çamlıhemşin ilçesinin güneyinde Kaçkar dağlarından doğarak Karadeniz'e dökülen Fırtına deresinin kollarından biri olan Behice köyü deresinde, Şubat 2011-Haziran 2011 tarihleri arasında (gübreleme öncesi ve gübreleme dönemi) fiziko-kimyasal 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 tarımsal üretim alanlarında gübre kullanımının yüzey sularına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre araştırma bölgesinde tarımsal faaliyetlerin yürütüldüğü çaylık alanların ve karışık (çaylık ve ormanlık) alanların etkisindeki akarsu kesitlerinin fiziko-kimyasal su kalitesi, ormanlık alanlara nazaran sırasıyla % 82 ve % 377 oranlarında amonyum azotu ve % 12.5 ve % 13 oranlarında nitrit azotu açısından farklılıklar söz konusudur. Nitrat azotu açısından sadece çaylık alanlara göre % 5 oranla farklılık görülürken, fosfat fosforu açısından farklılık karışık alana göre % 12 düzeyindedir. Bu sonuçlar bölgede gübre kullanımının yüzey su kaynaklarının su kalitesini etkilemesi açısından önemli olduğunu göstermektedir. Ancak bu farklılıkların zamana ve alan kullanımına göre amonyum azotu hariç diğer faktörlere göre istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla kimyasal gübre kullanımının uygulandığı istasyonların uygulanmayan alanlara göre azot ve fosfor açısından belirli bir oranda zenginleştirme gösterdiği söylenebilir. Ancak çalışma alanında ölçülen konsantrasyonların Su Kirliliği ve Kontrol Yönetmeliğine bağlı Kıtaiçi Su Kalite Standartlarına göre 1.sınıf (çok temiz) su kalite düzeyinde olduğu sadece nitrit açısından 2.sınıf (az kirli) bir su kalitesi oluşturabilecek düzeyde olduğunu belirtmek gerekir.

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

ABSTRACT

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 Firtina 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, Çayırözü 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, Fırtına, chemical fertilizer, agricultural pollution

GİRİŞ

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 gübrelerin tarımsal havzalardaki su kaynaklarına etkileri irdelenmesi ve belirlenmesi amaçlanmıştır. Suni ve doğal gübre olmak üzere iki gruba ayrılabilen gübreler tarımda ürünün verim ve kalitesini olumlu yönde etkileyen bitki besin maddelerini içeren organik ve inorganik bileşikler veya karışımlardan oluşmaktadır. Bitkilerin ihtiyaç duydukları azot ve fosforu sağlayan doğal gübreler bitki ve hayvanlardan sağlanır. Fakat sentetik gübrelerden daha pahalı oldukları için, modern ziraatte çok az kullanılırlar. Bununla beraber doğal gübreler daha yavaş etkili oldukları, suda daha az çözündükleri 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. 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).

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 bekleme koşulları nedeniyle yüksek oranda azalmaktadır

(Güngör, 2001). Önce toprak, sonra su kaynakları, dereler ve deniz üzerinde büyük zararlar 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. Yüzeysel 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 yüzeysel akışı ile yerüstü suları ile göl ve denizlere ulaştığında görülür.

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 mevsimleri en yağışlı dönemler olup bu dönemlerde sel olayları görülebilmektedir (URL-3, 2013).

LİTERATÜR ÖZETİ

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 besinler ve gerekse diğer katı maddeler akarsuların kalitesini istenmeyen ölçüde değiştirmekte, evsel ve sanayi atık sularının katkılarıyla da kirliliğin boyutları oldukça artmaktadır (Verap vd., 2005). Doğu Karadeniz Bölgesi’ndeki birçok akarsu hem doğal, hem de antropojenik maddeleri deniz kıyılarına taşımakta ve bu maddelerin kirlilici özellikleri zamanla kıyılarda doğal dengeyi bozmaktadır (Boran ve Sivri, 2001). 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 bulunmaktadırlar.

Gübrelemenin yüzeysel 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 kirlilici 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 yapıli topraklarda oluşan yüksek azot kayıpları ile aşılabilir. 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).

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 ulaşmaktadır. Yüzeysel 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 etkilebileceği 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 yüzeysel 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 döllemesi ve balıkların beslenmesini olumsuz yönde etkilerken, sulara çözünmüş oksijeni azaltarak çözünmüş 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 sulara 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 sulara 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 ötrofikasyona 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 N₂O 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 direkt 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 nitratır. Nitratın kendisi, insan ve hayvan için zehirli değildir. Ancak, nitratın indirgemesinde 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 absol'de 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-15, 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 sürekli 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 NO_2^- 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 NO_3^- olsa da, çözülmüş azot NH_4^+ , N_2O , NH_3 , N_2 , N_2O ve organik azot şeklinde de bulunmaktadır (Gültekin vd., 2012). PO_4^{3-} suya kaya ve topraktan geçebildiği gibi mineral cevherlerinden, yapay gübrelerden, evsel ve endüstriyel atıklardan da karışabilir. Yüzeysel sularında yüksek konsantrasyonlar da olmasının en önemli nedeni tarımsal amaçlı gübrelerdir (Gültekin vd., 2012). Çözünmüş Oksijen (DO) aerobik ortamlarda yaşayan organizmaların çoğalmalarında ve bunların enerji üreten bütün faaliyetlerinde çözünmüş oksijene gerek duyulmaktadır. Sudaki çözünmüş 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 (Tablo 1.2.). 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 terkibi 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.

Diğer taraftan ülkemizde çay tarımını kontrol eden ve yönlendiren Tarım ve Hayvancılık Bakanlığına bağlı olan ÇAYKUR Genel Müdürlüğüne tavsiye edilen 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 çalışmanın uygulama alanına yakın bulunan Fırtına Deresi 56 km uzunluğundadır. 798.7 km² yağış alanına sahip olup, vadide yıllık ortalama yağış miktarı 1497.6 mm/m²'dir. Ortalama debisi 52.78 m³/sn'dir (Tabak vd., 2002). Yörenin topoğrafik özellikleri sonucu akarsu yamaçlarının dik ve su yatağının fazla eğimli olması nedeniyle yıl boyunca hızlı akmaktadır. 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.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, Fırtına Deresini besleyen alt kollardan biri olan Behice, Çayırdüzü 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 1). 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 istasyonda bulunmakta olup

çalışma bölgesinde aylık periyotlarla su numuneleri alınmış ve gerekli analizler yapılarak incelenmiştir (Tablo 1).

Örnek istasyonlarının belirlenmesinde, alınan örneklerin o noktadaki su niteliğini tanıtır olması, tarımsal yani çaylık yada 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.

Su Örneklerinin Alınması ve Saklanması

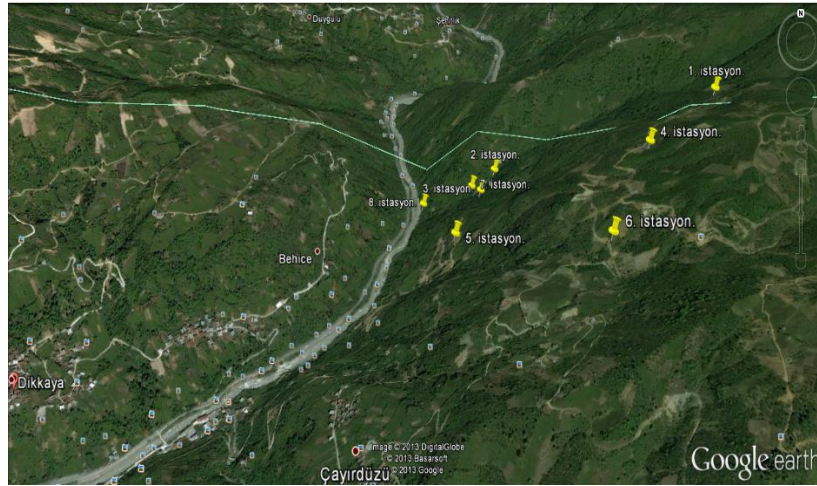
Fiziksel ve bazı kimyasal su kalite parametreleri sıcaklık, iletkenlik, tuzluluk, TDS, pH vbg. arazi çalışmaları sırasında yerinde elektrometrik olarak problemlerle (Hach Lange) ölçülmüştür. Alınan su

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 yüzeyel akışla yüzey sularına ve yeraltı suları aracılığıyla daha sonra yüzey sularına ulaştıkları kabul edilmektedir.

örnekleri 1 L'lik polietilen şişelere bir kaç kez çalkalanarak örnekleme şişesinde hava boşluğu kalmayacak şekilde alınmıştır. Örnekleme öncesi su örnekleme kabları öncelikle musluk suyuyla çalkalandıktan sonra seyreltik asitli sularla iyice temizlenmiştir. Daha sonra saf suyla çalkalanan örnekleme kabları kurutularak 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.

Çalışma alanı Fırtına havzasında Behice, Çayırüzü ve Dikkaya köylerini kapsayan bir vadiye gerçekleştirilmiştir. Tarımsal üretimde kullanılan gübre içeriklerinin su kalitesine etkisini belirlemek amacıyla çalışma bölgesinde arazi kullanım şekline göre istasyonlar tespit edilmiştir (Tablo 1). 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 1) (Tablo 2).



Şekil 1. İstasyonların uydu görüntüleri

Tablo 1. İstasyonların tanımı ve özellikleri

İstasyon	Koordinatlar	Çay arazisi	Orman arazisi	Çay ve orman	Arazi Niteliği
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

Tablo 2. 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 dönemi olarak bölgede yağışların ve çay tarımının başladığı dönemlerin bir iki ay öncesi ve çay tarımının tamamlandığı dönemin bir iki ay öncesi 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 tesbit edilmeye çalışılmıştır.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

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), Amonyak (NH₃), Askıda Katı Madde ve Bulanıklık gibi ölçümler Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su kimyası laboratuvarında yapılmıştır.

BULGULAR

Yüzey sularının sıcaklığı, coğrafik konum, yükseklik, mevsim, günün değişik saatleri, akarsu debisi, derinlik ve kirlenici kaynaklardan karışan atık özelliklerine bağlı olarak değişim gösterir (URL-5, 2013). 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. Ortalama su sıcaklığı ise 12.53°C olarak ölçülmüştür. Çalışmadaki ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama su sıcaklığı 4.9 °C, mart ayı ortalama su sıcaklığı 9.5 °C, nisan ayı ortalama su sıcaklığı 15.8 °C, mayıs ayı ortalama su sıcaklığı 16.3 °C haziran ayı ortalama su sıcaklığı 16.2 °C şeklinde bir artış göstermektedir (Tablo 3).

Çalışmada çözünmüş oksijen 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. Çalışma yapılan aylarda ortalama çözünmüş oksijen miktarı ise 10.74 mg/L olarak hesaplanmıştır. . Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama çözünmüş oksijen miktarı 12.5 mg/L, mart ayı 11.1 mg/L, nisan ayı 11.1 mg/L, mayıs ayı 9.5 mg/L, haziran ayı 9.6 mg/L şeklinde bir azalma göstermektedir. Çözünmüş oksijen düzeyi sıcaklık, erimiş tuzlar ve mevsimsel değişimlerle de ilgili olduğundan genel bir değerlendirme yapılmasına olanak sağlar (URL-5, 2013; URL-6, 2013) (Tablo 3).

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. Çalışma yapılan aylarda ortalama %99.79 olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun çözünmüş oksijen doygunluğu şubat ayı ortalaması %100.3, mart ayı ortalaması %99.9, nisan ayı ortalaması %98.7, mayıs ayı ortalaması %99.6, haziran ayı ortalaması %100.5 şeklinde bir değişim göstermektedir (Tablo 3).

Sucul bir ortamın pH değerinin canlı yaşamını tehlikeye sokmaması ve bu su kaynaklarında balık yetiştiriciliği amacıyla kullanılabilir olması için 6.5- 8.5 sınır değerlerini geçmemesi gereklidir (Kara ve Çömlekçioğlu 2004). Çalışma süresince pH değeri ortalama 7.77 olarak ölçülmüştür. Şubat ve haziran ayları arasında yapılan ölçümlerde en düşük 6.69 olarak haziran ayında, en yüksek 8.9 olarak şubat ayında ölçülmüştür, pH değerinin yıl boyu çok az değiştiği görülmüştür. Ölçüm yapılan 8 istasyonun ortalama pH değerleri şubat ayı 8.2, mart ayı 7.5, nisan ayı 7.5, mayıs ayı 8.0, haziran ayı 7.7 şeklinde bir değişim göstermektedir (Tablo 3).

Bir suyun elektriksel iletkenliği suda bulunan tuzların veya çözünebilir maddelerin miktarlarının toplamı olup hem jeolojik etkenlere hem de dışarıdan gelen etkilerle değişir. İletkenlik, sıcaklık ve tuzluluk artışına paralel olarak artar (Küçükylmaz vd., 2010). Doğal haldeki yüzey sularının elektriksel iletkenliği 50-1500 µS/cm arasında değişir (URL-4, 2013). Erimiş katı maddelerin toplamı ile de yakından ilişkili olarak sıcaklık arttıkça azalır, kirlilik arttıkça artar (URL-7, 2013). İletkenlik yağışların başladığı Mayıs ayından itibaren yükselmeye başlamış olup sırasıyla en yüksek olarak haziran ayında 85.9 µS/cm, en düşük nisan ayında 32.20 µS/cm, olarak ölçülmüş, ortalama olarak 56.67 µS/cm olarak hesaplanmıştır. Çalışmadaki 8 istasyonun şubat ayı iletkenlik ortalaması 52.2 µS/cm, mart ayı ortalaması 56.0 µS/cm, nisan ayı ortalaması 49.1 µS/cm, mayıs ayı ortalaması 65 µS/cm, haziran ayı ortalaması 60.7 µS/cm şeklinde değişim göstermektedir (Tablo 3).

Toplam çözünmüş katı madde miktarını tanımlamak için kullanılan TDS (ppm veya mg/L) ile iletkenlik arasında belirli bir ilişki vardır (URL-8, 2013). 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 ölçülmüş, ortalama olarak 26.81 ppm olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama TDS miktarı 23.1 ppm, mart ayı 26.3 ppm, nisan ayı 22.9 ppm, mayıs ayı 30.6 ppm, haziran ayı 31.2 ppm şeklindedir (Tablo 3).

Suyun 1 kg'ında çözünmüş halde bulunan iyonların gram cinsinden ağırlığı olan tuzluluk genellikle Ca, Mg, Na, K iyonları ile karbonat, bikarbonat, sülfat ve klorür anyonlarıyla iç sularda tuzluluğu oluşturur (URL-10, 2013). Çalışmada, şubat ve haziran ayları arasında yapılan 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. Ortalama 0.03 olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun (‰) tuzluluğu şubat ayı ortalaması 0.03, mart ayı ortalaması 0.03, nisan ayı ortalaması 0.02, mayıs ayı ortalaması 0.03, haziran ayı

ortalaması 0.03 şeklindedir. Sulardaki toplam çözünmüş katılar doğal kaynaklardan evsel ve endüstriyel atık sularından ve tarımsal alanlardan kaynaklanır. Tuzluluğu oluşturan katı maddeler çamur birikimine sebep olurlar ve alıcı ortamda bulanıklık yaratırlar. Katı maddelerin sebep olduğu yüksek bulanıklık fotosentez oranını düşürür ve böylece plankton ve zooplanktonların üretilmesini ve su altı perifitonunun da azalmasına neden olur (URL-10, 2013).

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 ölçülmüş ve ortalamaları 10.52 mg/L olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı ortalama askıda katı madde miktarı 4.9 mg/L, mart ayı 5.86 mg/L, nisan ayı 6.94 mg/L, mayıs ayı 10.65 mg/L, haziran ayı 24.5 mg/L şeklinde bir artış göstermektedir. Sularda asılı (süspanse) halde bulunan maddelerin miktarını belirten bir ölçüdür. Bulanıklığı oluşturan asılı maddeler doğal erozyon, sellenme, alg patlaması ve atıkların sulara boşaltılması gibi nedenlerle sularda toplanır (URL-4, 2013) (Tablo 3).

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 ölçülmüş ve ortalamaları 8.73 NTU olarak hesaplanmıştır. Çalışmadaki ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayı turbiditesi 3.74 NTU, mart ayı ortalama turbiditesi 4.07 NTU, nisan ayı ortalama turbiditesi 5.05 NTU, mayıs ayı ortalama turbiditesi 9.05 NTU haziran ayı ortalama turbiditesi 21.76 NTU şeklinde bir artış göstermektedir (Tablo 3).

Bikarbonat negatif (-) yüklü elektrolittir. Asit-baz balansını (pH) sağlamada elektrolit dengesini idame etmede görevlidir. Suyun asitleri nötralize edebilme kapasitesi olarak tanımlanır (URL-9, 2013). Bikarbonat değeri yıl boyu 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 ve ortalama 39.29 mg/L olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama bikarbonat değeri 50.33 mg/L, mart ayı 81.59 mg/L, nisan ayı 28.15 mg/L, mayıs ayı 45.23 mg/L, haziran ayı 41.18 mg/L şeklinde değişim göstermektedir.

Kalsiyum konsantrasyonu 10 mg/L'den az ise yumuşak su 20-25 mg/L ise orta sert su >25 mg/L ise sert sudur (URL-10, 2013). Doğada element olarak bulunmaz, çünkü su ile tepkimeye girerek H gazı çıkışına neden olur (URL-11, 2013). Kalsiyum değeri, en düşük şubat ayında 1.1 mg/L, Mayıs ayında 11.6 mg/L olarak ölçülmüş olup, ortalama 5.87 mg/L olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama kalsiyum değeri 1.33 mg/L, mart ayı 6.71 mg/L, nisan ayı 6.31 mg/L, mayıs ayı 8.37 mg/L, haziran ayı 6.66 mg/L şeklinde değişim göstermektedir.

Suların sertliği kalsiyum ve magnezyum tuzlarının miktarına bağlıdır. Yüksek miktarda kalsiyum ve magnezyum içeren sular, sert su olarak nitelendirilir (Küçükylmaz vd., 2010). Suyun sertliği de organizmaların dağılımlarında önemlidir. Yumuşak sulu göllerin birim alanında, sert sulu göllere göre daha az canlı bulunur. Sert su karakteristiği gösteren sular iyi tamponlayıcı etkiye sahipken yumuşak suların tamponlayıcı etkisi azdır. Suyun sertliği balıkların osmoregulasyonlarına etki ettiği için önem taşır.

Toplam sertlik en düşük şubat ayında 12 mg/L, en yüksek mayıs ayında 37 mg/L olarak ölçülmüş olup ortalama 23.52 mg/L olarak hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama toplam sertlik değeri 15.88 mg/L, mart ayı 26.25 mg/L, nisan ayı 25.13 mg/L, mayıs ayı 27.88 mg/L, haziran ayı 22.5 mg/L şeklinde değişim göstermektedir.

Sudaki CO₂ miktarı suyun kireçtaşı ile dolomiti çözme gücünü belirler ve pH'sını etkiler. Buna göre sudaki Ca, Mg ve karbonat miktarı ile suyun CO₂ konsantrasyonu arasında yakın ilişki vardır. Fazla miktarda karbondioksitin olması halinde suyun pH'sı düşer ve fazla bir asidik ortam oluşur (URL-12, 2013).

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 ölçülmüş ve ortalama 1.38 mg/L hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun şubat ayındaki ortalama karbondioksit miktarı 1.21 mg/L, mart ayı 1.42 mg/L, nisan ayı 0.8 mg/L, mayıs ayı 1.87 mg/L, haziran ayı 1.62 mg/L şeklinde değişim göstermektedir.

Amonyum veya amonyak suda klorür ihtiyacını artırır, proseste nitrate çevrilebilir, oksijen kaynağını azaltır ve fosfor ile birlikte istenmeyen sucul büyüme geliştirebilir. Balıklar için çok toksiktir. Alg ve sucul büyüme teşvik eder. Amonyum ve nitrat konsantrasyonu Nitrosomonas ve Nitrobacter'lerin büyüme hızını etkilemektedir (URL-13, 2013). En yüksek değer haziran ayında, en düşük değer şubat ayında ayında ölçülmüştür. En yüksek değer 57 µg/L ile haziran ayında, en düşük 5.9 µg/L ile mart ayında hesaplanmıştır. Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama amonyum miktarı 13.77 µg/L olarak hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama amonyum miktarı mart ayı 8.91 µg/L, nisan ayı 17.78 µg/L, mayıs ayı 14.79 µg/L, haziran ayı 19.75 µg/L şeklinde bir artış göstermektedir (Tablo 3). Organik maddelerin parçalanması sonucu oluşan amonyağın, inorganik bileşiklere dönüşmesi sırasındaki ilk oksidasyon safhasını oluşturur. Kirlilik göstergesi olduğundan içme ve kullanma sularında bulunmamalıdır (URL-12, 2013).

Nitrit, ortalama nitrit azotu miktarları en düşük şubat ayında 1.32 µg/l olarak hesaplanmış. en yüksek değerleri haziran ayında 5.53 µg/L ölçülmüştür. Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama nitrit miktarı 3.36 µg/L olarak hesaplanmıştır. Aylara göre ortalama nitrit azotu miktarı, şubat ayı 2.06 µg/L, mart ayı 3.47 µg/L, nisan ayı 3.46 µg/L, mayıs ayı 3.56 µg/L, haziran ayı 4.27 µg/L şeklinde bir artış göstermektedir (Tablo 3).

Nitrat azotu algal büyüme sınırlandırabilen 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. Temiz sularda amonyum bileşikleri çok düşük düzeylerde bulunmaktadır. Genellikle 1 mg /L veya daha az olması gerekir. Amonyum, birçok alg ve yüksek bitkiler tarafından direkt olarak alınabilir. Sucul canlıların atık maddesi olup, tekrar organizmalar tarafından absorblanır. Bol oksijenli sularda amonyum iyonuna çok az miktarda rastlanır (Cirik ve Cirik, 1999). Kafeslerde alabalık yetiştiriciliğinin yapıldığı göllerde amonyumun 0.5 mg/ L' nin altında olması gerekmektedir (Küçükylmaz vd., 2010). Bebeklerde metemoglobinemia (mavi bebek) hastalığına sebep olur. Alg ve sucul büyüme teşvik eder. Koagülasyonu engeller Kireç-soda yumuşaklığını engeller. Amonyak ve nitrat konsantrasyonu Nitrosomonas ve Nitrobacter'lerin büyüme hızını etkilemektedir (URL-14, 2013).

Nitrat azotu en düşük değerleri haziran ayında 0.4 mg/L en yüksek değerleri şubat ayında 1.32 mg/L ölçülmüştür. Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama nitrat miktarı 0.76 mg/L olarak hesaplanmıştır. Aylara göre, şubat ayındaki ortalama nitrat azot miktarı 1.06 mg/L, mart ayı 0.82 mg/L, nisan ayı 0.78 mg/L, mayıs ayı 0.76 mg/L, haziran ayı 0.4 mg/L şeklinde bir azalma göstermektedir (Tablo 3).

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. Doğal sularda toplam fosfor yoğunluğu; havzanın morfometresine, bölgenin jeolojik yapısının kimyasal içeriğine, suya karışan organik madde ve evsel atık (deterjan) olup olmadığına ve sudaki organik metabolizmaya bağlıdır (Küçükylmaz vd., 2010). Sularda fosfat sertliği ve toplam çözünmüş katı maddeyi artırır, tuzlu tat verir ve tarımsal ve endüstriyel prosesleri engeller. Fosfat fosforu analiz yapılan aylar boyunca en düşük 0.01 mg/L ve en yüksek 0.04 mg/L arasında

değişkenlik göstermektedir. Ölçüm yapılan 8 istasyonun tüm ayların ortalama fosfat fosforu miktarı 0.03 mg/L olarak hesaplanmıştır. Aylara göre şubat ayındaki ortalama fosfat fosforu miktarı, 0.03 mg/L, mart ayı 0.04 mg/L, nisan ayı 0.03 mg/L, mayıs ayı 0.04 mg/L, haziran ayı 0.03 mg/L şeklinde değişim göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Sadece ormanlık alanları içeren arazileri temsil edecek şekilde seçilmiş istasyonlardaki nitrat azotu konsantrasyonları incelendiğinde tarımsal bir alan olmadığı ve gübreleme yapılmayan bir alan olması sebebiyle suda oldukça düşük nitrat azotu konsantrasyonları gözlemlenmiş olup aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır; Ormanlık alanlara göre nitrat değerine bakıldığında en yüksek değer 1.32 mg/L nitrat azotu (5.84 mg NO₃/L) olarak şubat ayında 5. İstasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 0.4 mg/L (1.77 mg NO₃/L) olarak haziran ayında 1. İstasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama nitrat değeri 0.79 mg/L (3.50 mg NO₃/L) olarak hesaplanmıştır.

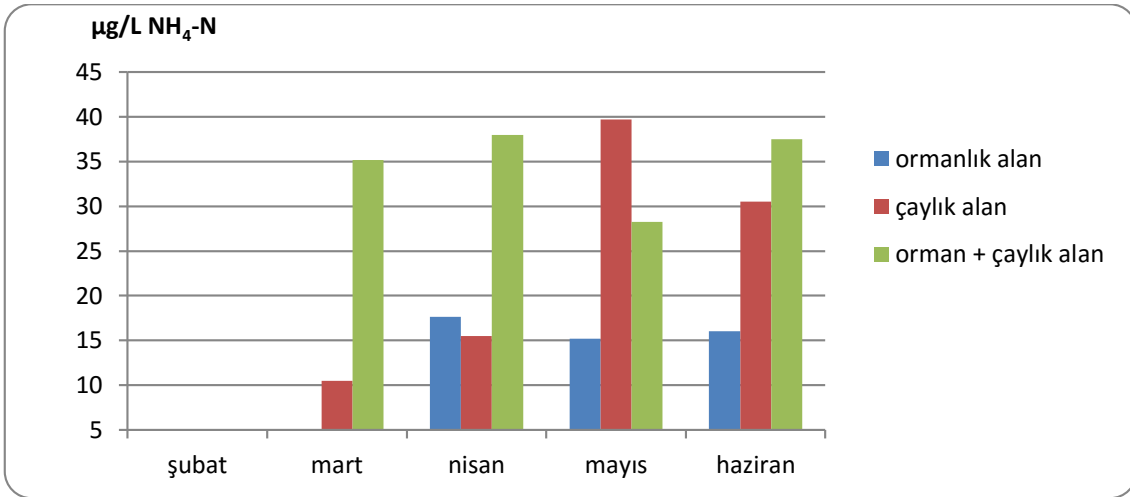
Ormanlık alanlara göre nitrit azotu değerine bakıldığında en yüksek değer nisan ayında 5.49 µg/L (18.11 µg NO₂/L) olarak nisan ayında 5. İstasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 1.32 µg/L (4.36 µg NO₂/L) olarak şubat ayında 1. İstasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama nitrit değeri 3.12 µg /L (10.29 µg NO₂/L) olarak hesaplanmıştır. Ormanlık alanlara göre amonyum azotu değerine bakıldığında en yüksek değer nisan ayında 23 µg/L olarak nisan ayında 5. İstasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 11.88 µg/L

olarak mayıs ayında 1. İstasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama amonyak değeri 5.44 µg/L olarak hesaplanmıştır. Ormanlık alanlara göre fosfat değerine bakıldığında en yüksek değer 0.04 mg/L 5. İstasyonda şubat, mart, nisan ve mayıs aylarında belirlenmiş 3. İstasyonda da mart ve mayıs aylarında en yüksek değer olan 0.04 mg/L ölçülmüştür. En düşük değer haziran ayında 5. İstasyonda 0.01 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Çay ekili alanlara göre nitrat azotu değerine bakıldığında en yüksek değer 1.12 mg/L (4.93 mg/L mg NO₃/L) olarak şubat ayında 4. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük değer 0.4 mg/L (1.76 mg/L mg NO₃/L) olarak haziran ayında 2. istasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama nitrat değeri 0.74 mg/L(3.26 mg NO₃/L) olarak hesaplanmıştır. Çay ekili alanlara göre nitrit değerine bakıldığında en yüksek değer 5.53 µg/L olarak haziran ayında 6. istasyonda. ölçülmüştür ve en düşük nitrit değeri 1.83 µg/L olarak şubat ayında 2. istasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama nitrit değeri 3.50 µg/L olarak hesaplanmıştır. Çay ekili alanlara göre amonyum değerine bakıldığında en yüksek değer 57µg/L olarak haziran ayında 6. istasyonda ölçülmüştür ve en düşük amonyum değeri 5.97 µg/L olarak haziran ayında 6. istasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama amonyum değeri 9.91 µg/L olarak hesaplanmıştır. Çay ekili alanlara göre fosfat değerine bakıldığında en yüksek değer 0.04mg/L olarak mart ve mayıs aylarında ölçülmüştür ve en düşük fosfat değeri 0.01 mg/L olarak şubat ayında 2. istasyonda ölçülmüştür. Tüm ayların ortalama fosfat değeri 0.02 mg/L olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Çalışma alanında istasyonlarda ölçülen kimyasal parametreler açısından Kıtaçi Su Kalite Sınıfı değerlendirmesi.

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları				Çalışma alanında su kalite sınıfı		
	I ÇOK TEMİZ	II AZ KİRLİ	III KİRLİ	IV ÇOK KİRLİ	Ortalama (Min-Max)	Mevsim İstasyon	Su kalite sınıfı
Su sıcaklığı (°C)	≤25	≤25	≤30	>30	12.53 (3.50-17.10)	Mayıs 7. ist Şubat 1.ist	I
Çözünmüş oksijen (mg/L)	>8	6	3	<3	10.74 (9.19-12.90)	Şubat 1. ist Haziran 1. ist	I
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	6-9	<6 ve >9	7.77 (6.69-8.90)	Şubat 8. ist Haziran 1. ist	I
Çözünmüş O ₂ doygunluğu (%)	90	70	40	<40	99.79 (97.80-104.10)	Mart 5.ist. Mayıs 5. ist	I
AKM (mg/L)	<25	80	400	400	10.52 (4.00-36.00)	Haziran 5. ist Şubat	I
Bulanıklık (NTU)	<10	35	172	<172	8.73 (0.71-34.87)	Haziran 5. ist Mayıs 1. ist	I
İletkenlik (µS/cm)	<400	1000	3000	>3000	56.67 (32.20-85.90)	Haziran 1. ist Nisan 6. ist	I
TDS (mg/L)	256	256-640	640-1920	>1920	26.81 (15.10-40.50)	Haziran 1. İst Şubat 6. ist	I
Nitrat azotu (mg/L)	<5	10	20	>20	0.76 (0.40-1.32)	Şubat 5. ist Haziran	I
Nitrit azotu (µg/L)	<0.01	0.06	0.12	>0.3	3.36 (1.32-5.53)	Haziran 6. ist Şubat 1. ist	II
Amonyum azotu (µg/L)	<0.2	1	2	>2	13.77 (5.90-57.00)	Haziran 6.ist Mart 6. ist.	I



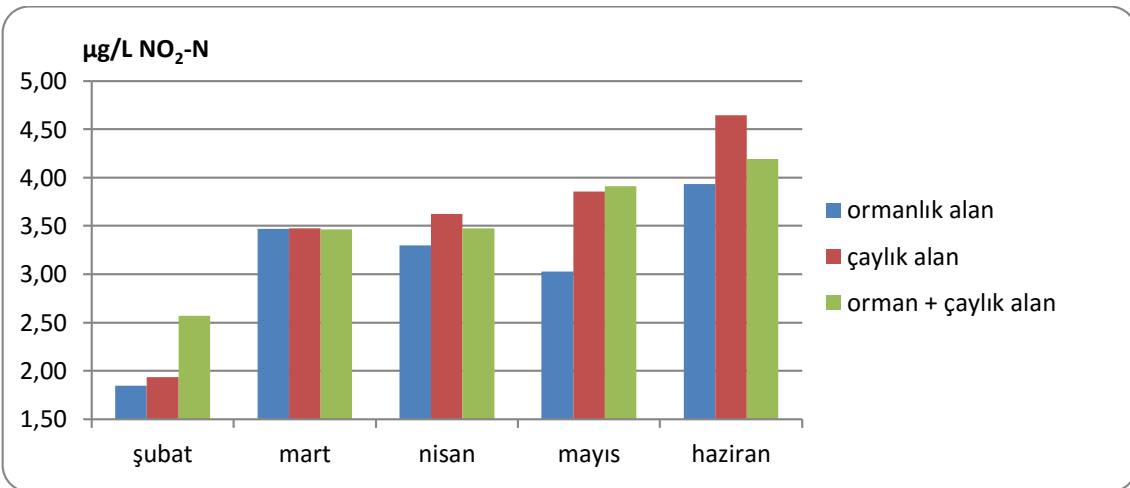
Şekil 2. Ortalamalara göre amonyum değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama amonyum değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ve mart aylarında amonyuma rastlanmadığı görülmektedir. Nisan ayında 11.76 µg/L, mayıs ayında 10.12 µg/L, haziran ayında ise 5.33 µg/L olarak hesaplanmıştır. 2, 4 ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama amonyum değerine bakıldığında şubat ayında amonyuma rastlanmamıştır. Mart ayında 6.99 µg/L nisan ayında 10.32 µg/L, mayıs ayında 13.23 µg/L, haziran ayında ise 19 µg/L olarak hesaplanmıştır. 7 ve 8 nolu istasyonları içeren orman+çaylık alanlar içerisindeki ortalama amonyum değerine bakıldığında şubat ayında amonyuma rastlanmamıştır. Mart ayında 25.16 µg/L nisan ayında 38 µg/L, mayıs ayında 24.13 µg/L, haziran ayında ise 42.50 µg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 2).

Amonyum azotu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Orman ve Çaylık olarak karışık şekilde değerlendirilebilecek şekilde ayırdığımız istasyonlar arasında gerçekleştirdiğimiz 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. Test sonucunda p değeri 0.0274 civarında bulunmuştur yani alan kullanımına 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.

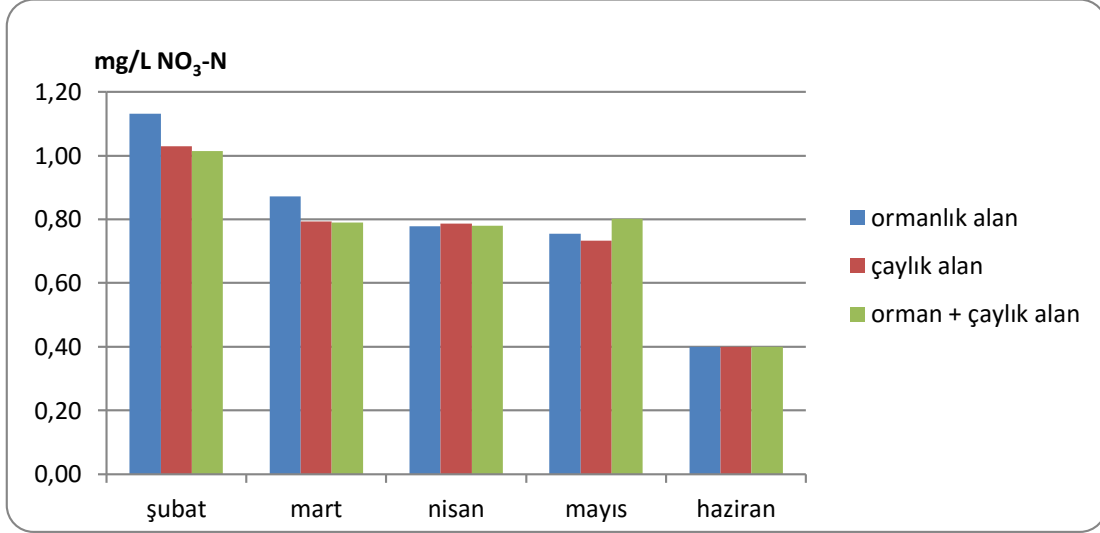


Şekil 3. Ortalamalara göre nitrit değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama nitrit değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ayında 1.85 µg/L, mart ayında 3.47 µg/L, nisan ayında 3.30 µg/L, mayıs ayında 3.03 µg/L, haziran ayında ise 3.93 µg/L olarak hesaplanmıştır. 2, 4, ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama nitrit değerine bakıldığında çaylık alanda, şubat ayında 1.94 µg/L, mart ayında 3.48 µg/L, nisan ayında 3.62 µg/L, mayıs ayında 3.86 µg/L, haziran ayında ise 4.64 µg/L olarak hesaplanmıştır. 7 ve 8 nolu istasyonları içeren orman+çaylık alan içerisindeki ortalama nitrit değerine bakıldığında orman+çaylık alanda, şubat ayında 2.57 µg/L, mart ayında 3.46 µg/L, nisan ayında 3.47 µg/L, mayıs ayında 3.91 µg/L ve haziran ayında ise 4.20 µg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 3).

Nitrit azotu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Orman ve Çaylık olarak Karışık şeklinde değerlendirilebilecek şekilde

ayırdığımız istasyonlar arasında gerçekleştirdiğimiz 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 0.6746 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 µg/L) ve ormanlık istasyonlarından (3.110 µg/L) daha fazla olmasına rağmen aradaki fark önemli değildir ve bölgedeki gübre kullanımı nitrit açısından su kalitesini önemli düzeyde etkilememiştir.

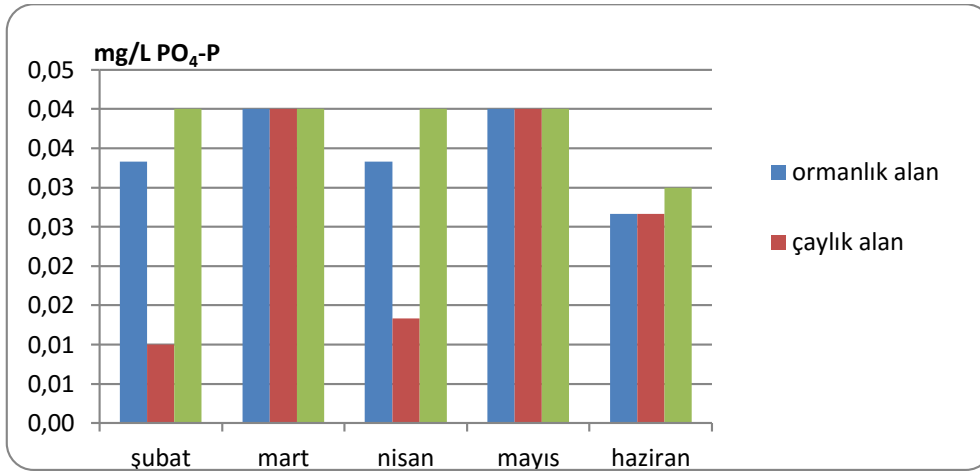


Şekil 4. Ortalamalara göre nitrat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama nitrat değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ayında 1.13 mg/L, mart ayında 0.87 mg/L, nisan ayında 0.78 mg/L, mayıs ayında 0.75 mg/L, haziran ayında ise 0.4 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2, 4, ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama nitrat değerine bakıldığında çaylık alanda, şubat ayında 1.03 mg/L, mart ayında 0.79 mg/L, nisan ayında 0.79 mg/L, mayıs ayında 0.73 mg/L, haziran ayında ise 0.4 mg/L olarak hesaplanmıştır. 7 ve 8 nolu istasyonları içeren orman+çaylık alan içerisindeki ortalama nitrat değerine bakıldığında orman+çaylık alanda, şubat ayında 1.01 mg/L, mart ayında 0.79 mg/L, nisan ayında 0.78 mg/L, mayıs ayında 0.80 mg/L ve haziran ayında ise 0.4 mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 4).

Nitrat azotu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Orman ve Çaylık olarak Karışık şeklinde değerlendirilebilecek şekilde

ayırdığımız istasyonlar arasında gerçekleştirdiğimiz 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 istasyonlarından (0.786 µg/L) daha fazla olmasına rağmen aradaki fark önemli değildir ve bölgedeki gübre kullanımı nitrat açısından su kalitesini önemli düzeyde etkilememiştir.



Şekil 5. Ortalamalara göre fosfat değerinin istasyonlarda aylık değişimi.

1, 3 ve 5 nolu istasyonları içeren ormanlık alan içerisindeki ortalama fosfat değerine bakıldığında ormanlık alanda, şubat ayında 0.03 mg/L, mart ayında 0.04 mg/L, nisan ayında 0.03 mg/L, mayıs ayında 0.04 mg/L, haziran ayında ise 0.03 mg/L olarak hesaplanmıştır. 2, 4, ve 6 nolu istasyonları içeren çaylık alan içerisindeki ortalama fosfat değerine bakıldığında çaylık alanda, şubat ayında 0.01 mg/L, mart ayında 0.04 mg/L, nisan ayında 0.01 mg/L, mayıs ayında 0.04 mg/L, haziran ayında ise 0.03 mg/L olarak hesaplanmıştır. 7 ve 8 nolu istasyonları içeren orman+çaylık alan içerisindeki ortalama fosfat değerine bakıldığında orman+çaylık alanda, şubat ayında 0,04 mg/L, mart ayında 0.04 mg/L, nisan ayında 0.04 mg/L, mayıs ayında 0.04 mg/L ve haziran ayında ise 0.03 mg/L olarak hesaplanmıştır (Şekil 5).

Fosfat fosforu açısından; Ormanlık, Çaylık ve Orman ve Çaylık olarak Karışık şeklinde değerlendirilebilecek şekilde ayırdığımız istasyonlar arasında gerçekleştirdiğimiz 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 istasyonlarından (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 aşağıdaki tabloda 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 4. Arazi kullanımına göre su kalitesine gübre etkisi

İstasyonlar	Amonyum azotu ($\mu\text{g/L}$)	% fark	Nitrit azotu ($\mu\text{g/L}$)	% fark	Nitrat azotu (mg/L)	% fark	Fosfat fosforu (mg/L)	% fark
Orman (O)	5.44	-	3.12	-	0.79	-	0.034	-
Çaylık (Ç)	9.91	82	3.51	12.5	0.83	5	0.026	-
Karışık (O+Ç)	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 belirlenen istasyonların özellikleri göz önüne alınarak ileri sürülen 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 4'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 4).

Öneriler

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.

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 kullanılabilen yeraltı ve yüzey sularında azot bileşenlerinin birikimleri doğrudan insan sağlığına ve ülkelerin ekonomisine etkileri ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (Camargo and Alonso, 2006).

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 konulmuştur. Ancak genel mahiyette şu söylenebilir ki gübre kullanılan tarımsal alanlara yakın su kaynaklarının azot ve fosfor bileşikleri içerikleri gübre kullanılmayan alanlara yakın su kaynaklarının 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. Kıtaçi 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.

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 3.7 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.

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 – 400s.
- 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**, 2 105-118s.
- Aktaş, M., 1994.** Bitki Beslenme ve Toprak Verimliliği. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayını, 1361, 344 s.
- 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 s.
- Bagliniere, J.L., 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 – 400s.
- Barlas, M., 1995.** Akarsu Kirlenmesinin Biyolojik ve Kimyasal Yönden Değerlendirilmesi ve Kriterleri. Su Ürünleri Kongresi, Erzurum, 14-16 Haziran 1995, d224, 465-479s
- Barlas, M., 2002.** Su Kalitesi Tayin Yöntemleri. Yüksek Lisans Ders Notları, Muğla, 37 s.
- Boran, M., 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 s.
- 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 pollution in aquatic ecosystems: A global assessment. Environment International, **32** (2006) 831–849 p.
- Cirik, S., Cirik, Ş., 1999.** Limnoloji Ders Kitabı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, No:21, Yayın No:5, 166 s.
- Çöpür, Z., 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, 80s.
- Egemen, Ö., 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. Avsar (ed), Su Kirliliği Ders Kitabı. 2003, Nobel Kitapevi, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 7 Adana, ISBN:9758561243, 232s.
- Guttman, B.S., 1999.** Biology McGraw-Hill, Iowa. Ekoloji **15**, 62, 37-47 s.
- Gültekin, F., Dilek, R., Fırat Ersoy, A. ve Ersoy, H., 2005.** Aşağı Değirmendere (Trabzon) Havzasındaki Suların Kalitesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, **29** (1), 21-35 s.
- 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**, 514-521s.
- 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 s.
- İkincikarakaya, S. Ü., Beyaz, K. B. ve Rezaei, F., 2013.** Doğal Kaynaklar ve Tarım. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, **6** (1), 104-109 s.
- 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., S. Sönmez, ve S. Tokmak, 1999.** Antalya-Kumluca Yöresi Kuyu Sularının Nitrat İçerikleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, **24**, 1-9 p.
- Kara, C., Çömlekçioğlu, U., 2004.** Karacay (Kahramanmaraş)’ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. KSU Fen ve Mühendislik Dergisi, **7** (1)-2004,1-7 s.
- Koçman, A., 1993.; Öziş, vd., 1997.** Türkiye İklimi. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları, **72**, 43-53s.
- Küçükylmaz, M., Uslu, G., Birinci, N., Örnekeci, 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 s.
- OECD, Türkiye Çevre Politikaları, Paris, 1992.** Çevre ve Orman bakanlığı, Türkiye Çevre Atlası. Ankara, Türkiye, 472 s.
- Öymen, T., Nuhoglu, Y., 1993.** Doğu Karadeniz Bölgesi (Bölümü) Su Kaynakları Kirliliği ile Balık Populasyonları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Ekoloji Çevre Dergisi, Sayı **6**, 28-33 s.
- Özbay, O., Nuhoglu, Y., 1992.** Çevre Mikrobiyolojisi. Atatürk Üniv. Mühendislik Fak. Yayın No: **26**, 28-33 s.
- 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, 34s.
- Özgürler, H., 1997.** "Su, su kaynakları ve çevresel konular" Meteoroloji Mühendisliği. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı Sayı **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**, 40-45s.
- Sayılı, M. ve Akman, Z., 1994.** Tarımsal Uygulamalar ve Çevreye Olan Etkileri. Ekoloji Çevre Dergisi, Temmuz-Ağustos-Eylül **12**, 28-32 s.
- 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, İnsan Çevre Toplum. Yayına Hazırlayan: Ruşen Keleş. İmge Kitabevi Yayınları. **46**: 37-64 s.
- Tabak, İ., Aksungur, M., Zengin, M., Yılmaz, C., Aksungur, N., Alkan, A., Zengin, B. ve Mısır, S., 2002.** Karadeniz Alabalığı (*Salmo trutta labrax*)’nin BiyoeKOlojik

- Özelliklerinin Tespiti ve Kültüre Alınabilirliğinin Araştırılması. Proje Sonuç Raporu, Trabzon Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Trabzon, Türkiye.
- 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 s.
- 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://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).
- URL-5, 2013.** <http://www.cevreorman.gov.tr>. (14 Mart 2013).
- URL-6, 2013.** http://iys.inonu.edu.tr/webpanel/dosyalar/156/file/-1250_Karaca_Arcak_Cevre_Bolum_5.pdf (31 Mart 2013)
- URL-7, 2013.** http://halksagligi.med.ege.edu.tr/seminerler-/2006.07/SuAnalizi_RD.pdf (31 Mart 2013).
- URL-8, 2013.** <http://www.tunceli.edu.tr/akademik/fakulte/r/muhendislik/cevre/dersler/ilericevrehidro-ayten.pdf> .(21 Mart 2013).
- URL-9, 2013.** <http://cevre.erciyes.edu.tr/dosyalar/dokumanlar/-1.D%C3%B6nem%20deney%20f%C3%B6yleri/Alkalinite.pdf> (22 Mart 2013).
- URL-10, 2013.** <http://www.mmeze.com/wp.../09/05-Göllerin-Kimyasal-Özellikleri-1.ppt> (31 Mart 2013).
- URL-11, 2013.** <http://www.omu.edu.tr/docs/dersnotu/355.pdf>. (19 Şubat 2013).
- URL-12, 2012.** http://subankasi.com/su_ozellik.asp. (13 Aralık 2012).
- URL-13, 2013.** <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum06.pdf>. (10 Ocak 2013).
- URL-14, 2013.** <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum06.pdf> (31 Mart 2013).
- URL-15, 2013.** <http://e-dergi.atauni.edu.tr/index.php/zfd/article/viewFile/5112/4930> (31 Mart 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 s.
- 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 s.
- 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.
- Yuncong, Li. and Kati, Miliaggio., 2010.** Water quality concepts, sampling and analyses, CRCPress, 340 p.

Geliş tarihi: 27.09.2016

Kabul tarihi: 10.10.2016

***Başlıca Yazar Yazışma adresi:**

Prof. Dr. Bülent VEREP

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Deniz Biyolojisi ABD. Zihni Derin Yerleşkesi, Rize, Turkey.

E-mail: bulent.verep@erdogan.edu.tr