

**Süçüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) Alabalık Yetiştiriciliği İçin Taşıma Kapasitesinin Tahmini**Ayça ASLANTÜRK<sup>1</sup>, Osman ÇETİNKAYA<sup>2</sup><sup>1</sup>Tarım ve Orman Bakanlığı, Beyşehir İlçe Müdürlüğü, Konya<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta\* Sorumlu Yazar: [ayca.aslanturk@tarimormnan.gov.tr](mailto:ayca.aslanturk@tarimormnan.gov.tr)**Araştırma Makalesi**

Geliş 14 Eylül 2020; Kabul 07 Aralık 2020; Basım 01 Haziran 2021.

**Alıntılama:** Aslantürk, A. & Çetinkaya, O. (2021). Süçüllü Baraj Gölü'nün (Isparta) alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin tahmini. *Acta Aquatica Turcica*, 17(2), 221-232. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.794623>**Özet**

Isparta ili Yalvaç ilçesi sınırları içinde Eğirdir Gölü Havzası'nda yer alan Süçüllü Baraj Gölü (SBG) sulama ve taşkın kontrolü amacıyla 1973 yılında inşa edilmiştir. Bu çalışmayla SBG'nün kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma Mayıs 2017- Nisan 2018 arasında SBG'ne dökülen iki dere ve baraj gölünde seçilen toplam 9 örnekleme noktasında yürütülmüştür. Çalışmada SBG'nün ortalama derinliği 7,77 m; uzunluğu 3000 m; genişliği 275 m kıyı çizgisi uzunluğu 6000 m ve kıyı çizgisi gelişimi ( $D_L$ ) 1,86 olarak bulunmuştur. Araştırmada ortofosfat fosforu  $7,9\pm 3,17$  mg/m<sup>3</sup> ve toplam fosfor  $41,14\pm 21,5$  mg/m<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. SBG'nün gökkuşağı alabalığı için kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi Dillon-Rigler yöntemine göre minimum su kotunda (26,28 ha alan ve 0,57 hm<sup>3</sup> hacim) 0,4 ton/yıl ve mevcut su kotunda (82,32 ha alan ve 6,4 hm<sup>3</sup> hacim); 18,94 ton/yıl hesaplanmıştır. Bu iki değer ortalama olarak SBG'nün kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi 9,67 ton/yıl bulunmuştur. SBG gibi su seviyesi değişimlerinin yüksek olduğu baraj göllerinde kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin hesaplamalarında sadece mevcut su kotundaki verilerin değil, minimum su kotundaki alan ve hacim verilerinin dikkate alınmasının daha uygun olacağı kanısına varılmıştır. Ayrıca, son yıllarda kafeslerde ulaşılan balık üretim değerlerinin, tahmin edilen taşıma kapasitesine göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ağ kafes, Gökkuşağı Alabalığı, Yetiştiricilik, Taşıma Kapasitesi**Estimation of the Carrying Capacity of Süçüllü Dam Lake (Isparta, Turkey) for Trout Farming****Abstract**

The Süçüllü Dam Lake (SDL), located in the Eğirdir lake basin within the borders of the Yalvaç district of Isparta province. It was built in 1973 for irrigation and flood control. This study, it was aimed to estimate the carrying capacity for cage fish farming. The research was carried out between May 2017 and April 2018, a total of 9 sampling points selected in two streams inflow to SDL and in the dam lake. In the study, the average depth of SDL as 7.77 m, its length as 3000 m, its width as 275 m, the coastline as 6000 m, and the coastline development (DL) as 1.86 were found. In the study orthophosphate phosphorus  $7,9\pm 3,17$  mg/m<sup>3</sup> and total phosphorus  $41,14\pm 21,5$  mg/m<sup>3</sup> were determined. SDL's carrying capacity for rainbow trout cage farming was estimated according to Dillon-Rigler method. Carrying capacity at minimum water level (26.28 ha area and 0.57 hm<sup>3</sup> volume) estimated as 0.4 ton/year and at current water level (82.32 ha area and 6.4 hm<sup>3</sup> volume) 18.94 tons/year. The average of these two values, SDL's carrying capacity was calculated as 9.67 tons/year. It was concluded that it would be more appropriate to consider the area and volume data at the minimum water level, not the data at the current water level only, in the estimations of the carrying capacity in the dam lakes where water level changes are high such as SDL. In addition, it concluded the achieved fish production values in cages in the past years, was considered higher comparing to estimated carrying capacity.

**Keywords:** Cage Fish Farming, Rainbow Trout, Aquaculture, Carrying Capacity**GİRİŞ**

Dünya yüzeyindeki toplam su rezervinin yaklaşık % 3'ünü oluşturan tatlı su kaynakları içerisinde, canlılar tarafından kullanılabilir haldeki göl ve nehirlerin oranı sadece % 0,27'dir. Sanayileşme ve nüfus artışına bağlı olarak içme ve kullanma suyu ihtiyacı günden güne artmaktadır. Bu yüzden mevcut doğal kaynakların korunması ile birlikte baraj ve gölet gibi yeni su kaynaklarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Wetzel, 2001).

Türkiye'de iç sular kafes kültürü için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Ülkemizde baraj göllerinde su ürünleri üretimi 1994 yılında 100 ton/yıl kapasiteli alabalık işletmesi ile başlamış olup, 2018 yılı itibariyle baraj göllerinde toplamda 104887 ton/yıl kapasiteli 1860 adet ağ kafes işletmesi

bulunmaktadır (TOB, 2019). Ancak, su kütlelerinin sürdürülebilir kullanımını garanti altına alınarak ve diğer kullanım alanlarını kısıtlamadan iç sularda yetiştiricilik sektörünün gelişmesi, bu alanda çalışan araştırmacıların, kamu kuruluşlarının, sivil toplum örgütlerinin ve yetiştiricilerin sorumluluğu altındadır. İç sularda kafes balıkçılığının çevresel etkisini tahmin etmek için taşıma kapasitesinin belirlenmesi sorumlu sürdürülebilir balıkçılığın gelişiminde başlangıç aşaması olarak kabul edilmelidir (Ayekin vd., 2018).

Göl, gölet ve baraj göllerinin su ürünleri yetiştiriciliğinde değerlendirilmesi önemlidir. Ancak bu ekosistemlerde, zamanla meydana gelebilecek biyolojik değişimlerin izlenmesi ve kontrol altında tutulması da sürdürülebilir yetiştiricilik bakımından gereklidir. Kontrolsüz kafes balıkçılığı işletmelerinden ortaya çıkan atıklar çevreyi olumsuz etkilemektedir. Kafes balıkçılığı işletmelerinin çevre ile etkileşimlerinde en büyük rolü yem ve yeme bağlı atıklar oynamaktadır. Su kaynaklarının su kalitesi; türlerin bileşimini, verimliliğini ve fizyolojilerini etkilemektedir. Su kalitesinde bozulma, sadece içinde yaşayan canlıları olumsuz etkilemekle kalmayıp, olumsuz etkiler besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşmaktadır. Bu nedenle su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanılan suyun kalitesi çok iyi bilinmeli ve sulardaki ekolojik denge korunmalıdır. Gerekli önlemlerin alınması için su ortamındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin periyodik olarak araştırılması gerekir. Özellikle yetiştiricilik yapılan sularda suyun kalitesi, kirlilik durumu ve kafeslerin bulunduğu ortama ne şekilde etki ettiği belirlenmelidir (Uçkun, 2011).

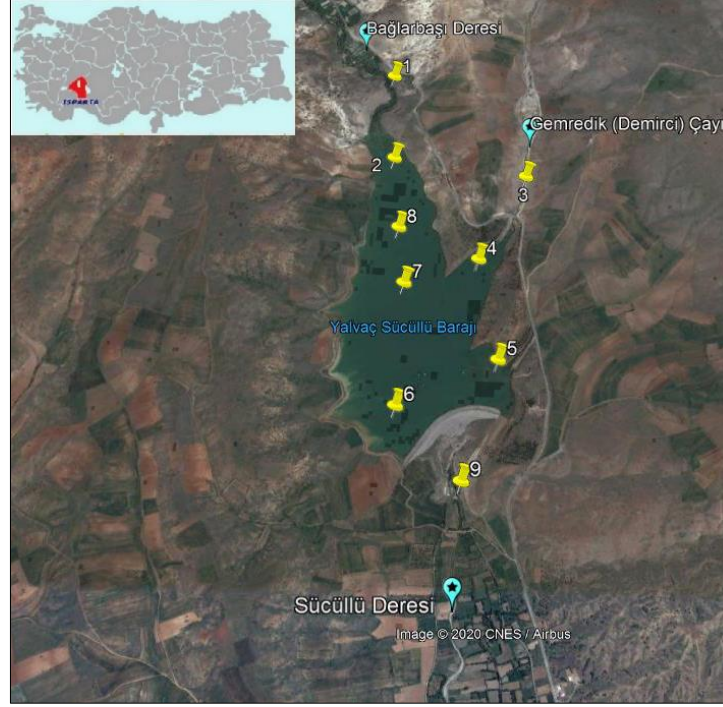
Su ürünleri yetiştiriciliğinden kaynaklanan atık suların ötrofikasyondaki rolü, atıkların bırakıldığı suyun kimyası, hidrolojisi ve taşıma kapasitesine bağlıdır. Stigebrandt vd (2004) bir balık işletmesi için taşıma kapasitesini var olan makrofaunayı tahrip etmeksizin maksimum balık üretimi olarak tarif etmektedir. Simanjuntak ve Muhammad (2018)'a göre taşıma kapasitesi; bir su kaynağının verimliliğini arttırmadan ağ kafeslerde üretilebilecek balık miktarıdır. Taşıma kapasitesi su kaynağında sürdürülebilir ağ kafeslerde balık yetiştiriciliğinin geliştirilmesinde dikkat edilmesi gereken önemli hususlardan biridir. Yerüstü Suları Kalitesi yönetmeliği (YSKY), taşıma (özümleme) kapasitesini, su kütlelerinin kirlenmemiş durumuna dönmek için bütün kirleticileri, su ortamındaki canlılara veya suyu tüketen insanlara zarar vermeden alabilme kapasitesi olarak tanımlamıştır (Anonim, 2012). Balık işletmelerinden kaynaklanan besin elementi yükü; yemleme ve yem değerlendirme oranları, yemin azot ve fosfor içeriği, yemin sindirilebilirliğine ilişkin veriler kullanılarak tahmin edilebilir (Aşır 2007; Pulatsü vd., 2014).

Bu araştırmayla SBG'nün limnolojik özellikleri ile birlikte kafes balıkçılığı için taşıma kapasitesinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Sunulan çalışmada taşıma kapasitesi tahmini üzerinde durulmaktadır. Bilimsel araştırma verileri ve modeller kullanılarak yapılan tahminlerin iç su kaynaklarımızın doğru yönetimi, korunması, sürdürülebilir kullanımı açısından yararlı bilgiler üreteceği, çevre dostu kafes balıkçılığı ve kapasite belirleme çalışmalarına ışık tutabileceği beklenmektedir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Çalışma alanı

Çalışma alanı Sücüllü Baraj Gölü (SBG); Orta Akdeniz (Antalya) havzasında Isparta'nın Yalvaç ilçesi sınırları içinde, Isparta ili merkezinin 110 km kuzeydoğusunda yer almaktadır (Şekil 1.) . SBG Yalvaç ilçe merkezi ile üç yerleşim yerinde 2062 ha tarım arazisinin sulanması, yerleşim birimleri ve arazilerinin taşkınlarından korunması amacıyla 1973 yılında inşa edilmiştir. DSİ'den sağlanan 2017 yılına ait bilgilerde SBG'nün mevcut su kotu 1178,03 m, mevcut su kotunda alanı 82,32 ha ve hacmi 6,40 hm<sup>3</sup> olarak verilmektedir. SBG; Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik (Demirci) Çayı olmak üzere iki su kaynağı tarafından beslenmektedir. Bağlarbaşı Deresi'nde yıl boyu yüzeysel akış görülürken; bölgede içme suyu kaynağı olarak kullanılan Gemredik Çayı'nda yaz ve sonbahar aylarında yüzeysel akış görülmemiştir. Gölün çıkış suyu; Sücüllü Deresi'nde yılın bazı zamanlarında akış görülmektedir. SBG de yoğun olmamakla birlikte sportif balıkçılık yapılmakta, sazan (*Cyprinus carpio*), havuz balığı (*Carassius gibelio*) ve çok az miktarda gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) avlanmaktadır. SBG de ruhsat kapasitesi 300 ton/yıl olan bir alabalık işletmesi bulunmakla birlikte son dört yıldır faaliyet göstermemektedir. Bu tesis 2013 yılında 157 tonluk üretim bildirilmiştir. Gölde SKKY (2009) ve APHA (2005) uygun olarak Mayıs 2017- Nisan 2018 tarihleri arasında 9 örnekleme noktasından alınan su örnekleri koyu renkli 1 litrelik polietilen şişelerle laboratuvara taşınmış ve analizleri yapılmıştır. Bazı parametrelerin ölçümü yerinde yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı, ölçüm ve örnekleme istasyonları.

## Yöntem

Orto fosfat fosforu ( $PO_4\text{-P}$ ) ve toplam fosfor ( $\mu\text{g/L}$ ) analizleri: Merc fotometrik test kitleri kullanılarak Nova 60 Spektroquant marka spektrofotometre ile yapılmıştır.

Gölün fiziksel limnolojik özelliklerini belirlemek üzere gölün morfolojisi, besleyen kaynaklar, topografik yapı, kıyı şekilleri ve özellikleri, derinlik ve değişimi, taban yapısı üzerinde gözlem, ölçüm ve incelemeler Wetzel ve Likens (2000)'e göre yapılmıştır. SBG yüzey alanı, maksimum ve minimum hacim, debi, seviye ve su bilançosuna ait veriler DSİ den; su toplama havzasının yıllık yağış verileri Yalvaç Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Hesaplanan morfolojik özellikler aşağıda belirtilmiştir;

Derinlik (Z): SBG derinliği örnekleme yapılan bottan iskandil yardımıyla ölçülerek bulunmuştur.

Ortalama derinlik ( $\bar{Z}$ ): SBG'nün hacminin (V,  $\text{hm}^3$ ) yüzey alanına (A, ha) bölünmesi ile hesaplanmıştır.

$$\bar{Z} = V/A$$

Uzunluk (l): Göllerin iki kıyısı arasındaki en uzak mesafedir. Ölçümü 1/2000 ölçekli haritadan yapılmıştır. olarak verilmiştir.

Genişlik(B): Alanın (A, ha) maksimum uzunluğa (l, km) bölünmesi ile bulunmuştur.

$$B = A/l$$

Kıyı çizgisi uzunluğu: Ölçümü 1/2000 ölçekli batimetrik haritadan ip yöntemiyle maksimum su kotundaki alan dikkate alınarak yapılmıştır.

Kıyı çizgisi gelişimi (DL): Kıyı çizgisi uzunluğunun gölle aynı alana sahip dairenin çevresine bölünmesi ile hesaplanmıştır.  $DL = L/(2 \sqrt{\pi \times A})$

## SBG'nün Su Bütçesinin Hesaplanması

Çalışmada kullanılan su bütçesi denklemleri aşağıda verilmiştir (Hacısalıhoğlu ve Karaer 2018).

$$\text{Su Bütçesi} = Q_{\text{dere}} + Q_{\text{yağış}} - Q_{\text{dere}} - Q_{\text{sulama}} - \text{Buharlaşma} \pm \text{Yeraltı suyu}$$

Su bütçesini oluşturan elemanlardan meteorolojik olaylar buharlaşma ve yağış faktörleridir. SBG bütçe elemanlarının hesaplanması için göle en yakın meteoroloji istasyonu olan Yalvaç Meteoroloji İstasyonundan buharlaşma miktarları (mm) ve yağış yüksekliği (mm) verileri alınmıştır. Toplam buharlaşma hacmi ( $\text{hm}^3$ ); buharlaşma yüksekliği (mm) ve göl yağış alanı ( $\text{km}^2$ ) çarpılarak; toplam yağış hacmi ( $\text{hm}^3$ ) ise, yağış yüksekliği (mm) ve göl yağış alanı ( $\text{km}^2$ ) çarpılarak hesaplanmıştır. Ayrıca, SBG'nde su bütçesinin oluşturulması aşamasında göle giren iki su kaynağı olan Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik Çayı'nın aylık debi değerleri ile gölün çıkış suyunun debileri için çalışma dönemine ait Devlet Su İşleri 18. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir.

### SBG kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi tahmini

SBG Alabalık kafes kültürü taşıma kapasitesini belirlemek amacıyla Dillon ve Rigler(1974) tarafından geliştirilip, Beveridge (1984) tarafından düzenlenen, göllerin fosfor yüklenmesine karşı sucül ekosistemin verdiği tepkiyi ölçen taşıma kapasitesi modeli kullanılmıştır. Dillon ve Rigler (1974) 'in geliştirmiş olduğu fosfor bütçe modelinde gölün hidrolojisi, alanı, ortalama derinliği, mevcut fosfor konsantrasyonu, yetiştiricilikte kullanılan yemin fosfor içeriği ve yem dönüşüm oranlarından yararlanılarak baraj gölünde uygulanabilecek maksimum alabalık üretim miktarı tahmin edilmiştir.

Dillon ve Rigler(1974)' göre alabalık yetiştiriciliğinde izin verilebilir toplam fosfor miktarı 60 mg/m<sup>3</sup>'tür. Eğer gölün mevcut ortalama toplam fosfor (TP) konsantrasyonu 60 mg/m<sup>3</sup> veya daha fazla ise bu gölün alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesi sıfırdır ve alabalık kültürüne izin verilmemelidir. Dolayısıyla müsaade edilebilir maksimum TP konsantrasyonundan (60 mg/m<sup>3</sup>) gölün mevcut TP konsantrasyonu çıkartılarak yetiştiricilik yoluyla göle yüklenebilecek TP miktarı belirlenir. Gölün mevcut TP konsantrasyonu ne kadar düşük ise göle yüklenecek TP miktarı ya da yetiştirilebilecek balık miktarı o kadar artar. Hesaplamalarda gölün ortalama derinliği, gölün su değişim oranı, sedimentin fosfor tutma katsayısı ve yem dönüşüm oranları kullanılarak taşıma kapasitesi hesap edilmiştir. (Dillon ve Rigler 1974, 1975). Taşıma kapasitesi hesaplamalarında 2,4,5,6,7,8 nolu örnekleme noktalarına ait veriler dikkate alınmıştır (Şekil 1.).

Dillon ve Rigler (1974)'in fosfor bütçe modeline göre kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi hesaplama adımları aşağıda gösterilmiştir.

1. Göle yüklenebilecek maksimum fosfor miktarı :  $\Delta P = 60 \text{ mg/m}^3 - P_{\text{göl}}$   
P<sub>göl</sub>: gölün ort. toplam fosfor konsantrasyonu (mg/m<sup>3</sup>)
2. Sedimentin fosfor tutma katsayısı (R) =  $1 / (1 + 0.747 * \sigma (0,507))$   
σ : Göl Suyu Yenilenme Süresi (σ) : Baraj gölü hacminin bir yılda kazanılan su miktarına bölümü ile bulunmuştur (Dillon ve Rigler 1975).

$$\sigma = V / NSK$$

3. Kafes balıkçılığında kaynaklanacak fosforun sedimentte tutulma katsayısı (R<sub>balık</sub>)

$$R_{\text{balık}} = x + [(1 - x) * R]$$

4. Kafes balıkçılığı ile göle yüklenebilecek fosfor miktarı (L<sub>balık</sub>):

$$L_{\text{balık}} = \Delta P * \bar{Z} * \sigma / (1 - R(\text{balık}))$$

$$\bar{Z} = \text{Ortalama derinlik (m)} = V/A$$

5. Kabul edilebilir maksimum fosfor yüklemesi (L<sub>a</sub>):

$$L_a = L_{\text{balık}} * A * 10^6$$

6. Gölün taşıma kapasitesi (K):

$$K = L_a / 1 \text{ Ton alabalık yetiştiriciliğinde çevreye verilecek fosfor miktarı}$$

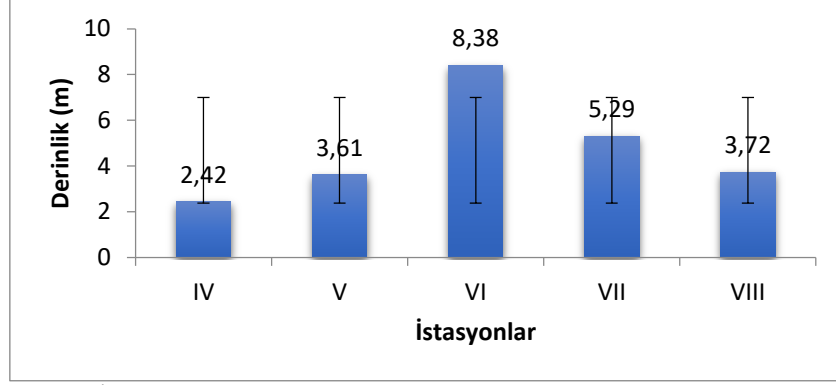
Çalışmada SBG'nün mevcut su kotundaki hacim ve alan değerleri ile minimum su kotundaki hacim ve alan değerleri dikkate alınarak SBG için mevcut su kotu için ve minimum su kotu için iki ayrı taşıma kapasitesi hesaplaması yapılmıştır.

### İstatistiksel Analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacıyla SPSS 20 bilgisayar programı kullanılmıştır. Fizikokimyasal parametrelerin örnekleme noktalarına göre farklılıkları için varyans analizi (ANOVA), grup ortalaması arasındaki farklılıklar Tukey testi ile çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiş ve önem seviyesi olarak P<0.05 kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen veri setleri için Kruskal-Wallis nonparametrik testi kullanılmıştır. Çizelge ve grafikler için Microsoft Excel 2013 ve SPSS 20 programları kullanılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

**Derinlik:** Çalışma boyunca yapılan ölçümlerde en yüksek derinlik değeri Nisan 2018 ayında VI İstasyonda (12,57 m), en düşük derinlik değeri ise Ekim 2017'de VIII. İstasyonda (0,5 m) ölçülmüştür (Şekil 2.).



Şekil 2. İstasyonlara göre maksimum, minimum ve ortalama derinlik değerleri

### Ortalama derinlik

Hesaplamalar sonucunda SBG'nün ortalama derinliği 7,77 m olarak bulunmuştur (Şekil 2.).

$$\bar{Z} = V/A$$

$$\bar{Z} = 6396896,69 \text{ m}^3 / 823168,00 \text{ m}^2 \quad \bar{Z} = 7,77 \text{ m}$$

Wetzel (2001), özellikle ortalama derinlik olmak üzere, göl morfometrisinin göl verimliliği üzerindeki iklimsel ve edafik faktörlere bağlı etkisi üzerine dikkat çekmiştir. Ortalama derinlik morfometrik koşullar için en iyi indeks olarak kabul edilir ve genellikle büyük göller arasında birçok trofik düzeydeki üretkenlikle ters korelasyon gösterir.

**Uzunluk (L) :** SBG'nün maksimum su kotunda uzunluğu yaklaşık 3000 m olarak ölçülmüştür.

**Genişlik (B):** SBG'nün genişliği yaklaşık 275 m olarak bulunmuştur

$$B = A / l \quad B = 0,8232 \text{ km}^2 / 3 \text{ km} \quad B = 275 \text{ m}$$

**Kıyı Çizgisi Uzunluğu:** Ölçümü 1/2000 ölçekli batimetrik haritadan (Şekil 4.2.3.) maksimum su kotundaki alan dikkate alınarak ip yöntemi ile 6000 m olarak ölçülmüştür.

**Kıyı çizgisi gelişimi (DL):** Kıyı çizgisi uzunluğunun gölle aynı alana sahip dairenin çevresine oranlanması ile hesaplanmıştır

$$D_L = L / (2 \sqrt{\pi \times A}) \quad \pi = 3,14$$

$$D_L = 6 / (2 \sqrt{(3,14 \times 0,8232)})$$

$$A = 82,32 \text{ ha} = 0,8232 \text{ km}^2 \quad D_L = 1,86$$

Daire şeklinde göllerde  $D_L = 1$ 'dir. Çok sayıda gölün yapısı dairesellikten büyük oranda sapma gösterir. Çoğu gölün DL değeri yaklaşık 2 olup, şekil olarak dairesel değildir veya eliptiktir. SBG'nde bu değere henüz ulaşılmadığı için kıyı gelişimi olgunlaşmamıştır. Kıyı çizgisi oluşumu göl hacmine oranla daha fazla litoral kommunité gelişimine olanak verdiği için ayrıca önemlidir. (Wetzel, 2001).

### SBG'nün Su Bütçesi

Göle giren toplam ortalama debi olarak Bağlarbaşı Deresi ve Gemredik Çayı'nın ortalama debilerinin toplamı olan  $0,217 \text{ m}^3/\text{sn}$  olarak alınmıştır. Bu akım SBG'ne yılda  $6,85 \text{ hm}^3$  su girişi sağlamaktadır.

Gölden çıkan ortalama debi ise SBG'nün çıkış noktasının ortalama debisi  $0,647 \text{ m}^3/\text{sn}$ 'dir. Baraj gölünün çıkış noktasından bir yıl boyunca yalnızca Temmuz ayında akış görüldüğünden dolayı SBG'nden  $1,7 \text{ hm}^3$  su çıkışı gerçekleşmektedir.

Isparta Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden alınan verilere göre Yalvaç ilçesinin 2017 yılı yıllık yağış yüksekliği 518 mm; yıllık buharlaşma yüksekliği 342,7 mm olarak bildirilmiştir (Isparta Meteoroloji İl Müdürlüğü, 2018). SBG'nün yağış alanı  $134 \text{ km}^2$  olarak bildirilmiştir (DSİ, 2018). Su bütçesi hesaplamalarında kullanılan bir diğer bütçe elemanı yeraltı suyu miktarıdır. Yeraltı suyuna ait veri bulunmadığından yeraltı suyundan giren ya da çıkan su miktarı hesaplamalara katılmamıştır.

**Tablo 1.** SBG su bütçesi elemanları

SBG'ne gelen su miktarı				
Bağlarbaşı Deresi (hm <sup>3</sup> )	Gemredik Çayı (hm <sup>3</sup> )	Yağış (mm)	Toplam yağış (hm <sup>3</sup> )	Toplam Gelen Su (hm <sup>3</sup> )
5,05	1,80	518	69	75,9
SBG'nden çıkan su miktarı				
Süçüllü Barajı Çıkış (hm <sup>3</sup> )	Buharlaşma (mm)	Toplam Buharlaşma (hm <sup>3</sup> )	Sulama (hm <sup>3</sup> )	Toplam Çıkan Su (hm <sup>3</sup> )
1,7	342,7	45	8,78	55,5

Bu hesaplamalardan SBG'nün net su kazancı (NSK) = Toplam Gelen Su – Toplam Çıkan Su eşitliğinden hesaplanmış ve;

$$NSK = 75,9 \text{ hm}^3/\text{yıl} - 55,5 \text{ hm}^3/\text{yıl}$$

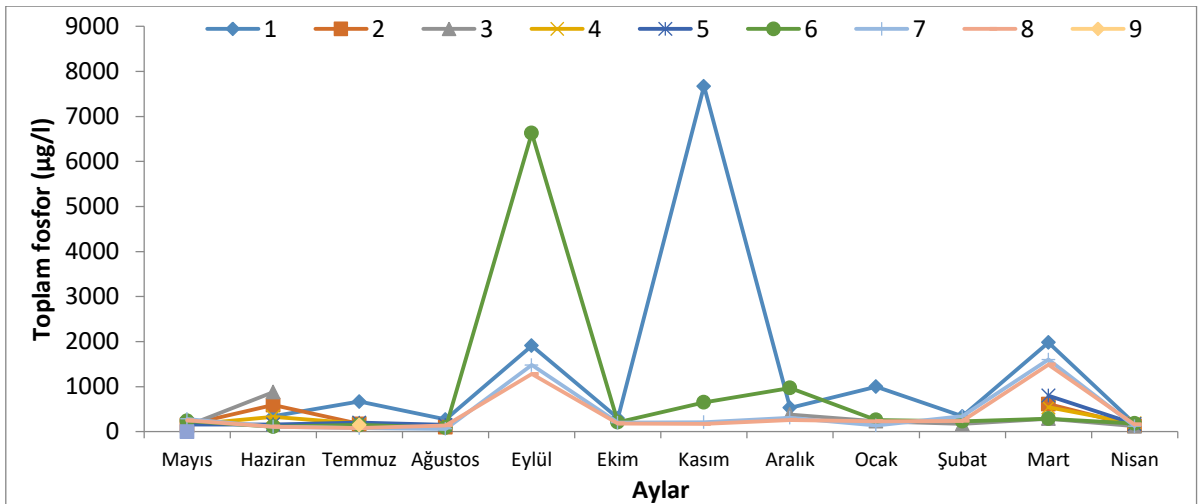
NSK= 20,4 hm<sup>3</sup>/yıl olarak bulunmuştur.

### SBG'nün Toplam Fosfor Değerleri

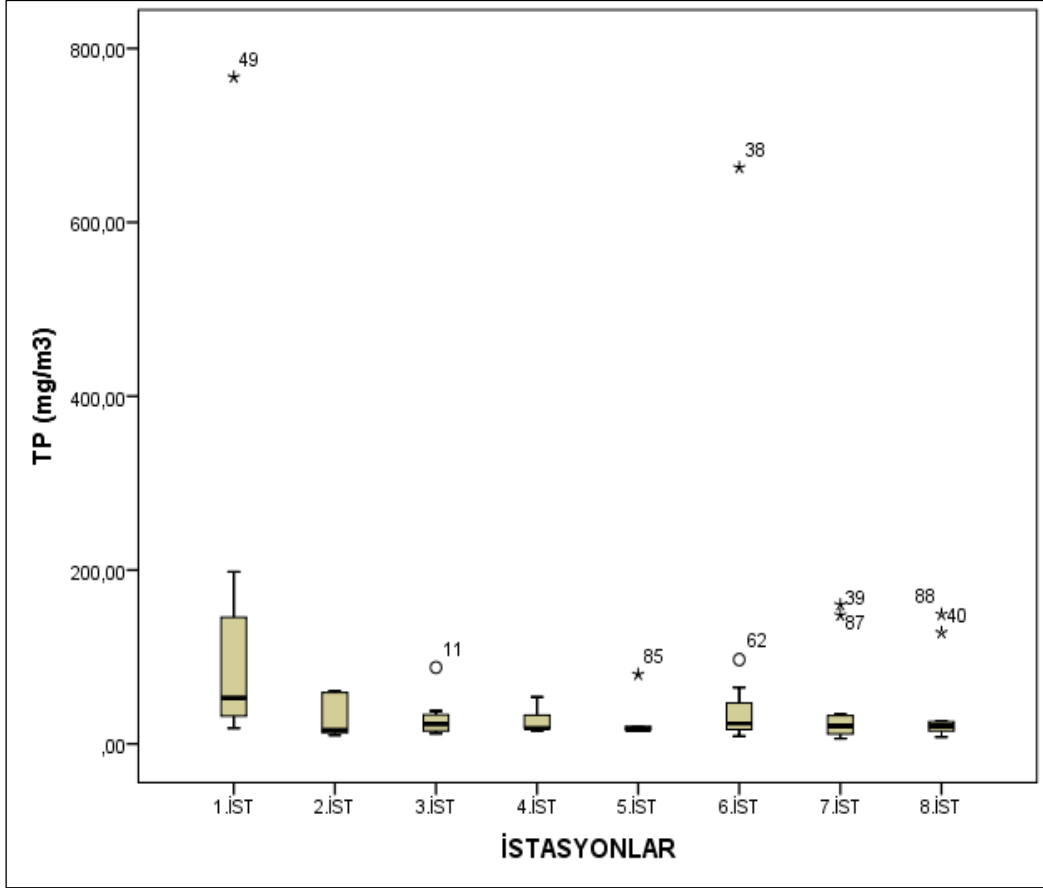
SBG yıllık ortalama TP değerleri 27,6 – 130,89 mg/m<sup>3</sup> arasında değişim göstermiştir. Baraj gölünü besleyen dereler hariç SBG'nün ortalama TP konsantrasyonu 41,14±21,5 mg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer göz önüne alındığında SBG suyu TP açısından YSKY'ne göre II. Sınıf (iyi) ile III. Sınıf (orta) arasında su kalitesini sağlamaktadır (Anonim, 2012).

Örnekleme aylarında TP değerlerinin normal dağılış göstermediği ve varyasyonun önemli olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Tukey ve Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre Eylül ve Kasım ayları en yüksek TP değerlerine sahip olduğu; bu ayları sırasıyla Mart, Aralık; Ocak, Haziran, Şubat, Ekim ve Temmuz aylarının takip etmektedir. Ancak aralarındaki fark önemsizdir (p>0,05). En düşük TP ise Mayıs, Nisan ve Ağustos aylarında görülmüştür.

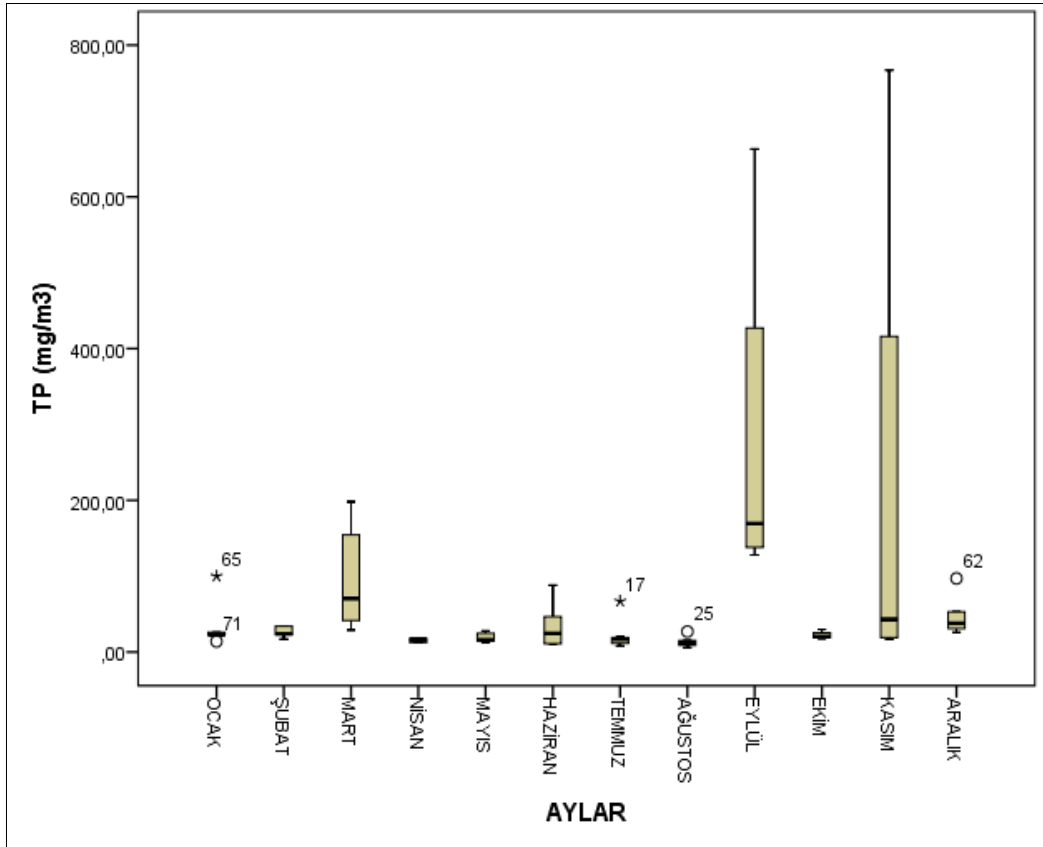
Örnekleme noktalarında en yüksek TP değeri I. İstasyonda Kasım ayında (767 mg/m<sup>3</sup>) ölçülmüştür. Yine I. İstasyonda Kasım ayında ortofosfat fosforu, AKM ve Chl-a değerleri de en yüksek değerde görülmüştür. Görülen bu ekstrem değerlerin sebebinin bunlar olabileceği kanısına varılmaktadır. SBG içerisindeki örnekleme noktalarında en yüksek TP değeri 663 mg/m<sup>3</sup> ile VI. İstasyonda Eylül ayında ölçülmüştür. SBG'nün gövdesine yakın, derinliği ve sediment birikimi daha fazla olan VI. İstasyonun TP konsantrasyonunun daha yüksek bulunması beklenen bir durumdur. Bu değer gölde geçmiş yıllarda yapılan kafes balıkçılığı faaliyetlerinin etkisinin gölde halen devam ettiğini göstermektedir. SBG'ne besin elementi girişini sağlayan en önemli kaynaklar gölü besleyen dereler ve gölün etrafında bulunan tarım arazileridir.



Şekil 3. İstasyonlarda toplam fosforun TP aylara göre değişimi.



Şekil 4. İstasyonlarda ortalama TP değerlerinin değişimi



Şekil 5. Örnekleme aylarında ortalama TP değerlerinin değişimi



### SBG'nün Kafes Balıkçılığı Taşıma Kapasitesi Tahmini

Çalışmada gölün mevcut su kotundaki 6,40 hm<sup>3</sup> hacim ve 82,32 ha alan değerleri ile minimum su kotundaki 0,57 hm<sup>3</sup> hacim ve 26,28 ha alan değerleri dikkate alınarak Sücüllü Baraj Gölü için mevcut su kotu için ve minimum su kotu için iki ayrı taşıma kapasitesi hesaplaması yapılmıştır (Tablo 2. ve Tablo 3.).

**Tablo 2.** SBG'nün mevcut su kotunda hidrolojik verileri, ortalama fosfor konsantrasyonu ve taşıma kapasitesinin hesaplanması.

Parametre	Değer
Mevcut su kotundaki göl alanı (A) (ha)	82,32
Mevcut su kotundaki göl hacmi (V) (hm <sup>3</sup> )	6,40
Ort. Derinlik ( $\bar{Z}= V/A$ ) (m)	7,77
Net su kazancı (NSK) (hm <sup>3</sup> /yıl)	20,4 hm <sup>3</sup> /yıl
Yıllık su değişim oranı (y <sup>-1</sup> ) ( $\sigma =V/ NSK$ )	0,31
SBG ort. Fosfor konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	41,1
Ticari alabalık yeminin P içeriği (%)	1,5
1 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	15
Alabalığın P içeriği (%)	0,48
Hasat edilen 1 ton alabalıktaki P miktarı (kg)	4,8
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için kullanılacak yem miktarı (ton)	1.2
1.2 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	18
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg)	18-4,8= 13,2
Göle yüklenebilecek maksimum. P miktarı ( $\Delta P= 60-P$ )	60 – 41,1 = 18,9 mg/m <sup>3</sup>
Sedimentin P tutma katsayısı ( $R= 1/ (1+0,747* \sigma^{0,507})$ )	$R= 1/ (1+0,747*0,31^{0,507}) = 0,75$
Kafes balıkçılığında kaynaklanacak fosforun sedimentin tutulma katsayısı ( $R_{balık} = x + [(1-x) * R]$ )	$R_{balık} = 0,5 + [(1 - 0,5) * 0,75] = 0,85$
Kafes balıkçılığı ile yüklenebilecek fosfor miktarı ( $L_{balık} = \Delta P * \bar{Z} * \sigma / 1 - R_{balık}$ ) (g/m <sup>2</sup> /yıl)	$L_{balık} = 18,9 * 7,77 * 0,31 / (1 - 0,875) = 0,3$
Kabul edilebilir max. Fosfor yüklemesi ( $L_a = L_{balık} * A * 10^6$ )	$L_a = 0,3 * 0,82 * 10^6 = 0,25 * 10^6$
<b>SBG mevcut su kotunda taşıma kapasitesi</b> <b>(<math>K = L_a / 1.2</math> yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg) ) *</b>	<b><math>K = 0,25 * 10^6 / 13,2 = 18939</math> kg/yıl = 18,94 ton/yıl</b>

\*"x" 0,35 ile 0,55 arasında önerilmektedir. Bu çalışmada 0,5 alınmıştır.

SBG'nün mevcut su kotunda kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi **18,94 ton/yıl** olarak bulunmuştur.



**Tablo 3.** SBG'nün minimum su kotunda hidrolojik verileri, ortalama toplam fosfor konsantrasyonu ve taşıma kapasitesinin hesaplanması.

Parametre	Değer
Minimum su kotundaki göl alanı (A) (ha)	26,28
Minimum su kotundaki göl hacmi (V) (hm <sup>3</sup> )	0,57
Minimum su kotundaki ortalama derinlik ( $\bar{Z} = V/A$ ) (m)	2,1
Net su kazancı (NSK) (m <sup>3</sup> /yıl)	20,4
Minimum su kotundaki yıllık su değişim oranı (y <sup>-1</sup> ) ( $\sigma = V/NSK$ )	0,027
SBG ortalama fosfor konsantrasyonu (mg/m <sup>3</sup> )	41,1
Ticari alabalık yeminin P içeriği (%)	1,5
1 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	15
Alabalığın P içeriği (%)	0,48
Hasat edilen 1 ton alabalıktaki P miktarı (kg)	4,8
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için kullanılacak yem miktarı (ton)	1,2
1,2 ton alabalık yemindeki P miktarı (kg)	18
FCR 1,2:1 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg)	18-4,8= 13,2
Göle yüklenebilecek maksimum P miktarı ( $\Delta P = 60 - P$ )	60 - 41,1 = 18,9 mg/m <sup>3</sup>
Sedimentin P tutma katsayısı ( $R = 1 / (1 + 0,747 * \sigma^{0,507})$ )	$R = 1 / (1 + 0,747 * 0,027^{0,507}) = 0,9$
Kafes balıkçılığında kaynaklanacak fosforun sedimentin tutulma katsayısı ( $R_{balık} = x + [(1-x) * R]$ )	$R_{balık} = 0,5 + [(1-0,5) * 0,9] = 0,95$
Kafes balıkçılığı ile yüklenebilecek fosfor miktarı ( $L_{balık} = \Delta P * \bar{Z} * \sigma / 1 - R_{balık}$ )	$L_{balık} = 18,9 * 2,1 * 0,027 / (1 - 0,95) = 0,02 \text{ g/m}^2/\text{yıl}$
Kabul edilebilir max. Fosfor yüklemesi ( $L_a = L_{balık} * A * 10^6$ )	$L_a = 0,02 * 0,262 * 10^6 = 0,005 * 10^6$
<b>SBG minimum su kotunda taşıma kapasitesi (K= L<sub>a</sub>/ 1.2 yem dönüşüm oranında 1 ton alabalık yetiştirmek için çevreye verilecek fosfor (kg))</b>	<b>K= 0,005*10<sup>6</sup> / 13,2 = 379 kg/yıl</b> <b>Yaklaşık 0,4 ton/yıl</b>

"x" 0,35 ile 0,55 arasında önerilmektedir. Bu çalışmada 0,5 alınmıştır.

SBG'nün minimum su kotunda kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi **0,4 ton/yıl** olarak bulunmuştur.

Mevcut su kotu ve minimum su kotunda taşıma kapasitesi hesaplamalarının ortalamaları alınarak SBG'nün kafes balıkçılığı taşıma kapasitesi ortalama **9,67 ton/yıl** olarak hesaplanmıştır.

Görüldüğü gibi taşıma kapasiteleri arasında çok büyük farklar vardır. SBG gibi su seviyesi değişimlerinin yüksek olduğu baraj göllerinde kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin hesaplamalarında mevcut su kotuna göre değil, minimum su kotundaki alan ve hacim verilerine göre taşıma kapasitesinin hesaplanması hem baraj gölünün su kalitesinin korunması hem de sürdürülebilir kafes balıkçılığı faaliyetleri için daha uygun olacağı kanısına varılmıştır. Ayrıca Dillon ve Rigler (1974), alabalık yetiştiriciliğinde izin verilebilir toplam fosfor miktarını 60 mg/m<sup>3</sup> olarak belirtmiş olmakla birlikte, genel özelliklerine göre ötrofik olarak sınıflandırılan göllerin çoğunluğu 30 mg/m<sup>3</sup> miktarın üzerinde toplam fosfor içermektedir. Taşıma kapasitesinin hesaplanmasında önerilen 60 mg/m<sup>3</sup> miktarın yanı sıra, baraj gölünün ekolojik bütünlüğünün bozulmaması dikkate alınarak, alt sınırının belirlenmesinde 30 mg/m<sup>3</sup> olarak alınması söz konusu baraj gölünde balık üretimi yapılmaması gerektiğini daha net bir şekilde ortaya koymaktadır (Ayekin vd., 2018).

ASC (Aquaculture Stewardship Council) Tatlı Su Alabalık Standardı için belirlediği gerekliliklerde "Su kütlesinin başlangıçtaki toplam fosfor konsantrasyonu  $\leq 20 \mu\text{g/L}$  olmalıdır" şartı yer almaktadır. (ASC, 2013). SBG'nün ortalama toplam fosfor konsantrasyonu 41,14 mg/m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır ve göl ötrofik durumdadır. Dolayısıyla Sücüllü Baraj Gölü'nde açılacak bir kafes balıkçılığı işletmesinin ASC standartlarını karşılayamayacağı, bu sistemde kafes balıkçılığı yapılamayacağı görülmektedir.

YSKY (2012)'nde Madde 14'ün 4 ve 5. Bentlerinde; baraj göllerinde minimum su kotundaki BG alanının Bakanlıkça taşıma kapasitesi belirlenene kadar, en fazla %3'üne kadar alanda Bakanlığın uygun görüşü ile balık yetiştiriciliği tesislerinin kurulmasına izin verilir.

SBG'nün minimum su kotundaki 26,28 ha alanın %3'ü olan 0,78 ha gölde yetiştiricilik yapılabilecek alandır. SBG'nde önceki yıllarda faaliyet gösteren kafes balıkçılığı işletmesi 300 ton/yıl kapasitede açılmıştır. Bu değer 0,78 ha'lık alan için uygun bir kapasite olmamakla birlikte söz konusu işletme 2015 yılında 157 ton/yıl üretim bildirmiştir. Bulut vd.(2012); SBG'ndeki alabalık işletmesindeki balık ölümlerini araştırdıkları çalışmalarında işletmedeki balıkların karaciğer, dalak ve böbrek dokularından besiyerlerine yapılan ekimlerde herhangi bir bakteri üremesi görülmediğini bildirmişlerdir. Balık ölümlerine SBG'nün su kalitesi problemleri ve balıklarda görülen stresin sebep olduğunu öne sürmüşlerdir.

Dillon ve Rigler (1974)'in fosfor bütçe modelinin uygulandığı taşıma kapasitesi tahmini çalışmalarında; Ayekin vd., 2018; ülkemizdeki üçüncü büyük baraj gölü olan Karakaya Baraj Gölü'nde kafeslerde alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin fosfor yüklenme modeli kullanarak tahmin etmişlerdir. Araştırmacılar; kabul edilebilir fosfor yükü  $30 \text{ mg/m}^3$ , yemdeki fosfor içeriği % 1.5, yem dönüşüm oranı 1.5-2.0 arasında kabul edilerek ortalama derinliği 35.75 m, yüzey alanı  $268 \text{ km}^2$  ve ortalama toplam fosfor konsantrasyonu  $14,5 \text{ mg/m}^3$  olan gölde kafeslerde alabalık yetiştiriciliği için kapasitesi en düşük 50 bin ton/yıl olarak hesaplamıştır. Ancak çevresel kaygılar ve hata payları göz önüne alındığında fosfor konsantrasyonunun en yüksek olduğu temmuz ayı için hesaplanan 43 bin tonluk taşıma kapasitesinin çevresel açıdan daha anlamlı olacağını, ayrıca alt havzadaki baraj göllerinin ötrofik durumları da dikkate alınarak; 10 bin ton kapasiteye ulaşılmasını takiben ötrofikasyon izleme programları oluşturulması gerektiğini bildirmişlerdir. Pulatsü (2002) tarafından, ağ kafeslerde entansif gökkuşağı alabalığı yetiştiriciliğinin yapıldığı ortalama toplam fosfor konsantrasyonu  $53,10 \text{ mg/m}^3$  olan Kesikköprü Baraj Gölü'nün (Ankara) taşıma kapasitesi 3335 ton/yıl bulunmuştur. Tahmin edilen bu değer gölün o döneme ait kapasitesinin yaklaşık olarak on katından fazla olduğu belirtilmiştir. Kesikköprü Baraj Gölü'nde pelet ve ekstrude yem kullanan iki farklı ağ kafes işletmesi verileri baz alınarak elde edilen kantitatif bulgular aracılığıyla, yetiştiriciliğin ötrofikasyona etkisini minimuma indirmek açısından ekstrude yem kullanımının uygun olacağı belirlenmiştir. Büyükcapar ve Alp (2006) Menzelet Baraj Gölü'nün (Kahramanmaraş) toplam kabul edilebilir fosfor yüklemesi ve taşıma kapasitesini sırasıyla  $84,67 \times 10^6 \text{ g/yıl}$  ve 6998 ton/yıl olarak tahmin etmişlerdir. Buhan vd., (2010) Almus Baraj Gölü'nün (Tokat) taşıma kapasitesini 5536 ton/yıl alabalık olarak tahmin etmiştir. Polat (2009) ise Almus Baraj Gölü'nde 4023,33 – 6981,76 ton/yıl değerleri arasında yetiştiricilik yapılabileceğini ileri sürmüştür. Alp (2015); Karkamış Baraj Gölü (Gaziantep)'nün ortalama TP konsantrasyonu  $46,2 \text{ mg/m}^3$  ve gölün alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesini 26144 ton/yıl olarak hesaplamıştır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Dillon ve Rigler (1974)'in fosfor bütçe modeli kullanılarak SBG'nün fosfor taşıma kapasitesi hesaplanmış ve sonucunda gölde ötrofikasyon riski oluşturmadan ne kadar alabalık yetiştiriciliği yapılabileceği belirlenmiştir. Hesaplamalarda SBG için minimum su kotunda 0,4 ton/yıl ve mevcut su kotunda 18,94 ton/yıl olarak iki ayrı taşıma kapasitesi değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu iki değer ortalama alınmış ve SBG'nün taşıma kapasitesi ortalama 9,67 ton/yıl olarak bulunmuştur. Üretim yapılmaya devam edilecekse üretim kapasitesi düşürülmelidir.

Baraj göllerinde yapılacak su ürünleri yetiştiriciliği için taşıma kapasitesi belirlenirken maksimum ve minimum su seviyelerinin dikkate alınması gereklidir. SBG gibi su seviyesi değişimlerinin yüksek olduğu baraj göllerinde kafes balıkçılığı taşıma kapasitesinin hesaplamalarında mevcut su kotuna göre değil, minimum su kotundaki alan ve hacim verilerine göre taşıma kapasitesinin hesaplanması gereklidir. Bu yöntem hem baraj gölünün su kalitesinin korunması hem de sürdürülebilir kafes balıkçılığı faaliyetleri için daha uygun görülmektedir.

SBG'nün ortalama TP konsantrasyonu  $41,14 \text{ mg/m}^3$  olarak hesaplanmıştır, ayrıca SBG ötrofik durumdadır. Dolayısıyla SBG'nde açılacak bir kafes balıkçılığı işletmesinin ASC standartlarını karşılamayacağı, bu sistemde kafes balıkçılığı yapılamayacağı görülmektedir.

SBG'ne besin elementi yükleyen başlıca kaynaklar gölü besleyen dereler ve gölün çevresindeki tarım arazileridir. Gölün su kalitesinin geleceği açısından SBG için bir yönetim planı oluşturulmalı ve gölün su kalitesi izleme çalışmaları yapılmalıdır. Bu haliyle kafes balıkçılığına uygun olmadığı görülen SBG'de yapılacak kafes balıkçılığı faaliyetleri yapılacaksa gölün su kalitesi iyileştirildikten sonra buna karar verilmelidir. Ayrıca SBG'nün Gelendost-Afşar Çayı vasıtasıyla Eğirdir Gölü'nü etkileme potansiyeli olduğundan içme suyu kaynağı olarak kullanılan Eğirdir Gölü'ne etkisi göz

önünde bulundurulmalıdır. SBG'nün su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi için SBG'nü besleyen kaynaklardan Bağlarbaşı Deresi'ne evsel atık su deşarjının önlenmesi, yerleşim yerlerine arıtma sistemleri kurulması ve SBG etrafında tarım arazilerinden kaynaklanan besin elementi yüklemesinin azaltılması gereklidir.

Su ürünleri yetiştiriciliğinden kaynaklanan fosfor kirliliğinin azaltılması çalışmaları ülkemizde yeterli seviyede değildir. Özellikle yem sektöründe çalışan firmaların ve piyasada bulunan yemlerdeki fosfor oranlarının azaltılmasına yönelik çalışmalar için ekonomik olmamaktadır. Bu yüzden ülkemiz için yapılacak çalışmalar; işletmelerin yoğun bir şekilde gözlenmesi, su kaynaklarının taşıma kapasitelerinin belirlenmesi, işletmelerin kurulacağı yerlerin seçiminde özen gösterilmesi ve en önemlisi yemleme oranları ve tekniklerin geliştirilmesi ile mümkün olacaktır. Bu tür çalışmalar doğal çevrenin korunması yanında işletmelerin karşılaşacağı risklerin önlenmesi ve ekonomik yönden gelişmesine de yardımcı olacaktır.

Yapılan çalışma SBG'nün limnolojik özellikleri ile ilgili ilk bilimsel çalışmadır. Bilimsel araştırma verileri ve modeller kullanılarak yapılan tahminlerin iç su kaynaklarımızın doğru yönetimi, korunması, sürdürülebilir kullanımı açısından yararlı bilgiler üreteceği, çevre dostu kafes balıkçılığı ve kapasite belirleme çalışmalarına ışık tutabileceği beklenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alp, A. (2015). Karkamış Baraj Gölü'nün kafeslerde alabalık yetiştiriciliği açısından taşıma kapasitesi raporu. *KSÜ Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü*, 5s, Kahramanmaraş.
- Anonim (2012). Yerüstü su kalitesi yönetmeliği. 30 Kasım 2012 Tarih ve 28483 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim (2019). Ülkemizde Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Mevzuatı ve Alan Belirleme Çalışmaları. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr/>
- APHA, (2005). *Standart Methods for The Examination Of Water And Wastewater*. American Public Health Association, 1134p, Washington, DC.
- ASC, (2013). *ASC Freshwater Trout Standart Version 1.0*. Retrieved from <http://www.asc-aqua.org>
- Aşır, U. (2007). Kesikköprü Baraj Gölü'nde ağ kafeslerde Gökkuşluğu Alabalığı'nın (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) pelet ve ekstrude yemle besiciliğinden kaynaklanan azot-fosfor yükünün tahmini. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Ayekin, B., Yeşilayer, N., & Buhan, E. (2018). Karakaya Baraj Gölü (Malatya) ağ kafes sistemlerinde alabalık yetiştiriciliği için taşıma kapasitesinin tahmini. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7(3), 101-110.
- Beveridge, M.C.M. (1984). Cage and pen fish farming carrying capacity models and environmental impact. *FAO Fish.Tech.Pap*, 131p. Technichal Report 225.
- Buhan, E., Koçer, M.A.T., Polat, F., Doğan, H.M., Dirim, S. & Neary, E.T. (2010). Almus Baraj Gölü Su Kalitesinin Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi Ve Taşıma Kapasitesinin Tahmini. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 57-65.
- Bulut, C., Meke, T., Akçimen, U., & Ceylan, M. (2012). Sücüllü Baraj Göleti'ndeki (Yalvaç, Isparta) bir gökkuşluğu alabalığı işletmesinde görülen *L. cyprinacea* enfestasyonu. V. Ulusal Limnoloji Sempozyumu, Isparta, 82.
- Büyükçapar, H.M. & Alp, A. (2006). The Carrying Capacity and Suitability of the Menzelet Reservoir (Kahramanmaraş-Turkey) for Trout Culture in Terms of Water Quality. *Journal of Applied Sciences*, 6(3), 2774-2778.
- Dillon, P.J., & Rigler, F.H. (1974). A test of a simple nutrient budget model predicting the phosphorus concentration in lake water. *J.Fish.Res.Board Can*, (31), 1771-1778.
- Dillon, P.J., & Rigler, F.H. (1975). A simple method for predicting the capacity of a lake based on a lake trophic status. *J.Fish.Res.Board Can*, (32), 1519-1531.
- DSİ, (2018). SVT Rasatlar Bilgi Bankası. Retrieved from. <http://svtbilgi.dsi.gov.tr/Sorgu.aspx>
- Hacısalihoğlu, S., & Karaer, F. (2018). Göllerde su bütçesi hesaplaması: Uluabat Gölü örneği. *Toprak Su Dergisi*, 7 (2), 21 – 27.
- Uçkun A. A. (2011). Karakaya Baraj Gölü'nde kafes balıkçılığının su kalitesi ve bazı balık popülasyonlarının biyolojik parametreleri üzerine etkileri. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Polat, F. (2009). Almus Baraj Gölü'nde bazı fizikokimyasal parametrelerin coğrafi bilgi sistemleri ile değerlendirilmesi ve gölün fosfor taşıma kapasitesinin belirlenmesi. (Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Pulatsü, S. (2002). The Application of a Phosphorus Budget Model Estimating the Carrying Capacity of Kesikköprü Dam Lake. *Turkish Journal of Veterinerian and Animal Science*, 27, 1127-1130.
- Pulatsü, S., Topçu, A., & Atay, D. (2014). *Su Kirlenmesi ve Kontrolü*. II. Baskı, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara.

- Simanjuntak, H.B.C.I., & Muhammad, F. (2018). carrying capacity of Kedungombo Reservoir for net cage culture, *E3S Web of Conferences* 73, 03018.
- Stigebrandt, A., Aure, J., Ervik, A. & Hansen, P.K. (2004). Regulating the local environment impact of intensive marine fish farming a model for estimation of the holding capacity in the modelling-ongrowing fish farms monitoring system. *Aquaculture*, 234, 239-261
- Wetzel, R.G., & Likens, G.E. (2000). *Limnological Analyses*. Third Edition, Springer-Verlag Inc., New York.
- Wetzel, R.G. (2001). *Limnology lake and river ecosystems*. Third Edition, Academic Press, California.