

Kalkan Balığı (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758)'nin Doğu Karadeniz Koşullarında Büyüme Özellikleri

*Nilgün Aksungur, Muharrem Aksungur, Bilal Akbulut, Cennet Üstündağ, Yılmaz Çiftçi

Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, P.K. 129, Trabzon, Türkiye
*E mail: aksungur@post.com

Abstract: *Growth attributes of turbot (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) were reared in the Black Sea condition.* In this study, growth, survival and food conversion rates in tanks and cages of turbot (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) that were obtained from the sea fish hatchery of the Central Fisheries Research Institute were investigated in the Black Sea condition (8-31°C and 16-18‰ salinity) until the selling weight (~ 1 kg). The average total length and body weight of fish in the sea cage at the end of 15 months were 33.6±0.31 cm and 547.6±14.18 g respectively, while the average total length and body weight of fish in the tanks at the end of 22 months were 37.1±0.24 cm and 836.5±17.33 g respectively. In the sea cage trials, increasing temperature of water surface exceeded the lethal level of turbot (28-30°C) and many fish died. But in the tanks trials, death was not observed in the same season, because for tanks, seawater provided from 27 m depth (<22°C) was used. When water temperature decreased under 10°C in winter, decrease in food intake of fish was observed.

Key Words: Turbot, *Psetta maxima*, East Black Sea Region, sea cages, tank, growth, stocking density, survival rate.

Özet: Bu çalışma, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü deniz balıkları kuluçkahanesinde üretilen kalkan (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758) yavrularının Doğu Karadeniz şartlarında (8-31°C deniz suyu sıcaklığı; ‰16–18 tuzluluk) pazar boyuna (yaklaşık 1 kg) kadar büyüme, yaşama ve yem değerlendirme oranları araştırılmıştır. Kafes denemesinde balıklar 15 ayda ortalama 33.6±0.31 cm boy ve 547.6±14.18 g ağırlığa; tanklarda ise 22 ay boyunca sürdürülen denemelerde balıklar ortalama 37.1±0.24 cm boy ve 836.5±17.33 g ağırlığa ulaşmıştır. Kafes denemelerinde yüzeydeki deniz suyu sıcaklığının kalkan balığının letal (28-30°C) sınırının üzerine çıkması sonucu; toplu balık ölümleri görülmesine rağmen, tank denemesinde 27 m derinlikten alınan deniz suyu (<22°C) kullanıldığı için yaz sezonunda yüzey suyu sıcaklığı etkisi nispeten hafifletilmiş ve bu dönemde balıklarda ölüm görülmemiştir. Ayrıca kış aylarında su sıcaklığı 10°C'nin altına düştüğü dönemlerde yem alımının azaldığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalkan balığı, *Psetta maxima*, Doğu Karadeniz Bölgesi, Kafes, Tank, Büyüme, Stok Yoğunluğu, Yaşama oranı.

Giriş

Kalkan balığı, ticari öneminden ve kültür ortamında yeterli büyüme performansı göstermesinden dolayı, yetiştiriciliği yapılan deniz balıkları grubu içerisinde yer almıştır (FAO, 2003). Büyüme ve yem dönüşüm oranının yüksek olması, yapay ortama kolay adaptasyon sağlaması ve hastalıklara dayanıklı olması yetiştiriciliğine duyulan ilgiyi arttırmıştır. Batı Avrupa ülkeleri (Atlantik kalkanı; *Scophthalmus maximus*) ve Ukrayna tarafından (Karadeniz kalkanı (*Psetta maxima*)) son 20 yıldır kültür çalışmaları başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Maslova, 2002).

Atlantik kalkanı için kontrollü döl alımı ve büyüme tekniği İskoçya'da geliştirilmiş, ancak, deniz suyu sıcaklığının düşük olması nedeniyle pazar büyüklüğüne ulaşması oldukça uzun zaman almıştır (minimum 2-3 yıl) (FAO, 2005; Nijhof, 1994). Bu nedenle, üretim teknolojisi su sıcaklığının daha uygun olduğu Fransa, İspanya ve Şili'ye transfer edilmiştir. İspanya'da deniz platformlarında, ahşap tabanlı kafeslerde yetiştirilmektedir (Jones, 1974; Girin, 1979; Person-Le Ruyet, 2002). Karadeniz kalkanının ise Ukrayna ve Rusya tarafından üretim tekniği geliştirilerek pazar büyüklüğüne kadar ulaştırılmıştır (Khanachenko ve diğ. 1994; Maslova, 2002). Ancak Sovyetler Birliği'nin dağılması ile çalışmalar sekteye

uğramış ve kuzey'de geliştirilmiş olan teknoloji Türkiye'ye transfer edilememiştir (Çelikkale ve diğ. 1999).

Avrupa'da kalkan balığı çiftlikleri halen öncelikli endüstriler arasındadır ve üretim sürekli olarak artmaktadır. İngiltere, İrlanda ve Norveç diğer üretim yapan ülkelerdir. Avrupa'da üretimde olduğu gibi pazarlama konusunda da liderliği İspanya yapmaktadır (FAO, 2005). Avrupa dışında 1992 yılında Avrupa'dan getirilen juvenillerle 17 tonluk üretim gerçekleştirilen Şili bu konuda özellikle İngiltere'den aldığı teknik destek sayesinde üretimini artırmıştır (Alvial ve Manriquez, 1999). Sonradan karada kurulan tesislerde Çin'de de üretim başlatılmış, bu gün Avrupa üretimini yakalama durumuna gelmiştir (Lei ve diğ. 2003)

Ülkemizde kalkan balığı yetiştiricilik çalışmaları 1997 yılında başlatılmış olup, "Karadeniz'de Balık Yetiştiriciliğinin Geliştirilmesi Projesi" adı altında Japon (Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı) ve Türk (Tarımsal Üretimi Geliştirme Genel Müdürlüğü) hükümetleri arasındaki teknik işbirliği ile Trabzon'da, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde devam etmektedir. Bu proje ile yassı balık yavru üretim ve yetiştirme tekniklerinin araştırılması ile Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında yetiştiriciliğin yaygınlaştırılmasının yanı sıra, Karadeniz'deki kalkan stoklarının geliştirilmesi de amaçlanmaktadır (Hara, 2002). Kalkan balığı konusunda

çalışmalar larval dönemi ve kuluçkahane tekniği konusunda yoğunlaşmıştır (Şahin, 2001). Bununla birlikte özellikle büyütme döneminde yüksek su sıcaklıkları gibi kısıtlayıcı çevresel parametrelerin etkisi ticari üretimi etkilemektedir. Avrupa'da hedef çiftlik şartlarında iki yıldan daha kısa dönemde tercih edilen porsiyonluk boy olan 1 kg'ın üzerine büyütmedir (Person-Le Ruyet, 2002).

Materyal ve Yöntem

Araştırmada, balık materyali olarak Trabzon'da, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü deniz balıkları kuluçkahanesinde üretilen ve altı ay süre ile kuluçkahane koşullarında büyütülen kalkan yavruları kullanılmıştır. Balıklar doğadan yakalanan anaçların sağımından elde edilmiştir. Normal renklenmemiş (malpigment) ve deforme (abnormal) yavruların seçilmesi dışında herhangi bir seleksiyon yapılmaksızın rasgele örneklenen yavrular (n=2000) denemelere alınmıştır.

Büyütme denemelerinde 4x4 m ebatlarında galvaniz borudan yapılmış yüzer kafesler ve 24 mm göz açıklıklarında polietilen iplikten yapılmış ağlar kullanılmıştır. Kalkan balığının su kolonunu kullanmaması ve yemleme için yeterli bulunması nedeniyle ağ derinliği 1.5 m tutulmuştur. Balıkların güneş ışığından etkilenmemesi için kafeslerin üzeri branda ile kapatılarak gölgelik yapılmıştır. Kafesteki ağın tabanının gergin olması ve su hareketlerinden dolayı büzülmemesi için taban kenarına galvanizli çerçeve geçirilmiştir. Literatür bilgilerinde rastlanmasına karşın (Arthur, 1999) kafes tabanında branda kullanılması çeşitli olumsuzluklara neden olduğundan ön denemeler dışında kullanılmamıştır.

Tank denemelerinde 2x2x1.2 m ebatlarında fibreglas tanklar kullanılmıştır. Oksijen doygunluğunun sağlanması için sürekli havalandırma yapılmıştır. Bu amaçla hava motorları ve her tanka iki havataşı olacak şekilde düzenek kurulmuştur. Tanklarda su derinliği 80-100 cm tutulmuştur. Tanklarda su değişimi 22 l/dakika'ya ayarlanmıştır. Yaz döneminde su sıcaklığının olumsuz etkisini azaltmak amacıyla pompalarla 27-45 m derinliklerden termoklin tabakadan alınan deniz suyu kullanılmıştır.

Araştırmada tank ve kafes denemesi stok yoğunlukları ve büyüklükleri eşit ikişer paralel oluşturularak yapılmıştır. Balıkların biyometrik ölçümlerinde, tesadüfi alınan ve belirli sayıda (%10; >30 birey) balıktan oluşan örneklerden yapılmıştır. Ölçümden 12 saat önce balıklara yem verilmemiş ve daha sonra tek tek boy ve ağırlıkları alınmıştır. Boy ölçümleri, ±1mm hassasiyetli Von Bayer ölçü tahtası ile total boy olarak ölçülmüş ve 0.1 gram hassasiyetli elektronik terazi ile de canlı ağırlıkları alınmıştır. Tartılan balıklar alındıkları kafes veya havuza tekrar geri bırakılmıştır.

Araştırmada günde iki kez %45 (38-47) ham protein, %15 ham yağ ve 3000 kkal/kg. enerjiye sahip ticari (Ecobio Co. Ltd. (4, 6 ve 8 mm)) ekstrude pelet levrek yemleri kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan yemin boyutu balık büyüklüğüne göre belirlenmiştir. Yemlemeden 3-4 saat sonra balıkları strese sokmayacak şekilde tankların tabanı günlük temizlenmiştir.

Kafeslerde büyüme performansı için Nisan 2001 tarihinde kuluçkahaneden alınan kalkan yavruları (ortalama 19.6±0.23 cm boy ve 112.3±4.46 g ağırlık) araştırma kafesine (4x4x1.5 m) ortalama stok yoğunlukları 50 adet/m² olacak şekilde yerleştirilmiştir.

Yaz aylarına kadar büyüme devam etmiştir. Haziran ayında deniz suyu sıcaklığının yükselmesine paralel olarak paraziter ve bakteriyel enfeksiyonların görülmesi üzerine bir grup balığa tedavi uygulanarak yaz sezonunu kafeslerde geçirmesi için deneme devam ettirilmiş, diğer grup balıklar (ortalama 23.5±0.27 cm boy ve 207.2±7.19 g ağırlık) ise sıcak yaz aylarını geçirmek üzere 27 m derinlikten pompalarla alınan deniz suyu akıtılan tanklara (<22°C) yerleştirilmiştir. Tanklara alınan balıklar tedavileri sonrasında yaşamaya devam ederken, kafeslerde tutulan balıklar Temmuz ayında su sıcaklığının 30°C'nin üzerine çıkması nedeniyle tamamen ölmüştür. Kasım ayında su sıcaklığının transfer için uygun olması (>20°C) ile birlikte tanklarda tutulan balıklar tekrar kafese nakledilmiştir (29.6±0.33 cm boy ve 443.9±18.28 g ağırlık).

Günlük su sıcaklığı ölçümleri civalı termometre ile yapılmıştır. Tesis suyunun fiziksel parametreleri (sıcaklık, elektriksel iletkenlik, bulanıklık) Horiba marka su analiz seti ile yerinde ölçülmüş (APHA, 1985), kimyasal analizler (çözünmüş oksijen, toplam sertlik, serbest klor, sülfat, fosfat, nitrat ve nitrit azotu, organik madde) ise Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Kimya Laboratuvarında standart metotlara göre yapılmıştır (Mancy, 1977; Gültekin ve diğ., 1987).

Çalışma süresince meydana gelen günlük spesifik büyüme oranının (SBO) belirlenmesinde $SBO (\%) = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1} \times 100$ formülü kullanılmıştır. Burada; W_1 : ilk ağırlık, W_2 : son ağırlık, t_2-t_1 :iki tartım arasındaki süredir (Şahin, 2001; Imsland ve diğ., 2001).

Balıklarda ağırlık ile boy arasındaki ilişkiyi açıklayan diğer bir bağıntı kondüsyon faktörüdür. Bu faktör $K = \frac{W}{L^3} \times 100$ formülü ile hesaplanmıştır (Saether ve Jobling, 1999; Imsland ve diğ., 2001).

Yem değerlendirme oranının (YDO) hesaplanmasında $YDO = \frac{F}{(W_2+m) - W_1}$ formülü kullanılmıştır. Burada; F: Bir periyotta tüketilen yem miktarı (g), W_1 : ilk ağırlık (g), W_2 : son ağırlık (g), m: ölen balıkların ağırlığı (g) (Şahin, 2001; Saether ve Jobling, 2001).

Araştırmalar sonucunda elde edilen veriler Mirosoft Office Exel 2003 ve Stastica 7.0 yazılımları kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerde ortalamalar ve standart hatalar, yaşama oranlarında yüzdelik değerler hesaplanmış. Veriler dağılım yönünden analiz edilerek, normal dağılım gösteren verilere (p>0.05) tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

Bulgular

Bu çalışma sırasında, maksimum deniz suyu sıcaklığı Temmuz-Ağustos aylarında (22.7-21.9°C), minimum sıcaklık ise Şubat-Mart ayında (8.7-10.1°C) ölçülmüştür. Su sıcaklığının yüksek olduğu aylarda oksijen değerleri düşmüş,

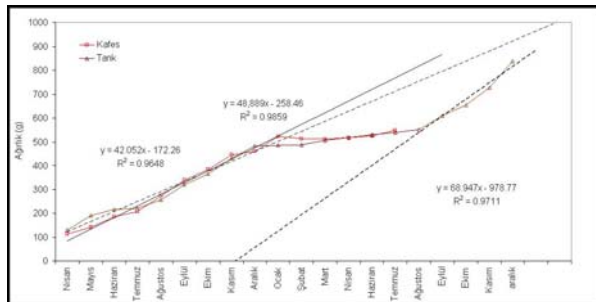
sıcaklığın düşük olduğu kış aylarında ise yükselmiştir. Ortalama aylık tuzluluk değeri ‰16.8–18.9, pH ise 7.71–8.36 arasında değişim göstermiştir. Daha sonraki bölümlerde ayrıntılı olarak verileceği gibi su sıcaklığı, kalkan balıklarında büyüme, yem alımı ve özellikle yaz aylarında yaşama oranlarını direkt olarak etkileyen çevresel faktör olmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Denemeler süresince deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimi (Ortalama±standart hata).

Parametreler	Tank ortamı	Kafes ortamı
Sıcaklık (°C)	14.6±3.85	15.9±6.14
PH	8.07±0.157	8.11±0.241
O ₂ (mg/L)	7.27±0.997	8.30±1.506
%S	18.21±0.312	17.80±0.384
O. MADDE (mg/L)	7.86±2.889	9.57±4.441
NO ₃ -N (mg/L)	0.92±0.130	0.75±0.191
NO ₂ -N (mg/L)	0.01±0.003	0.005±0.001
O-PO ₄ ³ (mg/L)	0.90±0.771	0.15±0.079

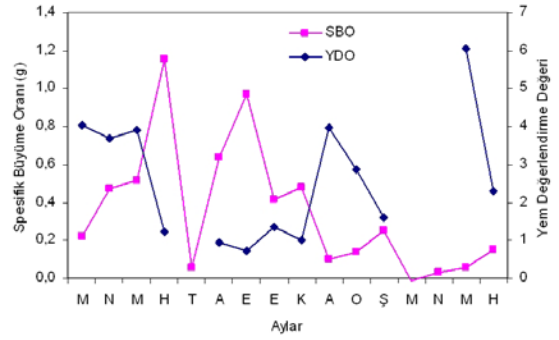
Kafeslerde büyüme denemesinde 19.6±0.23 cm boy ve 112.3±4.46 g ağırlıkta ağ kafeslere yerleştirilen balıklar 8-28°C su sıcaklıklarında 15 ayda ortalama olarak 33.6±0.31 cm boy ve 547.6±14.18 g ağırlığa erişmiştir. Balıklar su sıcaklığının yüksek olduğu dönemlerde (dört ay) tanklara yerleştirilmiştir. Aynı dönemde letal sınırı belirlemek amacıyla kafeslerde tutulan balıklar Temmuz ayında su sıcaklığının 30°C'nin üzerine çıkması nedeniyle tamamen ölmüştür. Temmuz ve Ağustos döneminde yüksek su sıcaklığının etkisi ve kış aylarında su sıcaklığı 10°C'nin altına düştüğü dönemlerde yem alımının azaldığı gözlenmiştir (Şekil 1).

Tanklarda büyüme denemesi amacıyla Nisan 2001 döneminde ortalama boy 20.0±0.23 cm ve ortalama ağırlıkları 130.2±5.21 g olan kalkan yavruları 8.14 kg/m² olarak yerleştirilmiştir. Balıklar denemenin sürdüğü 20 (kuluçka dönemi ve ön büyüme ile birlikte yaklaşık 32 ay) aylık süre sonunda 37.1±0.24 cm boy ve 836.5±17.33 g ağırlığa ulaşmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda tank grubun kafes ortamında tutulan balıklara göre Mayıs ve Haziran aylarında daha iyi büyüme göstermiş (P<0.05), kış aylarında ise termoklin tabakadaki su sıcaklığının yüzey ile aynı seyretmesinin de etkisiyle, büyüme her iki grupta da yavaş seyretmiş ve istatistik olarak fark önemli (P>0.05) bulunmamıştır (Şekil 1).

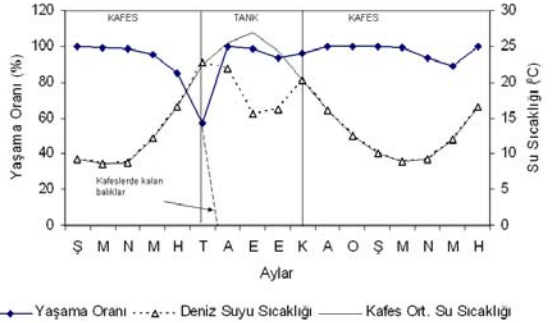


Şekil 1. Tank ve kafes ortamında ağırlık artışı

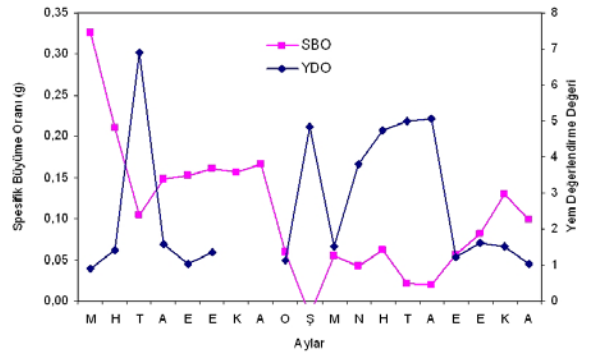
Çalışmada büyüme ve yaşama oranlarına ilişkin değerler kafes denemesinde Şekil 2 ve 3, tank denemesinde ise Şekil 4 ve 5'te verilmiştir. Tank denemesinde 27 m derinlikten alınan deniz suyu kullanıldığı için yaz sezonunda yüzey suyu sıcaklığı etkisi nispeten hafifletilmiş ve bu dönemde balıklarda ölüm görülmemiştir. Fakat özellikle yem alımı ve büyümenin düşük olduğu kış ayları süresince bağışıklık sisteminin zayıflaması sonucu iki ayrı dönemde (Mayıs 2002 ve Eylül 2002) *Aeromonas* sp. enfeksiyonu sonucu ölüm gözlenmiştir.



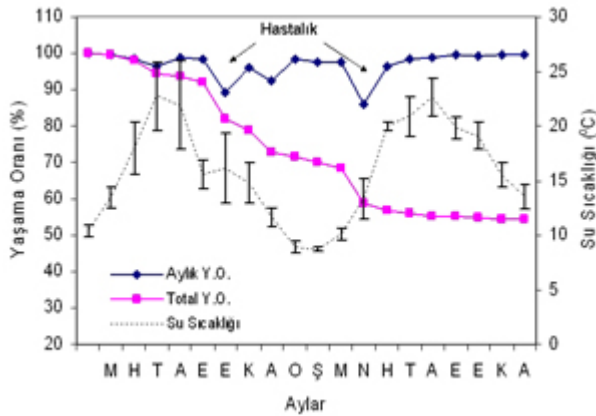
Şekil 2. Kafes denemesinde spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı



Şekil 3. Kafes denemesinde aylık yaşama oranının değişimi



Şekil 4. Tank denemesinde spesifik büyüme ve yem değerlendirme oranları



Şekil 5. Tank denemesinde aylık ortalama yaşama oranı ve total yaşama oranı değişimleri

Sonuç ve Tartışma

Balıklarda büyüme, alınan toplam enerjinin, metabolizma faaliyetleri dışında kalan miktarının büyüme enerjisi olarak kullanılmasına bağlıdır. Alınan yemin büyüme enerjisine dönüşümünü çevresel faktörler (su sıcaklığı ve kalitesi), ve yemle ilgili faktörler (Yemin içeriği, yemleme oranı, zamanı) etkilemektedir. Büyüme ayrıca balıktan kaynaklanan (genetik yapısı, hormonal aktivite, büyüklük, vb) bazı faktörler yanında balığın sağlığı ile yakın ilişkilidir. Çevre, beslenme ve biyotik faktörler büyümeyi ve bunun sonucunda yetiştiricilik maliyetlerini etkiler (Person-Le Ruyet ve Boeuf, 1998; Imsland ve diğ., 2000; 2001).

Kalkan balıklarında büyüme üzerinde başlıca ekolojik faktörlerin uzun vadeli etkileri geniş kapsamlı çalışılmıştır (Person-Le Ruyet ve diğ., 1997; 2000; Person-Le Ruyet ve Boeuf, 1998; Pichavant ve diğ., 1998; 2000; 2001; Piferrer ve diğ., 2000; Imsland ve diğ., 2000; 2001). Ekolojik faktörler sınırlayıcı ve belirleyicidir. Sıcaklık, tuzluluk ve ışık asıl belirleyici faktörlerdendir. Çünkü bunlar büyüme oranında direkt olarak etken rol oynamaktadır. Sınırlayıcı faktörlerin bazılarının düşük oranda olması (Oksijen oranı vb), bazılarının yüksek oranda olmaları (pH-CO₂) büyüme üzerine etki eder. Sınırlayıcı faktörler nitrit, nitrat, askıda katı madde, meteorolojik faktörler, kimyasal kirlenmeleri ve ilaçları (tedavi amaçlı olmayan)da içermektedir (Person-Le Ruyet, 2002).

Mallekh ve diğ., (1998) yaptığı çalışmada kalkan balıklarının büyümesi üzerine daha önce yapılan araştırmalarla aynı doğrultuda 17-19°C su sıcaklığında balıklarının iştahlarının arttığı belirlenmiştir. En iyi büyüme 100 g'lık balıklarda Waller (1992) tarafından 16-19°C su sıcaklığında bulunmuş iken 3-20 g'lık balıklarda en iyi büyüme 18°C civarındadır (Scherrer, 1984). Bununla birlikte Burel ve diğ.(1996) juvenillerin 14, 17 ve 20°C'de balıkların iştahlarının çok az değiştiğini bildirmiştir.

Gerek tank denemesi gerekse kafes denemelerinde kış aylarında su sıcaklığının 12°C'nin altına düştüğü dönemlerde

büyümenin oldukça azaldığı, hatta durma noktasına geldiği görülmüştür. Aralık ayından Mart sonuna kadar olan dönemde nispeten göreceli olarak yavaş bir büyüme gerçekleşmiştir. Mart ayından itibaren çevresel parametrelerin balığın isteklerine uygun hale gelmesine paralel olarak, büyüme oranının tekrar arttığı, ancak Temmuz ayında artış hızının azaldığı saptanmıştır.

Fransa'nın Galiçya bölgesinde karada kurulan tesislerde (çevre şartlarının kontrol altında olmadığı) kalkan balıklarının büyüme periyodu 28 ay olmasına karşın, kapalı devre sistemlerde su sıcaklığı (18°C), tuzluluk ve diğer çevre şartlarının optimum olduğu koşullarda 12-14 aylık sürede pazar boyuna kadar büyütülebilmektedir (Lygren, 1994). Başlangıçta 5-9 g ağırlıkta olan kalkan yavruları yaklaşık 17 aylık sürede 1100-1900 g ağırlığa ulaşmıştır (Iglesias, 1994). İspanya'da su sıcaklık değişiminin 14-18°C olduğu yerlerde 3 yıl ve daha az bir sürede 2-2.5 kg ağırlıkta kalkan balığı ticari olarak üretilmiştir (Arnaiz, 1994). Aynı işletmelerde 1 kg ağırlığa 18 ayda ulaşılmıştır. Mevsimsel su sıcaklığı 9-19°C olduğu zaman 3 yılda yalnız 1.2-1.5 kg ortalama ağırlık elde edilmiştir. Sıcaklık rejiminin bu şekilde olduğu işletmelerde 2 yılda ancak 750 g ağırlığa ulaşılabilmiştir (Person-Le Ruyet, 2002). Pilot tesislerde yapılan çalışmalarda ön büyüme dönemi sonrası (70-300 g) kalkan balıkları 18 ay sonunda 1.5-2 kg ağırlığa kadar ulaşmıştır (Lygren, 1994).

Yapılan çalışmada kafes ortamında 15 aylık süre sonunda 547.6 g, tank ortamında ise 20 aylık süre sonunda 836.5 g büyüklüklere ulaşılmıştır. Bölgeye ilişkin olarak irdelenen çevresel parametre koşullarında (Tablo 1) kuluçka dönemi ve ön büyüme ile birlikte yaklaşık 32 aylık sürede Avrupa'da porsiyonluk olarak kabul edilen yaklaşık 1 kg ağırlığa ulaşmak mümkün görülmektedir. Büyümenin süreklilik arz ettiği Nisan-Aralık dönemlerine uygulanan regresyonda büyüme süresinin 24-26 aylık bir sürede tamamlanabileceği hesaplanmıştır (Şekil 1).

Kalkan balıkları 5 ay sonra kafeslere transfer edilebilmekte ve çok hızlı gelişme göstermektedir. Kafeslerde kıyasal alanda oluşturulan tesislere göre daha az maliyet gerektirmekte ve daha kolay yer seçimi yapılabilmektedir. Galiçya bölgesinde yıl boyunca çevresel istekler uygun olmasına rağmen özellikle dalga hareketleri ve balıkların strese girmesi problem oluşturmaktadır (Arnaiz, 1994).

Kalkan balıkları 300 grama ulaştıktan sonra kafeslere aktarılmaktadır (Person Le Ruyet ve diğ., 1991). 250 ton kapasiteye sahip bir özel sektör işletmesinde balıkların yapılan takiplerinde tank ve kafeslerde eşit büyüme gösterdikleri görülmüştür (Alvial ve Manriquez, 1999). İşletme masrafları aynı olmasına rağmen kafeslerde yatırım maliyeti daha ucuz olmaktadır. Kafeslerdeki kalkan balıklarının bakımları daha zor olmakta ve daha fazla işçilik gerektirmektedir (Arnaiz, 1994).

Kalkan balıkları biyolojik yapıları nedeniyle havuz tabanını kullandıkları için birbiri üzerinde yatar konumda bulunurlar. Yetiştiricilik sistemlerinde genel olarak uygulanan stok yoğunluğu 300 g balık için 30-35 kg/m², 750 g ve yukarısı için 45 kg/ m² ve yüzeyi de kullanan büyük balıklar için 60-80 kg/m² dir (Person-Le Ruyet, 2002). Kapalı devre sistem

kullanılan tesislerde balık yoğunluğu 70-80 kg/m²'den 200 kg/m²'ye ulaşmıştır (Lygren, 1994).

Yetiştiricilik şartlarında deneme yapılması amaçlandığı için gerek tank, gerekse de kafeste yapılan denemelerde Avrupa ülkelerinde çiftliklerde yaygın stoklama yoğunluğu (35-50 kg/m²) rakamları esas alınmıştır. Tank denemesinde başlangıçta 8.14 kg/m² olan stok yoğunluğu deneme sonunda hasat döneminde 28.4 kg/m² yoğunluğa erişmiştir.

Kafes denemesinde, büyümenin belirlenmesi için aylık olarak yapılan ölçümlerle elde edilen değerler kullanılarak hesaplanan spesifik büyüme oranı (SBO), su sıcaklığının büyüme için en uygun olduğu dönem olan Nisan-Haziran aylarında (1.16), Eylül-Aralık başı (0.97) dönemlerinde yüksek olduğu ve deneme süresince günlük büyümenin ortalama olarak 0.35 g olarak gerçekleştiği bulunmuştur. Fakat kafes denemesinde 2002 yılı ilkbahar aylarında deniz suyu sıcaklığının düşük seyretmesi ve kış sezonunun uzun sürmesi büyüme neredeyse durma noktasına getirmiş, uzun süre yem almayan balıklarda bir miktar ağırlık azalması bile gözlenmiştir (Şekil 2).

2001 yılı Temmuz ayında yaz sıcaklarının etkisinden korunmak için tanklara transfer edilen bireylerde büyüme normal devam ederken, kafeslerde sıcaklık etkisine bırakılan ve bir aylık periyotta ölen grupta yem alımı olmadığı için büyüme olmamıştır.

Deneme süresinde meydana gelen parazit ve bakteriyel enfeksiyonların yanında, yaz aylarında kafeslerde bırakılan balıkların ölmesi, toplam yaşama oranının %33 gibi düşük bir düzeyde kalmasına neden olmuştur. Aylık ortalama yaşama oranına bakıldığında bu iki dönem dışında ortalamanın %90'ının üzerinde olduğu görülecektir.

Kalkan balığı kültüründe kullanılan yem özelliklerine göre yem değerlendirme oranlarında (YDO) büyük değişimler gözlenir (Saether ve Jobling, 2001). Parçalanmış balıklar kullanılarak yapılan beslemede yem değerlendirme 2.3-5.8 :1 olurken, yarı yaş yemler (pelet ve balık parçaları) kullanıldığı durumda 1.7-2.5 :1 ve kalkan için geliştirilmiş kuru pelet yemler beslenmede kullanıldığında 0.9-1.9:1 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Devesa, 1994). Hara ve diğ., (2002) yaptıkları çalışmada donmuş mezgıt ile beslenen balıklarda YDO'nı 3.2-6.8 arasında bulmuştur.

Yaptığımız çalışmada Yem Değerlendirme Oranı (YDO) kafes denemesinde ortalama 2.63 iken tank denemesinde ise 2.59 olmuştur. Kafeslerde stok yoğunluğu denemesinde ise yem değerlendirme oranı ortalama 1.86 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Bu değerler diğer araştırmacıların (Saether ve Jobling, 1999; 2001; Imsland ve diğ. 2001; Regost ve diğ. 2001; Şahin, 2001) elde ettiği YDO'dan yüksek olmakla birlikte, muhtemelen bu durum, yaptığımız çalışmada çevresel parametrelerin doğal şartlarda bulunması ve özellikle kış aylarında düşük su sıcaklıkları olmasından kaynaklanmaktadır.

Mevsimsel parametreler, sıcaklık ve gün uzunluğu dominant olmakla birlikte yem alımının değişiminde tek başına etkili değildir. Yem isteklerinde yalnız %26'sı çevresel parametrelerle açıklanır (Mallekh ve diğ., 1998). Çevre şartlarında görülen bir değişimde balıklardaki ilk tepki yem

etkiliğinde değişiklik olmaksızın, iştahta azalmadır. Ekolojik faktörlerin üst veya alt limitlerine belirli bir sürenin üzerinde maruz bırakılma, büyüme kadar yaşama oranına da etki eder (Person-Le Ruyet, 2002).

Tanklarda yaşama oranları (YO) değerleri Şekil 5'de verilmiştir. Deneme süresinde meydana gelen parazitler ve bakteriyel enfeksiyonlar nedeniyle balıkların ölmesi toplam yaşama oranının %54.4 eieidüşük bir düzeyde kalmasına neden olmuştur. Aylık ortalama yaşama oranına bakıldığında ortalamanın %96.92 olduğu görülecektir.

Kafeslerde kalkan balığı yetiştiriciliği üzerine uygulanan araştırmalar gerçekten umut vermekteydi. Fakat yapılan denemeler dalga etkisinin olmadığı korumalı alanlarda yapılmıştı. Uygulamada ise mevcut tesisler ve yeni tasarımlar üzerine yapılan araştırmalar yetersiz kalmıştır. Su altı kafeslerinin işletme maliyetlerinin yüksek oluşu ve kullanım zorlukları deneme çalışmaları dışında kullanımını sınırlamıştır. Özel sektörde dip kafesleri ve kafeslerde kalkan yetiştiriciliği yaygın kullanım bulmamıştır. Yapılan birkaç uygulamada ise yer seçiminin iyi yapılamaması ve iyi yönetim gösterilmemesi başarıyı engellemiştir. Nehir ağzında yerleştirilen kafeslerde dalgadan korunaklı alan olmasına rağmen, güçlü akıntılar ve kafes tabanının sürekli hareket etmesi kalkan balıklarında strese ve aşınmalara neden olmuştur (Arnaiz, 1994).

Kalkan balığının kafeste yetiştiriciliğinde diğer deniz balıklarında olduğu gibi off-shore kafes kullanılması mümkün değildir. Bu nedenle yalnızca korunaklı bölgelerde birkaç tesiste kafeste yetiştiricilik yapılırken, esas olarak karadaki tesislerde kalkan kültürü yapılmaktadır (Arnaiz, 1994).

Yaptığımız çalışmada bölgemizde kafes şartlarında yetiştiriciliğin mümkün olup olmadığının araştırılması amacıyla çeşitli tipte kafeslerle deneme gerçekleştirilmiştir. Dip kafes uygulamaları ve branda benzeri malzemelerle kafes tabanının kaplanması proje çalışmalarında denenmiştir. Kafes yetiştiriciliğinde yem atıklarının birikmesi ve bakım zorlukları göz önünde bulundurularak yalnızca çelik çerçeve ile gerdirilmiş ağ kafeslerin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışmada kafes denemesinde esas problemi yaz aylarında su sıcaklığının yüksek olması oluşturmuştur. İki ayrı dönemde yüzey suyu sıcaklığına karşı yaz aylarında kafeste bırakılan balıkların tamamı ölmüştür. İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde kafeste bulunan balıklarda parazit enfeksiyonu dışında problemle karşılaşılmaştır. Ayrıca Karadeniz'de bulunan özel sektör işletmelerinde ağ kafeslere yerleştirilen balıklar yaz döneminde su sıcaklığının etkisi ile ölmüştür. Bu durum ülkemiz koşullarında kalkan balığı yetiştiriciliğinin kafeslerde yapılamayacağını yada karada kurulan tesislerin bakımı durumunda hasat dönemlerinde kısa bir periyotta (ilkbahar-sonbahar) kullanılabileceğini göstermektedir.

Büyütme çalışmalarında kalkan balığı için optimum koşullar sağlanarak (kapalıdevre sistemler vb.) daha kısa dönemde, daha iyi yem değerlendirme ve yaşama oranları elde edilmesi mümkündür. Büyütme denemelerinin ekonomik boyutları da kıyaslanarak tekrarlanması, ülkemizde bu türün ticari yetiştiriciliğinin yaygınlaşması için önemlidir.

Kaynakça

- Alvial, A., J. Manriquez, 1999. Diversification of Flatfish Culture in Chile. *Aquaculture*, 176: 65-73.
- APHA, AWWA, WPCF, 1985. Standart Methods For the Examination of Water and Wastewater, 16. Edition, New York.
- Arnaiz, R., 1994. Diversification in the Turbot Endustry. Turbot Culture: Problems and Prospects. In: P. Lavens and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium. 166-181
- Arthur, G., 1999. The Atlantic Halibut: A Potential Species for Fish Farming in Shetland Fisheries Information Note No. 2
- Burel C., J. Person-Le Ruyet, F. Gaumet, A. Le Roux, A. Severe, G. Boeuf, 1996. Effects of Temperature on Growth and Metabolism in Juvenile Turbot, *Journal of Fish Biology*, 49: 678-692.
- Çelikkale, M.S., E. Düzgüneş, İ. Okumuş, 1999. Türkiye Su Ürünleri Sektörü: Potansiyeli, Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri, (in Turkish) İstanbul Ticaret Odası, yayın no: 1999-2, İstanbul. 414 s.
- Devesa, S., 1994. Nutrition and Feeding of Cultured Turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Turbot Culture: Problems and Prospects. In: P. Lavens and R.A.M. Remmerswaal (Eds.), European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium. 81-192
- FAO, 2005. Cultured Aquatic Species Information Programme, Turbot (*Psetta maxima*) Inland Water Resources and Aquaculture Service (FIRI), http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=culturespecies&xml=Psetta_maxima.xml
- Girin, M., 1979. Méthodes de Production des Juvéniles Chez Trois Poissons Marins, Le bar, La Sole et Le Turbot, Repports Scientifiques et Techniques, Publications 39, CNEXO, France. pp: 202.
- Gültekin, N., O. Torul, S. Serin, 1987. Endüstriyel Kimya-1 Laboratuarı, (in Turkish) K.T.Ü. Basimevi, Trabzon.
- Hara, S. 2002. Present Status of Fish Culture Development Project in the Black Sea under JICA Program. *Turkish J. of Fish. and Aquatic Sci.*, 2(1): 1-3,
- Hara, S., M. Özogun, E. Güneş, B. Ceylan, 2002. Broodstock Rearing and Spawning of Black Sea Turbot *Psetta maxima*. *Turkish J. of Fish. and Aquatic Sci.*, 2: 9-12.
- Iglesias, J. 1994. Research Activities on Turbot Industrial Procedures in Spain. Turbot Culture: Problems and Prospects. In: P. Lavens and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium, 127-136,
- Imsland, A.K., A. Foss, S.O. Stefansson, G. Naevdal, 2000. Haemoglobin Genotypes of Turbot (*Scophthalmus maximus*): Consequences for Growth and Variations in Optimal Temperature for Growth. *Fish Physiol. Biochem.*, 23: 75-81.
- Imsland, A.K., A. Foss, G. Naevdal, T. Cross, S.W. Bonja, E.V. Ham, S.O. Stefansson, 2001. Counter Gradient Variation in Growth and Food Conversion Efficiency of Juvenile Turbot. *J. Fish Biol.*, 57: 1213-1226,
- Irwin, S., J.O. Halloran, R.O. FitzGerald, 1999. Stocking density, growth and growth variation in juvenile turbot, (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 178: 77-88
- Jones A. 1974. The Growth of Turbot Farming in Europe, Ferme Marine de Douhet – BP 4, 17840 La Bree Les Bains-France.
- Khanaichenko, A.N., Y.E. Bitoka, N.K. Tkachenko, 1994. Experiences in rearing endemic Black Sea turbot larvae. Turbot Culture: Problems and Prospects. In: P. Lavens and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium, 349-358
- Lei, J.L., Q. Men, J. Ma Ai, 2003. The comprehensive effects and development prospect of turbot introduction engineering. *Engineering Science*, 5(8): 30-34]
- Lygren, E., 1994. Culture in Recirculation Systems Turbot Culture: Problems and Prospects. In: P. Lavens and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No:22, Gent, Belgium, 93-104
- Mallekh, R., J.P. Lagardere, M.L. Begout Anras, J.Y. Lafaye, 1998. Variability in Appetite of Turbot, *Scophthalmus maximus* under Intensive Rearing Conditions; the Role of Environmental Factors. *Aquaculture*, 165: 123-138
- Mancy, K.H., 1977. Instrumental Analysis for Water Pollution Control, Ann Arbor Science, Michigan.
- Maslova, O.N., 2002. Problems and Achievements in Seed Production of Black Sea Turbot in Russia. *Turkish J. of Fish. and Aquatic Sci.*, 2: 23-27
- Nijhof M., 1994. Research on Nutrition and Growth in the Culture of Post Larval Turbot (*Scophthalmus maximus* L.). Turbot Culture: Problems and Prospects. In: P. Lavens and R.A.M. Remmerswaal (Eds.) European Aquaculture Society, Special Publication No: 22, Gent, Belgium, 137-165
- Person-Le Ruyet, J., 2000. Capacités Adaptatives des Juvéniles de Turbot à la Température, la Salinité et la Photopériode. G. Nonnotte, P. Sébert, N. Devauchelle, (coord.). Le Milieu Aquatique: Interactions des Facteurs Environnementaux et Impact Sur les Organismes Vivants. Anaximandre, Lesneven, France, 90-107.
- Person-Le Ruyet, J., F. Baudin-Laurencin, N. Devauchelle, R. Métailler, J.L. Nicolas, J. Robin, J. Guillaume, 1991. Culture of Turbot (*Scophthalmus maximus*), In: J.P. McVey (Ed.) Handbook of Mariculture and Finfish Aquaculture, 2: 21-41.
- Person-Le Ruyet, J., G. Boeuf, 1998. L'azote Ammoniacal, un Toxique Potentiel en élevage de Poissons : le cas du Turbot. *Bull. Français Pêche Pisc.*, 393-412.
- Person-Le Ruyet, J., C. Delbard, H. Chartois, and H. Le Delliou, 1997. Toxicity of Ammonia to Turbot Juveniles: I-Effects on Survival, Growth and Food Utilisation. *Aquat. Living Res.*, 10: 307-314.
- Person-Le Ruyet, J., 2002. Turbot (*Scophthalmus maximus*) Grow-out in Europe: Practices, Results and Prospects. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2(1): 29-39.
- Pichavant, K., J. Person-Le Ruyet, N. Le Bayon, A. Sévère, A. Le Roux, L. Quémener, V. Maxime, G. Nonnotte, G. Boeuf, 2000. Effects of hypoxia on growth and metabolism of juvenile turbot. *Aquaculture*, 188: 103-114
- Pichavant, K., J. Person-Le Ruyet, N. Le Bayon, A. Sévère, A. Le Roux, G. Boeuf, 2001. Comparative effects of long-term hypoxia on growth, feeding and oxygen consumption in juvenile turbot and European Sea-bass. *J. Fish Biol.*, 59: 875-883
- Pichavant, K., J. Person-Le Ruyet, A. Le Roux, A. Severe, G. Boeuf, 1998. Capacités adaptatives du turbot (*Psetta maxima*) juvénile à la photopériode. *Bull. Français Pêche Pisciculture*, 265-277
- Piferrer, F., R.M. Cal, B. Alvarez-Blazquez, L. Sanchez, P. Martinez, 2000. Induction of triploidy in the turbot (*Scophthalmus maximus*) I. ploidy determination and the effects of cold shocks. *Aquaculture*, 188: 79-90
- Regost, C.J., M. Arzel, M. Cardinal, J. Robin, M. Laroche, S.J. Kaushik, 2001. Dietary lipid level, hepatic lipogenesis and flesh quality in turbot (*Psetta maxima*). *Aquaculture*, 193: 291-309.
- Saether, B.S., M. Jobling, 1999. The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot *Scophthalmus maximus* L. *Aquacult. Res.*, 30: 647-653
- Saether, B.S. M. Jobling, 2001. Fat content in turbot feed: influence on feed intake, growth and body composition. *Aquaculture Res.*, 32: 451-458,
- Scherrer, P., 1984. Influence de la temperature et de la salinité sur la croissance et la consommation d'oxygene du juvenile de turbot *Scophthalmus maximus* L. (phase nurserie). These de 3 eme Cycle, Université de Bretagne Occidentale. 151 pp.
- Şahin, T., 2001. Effect of water temperature on growth of hatchery reared black sea turbot, *Scophthalmus maximus* (Linnaeus, 1758). *TUBİTAK, Turk J. Zool.*, 25: 183-186
- Waller, U., 1992. Factors influencing routine oxygen consumption in turbot (*Scophthalmus maximus*). *J. Appl. Ichthyol.*, 8: 62-71.