

## Çatak ve Gürpınar (Van, Türkiye)'da Alabalık Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Stok Yoğunluklarının Belirlenmesi

Muhammet DEMİR\* 

\* Van Tarım ve Orman İl Müdürlüğü, 65040, Tuşba, Van, Türkiye

Sorumlu Yazar: Muhammet DEMİR, Email: [muhammet.demir1453@gmail.com](mailto:muhammet.demir1453@gmail.com)

**Özet:** Kültür balıkçılığında verimi etkileyen en önemli etkenlerden biri stok yoğunluğudur. Değişik stok miktarlarında büyüme oranları da farklılık göstermektedir. Stok yoğunluğu, kullanılan suyun debisine ve kalitesine bağlıdır. Yemleme, havuz hijyeni, havalandırma, üretim süresi gibi faktörler stok tespiti belirlemede önemlidir. Bu çalışmada, Van İli Çatak (8 adet) ve Gürpınar (4 adet) İlçelerinde karada kurulu 12 adet gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmesinin optimum şartlarda su kullanım ve havuz kullanım etkinliklerine göre en uygun stok yoğunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, su kullanım etkinliği bakımından  $1 \text{ L s}^{-1}$  su ile yılda elde edilen ortalama alabalık miktarının, çözülmüş oksijen ve metabolik atık esasına göre stok yoğunluğunun, Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri için,  $135 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  ve  $187.5 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri için,  $153.75 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  ve  $202.50 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  arasında yapılması uygun olacaktır. Havuz kullanım etkinliğine göre ise, havuzlarda bulunan alabalıkların  $\text{m}^3$ 'e hasat yoğunluğunun, Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmelerinde  $15.38 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $20.25 \text{ kg m}^{-3}$  arasında ve Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmelerinde,  $13.5 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $18.75 \text{ kg m}^{-3}$  arasında yapılması uygun olacaktır. Birim hacimden üretim maliyetlerini düşürmek ve fazla ürün elde etmek için belirlenen stok yoğunluğu ile üretim yapılmasının ekonomik olacağı saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Gökkuşağı alabalığı, stok yoğunluğu, Çatak, Gürpınar, Van.

### Determination of Stock Densities of Trout Farming Enterprises in Çatak and Gürpınar (Van, Turkey)

**Abstract:** One of the most important factors affecting the yield in aquaculture is stock density. Growth rates also differ in different stock quantities. Stock density depends on the quantity and quality of the water used. Factors such as feeding, pool hygiene, ventilation, production time are important in determining stock. In this study,  $1 \text{ Lt sec}^{-1}$  water inlet to the pools of 12 rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farms established on land in Çatak (8 units) and Gürpınar (4 units) Districts of Van, and optimum conditions (dissolved oxygen, temperature, PH and metabolic waste) of the pools were investigated. The stock densities that can be carried (depending on the variables) have been determined. According to the results obtained, In terms of water use efficiency, the average amount of trout obtained per year with  $1 \text{ L s}^{-1}$  water, the stock density on the basis of dissolved oxygen and metabolic waste, for the trout farms in Gürpınar District,  $135 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  and  $187.5 \text{ kg kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , for trout farms located in Çatak District, it would be appropriate to make it between  $153.75 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  and  $202.50 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . According to the pond usage efficiency, the harvest density per  $\text{m}^3$  of the trout in the ponds is between  $15.38 \text{ kg m}^{-3}$  and  $20.25 \text{ kg m}^{-3}$  in the trout enterprises in Çatak District and  $13.5 \text{ kg m}^{-3}$  and  $18.75 \text{ kg m}^{-3}$  in the trout enterprises in Gürpınar District. between them would be appropriate. It has been determined that it will be economical to produce with the determined stock density in order to reduce the production costs from the unit volume and to obtain more products.

**Keywords:** Rainbow trout, stock density, Çatak, Gurpinar, Van.

## GİRİŞ

Yüzey sularındaki çözülmüş oksijeni etkileyen en önemli faktörlerden biri su sıcaklığıdır. Su sıcaklığı arttıkça çözülmüş oksijen miktarı azalmaktadır (Bayram ve Kankal, 2015). Alabalık işletmelerinde kış aylarında sıcaklık değerlerinin düşmesinden dolayı yaz aylarına göre çözülmüş oksijen miktarı daha yüksektir. Çözülmüş oksijen miktarını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen parametreler; su sıcaklığı, su yüzeyinde atmosferik gazın kısmi basıncı suda çözülmüş tuz oranı, sudaki biyolojik olaylardır (Taş, 2006; Güner, 2011). Suyun oksijen miktarı; atmosferdeki oksijenin kısmî basıncına, su sıcaklığına, sudaki organizmalara ve su içerisindeki mineral konsantrasyonuna bağlıdır. Su sıcaklığı, çözülmüş oksijen doygunluğunu etkileyen önemli bir değişkendir. Su sıcaklığı ile oksijenin sudaki çözünürlüğü ters orantılıdır. Bu sebeple aynı çözülmüş oksijene doymuş sulara, su sıcaklığı düşük olan sular daha fazla çözülmüş oksijen tutmaktadır. Sularda meydana gelen fotosentez veya çabuk bir sıcaklık değişimi çözülmüş oksijen doygunluğunun %100'ün üzerine çıkmasına sebep olabilmektedir. Derinliği az olan sulara alglerin aşırı artması ya da diğer su bitkileri tarafından fotosentez yoluyla üretilen oksijenin doygunluk seviyesini geçmesiyle su ortamı çözülmüş oksijen bakımından aşırı doymuş hale gelebilir. Suyun doğal olarak bulunduğu ortamlarında çözülmüş oksijen doygunluğunu etkileyen faktörler; suyun saflığı, suyun sıcaklığı ve açık hava basıncıdır (su ortamının rakımı), su bitkilerinin ürettikleri fotosentez, dalga rüzgarın sebep olduğu karışımlar, suda organik madde miktarı ve suyun tabanda bulunan sedimanın oksijen ihtiyacıdır (Günay, 2018). Suda yaşayan canlılar için önemli olan çözülmüş oksijen, sıcaklığa, bitkilerin fotosentez hızına ve göllerin trofik düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Sıcaklık, basınç ve suda erimiş halde bulunan tuzlar Suyun oksijen tutma kapasitesine etki etmektedir. Su ürünleri yetiştiriciliği yapılan suların oksijenle doymuş olması istenmektedir Bremond and Vuichard (1973).

Kültür balıkçılığında verimi etkileyen en önemli etkenlerden biri stok yoğunluğudur. Değişik stok miktarlarında büyüme oranları da farklılık göstermektedir. Stok yoğunluğu balıkların metabolizmasını, yem alımını ve davranışlarını etkiler (Metcalf, 1986). Stok yoğunluğu, kullanılan suyun miktar ve su kalitesine bağlıdır. Yemleme, havuz hijyeni, havalandırma, üretim süresi, balığın büyüklüğü gibi faktörler stok tespiti belirlemede önemlidir (MEB, 2015; Emre ve Kürüm, 2007). Alabalık için ideal stoklama yoğunluğu ile ilgili birçok yayımlanmış rakamlar vardır. Bir işletmede en uygun stok yoğunluğu o bölgenin çevre koşullarına, üretim modeline göre farklılık göstermektedir. Bundan dolayı her alabalık işletmesi yemleme, sıcaklık ve oksijen arasındaki dengeye göre optimum stok yoğunluğu belirlenir.

Havuzlara iyi kalitede 1 lt s<sup>-1</sup>'lik su girişi ile hasat ağırlığına gelmiş gökkuşağı alabalığın çok uygun koşullarda, 132 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (Bardach ve ark., 1972), 96-120 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (Sedgwick, 1985), 120-202 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (Bromage, 1988), 160 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (Gockowski ve Keller, 1988), 100 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (Çelikkale, 1994), 100-125 kg (Atay, 1995), 250-300 kg (Emre, 2004; Alpbaz, 1987), 125 kg (Çelikkale, 1988), 100-150 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (MEB, 2015; Bohl, 1982) ve iyi havalandırılmış sularda 588 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> (Logan and Johnston, 1992) alabalık üretilebilir. Türkiye'deki gökkuşağı alabalık işletmelerinde 1 lt s<sup>-1</sup> su girişi ile küçük, orta ve büyük ölçekli işletmelerde sırasıyla 156, 161 ve 249 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>, ortalama 159 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> alabalık üretimi yapıldığı bildirilmiştir (Rad, 1999). Planlama güzel yapılırsa 1 lt/sn su ortamında 250-300 kg L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> alabalık üretilebilir. (Alpbaz, 1987).

Karada kurulu tesislerde, Yıldırım (1998), hasat stok yoğunluğunu gökkuşağı alabalığında, 53.76 kg m<sup>-3</sup> ve Yoloğlu (1997) bu değeri 51.2 kg m<sup>-3</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Alabalıkların 15 °C'deki su sıcaklığında stok yoğunluğu, balık büyüklüğüne bağlı olarak 25-45 kg m<sup>-3</sup> olmalıdır. Havalandırma yoğun yapıldığında stok yoğunluğu 80-90 kg m<sup>-3</sup> yapılmalıdır (Logan and Johnston, 1992). Optimum koşullarda balığın büyüklüğüne göre 15 °C'de, 25 kg m<sup>-3</sup>'ten 90 kg m<sup>-3</sup>'e kadar stoklanabilir (Demir E. ve ark., 2014; Steffens, 1981). Hasat ağırlığına gelmiş balık 50-100 kg/m<sup>3</sup>'e kadar stoklanabilir

(Steffens, 1981). Saatte 3 defa su değişimi yapılan ve derinliği 30-50 cm olan havuzlarda  $20 \text{ kg/m}^2$  ( $40-60 \text{ kg/m}^3$ ) balık stoklanır (Bohl, 1982). Balığın büyüklüğüne bağlı olarak  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de hasat yoğunluğu  $25 \text{ kg/m}^3$  'ten  $45 \text{ kg/m}^3$  'e kadar stoklama yapılabilir. Stoklama yoğunluğu havalandırmayla  $80-90 \text{ kg/m}^3$  düzeyinde uygulanabilir (Emre, 2004). Marmara Bölgesi alabalık işletmelerinin ortalama hasat yoğunluklarını küçükten büyüğe doğru işletme kapasitelerine göre  $14.5 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $15.5 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $21.8 \text{ kg m}^{-3}$  olarak hesaplamıştır (Yıldız ve Şener 2003). Rad ve Köksal (2001), ise Türkiye'deki gökkuşağı alabalık işletmelerinin kapasitelerine göre ortalama hasat yoğunlukları göre sırasıyla  $15.8 \text{ kg m}^{-3}$ ,  $16.3 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $21.8 \text{ kg m}^{-3}$  olarak gözlemlemişlerdir. Alabalık stok yoğunluğu, Ege bölgesinde faaliyet gösteren işletmelerinde  $21 \text{ kg m}^{-3}$  (Elbek, 1983), Korkuteli'nde bulunan kara işletmelerinde  $23 \text{ kg m}^{-3}$  (Erman ve Küçük, 2016), Aşağı Fırat Havzasında bulunan işletmelerinde en düşük  $3.15 \text{ kg m}^{-3}$  en yüksek  $19.65 \text{ kg m}^{-3}$  ve ortalama  $11.56 \text{ kg m}^{-3}$  (Kuzucu, 2017), Kocaeli ilinde bulunan işletmelerde en düşük  $15.70 \text{ kg m}^{-3}$ , en yüksek  $32.10 \text{ kg m}^{-3}$  ve ortalama  $20.41 \text{ kg m}^{-3}$  (Coşkun, 2019), Kahramanmaraş genelinde en düşük  $5.36 \text{ kg m}^{-3}$ , en yüksek  $23.78 \text{ kg m}^{-3}$  ortalama  $15.58 \text{ kg m}^{-3}$  (Kayacı, 2008), optimum su sıcaklığında iyi havalandırılmış bir suda stok yoğunluğu  $25-45 \text{ kg m}^{-3}$  olarak bildirilmiştir (Stevenson, 1980).

Optimum su koşullarında ağ kafeslerde hasada gelmiş balıklarda stok yoğunluğu  $20-30 \text{ kg m}^{-3}$  olarak stoklanır (Bohl, 1982; Kieckhäfer, 1983; Ruhdel, 1977). Stok yoğunluğu  $20 \text{ m}^3$  kapasiteli ağ kafeslerde maksimum  $300 \text{ kg}$  olarak üretilir. Ağ kafeslerde  $50 \text{ gr}$  ağırlığında  $\text{m}^3$ 'e en fazla  $60$  adet stoklanmalıdır. Ağ Kafeslerde porsiyonluk ( $250\text{gr}$ ) ağırlığına ulaşmış balıklar  $10-15 \text{ kg m}^{-3}$  şeklide stoklanır. (Kieckhäfer, 1983; Stevenson, 1980). Ağ kafeslerde porsiyonluk ( $250 \text{ gr}$ ) balıklar  $20-30 \text{ kg m}^{-3}$ , şeklinde üretilebilir (Crisp et al. ark., 1974). Ağ kafeslerde yetişkin bireylerde  $10-25 \text{ kg m}^{-3}$ 'e kadar stoklama yapılabilir (Stevenson, 1980). Ağ kafeslerde porsiyonluk ( $250\text{gr}$ ) balıklar  $20 \text{ kg m}^{-3}$  ağırlığa kadar stoklanabilir (Büyükhatipoğlu ve ark., 1996). Camlıgöze Barajında ağ kafeslerde yetiştiricilik yapan işletmelerde stok yoğunluğu en düşük  $10.43 \text{ kg m}^{-3}$  ve en yüksek  $12.52 \text{ kg m}^{-3}$ , ortalama  $11.48 \text{ kg m}^{-3}$  olduğu belirlenmiştir olarak hesaplanmıştır Ayrıca Baraj Gölü'nde bulunan işletmelerde porsiyonluk ( $250\text{gr}$ ) balıkların stok yoğunluğunu en düşük  $7.65 \text{ kg m}^{-3}$ , en yüksek  $22.66 \text{ kg/m}^3$  ve ortalama ise  $17.32 \text{ kg m}^{-3}$  olarak bildirmiştir (Yüngül vd., 2016).

Stok yoğunluğu, yoğun yetiştiricilik sistemleri için "kritik yetiştiricilik faktörü" olarak tanımlanmaktadır (Wedemeyer ve ark., 1997; Schreck ve ark., 1997; Ellis ve ark., 2002). Zira stok yoğunluğu, hem doğrudan kendisi bir etken olarak ve hem de stok yoğunluğunun yarattığı ikincil nedenlerden dolayı balıklarda davranış ve fizyolojilerinde farklılıklar yaratabilecek önemli bir kronik stres kaynağıdır. Bunun sonucu olarak büyümede yavaşlama, bağışıklıkta azalma ve anormal davranışlar geliştirme gibi sonuçlara neden olmaktadır (Irwin ve ark., 1999; Montero ve ark., 1999; Ellis ve ark., 2002; Barton, 2002; Iguchi ve ark., 2003; Barcellos ve ark., 2004; Kristiansen ve ark., 2004; Schram ve ark., 2006). Uygun olmayan stok yoğunluğu, sağlık sorunları ve büyüme performansındaki düşüşler gibi yetiştiricilik açısından çeşitli olumsuzluklar sergileyebilmektedir (Barcellos ve ark., 1999; Montero ve ark., 2001; Ellis ve ark., 2002; Kristiansen ve ark., 2004; Bjornsson and Olafsdottir, 2006; Papoutsoglou ve ark., 2006; North ve ark., 2006).

Ellis ve ark. (2002) stok yoğunluğu arttırıldığında su kalitesindeki azalmaların olduğunu ve buna bağlı olarak balıkların sağlık durumlarında bozulma, yüzgeç erozyonunda artış, saldırgan davranışlar gibi etkilerinde gözlendiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Salas-Letion ve ark. (2008) artan stok yoğunluğu ile kullanılan yem miktarının arttığını ve oksijen tüketiminin yüksek seviyelerde olduğunu belirtmişlerdir. Akpınar (2010) düşük stok gruplarında büyüme parametreleri açısından daha hızlı bir gelişimin ve yem değerlendirmenin görüldüğü, yem çevrim oranı ve yem etkinlik oranı bakımından yüksek stok yoğunluğu gruplarının daha iyi sonuçlar vermesine rağmen, stok yoğunluğunun ortamda stresi arttırdığı, rekabet ve saldırganlıklara neden olabileceğini bildirilmiştir.

Ayrıca düşük stok yapıldığında havuzlar verimli kullanılmamaktadır.

Alabalık işletmelerinde optimum stok yoğunluğu yemlemeye, suyun sıcaklığına, PH ve çözülmüş oksijen değerlerine göre değişim göstermektedir. Bu nedenle alabalık stok yoğunluğu belirleme çalışmaları, bölgesel ya da işletme bazlı olarak yapılması gerekmektedir.

Yapılan literatür araştırmasında, Van ilinde bulunan alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinde herhangi bir stok yoğunluğu tespiti çalışması yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, alabalıkların optimum büyüme, yem değerlendirme, havuz kullanımı, besin kullanımı, enerji tüketiminin sağlanması, alabalıklar arasındaki rekabetin, saldırganlığın, stresin önlenmesi, havuzlarda kirliliğin yaşanmaması, hastalıklara karşı korunması, işletmelerde en fazla ürünün elde edilmesi, üretim maliyetinin en aza indirilmesi, kazanç, kar ve zarar gibi denklemin ortaya çıkarılarak ekonomik kaybın önüne geçilmesi amacıyla, Van İli Çatak ve Gürpınar ilçelerinde karada kurulu gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) işletmelerinin optimum koşullarda farklı su sıcaklık, PH ve çözülmüş oksijen değerlerine bağlı olarak su kullanım ve havuz kullanım etkinliklerine göre stok yoğunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada elde edilecek verilere göre, Van ilinde bulunan alabalık işletmelerinin belirlenen stok yoğunluğuna göre üretim yaparak işletmelerin birim alanda en uygun ve en verimli şekilde alabalık yetiştiriciliği yapması sağlanacaktır.

## MATERYAL VE METOD

Çalışma, Çatak ve Gürpınar ilçelerinde bulunan karada kurulu ve farklı kapasitede olan gökkuşağı alabalığı işletmelerinde su kullanım etkinliği ve havuz kullanım etkinliğine göre iki farklı şekilde stok yoğunluğu hesaplanmıştır.

### Su kullanım etkinliğine göre stok yoğunluğu

Su kullanım etkinliği işletmenin verimliliğini ve dolayısıyla ekonomik kazancını etkilemektedir. Yıl boyunca akan  $1 \text{ L s}^{-1}$  su ile üretilen balık miktarı ( $\text{kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ) dikkate alınarak hesaplanma yapılmıştır (Arabacı, 2007). Su kullanım etkinliğine göre stok yoğunluğu iki farklı yöntem ile hesaplanmıştır.

### Birinci yöntem;

Van İlinde bulunan Gürpınar ve Çatak ilçelerindeki bulunan alabalık işletmelerinin ortalama su sıcaklık değeri ve tüketilen oksijen miktarından yararlanılarak  $P=N/R$  formülünden  $\text{m}^3$ 'e stoklanacak balık miktarı adet olarak belirlenmiştir (Arabacı, 2007).

- Birinci aşama;  $N = (0.25):(0.00143 \times \text{O}_2 \text{ farkı})$
- İkinci aşama;  $P = R:N$ 'dir.
- Üçüncü aşama; Tüketilen yem miktarı
- $N =$  Yenilen 1 kg yem için dakikada ihtiyaç duyulan litre için debi
- $0.25 =$  1 kg yemin metabolize olması için gerekli kg cinsinden oksijen
- $0.00143 =$  Dönüşüm sabiti
- $\text{O}_2 \text{ farkı} =$  Havuz girişindeki – havuz çıkışındaki oksijen
- $P =$  Balığın kg cinsinden yediği yem miktarı
- $R =$  Litre/dakika cinsinden suyun debisi (havuza giren su miktarı)
- Havuz çıkışındaki oksijen miktarı standart olarak  $5 \text{ mg L}^{-1}$  altına düşmemelidir.
- $1 \text{ L dk}^{-1} = 0.017 \text{ L s}^{-1}$
- Hesaplamalarda havuzlara giren su miktarı  $600 \text{ L dk}^{-1} = 10 \text{ L s}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.
- Stok yoğunluğu =  $P$ :Balığın beslenme oranı

Kullanılan suyun havuzlardan çıkışta  $6 \text{ mg L}^{-1}$  çözülmüş oksijen içermesi zorunludur (Steffens, 1981). İşletmelerin çıkış sularında çözülmüş oksijen konsantrasyonu değerleri, tatlı sularda

yetiştiriciliği yapılan alabalıkların yaşamını tehlikeye sokan en düşük konsantrasyonu  $5 \text{ mg L}^{-1}$  olarak bildirilmiştir (Lawson, 1995). Kırkağaç ve ark. (2009)'ın karasal yerlerde kurulu (30 ton/yıl) gökkuşağı alabalığı işletmesi çıkış sularının çözünmüş oksijen değeri  $5.2 \text{ mg L}^{-1}$  olduğunu, Boyd and Gautier (2000) ise çıkış suyu çözünmüş oksijen zorunlu değerinin  $5 \text{ mg L}^{-1}$ 'ye yakın olduğunu bildirmiştir. ABD'de Kuzey Carolina ve Virginia Eyaletinde soğuk sularda yaşayan balıkların yetiştiriciliğini yapan işletmelerin çıkış sularında çözünmüş oksijen değerinin minimum  $6.0 - 6.6 \text{ mg L}^{-1}$  düzeyinde (Davis, 1993) olduğunu bildirmiştir.

Havuz çıkışında çözünmüş oksijen miktarı minimum değer olan  $5 \text{ mg L}^{-1}$  değerinden yararlanılarak hesaplama yapılmıştır.

### İkinci yöntem;

Van İlinde bulunan Gürpınar ve Çatak ilçelerindeki bulunan alabalık işletmelerinin ortalama su sıcaklık ve PH değeri ile toksit amonyağın ( $\text{NH}_3$ ) total amonyak içerisindeki yüzdesinden yararlanılarak  $P=N:R$  formülünden  $\text{m}^3$ 'e stoklanacak balık miktarı adet olarak belirlenmiştir (Arabacı, 2007).

- Birinci aşama;  $N = (0.032:r):(0.00143 \times 0.02)$  İkinci aşama;  $P = R:N$ 'dir.
- Üçüncü aşama;  $P/\text{Günlük canlı ağırlığı yüzdesi}$  (**Çizelge 2**)
- $N = \text{Yenilen } 1 \text{ kg yem için dakikada ihtiyaç duyulan litre için debi}$
- $0.032 = 1 \text{ kg yemin metabolize olması sonucu ortaya çıkan kilogram cinsinden total amonyak } (\text{NH}_3+\text{NH}_4) \text{ miktarı}$
- $0.00143 = \text{Dönüşüm sabiti}$
- $0.02 = \text{ppm cinsinden havuzda olabilecek maksimum } \text{NH}_3$
- $\text{O}_2 \text{ farkı} = \text{Havuz girişindeki} - \text{havuz çıkışındaki oksijen}$
- $P = \text{Balığın kg cinsinden yediği yem miktarı}$
- $R = \text{Litre dakika cinsinden suyun debisi (havuza giren su miktarı)}$
- $r = \text{Toksit amonyağın, total amonyak içindeki yüzdesi}$  (**Çizelge 1**)
- $\text{Havuz çıkışındaki oksijen miktarı standart olarak } 5 \text{ mg L}^{-1} \text{ altına düşmemelidir.}$
- $1 \text{ L dk}^{-1} = 0.017 \text{ L s}^{-1}$
- $\text{Hesaplamalarda havuzlara giren su miktarı } 600 \text{ L dk}^{-1} = 10 \text{ L s}^{-1} \text{ olarak belirlenmiştir.}$
- $\text{Stok yoğunluğu} = P:\text{Balığın beslenme oranı}$

### Havuz kullanım etkinliğine göre stok yoğunluğu

Havuzların kullanım etkinliğinin göstergesi hasat yoğunluğu dikkate alınmıştır. Hasat yoğunluğu birim havuz hacimden ( $\text{m}^3$ ) elde edilen balık miktarını (kg) olarak ele alınmıştır (Stevenson, 1980; Logan ve Johnston, 1992). Doğru olarak uygulanan stoklama yoğunluğunun sonucu olan hasat yoğunluğu, havuzların dizaynının, su kalitesinin ve iyi yönetimin bir fonksiyonu olup işletmenin verimliliğini ve gelirini etkileyen önemli bir teknik ölçüttür.

Su örneklerinin analiz ölçümleri çalışma alanı olarak belirlenen Çatak (8 adet) ve Gürpınar (4 adet) İlçelerinde bulunan 12 adet alabalık işletmelerinin giriş suyundan yapılmıştır. Su analizlerinden sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ), çözünmüş oksijen ( $\text{ÇO}$ ), ve pH ölçümleri HACH Pro multimetre cihazı ile yapılmıştır. Alabalık üretiminde su sıcaklığı ve balıkların canlı ağırlıkları stoklanacak balık miktarının belirlenmesinde önemlidir. Havuzlara saniyede 1 litre su girişiyle stoklanabilecek balık miktarları Çizelge 1'te verilmiştir.

Çatak ve Gürpınar (Van, Türkiye)'da Alabalık Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Stok Yoğunluklarının Belirlenmesi

**Çizelge 1.** Toksik amonyağın total amonyak içerisindeki yüzdesi (%) (Arabacı, 2007)

PH	Toksik Amonyagın Total Amonyak İçerisindeki Yüzdesi (%)			
	5 °C	10 °C	15 °C	20 °C
6.2	0.03	0.03	0.04	0.06
6.4	0.03	0.05	0.07	0.10
6.6	0.05	0.07	0.11	0.16
6.8	0.08	0.12	0.17	0.25
7.0	0.13	0.18	0.27	0.40
7.2	0.20	0.29	0.43	0.63
7.4	0.32	0.47	0.69	1.00
7.6	0.50	0.74	1.08	1.60
7.8	0.79	1.16	1.71	2.45
8.0	1.24	1.83	2.68	3.83
8.2	1.96	2.87	4.18	5.93
8.4	3.07	4.47	6.47	9.09
8.6	4.78	6.90	9.88	13.68
8.8	7.36	10.51	14.80	20.07
9.0	11.18	15.57	21.59	28.47

**Çizelge 2.** Alabalığın günlük canlı ağırlığının yüzdesi (%) (Arabacı, 2007)

Yem Büyüklüğü Su Sıcaklığı (°C)	Yem								
	300- 500	500- 800	800- 1.200	1.200- 1.500	1,5 mm	2 mm	3 mm	4.5 mm	6 mm
4-6	2.3	2.2	2.1	1.9	-	-	-	-	-
6-7	-	-	-	-	1.6	1.5	1.3	1.2	1.1
6-8	2.2	2.6	2.4	2.3	-	-	-	-	-
7-8	-	-	-	-	1.7	1.6	1.5	1.3	1.2
8-9	-	-	-	-	1.9	1.8	1.7	1.5	1.4
8-10	3.2	2.9	2.6	2.5	-	-	-	-	-
9-10	-	-	-	-	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5
10-11	-	-	-	-	2.1	2.1	2.0	1.9	1.7
10-12	3.6	3.3	3.0	2.9	-	-	-	-	-
11-12	-	-	-	-	2.3	2.3	2.2	2.0	1.8
12-13	-	-	-	-	2.5	2.4	2.3	2.1	2.0
12-14	4.0	3.8	3.4	3.2	-	-	-	-	-
13-14	-	-	-	-	2.6	2.5	2.5	2.3	2.0
14-15	-	-	-	-	2.7	2.6	2.6	2.3	2.5
14-16	4.3	4.1	3.8	3.5	-	-	-	-	-
15-16	-	-	-	-	2.4	2.6	2.6	2.3	2.1
16-17	-	-	-	-	2.7	2.5	2.3	2.1	2.0
16-18	4.0	3.8	3.4	3.7	-	-	-	-	-
17-18	-	-	-	-	2.5	2.4	2.4	2.1	1.0
18-20	3.3	3.0	2.6	2.4	-	-	-	-	-
Balık Ağırlığı (gr/adet)	0.05-1.5	1.50-2.5	2.5-5.0	5.0-8.0	8-15	15-35	35-70	70-150	150-400

*Normal pelet yem üreten bir firmanın sofralık alabalıklar için beslenme kartı*

Gökkuşığı alabalığı işletmelerinde stok yoğunluğu hesaplamasında yem üreten bir firmanın sofralık alabalıklar için beslenme kartından yararlanmıştır.

Örnekleme suyun işletmeye giriş yerlerinde ve işletmeyi temsil etme özelliğine sahip olması dikkate alınarak yapılmıştır. İşletmeler seçilirken, Van ilinde alabalık yetiştiriciliğinin yoğun olduğu ilçeler seçilmiştir. Aynı zamanda bu ilçelerdeki farklı su kalitesi ve iklim özellikleri, kaynak ya da dere suyu kullanma gibi farklı faktörler göz önüne alınmıştır. Bu amaçla Gürpınar ve Çatak ilçelerinde

faaliyet gösteren farklı kapasitedeki alabalık işletmelerinde bir yıllık sıcaklık, PH ve çözülmüş oksijen ölçümleri yapılarak ortalama değerleri alınmıştır. Yerinde yapılan sıcaklık, PH ve çözülmüş oksijen ölçümleri HACH HQ 40d ve YSI Pro marka multimetre cihazı kullanılarak kayıt altına alınmıştır.

### Verilerin Analizi

Bu çalışmada, Gürpınar ve Çatak İlçelerinde bulunan işletmelerin sıcaklık, çözülmüş oksijen PH, balık ağırlığı, çözülmüş oksijen esaslı stok yoğunluğu, metabolik atık esaslı stok yoğunluğu değerlerinin one-way ANOVA varyans analizleri yapılmıştır. Elde edilen değerlerin ortalamaları değerler COSTAT 6.3 versiyon istatistik programı aracılığı ile varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi ile  $p < 0.05$  seviyesinde analiz edilmiştir.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma boyunca karasal bölgelerde kurulu kapasiteleri farklı olan Gürpınar ilçesinde 4 adet (Şekil 1) ve Çatak ilçesinde 8 adet (Şekil 2) olmak üzere toplam 12 adet (Şekil 3) gökkuşağı alabalık işletmesinin giriş sularında su sıcaklığı, PH ve çözülmüş oksijen değerleri bulunmuştur. İşletmelerde yetiştiricilik enstantif olarak yapılmaktadır. İşletmelerde üretim kaynak suları ile yapılmaktadır. Kaynaktan havuzlara su girişleri ayrı ayrı tahsis edilmiştir. Çatak ve Gürpınar ilçelerinde bulunan işletmelerin tamamında iki çeşit (skretting ve gümüşdoğa) yem kullanılmaktadır. Yavru için genelde skretting yem, büyüme aşamasında skretting ve gümüşdoğa yemleri birlikte kullanılmaktadır. Yemleme elle yapılmakta olup balıklara günde ortalama 3 defa yem verilmektedir. Yemleme miktarı bahar aylarında fazla, yazın suyun sıcak olması, balıkların hasat edilmesi ve kışın suyun soğuk olmasından dolayı azdır. Gürpınar ve Çatak İlçesinde bulunan işletmelere gelen kaynak sularının debileri ve bulanıklığı bahar aylarında eriyen kar sularından dolayı yükselmektedir.

Gürpınar İlçesinde kışları uzun kar yağışlı ancak çok sert geçmemektedir. Gürpınar merkezde karada kurulu alabalık işletmeleri Başbulak ve Mejingir kaynaklarından gelen sular ile yetiştiricilik yapmaktadır. İşletmelerin bulunduğu bölgelerde su sıcaklığı çok düşük olmadığından ve sularda *Gammarus sp. vb.* doğal yemler olduğundan dolayı balıklar pazarlık ağırlığa ulaşma sürelerini azaltmaktadır. Gürpınar İlçesi rakımı ise 1740 m'dir.

Çatak İlçesinde kışlar uzun, yağışlı ve çok sert geçtiğinden dolayı, işletmelerin bulunduğu bölgelerde su sıcaklıkları oldukça düşüktür. Bundan dolayı kış aylarında fazla yemleme yapılmadığından yavru balıklar pazarlık ağırlığa uzun sürede gelmektedir. Çatak ilçesinde bulunan alabalık işletmelerinde kış ayında hava ve yol şartlarından dolayı, yerinde yapılan su analiz ölçümlerinde zorluk yaşanmıştır. Çatak İlçesi Bilgi ve Alacayar bölgelerinde karada kurulu alabalık işletmeleri Çemik, Kanişor, Beyazsu, Alacayar ve Beyazpınar kaynaklarından gelen sular ile yetiştiricilik yapmaktadır. Çatak İlçesinin rakım ise 1512 m'dir.



Şekil 1. Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri (a: Şifa, b: Miss, c: Bereket, d: Önem)



Şekil 2. Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri (a: Esenler, b; Buzlupınar, c: Beyazsu, d: Şahin, e: Kısımet, f: Katar, g: Özçatak, h: Yeşilsu)





Şekil 3. Çalışma alanı alabalık işletmeleri uydu görüntüsü (Gürpınar; 1, 2 ve Çatak; 3, 4, 5) <http://earth.google.com>, 2021)

Çatak ve Gürpınar İşletmelerinde kaynakların tesislere giriş noktalarında ölçümler yapılarak su sıcaklık değerleri bulunmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 3.** Van ili alabalık üretim tesislerinde su sıcaklık (°C) değişim değerleri

Aylar	Gürpınar			Çatak		
	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Ortalama (°C)	Minimum (°C)	Maximum (°C)	Ortalama (°C)
Ocak	8.5	9.1	8.8	8.3	8.9	8.6
Şubat	9.1	9.5	9.3	8.6	9.4	9.0
Mart	11.1	11.5	11.3	9.0	9.6	9.3
Nisan	13.9	14.5	14.2	8.9	9.5	9.2
Mayıs	16.8	17.2	17.0	8.9	9.5	9.2
Haziran	17.3	17.7	17.5	9.1	9.9	9.5
Temmuz	18.0	18.6	18.3	9.7	10.3	10.0
Ağustos	17.7	18.1	17.9	9.6	10.4	10.0
Eylül	16.3	16.7	16.5	9.7	10.3	10.0
Ekim	14.7	15.3	15.0	9.5	10.3	9.9
Kasım	12.2	12.6	12.4	9.3	9.7	9.5
Aralık	9.8	10.4	10.1	8.5	9.3	8.9
Ortalama	13.78±3.53	14.27±3.51	14.03±3.52	9.09±0.48	9.76±0.48	9.43±0.48

Gürpınar ve Çatak İlçelerinde bulunan işletmelere gelen kaynak sularında ortalama su sıcaklık değerlerinden yararlanılmıştır.

Alabalık işletmelerinde yapılan ölçümlerde su sıcaklık değerleri Gürpınar İlçesinde en düşük 8.5 °C, en yüksek 18.0 °C ve ortalama 14.03±3.52 °C, Çatak İlçesinde en düşük 8.9 °C, en yüksek 10.4 °C ve 9.43±0.48 °C olarak bulunmuştur. Gökkuşuğu alabalığının yetiştiriciliği için optimum su sıcaklığı 15-20 °C ve kuluçkahanede alabalıklar için kullanılacak suyun su sıcaklık değeri optimum 8-10 °C olmalıdır (Lindhorst Emme, 1990). Gürpınar ilçesinde bulunan işletmelerin su sıcaklık değerleri

alabalık porsiyonluk (250 gr) yetiştiriciliği için, Çatak ilçesinde bulunan işletmelerin su sıcaklık değerleri ise kuluçkahanede keseli ve yavru alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğu görülmektedir.

**Çizelge 4.** Van ili alabalık üretim tesislerinde çözünmüş oksijen ( $\text{mg L}^{-1}$ ) ve PH değişim değerleri

Aylar	Gürpınar		Çatak	
	Ç.O	PH	Ç.O	PH
Ocak	13.6	7.85	11.7	8.07
Şubat	13.7	7.88	11.5	8.11
Mart	12.7	7.95	11.2	8.33
Nisan	13.2	7.95	11.6	8.42
Mayıs	11.5	8.20	11.8	8.51
Haziran	11.2	8.26	11.3	8.64
Temmuz	10.7	8.18	10.9	8.55
Ağustos	11.1	8.16	10.9	8.51
Eylül	11.6	8.16	11.0	8.49
Ekim	12.5	8.05	11.1	8.33
Kasım	12.9	7.84	11.2	8.19
Aralık	13.4	7.76	11.5	8.08
Ortalama	12.35±1.05	8.03±0.15	11.31±0.31	8.35±0.20

Çözünmüş oksijen değerleri Çatak İlçesinde en düşük  $10.9 \text{ mg L}^{-1}$ , en yüksek  $11.8 \text{ mg L}^{-1}$  ve ortalama  $11.31 \pm 0.31 \text{ mg L}^{-1}$ , Gürpınar İlçesinde en düşük  $10.7 \text{ mg L}^{-1}$ , en yüksek  $13.7 \text{ mg L}^{-1}$  ve ortalama  $12.35 \pm 1.05 \text{ mg L}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Çözünmüş oksijen değeri  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  de  $11.25 \text{ mg L}^{-1}$ ,  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  de ise  $10.07 \text{ mg L}^{-1}$  olduğu belirtilmiştir (Koch et al., 1976). Çözünmüş oksijen değeri  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de  $1524 \text{ m}$  rakımda  $9.43 \text{ mg L}^{-1}$  ve  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de  $1740 \text{ m}$  rakımda yaklaşık  $8.21 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir (Arabacı, 2007). Aynı sıcaklıkta rakım artıca çözünmüş oksijen değeri düşmektedir. Ancak, rakım olarak Gürpınar İlçesi, Çatak İlçesinden yüksek olmasına rağmen çözünmüş oksijen değeri daha yüksek olduğu, ayrıca Çatak ilçesinde bulunan suların çözünmüş oksijen değeri Koch et al. (1976) bulduğu değerler ile birbirine çok yakın olmasına rağmen Gürpınar İlçesinde bulunan işletmelerin çözünmüş oksijen değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumların nedeninin sularındaki alg miktarı, fotosentez yoluyla oksijen üreten bitkiler, suyun saflığı, rüzgarın sebep olduğu karışımlar, suda organik madde konsantrasyonundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kuluçkahanede bulunan yavru alabalıkları için, çözünmüş oksijen değerleri  $9\text{-}11 \text{ mg L}^{-1}$  arasında ve alabalık porsiyon (250 gr) yetiştiriciliği için  $7 \text{ mg L}^{-1}$ 'nin üstünde olmalıdır (Lindhorst Emme, 1990). Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterlerine göre 1. Sınıf çözünmüş oksijen miktarı  $8 \text{ mg L}^{-1}$ 'dir. Çatak ilçesinde bulunan işletmelerin çözünmüş oksijen değerleri kuluçkahanede keseli ve yavru alabalık yetiştiriciliği için uygun olduğu, ancak Çatak ve Gürpınar ilçelerinde bulunan işletmelerin çözünmüş oksijen değerlerinin, pazar ağırlığına (250 gr) gelmiş alabalıkların ihtiyacı olan optimum değerlerden çok yüksek olduğu görülmüştür.

PH değerleri Çatak İlçesinde en düşük 8.07, en yüksek 8.64 ve ortalama  $8.35 \pm 0.20$ , Gürpınar İlçesinde en düşük 7.76, en yüksek 8.26  $\text{mg L}^{-1}$  ve ortalama  $8.03 \pm 0.15$  olarak bulunmuştur. Gökkuşacağı alabalığının yetiştiriciliği için PH sınır değeri 5.5-8.5 ve kuluçkahanede alabalıklar için kullanılacak suyun PH değeri optimum 6.5-7.5 olmalıdır (Lindhorst Emme, 1990). Gürpınar ve Çatak ilçesinde bulunan işletmelerin PH değerleri kuluçkahanede keseli ve yavru alabalık yetiştiriciliği için yüksek olduğu, alabalık porsiyon (250 gr) yetiştiriciliği için Gürpınar ilçesinde bulunan işletmelerin sularındaki PH değerlerinin uygun olduğu, Çatak İlçesinde bulunan işletmelerin sularındaki PH değerinin ise uygun ancak üst sınır değerine de yakın olduğu görülmektedir.

**Çizelge 5.** Alabalıkların çözünmüş oksijen ve metabolik atık esaslı stok yoğunluğu ( $1 \text{ L s}^{-1}$ )

İlçe	Sıcaklık (°C*)	Ç.O (mg/l)	PH	Balık Ağırlığı (gr)	Çözünmüş Oksijen Esaslı Stok Yoğunluğu (adet)	Metabolik Atık Esaslı Stok Yoğunluğu (adet)
Gürpınar	11.3	12.7	7.95	1	73.400	74.550
	14.2	13.2	7.95	2	36.100	27.500
	17.0	11.5	8.20	4	16.400	8.100
	17.0	11.2	8.26	7	8.600	4.350
	17.5	11.2	8.26	10	8.500	4.230
	18.3	10.7	8.18	25	3.550	2.000
	17.9	11.1	8.16	50	1750	1.000
	16.5	11.6	8.16	100	1.030	810
	12.4	12.9	7.84	250	540	750
Ortalama	15.8 a	11.8	8.1	49.9	16.652	13.699
Çatak	9.3	11.2	7.95	1	66.500	58.600
	9.2	11.6	7.95	2	39.050	20.800
	9.5	11.3	8.64	4	20.800	7.500
	10.0	10.9	8.55	7	10.700	4.100
	10.0	10.9	8.51	10	10.100	3.900
	10.0	11.0	8.49	25	4.100	1.900
	9.9	11.1	8.33	50	2.150	1.500
	8.9	11.5	8.08	100	1.390	1.100
	9.0	11.5	8.11	250	615	810
Ortalama	19.5 b	11.2	8.3	49.9	17.267	11.134
LSD (0.05)	1.819	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

\* Aynı sütunda yer alan a ve b harfleri ile gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak  $p < 0.05$  seviyesinde fark vardır. Ö.D. Aynı sütunda yer alan farklı ortalamalar arasında istatistiksel olarak  $p < 0.05$  seviyeleri için önemli değil.

Alabalık için ideal stoklama yoğunluğu ile ilgili birçok yayımlanmış rakamlar vardır. Bir işletmede en uygun stok yoğunluğu o bölgenin çevre koşullarına, üretim modeline göre farklılık göstermektedir. Bundan dolayı her alabalık işletmesi yemleme, sıcaklık ve oksijen arasındaki dengeye göre optimum stok yoğunluğu belirlenir.

Çalışmada, Gürpınar ve Çatak İlçelerinde bulunan işletmelerde elde edilen değerlerin ortalamaları arasında yapılan varyans analizi sonucunda, sıcaklık değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Ancak, PH, çözünmüş oksijen, balık ağırlığı, çözünmüş oksijen esaslı stok yoğunluğu, metabolik atık esaslı stok yoğunluğu değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli görülmemiştir. ( $p < 0.05$ ).

Bu çalışmada, su kullanım etkinliği ve havuz kullanma etkinliklerine göre göre stok yoğunlukları belirlenmiştir.

### Su kullanım etkinliğine göre stok yoğunluğu

Bu çalışmada elde edilen verilere göre,  $1 \text{ kg L}^{-1}$  su ile yılda elde edilen ortalama alabalık miktarının, çözünmüş oksijen ve metabolik atık esasına göre stok yoğunluğu, Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri için,  $135 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  ve  $187.5 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri için,  $153.75 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  ve  $202.50 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  arasında hesaplanmıştır. Gürpınar ve Çatak İlçelerinde bulunan karada kurulu işletmelerin yavru alabalık döneminde çözünmüş oksijen esaslı stok yoğunluğu, metabolik atık esaslı stok yoğunluğundan fazla, ancak hasat döneminde tam tersine bir durum söz konusudur. Bu durum suyun sıcaklığından, çözünmüş oksijen, PH, havuzlardaki metabolik atık, verilen yem miktarlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma sonucunda su kullanım etkinliğine göre elde edilen alabalık stok yoğunluğu değerleri, Bromage, (1988), Gockowski ve Keller, (1988) ve Rad, (1999)'ın bildirdiği değerler ile paralellik gösterdiği, Bardach ve ark., (1972), Sedgwick, (1985), Çelikkale, (1988), Çelikkale, (1994) ve Atay,

(1995)'ın bildirdiği değerlerinden yüksek, Emre, (2004), Alpaz, (1987) ve Logan ve Johnston, (1992)'ın bildirdiği değerlerden düşük olduğu saptanmıştır. İyi havalandırılmış sulara 588 kg (Logan and Johnston, 1992) alabalık üretim yapılabildiği saptanmıştır. Bundan dolayı işletmelerde ek havalandırma yapılarak 1 lt s<sup>-1</sup>'lik su girişli havuzlarda daha fazla alabalık stoklanabilir.

### Havuz kullanım etkinliğine göre stok yoğunluğu

Bu çalışmada, elde edilen veriler sonucunda, havuzlarda bulunan alabalıkların m<sup>3</sup>'e stok yoğunluğu, Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmelerinde 15.38 kg m<sup>-3</sup> ve 20.25 kg m<sup>-3</sup> arasında ve Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmelerinde, 13.5 kg m<sup>-3</sup> ve 18.75 kg m<sup>-3</sup> arasında hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda havuz kullanım etkinliğine göre elde edilen alabalık stok yoğunluğu değerleri, Yıldız vd., (2003), Rad ve Köksal (2001) ve Kayacı, (2008)'nin bildirdiği değerlere benzer, Yıldırım, (1998), Logan Johnston, (1992), Yoloğlu, (1997), Demir E. ve ark., (2014), Steffens, (1981), Elbek, (1983), Erman ve Küçük, (2016), Coşkun, (2019), ve Kayacı, (2008)'nin bildirdiği değerlerden düşük ve Kuzucu, (2017)'nin bildirdiği değerlerden yüksek bulunmuştur.

İşletmelerdeki suyun kalitesi ve miktarı ile havuzların yapısının fonksiyonu olan hasat yoğunluğu da işletme performansını yakından ilgilendiren bir ölçüttür. Elde edilen stok yoğunluklarının bildirişlerde belirtilen değerler ile farklılık göstermesi, havuzlara gelen su miktarı ve kalitesi, su sıcaklığı ve değişim sınırları, suyun çözünmüş oksijen içeriği, yemim içeriği, yemleme şekli, PH vb. değerlerden kaynaklandığı, işletmeler arasındaki stok yoğunluğunun farklı olması ise işletmelere gelen suyun sıcaklığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

### SONUÇ

Gökkuşuğu alabalığı yetiştiriciliğinde yemleme şekli, yem içeriği, balık büyüklüğü, havuz temizliği, sıcaklık, metabolik atık, stok yoğunluğu, çözünmüş oksijen, PH vb. değerlerinin optimum düzeyde olması, gökkuşuğu alabalıkların kısa zamanda pazarlık (250 gr) ağırlığına ulaşması açısından önemlidir. Yetiştiricilikte en önemli konulardan birisi de yetiştiriciliğin yapıldığı su şartlarında en uygun balık stokunun yapılabilmesidir. Alabalık işletmelerinde en iyi şartlarda (yemleme, temizlik, havalandırma, su parametreleri vb.) kısa zamanda en çok ürün elde etmek için havuzlarda optimum stoklama ile yapılır. Alabalık işletmelerinde yemleme, PH, sıcaklık ve çözünmüş oksijen arasındaki dengeye göre optimum stok yoğunluğu belirlenir. Bu dengeyi sağlayan değerler alabalıkların büyümesi açısından olumsuz yönde değişkenlik gösterdiği zaman stok yoğunluğunun azaltılması gerektiği düşünülmektedir. Stok yoğunluğunun azaltılması ekonomik bir kayba neden olabilir. Düşük stok yoğunluğunun ise balıklarda rekabet ve saldırganlıklara neden olabilir. Ayrıca, hasat yoğunluğunun düşük olması ülkemizdeki alabalık işletmelerinde 1 kg balık üretiminde daha fazla havuz hacmine gereksinim duyulduğunu göstermektedir. Bu durum, birim ürün başına düşen sabit yatırım tutarını ve dolayısıyla faiz, amortisman ve bakım-onarım giderinin ülkemizdeki alabalık işletmelerinde daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Buda daha yüksek üretim maliyetine yol açmaktadır. Ayrıca, yüksek stok yoğunluğunun kültüre alınan balıklar üzerinde düşük besin kullanımı ve davranış değişikliğine sebep olabilir. Bu durum, büyüme hızında azalma ve mortaliteye, ayrıca kronik strese ve yüksek düzeyde enerji tüketmelerine sebep olmaktadır.

Tüm bu değerlendirmelerde de anlaşılacağı üzere, Gürpınar ve Çatak İlçelerinde bulunan alabalık işletmelerinde belirlenen stok yoğunluklarına göre stoklama yapılmasının uygun ve ekonomik olacağı kanaatine varılmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde taşıma kapasitesinin belirlenmesi ve bu kapasitenin aşılması kirlilik seviyesinin artmaması açısından, belirlenen stok yoğunluğuna uyulması büyük önem arz etmektedir. Bu sebepler dikkate alınarak yapılan çalışmada, su kullanım etkinliği bakımından 1 kg L<sup>-1</sup> su ile yılda elde edilen ortalama alabalık miktarının, çözünmüş oksijen ve

metabolik atık esasına göre stok yoğunluğunun, Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri için,  $135 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  ve  $187.5 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$ , Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmeleri için,  $153.75 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  ve  $202.50 \text{ kg L}^{-1} \text{ s}^{-1}$  arasında ve havuz kullanım etkinliğine göre, havuzlarda bulunan alabalıkların  $\text{m}^3$ 'e stok yoğunluğunun, Çatak İlçesinde bulunan alabalık işletmelerinde  $15.38 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $20.25 \text{ kg m}^{-3}$  arasında ve Gürpınar İlçesinde bulunan alabalık işletmelerinde,  $13.5 \text{ kg m}^{-3}$  ve  $18.75 \text{ kg m}^{-3}$  arasında yapılması uygun olacaktır. Birim hacimden üretim maliyetlerini düşürmek ve fazla ürün elde etmek için belirlenen stok yoğunluğu ile üretim yapılmasının ekonomik olacağı saptanmıştır. Bu çalışmanın sonraki çalışmalara örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alpbaz A, 1987. Pratik Alabalık Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları (Teknik Bülten), No:2, İzmir, 39 s.
- Arabacı M, 2007. Gökkuşluğu Alabalığı Yetiştiriciliği. Van, Doğu Anadolu Kalkınma Programı Tarım ve Kırsal Kalkınma Bileşeni 2007, pp.112.
- Atay D, 1995. Balık Üretim Tesisleri ve Planlaması. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları 1415, II. Baskı, Ankara. 247s.
- Barcellos LJ, Kreutz LC, De Souza C, Rodrigues LB, Fioreze I, Quevedo RM, Cericato L, Soso AB, Fagundes M, Conrad J, Lacerda LA, Terra S, 2004. Hematological changes in jundia (*Rhamdia quelen* Quoy and Gaimard Pimelodidae) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture* 237, 229–236.
- Barcellos LJG, Nicolaiewsky S, De-Souza SMG, Lulhier F, 1999. The effects of stocking density and social interaction on acute stress response in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (L.) fingerlings. *Aquac. Res.* 30, 887–892.
- Bardach JE, Ryther JH, McLarney WO, 1972. *Aquaculture: the farming and husbandry of freshwater and marine organisms*. Wiley-Interscience, New York. 868 p.
- Barton, BA, 2002. Stress in fish: a diversity of response with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Soc. Integ. Comp. Biol.* 42, 517–525.
- Bayram A ve Kankal M, 2015. Artificial neural network modeling of dissolved oxygen concentration in a Turkish Watershed. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(4), 1507- 1515.
- Bjonsson B, Olafssdottir SR, 2006. Effects of water quality and stocking density on growth performance of juvenile cod (*Gadus morhua* L.). *ICES J. Mar. Sci.* 63, 326–334.
- Bohl M, 1982. Zucht und Produktion von Süßwasserfischen. DLG-Verlag, 336 s. Frankfurt (Main).
- Boyd CE ve Gautier D, 2000. Effluent composition and water quality standards. *Global Aquaculture Advocate*, 3: 61-66.
- Bromage, N ve Camaranatunga R, 1988. Egg production in the rainbow trout, recent advances in aquaculture, 3, 63-137.
- Büyükhatipoğlu Ş, Erdem M, Aral O, Tarakçı Y, Ağırağaç C, 1996. Karadeniz'de Ağ Kafeslerde Farklı Stoklama Yoğunluklarının Gökkuşluğu Alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W. 1792) Büyümesi Üzerine Etkileri. *Türk Veteriner Hekimler Dergisi*, Cilt 20: 137- 142.
- Coşkun M, 2019. Kocaeli İli Su Ürünleri Yetiştiriciliği İşletmelerinin Yapısal ve Biyo-Teknik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tokat.
- Crisp DT, Mann RHK, McCormack Jean C, 1974. The Populations of Fish at Crow Green. Upper Teesdale. *Journal of Applied Ecology* 11. 969-996.
- Çelikkale MS, 1994. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu Yayını, Cilt 1, 419s. Trabzon.
- Çelikkale MS, 1988. İç su Balıkları ve Yetiştiriciliği, Cilt I, KTÜ. Sürmene D.B.Tek. Yüksekokulu, Trabzon.
- Davis J, 1993. Survey of Aquaculture Effluents Permitting and 1993 Standards In The South. Southern Regional Aquaculture Center, SRAC Publication No: 465., 4 p., USA.

- Demir E, Eseceli H, Yıldız M, Azak H, 2014. Alabalık, Levrek ve Çipura Yetiştiriciliği. Balık Yetiştiricileri, Teknik Personel ve Mesleki Eğitim Öğrencileri İçin FISHFARM Projesi, Eğitim ve Yayım Kitapçığı (e-book), Sayfa 38,40,41, Balıkesir.
- Elbek AG, 1983. Ege bölgesinde tatlısu ürünleri üreten işletmelerin yapısal ve ekonomik analizi. Doğa Bilim Dergisi, 7, 133-140.
- Ellis T, North B, Scott AP, Bromage NR., Porter M, Gadd D, 2002. The relationships between stocking density and welfare in farmed rainbow trout. *Journal of Fish Biology*, 61: 493–531.
- Emre Y, 2004. Alabalık Yetiştiriciliği, Başbakanlık GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- Emre Y ve Kürüm V, 2007. Havuz ve Ağ Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliği. Tarım ve Orman Bakanlığı Merkez Kütüphanesi. Yer Numarası: M12 EMR.
- Erman E ve Küçük F, 2016. Korkuteli (Antalya)'deki alabalık işletmelerinin yapısal analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 12 (1), 58-74.
- Gockowski JJ, Keller, LH, 1988. An Economic Analysis of Trout Production in Tennessee, Univ., Exp.Stn., Rep. 88-02, Tennessee Agriculture, 31 pp.
- Günay PD, 2018. Su Kimyası ve Kimyasal Temel İşlemler. Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Balıkesir.
- Güner DD, 2011. Limnoloji, İç Kullanımlar İçin Limnoloji Ders Notları (Derleme). Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Edirne.
- Iguchi, K, Ogawa K, Nagae M, Ito F, 2003. The influence of rearing density on stress response and disease susceptibility of ayu (*Plecoglossus altivelis*). *Aquaculture* 220, 515–523.
- Irwın S, O'halloran J, Fitzgerald RD, 1999. Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, *Scophthalmus maximus* (Rafinesque). *Aquaculture Research*, 178:77–88.
- Kayacı A, 2008. Kahramanmaraş ilinde su ürünleri yetiştiriciliği yapan işletmelerin yapısal ve biyo-teknik analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Üniversitesi. Su Ürünleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Kristiansen TS, Ferno A, Holm JC, Privitera L, Bakke S, Fosseidengen JE, 2004. Swimming behaviour as an indicator of low growth rate and impaired welfare in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) reared at three stocking densities. *Aquaculture* 230, 137–151.
- Kırkağaç UM, Pulatsü S, Topçu A, 2009. Trout Farm Effluent Effects On Water Sediment Quality And Benthos. *Clean-Soil Air Water*, cilt.37, sa.4-5, ss.386-391, 2009 (SCI-Expanded).
- Kieckhäfer H, 1983. *Fischzucht in Gehegen*. Verlag Paul Parey, 75 s. Hamburg und Berlin.
- Koch W, Bank O, Günter J, 1976. *Fischzucht*. Verlag Paul Parey. 262 s. Hamburg und Berlin.
- Kuzucu O, 2017. Aşağı Fırat havzasında kafes balıkçılığı yapan işletmelerin yapısal ve biyo-teknik analizi. (Yüksek Lisans Tezi), Kahramanmaraş Üniversitesi. Su Ürünleri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş.
- Lawson TB, 1995. *Fundamentals of Aquaculture Engineering*. Chapman and Hall, 335 p., New York.
- Lindhorst Emme W, 1990. *Forellenzucht*. Verlag Paul Parey. 157 s. Hamburg und Berlin.
- Logan SH, Johnston WE, 1992. Economics of Commercial Trout Production. *Aquaculture*, 100: 25-46.
- MEB, 2015. Alabalık Yetiştiriciliği. Ders Kitabı, Ankara.
- Metcalf NB, 1986. Intraspecific Variation in Competitive Ability and Food Intake in Salmonids; Consequences for Energy Budgets and Growth Rates. *Journal Fish Biology*, 28:525-531.
- Montero D, Izquierdo MS, Tort L, Robana L, Vergar JM, 1999. High stocking density produces crowding stress altering some physiological and biochemical parameters in gilthead seabream, *Sparus aurata*, juveniles. *Fish Physiology and Biochemistry*, 20: 53–60.
- Montero D, Robana LE, Socoro J, Vergara JM, Mort L, Izquierdo MS, 2001. Alteration of liver and muscle fatty acid composition in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles held at high stocking density and fed an essential fatty acid deficient diet. *Fish Physiol. Biochem.* 24, 63–72.
- North BP, Turnbull JF, Ellis T, Porter MJ, Miquaud H, Bron J, Bromage NR, 2006. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 255, 466–479.
- Papoutsoglou SE, Karakatsoulı N, Pizzonia G, Dalla C, Polissidis A, Papadopoulou-Daifoti Z, 2006. Effects of rearing density on growth, brain neurotransmitters and liver fatty acid composition of juvenile white sea bream *Diplodus sargus* L. *Aquac. Res.* 37, 87–95.

- Rad F, 1999. Türkiye’de gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) işletmelerinin teknik ve ekonomik analizi. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Rad F ve Köksal G, 2001. Türkiye’deki Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) İşletmelerinin Yapısal ve Biyo-Teknik Analizi. Tübitak Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi 25, 567-575 s.
- Ruhdel HJ, 1977. Leitfaden Für Forellenfütterung. Fuko-Kraft Futter Fabrik. 74 s. Ulm. (Donau).
- Salas-Letion E, Angus V, Manchado M, Canavate JP, 2008. Growth, Feeding and Oxygen Consumption of Senegalese Sole (*Solea senegalensis*) Juveniles Stocked at Different Densities. Aquaculture, Article in Press.
- Schreck CB, Olla BL, Dawis MW, 1997. Behavioral responses to stress. In: Iwama G K, Pickering A D, Sumpter J P, Schreck C B, Fish Stress and Health in Aquaculture. Society for Experimental Biology Seminar Series, vol. 62. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., pp. 145–170.
- Schram E, Van Der Heul JW, Kamstra A, Verdegem MCJ, 2006. Stocking density-dependent growth of Dover sole (*Solea solea*). Aquaculture, 252 :339– 347.
- Sedgwick SD, 1985. Trout Farming Handbook, 4 th Edn. Fishing News Books, Oxford.
- Steffens W, 1981. Moderne Fischwirtschaft. Verlag. J. Neumann-Neudamm, 375 s. Melsungen. Berlin.
- Stevenson JP, 1980. Trout Farming Manuel. Fishing News Books Limited Farnham, Surrey, England, 186.
- Yıldız M ve Şener E, 2003. Karadeniz Bölgesi’ndeki Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) ve Deniz Levreği (*Dicentrarchus labrax*) Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Yapısal Analizi ve Biyo-Teknolojik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 29 (2): 241-252.
- Yüngül M, Karaman Z, Dörücü M, 2016. Çamlığöze Baraj Gölü’ndeki Alabalık İşletmelerinin Yapısal, Biyoteknik ve Yetiştiricilik Mekanizasyonu Yönünden İncelenmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 9 (2): 01-09, 2016.
- Taş B, 2006. Derbent Baraj Gölü (Samsun) Su Kalitesinin İncelenmesi. Ekoloji, 15(60): 1-6.
- Yoloğlu Ş, 1997. Normal Pigmentli ve Albino Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792) Yavrularının Büyüme Performanslarının Karşılaştırılması. Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon.
- Wedemeyer GA, 1997. Effects of rearing conditions on the health and physiological quality of fish in intensive culture. In: Iwama G K, Pickering A D, Sumpter J P, Schreck C B (Eds.), Society for Experimental Biology Seminar Series, vol. 62. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., pp. 35–71.
- Yıldırım Ö, 1998. Balıkthane Artıklarının Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)’nın Beslenmesinde Kullanım Olanakları. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız JG, 2010. Stok Yoğunluğunun Minekop (*umbrina cirrosa*, lin. 1758) Yavrularının Yaşama Oranları ve Büyüme Performansarı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.