

Tatlısu İstakozunun (*Pontastacus leptodactylus*) Çeltik (*Oryza sativa* L.) İle Birlikte Polikültür Yetiştiriciliğinde İdeal Stok Oranlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Selçuk BERBER¹, Semih KALE², Musa BULUT³, Bahri İZCİ⁴

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimler Bölümü, Çanakkale, ²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Çanakkale, ³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiricilik Bölümü, Çanakkale, ⁴Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-1123-7217>, ² <https://orcid.org/0000-0001-5705-6935>, ³<https://orcid.org/0000-0002-4997-8208>,

⁴<https://orcid.org/0000-0002-5788-1537>

✉: semihkale@comu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma ile kontrollü ortamda çeltik–kerevit polikültür yetiştiriciliğinde ideal stok oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çeltik tarımı yapılan alanların tarla balıkçılığı açısından değerlendirilmesi için yumurtalı dişi tatlısu istakozlarından laboratuvar ortamında temin edilen yavru bireyler kontrollü ortamda çeltik ekili alanlara farklı stok oranlarında (25 birey m⁻², 50 birey m⁻² ve 100 birey m⁻²) yerleştirilmiştir. Araştırma sonunda tatlısu istakozu yavruları için hayatta kalma (%72) ile boy ve ağırlık yönünden en iyi büyümenin 25 birey m⁻² stok yoğunluğu olan ortamda gerçekleştiği tespit edilmiştir (p<0.05). Ülkemizde kerevit yavru besleme çalışmaları ile karşılaştırıldığında bulguların önemli derecede farklı olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçları kerevit yetiştiriciliği için alternatif bir yöntem olan çeltik–kerevit yetiştiriciliğinde en iyi verimin, stok yoğunluğunun 25 birey m⁻² olacak şekilde uygulanması ile alınabileceğini göstermiştir. Çalışmanın çeltik–kerevit yetiştiriciliği açısından ilerideki çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 26.03.2019

Kabul Tarihi : 16.05.2019

Anahtar Kelimeler

Tatlısu istakozu
Çeltik
Polikültür üretim
Büyüme
İdeal stok oranı

A Study on Determining the Ideal Stock Density of Freshwater Crayfish (*Pontastacus leptodactylus*) in Polyculture with Rice (*Oryza sativa* L.)

ABSTRACT

This paper aims to determine optimum stock density for rice–crayfish rearing in controlled environment. Juvenile freshwater crayfish (*Pontastacus leptodactylus*) obtained in the laboratory condition from female freshwater crayfish were stocked into rice–planted artificial pond at different stock densities (25 individuals m⁻², 50 individuals m⁻², and 100 individuals m⁻²) for the assessment of paddy field areas in terms of field fisheries in Turkey. Results showed that the best survival rate (72%) and growth for juvenile freshwater crayfish in point of length and weight has been observed at the stock density of 25 individuals m⁻². In addition, statistically significant difference has been found between this stock density and the other stock densities (p<0.05). The maximum survival rate was observed as 72% at the stock density of 25 individuals m⁻². The results of this study are significantly different when compared with other feeding researches on juvenile freshwater crayfish in Turkey. The stock density of 25 individuals m⁻² should be applied to gain maximum yield in rice–crayfish rearing experiments suggested as an alternative method for crayfish rearing. This paper, the first study on the investigation of different stock density for rice–crayfish rearing, will shed light on the further researches.

Research Article

Article History

Received : 26.03.2019

Accepted : 16.05.2019

Keywords

Freshwater crayfish
Rice
Polyculture production
Growth
Optimum stock rate

To Cite : Berber S, Kale S, Bulut M, İzci B 2019. Tatlısu İstakozunun (*Pontastacus leptodactylus*) Çeltik (*Oryza sativa* L.) İle Birlikte Polikültür Yetiştiriciliğinde İdeal Stok Oranlarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(6): 953-964. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.544561.

GİRİŞ

Ekonomik olarak önemli türleri içeren, dekapod krustaselerin içsularında yaşayan en büyük formlarından olan tatlısu ıstakozları, diğer adıyla kerevit, dünyada 737 tür ve alttür ile temsil edilmektedir (Crandall ve Buhay, 2008; Crandal ve De Grave, 2017). Türkiye’de bulunan türün farklı alttürleri olduğu bildirilmişse de mevcut türün genetik olarak *Pontastacus leptodactylus* olduğu rapor edilmiştir (Akhan ve ark., 2014). Dünyada kerevit üretimi avcılık ve yetiştiricilik yoluyla yapılmaktadır. Tür sayısının fazla olmasına rağmen genellikle avcılık ve yetiştiricilik faaliyetleri ekonomik açıdan önemli olan sadece 3 familyanın (Cambaridae, Parastacidae, Astacidae) türleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Avcılık yoluyla tatlısu ıstakozu üretimi miktarı 2015 yılı itibariyle Çin hariç 15426 ton olarak belirlenmiş olup Ermenistan 7380 tonluk üretimiyle ilk sırada yer almaktadır. Tür bazında üretim miktarları dikkate alındığında avcılık yoluyla en fazla üretilen tatlısu ıstakozu *Pontastacus leptodactylus* türüdür (FAO, 2017). Yetiştiricilik yoluyla ise dünyada 787373 ton tatlısu ıstakozu üretimi gerçekleştirilmiştir. Çin 723200 tonluk tatlısu ıstakozu üretimi ile ilk sırayı almaktadır. Yetiştiricilik yoluyla üretilen türlerin başında 786905 ton ile *Procambarus clarkii* gelmektedir (FAO, 2017). Türkiye’de ise 1984 yılında yaklaşık 8000 ton ile en parlak dönemlerini yaşayan tatlısu ıstakozu üretimi, kerevit vebası, aşırı avcılık ve su kirliliğinin artmasına paralel olarak üretim miktarı oldukça azalmış ve 2016 yılı itibariyle 544 tona kadar gerilemiştir (TÜİK, 2017). Son 10 yıl içerisinde tatlısu ıstakozu üretim miktarlarının sergilemiş olduğu eğilimler değerlendirildiğinde ise üretim miktarının giderek azaldığı görülmektedir.

Tatlısu ıstakozu stoklarının iyileştirilmesi ve alternatif üretim metotlarının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Mevcutta uygulanan üretim metodu ise sadece avcılığa dayanmakta olup stokların iyileştirilmeden sürekli av baskısı ile sömürülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Dünyada avcılık dışında tatlısu ıstakozlarının yetiştiricilik yöntemleri kullanılarak da üretimi yapılmaktadır. Bu yöntemler türlere bağlı olarak değişmekle birlikte; monokültür, dönüşümlü, ekstansif ve entansif olarak sıralanabilir. Bu üretim yollarında doğal veya yapay rezervuarlara yavru birey stoklanması veya doğal stokların zenginleştirilmesi amaçlanmıştır (Diler, 2013). Tatlısu ıstakozu üretim yöntemlerinden biri de çeltik kerevit dönüşümlü yetiştiricilik sistemleridir. Ülkemizde yerli türümüz olan *P. leptodactylus*’un çeltik üretimi yapılan alanlarda stoklanması günümüz itibariyle söz konusu değildir. Ancak bu türün su zemininden toprağın derinliklerine doğru yuva yapma özelliğinin bulunmaması nedeniyle çeltik ile polikültür açısından önemli avantajı bulunmaktadır (Berber ve Kale, 2018).

Tatlısu ıstakozlarının çeltik tarlalarında gelişim ve üretimleri ile ilgili ilk bilimsel bulgular Thomas (1965) tarafından sunulmuştur. Sonrasında yapılan çalışmalar yardımıyla çeltik tarlalarında tatlısu ıstakozlarının yetiştiriciliği ile ilgili temel yönetim stratejileri belirlenmiş ve günümüzdeki uygulamaların da temeli oluşturulmuştur (Thomas, 1965; Viosca, 1966; LaCaze, 1981). Tatlısu ıstakozları ile çeltik bitkisinin dönüşümlü olarak üretiminin yapılmasının temelinde bu canlının beslenme özellikleri yer almaktadır. Tatlısu ıstakozları beslenme biçimi açısından herbivor, detritivor, omnivor ve bazen de zorunlu karnivor olarak tanımlanmaktadır (Momot, 1995). Yaşayan ve çürümüş bitkiler, tahıllar, algler, küçük omurgasızlardan küçük balık türleri gibi omurgalılara kadar geniş bir grup ile beslenmektedir. Çeltik–kerevit üretiminde ise çeltik hasadından sonra geride kalan bitki materyali kerevitlerin beslenmesine katkıda bulunmaktadır.

Çeltik ekimi ve kullanılan alanlar açısından Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2017) kayıtlarına göre Türkiye genelinde son 10 yılda 1 milyon dekarın üzerinde alan çeltik ekimi için kullanılmaktadır. 2016 yılı itibariyle 1160563 dekar alan çeltik ekimi için kullanılmış ve karşılığında 920000 ton çeltik elde edilmiştir (TÜİK, 2017). Çeltik tarımı ağırlıklı olarak Trakya bölgesinde yapılmakla birlikte Çanakkale’de de tarım arazisi kullanımı 2007 yılında 38488 dekar iken 2016 yılı itibariyle 107464 dekara yükselmiştir (TÜİK, 2017). Dünyada çeltik–kerevit rotasyonu ile 1–2 ton ha⁻¹ kerevit üretimi yapılabildiği göz önüne alındığında hem ülke genelinde hem de Çanakkale düzeyinde oldukça büyük bir potansiyel olduğu düşünülmektedir.

Berber ve Kale (2018) tarafından çeltik tarlasında kerevit yetiştiriciliğinin ekonomik olarak uygulanabilir olup olmadığının araştırıldığı çalışmada kerevitlerin çeltik tarlalarında büyütülmesi yeni ve uygulanabilir bir alternatif yöntem olarak önerilmiştir. Bu doğrultuda mevcut çalışma ile kontrollü ortamda çeltik–kerevit yetiştiriciliğinde ideal stok oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma Materyali ve Çalışma Alanı

Araştırmada Tekirdağ ilinde bulunan Hanoğlu Göleti’nden (Şekil 1) temin edilen tatlısu ıstakozu (*P. leptodactylus*) anaçları ve bu anaçlardan elde edilen yavru bireyler kullanılmıştır. Tatlısu ıstakozu bireylerinin yakalanması için tek girişli iki venterli pinter ağı kullanılmıştır. Kullanılan pinter ağları 5 kasnaklı olup, iki pinter arasında germe ağ yerleştirilmiştir ve ağ gözü genişlikleri 34 mm’dir. Nisan 2017’de avlanan 100 adet yumurtalı tatlısu ıstakozu anaçı bu gölette önceden hazırlanmış olan

yaşatma havuzlarında bir süre bekletilmiştir. Ardından tabanına ıslak süngerler ve buz keseleri yerleştirilmiş 10 litrelik strafor kutular içerisinde laboratuvar ortamına taşınarak canlı nakil operasyonu sorunsuz bir şekilde tamamlanmıştır. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Dardanos Deniz Canlıları Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne nakledilen bireyler her birisi 140 litre hacme sahip polyester tankların içerisine su yüksekliği 40 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ayrıca kerevitlerde hem stres oluşumunun azaltılması hem de kanibalizmin önlenmesi amacıyla tankların içerisine PVC malzemeden üretilmiş borular yerleştirilerek barınma alanları sağlanmıştır.



Şekil 1. Anaç tatlisu istakozlarının avlandığı Hanoğlu Göleti (Tekirdağ) ve çalışmanın gerçekleştirildiği havuzlar (Çanakkale)

Havuzların Hazırlanması

Çeltik ekiminin yapılması için hazırlanan $2 \times 2 \times 1.5$ m boyutlarındaki havuzlara (Şekil 1) toprağın su geçirgenliğinin belirlenmesi amacıyla su depolaması yapılmıştır. Ancak toprak özelliklerinin su tutma kabiliyetinin çok az olması ve bölgede toprak kayması olmasından dolayı havuzların tamamı beton havuzlara dönüştürülmüş olup içerisine 40 cm yüksekliğinde toprak yerleştirilmiştir. Havuzlardaki su sirkülasyonunun sürekli sağlanması amacıyla da otomatik zamanlayıcı mekanizmaları kurulmuştur. Suyun akışında kesintiler oluşmasının önlenmesi için alternatif motorlar temin edilmiş ve kullanıma hazır hale getirilmiştir. Çeltik tohumlarının ekime hazır hale getirilmesi amacıyla tohumlar nemli bez torba içerisine konularak 3 gün süresince çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenmenin ardından 5 cm yüksekliğinde su bulunan havuzlara Mayıs 2017'de çeltik ekimi yapılmıştır.

Yavru Tatlisu Istakozu Bireylerinin Havuzlara Yerleştirilmesi ve Hasadı

Haziran 2017'de yumurtalardan yavru çıkışları başlayıp yumurtaların tamamının açıldığı gözlemlendikten sonra kanibalizmin önlenmesi amacıyla anaçlar ile yavru bireyler farklı tanklara yerleştirilmiştir. Çeltik bitkisinin su dışında filizlerinin görülmesinin ardından yavru bireyler hazırlanan havuzlara 25, 50, 100 birey m^{-2} olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak stoklanmıştır. Çeltik bitkisinin hasadından önce Eylül 2017 itibarıyla tatlisu istakozları havuzlardan toplanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Araştırmanın başlangıç ve sonundaki tatlisu istakozu yavruları

Tatlisu Istakozlarının Boy ve Ağırlıklarının Hesaplanması

Tatlisu istakozu anaç ve yavru bireylerinin boy ölçümleri 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas ile yapılmıştır. Boy ölçümlerinde rostrum ucundan telson sonuna kadar olan total boy esas alınmıştır. Tatlisu istakozu bireylerinin ağırlıklarının ölçümünde ise anaçlarının ağırlık ölçümleri 0.01 g hassasiyetli tartı ile yapılırken yavru bireylerin ağırlıkları ise 0.0001 g hassasiyetli tartı ile ölçülmüştür.

Boy-Ağırlık İlişkisinin Belirlenmesi

Krustaselerin vücut uzunluğu ile ağırlıkları arasındaki ilişkinin belirlenmesinde genellikle regresyon analizi kullanılmaktadır (Ricker, 1973).

Balıklarda olduğu gibi tatlısu ıstakozlarında da boy ile ağırlık arasında $W = a \times L^b$ şeklinde doğrusal olmayan bir ilişki vardır. Bu eşitlikte her iki tarafın logaritması alınırsa boy-ağırlık ilişkisi $\log W = \log(a) + b \log(L)$ şeklinde doğrusal hale getirilmiş olur (Ricker, 1973; Erkoyuncu, 1995). Bu eşitlikte;

L : Total boyu (TB),

W : Total ağırlığı (TA)

a ve b : Denklemin sabit parametrelerini ifade etmektedir.

Tatlısu ıstakozu bireylerinin boy-ağırlık ilişkisi Total Boy (TB)-Total Ağırlık (TA) ilişkisi yönünden incelenmiştir. Buna göre regresyon denklemleri, eğrileri ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan b değerinin önem kontrolü yapılırken önce test istatistiği değeri hesaplanmıştır. Bu değer;

$t = \frac{S_x |b-3|}{S_y \sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$ formülü ile belirlenmektedir. Bu denklemde;

S_x : $\log(L)$ değerlerinin standart sapması,

S_y : $\log(W)$ değerlerinin standart sapması,

n : hesaplamada kullanılan birey sayısı,

r^2 : $\log(L)$ ve $\log(W)$ değerlerinin determinasyon katsayısını ifade etmektedir.

Pleopodal yumurta sayıları anaçların üzerinden doğrudan sayılarak belirlenmiştir. Yumurta sayısı ile diğer vücut özelliklerinin arasındaki ilişki denklemleri ve korelasyon katsayıları (r), Ricker (1973)'in fonksiyonel regresyon modeli ile hesaplanmıştır.

Suyun Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Tatlısu ıstakozu yavrularının yerleştirildiği çeltik bulunan havuzların su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$), sudaki çözülmüş oksijen miktarı (mg l^{-1}) ile asitlik ve bazlık dereceleri (pH) saha çalışmaları sırasında yerinde ölçümler yapılarak kaydedilmiştir. Su sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$) ve sudaki çözülmüş oksijen miktarı YSI Pro 2030 ve suyun pH değeri WTW 3110 marka prob ile ölçülmüştür.

Tatlısu İstakozlarında Büyüme ve Yaşama Oranlarının Belirlenmesi

Tatlısu ıstakozlarında büyüme tüm vücudun ya da bazı organların boy, ağırlık, hacim gibi fiziksel boyutlarının zaman içerisinde değişmesidir. Fizyolojik büyüme devam ederken kabuk değişimi ile boy ve ağırlıkta artış meydana gelmektedir. Dış iskeletin değişiminden sonra kerevit boyutu artmaktadır. Bu nedenle dış ölçülerde büyüme zamanla artan bir eğriyle sonuçlanmaktadır. Yavru bireylerin ilk aylarında çok sayıda kabuk değişimi meydana gelmektedir. Tatlısu ıstakozları eşeyssel büyüklüğe yaklaştıkça kabuk değişimi sayısı da azalmaktadır. Genellikle juveniller ilk yılda 6-7 kez kabuk değiştirmelerine rağmen kabuk değişimi ve sayısı bireyden bireye değişiklik göstermektedir. Bu yüzden de yaşı gösteren güvenilir bir rehber olarak

kullanılması doğru sonuçlar veremeyebilir (Kumlu, 2001; Holdich, 2002). Tatlısu ıstakozlarında büyüme, boylarının ölçülmesi veya ağırlıklarının tartılması ile belirlenebilmektedir. Büyüme belirlemek için oldukça fazla yöntem kullanılmaktadır (Lall ve Bishop, 1976; Zanuy ve Carillo, 1985; Hidalgo ve ark., 1987; Pickering ve ark., 1987; Storebakken ve Austreng, 1987; Bernabe, 1993; Ballestrazzi ve ark., 1994; Holdich, 2002). Bu çalışmada büyümenin belirlenmesinde spesifik büyüme oranı (SGR) kullanılmıştır. Büyüme oranlarının karşılaştırılması amacıyla kerevitlerin ağırlık ortalamaları kullanılmıştır. Deneme sonunda tüm grupların SGR değeri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Holdich, 2002).

$$SGR = \frac{(\ln(W_t) - \ln(W_i))}{T} \times 100$$

W_t : Son ortalama kerevit ağırlığı (g)

W_i : Başlangıç ortalama kerevit ağırlığı (g)

T : Deneme gün sayısı

Deneme sonunda gruplardaki yaşama oranının tespitinde aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Yaşama Oranı (\%)} = \frac{\text{Deneme sonundaki kerevit sayısı}}{\text{Deneme başlangıcındaki kerevit sayısı}} \times 100$$

İstatistiksel Analizler

Farklı stok yoğunlukları arasında total boy ve ağırlık açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının test edilmesi amacıyla parametrik testlerden tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Varyans analizi sonucunda hem total boy hem de ağırlık için istatistiksel olarak anlamlı farklılık hesaplanmıştır ($p < 0.05$). Farklılığın kaynağını tespit etmek amacıyla Post Hoc testlerinden Tukey testi ile Scheffe testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Suyun Fizikokimyasal Özellikleri

Tatlısu ıstakozu yavru bireyleri havuzlara yerleştirilmeden önce ve havuzlardan toplanmadan önce suyun sıcaklık, çözülmüş oksijen, tuzluluk ve pH gibi fizikokimyasal parametreleri ölçülmüştür. Bu ölçümler her bir havuzun üç farklı noktasından yapılmıştır. Ölçülen değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Ölçüm yapılan noktaların ölçülen parametreler açısından birbirlerinden istatistiksel olarak önemli ölçüde farklı olmadıkları tespit edilmiştir ($p > 0.05$).

Çizelge 1. Araştırma başlangıcında ve sonunda ölçülen su parametreleri

| Parametreler | Başlangıç Ölçümü | Bitiş Ölçümü |
|---|------------------|--------------|
| Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) | 22.6 | 20.5 |
| Çözülmüş Oksijen (mg l^{-1}) | 2.10 | 3.30 |
| pH | 8.2 | 8.1 |
| Tuzluluk (ppt) | 1 | 1 |

Tatlısu İstakozlarında Büyüme ve Yaşama Oranları

Yavru temini için kullanılan anaç tatlısu istakozlarının total boyları ortalama 109.89 ± 1.825 mm, total ağırlıkları ise 31.54 ± 1.481 g olarak hesaplanmıştır. Anaçların total boyları $77.26-147.44$ mm arasında, total ağırlıkları ise $11.11-77.2$ g arasında değişiklik göstermiştir. Dişi tatlısu istakozlarının kuluçkaladıkları pleopodal yumurta sayıları 6–369 adet arasında değişiklik gösterirken, ortalama yumurta sayıları ise 201 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Yumurta çıkışından itibaren yaklaşık 10 gün sonra

yavru tatlısu istakozlarının boy ve ağırlık ölçümleri yapılarak çeltik ekilen havuzlara 25 birey m^{-2} , 50 birey m^{-2} , 100 birey m^{-2} olacak şekilde farklı stok yoğunluklarında yerleştirilmiştir. Başlangıçta ve denemenin sonunda tatlısu istakozu yavrularının ölçülen ortalama total boy ve ağırlıkları Çizelge 3’de sunulmuştur. Havuzlardaki yavru tatlısu istakozlarının yaşama oranları 25, 50, 100 birey m^{-2} stoklamalar için sırasıyla %72, %56, %43 olarak hesaplanmıştır. Hem en yüksek spesifik büyüme oranı hem de en yüksek yaşama oranı 25 birey m^{-2} stok yoğunluğunun olduğu havuzlarda gerçekleşmiştir.

Çizelge 2. Yumurtalı dişi tatlısu istakozu bireylerinin hesaplanan değerleri

| | Total Boy (mm) | Total Ağırlık (g) | Yumurta Sayısı (adet) |
|---------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Ortalama±SE* | 109.89 ± 1.825 | 31.54 ± 1.481 | 201.4 ± 9 |
| Min–Maks | $77.26-147.44$ | $11.11-77.2$ | 6–369 |

*SE: Standart Hata

Çizelge 3. Yavru tatlısu istakozlarının ortalama total boy, ortalama ağırlık, spesifik büyüme oranları ve yaşama oranları

| Parametre | Stok Yoğunluğu | | |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | 25 birey m^{-2} | 50 birey m^{-2} | 100 birey m^{-2} |
| Başlangıç Ortalama Total Boy (mm) | 14.28 ± 0.31 | 14.14 ± 0.224 | 15.52 ± 0.547 |
| Son Total Boy (mm) | 43.32 ± 2.241 | 34.31 ± 2.564 | 32.45 ± 1.121 |
| Başlangıç Ağırlık (g) | 0.094 ± 0.006 | 0.095 ± 0.006 | 0.145 ± 0.022 |
| Son Ağırlık (g) | 2.036 ± 0.254 | 1.262 ± 0.210 | 0.982 ± 0.099 |
| SGR | 3.62 | 3.04 | 2.25 |
| Yaşama Oranı (%) | 72 | 56 | 43 |

Farklı stok yoğunlukları arasında total boy ve ağırlık açısından anlamlı bir farklılık bulunup bulunmadığının test edilmesi amacıyla uygulanan tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonucunda hem total boy hem de ağırlık için istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4). Farklılığın kaynağını tespit etmek amacıyla Post Hoc testlerinden Tukey testi ile Scheffe testi kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre hem ağırlık hem de boy bakımından 25 birey m^{-2} stok yoğunluğu ile 50 birey m^{-2} stok yoğunluğu arasında, 25 birey m^{-2} stok yoğunluğu ile 100 birey m^{-2} stok yoğunluğu istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Ancak, 50 birey m^{-2} stok yoğunluğu ile 100 birey m^{-2} stok yoğunluğu arasında ise istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 5).

Çalışma sonucunda hesaplanan yaşama oranları ise

25, 50, 100 birey m^{-2} stok yoğunlukları için sırasıyla %72, %56, %43 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla farklı stok yoğunluklarında çalışma sonucunda hesaplanan yaşama oranları ile boy ve ağırlıkça büyüme miktarları göz önünde bulundurulduğunda en uygun stok oranının 25 birey m^{-2} olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Başlangıçtaki total boy ve ağırlıklar ile çalışma sonucundaki total boy ve ağırlıkların her bir stok miktarı için ortalamaları Şekil 3’te gösterilmiştir.

Boy–Ağırlık İlişkisi

Tatlısu istakozu yavrularının çalışma sonunda ulaştıkları boy ve ağırlık arasındaki ilişki lineer regresyon analizi ile logaritmik olarak incelenmiştir. Farklı stok yoğunlukları için çalışma sonundaki boy–ağırlık ilişkisi Şekil 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Total boy ve ağırlık için tek yönlü varyans analizi sonuçları

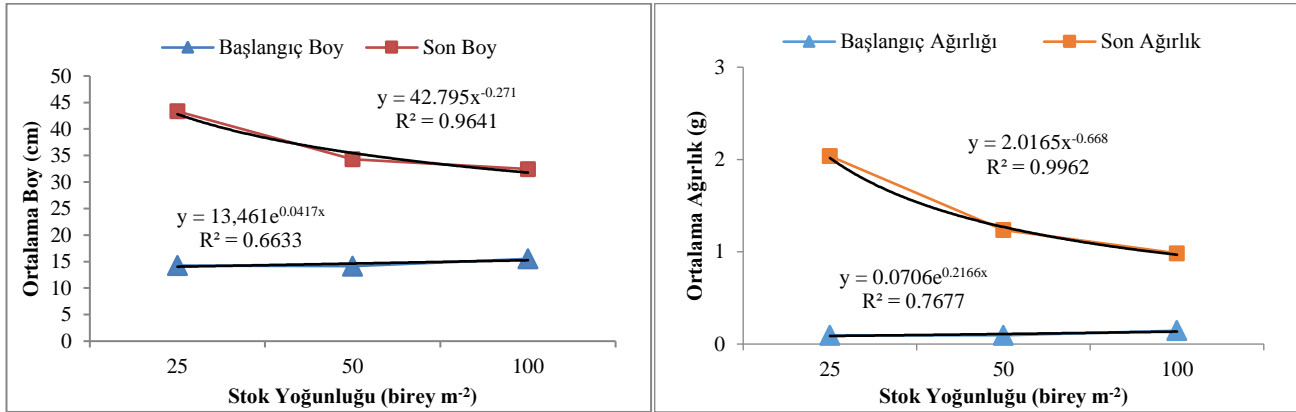
| Parametre | Varyansın Kaynağı | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Kareler Ortalaması | F | P |
|-----------|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|-------|-------|
| Total boy | Gruplar arası | 1535.283 | 2 | 767.642 | 7.521 | 0.001 |
| | Gruplar içi | 8777.759 | 86 | 102.067 | | |
| | Toplam | 10313.042 | 88 | | | |
| Ağırlık | Gruplar arası | 14.127 | 2 | 7.063 | 8.591 | 0.000 |
| | Gruplar içi | 70.709 | 86 | 0.822 | | |
| | Toplam | 84.836 | 88 | | | |

Çizelge 5. Farklı stok yoğunluklarının ağırlık için çoklu karşılaştırmaları ile Tukey ve Scheffe testlerinin sonuçları

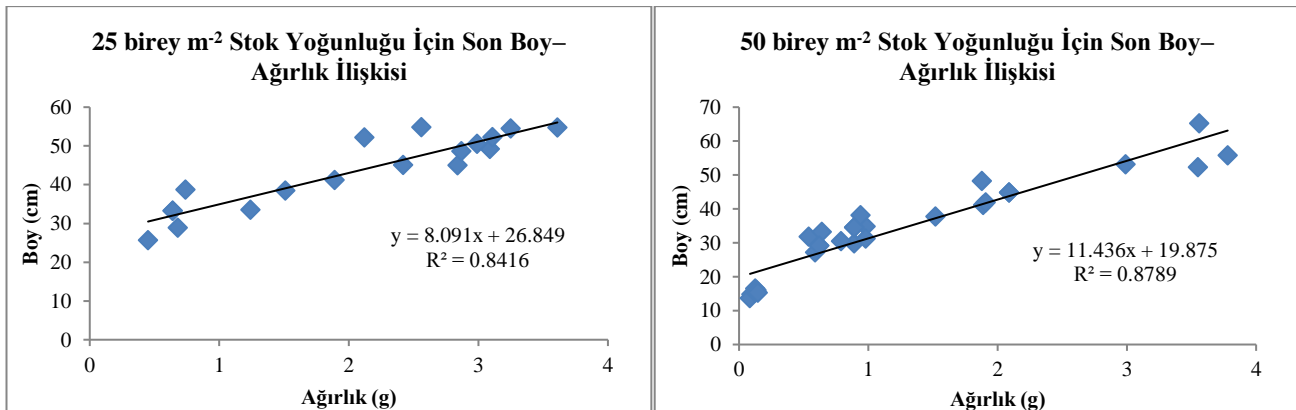
| Parametre | Test | Stok Yoğunluğu(I) | Stok Yoğunluğu(J) | Ortalama Fark (I-J) | Standart Hata | P | %95 Güven Aralığı | |
|-----------|---------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------|--------|-------------------|-----------|
| | | | | | | | Alt Sınır | Üst Sınır |
| Ağırlık | Tukey | 25 | 50 | 0.774* | 0.274 | 0.016 | 0.121 | 1.427 |
| | | | 100 | 1.055* | 0.255 | 0.000 | 0.447 | 1.662 |
| | | 50 | 25 | 0.774* | 0.274 | 0.016 | -1.427 | -0.121 |
| | | | 100 | 0.281 | 0.220 | 0.414 | -0.245 | 0.806 |
| | | 100 | 25 | -1.055* | 0.255 | 0.000 | -1.662 | -0.447 |
| | | | 50 | -0.281 | 0.220 | 0.414 | -0.806 | 0.245 |
| | Scheffe | 25 | 50 | 0.774* | 0.274 | 0.022 | 0.092 | 1.456 |
| | | | 100 | 1.055* | 0.255 | 0.000 | 0.420 | 1.689 |
| | | 50 | 25 | 0.774* | 0.274 | 0.022 | -1.456 | -0.092 |
| | | | 100 | 0.281 | 0.220 | 0.447 | -0.268 | 0.829 |
| Total boy | Tukey | 25 | 50 | 9.014* | 3.052 | 0.011 | 1.735 | 16.293 |
| | | | 100 | 10.874** | 2.836 | 0.001 | 4.110 | 17.638 |
| | | 50 | 25 | -9.014* | 3.052 | 0.011 | -16.293 | -1.735 |
| | | | 100 | 1.860 | 2.453 | 0.729 | -3.991 | 7.712 |
| | | 100 | 25 | -10.874** | 2.836 | 0.001 | -17.638 | -4.110 |
| | | | 50 | -1.860 | 2.453 | 0.729 | -7.712 | 3.991 |
| | Scheffe | 25 | 50 | 9.014* | 3.052 | 0.016 | 1.411 | 16.617 |
| | | | 100 | 10.874** | 2.836 | 0.001 | 3.809 | 17.939 |
| | | 50 | 25 | -9.014* | 3.052 | 0.016 | -16.617 | -1.411 |
| | | | 100 | 1.860 | 2.453 | 0.751 | -4.251 | 7.972 |
| 100 | 25 | -10.874** | 2.836 | 0.001 | -17.939 | -3.809 | | |
| | 50 | -1.860 | 2.453 | 0.751 | -7.972 | 4.251 | | |

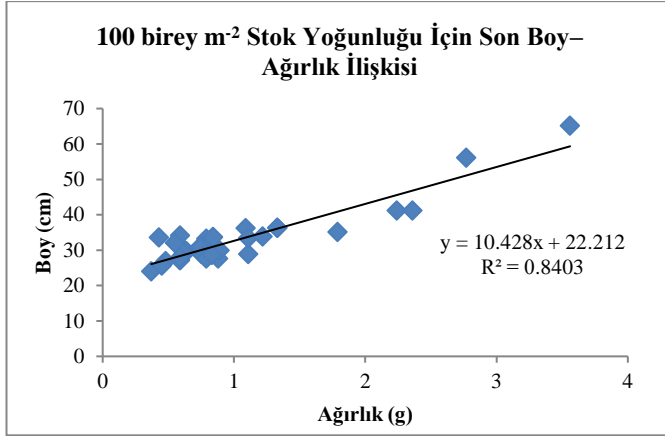
*Ortalama fark 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Ortalama fark 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur.



Şekil 3. Farklı stok yoğunluklarında ölçülen başlangıç ve son ağırlık değerlerinin ortalamaları





Şekil 4. Farklı stok yoğunlukları için çalışma sonundaki boy-ağırlık ilişkisi

TARTIŞMA ve SONUÇ

Tatlısu ıstakozu yetiştiriciliğinde yavruların hayatta kalma ve büyümelerini etkileyen faktörler; beslenme, kanibalizm, stok yoğunluğu, su sıcaklığı, barınak sayısı ve fotoperiyot olarak ifade edilmektedir. Tatlısu ıstakozları büyüme, üreme ve diğer normal fizyolojik fonksiyonlarını yerine getirebilmek için besin maddelerine gereksinim duymaktadır. Vücuda yemle alınan besinlerin bir kısmı doku oluşumu, bir kısmı enerji üretimi, diğer bir kısmı da diğer fizyolojik fonksiyonların yürütülmesinde kullanılmaktadır. İhtiyaç duydukları besin maddeleri enerji verenler ve büyümeyi sağlayanlar (karbonhidrat, yağ ve protein) ile enerji vermeyenler (vitamin, mineral) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Suda yaşayan canlıların karada yaşayan canlılara oranla protein ihtiyaçlarının yüksek, enerji ihtiyaçlarının düşük olması, beslenme ve metabolizmanın çevre şartlarından çok fazla etkilenmesi, tatlısu ıstakozu beslemenin en önemli karakteristiklerini oluşturmaktadır. Çetinkaya (1995) doğal şartlarda tatlısu ıstakozlarında vitamin ve mineral eksikliğine genelde rastlanmadığı halde, entansif kültür şartlarında yapay yemle beslenmeleri sonucunda vitamin ve mineral eksikliğinin ortaya çıktığını bildirmiştir. Bu nedenle, yapay koşullarda yavru üretiminin önemli olduğu tatlısu ıstakozlarında üreme döneminde olan anaçların besin ihtiyaçları ve özellikle yumurta ve yavru verimini destekleyen ve arttıran maddeler oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Goddard, 1988; Harlioğlu ve ark., 2012a). Tatlısu ıstakozlarının büyüme, hayatta kalma, üreme ve diğer fizyolojik gereksinimleri dikkate alındığında çeltik ile aynı ortamda stoklanabilir oldukları görülmektedir. Chien ve Avault (1980) çeltik tarlası ile kontrol havuzları arasında tatlısu ıstakozu üretiminin istatistiksel açıdan önemli derecede farklılık gösterdiğini ve çeltik havuzunda üretim miktarının yüksek olduğunu belirtmiştir.

Tatlısu ıstakozları çeşitli çevresel faktörlerin etkisi altındaki göl, gölet, baraj ve nehirlerde kolaylıkla yaşamlarını sürdürebilmektedir. Coğrafi ve çevresel faktörler popülasyonun yoğunluğunu, büyümesini ve

türlerin hayat döngüsünü etkilemektedir. Araştırmada ölçülen sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen miktarının tatlısu ıstakozlarının yaşam döngülerinde oldukça etkili çevresel faktörler oldukları bilinmektedir. Ayrıca bazı türlerin popülasyon çeşitliliğini de etkilemektedir (Momot ve ark., 1978). Fizyolojik adaptasyonda kerevitler için belirli limitlerdeki fizikokimyasal faktörler önemli rol oynamaktadır (Lodge ve Hill, 1994). Sıcaklık, canlı organizmalar üzerinde birinci derecede etkili olan çok önemli bir faktördür. Canlıların hayatta kalabilme, davranış, beslenme, büyüme, metabolizma, üreme, lokal ve coğrafi dağılımları üzerinde önemli etkiye sahiptir (Begon ve ark., 1986; Ramirez ve ark., 1994; Whitley ve Rabeni, 2003). Tatlısu ıstakozu çok geniş aralıklardaki sıcaklık değerlerini (4–32°C) tolere edebilmektedir (Köksal, 1988). İkinci devre genç tatlısu ıstakoz yavruları üzerinde yapılan bir denemede lethal sıcaklık ortalaması 36.4°C bulunmuştur (Firkins, 1993). Canlının büyüme aktivitesinin en iyi gerçekleştiği optimal sıcaklık derecesi ise 21.8°C olarak tespit edilmiştir (Nyström, 2002). *P. leptodactylus* türünün kültür şartlarında yetiştiriciliği için optimal su sıcaklık değerlerinin 20–25°C'ler arasında olması gerektiği belirlenmiştir (Köksal, 1988). Bununla birlikte, suların pH düzeyi de bazı sucul canlıların dağılımında ve bolluğunda oldukça etkilidir (Bradford ve ark., 1998). Bazı nehir ve göllerde pH seviyesi 6'nın altına düştüğünde bazı balık türlerinin bulunmadığı bilinmektedir. Nyström (2002) balıklar ve diğer bazı sucul omurgasızlar üzerinde en etkili kimyasal strese sahip olan faktörlerin insan faaliyetleri sonucunda meydana gelen asidifikasyonun neden olduğu düşük pH değerleri ve yüksek alüminyum içeriği olduğunu bildirmiştir. Asidifikasyon, kerevitlerin bireysel olarak büyümelerinde negatif etki gösterirken popülasyonun büyüklüğünde pozitif etki göstermektedir. Düşük pH'ya sahip olan sularda yaşayan canlı organizma sayısı normalden daha azdır. Tatlısu ıstakozları için uygun pH seviyeleri minimum 6 olmakla birlikte 6.5–8.5 arasında değiştiği ifade edilmektedir (James ve Huner, 1985; Alderman ve Wickins, 1990). *P.*

leptodactylus türü için ise 3–12 pH değerleri arasında bile yaşayabildikleri tespit edilmesine rağmen optimal 6.5–8 pH seviyelerinin uygun olduğu bildirilmiştir (Köksal, 1988). Köksal ve ark. (1992) *P. leptodactylus* türü ergin bireylerinin yaşama süresini 1.5 pH'da 10.5 saat, 5 pH'da 14 gün, 6.7–8.5 arasındaki pH'da ise sürekli olduğunu bildirmiştir. Diğer taraftan, bir başka çevresel faktör olan oksijen içeriği, tatlısu ıstakozlarının büyümesinde kısıtlayıcı bir etkiye sahiptir. Çözünmüş oksijen miktarının düşük olması ve ani olarak değişkenlikler göstermesi, tatlısu ıstakozlarının doğal ortamlarında ve yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda görülen başlıca problemlerden biridir (Huner, 1988). Genel olarak sürekli düşük oksijen yoğunluğuna maruz kalan kerevitlerde büyüme ve beslenmede yavaşlama olmaktadır (Chien ve Avault, 1983). Yetiştiricilik ünitelerinde 3 mg l⁻¹'nin altındaki oksijen seviyelerinde iken tatlısu ıstakozlarının strese girdiği bildirilmiş, 2 mg l⁻¹'nin altındaki sularda ise tatlısu ıstakozlarının su yüzeyine çıkarak atmosferik oksijeni kullanmaya çalıştıkları belirlenmiştir (Huner ve Barr, 1991). *P. leptodactylus* türünün minimum 3.97 mg l⁻¹ çözünmüş oksijen miktarını tolere edebileceği ve optimal olarak 6 mg l⁻¹ den yüksek çözünmüş oksijen yoğunluğuna ihtiyacı olduğu belirlenmiştir (Huner ve Barr, 1991; Merrick ve Lambert, 1991; Ackefors ve Lindqvist, 1994; Wingfield, 2000; Nyström, 2002). Bu çalışmada çevresel faktörler bağlamında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde su parametrelerinde izlenen değerlerin literatürdeki değerlere yakın olduğu ve kerevitlerin yaşamsal faaliyetleri açısından herhangi bir soruna yol açmayacak düzeylerde değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 6).

Havuzlara yerleştirilen yavru tatlısu ıstakozu bireylerinin 25, 50 ve 100 birey m⁻² şeklinde farklı stok yoğunluklarındaki büyüme ve yaşama oranları değerlendirildiğinde en yüksek yaşama oranı ve büyümenin 25 birey m⁻² stok yoğunluğunun olduğu havuzlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Berber ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada yumurtalı dişi tatlısu ıstakozlarından laboratuvar ortamında temin edilen yavru bireyleri çeltik tarlası içerisindeki kafeslere yerleştirilmiş ve hayatta kalma oranlarının %64.67 olduğu rapor edilmiştir. Berber ve Kale (2018) çeltik tarlasındaki yavru kerevitlerin büyümesi ile diğer yavru kerevit büyüme çalışmalarını karşılaştırmış ve çeltik tarlasındaki yavru kerevitlerin daha fazla yaşama oranına sahip olduğunu ve büyüme sergilediğini bildirmiştir. Uzun (2007) üç farklı stok yoğunluğunu (10, 50, 100 birey m⁻²) araştırdığı çalışmada en iyi büyümenin en az stok yoğunluğunda gerçekleştiğini belirtmiştir. Köksal (1982) pelet yem ve alglerle beslediği kerevitlerde yaşama oranlarının %44.23 olduğunu rapor etmiştir. Mevcut çalışmada hem yaşama oranının hem de büyümenin diğer çalışmalara kıyasla daha yüksek bulunması çeltik-

kerevit yetiştiriciliğinin ilave besleme yapılmaksızın verimli sonuçlar verdiğini göstermektedir. Yerli türümüz olan *P. leptodactylus* ile ilgili ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalar incelendiğinde birbirlerinden oldukça farklı sonuçlar elde edildiği görülmektedir. Yapılan bu araştırmalarda yavru tatlısu ıstakozu bireyleri üzerine farklı sıcaklık uygulamalarının, farklı protein seviyesindeki yemlerle beslemenin, farklı stok oranlarında yetiştiriciliğin büyüme ve gelişme seviyelerine etkileri incelenmiştir (Çizelge 6).

Özellikle başlangıç boy ve ağırlıkları ve araştırma süresi birbirlerine yakın olanlar değerlendirildiğinde, mevcut çalışmada elde edilen sonuçların literatürdeki birçok sonuçtan daha iyi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayıran belirgin bir farklılığı ise büyütme çalışmalarında nispeten yapay ortamdan yararlanılması ve dışarıdan herhangi bir besleme yapılmamasıdır. Bu durumda ortamın besin kompozisyonu yeterli düzeyde ise büyümede önemli bir fark olarak ortaya çıkabilmektedir. Hem boy hem de ağırlık yönünden değerlendirilen çalışmaların sonuçlarının farklılık göstermesinin nedenleri olarak bireylerin genetik özellikleri ile büyüklükleri, stoklama oranları, kullanılan besleme materyalleri, su kaynağının özellikleri ve besleme çalışmalarının uzunlukları arasındaki farklılıklar gösterilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile kontrollü ortamda çeltik-kerevit yetiştiriciliği için ideal stok yoğunluğu araştırılmıştır. Yavru tatlısu ıstakozu bireylerinin eriştikleri boy ve ağırlık değerleri yüksek maliyetli birçok araştırmanın sonuçlarından daha yüksek seviyelerde bulunmuştur. Tatlısu ıstakozu bireylerinde tespit edilen büyüme değerlerinin çeltik tarımı için kullanılan alanların ikincil bir tür olan tatlısu ıstakozu ile birlikte çeltik-kerevit üretimi açısından değerlendirilebileceği önerilmektedir. Çeltik-kerevit yetiştiriciliği için araştırılan farklı stok yoğunlukları içerisinde büyümenin ve yaşam oranının en yüksek gerçekleştiği 25 birey m⁻² stok yoğunluğunun kullanılması önerilmektedir. Gelecekteki çalışmalarda ise çeltik-kerevit yetiştiriciliği açısından diğer stok yoğunluklarının araştırılması, kerevitlerdeki büyümenin cinsiyetlere göre ayrı olarak incelenmesi, çevresel faktörlerin tatlısu ıstakozlarının büyüme performansı üzerine etkilerinin modellenmesi, tatlısu ıstakozu bireylerinin çeltik üzerindeki olası etkilerinin incelenmesi üzerine araştırmaların gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir. Bu çalışmanın çeltik-kerevit yetiştiriciliği açısından farklı stok yoğunluklarının araştırıldığı ilk araştırma olması nedeniyle ilerideki çalışmalar için önemli bir kaynak teşkil edeceği düşünülmektedir.

Çizelge 6. Tatlısu ıstakozu yavrularının boy ve ağırlık açısından büyümelerinin araştırıldığı çalışmaların karşılaştırılması

| Kaynak | Başlangıç | | Son | | Süre (gün) | | | | |
|-----------------------------|-----------|-------------|--------------------------|-------------|------------|-------|------|-------|----|
| | Boy (mm) | Ağırlık (g) | Boy (mm) | Ağırlık (g) | | | | | |
| Köksal (1982) | – | 0.039 | 25.03–26.32 | 0.43–0.48 | 90 | | | | |
| | 8.8 | 0.03 | 32 | 0.99 | 83 | | | | |
| Köksal (1985) | 11.3 | 0.041 | 20.78 | 0.2 | 45 | | | | |
| | | | 20.64 | 0.198 | | | | | |
| | | | 20.6 | 0.2 | | | | | |
| | 21.1 | 0.22 | 20.8 | 0.21 | 60 | | | | |
| | | | 20.73 | 0.21 | | | | | |
| | | | 34.88 | 1.08 | | | | | |
| 11.22 | – | 34.96 | 0.96 | 90 | | | | | |
| | | 37.41 | 1.22 | | | | | | |
| | | 30.46 | 0.7 | | | | | | |
| 21.1 | 0.22 | 26.32 | 0.48 | 120 | | | | | |
| | | 30.37 | 0.87 | | | | | | |
| Köksal (1988) | – | – | 43.7 | 2.1 | 90 | | | | |
| | | | 47.82 | 3.3 | | | | | |
| Köksal ve ark. (1992) | 16 | 0.07 | 29.17–36.31 | 0.6–1.2 | 60 | | | | |
| | | | 25.6 | 0.56 | | | | | |
| Erdem (1993) | 8.3 | 0.03 | 30.1 | 0.91 | 120 | | | | |
| | | | 30.7 | 0.98 | | | | | |
| | | | 33.8 | 1.22 | | | | | |
| Kalma 1996) | 11.2 | 0.067 | 26 | 0.4 | 90 | | | | |
| | | | 45 | 2.7 | | | | | |
| Aydın (1998) | 11.2 | 0.067 | 32.34 (♂) | 0.84 | 90 | | | | |
| | | | 31.19 (♀) | 0.77 | | | | | |
| Berber (1999) | 11.98 | 0.04 | 35.8 (♂) | 1.25 | 90 | | | | |
| | | | 34.1 (♀) | 0.98 | | | | | |
| | | | 14.89 | 0.073 | | 24.21 | 0.33 | | |
| | | | 14.89 | 0.072 | | 23.65 | 0.30 | | |
| Erkebay (2004) | 14.84 | 0.073 | 22.40 | 0.25 | 90 | | | | |
| | | | 14.87 | 0.075 | | 27.45 | 0.48 | | |
| | | | Ulikowski ve ark. (2006) | 12 | | 0.029 | 29.2 | 0.799 | 92 |
| | | | | | | | 48.3 | 2.27 | |
| Uzun (2007) | 12 | 0.02 | 37.33 | 1.4 | 120 | | | | |
| | | | 35.1 | 1.08 | | | | | |
| Mazlum (2007) | 11.4 | 0.02 | 36.05 | 1.26 | 120 | | | | |
| | | | 35.5 | 1.16 | | | | | |
| | | | 33.3 | 0.91 | | | | | |
| Mazlum ve Uzun (2008) | 14 | 0.025 | 31.3 | 0.85 | 90 | | | | |
| | | | 35.4 | 0.97 | | | | | |
| | | | 41.7 | 1.3 | | | | | |
| Aydın (2010) | 10.1 | 0.067 | 36.6 | 0.648 | 120 | | | | |
| | | | 29.4 | 0.38 | | | | | |
| Güner ve Mazlum (2010) | 10.8 | 0.045 | 27.4 | 0.3 | 90 | | | | |
| | | | 27.9 | 0.32 | | | | | |
| | | | 24.6 | 0.23 | | | | | |
| | | | 43.6 | 2.69 | | | | | |
| Kulesh ve Alekhovich (2010) | 10.1 | 0.028 | 46.2 | 3.34 | 108 | | | | |
| | | | 23.44 | 0.86 | | | | | |
| Mazlum ve ark. (2011) | 10.8 | 0.045 | 28.4 | 1.02 | 90 | | | | |
| | | | 21.93 | 0.62 | | | | | |
| | | | 21.22 | 0.5 | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----|
| Türel (2012) | | 11.08 | 0.04 | 28.29 | 0.343 | 90 |
| | | 10.74 | 0.045 | 31.51 | 0.395 | |
| | | 11.09 | 0.040 | 29.93 | 0.380 | |
| | | 11.06 | 0.040 | 27.57 | 0.367 | |
| Berber ve Kale (2018) | | 11.08 | 0.04 | 37.46 | 1.46 | 68 |
| | 25 birey m ⁻² | 14.28 | 0.094 | 43.32 | 2.036 | |
| Bu Çalışma | 50 birey m ⁻² | 14.14 | 0.095 | 34.31 | 1.262 | 85 |
| | 100 birey m ⁻² | 15.52 | 0.145 | 32.45 | 0.982 | |

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ÇOMÜBAP) tarafından desteklenmiştir (Proje No: FBA-2015-563). Ayrıca, bu çalışma Uluslararası Mühendislik ve Yaşam Bilimi Kongresi'nde (International Congress on Engineering and Life Science, ICELIS2018) sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Ackefors H, Lindqvist OV 1994. Cultivation of Freshwater Crayfishes in Europe, In: Huner, (Ed.), Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe, and Australia, Families Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae. Food Products Press, New York.
- Akhan S, Bektas Y, Berber S, Kalayci G 2014. Population structure and genetic analysis of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*) populations in Turkey. *Genetica*, 142: 381-395.
- Alderman DJ, Wickins JF 1990. Crayfish Culture. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Directorate of Fisheries Research, Laboratory Leaflet, No:62.
- Aydın H 1998. Growth and Maturity of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz 1823) Juveniles in Concrete Fish Ponds, Fisheco 98, First International Symposium on Fisheries and Ecology Proceedings, September 2-4, Trabzon, Turkey, 487-491.
- Aydın H 2010. The Growth of the Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Juveniles until the First Sexual Maturity Age in Concrete Fish Ponds. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (12): 1720-1723.
- Ballestrazzi R, Lanari D, D'Agora E, Mion A 1994. The Effect of Dietary Protein Level and Source on Growth, Body Composition, Total Ammonia and Reactive Phosphate Excretion of Growing Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 127: 197-206.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR 1986. Ecology-Individuals, Populations and Communities. Blackwell Scientific Publications, 876pp.
- Berber S 1999. Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) Yavrularının Gelişimi Üzerine Bir Araştırma. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler ABD, Yüksek Lisans Tezi, 35s.
- Berber S, Yıldız H, Türel S 2011. Kerevit Yetiştiriciliğinde Alternatif Model: Çeltik-Kerevit Rotasyonu. Çanakkale Tarımı Sempozyumu, 10-11 Ocak, Çanakkale.
- Berber S, Kale S 2018. Comparison of Juvenile *Astacus leptodactylus* Growth Raised in Cages in Rice Fields to other Crayfish Juvenile Growth Studies. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(2): 331-341.
- Bernabe G 1993. Broodstock Management and Egg and Larval Quality. (Aquaculture, Blackwell Science Publications, Oxford: Ed. Bromage NR, Robert RJ)
- Bradford DF, Cooper SD, Jenkins TM, Krantz Jr K, Sarnelle O, Brown AD 1998. Influences of Natural Acidity and Introduced Fish on Faunal Assemblages in California Alpine Lakes. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 2478-2491.
- Chien YH, Avault JW Jr 1980. Production of Crayfish in Rice Fields. *The Progressive Fish-Culturist*, 42: 67-71.
- Chien YC, Avault JW Jr 1983. Effects of Flooding Dates and Type of Disposal of Rice Straw on the Initial Survival and Growth of Caged Juvenile Freshwater Crayfish, *Procambarus clarkii* in Ponds. *Freshwater Crayfish*, 5: 344-350.
- Crandall KA, Buhay JE 2008. Global Diversity (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae- Decapoda) in Freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 295-301.
- Crandall KA, De Grave S 2017. An updated classification of the freshwater crayfishes (Decapoda: Astacidea) of the World, with a complete species list. *Journal of Crustacean Biology*, 1-39. doi:10.1093/jcbiol/rux070.
- Çetinkaya O 1995. Balık Besleme. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:9, 137s.
- Diler Ö 2013. Tatlısu İstakozu Üretimi. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 530, 150s.
- Erdem M 1993. Eğirdir Gölü Kerevitlerinden (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Yapay Olarak Elde Edilen Yavruların Yaşama Oranlarının Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiriciliği ABD, Yüksek Lisans Tezi, 78s.
- Erkebay C 2004. Sera Gölü (Trabzon) Kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Stoğunun Biyolojik Özellikleri, Stok Yapısı ve Doğu Karadeniz Koşullarında Yetiştiricilik Olanakları.

- Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği ABD, Doktora Tezi, 70 s.
- Erkoyuncu İ 1995. Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamiği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Basımevi, Samsun, Yayın No: 95, 265 s.
- FAO 2017. Fishery and Aquaculture Statistics. Global capture production 1950–2015 (FishStatJ). In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 2017. www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en
- Firkins I 1993. Environmental Tolerances of Three Species of Freshwater Crayfish. PhD Thesis, Nottingham University, 288p.
- Goddard J 1988. Food and Feeding in Freshwater Crayfish (Freshwater Crayfish: Biology, Exploitation and Management, Timber Press, London, UK: Ed. Holdich D, Lowery R) 145–166.
- Güner Ö, Mazlum Y 2010. Farklı Protein Seviyelerindeki Dietlerin Yavru Tatlısu Kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Büyüme, Yaşama Oranları ve Vücut Kompozisyonları Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2): 1–10.
- Harlioğlu MM, Çakmak MN, Köprücü K, Aksu Ö, Harlioğlu AG, Yonar SM, Duran TÇ, Özcan S, Gündoğdu H 2012a. The Effect of Dietary n-3 Series Fatty Acids on the Number of Pleopadal Egg and Stage 1 Juvenile in Freshwater Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz. Aquaculture Research, 44(6): 860–868.
- Hidalgo F, Alliot E, Thebault H 1987. Influence of Water Temperature on Food Intake, Food Efficiency and Gross Composition of Juvenile Sea Bass, *Dicentrarchus labrax*. Aquaculture, 64: 199–207.
- Holdich DM 2002. Biology of Freshwater Crayfish. Oxford, U.K., Blackwell Science, 702 p.
- Huner JV, Barr JE 1991. Red Swamp Crawfish: Biology and Exploitation. Sea Grant No: LSU-T-80-001, LSU Center for Wetland Resources, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Huner JV 1988. *Procambarus* in North America and Elsewhere. (Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation, Croom Helm, London, UK: Ed. Holdich DM, Lower RS) 239–261.
- James WA Jr, Huner JV 1985. Freshwater Prawns, (Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States, Avi Publishing Company Inc., Westport, Connecticut: Ed. Huner JV, Brown EE) 1–54.
- Kalma M 1996. Beşgöz Gölündeki (Konya-Konuklar, Türkiye) Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842)'nin Gelişme Durumunun Araştırılması. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 13(1-2): 1–7.
- Köksal G 1982. Akşehir Gölü Tatlısu İstakozunun (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) Sakaryabaşı Balık Üretim ve Araştırma İstasyonunda Üretimi ve Genç Yavruların Beslenmesi Üzerinde İncelemeler. A.Ü., Fen Fak., Doçentlik Tezi, 84s.
- Köksal G 1985. Kültür Koşullarında Tatlısu İstakozunun (*Astacus leptodactylus salinus*, Nordmann, 1842) Üreme Randımanı Üzerine İncelemeler. Su Ürünleri Dergisi, 2(5-6): 42–56.
- Köksal G 1988. *Astacus leptodactylus* in Europa. (Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation, Croom Helm, London, UK: Ed. Holdich DM, Lower RS) 365–400.
- Köksal G, Ölmez M, Bekcan S, Güler AS 1992. Doğal Suların Restorasyonu İçin Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) Yavru Yetiştiriciliği. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 1: 1–16.
- Kulesh VF, Alekhovich AV 2010. Farming of the Juvenile Narrow-clawed Crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Cages and Ponds in Polyculture with Fish in the Heated Waste Water of the Thermal Power Plant. Hydrobiological Journal, 46(3): 45–59.
- Kumlu M 2001. Karides, İstakoz ve Midye Yetiştiriciliği. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 395s.
- LaCaze CG 1981. Crawfish Farming. Louisiana Wildlife and Fisheries Commission, Baton Rouge, Fisheries Bulletin, No: 7.
- Lall SP, Bishop FJ 1976. Studies on the Nutrient Requirements of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*, Grown in Sea Water and Fresh Water. Advances in Aquaculture. Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England.
- Lodge D, Hill A 1994. Diel Changes in Resource Demand: Competition and Predation in Species Replacement among Crayfish. Ecology, 75: 532–547.
- Mazlum Y, Uzun C 2008. Korunak Tiplerinin *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) Kerevitlerinin Büyümesi, Hayatta Kalması ve Yem Değerlendirmesi Üzerine Etkileri. Journal of FisheriesSciences.com, 2(3): 321–328.
- Mazlum Y 2007. Stocking Density Affects the Growth, Survival and Cheliped Injuries of Third Instars of Narrow-clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 Juveniles. Crustaceana, 80(7): 803–815.
- Mazlum Y, Güner Ö, Sirin S 2011. Effects of Feeding Interval on Growth, Survival and Body Composition of Narrow-Clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 Juveniles. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11: 1–2.
- Merrick JR, Lambert CN 1991. The Yabby, Marron and Red Claw Production and Marketing. J.R. Merricks Publications, Australia.
- Momot WT, Gowing H, Jones PD 1978. The Dynamics

- of Crayfish and Their Role in the Ecosystem. American Midland Naturalist, 99: 10–35.
- Momot WT 1995. Redefining the Role of Crayfish in Aquatic Ecosystems. Reviews in Fisheries Science, 3(1): 33–63.
- Nyström P 2002. Ecology. (Biology of Freshwater Crayfish, Blackwell Science, Oxford, UK: Ed. Holdich DM) 192–235.
- Pickering AD, Griffiths R, Pottinger TG 1987. A Comparison of the Effects of Overhead Cover on the Growth, Survival and Haematology of Juvenile Atlantic Salmon, *Salmo salar* L., and Rainbow Trout, *Salmo gairdneri* Richardson. Aquaculture, 66: 109–124.
- Ramirez LFB, Herrera FD, Sandoval FC, Sevilla BB, Rodriguez MH 1994. Diel Thermoregulation of the Crawfish *Procambarus clarkii* (Crustacea, Cambaridae). Journal of Thermal Biology, 19(6): 419–422.
- Ricker WE 1973. Linear Regressions in Fishery Research. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 30: 409–434.
- Storebakken T, Austreng E 1987. Ration Level for Salmonids II: Growth, Feed Intake, Protein Digestibility, Body Composition, and Feed Conversion in Rainbow Trout Weighing 0.5–1.0 kg. Aquaculture, 60: 207–221.
- Thomas CH 1965. A Preliminary Report on the Agriculture Production of Red Swamp Crayfish in Louisiana Rice Fields. Proceeding of Annual Conference Southeast Association Game and Fish Community, 17: 180–186.
- TÜİK 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, Veri tabanları, <http://rapory.tuik.gov.tr/29-11-2017-09:21:02-1360581333976585582337456933.html>
- Türel S 2012. Kalsiyum İçerikli Yemlerin Tatlısu Istakozları *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nın Büyüme Performansına Etkisi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler ABD, Yüksek Lisans Tezi, 39s.
- Ulikowski D, Krzywosk T, Smietana P 2006. A Comparison of Survival and Growth in Juvenile *Astacus leptodactylus* (Esch.) and *Pacifastacus leniusculus* (Dana) under Controlled Conditions. Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture, 380–381: 1245–1253.
- Uzun C 2007. Farklı Stok Yoğunluğunun Juvenil Tatlısu Kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) Büyüme, Yem Değerlendirme Oranları ve Hayatta Kalma Oranları Üzerine Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri ABD, Yüksek Lisans Tezi, 37s.
- Viosca P Jr 1966. Crayfish Farming. Louisiana Department of Wildlife and Fish, Educational Bulletin No: 2.
- Whitledge GW, Rabeni CF 2003. Maximum Daily Consumption and Respiration Rates at Four Temperatures for Five Species of Crayfish from Missouri U.S.A (Decapoda, *Orconectes* spp.). Crustaceana, 75(9): 1119–1132.
- Wingfield M. 1998. An Overview of Production Techniques Practiced in the Australian Crayfish Farming Industry. In Proceedings of the 1st Natfish Annual Conference/Trade Show, North Coast Institute of TAFE, NSW, Australia.
- Zanuy S, Carrillo M 1985. Annual Cycles of Growth, Feeding Rate, Gross Conversion Efficiency and Hematocrit Levels of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Adapted to Two Different Osmotic Media. Aquaculture, 44: 11–25.