



**The Effects of Calcium Supplemented Diets on Growth Performance of Crayfish
(*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)**

Selçuk TÜREL^{1,*}, Selçuk BERBER¹

¹*Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Marine Sciences and Technology, 17020 Çanakkale, Turkey, selcukturel@comu.edu.tr*

selcukberber@comu.edu.tr

Abstract

This study was conducted to investigate the effects of dietary calcium carbonate (CaCO₃) supplementation on survival rate, growth performance and feed utilization of crayfish fry (*Astacus leptodactylus*). Average initial weight was 0,04±0,001 g and length was 11,02±0,099 mm of newly hatched 600 crayfish were stocked randomly in twelve aquariums (50 crayfish per aquarium). The calcium carbonate was added to the feed at the rate of 1%, 3% and 5%. The control group was fed none calcium carbonate supplemented diet. After 90 days of the feeding trial, crayfish fed 1%, 3% and 5% of calcium carbonate supplemented diets had slightly higher weight gain and specific growth rate than control group. However, survival rates were significantly increased in all calcium carbonate supplemented diet groups when compared to control group (P<0,05). These results indicate that dietary supplementation of 5% CaCO₃ to the crayfish diets could increase survival rate and growth performance. In conclusion, the 5% of calcium carbonate can be useful in crayfish diets.

Keywords: Crayfish, Calcium carbonate, Growth performance, survival Rate.

* Corresponding Author

Received: 11 March 2016

Accepted: 14 June 2016

Kalsiyum İerikli Yemlerin Tatlısu İstakozları (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nın Büyüme Performansına Etkisi

zet

Bu çalışmada kerevit yavrularının (*Astacus leptodactylus*) yemine farklı oranlarda ilave edilen kalsiyum karbonatın (CaCO_3) yaşama oranı, büyüme performansı ve yem değerlendirme oranı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, yumurtadan yeni çıkmış başlangıç ağırlıkları ortalama $0,04\pm 0,001$ g ve boyları $11,02\pm 0,099$ mm olan 600 adet kerevit yavrusu rastgele 12 adet akvaryuma (50 kerevit/akvaryum) stoklanmıştır. Denemede kalsiyum karbonat yeme %1, %3 ve %5 oranlarında ilave edilmiştir. Kontrol grubuna ise kalsiyum karbonat ilavesi yapılmamıştır. 90 günlük araştırma sonunda %1, %3 ve %5 kalsiyum karbonat(CaCO_3) içerikli yemlerle beslenen kerevit yavrularının önemli olmasa da ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranları daha yüksek bulunmuştur. En iyi yaşama oranı %5 kalsiyum karbonat içerikli yemlerde elde edilirken bütün gruplardaki yaşama oranları kontrol grubuna göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0,05$). Bu bulgular, %5 oranında CaCO_3 'ın kerevit yemlerine konulduğunda yaşama oranını ve büyüme performansını arttırabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kerevit, Kalsiyum karbonat, Büyüme performansı, Yaşama oranı.

1. Giriş

Tatlısu İstakozu ya da ülkemizde bilinen adıyla kerevit kaliteli bir protein kaynağı olmalarının yanında ve etlerinin lezzetli oluşuyla da ekonomik açıdan oldukça önemlidirler [1]. Ülkemizde kerevitin besin olarak tüketimi çok düşük seviyelerde olmakla beraber turistik bölgelerde rağbet görmektedir. Ülkemizde üretilen kerevitlerin çoğu başta Fransa ve İsvier olmak üzere Avrupa ülkelerine ihraç edilmektedir [2].

Kerevitler herbivor, detritivor, omnivor ve bazen de zorunlu karnivor olarak sınıflandırılmaktadır [3]. Kerevitlerin, canlı ve çürümüş bitkileri, tahılları, algleri ve daha küçük omurgasızlardan, küçük balık türleri gibi omurgalıya kadar binlerce hayvanın kalıntılarını yediği bilinmektedir. Buna karşın doğada bu yiyecek

kaynaklarının kalite ve miktarları oldukça değişkendir. Sıklıkla bulunan damarlı bitkilerin kerevitlerin beslenmelerine katkıları düşüktür. Kerevitlerin beslenebileceği bitkisel kaynaklı besinler ise yeşil bitkiler, bunun yanında bitkilerin üzerinde mevcut olan bakteri, mantar ve diğer mikroorganizmalardır [4]. Diğer besin kaynakları sınırlı düzeyde ise ana besin olarak bitkileri tüketirler [5]. Bunun yanında hayvansal kaynaklı zooplankton, kurtlar, böcekler ve mollusklar kerevitlerin besini olabilmektedirler.

Son zamanlarda kerevit gelişiminin maksimum düzeye çıkarılması için, kerevitlerin bu besinlere ilaveten proteince yüksek diğer yem kaynakları ile de beslenmesi gerektiği bildirilmektedir [5]. Ayrıca yapay koşullarda yavru üretiminde yemlere vitamin, mineral, antioksidan ve çeşitli diğer katkıların da ilave edilmesi önemlidir [6]. Bu katkı maddelerinden birisi de kalsiyum ve kalsiyumun farklı formlarıdır. Bilindiği gibi kerevitlerin büyümesi birçok kabuk değiştirme işlemini takiben meydana gelmektedir. Bu kabuk değişimi esnasında, kerevitler kalsiyuma ihtiyaç duymaktadırlar. Sudaki kalsiyumun eksikliği kerevitlerin kabuk değişimini, metabolizma aktivitesini ve büyümesini etkilemektedir. Ancak, yüksek kalsiyum toksik etki de yapabilmektedir [7]. Bu nedenle farklı boylardaki kerevitlerin kalsiyum ihtiyacının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı tatlısu ıstakozlarının yemlerine farklı oranlarda (%1, %3 ve %5) kalsiyum karbonat(CaCO_3) ilave ederek, tatlısu ıstakozlarının büyüme özelliklerine ve yaşama oranlarına etkisini tespit etmektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Anaç, Yavru ve Deneme Ortamı

Araştırmada kullanılan yumurtalı kerevit anaçları Çanakkale ili Yenice Merkez Sulama Göletinden temin edilmiştir. 16 adet yumurtalı kerevit tabanına ıslak sünger ve buz kesesi monte edilmiş 10'ar litrelik strafolar içerisinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü Canlı Kaynaklar Laboratuvarına getirilmiştir. Burada her birisi 140 litre olan polyester tanklara su yüksekliği 20 cm olacak şekilde yerleştirilmiştir. Tankların içerisine kerevitlerin hem strese girmemeleri hem de kanibalizmin önlenmesi amacıyla PVC boru barınakları yerleştirilmiştir. Yumurtalı anaçlardan yavru çıkışı gerçekleştikten sonra

yavrular denemede kullanılacak olan akvaryumlara konulmuş ve akvaryumlarda 10 gün adaptasyonları sağlanmıştır. Denemede 0,5 m³ yüzey alanına sahip 12 adet cam akvaryum (100 × 50 × 100 cm) kullanılmıştır.

2.2. Yem Materyali

Çalışmada kullanılan yem hammaddeleri Kılıç Yem Fabrikası (Muğla) temin edilmiştir. Yavruların beslenmesinde kullanılan yemlerin içeriği Tablo 1’de verilmiştir. Toz halindeki CaCO₃, kontrol grubuna %1, %3 ve %5’lik oranlarda ilave edilmiştir. Ardından homojen hale gelene kadar karıştırılmış ve kıyma makinesinden geçirilerek pelet haline getirilmiştir. Sonrasında yemler parçalanıp elenerek kerevitlerin yiyebileceği boyutlara (500 µm) getirilmiş ve kullanılıncaya kadar -18°C de muhafaza edilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan yemlerin içeriği (%)

| Yem İçeriği | Kontrol | %1 | %3 | %5 |
|--|---------|------|------|------|
| Balık Unu | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Soya Unu | 40 | 40 | 40 | 40 |
| Kalsiyum Karbonat (CaCO ₃) | 0 | 1 | 3 | 5 |
| Buğday Unu | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Nişasta | 211 | 20,1 | 18,1 | 16,1 |
| Balık Yağı | 5,3 | 5,3 | 5,3 | 5,3 |
| Vitamin | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Mineral | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Vitamin E | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Vitamin C | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Kolin Klorid | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Toplam | 100 | 100 | 100 | 100 |

| Besin Kompozisyonu (%) | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Ham Protein | 30,0 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| Ham Yağ | 8,0 | 8,0 | 8,0 | 8,0 |
| Kül | 6,2 | 6,2 | 6,2 | 6,2 |
| Ham Selüloz | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

2.3. Deneme Dizaynı

Kerevitler CaCO_3 içeren (%1, %3 ve %5) ve içermeyen kontrol grubu (%0) yemleriyle 90 gün boyunca beslenmişlerdir. Büyüme ve yaşam oranları 30 günlük periyotlarla 30, 60, ve 90. günlerde gerçekleştirilmiştir. Denemede kerevitlerin konacağı akvaryumların tabanına 50 adet PVC boru yerleştirilmiştir. Borular yerleştirildikten sonra ortalama ağırlıkları $0,04 \pm 0,001$ g ve boyları $11,02 \pm 0,099$ mm olan toplam 600 kerevit yavrusu 12 adet akvaryuma (50 adet kerevit/akvaryum) tesadüfen 3 tekerrürlü olacak şekilde yerleştirilmiştir. Kerevitler %0, %1, %3 ve %5 oranlarında CaCO_3 ilaveli yemler ile günlük vücut ağırlığının %2–3'ü oranında beslenmişlerdir. Deneme süresince akvaryumların hava motoru yardımıyla havalandırılması ve sünger filtreler sayesinde filtrasyonu sağlanmıştır. Kerevitler günde bir kez yemlenmiş ve yemleme işlemi akvaryum içerisine homojen olacak şekilde yapılmıştır. Akvaryumların suyu literatürde kerevitlerde yapılan çalışmalara uygun olarak günlük %25 dinlenmiş su ile değiştirilmiştir [8]. Denemede kullanılan su şebeke suyu olduğu için kullanılmadan önce 140 litrelik tanklarda havalandırılarak dinlendirilmiştir. Akvaryumlarda sıcaklık, pH ve çözülmüş oksijen değerleri her gün sabah ve akşam olmak üzere 2 kez ölçülmüştür. Kalsiyum ve magnezyum analizleri ise haftalık yapılmıştır. Deneme süresince suyun ortalama fiziko-kimyasal değerleri sıcaklık $23,9 \pm 0,5^\circ\text{C}$, pH $7,94 \pm 0,4$, çözülmüş oksijen $8,24 \pm 0,9$ mg/L, kalsiyum $12 \pm 0,02$ mg/L ve magnezyum $33 \pm 0,04$ mg/L olarak tespit edilmiştir.

2.4. Deneme Süresince Yapılan Ölçümler

Kerevitlerin total boyları rostrumdan (baş kısım), telson (kuyruk sonu) bölgesine kadar 0,01 mm dijital kumpas yardımı ile canlı ağırlıkları ise 0,0001 g hassasiyetindeki

dijital terazi ile ölçülmüştür. Deneme sonunda gruptaki yaşama oranı, spesifik büyüme oranı ve yem değerlendirme oranı aşağıdaki formüller kullanılarak tespit edilmiştir [9].

Yaşama Oranı (%) = Deneme sonundaki kerevit sayısı / Deneme başlangıcındaki kerevit sayısı \times 100

Spesifik Büyüme Oranı (SBO) = [Ln (Son ortalama kerevit ağırlık (g)) - Ln (Başlangıç ortalama kerevit ağırlığı (g))] / Deneme gün sayısı \times 100

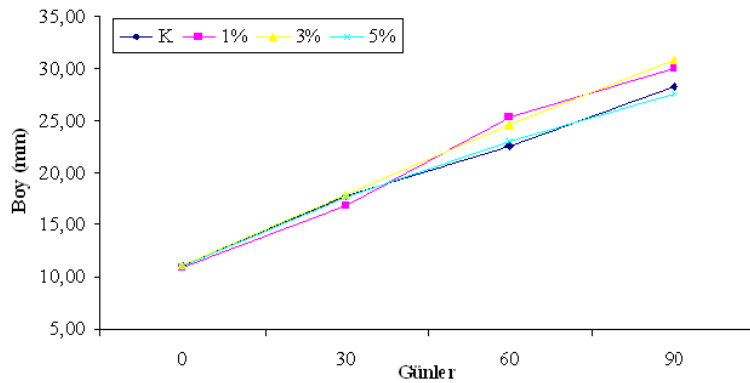
Yem Değerlendirme Oranı (YDO) = Yem Tüketimi (g) / Ağırlık artışı (g) Ağırlık artışı = Son kerevit ağırlığı (g) - Başlangıç kerevit ağırlığı (g)

2.5. İstatistiksel Analizler

Denemede elde edilen verilerin analizleri SPSS 17 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuşlardır. Gruplar arası farklılıklar $P < 0,05$ olarak değerlendirilmiştir [10].

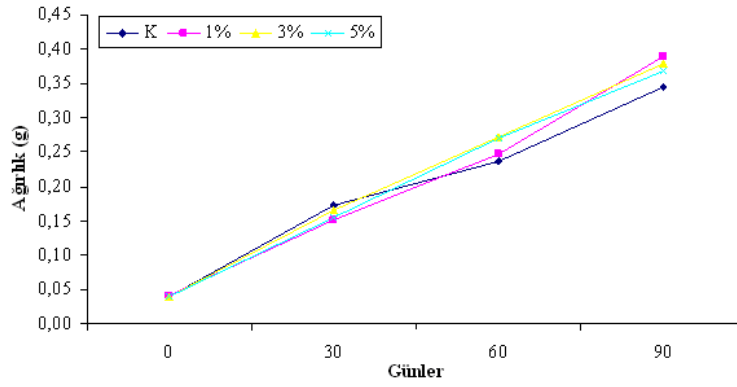
3. Bulgular

Denemede kerevitlerin boylarındaki (mm) değişimler Şekil 1’de gösterilmiştir. Deneme sonunda %1 ve %3 CaCO_3 içeren grupların kontrol grubuna göre daha fazla boy artışına sahip oldukları bulunmuştur.



Şekil 1. Deneme boyunca kerevitlerin ortalama total boylarındaki değişimler

Deneme boyunca kerevitlerin ağırlık (g) değişimleri ise Şekil 2’de gösterilmiştir. Deneme sonunda %1, %3 ve %5 CaCO₃ içeren grupların kontrol grubuna göre daha fazla ağırlık artışına sahip oldukları bulunmuştur. Ancak kerevitlerin boy-ağırlıkları gruplar arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark göstermemiştir. Denemenin 30, 60 ve 90. günlerindeki yaşama oranlarına bakıldığında (Tablo 2) CaCO₃ içeren yemlerin yaşama oranı üzerinde artış sağladığı tespit edilmiştir. 30. günde %3 ve %5 CaCO₃ içerikli yemlerin kontrol grubuna göre önemli oranda yaşama oranını arttırdıkları bulunmuştur (P<0,05). Deneme sonuna gelindiğinde ise %1, %3 ve %5 CaCO₃ içeren grupların kontrole göre aşama oranını önemli derecede arttırdıkları tespit edilmiştir (P<0,05).



Şekil 2. Deneme boyunca kerevitlerin ortalama ağırlıklarındaki değişimler

Tablo 2. Deneme süresince kerevitlerin yaşama oranlarındaki değişimler (%)

| | 30. Gün | 60. Gün | 90. Gün |
|-----------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| K | 70,000±1,155 ^c | 68,667±0,667 ^b | 60,000±1,155 ^c |
| %1 | 71,333±0,667 ^{cb} | 71,333±1,333 ^b | 64,000±1,155 ^b |
| %3 | 74,000±1,155 ^b | 70,000±1,155 ^b | 66,000±1,155 ^b |
| %5 | 78,000±1,155 ^a | 74,667±0,667 ^a | 70,000±1,155 ^a |

Deneme sonunda elde edilen büyüme performansı ve yem değerlendirme sonuçlarına bakıldığında (Tablo 3) kerevitlerin canlı ağırlıkları ve yüzde canlı ağırlık artışları arasında fark tespit edilmemiştir. Ancak yüzde canlı ağırlık artışlarının CaCO₃ içerikli yemlerle beslenen kerevitlerde daha fazla olduğu görülmektedir. Kerevitlerin yem dönüşüm oranları (YDO) incelendiğinde özellikle %3 CaCO₃ içeren grupta daha düşük olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Yemleri %1 ve %5 CaCO₃ içeren grupların yem dönüşüm oranı (YDO) ise kontrol grubuyla benzer bulunmuştur. Spesifik büyüme oranı (SBO) ise CaCO₃ içeren gruplarda daha yüksek bulunsa da istatistiksel açıdan önemli derecede fark tespit edilmemiştir.

Tablo 3. Denemede elde edilen büyüme ve yem değerlendirme sonuçları

| | K | %1 | %3 | %5 |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Deneme Başı Canlı Ağırlık | 0,040±0,000 ^a | 0,045±0,005 ^a | 0,040±0,000 ^a | 0,040±0,000 ^a |
| Deneme Sonu Canlı Ağırlık | 0,343±0,030 ^a | 0,395±0,035 ^a | 0,380±0,011 ^a | 0,367±0,052 ^a |
| Canlı Ağırlık Artışı (%) | 797,430±109,172 ^a | 845,51±930,940 ^a | 875,13±934,273 ^a | 835,995±133,005 ^a |
| YDO | 1,344±0,063 ^a | 1,196±0,011 ^{ab} | 1,134±0,026 ^b | 1,323±0,056 ^a |
| SBO | 2,422±0,131 ^a | 2,496±0,036 ^a | 2,528±0,039 ^a | 2,464±0,150 ^a |

4. Sonuçlar ve Tartışma

Kerevit yavru yemlerine %1, %3 ve %5 oranlarında CaCO₃ katılan ve 90 gün süren bu çalışmada kalsiyum içeren 3 grubun da kerevitlerin yaşama oranını arttırdıkları ve daha iyi bir büyüme sağladıkları görülmüştür.

Kerevitlerin büyümesinde suyun pH'sı, sıcaklığı ve ışık geçirgenliği ile fotoperiyot ve stok yoğunluğu etkili olduğu daha önceki çalışmalarda bildirilmiştir

[11-14]. Bunlar dışında özellikle kalsiyum oranının tatlısu istakozlarının hayatta kalmaları, büyümeleri ve kabuk değişimi üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir [15].

Çalışmamıza benzer özellikte kerevit yemlerine %3, %6 ve %12 oranlarında iki farklı kalsiyum kaynağı konan bir denemede %6 CaCl₂ veya CaCO₃ ilaveli yemlerin kerevitler için en ideal olduğu önerilmiştir [8]. Aynı çalışmada yaşama oranı ise kontrol, %3, %6 ve %12 kalsiyum karbonat ilaveli gruplarda sırasıyla %92,45, %87,47, %85 ve %91,62 olarak tespit edilmiştir. İki çalışma arasındaki farka baktığımızda bu çalışmada ortalama ağırlıkları 0,04 g olan kerevitler kullanılırken diğer çalışmada 0,53 g olan bireyler kullanılmıştır. Bu çalışmada daha küçük bireyler kullanılması yaşama oranında daha düşük olmasına neden olmuş olabilir. Kerevitlerde hem boy hem de ağırlıkça küçük bireylerin yaşama oranlarının daha düşük olduğu bilinmektedir. Ağırlıkları 2,3-2,4 g arasında değişen kerevit yavrularında yapılan başka bir çalışmada yeme kalsiyum %0 %1,5; % 2,0; %2,5 ve %3,0 oranlarında ilave edilmiş ve yaşama oranları sırasıyla %48,89, %55,56, %68,69 ve %77,78 olarak bildirilmiştir [9]. Farklı bir çalışmada, *Astacus astacus* yavrularında yaşama oranını %10-%32 olduğunu bildirmişlerdir [16]. Alınan farklı sonuçlar kerevit yavrularının farklı dönemlerinde yaşama oranlarının farklılık gösterdiğini desteklemektedir.

Kerevitlerle ilgili yapılan diğer çalışmalarda yaşama oranı *P. zealveicus* türü için %27,8-80,0 [17]; *P. leniusculus* türü için %11,33-82,00 [18]; *C. quadricarinatus* türü için %30-90 [19] olarak rapor edilmiştir. Yapılan çalışmalarda da görüldüğü gibi kerevitlerde yaşama oranları oldukça farklılıklar göstermektedir. Bu durum kabuk değiştirme sıklığı, kanibalizm, çalışmalarda kullanılan yöntem, tür, yem olarak kullanılan besin materyali, çevresel şartlar, hastalıklar, stoklama yoğunluğu ve deneme ortamındaki barınak sayısı gibi etkenlerde meydana gelen farklılıklardan kaynaklanmış olabilir. Özellikle kanibalizm günümüzde farklı korunak tipleriyle çok düşük oranlara düşürülebilmektedir. Örneğin, bu çalışmada kullanılan PVC borular yardımıyla kerevit yavrularının yaşama oranı farklı bir çalışmada yaklaşık olarak %27 arttırılmıştır [20]. Ancak, ölüm oranları direk olarak kanibalizme bağlanmamalıdır. Çünkü kerevitlerin kabuk değişiminde, hayatta kalmasında, besleme ve büyümesinde diğer önemli bir parametre de suyun sıcaklığıdır [21]. Genellikle yavru kerevitlerin düşük sıcaklıklarda hayatta kalma oranları artarken, yüksek sıcaklıklarda daha iyi büyümektedirler [8].

Yapılan çalışmalarda kerevitlerin için optimum büyüme sıcaklığı 20°C ve üzeri olarak bildirilmiştir [22]. Tatlısu ıstakozlarının büyümesinde etkili bir diğer faktör de pH'dır. [11]. Göllerin veya farklı tipteki su kaynaklarının pH'sının düşük oluşu kabukta önemli miktarda kalsiyum kaybına neden olmakta ve böylece kabuk sertliği de azalmış olmaktadır [23]. *A. leptodactylus* için optimum su pH değeri 6,5-8 aralığında bildirilmiştir [24]. Kerevit yavrularının sağlığını olumsuz yönde etkileyen diğer önemli bir parametre de sudaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunun düşük olması ve ani olarak değişimidir [25]. Düşük oksijen seviyesi kerevitlerde büyüme ve beslenmede yavaşlamaya neden olmaktadır [26]. Kerevitler için minimum oksijen seviyesi 3 mg/L olarak bildirilmiştir [15]. Kerevitler için sudaki optimum çözünmüş kalsiyum miktarı tam olarak bilinmese de yaşamlarını sürdürebilmeleri için 2 mg/L olarak önerilmiştir [15]. Bu çalışmada elde edilen suyun sıcaklık, pH, çözünmüş oksijen ve çözünmüş kalsiyum değerlerinin kerevit yetiştiriciliği için literatürde bildirilenler ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Yeme %0, %1, %2, %3 ve %4 CaCO₃ ilave edilerek yapılan farklı bir çalışmada, *A. leptodactylus* yavrularında en iyi ağırlık ve boy artışının %3-4 kalsiyum içerikli gruplarda olduğu bulunmuş ancak gruplar arasında istatistikî yönden önemli bir fark çıkmamıştır [27]. Bu çalışmada benzer olarak ağırlık artışları arasında fark tespit edilmemiş, ancak en iyi YDO ve SBO %3 kalsiyum içerikli yemlerle beslenen kerevitlerde olduğu gözlenmiştir. Kerevit yavrularında yapılan başka bir çalışmada yeme %1,5; %2,0; %2,5 ve %3,0 oranlarında kalsiyum ilave edilmiş ve yüksek oranda kalsiyum içeren yemlerin (%2,5-%3,0) SBO ve YDO daha iyi bulunmuştur [9]. Yine kerevit yavrularında yapılan farklı bir çalışmada YDO oranları arasında fark olmamakla birlikte en iyi YDO ve SBO değerinin %6 kalsiyum karbonat içeren yemlerde olduğu bulunmuştur [8]. Aradaki farkın kerevit yavrularının farklı ağırlıklarda olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira kerevitler genç dönemde daha sık kabuk değiştirdiklerinden ölüm oranının da arttığı bildirilmiştir [28].

Sucul ortamların içerdikleri kalsiyum düzeyi, tatlısu ıstakozlarının büyümesinde önemli bir yere sahiptir [29]. Kalsiyum birçok krustaseninin dış kabuğunda birikir ve tatlısu ıstakozlarında olduğu gibi, her kabuk değişiminde yeterli miktarda kalsiyuma ihtiyaç duyulur [30]. Kalsiyum eksikliğinde, kabuk değiştirme faaliyeti daha yavaş

ilerler. Bu nedenle, yumuşak kabuk periyodu daha uzun sürer ve bu dönemde kerevitler savunmasız oldukları için yoğun biçimde predatör saldırılarına maruz kalırlar [31]. Aynı zamanda kanibalizm de bu dönemde artar [32]. Hızlı büyüme, kabuk değişiminin sık olması kanibalizm ve predatörlüğü daha çok artırır [33]. Tatlısu ıstakozlarının kabuk değiştirdikten sonra yeni kabuğun sertleşmesi için kalsiyuma ihtiyaç duydukları ve bu kalsiyum ihtiyacını da sudaki kalsiyumdan veya beslemede kullanılan yemden temin etmek zorunda oldukları rapor edilmiştir [34].

Farklı bir çalışmada yemle alınan kalsiyumun kerevitlerde en az iki şekilde değerlendirildiği bildirilmiştir [29]. Bunlar sindirim sistemi duvarıyla kalsiyumun emilmesi ve solungaçlar yoluyla kalsiyumun vücuda alınması olarak ifade edilmiştir. Araştırmacılar yemde artan kalsiyum oranı ile kerevitlerde kalsiyum alımının arttığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak; daha iyi bir büyümenin sağlanması ve yaşama oranının artırılması için kerevit yemlerine kalsiyum ilavesi yapılması gerekmektedir. İlave edilecek kalsiyum oranı bu çalışmada 0,040-0,4 g olan kerevitler için %5 civarında bulunmuştur. Kalsiyum oranındaki artışla artan yaşama oranı ve kerevitlerin daha iyi gelişim göstermesi bu sonuçları desteklemektedir.

Teşekkür

Bu çalışma ÇOMÜ-BAP 2011/67 nolu proje tarafından desteklenmiştir. Ayrıca Selçuk TÜREL tarafından bir yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

[1] Huner, J. V., Procambarus in North America and elsewhere, In: Freshwater Crayfish: biology, Management and Exploitation. Chapman and Hall,Francesca Gherardi(Eds), London, 239-261, 1988.

[2] TÜİK, T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu, 2010.

[3] Momot, W. T., *Review of Fisheries Science*, James P. Tharp, Alan P. Covich(Eds), France, 3, 33-63, 1995.

[4] Jr James W. A., Huner, J. V., Freshwater Prawns, In: Crustacean and Mollusk

Aquaculture in the United States, J.V. Huner, and E.E. Brown, (Eds), Avi Publish Company, Inc., Wesport, Connecticut, 1-54, 1985.

[5] Uzun, C., Farklı Stok Yoğunluğunun Juvenil Tatlısu Kerevitlerinin (*Astacus leptodactylus*, Eschscholtz, 1823) Büyümeleri, Yem Değerlendirme Oranları ve Hayatta Kalma Oranları Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 2007.

[6] Öz, B., Keban Baraj Gölü'nde Yaşayan Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch.1823) Rasyonuna Farklı Oranlarda İlave Edilen Vitamin E'nin Etkileri, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2005.

[7] Winkler, A., *Marine Biology*, **92**, 537-544, 1986.

[8] Şirin, S., Bazı Kalsiyum Bileşiklerinin (CaCl_2 ve CaCO_3) Yavru Tatlısu Kerevit *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)'lerinin Büyümesi, Hayatta Kalması, Kabuk değişimi ve Vücut Kompozisyonları Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 2010.

[9] Cilbiz, M., Farklı Kalsiyum İçerikli Yemlerle Beslemenin, Tatlısu Istakozu (*Astacus leptodactylus*)'nun Büyüme, Yaşama Oranı ve Kabuk Değişimi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2010.

[10] Logan, M., *Biostatistical design and analysis using r: a practical guide*, Wiley-Blackwell, London, pp. 546, 2010.

[11] Bradford, D. F., Cooper, S. D., Jenkins, T. M., Krantz, Jr. K., Sarnelle, O., Brown, A. D., *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences*, **55**, 2478-2491, 1998.

[12] Nyström, P., *Nordic Journal of Freshwater Research*, **69**, 162-166, 1994.

[13] Ramalho, R. O., Correia, A. M., Anastacio, P. M., *Aquaculture Research*, **39**, 577-586, 2008.

[14] Berber, S., Mazlum, Y., *Crustaceana*, **82(5)**, 531-542, 2009.

- [15] Holdich, D. M., *Biology of Freshwater Crayfish*, Blackwell Science Ltd., Oxford, pp 674, 2002.
- [16] Taugbol T., Skurdal, J., Growth, *Aquaculture and Fisheries Management*, **23**, 411-420, 1992.
- [17] Royuela, M. S., Carral, J. M., Celada, J. D., Perez, J. R., Gonzalez, A., *Aquaculture*, **269**, 321-327, 2007.
- [18] Pavasovic, A., Evaluation of the Nutritional Requirements of Redclaw Craffish, *Charex quadricarinatus*. Queensland University of Technology, School of Natural Resource Sciences, Ph. D.Thesis, Sydney, p 79, 2008.
- [19] Saoud, I. P., Rodgers, L. J., Davis D. A., Rouse, D. B., *Aquaculture Nutrition*, **14**, 139-142, 2008.
- [20] Mazlum, Y., Uzun, C., *Journal of Fisheries Sciences*, **2(3)**, 321-328, 2008.
- [21] Whitledge, G. W., Rabeni C. F. , *Crustaseana*, **75(9)**, 1119-1132, 2003.
- [22] Mazlum, Y., Stocking Density Affects the Growth, Survival and Cheliped Injures of Third Instars of Narrow-clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 Juveniles. *Crustaceana*, 2007.
- [23] Seiler, S.M., Turner A. M., *Freshwater Biology*, **4**, 870-881, 2004.
- [24] Köksal, G., *A. leptodactylus* in Europe. In: *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation* (eds D.M. Holdich and R.S. Lowery). *Croom. Helm. Press.*, 365-400, 1988.
- [25] Huner, J. V., *Freshwater Crayfish*, **10**, 456-468, 1998.
- [26] Chien, Y. C, Jr Avault J. W., *Freshwater Crayfish*, **5**, 344-350, 1998.
- [27] Zahmatkesh, A., Pooreza, J., Abedian, A., Shariatmadari, F., Valipoor, A., Karimzadeh, K., *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural*

Resources, **11(40)** 385-398, 2007.

[28] Mazlum, Y., Yilmaz, E., Genc, M. A., Guner O., *Aquacult Int.*, **19(1)**, 111-119, 2010.

[29] Hessen, D. O., Agerberg, A., Kjellberg, G., Odelstrom, T., Westman, K., *Food, Nutrition Growth, Reproduction and Genetics*. In: Crayfish Culture in Europe. Report from the Workshop on Crayfish culture. 16-19 November 1987, Trondheim, J Skurdal., K., Westman,P.I. Bergan, (Eds), Norway, pp,39-48, 1989.

[30] Rukke, N. A., *Functional Ecology*, **16**, 161-169, 2002.

[31] Stein, R. A., *Ecology*, **58**, 1237-1253, 1977.

[32] France, R. L., *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **44**, 107-113, 1987.

[33] Lutz, C. G., Population Dynamics of Red Swamp Crawfish (*Procambarus clarkii*) and White River Crawfish (*Procambarus acutus acutus*) in Two Commercial Ponds. *Master's Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA*, 80(7), 803-815, 1983.

[34] Hammond, K. S., Hollows J. W., Townsend, C. R., Lokman, P. M., *Aquaculture*, **251**, 271-279, 2006.