

Eğirdir Gölü'nden Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun Sindirim Enzim Aktivitelerinin Mevsim, Büyüklük ve Cinsiyete Bağlı Olarak Değişimi*

Esra ACAR¹, Seval BAHADIR KOCA^{1**}, Mehmet NAZ², Özgür KOŞKAN³, İltter İLHAN⁴

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Isparta

²İskendurun Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, Hatay

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta

⁴Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Isparta

Geliş : 10.03.2017

Kabul : 14.07.2017

Araştırma Makalesi / Research Paper

**Sorumlu yazar: sevalkoca@sdu.edu.tr

E-Dergi ISSN: 1308-7517

Özet

Bu çalışma, Eğirdir Gölü'nde yaşayan *Astacus leptodactylus* türünde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine (proteaz α -amilaz ve lipaz) mevsim ve eşeyin etkisini araştırmak amacıyla oluşturulmuştur. Bu amaçla kerevitler 1 yılda 4 mevsim olarak Eğirdir Gölü'nden avlandı. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamadı. Bu nedenle, sonuçlar üç mevsim (sonbahar, kış, yaz) ve eşeyler üzerinden faktöriyel düzeyinde varyans analizi ile değerlendirildi. Bulgular, eşey ve mevsim faktörlerinin kerevitlerin midesindeki proteaz ve lipaz aktivitesini önemli düzeyde etkilediğini ($p<0,05$), α -amilaz aktivitesinde ise istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olmadığını gösterdi ($p>0,05$). Bulgular ayrıca, kerevitlerin, proteaz enzim aktivitesinin sonbahar ve kışın, lipaz enzim aktivitesinin ise kışın eşeyler arası önemli değişim gösterdiğini ortaya çıkardı ($p<0,05$). Bununla birlikte, proteaz enzimin en yüksek aktiviteyi (524,73 U/mg protein) sonbahar mevsiminde dişilerde, lipaz enzimin (0,022 U/mg protein) ise kışın erkek bireylerde olduğu belirlendi ($p<0,05$). Sonuç olarak, bu çalışma araştırılan enzimlerin varlığı ve değişkenliğinin belirlenmesiyle, bu türün geniş besin çeşitliliğine ve sindirme yeteneğine sahip olduğunu gösterdi.

Anahtar kelimeler: *Astacus leptodactylus*, sindirim enzim aktivitesi, lipaz, α -amilaz, proteaz

Variation of Digestive Enzyme Activities Depending on Season, Size and Sex of Freshwater Crayfish (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) from Lake Eğirdir

Abstract

This study was conducted to search the effect of sex and season on digestive enzyme activities (protease, α -amylase, lipase) in *Astacus leptodactylus* species that lives in Eğirdir Lake. The freshwater crayfish were caught as four seasons in a year from Eğirdir Lake. The sampling was not possible for crayfish since they were not entered into trap in spring season. Therefore, the results were evaluated over three seasons and sex by factorial variance analysis. The results showed that sex and season affected to protease and lipase activities ($p<0,05$), whereas they did not affect statistically α -amylase activity in crayfish stomach ($p>0,05$). Results also indicated that protease enzyme activity in crayfish showed significant changes in autumn and winter while lipase enzyme activity showed changes in winter between sexes ($p<0,05$). However, the highest protease enzyme activity (524.73 U/mg protein) was determined in female in autumn while the highest lipase enzyme activity (0.022 U/mg protein) was observed in male in winter ($p<0,05$). It can be concluded that this species feed on variety of foods and has ability of digestion of these food after identification of variability of enzymes in this species.

Keywords: *Astacus leptodactylus*, digestive enzyme activity, α -amylase, lipase, protease

***Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.**

GİRİŞ

Astacus leptodactylus, dünyada Türk ıstakozu (kerevit) olarak da bilinen (Köksal, 1988) ve ülkemiz içsularında doğal olarak bulunan bir decapoda (on ayaklı) türüdür. *Astacus* ekonomik değeri yüksek kabuklu türlerinden biridir (Bolat, 2001). Kerevit 1986 yılı öncesi özellikle Eğirdir Gölü balıkçılarının başlıca gelir kaynağı iken bu türün daha sonra gerek aşırı avcılık ve gerekse hastalık nedeniyle popülasyonu azalmıştır (Köksal, 1988; Ackefors, 2000; Bolat, 2001; Harlıoğlu ve Aksu 2002; Harlıoğlu ve Mişe 2007; Bilgin vd., 2008). Kerevit stoklarındaki azalma ve yeni kerevit türlerine olan ilgi *Astacus* neslinin devamlılığı için bir tehdit oluşturabilir. Bu durum türün yetiştiriciliğini önemli hale getirebilir. Figueiredo vd. (2001), yetiştiriciliği yapılan kerevit türlerinden maksimum verim alınabilmesi için canlının sindirim yeteneğinin bilinmesi ve bu yetenekleri doğrultusunda diyet hazırlanmasının önem arz ettiğini, dolayısıyla yetiştirilen türün sindirim enzimlerinin aktivitelerinin iyi bilinmesi gerektiğini bildirmektedir. Bu çalışmanın amacı; Eğirdir Gölü kerevitinde mide sindirim enzim aktiviteleri üzerine, mevsim ve eşeyin etkisinin araştırılması ve spesifik enzim aktivitelerinin ortaya konmasıdır.

Bu çalışma *A. leptodactylus*' un midesindeki sindirim enzim aktiviteleri (amilaz, proteaz, lipaz) üzerine mevsim ve eşeyin etkisini araştırmak amacıyla yapılmış, özgün bir çalışmadır. Bu türün sindirim yetenekleri ve enzimlerine ilişkin bir çalışma mevcut değildir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Ekim 2014 ile Haziran 2015 tarihleri arasında Eğirdir Gölü'nde kerevit (10-15 cm) avcılığı gerçekleştirilmiştir. Avcılıkta kerevit pinterleri kullanılmış, örneklemeler mevsimsel olarak yapılmıştır. İlkbahar mevsiminde, kerevitlerin pinterlere girmemesi nedeniyle örnekleme yapılamamıştır.

Kerevitlerin mide ve yutak diseksiyonu stereo mikroskop altında yapılmıştır. Mide, bağırsak ve hepatopankreas çıkartılarak homojenitör yardımıyla 400 mg/ml oranında distile su ile seyreltilerek homojenize edilmiş, ependorf tüplere konularak 16000 G' de 4 °C'de 30 dakika santrifüj edilerek supernatantlar elde edilmiştir (Moyana vd.,1996). Elde edilen supernatantlar enzim analiz aşamasına kadar 80 °C'de muhafaza edilmiştir (Kolkovski, 1995). Her enzim kendine özgü spesifik aktivite tayin yöntemleri ile tespit edilmiş ve spektrofotometre cihazı yardımıyla enzim aktiviteleri ölçülmüştür.

Enzim aktivite analizleri

Bu çalışmada; α -amilaz, proteaz ve lipaz olmak üzere üç çeşit sindirim enzim aktivitesi araştırılmıştır. Tatlısu ıstakozundaki α -amilaz enzim aktivitesi, Metais ve Bieth (1968)'e göre yapılmıştır. Proteaz aktivitesi ise Walter (1984)'e göre yapılmıştır. Numunelerin lipaz enzimi aktiviteleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Tıbbi Biyokimya Laboratuvarında Beckman Coulter AU 5800 otoanalizörü (Beckman Coulter, Amerika) ile cihaza uyumlu ticari kit kullanılarak, kinetik reaksiyon metoduyla, spektrofotometrik olarak ölçülmüştür. Sonuçlar U/mg protein olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel analizler

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 23 istatistiki paket programından yararlanılmış ve sonuçlar, faktöriyel düzeyinde varyans analizi testi ile $P < 0,05$ önem düzeyinde test edilmiştir. Faktörlerin seviye ortalamalarının arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi kullanılmıştır.

BULGULAR

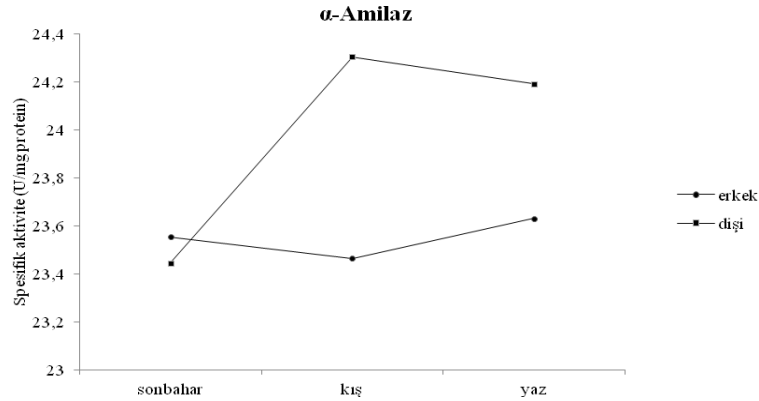
α -Amilaz aktivitesi

Eşey ve mevsimsel farklılıkların kerevit midesindeki α -amilaz enzim aktivitesi üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($p > 0,05$) (Tablo 1).

Tablo 1. Kerevit midesindeki α -amilaz aktivitesinin eşey ve mevsime göre değişimi, (Ort. \pm S.H.) (U/mg protein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
Dişi	23,44 \pm 2,67	24,30 \pm 1,41	24,19 \pm 0,98
Erkek	23,55 \pm 0,15	22,46 \pm 1,20	23,63 \pm 1,43

Erkek kerevitlerde, α -amilaz enzim aktivitesi sonbahar mevsiminden kış mevsimine doğru azalan ve kış mevsiminden yaz mevsimine doğru artan bir eğilim gösterirken, dişi kerevitlerde, sonbahar mevsiminden kış mevsimine artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine doğru azalan bir eğilim göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki α -amilaz aktivitesi (U/mg protein)

Proteaz aktivitesi

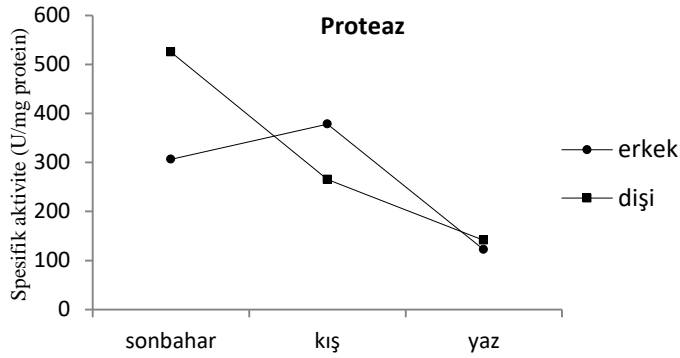
Kerevit midesinde proteaz aktivitesi üzerine eşey ve mevsimin birlikte etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Yani etkenlerden biri değiştiğinde diğeri de değişmektedir. Sonbahar ve kış mevsiminde eşeyler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$), yaz mevsiminde ise önemsiz olduğu görülmüştür ($p > 0,05$) (Tablo 2). Her iki eşeyde de mevsimler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 2. Kerevit midesindeki proteaz aktivitesinin eşey ve mevsim göre değişimi (Ort.± S.H.) (U/mg protein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
Dişi	^a 524,73 ± 20,80 ^a	^b 265,39 ± 4,15 ^b	^c 141,51 ± 15,85 ^a
Erkek	^b 306,34 ± 22,30 ^b	^a 377,91 ± 5,37 ^a	^c 122,47 ± 2,56 ^a

Sağdaki harfler, aynı mevsimde eşey ortalamaları arasındaki, soldaki harfler aynı eşeyde mevsimlerin ortalamaları arasındaki farklılığı göstermektedir.

Proteaz aktivitesi sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar, erkek kerevitler azalan ve dişi kerevitler artan bir grafik oluştururken, kış mevsiminden yaz mevsimine doğru hem erkek hem de dişi kerevitler azalan bir grafik oluşturmaktadır (Şekil 2).

**Şekil 2.** Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki proteaz aktivitesi (U/mg protein)

Lipaz aktivitesi

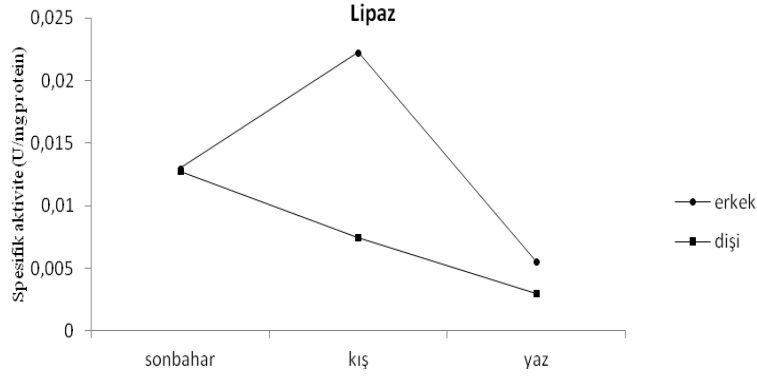
Kerevit midesinde lipaz aktivitesi üzerine eşey ve mevsim birlikte etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Kış mevsiminde eşeyler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$), sonbahar ve yaz mevsimlerinde ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($p > 0,05$). Dişilerde lipaz aktivitesi, kış ve yaz mevsimlerinde benzer ($p > 0,05$), her iki mevsimde sonbahar mevsiminden farklıdır ($p < 0,05$). Erkeklerde ise, mevsimler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3. Kerevit midesindeki lipaz aktivitesinin eşey ve mevsim göre değişimi (Ort. ± S.H.) (U/mg protein)

Eşey/Mevsim	Sonbahar	Kış	Yaz
Dişi	^a 0,013 ± 0,0011 ^a	^b 0,007 ± 0,0006 ^b	^b 0,003 ± 0,0010 ^a
Erkek	^a 0,013 ± 0,0035 ^a	^b 0,022 ± 0,0026 ^a	^c 0,006 ± 0,0006 ^a

Sağdaki harfler, aynı mevsimde eşey ortalamaları arasındaki, soldaki harfler aynı eşeyde mevsimlerin ortalamaları arasındaki farklılığı göstermektedir.

Lipaz aktivitesi erkek kerevitlerde sonbahar mevsiminden kış mevsimine kadar artan ve kış mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşturmuş, dişi bireylerde ise sonbahar mevsiminden yaz mevsimine kadar azalan bir grafik oluşmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Kerevit midesinde farklı mevsimlerdeki lipaz aktivitesi (U/mg protein)

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut sindirim enzimlerinin profili ve faaliyetleri başta olmak üzere sindirim sisteminde ortaya çıkan fizyolojik süreçler, türlerin geniş besin çeşitliliğinden faydalanmasını etkilemektedir. Farklı kabuklu türleri, farklı beslenme alışkanlıklarına ve yaşam alanlarını yansıtan bir dizi sindirim enzime sahiptir (Coccia vd., 2011). Bu çalışmada tespit edilen α -amilaz, lipaz ve proteaz aktivitelerinin varlığı *A. leptodactylus* türünün geniş yelpazede bir beslenme alışkanlığına sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, U/mg protein cinsinden elde edilen spesifik aktivite değerlerindeki yüksek proteaz aktivitesi türün protein ihtiyacı yüksek bir tür olduğunu ortaya koymaktadır. Buna paralel olarak, kerevitlerin besin ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalarda protein oranı yüksek yemlerin tercih edilmesi gerektiği söylenebilir. Bir başka araştırmacıda, kabuklularda birincil enerji kaynağının protein olduğunu savunmuştur (New, 1976).

Çalışmamız bulgularından elde edilen analiz sonuçlarına göre, proteaz aktivitesinin sonbahar ve kış mevsiminde eşeyler arasında istatistiksel olarak önemli farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Sonbaharda proteaz aktivitesinin dişilerde (524,73 U/mg protein), erkeklerden (306,34 U/mg protein) daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durum, gonad hücrelerinin yapımında, dişilerin (hacim olarak daha fazla) erkek bireylere göre daha fazla proteine ihtiyaç duymalarından kaynaklanabilir. Kış mevsiminde ise, proteaz aktivitesi erkek bireylerde (377,91 U/mg protein), dişi bireylerden (265,39 U/mg protein) daha yüksek bulunmuştur. Bunun sebebi yumurtalı dişilerin, kış mevsiminde sıcaklığın 10 °C nin altına düşmediği zamanlarda bile erkek bireyler kadar besin arama ve bulmada aktif olmamasından kaynaklanabilir. Reynolds ve Souty-Grosset (2011)'de yumurtalı dişi kerevitlerin, erkek bireylerden ve yumurtasız dişilerden farklı olarak besin almadıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte, çok uzun kuluçka süresine (5-6ay) sahip olan *A. leptodactylus* türü yumurtalı dişileri için bu kadar uzun süre besin almama durumu olamayacağını, ancak erkekler kadar besin aramada aktif olmadıklarını düşünmekteyiz. Hem dişi hem erkek bireylerde yaz mevsiminde proteaz aktivitesi bakımından farklılığın

olmaması ise, eşeylerin bu mevsimde aktif beslenmeye başlamalarından kaynaklı olabilir. Bununla birlikte, proteaz aktivitesinin yazdan başlayarak sonbahara kadar en yüksek aktiviteye ulaştığı, burada aktif beslenmenin ilkbahardan sonbahara (Alpbaz, 1993) kadar yoğun olması ve bu dönemde yoğunluklu olarak protein ağırlıklı beslendiğini ve belki de besin fazlalığını yağ ve glikojen şeklinde kışın kullanmak için depoladığını göstermektedir.

Kış mevsiminde erkek bireylerde lipaz enzim aktivitesinin dişi bireylere göre daha yüksek tespit edilmesinin nedeni erkeklerin azda olsa beslenme aktivitesi göstermesi, dişilerin ise yumurta taşıması nedeniyle aktif beslenme hareketi gösterememesi olabilir (Reynolds ve Souty-Grosset 2011). Genel olarak, mevcut çalışmadaki lipaz aktivitesindeki çok düşük değerler, *A. leptodactylus* türünün doğal ortamında yağ oranı yüksek besinleri tercih etmediğini ya da yağlı besinlerle beslenemiyor olduğunu da düşündürmektedir. *A. leptodactylus* türünde Eğirdir Gölü'nde yapılan çalışmalarda türün mide içeriğinde tespit edilen türler Uysal (2012)'de alglerden *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Epithemia* sp., *Cocconeis* sp., *Amphora* sp., *Synedra* sp., *Diatoma* sp., *Pinnularia* sp., *Cymbella* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria* sp., *Gyrosigma* sp., parazitlerden Nematoda'ya ait *Capillaria* sp. ve balıklardan *Aphanius anatoliae* pulları belirlenmiş Acar Kurt (2016)' da ise midyelerden *Dreissena polymorpha*, gastropodlardan *Greacoanatolica lacustris* ve kerevitlerin kendi yumurtaları belirlenmiştir. Bu türler üzerine yapılan biyokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında *Dreissena polymorpha*'nın yağ oranının %8,4-12,2 (Nalepa vderleri 1993), tatlısu gastropodlarında yapılan çalışmada ise yağ oranlarının %3-4 (Adebayo-Tayo vd., 2011), alglerden *Ceratophyllum demersum*'un %5.97 (FAO, 2016), *Elodea canadensis*'in % 1,4 (Dagaro vd., 2004) oranında olduğu görülmektedir. Besinlere bakıldığında az yağlı organizmalar olduğu dikkat çekmektedir.

Johnston vd. (2004)'de, dikenli istakoz (*Jasus edwardsii*) ile yaptıkları bir çalışmada sürekli aynı yem ile yemlenmiş kültür larvalarında sabit bir spesifik enzim aktivitesi tespit ederken, doğal ortamlardaki larvalarda (V-VI. dönem), besin çeşitliliğine bağlı olarak spesifik enzim aktivitelerinde farklılık gözlemlendiğini rapor etmişlerdir.

Johnston vd. (2004)'nin yaptığı çalışmada belirttiği üzere; doğal ortamdan avlanan larvaların V. ve VI. dönemlerinde, proteaz ve amilaz aktivitesi kültür ortamındaki larvalarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun aksine; lipaz aktivitesi ise kültür larvalarında daha yüksek tespit edilmiştir. Buna benzer olarak, doğal ortamda yapılan bu mevcut çalışmanın, amilaz ve proteaz aktiviteleri de, kültür ortamında yapılan çeşitli çalışmalarla kıyaslandığında (Figueiredo vd., 2001; Pavasovic vd., 2007; Figueiredo ve Anderson, 2009; Sacristán vd., 2014) daha yüksek olduğu görülmüştür, buna karşın lipaz aktiviteleri kültür ortamındaki çalışmalardan (Figueiredo vd., 2001) daha düşük bulunmaktadır. Bu durum muhtemelen doğal ortamda kerevitin besinlerini daha düşük yağ oranına sahip besinler oluştururken, kültür ortamında kullanılan yem içeriklerinin yağ oranlarının yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Literatürde; kerevitleri konu edinen, sindirim enzimlerini araştırma çalışmalarında mevsim ve eşey faktörlerinin, sindirim enzimlerine olan etkilerinin birlikte değerlendirildiği herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Sonuç olarak, kerevitlerin sindirim enzimlerinin aktiviteleri üzerine yapılan çalışmaların artırılması bu canlıların yetiştiricilik ortamlarında daha uygun besinlerle beslenmelerinin belirlenmesi açısından önemli faydalar sağlayacaktır. Ayrıca ekonomik önem taşıyan *A. leptodactylus* türünde enzim aktiviteleri üzerine günümüze kadar herhangi bir çalışmanın yapılmamış olması da

oldukça dikkat çekicidir. Bu türün sindirim enzim aktiviteleri üzerinde yapılan çalışmaların artırılması, sindirim özelliklerinin daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacaktır. Bu nedenle, ileride yapılacak besleme denemeleri için öncelikle türün yavru dönemlerinde ve özellikle fonksiyonel mide oluşumu sırasında, sindirim enzim aktivitelerindeki değişimlerin araştırılması ve enzimatik profillerinin ortaya konması fayda sağlayacaktır. Ayrıca, maksimum enzim aktivitesini belirleyebilmek için; farklı pH, sıcaklık ve reaksiyon sürelerinde denemeler yapılması da önemli taşımaktadır. Bu konularda elde edilecek bilgilerin kerevitlerin yetiştiricilik çalışmalarında; besin tercihleri ve kompozisyonları ile sindirim yeteneklerinin belirlenmesinde katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür: Bu çalışmayı destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne teşekkür ederiz (Proje No: 4189-YL1-14).

KAYNAKLAR

- Acar Kurt, E. (2016). Tatlısu İstakozu (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823)'nun sindirim enzim aktivitelerinin mevsimsel değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Ackefors, H. (2000). Freshwater crayfish farming technology in the 1990s: a European and global perspective. *Fish and Fisheries*, 1(4), 337-359.
- Adebayo-Tayo, B.C., Onilude, A.A. & Etuk, F.I. (2011). Studies on microbiological, proximate mineral and heavy metal composition of freshwater snails from Niger Delta Creek in Nigeria. *AU J.T.* 14(4), 290-298. Technical Report 290
- Alpbaz, A. (1993). Kabuklu ve Eklembacıklı Yetiştiriciliği. I. Baskı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları., İzmir.
- Anonim. (2016). III. Water, mineral and protein content and productivity of aquatic plants (Contd.). <http://www.fao.org/docrep/003/X6862E/X6862E04.htm>. Erişim Tarihi: 31.10.2016
- Bilgin, Ş., İzci L, Günlü A. & Bolat Y. (2008). Eğirdir gölü'ndeki tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch, 1823)'nun boy grubu ve eşeye göre bazı besin bileşenlerinin belirlenmesi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 63-68.
- Bolat, Y. (2001). Eğirdir Gölü Hoyran bölgesi tatlısu istakozları (*Astacus leptodactylus* Esch., 1823)'nın populasyon büyüklüğünün tahmini. Doktora Tezi, MY, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Coccia, E., Varricchio, E. & Paolucci, M. (2011). Digestive enzymes in the crayfish *Cherax albidus*: polymorphism and partial characterization. *International Journal of Zoology* Article ID 310371, doi:10.1155/2011/310371.
- D'agaro, E., Renai, B. & Gherardi, F. (2004). Evaluation of the american waterweed (*Elodea Canadensis* Michaux.) as supplemental food for the noble crayfish, *Astacus astacus*. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 372-373, 439-445
- Figueiredo, M.S.R.B., Krickler J.A. & Anderson A.J. (2001). Digestive enzyme activities in the alimentary tract of redclawcrayfish, *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Journal of Crustacean iology*, 21(2), 334-344.
- Figueiredo, M.S.R.B. & Anderson, A.J. (2009). Digestive enzyme spectra in crustacean decapods (Paleomonidae, Portunidae and Penaeidae) eding in the natural habitat. *Aquaculture Research*, 40(3), 282-291.
- Harlıoğlu, M.M. & Aksu, Ö. (2002). *Astacus leptodactylus* 'un barınak kullanımında eşeyin, birey büyüklüğünün ve barınak büyüklüğünün önemi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 19,(3-4), 311-317.

- Harlıoğlu, M.M. & MiŒe, S.Y. (2007). Yabancı tatlı su istakoz türlerinin türkiye'ye stoklanması meydana getirebileceği muhtemel sonuçlar, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2), 213-218.
- Johnston, D., Ritar A., Thomas C. & Jeffs A. (2004). Digestive enzyme profiles of spiny lobster *Jasus edwardsii* phyllosoma larvae. Marine Ecology Progress Series.
- Kolkovski, S. (1995). The mechanism of action of live food on utilization of microdiets in gilthead seabream *Sparus aurata* larvae. Ph.D.Thesis. The Hebrew University, Jerusalem,120.
- Köksal, G. (1988). *Astacus leptodactylus* in europe. D.M. Holdich and R.S. Lowery (Eds.), Freshwater Crayfish. Biology, Management and Exploitation. Croom Helm, London: 365-400.
- Moyano, F.J., Diaz, M., Alarcon, F.J. & Sarasquete, M.C. (1996). Characterization of digestive enzyme activity during larval development of githead seabream (*Sparus aurata*). *Fish Physiol Biochem*, 15,121-130
- Metais, P. & Bieth, J. (1968). Determination de l'a-amylase par une microtechnique. *Ann. Biol. Clin.* 26, 133-142.
- Nalepa,T.F., Cavaletto, J.F., Ford, M., Gordon, W.M. & Wimmer, M. (1993). Seasonal and annual variation in weight and biochemical content of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, in Lake St. Clair. *J. Great Lakes Res.* 19(3), 541-552.
- New, M.B. (1976). A Review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture* 9,101-144.
- Pavasovic, A., Anderson A.J., Mather P.B. & Richardson N.A. (2007). Influenza of dietary protein on digestive enzyme activity, growth and tail muscle composition in red claw crayfish, *Cherax quadricarinatus* (Von Martens). *Aquaculture Research*, 38, 644-652.
- Reynolds, J. & Souty-Grosset, C. (2011). Management of freshwater biodiversity: Crayfish as bioindicators. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sacristán, H.J., Héctor N.S. & Laura S.L.G. (2014). Effect of attractant stimuli, starvation period and food availability on digestive enzymes in the redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Parastacidae). *Aquatic Biol.*, 23,87-99.
- Uysal, Œ. (2011). Eğiridir Gölü kerevit (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) popülasyonun beslenme özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Walter, H.E. (1984). Proteinases: methods with haemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer HU (Ed) Methods of Enzymatic Analysis, 5. Verlag Chemie, Weinheim, p 270-277