



Göksu Çayı (Isparta) Üzerindeki Gökkuşluğu Alabalık Tesisleri Su Kalitesi Etkilerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Analizi ve Tahmini Azot-Fosfor Yükleri

Mustafa ERGÜN¹ , Cafer BULUT^{1*} , Gürkan KOÇER¹

¹ T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Eğirdir-Isparta

Ö Z

Türkiye’de ilk olarak 1970’li yıllarda yetiştiriciliğine başlanan gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), bugün yıllık üretimi 100.000 tonu aşan üretim miktarıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli bir tür konumuna gelmiştir. Artan tesis sayısı ve üretim miktarları ile birlikte son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliğinin sucul çevreye çeşitli potansiyel etkilerinin olduğu ve bu durumun izlenmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel etkilerini izlemek önem arz etmektedir. Bu çalışmada Isparta ili sınırları içerisinde yer alan Göksu Çayı üzerinde gökkuşluğu alabalığı tesislerinin etkilerinin çok değişkenli istatistiksel analizler kullanılarak izlenmesi ve azot ve fosfor yüklerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Ocak-Aralık (2019) aylık olarak gerçekleştirilen çalışmada yerinde ölçümler ve laboratuvar analizler gerçekleştirilmiştir. Daha sonra tesislerin tahmini azot ve fosfor yükleri, tesislerin alabalık çiftliklerinin toplam balık üretim miktarları, yem dönüşüm oranı, toplam tüketilen yem miktarı ve azot ve fosfor içerikleri dikkate alınarak hesaplanmaya çalışılmıştır. Göksu Çayı’nda yemle gelen fosfor girdisi 13,9 ton, balıkla uzaklaştırılan fosfor miktarı 5,3 ton ve sisteme giren fosfor yükü 8,6 ton olarak tahmin edilirken yemle gelen azot girdisi 111,1 ton; balıkla uzaklaştırılan azot miktarı 29,6 ton ve sisteme giren azot yükü ise 81,5 ton olarak tahmin edilmiştir. Hesaplanan değerler literatürün üzerinde bulunmuştur. Veriler faktör analizi ve kümeleme analizleri değerlendirilmesinde ise 1. ve 2. istasyon ile 3. ve 4. istasyonlar arasında özellikle azot ve fosfor parametreleri açısından anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum alabalık tesislerinin dere üzerine etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda tesislerin atıklarının kesinlikle akarsuya verilmemesi gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Göksu Çayı, gökkuşluğu alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, azot, fosfor

MAKALE BİLGİSİ

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geliş : 09.06.2020
Düzeltilme : 16.11.2020
Kabul : 18.05.2022
Yayın : 26.08.2022



DOI:10.17216/LimnoFish.749798

* SORUMLU YAZAR

caferbulut@gmail.com
Tel : +90 246 313 34 60
Fax : +90 246 313 34 63

Estimated Nitrogen-Phosphorus Loads and Multivariate Statistical Analysis of Water Quality Effects of Rainbow Trout Farms on Göksu Spring (Isparta)

Abstract: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), which was first started to be cultivated in Turkey in the 1970s, has become an important species in aquaculture with its annual production exceeding 100,000 tons. With the increasing number of facilities and production amounts, it has emerged that aquaculture has various potential effects on the aquatic environment in recent years and this situation needs to be monitored. In this context, it is important to monitor the environmental effects of aquaculture. In this study, it was aimed to monitor the effects of rainbow trout farms on Göksu Stream, located within the borders of Isparta, by using multivariate statistical analyzes and to estimate nitrogen and phosphorus loads. In the study, which was carried out monthly in January-December (2019), on-site measurements and analyzes were carried out in the laboratory. Then, the estimated nitrogen and phosphorus loads of the facilities were tried to be calculated by considering the total fish production amounts of the trout farms of the facilities, feed conversion ratio, total amount of feed consumed and nitrogen and phosphorus contents. Phosphorus input from the feed in Göksu Stream is 13.9 tons; The amount of phosphorus removed by fish is estimated to be 5.3 tons and the phosphorus load entering the system as 8.6 tons, while the nitrogen input from the feed is 111.1 tons; The amount of nitrogen removed by fish was estimated as 29.6 tons and the nitrogen load entering the system was estimated as 81.5 tons. Calculated values were found above the literature. In the evaluation of factor analysis and clustering analysis of the data, it was revealed that there was a significant difference between stations 1 and 2, and stations 3 and 4, especially in terms of nitrogen and phosphorus parameters. This shows that trout facilities have effects on the stream. In this context, the wastes of the facilities should not be discharged into the river.

Keywords: Göksu Stream, rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, nitrogen, phosphorus

Alıntılama

Ergün M, Bulut C, Koçer G. 2021. Göksu Çayı (Isparta) Üzerindeki Gökkuşluğu Alabalık Tesisleri Su Kalitesi Etkilerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Analizi ve Tahmini Azot-Fosfor Yükleri. LimnoFish. 8(2): 176-191. doi: 10.17216/LimnoFish.749798

Giriş

Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği, 1970’li yıllarda iç su balıkları üretimi ile başlamıştır. İlk olarak sazan üretimiyle başlayan bu süreç ve daha sonra özel işletmeler bazında gökkuşağı alabalığı işletmelerinin de devreye girmesi ile devam etmiştir (Korkut 2016). Su ürünleri yetiştiriciliği ülkemizde hızlı bir gelişim göstermekte ve önemi her geçen gün artmaktadır (Kaya ve Şahin 2016). Ülkemizde en yoğun ve yaygın su ürünleri yetiştiriciliği yapılan içsu balığı türü olan gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) bugün yıllık üretimi 100.000 tonu aşan üretim miktarıyla su ürünleri yetiştiriciliğinde önemli bir tür konumuna gelmiştir. İçsularda gökkuşağı alabalığı üretimi 2002 yılında 33,707 ton/yıl iken 2020 yılı itibariyle bu miktar 126,101 ton/yıla çıkmış ve son 18 yılda gökkuşağı alabalığı üretimi %374 oranında artış göstermiştir (Anonim 2021). Alabalık, yetiştiriciliğinin diğer balıklara nazaran daha kolay olması ve pazar durumunun iyi ve uygun su kaynaklarının da bulunması nedeniyle tesis sayısı bakımından ilk sırada yer almaktadır.

Su ürünleri üretimi, diğer tarımsal faaliyetlerde olduğu gibi, yer aldığı ekosistem üzerinde bir etkiye sahiptir. Bu kapsamda yetiştiriciliğin geliştirilmesi amacı yaygınlaşan su ürünleri yetiştiriciliği, çeşitli çevresel endişeleri de beraberinde getirmiştir. Bunların başında su ürünleri yetiştiriciliğinin alıcı ortamlarda oluşturduğu çevresel baskı gelmektedir (Yavuzcan vd. 2010; Özdal ve Pulatsü 2012).

Kültür balıkçılığının yapıldığı rezervuarlarda entansif yetiştiricilik nedeni ile besin düzeyinde birtakım değişiklikler meydana gelebilmektedir. Balık yetiştiricilik sistemlerine özgü başlıca potansiyel kirleticiler olan azot ve fosfor fraksiyonları çözünmüş veya partiküler halde ortama girmektedir (Alpaslan ve Pulatsü 2008; Yavuzcan vd. 2010).

Alıcı ortamlarda yetiştiricilik-çevre etkileşimi bağlamında, uygun yemleme sistemleri su ürünleri işletmelerinin çevre üzerindeki etkilerinin azaltılması bakımından önemlidir. Sucul ortamlarda, balık yetiştiriciliğinin etkilerinin belirlenmesi ekolojik açıdan zorunludur. Bu anlamda, sürdürülebilir ve çevre dostu balık yetiştiriciliğini teşvik etmek için

düzenli olarak izlenmelidir. Bu konuda son yıllarda yapılan çalışma sayısı artış göstermiştir (Bulut vd. 2010a, 2012a, 2012b; Karakoca ve Topcu 2017). Balık işletmelerinden kaynaklanan kirletici miktarı veya besin elementi yükü; yemleme ve yem değerlendirme oranları, yemin azot ve fosfor içeriği veya yemin sindirilebilirlik düzeyi gibi veriler kullanılarak tahmin edilebilmektedir (Alvarado 1997).

Bilimsel çalışmalarda, birden çok değişkenin ayrı ayrı ele alınarak analiz edilmesi, gerçek durumu açıklamayabilir. Bunun yerine gözlemlenen bu çok sayıda değişken arasında az veya çok bir ilişkinin olması beklendiğinden bu doğrultuda “Çok Değişkenli Analiz Yöntemleri” geliştirilmiştir. Çok değişkenli istatistiksel analiz, çok sayıda değişken arasındaki ilişkileri ölçme ve açıklamada kullanılan yöntemler topluluğunu ifade etmekte olup en çok kullanılanları kümeleme analizi, temel bileşenler analizi ve faktör analizidir (Çakır 1994). Son yıllarda su kalitesi verilerinin çok değişkenli analiz yöntemleri ile irdelendiği araştırma sayısı artmıştır (Roman vd. 2003; Boyacıoğlu ve Boyacıoğlu 2005; Yılmaz 2009; Bulut vd. 2010b, 2012c).

Göksu Çayı, Isparta ili Sütçüler ilçesi Çandır Köyü’nde bulunan Yazılıkanyon’dan çıkan ve Karacaören I. Baraj Gölü’ne dökülen bir akarsudur. Dere üzerinde 2019 yılı sonu itibariyle 578 ton/yıl porsiyonluk alabalık ve 58.000.000 adet/yıl yavru alabalık üretim kapasitesine sahip 10 adet tesis bulunmaktadır. Bölge Isparta ilinde en yoğun gökkuşağı alabalığı üretiminin yapıldığı bölgedir (Anonim 2019).

Bu çalışmada gökkuşağı alabalığı tesisleri Çandır Göksu Kaynağı 12 ay boyunca belirli parametreler dahilinde izlenmiş, tesislerinin etkileri çok değişkenli istatistiki analizler kullanılarak irdelenmiş ve azot-fosfor yükleri tahmin edilmiştir.

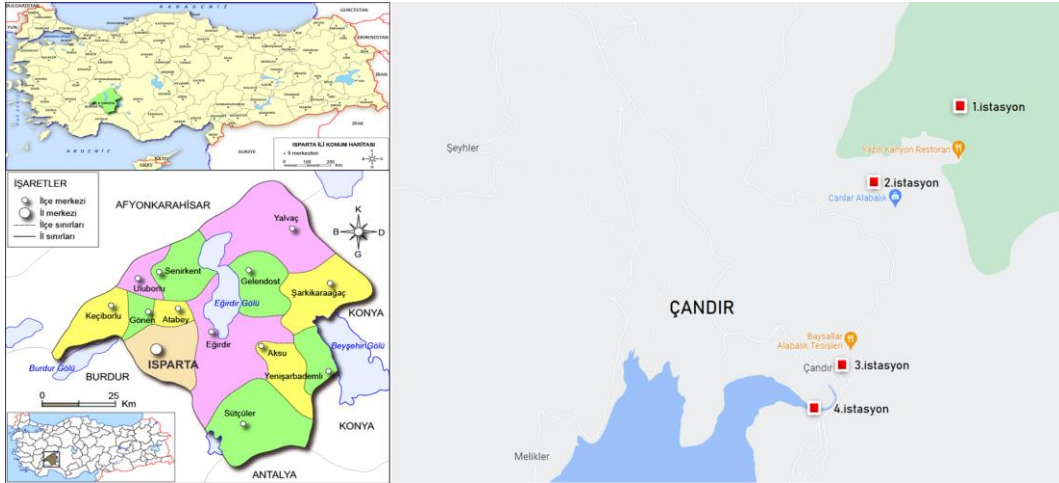
Materyal ve Metot

Ocak-Aralık (2019) ayları arasında, aylık olarak gerçekleştirilen çalışmada Göksu Çayı üzerinde dört örnekleme noktası seçilmiştir. Örnekleme noktaları ve koordinatları Tablo 1’de, çalışma alanı, örnekleme noktaları ve tesislerden görüntüler ise Şekil 1, 2 ve 3’de sunulmuştur.

Tablo 1. Göksu Çayı örnekleme noktaları

Table 1. Göksu Stream sampling points

No	Örnekleme Noktasının Adı	Rakım	Koordinat-1	Koordinat-2
1.ist.	Kaynak	368 m.	37°28'5.53"K	30°55'14.29"D
2.ist.	Yazılıkanyon	342 m.	37°27'46.35"K	30°54'45.20"D
3.ist.	Çandır Köprü	275 m.	37°26'44.38"K	30°53'53.21"D
4.ist.	Baraj Giriş	262 m.	37°26'43.85"K	30°53'33.84"D



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Working area



1.istasyon
1.station



2.istasyon
2.station



3.istasyon
3.station



4.istasyon
4.station

Şekil 2. Örneklem noktaları
Figure 2. Sampling points



Şekil 3. Göksu Çayı üzerine kurulu gökkuşağı alabalığı tesislerinden görüntüler
Figure 3. Images from rainbow trout farms on Göksu Stream

Örnekleme noktalarında su sıcaklığı, çözülmüş oksijen (ÇO), oksijen doygunluğu (O₂), pH, elektriksel iletkenlik (EC) parametreleri WTW 3430i arazi setiyle debi ise Hydro-bios mechanical flow metre ile yerinde gerçekleştirilmiştir. Orto-fosfat (PO₄), amonyum (NH₄), nitrit (NO₂), nitrat (NO₃), toplam azot (TN), toplam fosfor (TP) analizleri Seal Analytical AQ400 Discrete Analyzer cihazı (Standart Metod 4500), toplam organik karbon (TOC) analizi ise Elementar vario macro cube organik karbon analizör cihazı kullanılarak tayin edilmiştir.

Tesislerin kullandığı yemden alıcı ortama bırakılan azot ve fosfor yüklerinin tahmini Boyd ve Queiroz (2001)'in belirttikleri formüle göre hesaplanmıştır:

$Yemden\ gelen\ azot\ miktarı\ (kg\ N) = Kullanılan\ yem\ miktarı\ (kg) \times Yemin\ azot\ içeriği$

$Balıkta\ tutulan\ azot\ miktarı\ (kg\ N) = Üretilen\ balık\ miktarı\ (kg) \times 0.25\ kg\ kuru\ madde/kg\ balık \times 0,08\ kg\ N/kg\ kuru\ madde$

$Alıcı\ ortama\ olan\ azot\ yükü\ (kg\ N) = Yemden\ gelen\ N\ (kg) - Balıkta\ tutulan\ N\ (kg)$

$Yemden\ gelen\ fosfor\ miktarı\ (kg\ P) = Kullanılan\ yem\ miktarı\ (kg) \times Yemin\ fosfor\ içeriği$

$Balıkta\ tutulan\ fosfor\ miktarı\ (kg\ P) = Üretilen\ balık\ miktarı\ (kg) \times 0.25\ kg\ kuru\ madde/kg\ balık \times 0,032\ kg\ P/kg\ kuru\ madde$

$Alıcı\ ortama\ olan\ fosfor\ yükü\ (kg\ P) = Yemden\ gelen\ P\ (kg) - Balıkta\ tutulan\ P\ (kg)$

Yem dönüşüm oranı (FCR) ise Schreck ve Moyle'a (1990) göre aşağıdaki formülden hesaplanmıştır:

$YDO = Tüketilen\ yem\ miktarı\ (g) / Kazanılan\ canlı\ ağırlık\ (g)$

Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Araştırmalar sonucunda elde edilen veriler SPSS 25.0 paket programı, JMP 15.0 paket programı ve Microsoft Excel 2016 yardımıyla değerlendirilmiştir. Normal dağılım gösteren parametrik verilerde grupların karşılaştırılması Tek Yönlü Anova testi ile varyans analizi ayrıca çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemlerinden; Faktör Analizi ve Kümeleme Analizi uygulanmıştır. Gruplar arasında fark ortaya çıkması durumunda verinin normal dağılım sonucuna göre Tukey HSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Tüm istatistik testlerde önem seviyesi $\alpha=0,05$ olarak kabul edilmiştir (Özdamar 2011). Ayrıca elde edilen sonuçlar Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıfları (Anonim 2016) standartları ve daha önce yapılmış çalışmalar doğrultusunda değerlendirilmiştir.

Bulgular

Göksu Çayı üzerinde belirlenen örnekleme noktalarında ölçümü ve analizi yapılan fizikokimyasal parametrelerin en düşük, en yüksek ve ortalama ile tanımlayıcı istatistikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Göksu Çayı'nda ölçülen parametrelerin tanımlayıcı istatistik verileri**

Table 2. Descriptive statistical data of the parameters measured in Göksu Stream

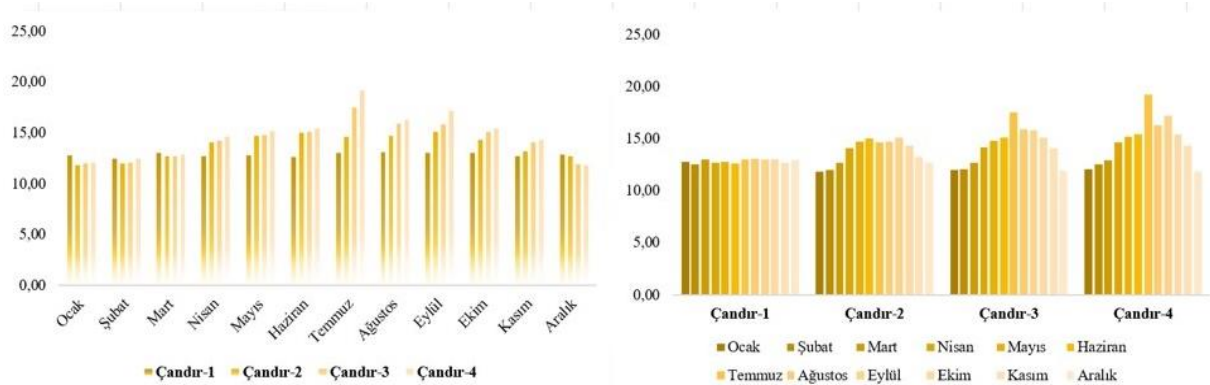
Parametreler	Ort.±S.H.	Min.-Max.	Ort.±S.H.	Min.-Max.
	1.İstasyon		2.İstasyon	
Sıcaklık (°C)	12,84 ± 0,19 ^a	12,50 - 13,10	13,74 ± 1,20 ^{ab}	11,80 - 15,10
ÇO (mg/L)	10,22 ± 0,24 ^a	9,76 - 10,56	10,39 ± 0,41 ^a	9,80 - 11,09
Saturasyon (%)	100,3 ± 2,4 ^a	95,7 - 103,5	103,3 ± 4,1 ^a	97,2 - 111,1
pH	7,70 ± 0,06 ^a	7,56 - 7,76	8,12 ± 0,20 ^b	7,87 - 8,38
EC (µS/cm)	349 ± 3 ^a	341 - 354	358 ± 8 ^{ab}	349 - 374
Debi (L/s)	312 ± 177 ^a	30 - 500	2079 ± 865 ^b	850 - 3600
PO ₄ (mg/L)	0,017 ± 0,005 ^a	0,008 - 0,026	0,037 ± 0,009 ^a	0,020 - 0,056
TP (mg/L)	0,02 ± 0,01 ^a	0,01 - 0,03	0,04 ± 0,01 ^a	0,03 - 0,07
NH ₄ (mg/L)	0,03 ± 0,01 ^a	0,02 - 0,04	0,09 ± 0,01 ^a	0,07 - 0,11
NO ₂ (mg/L)	0,0035 ± 0,0006 ^a	0,0025 - 0,0045	0,0049 ± 0,0008 ^a	0,0037 - 0,0062
NO ₃ (mg/L)	0,19 ± 0,03 ^a	0,15 - 0,25	0,58 ± 0,10 ^b	0,43 - 0,77
TN (mg/L)	0,32 ± 0,02 ^a	0,29 - 0,37	0,75 ± 0,10 ^b	0,62 - 0,96
TOC (mg/L)	0,262 ± 0,069 ^a	0,135 - 0,365	0,770 ± 0,057 ^b	0,678 - 0,854

Tablo 2. Göksu Çayı'nda ölçülen parametrelerin tanımlayıcı istatistik verileri** (devam)
Table 2. Descriptive statistical data of the parameters measured in Göksu Stream(continue)

Parametreler	Ort.±S.H.	Min.-Max.	Ort.±S.H.	Min.-Max.
	3.İstasyon		4.İstasyon	
Sıcaklık (°C)	14,27 ± 1,79 ^{ab}	11,90 - 17,50	14,74 ± 2,21 ^b	11,80 - 19,20
ÇO (mg/L)	9,51 ± 0,66 ^b	8,15 - 10,27	10,05 ± 0,48 ^b	9,04 - 10,48
Satürasyon (%)	94,7 ± 5,9 ^b	83,0 - 104,2	99,5 ± 9,7 ^b	86,3 - 119,1
pH	8,27 ± 0,15 ^{bc}	8,05 - 8,46	8,35 ± 0,17 ^c	8,07 - 8,57
EC (µS/cm)	367 ±10 ^b	354 - 383	367 ±11 ^b	349 - 382
Debi (L/s)	2378 ± 931 ^b	1050 - 4100	2443 ± 947 ^b	1100 - 4200
PO ₄ (mg/L)	0,141 ± 0,043 ^c	0,096 - 0,221	0,113 ± 0,022 ^b	0,084 - 0,155
TP (mg/L)	0,23 ± 0,06 ^b	0,16 - 0,32	0,20 ± 0,04 ^b	0,14 - 0,25
NH ₄ (mg/L)	0,56 ± 0,09 ^b	0,42 - 0,71	0,53 ± 0,08 ^b	0,42 - 0,67
NO ₂ (mg/L)	0,0170 ± 0,00 ^b	0,0106 - 0,0211	0,0159 ± 0,0029 ^b	0,0102 - 0,0197
NO ₃ (mg/L)	1,44 ± 0,19 ^c	1,15 -1,76	1,40 ± 0,19 ^c	1,13 - 1,67
TN (mg/L)	1,86±0,09 ^c	1,12-2,45	2,36±0,10 ^c	1,79-3,03
TOC (mg/L)	2,960 ± 0,369 ^c	2,456 - 3,652	2,725 ± 0,269 ^c	2,307 - 3,234

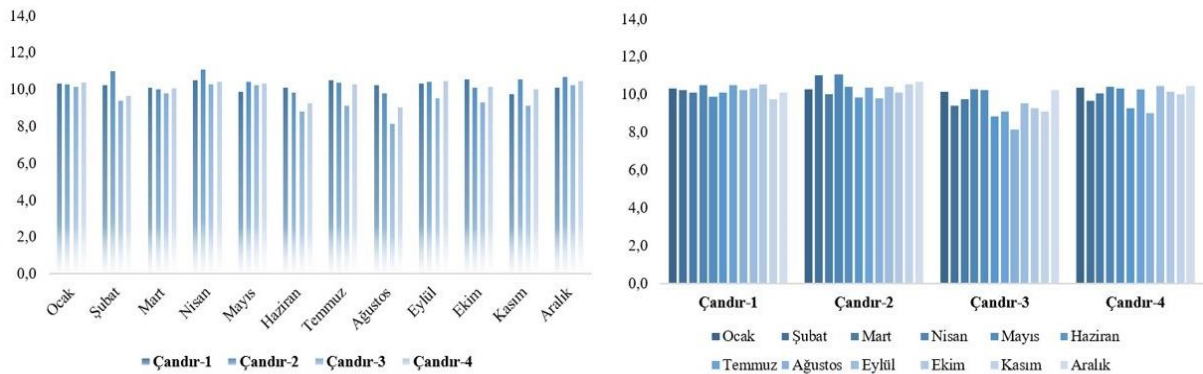
Göksu Çayı üzerinde belirlenen örnekleme noktalarında ölçümü ve analizi yapılan fizikokimyasal parametrelerden su sıcaklığı, çözünmüş oksijen içeriği, debi, toplam azot (TN),

toplam fosfor (TP) ve toplam organik karbon değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimleri Şekil 4, Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir.



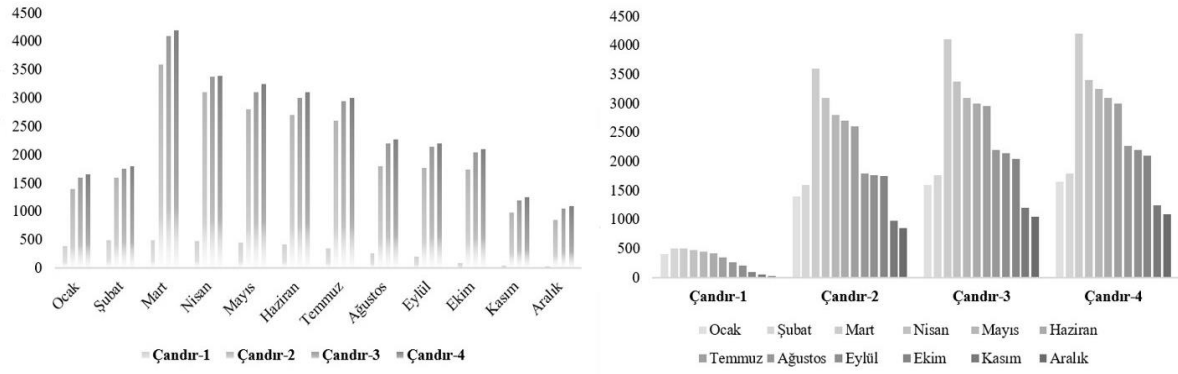
Şekil 4. Göksu Çayı sıcaklık değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi (°C)

Figure 4. Change of Göksu Stream temperature values depending on stations and months (°C)



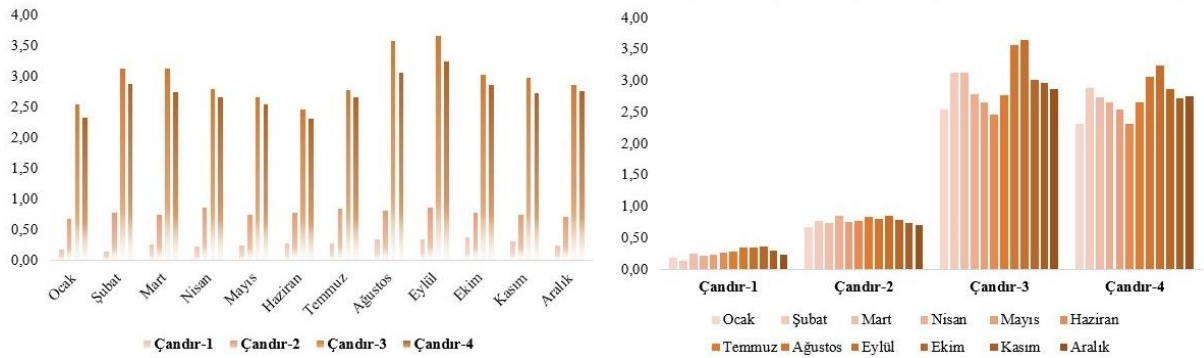
Şekil 5. Göksu Çayı oksijen içeriğinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi (mg/L)

Figure 5. Change of oxygen content of Göksu Stream depending on stations and months



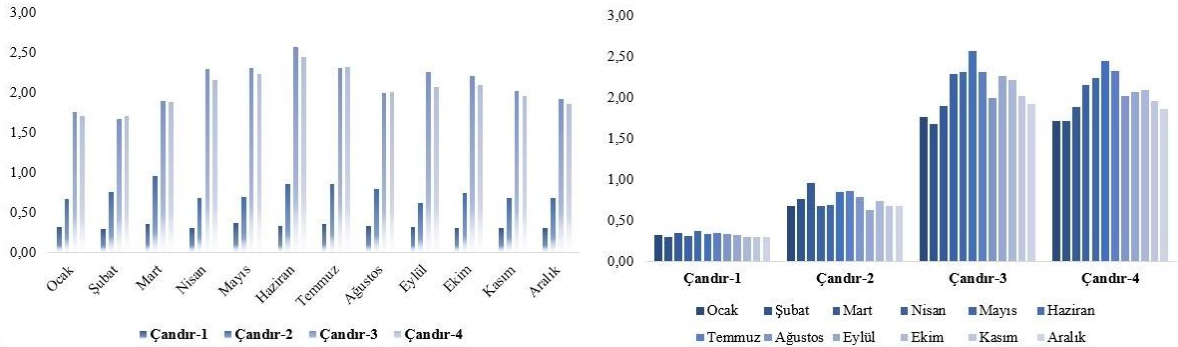
Şekil 6. Göksu Çayı debi değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi (L/s)

Figure 6. The variation of Göksu Stream flow rates depending on stations and months (L/s)



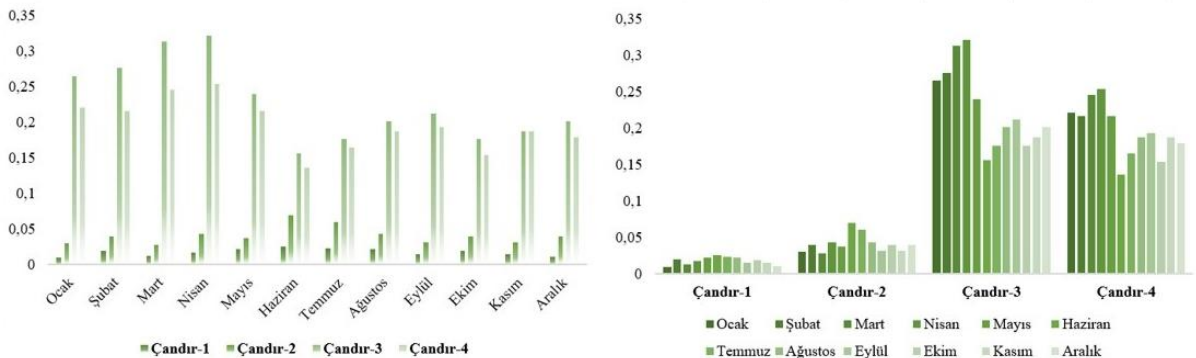
Şekil 7. Göksu Çayı TOC değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi (mg C/L)

Figure 7. Change of TOC values of Göksu Stream depending on stations and months (mg C/L)



Şekil 8. Göksu Çayı TN değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi (mg N/L)

Figure 8. Change of Göksu Stream TN values depending on stations and months (mg N/L)



Şekil 9. Göksu Çayı TP değerlerinin istasyonlara ve aylara bağlı değişimi (mg P/L)

Figure 8. Change of Göksu Stream TP values depending on stations and months (mg N/L)

Göksu Çayı'nın debisi proje çalışması süresince oldukça değişkenlik arz etmiştir. Proje çalışması boyunca 30-4200 L/s arasında akarsu debisi değişkenlik göstermiştir. Çalışma boyu ölçülen sıcaklık değerlerinde en düşük değer 11,8 °C ile 2. ve 4.istasyonlarda, en yüksek değer ise 19,2 °C ile 4.istasyonda ölçülmüştür. İstasyonlar arası farklar karşılaştırıldığında ise farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Çalışma boyunca ölçülen çözünmüş oksijen içeriğinin balık sağlığı açısından uygun olduğu tespit edilmiştir. Yıl boyu çözünmüş oksijen değeri 10 mg/L civarlarında seyretmektedir. Bu da alabalık sağlığı ve gelişimi açısından istenen bir durumdur. İstasyonlar arası farklar karşılaştırıldığında ise farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Benzer durum

oksijen doygunluğu (saturasyon) parametresi içinde geçerlidir. Göksu Çayı'nda ise oksijen doygunluk değerleri balık sağlığı açısından uygun olduğu gözlemlenmiştir. Yıl boyu çözünmüş oksijen değeri %100 civarlarında seyretmektedir. Bu da alabalık sağlığı ve gelişimi açısından arzu edilen bir durum sergilemektedir. İstasyonlar arası farklar karşılaştırıldığında ise farkların istatistiki olarak önemsiz olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Göksu Çayı'nda ölçülen en düşük pH değeri 7,56 ile 1.istasyonda ölçülürken, en yüksek pH değeri 8,57 ile 4.istasyonda ölçülmüştür. pH değerinin optimal değerler civarında seyrettiği tespit edilmiştir. Göksu Çayı'nda ölçülen en düşük kondüktivite (EC) değeri 341 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 1.istasyonda ölçülürken, en yüksek 383 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 3.istasyonda ölçülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Göksu Çayı'nda ölçülen parametrelerin YSKY'ye (Anonim 2016) göre sınıflandırılması

Table 3. Classification of parameters measured in Göksu Stream according to SWQM (Anonymous 2016)

Parametre	1.ist.	Sınıf	2.ist.	Sınıf	3.ist.	Sınıf	4.ist.	Sınıf
ÇO (mg/L)	10,22	I.Sınıf	10,39	I.Sınıf	9,51	I.Sınıf	10,05	I.Sınıf
Saturasyon(%)	100,3	I.Sınıf	103,3	I.Sınıf	94,7	I.Sınıf	99,5	I.Sınıf
pH	7,70	I.Sınıf	8,12	I.Sınıf	8,27	I.Sınıf	8,35	I.Sınıf
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	349	I.Sınıf	358	I.Sınıf	367	I.Sınıf	367	I.Sınıf
PO ₄ (mg/L)	0,017	I.Sınıf	0,037	I.Sınıf	0,141	II.Sınıf	0,113	II.Sınıf
TP (mg/L)	0,02	I.Sınıf	0,04	I.Sınıf	0,23	III.Sınıf	0,20	II.Sınıf
NH ₄ (mg/L)	0,03	I.Sınıf	0,09	I.Sınıf	0,56	II.Sınıf	0,53	II.Sınıf
NO ₃ (mg/L)	0,19	I.Sınıf	0,58	I.Sınıf	1,44	I.Sınıf	1,40	I.Sınıf
TN (mg/L)	0,32	I.Sınıf	0,75	I.Sınıf	1,86	I.Sınıf	2,36	I.Sınıf

Göksu Çayı'nda ölçülen parametrelerin YSKY'ye (Anonim 2016) göre sınıflandırılmasında 1. ve 2.istasyonların I.Sınıf, 4. istasyonun I. ve II. Sınıf, 3.istasyonun ise I., II., ve III.Sınıf özellik gösterdiği görülmektedir. Göksu Çayı 1.istasyon ve 2.istasyonda tespit edilen azotlu bileşik seviyeleri (nitrit (NO₂-N), nitrat (NO₃-N), amonyum (NH₄-N), toplam azot (TN)) genel olarak 3.istasyon ve 4.istasyonda tespit edilen değerlerden daha düşüktür. 3.istasyonda tespit edilen nitrat, nitrit, amonyum ve toplam azot değerleri 1. ve 2.istasyonda tespit edilen azotlu bileşik seviyelerinden istatistiki olarak anlamlı derecede farklılık sergilemiştir ($p<0,05$). Bir yıllık periyot boyunca tespit edilen en yüksek nitrit değeri, Temmuz ayında 3.istasyonda (0,0211 mg/L); nitrat değeri, Temmuz ayında 3.istasyonda (1,76 mg/L); amonyum değeri, Haziran ayında 3.istasyonda (0,71 mg/L) ve TN değeri, Haziran ayında 3.istasyonda (2,57 mg/L) kaydedilmiştir. Çalışmamızda tespit edilen en düşük nitrit değeri ise, Ocak ayında 1.istasyonda (0,0025 mg/L); nitrat değeri, Ekim-Kasım aylarında 1.istasyonda (0,16 mg/L); amonyum

değeri, Mayıs-Aralık aylarında 1.istasyonda (0,02 mg/L) ve TN değeri, Şubat ayında 1.istasyonda (0,29 mg/L) kaydedilmiştir.

Orto-fosfat (PO₄), toplam fosfor (TP) ve toplam organik karbon (TOC) değerleri, azot türevlerinde olduğu gibi üretime bağlı olarak 3. ve 4.istasyonlarda, diğer iki istasyona göre daha yüksek bulunmuştur. Tespit edilen değerler açısından istasyonlar arasında istatistiki fark anlamlı görülmüştür ($p<0,05$). Bir yıllık periyot boyunca tespit edilen en yüksek orto-fosfat değeri, Nisan ayında 3.istasyonda (0,221 mg/L); TP değeri, Nisan ayında 3.istasyonda (0,32 mg/L) ve TOC değeri, Eylül ayında 3.istasyonda (3,652 mg/L) kaydedilmiştir. En düşük orto-fosfat değeri ise, Ocak ayında 1.istasyonda (0,008 mg/L); TP değeri, Ocak, Mart ve Aralık ayında 1.istasyonda (0,01 mg/L) ve TOC değeri, Şubat ayında 1.istasyonda (0,135 mg/L) kaydedilmiştir.

Çok sayıdaki veri arasındaki ilişkiler (korelasyonlar), faktör adı verilen ortak boyutlar altında toplanarak daha iyi bir şekilde açıklamak için

yapılan faktör analizinde korele veriler kullanılmıştır. Faktör analizinde korele olmayan ya da düşük korelasyon katsayısına sahip veriler, faktör analizlerinin güvenilirliğini arttırmak adına değerlendirmeye alınmamıştır. Göksu Çayı su kalitesi üzerine etkili değişken faktörlerin belirlenebilmesi amacıyla suda tespit edilen fizikokimyasal parametrelerden toplamda 13 değişken kullanılmıştır. Toplam varyans tablosu Tablo 4’de, faktör analiz grafiği Şekil 10’da ve faktör analiz tablosu Tablo 5’de sunulmuştur.

Gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre faktör analizi üç önemli faktör üretmiştir. Bu veri

setlerindeki toplam varyansın % 89,693’ünü açıklamıştır.

Parametreler, faktör yükleri ve aşağıdaki faktörler belirtilmiştir:

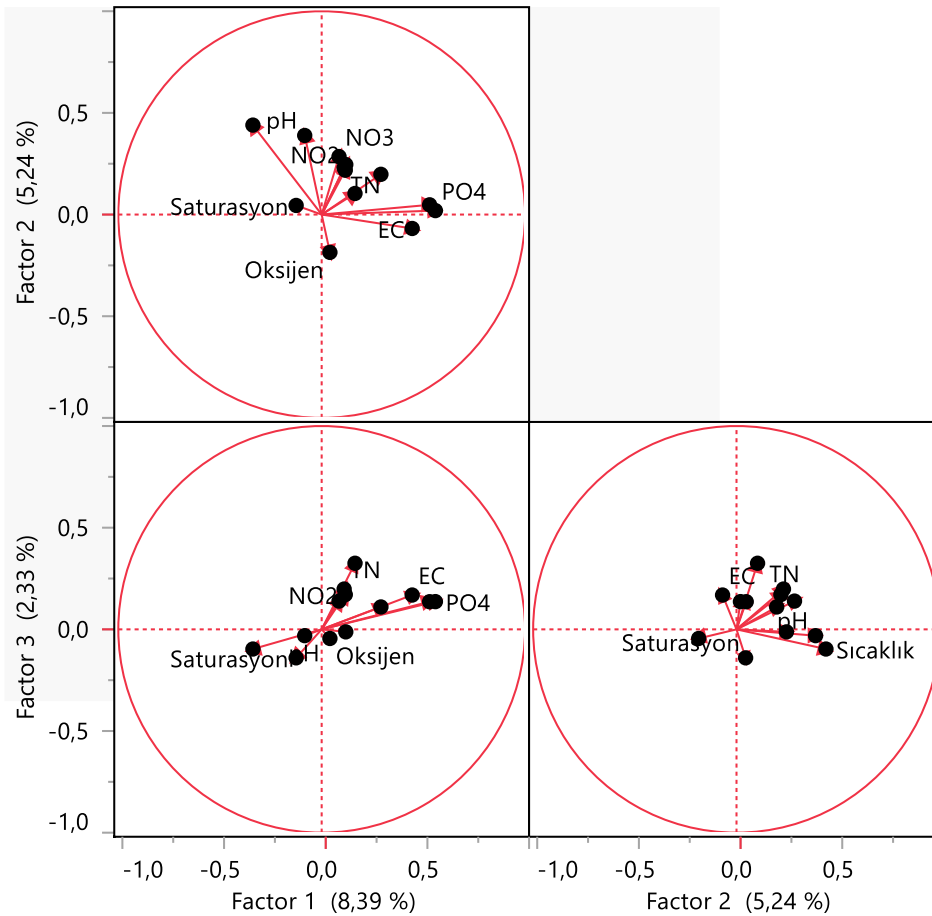
- Faktör 1: orto-fosfat, TP, EC, TOC, oksijen
- Faktör 2: sıcaklık, pH, nitrat, debi, TN, nitrit, saturasyon
- Faktör 3: amonyum

Orto-fosfat, TP, EC, TOC, oksijen belirgin faktör 1 (F1) varyansın % 65,147’ini; sıcaklık, pH, nitrat, debi, TN, nitrit, saturasyon belirgin faktör 2 (F2) varyansın % 12,964’ünü ve amonyum belirgin faktör 3 (F3) varyansın % 11,582’ini açıklamıştır.

Tablo 4. Toplam varyans tablosu

Table 4. Total variance table

Başlangıç özdeğerler			
Faktör	Toplam	Varyansların Yüzdesi	Yığılmalı %
1	8,469	65,147	65,147
2	1,685	12,964	78,111
3	1,506	11,582	89,693



Şekil 10. Faktör analiz grafiği

Figure 10. Factor analysis graph

Tablo 5. Faktör analiz tablosu**Table 5.** Factor analysis table

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3
PO ₄	0,559401	0,019397	0,136372
TP	0,530878	0,047884	0,135972
EC	0,445147	-0,068534	0,168755
TOC	0,291378	0,197789	0,110121
Oksijen	0,040559	-0,186047	-0,044899
Sıcaklık	-0,338131	0,439882	-0,096804
pH	-0,083457	0,388974	-0,031063
NO ₃	0,085336	0,285192	0,138961
Debi	0,118618	0,245675	-0,012477
TN	0,110579	0,230968	0,198204
NO ₂	0,116183	0,218218	0,170885
Saturasyon	-0,125587	0,044827	-0,140163
NH ₄	0,163882	0,103636	0,324981

Göksu Çayı'nda tespit edilen fiziksel ve kimyasal verileri arasında tespit edilen istatistiki olarak anlamlı ilişkiler ve korelasyon katsayı değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Çözünmüş oksijen ve saturasyon değerleri dışında diğer parametreler arasında güçlü bir pozitif

bağ bulunduğu görülmüştür. Özellikle azot ve fosfor türevlerinin birbirleri arasında güçlü bir korelasyon bağ bulunmaktadır. Yine debi, EC ve pH değerleri de azot, fosfor türevleri ve TOC parametresi arasında güçlü bir korelasyon bağı bulunduğu tespit edilmiştir.

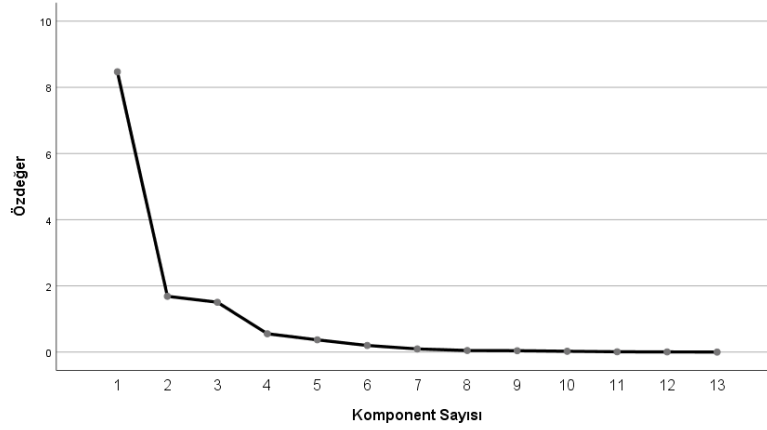
Tablo 6. Korelasyon analiz sonuçları**Table 6.** Correlation analysis results

	Sıcaklık	ÇO	%O ₂	pH	EC	Debi	PO ₄	TP	NH ₄	NO ₂	NO ₃	TN	TOC
Sıcaklık	-												
ÇO	-0,3472	-											
%O₂	0,1944	0,7890	-										
pH	0,5669	-0,3191	-0,1050	-									
EC	-0,1943	-0,0890	-0,2670	0,2621	-								
Debi	0,4775	-0,1997	0,0309	0,5123	0,5631	-							
PO₄	0,2004	-0,3662	-0,3048	0,5309	0,7175	0,6407	-						
TP	0,2357	-0,3663	-0,2956	0,5767	0,7170	0,6016	0,9845	-					
NH₄	0,4116	-0,4410	-0,2963	0,6901	0,6313	0,6274	0,8784	0,9091	-				
NO₂	0,6319	-0,5251	-0,2304	0,7418	0,4318	0,6823	0,7977	0,8269	0,9085	-			
NO₃	0,5542	-0,4805	-0,2544	0,7932	0,5583	0,6803	0,8243	0,8637	0,9605	0,9248	-		
TN	0,5144	-0,4723	-0,2696	0,7678	0,5858	0,6696	0,8482	0,8853	0,9810	0,9276	0,9962	-	
TOC	0,4220	-0,4963	-0,3418	0,7479	0,5779	0,5737	0,8775	0,9270	0,9334	0,8902	0,9435	0,9484	-

Faktör sayısının belirlenmesinde scree testi uygulanmış olup bu testte yatay eksen de faktörler, dikey eksen de açıklanan varyans (%) olan bir grafik çizilmiştir. Faktörlerin açıkladığı varyanslar grafik üzerinde işaretlenmiş ve birer doğru ile

birleştirilmiştir. Sonuçta çıkan şekilde eğimin çok az değiştiği bölge, dikkate alınması gereken faktör sayısının sınırını göstermiştir. (Şekil 11).

Döndürülmüş faktör matrisi sonuçları ve bileşen yükleri Tablo 7 ve Şekil 12'de sunulmuştur.



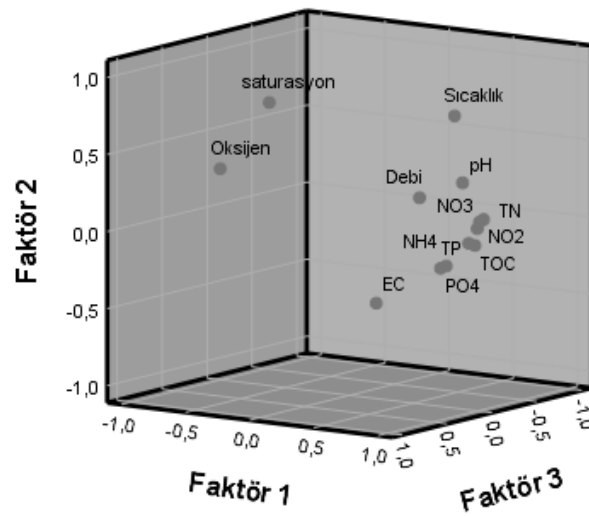
Şekil 11. Faktörlerin Açıkladığı Varyansı Gösteren Scree Eğrisi

Figure 11. Results of the Scree Curve Showing the Variance Explained by the Factors

Tablo 7. Döndürülmüş faktör matrisi sonuçları

Table 7. Rotated factor matrix results

	Faktörler		
	1	2	3
TN	0,986		
NO ₃	0,980	0,105	
NH ₄	0,970		
TOC	0,966		
NO ₂	0,962	0,111	-0,119
TP	0,924	-0,143	0,241
PO ₄	0,900	-0,156	0,271
pH	0,756	0,319	-0,179
Debi	0,708	0,276	0,231
EC	0,628	-0,364	0,598
Saturasyon	-0,327	0,818	0,426
Sıcaklık	0,481	0,681	-0,484
Oksijen	-0,515	0,409	0,703



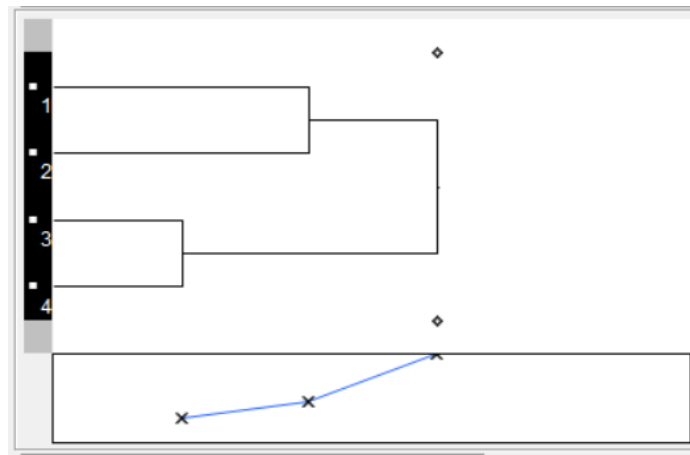
Şekil 12. Döndürülmüş faktör matrisinin bileşen yükleri

Figure 12. Component loads of the rotated factor matrix

Yukarıdaki faktör analizi sonuçlarına bakılacak olursa 1. ve 2. kümeden farklı olarak 3. Küme ayrılmaktadır. Yapılan istatistiki testlerde 1. ve 2. istasyon ile 3. ve 4. istasyonlar arasında özellikle azot ve fosfor parametreleri açısından anlamlı bir fark olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum alabalık tesislerinin dere üzerine etkilerinin hissedilir olduğunu göstermektedir.

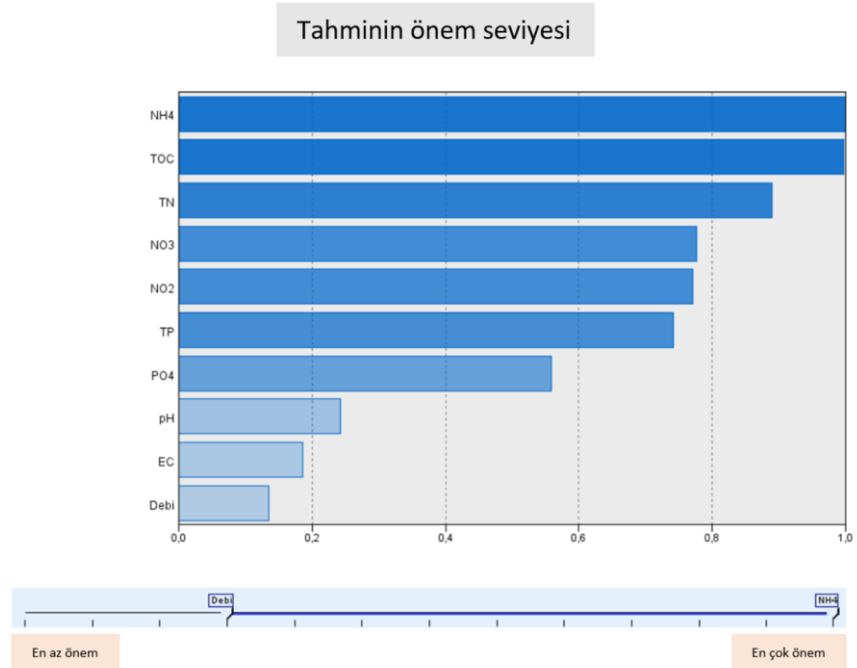
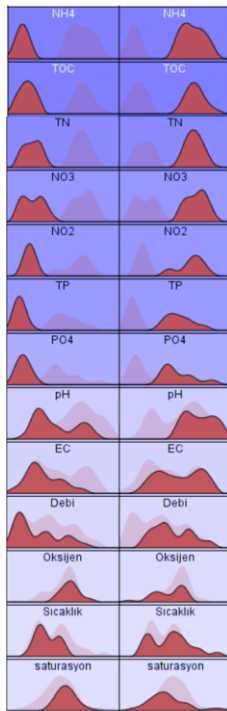
Göksu Çayı üzerinde tespit edilen istasyonların, su kalitelerine göre sınıflandırılabilmesi için kümeleme analizi kullanılmıştır. Göksu Çayı'nda tespit edilen tüm fiziko-kimyasal

verileri kullanılarak yapılan Kümeleme Analizi (CA) sonuçlarına göre, toplam 4 küme tespit edilmiştir. CA diyagramı Şekil 6'da verilmiştir. Göksu Çayı kaynak bölgesi (1.ist) 1. Küme ve aşağı bölgede yer alan Yazılı Kanyon (2.ist.) istasyonunu içeren noktada 2. Küme olarak isimlendirilmiştir. Baraj Giriş bölgesi 3. Küme ve tesislerden sonraki belirlenen istasyon olan Çandır Köprü ise 4. Küme olarak isimlendirilmiştir. Tesislerden gelen yüklerin nehre girmesiyle kirlilik açısından "Etkilenmiş Bölgeler" olarak görülmektedir (Şekil 13 ve Şekil 14).



Şekil 13. Kümeleme (Cluster) analiz (CA) sonuçları

Figure 13. Cluster analysis (CA) results



Şekil 14. Kümeleme (Cluster) analiz (CA) grafiği

Figure 14. Cluster analysis (CA) graph

Tesislerin Göksu Çayı Üzerine Tahmini Azot ve Fosfor Yükünün Hesaplanması

Bu amaçla toplam balık üretim miktarları, yemin ete dönüşüm oranı, toplam tüketilen yem miktarı ve kullanılan yemin fosfor içeriği dikkate alınarak tesislerin azot ve fosfor yükleri, kg N/ton balık, kg N/ton yem, kg P/ton balık ve kg P/ton yem

olarak hesaplanmıştır (Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11). Tesislerin yıllık üretim miktarı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nden alınmış olup, yem dönüşüm oranı ve yem tüketim miktarının hesaplanmasında tesislerin beyanı ve araştırmacıların gözlemleri, azot ve fosfor analiz sonuçları esas alınmıştır.

Tablo 8. Dere üzerindeki tesislerin üretim miktarı, yem tüketimi, yemin azot içeriği ve yem dönüşüm oranı (FCR) değerleri

Table 8. Production amount, feed consumption, nitrogen content of feed and feed conversion ratio (FCR) values of the facilities on the stream.

	Üretilen balık miktarı (kg/yıl)	Tüketilen yem miktarı (kg/yıl)	Yem dönüşüm oranı	Yemin azot içeriği (%)	Yemle gelen azot girdisi	Balıkla uzaklaştırılan azot miktarı	Sisteme giren azot yükü
Göksu Çayı	578 000	693 600	1,2	8,0	55 488	14 797	40 691
	Üretilen yavru balık miktarı (adet/yıl)	Tüketilen yem miktarı (kg/yıl)	Yem dönüşüm oranı	Yemin azot içeriği (%)	Yemle gelen azot girdisi	Balıkla uzaklaştırılan azot miktarı	Sisteme giren azot yükü
Göksu Çayı	58 000 000	696 000	1,2	8,0	55 680	14 848	40 832
TOPLAM		1 389 600	1,2	8,0	111 168	29 645	81 523

Tablo 9. Gökkuşağı alabalığı tesislerinin bıraktıkları tahmini azot yükü

Table 9. Estimated nitrogen load of rainbow trout plants

	Azot yükü*		
	kg N/tesis	kg N/ ton yem	Kg N/ ton balık
Porsiyonluk Üretim	14 797	21,33	25,60
Yavru Üretim	14 848	21,34	25,61
Toplam/Ortalama	29 645	21,34	25,61

* : Alabalığın kuru madde oranı %25, N içeriği ise %8 /kuru madde olarak alınmıştır (Boyd ve Queiroz, 2001)

Tablo 10. Dere üzerindeki tesislerin üretim miktarı, yem tüketimi, yemin fosfor içeriği ve yem dönüşüm oranı (FCR) değerleri

Table 10. Production amount, feed consumption, phosphorus content of feed and feed conversion ratio (FCR) values of the facilities on the stream

	Üretilen balık miktarı (kg/yıl)	Tüketilen yem miktarı (kg/yıl)	Yem dönüşüm oranı	Yemin ortalama fosfor içeriği (%)	Yemle gelen tahmini fosfor girdisi	Balıkla uzaklaştırılan tahmini fosfor miktarı	Sisteme giren tahmini fosfor yükü
Göksu Çayı	578 000	693 600	1,2	1	6 936	2 642	4 294
	Üretilen yavru balık miktarı (adet/yıl)	Tüketilen yem miktarı (kg/yıl)	Yem dönüşüm oranı	Yemin ortalama fosfor içeriği (%)	Yemle gelen tahmini fosfor girdisi	Balıkla uzaklaştırılan tahmini fosfor miktarı	Sisteme giren tahmini fosfor yükü
Göksu Çayı	58 000 000	696 000	1,2	1	6 960	4 640	2 320
TOPLAM		1 389 600	1,2	1	13 896	5 293	8 603

Tablo 11. Gökkuşağı alabalığı tesislerinin bıraktıkları tahmini fosfor yükü**Table 11.** Estimated phosphorus load of rainbow trout plants

Tesis	Fosfor yükü*		
	kg P/tesis	kg P/ ton yem	Kg P/ ton balık
Porsiyonluk Üretim	3 083	4,44	5,31
Yavru Üretim	3 093	4,45	5,33
Toplam/Ortalama	6 176	4,45	5,32

* : Alabalığın kuru madde oranı %25, P içeriği ise %3,2/kuru madde olarak alınmıştır (Boyd ve Queiroz 2001)

Tartışma ve Sonuç

Göksu Çayı üzerinde faaliyet gösteren gökkuşağı alabalığı tesislerinin de etkilerinin izlendiği bu araştırma da tesislerin bulunduğu alandan alınan örnek sularının niteliği birçok parametre bakımından literatürde belirtilen değerin altındadır. Özellikle su sıcaklığı, çözünmüş oksijen, saturasyon, EC, pH, nitrat gibi parametreler dünyada alabalık tesislerinin etkilerinin değerlendirildiği standartların altında olup dere ve baraj gölü ekosistemine canlılarının yaşamını tehlikeye sokacak düzeyde olmamakla birlikte tesislerde gerek 1 ton balık üretimi başına düşen gerekse kullanılan her ton yem başına düşen ve alıcı ortama bırakılan fosfor yükü, birçok ülkedeki alabalık işletmesinin fosfor yükünün üzerinde bulunmuştur.

İncelenen tesislerde yem dönüşüm oranı (FCR) ortalama 1,2'dir. Bununla birlikte FCR'nin düşük olmasına rağmen fosfor yükünün yüksek çıkması kullanılan yemlerdeki fosfor içeriğinden

kaynaklanmaktadır. Bu nedenle protein ve fosfor içeriği düşük, sindirilebilirliği yüksek ve daha az organik yüklemeye (kirlenmeye) yol açan yemlerin kullanılması ile tesislerin fosfor yükü daha azaltılabilecektir.

Araştırmalarda elde edilen bulgular, gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı içsulara yetiştiriciliğin sürdürülebilirliğini sağlamak ve yetiştiriciliğin etkisini minimuma indirmek açısından ekstrude yem kullanımının daha da yaygınlaştırılması, yeni yemleme teknolojilerinin kullanılması katkı sağlayacaktır (Asır ve Pulatsü 2008).

Su ürünleri yetiştiriciliğinin başlıca çevresel etkileri kapsamında su kaynaklarının kullanıcıları arasında ortaya çıkan sorunlar, su kaynaklarının hidrolojik rejimlerinde meydana gelen değişimler, egzotik türlerin doğaya karışması ve su kaynaklarının kirlenmesi olarak sınıflandırılmaktadır (Midlen ve Redding 1998). Yetiştiricilikten kaynaklanan mevcut

etkinin su kaynaklarının kirlenmesindeki rolünü bilebilmek adına öncelikle yetiştiricilik-çevre etkileşiminin boyutunun belirlenmesi ve diğer sektörler ile karşılaştırılması daha sağlıklı yorumlar getirmek adına yararlı olacaktır.

Tesislerden azot ve fosfor, balıklar tarafından yenmeden su ortamına karışan yemlerden, yem içeriğindeki N ve P'un balık tarafından sindirilemeyen bölümünün dışkı olarak atılması veya sindirilebilir N ve P miktarının balığın ihtiyacından daha fazla miktarda olması nedeni ile atık olarak suya verilmesi gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır. N ve P'un su ortamında artışı alg popülasyonlarının artışına ve buna bağlı olarak ötrofikasyon gibi çeşitli su kalitesi problemlerinin oluşmasına sebep olmaktadır.

Ülkemizdeki kuruyan ve alanı daralan göller ve sulak alanlar göz önünde bulundurulduğunda su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı ve su ürünleri yetiştiriciliğinin devamlılığı adına sucul sistemlerde koruma ve izleme programları ile yönetim stratejilerinin zorunlu olduğu açıktır. Bu alanda yapılan birçok bilimsel çalışma mevcutken yasal düzenlemelere de ihtiyaç olduğu açıkça görülmektedir (Yavuzcan vd. 2010).

Yetiştiricilik tesislerinin etkilerine dair çalışmalara bakıldığında Bulut vd. (2010a), Karanfilliçay Deresi üzerinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda debi ve sıcaklık değişimleri hariç su kalitesi açısından akuakültürü olumsuz etkileyecek bir durum olmadığını yaz aylarında debinin azalması ile birlikte su sıcaklığındaki artış porsiyonluk alabalık üretim kapasitesini sınırlandırdığını bununla birlikte dere üzerine yavru alabalık üreten kısmi işletmeler kurularak üretim kapasitesi önemli ölçüde artırılabilceğini bildirmişlerdir. Bulut vd. (2012a) Burdur Kestel Deresi üzerinde kurulu alabalık tesislerinin etkilerini inceledikleri çalışmada 2. istasyonda su kalitesinin belirgin biçimde azaldığını, özellikle azotlu bileşiklerin artış gösterdiğini; nitrit değerleri açısından III. sınıf su kalitesine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Yine Bulut vd. (2012b), Denizli sınırları içinde yer alan Akpınar Deresi üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada organik kirlilik kaynaklı olan parametrelerin tesislerden sonra yüksek olmasının balık dışkı ve yem atıklarının doğrudan dereye verilmesinden kaynaklandığını daha sağlıklı üretim için; çökeltme havuzlarının amacına uygun kullanımının sağlanması gerektiğini bildirmişlerdir. Bulut vd. (2012c), Çandır Göksu Çayı'nda 2008 yılında yaptıkları çalışmada alabalık yetiştiriciliği tesislerinin etkilerinin sınırlı olduğunu bununla birlikte tesislerin atıklarının kesinlikle akarsuya verilmemesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Çok değişkenli analiz sistemlerinin gerçekleştirildiği çalışmalara bakıldığında ise Bulut vd. (2010b), Uluabat Gölü'nde kümeleme analizi, ana bileşenler analizi ve faktör analizi kullanarak değerlendirdikleri çalışma sonucunda kümeleme analizinin, Uluabat Gölü'nde farklı fizikokimyasal özellikleri ve kirlilik düzeylerini yansıtan istasyonlar arasındaki benzerlikleri iki farklı küme şeklinde ortaya çıkardığını; veri kümesinde toplam değişimin % 100'ünü açıklayan iki potansiyel faktör belirlediklerini; ilk faktörün toplam değişimin % 58,70'ini açıkladığını (evsel-tarımsal drenaj faktörü), ikinci faktörün ise toplam değişimin % 41,30'nı açıkladığını (nutrient faktör) ve Uluabat Gölü'nün daha ziyade evsel ve tarımsal faktörler tarafından kirletildiğini tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Roman vd. (2003), Puerto Rico'da 15 havza için mevcut su kalitesi verileri üzerinde çok değişkenli istatistiksel analizler uyguladıkları çalışma sonucunda faktör analizi ile parametre azaltması yapılarak toplam varyansın %77'sini açıklayan 6 faktör belirlediklerini ve kümeleme analizi ile benzer su kalitesi özelliklerine göre havzaların kümelendiğini bildirmişlerdir. Boyacıoğlu ve Boyacıoğlu (2005), Büyük Menderes havzasına ait 19 istasyondan aldıkları 9 parametreye faktör analizi uyguladıkları çalışma sonucunda, toplam varyansın yaklaşık %85'inin 2 faktör tarafından açıklandığını bildirmişlerdir. Bulut vd. (2012d), Çivril Gölü'nü faktör analizi kullanarak inceledikleri çalışmada analizi sonucunda tüm istasyonlarda veri kümesinde toplam varyansın %100'ünü açıklayan üç potansiyel faktör belirlendiğini, ilk faktörün toplam varyansın % 58,98'ini, ikinci faktörün % 21,51'ini ve üçüncü faktörün ise % 19,50'sini açıkladığını bildirmişlerdir.

Pulatsü vd. (2003), Bozüyük Karasu deresi üzerindeki alabalık tesislerinin çevresel etkilerini belirlemek üzere gerçekleştirdikleri çalışmada tesislerin çıkış sularındaki çözünmüş oksijen, pH, amonyak, nitrit ve nitrat düzeylerinin farklı ülkelerde alabalık işletmeleri için öngörülen standart ve sınırların içerisinde yer aldığını bununla birlikte alıcı ortama bırakılan ve bir ton balık üretimi için üretimi için kullanılan bir ton yem başına düşen fosfor yükünün 9,38 kg P/ ton balık ve 8,09 kg P/ ton yem olarak saptandığını bildirmişlerdir.

Ülkemizde üretim miktarları her geçen gün artan karada kurulu su ürünleri işletmelerinin çıkış suları, ötrofikasyona yol açan özellikle fosfat ve nitrat gibi besin elementleri ile oksijen dengesi üzerinde istenmeyen etkiye sahip maddeleri içermesi nedeniyle, çevre bazında alıcı ortamlar açısından önem taşımaktadır (Yavuzcan vd. 2010). Fosfor, su ortamlarında, karmaşık kimyasal ve biyokimyasal

dengeleri olan önemli bir besin elementidir (Pulatsü vd. 2003).

Sonuç olarak; Isparta Göksu Çayı üzerindeki işletmelerin fizikokimyasal incelemeleri sonucunda alabalık üretimine bağlı olarak çeşitli etkilerin olduğu görülmektedir. Bu nedenle su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından alabalık işletmelerinin atıklarını kesinlikle dereye vermemeleri ve kaliteli yemleme ile çevreye duyarlı üretim yapmaları gerektiği belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'nün TAGEM/HAYSUD/2017/A11/P-01/1 proje numarası ile desteklenerek "Alabalık Yetiştiriciliği Yapan Havuz İşletmelerinin Çevresel Etkisi" adlı TAGEM projesinden özetlenmiştir.

Kaynaklar

- Alongi DM, Chong V, Dixon P, Sasekumar A, Tirendi F. 2003. The influence of fish cage aquaculture on pelagic carbon flow and water chemistry in tidally dominated mangrove estuaries of peninsular Malaysia. *Marine Environmental Research*, 55(4), 313-333.
doi: [10.1016/S0141-1136\(02\)00276-3](https://doi.org/10.1016/S0141-1136(02)00276-3)
- Alpaslan A, Pulatsü S. 2008. The Effect of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Cage Culture on Sediment Quality in Kesikköprü Reservoir. Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8 (1): 65-70.
- Alvarado JL. 1997. Aquafeeds and the environment, In Tacon AGJ. (ed.), Basurco B. (ed.). *Feeding tomorrow's fish*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ p. 275-289: 2 ill. 7 graphs. 4 tables. 15 ref. (Cahiers Options Mediterranennes; v. 22), Workshop of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), 1996/06/24-26, Mazarron (Spain)
- Anonim. 2016. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği; [Erişim tarihi: 2020 Haz 08]. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm>
- Anonim. 2019. Su Ürünleri Tesisleri; [Erişim tarihi: 2020 Haz 08]. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Icerikler/Su%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi/Su-Urunleri-Tesisleri-2019.pdf>
- Anonim. 2021. Türkiye İstatistik Kurumu Su Ürünleri İstatistikleri, 2021.
- Boyacıoğlu H, Boyacıoğlu H, Gündüz O. 2005. Application of Factor Analysis in the Assesment of Surface Water Quality in Buyuk Menderes River Basin. *European Water*. 9/10: 43-49.
- Boyd CE, Queiroz D. 2001. Nitrogen, phosphorus loads vary by system: USEPA should considersystem variables in setting new effluent rules. *Global Aquaculture Advocate* 4(6): 84-86.
- Bulut C, Akçimen U, Uysal K, Küçükkara R, Savaşer S. 2010a. Karanfilçay Deresi Suyunun Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerinin Mevsimsel Değişimi ve Akuakültür Açısından Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (021), 1-8.
- Bulut C, Atay R, Uysal K, Köse E, Çınar Ş. 2010b. Uluabat Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Aquatic Sciences and Engineering*, 25(1), 9-18.
- Bulut C, Akçimen U, Uysal K, Çınar Ş, Küçükkara R, Savaşer S, Tokatlı C, Öztürk GN, Köse E. 2012a. Kestel Deresi (Burdur) Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (028), 1-10.
- Bulut C, Akçimen U, Küçükkara R, Savaşer S, Uysal K, Köse E, Tokatlı C. 2012b. Alabalık Üretimi Yapılan Akpınar Deresi (Denizli) Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Anadolu University of Sciences & Technology-C: Life Sciences & Biotechnology*, 2(2).
- Bulut C, Akçimen U, Uysal K, Çınar Ş, Küçükkara R, Savaser S. 2012c. Isparta Çandır Göksu Kaynağı Üzerindeki Alabalık İşletmelerinin Dere Suyuna Olan Etkileri. *Journal of FisheriesSciences.com*, 6(4), 331.
doi: [10.3153/jfsc.com.akdeniz007](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.akdeniz007)
- Bulut C, Atay R, Uysal K, Köse E. 2012d. Çivril Gölü Yüzey Suyu Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Anadolu University of Sciences & Technology-C: Life Sciences & Biotechnology*, 2(1).
- Çakır F. 1994. Karşılıklı bağımlılığın ölçülmesinde kümeleme analizi ve bir uygulama. URL: <https://katalog.marmara.edu.tr/eyayin/tez/T0041974pdf> Erişim Tarihi: 08.06.2020
- Karakoca S, Topcu A. 2017. Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Cage culture: Preliminary observations of surface sediment's chemical parameters and phosphorus release in Gokcekaya Reservoir, Turkey. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 5(4), 12-23.
doi: [10.4236/gep.2017.54002](https://doi.org/10.4236/gep.2017.54002)
- Kaya A, Şahin T. 2016. Rize İlinde Organik Alabalık Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Yapısal ve Ekonomik Analizi. *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 3(2); 229-237.
doi: [10.31202/ecjse.264186](https://doi.org/10.31202/ecjse.264186)
- Korkut AY. 2016. Balık Yemi ve Sektörün Projeksiyonu. IV. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Çalıştayı, Antalya.
- Midlen A, Redding T. 1998. *Environmental Management for Aquaculture* (Vol. 2). Springer.
- Özdal B, Pulatsü S. 2012. Ağ kafeslerde sürdürülebilir balık yetiştiriciliği için bir bilgisayar yazılımının kullanımı. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(1), 15-26.
doi: [10.1501/Csaum_0000000059](https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000059)
- Özdamar K. 2011. Paket programlar ile istatistiksel veri analizi-1 (Sekizinci baskı). Nobel Akademik Yayıncılık, 649 s.
- Pulatsü S, Akçora A, Köksal FT. 2003. Sediment and water phosphorus characteristics in a pond of spring

- origin, Sakaryabaşı springs basin, Turkey. *Wetlands*, 23(1), 200-204.
[doi:doi10.1672/0277-5212\(2003\)023\[0200:SAWPCI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1672/0277-5212(2003)023[0200:SAWPCI]2.0.CO;2)
- Roman DMS, Warner GS, Scatena F. 2003. Multivariate Analysis of Water Quality and Physical Characteristics of Selected Watersheds in Puerto Rico. *Journal of American Water Resources Association* 39 (4) 829-839.
- Schreck CB, Moyle BP. 1990. *Methods for Fish Biology*. American Fisheries Society, 665 p., Maryland.
- Yavuzcan H, Pulatsü S, Demir N, Kırkağaç M, Bekcan S, Topçu A, Doğankaya L, Başçınar N. 2010. Türkiye’de sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliği. TMMOB Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-2, 767-789.
- Yıldırım Bilgin H, Pulatsü S. 2011. Karada Kurulu Alabalık İşletmeleri (Fethiye, Muğla) Çıkış Suları Özelliklerinin Yasal Düzenlemeler Çerçevesinde Değerlendirilmesi. *Ekoloji* 20, 81: 48-54.
- Yılmaz V. 2009. Türkiye akarsuları su kalitesi parametrelerinin çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri ile incelenmesi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü), 94 s.