

ASTACİDAE FAMILYASI TATLI SU İSTAKOZLARININ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YAVRULARDA GELİŞİM VE YAŞAMA ORANLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER**Behire Işıl Didinen, Seçil Ekici, Öznur Diler, Seval Bahadır Koca*, Arife Dulluç**

Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Eğirdir-Isparta

Özet:

Astacus astacus (Avrupa), *Astacus leptodactylus* (Türkiye,Avrupa) ve *Pasifastacus leniusculus* (Kuzey Amerika ve Avrupa), Astacidae familyasına ait ticari değeri yüksek tatlı su istakozu türleridir. Bu türlerin yetiştiriciliğinde yavru üretimi daha çok II. dönem yavru kerevitlerin doğal toprak havuzlarda ya da yapay havuzlarda stoklanması şeklinde yarı ekstensif sistemlere dayalı olarak yapılmaktadır. Tatlı su istakozu yetiştiriciliği ile elde edilen yavruların doğal sulara stoklanması, doğal türlerin aktif olarak korunmasında önemli bir rol oynar. Bu derlemenin amacı, tatlı su istakozu yetiştiriciliğinde, yavruların hayatta kalma oranları ve gelişimleri üzerinde etkili olan en önemli faktörler (kanibalizm, stok yoğunluğu, barınak sayısı, beslenme, su sıcaklığı, fotoperiyot) incelenerek, Astacidae familyası üyesi tatlı su istakozlarının yetiştiricilik olanaklarının geliştirilmesidir.

Anahtar Kelimeler: Tatlısu istakozu, Astacidae, Yetiştiricilik, Yavru, Hayatta kalma, Gelişim

Abstract: The factors affecting growth and survival rate of juveniles in culture of Astacidae family freshwater crayfish

Freshwater crayfish species, *Astacus astacus* (Europe), *Astacus leptodactylus* (Turkey, Europe) and *Pasifastacus leniusculus*(North America and Europea) are species with high commercial price that belong to the family Astacidea. Astacid culture is mainly based on semi-extensive systems in which stage II juveniles are stocked in natural earth ponds or in artificial ponds. Stocking into natural waters of produced juveniles in crayfish farming plays a significant role in the active protection of native species. The purpose of this review is development of the possibilities for crayfish farming by investigating most important factors affecting on survival rate and growth of juveniles in crayfish farming (cannibalism, stocking density, the number of shelters, nutrition, water temperature and photoperiod).

Keywords: Freshwater crayfish, Astacidae, Culture, Juvenile, Survival, Growth

* Correspondence to: Seval BAHADIR KOCA, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, 32500, Eğirdir-İSPARTA
Tel: (+90 246) 313 34 47 (1401) Fax: (+90246) 313 34 52
E-mail: skoca@sdu.edu.tr

Giriş

Astacidae familyasına ait kerevit türlerinin, kanibalist davranışlar göstermeleri ve yavaş büyümeleri nedeniyle yetiştiricilikleri zordur. Bu nedenle Avrupa'da kerevit üretimi genellikle avcılıkla sınırlı kalmaktadır. *Astacus* cinsine ait tatlı su istakozları, ekonomik değerlerinin yüksek olması ve Avrupa'da geniş dağılım gösteren toleranslı bir tür olması nedeniyle, avlanarak Avrupa'daki su kaynaklarına stoklanmışlardır. *A. astacus*, Fransa'dan Rusya'nın güney doğusuna, İtalya'dan Yunanistan ve İskandinavya'ya kadar 28 Avrupa ülkesinde bulunmaktadır. 1860'ta kerevitlerdeki plak hastalığının Avrupa'ya bulaşması ile *A. astacus* stokları çok azalmıştır. Buna ilave olarak, özellikle *P. leniusculus*, *Orconectes limosus* ve hatta *A. leptodactylus*'un stoklara yerleştirilmesiyle *A. astacus* stokları olumsuz etkilenmiştir. Bu olumsuzlukların ardından, türün popülasyonlarının korunması amacıyla, *A. astacus*'lar yeni su kaynaklarına stoklanarak günümüze kadar varlığını sürdürmüştür (Skurdal ve Taugbøl, 2002).

Astacus leptodactylus Türkiye, Ukrayna, Güneybatı Rusya, İran, Kazakistan, Belarus, Slovakya, Bulgaristan, Romanya ve Macaristan'a kadar geniş bir alanda dağılım göstermektedir. Bu tür günümüzde 27 ülkede bulunmaktadır. Ayrıca 14 ülkeye (Çek Cumhuriyeti, Polonya, Almanya, Finlandiya, Danimarka, Hollanda, İngiltere, Litvanya, Letonya, Fransa, İsviçre, Avusturya, İspanya ve İtalya) aşılanmıştır. Bu stoklamaların nedeni, *A. leptodactylus*'un *A. astacus*'a göre plak hastalığına karşı daha dayanıklı olmasıdır (Skurdal ve Taugbøl, 2002).

Pacifastacus leniusculus, Kuzey Amerika'nın doğal sularında, örneğin göller, ırmaklar ve nehirlerinde (Lowery ve Holdich, 1988) ve tuzlu sularda (Henry ve Weatly, 1988; Holdich vd., 1997) yaşayan doğal bir türdür. *P. leniusculus* çevresel toleransı (sıcaklık ve farklı kirleticiler) yüksek olan bir türdür ve Avrupa'da kerevit plak hastalığı nedeniyle azalan *Astacus astacus* popülasyonlarının yerini alma konusunda popülerdir (Holdich, 1999). Söz konusu tür Avrupa ve hatta Japonya'ya da taşınmıştır (Lewis, 2002).

Astacidae familyası üyesi tatlı su istakozlarının yetiştiriciliği, daha çok ikinci

dönem yavru kerevitlerin doğal toprak havuzlarda ya da yapay havuzlarda stoklanması şeklinde yarı ekstensif sistemlere dayalı olarak yapılmaktadır (Tcherkashina, 1977). Tatlı su istakozu yetiştiriciliğinde yavrularda gelişimi ve hayatta kalma oranlarını etkileyen pek çok faktör (beslenme, stok yoğunluğu, kanibalizm, barınak tipi ve yoğunluğu, su sıcaklığı, fotoperiyot vb.) bulunmaktadır.

Ülkemizin doğal türü olan *Astacus leptodactylus* stokları özellikle aşırı avcılık, su kirliliği ve plak hastalığı nedeniyle pek çok su kaynağında azalmıştır ve doğal stokların takviyesi için yetiştiricilik çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu derlemede, tatlı su istakozlarının yetiştiriciliğinde, yavrularının hayatta kalma oranları ve gelişimleri üzerinde etkili olan en önemli faktörler (kanibalizm, stok yoğunluğu, barınak sayısı, beslenme, su sıcaklığı, foto periyot gibi) ele alınarak, yavru üretimi konusuna katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Yavrularda Gelişim ve Yaşama Oranlarını Etkileyen Faktörler

Beslenme

Kerevit yetiştiriciliğinde yavruların hayatta kalmalarını ve büyümelerini etkileyen en önemli faktörlerden biri beslenmedir. Kerevitler ilk yem almaya başladıklarında fito ve zooplanktonlar gibi doğal gıdalar ile beslenirler. Genç yavrular için en elverişli olan fitoplanktonun diatomlar olduğu ifade edilmiştir. Diatomlar mineral tuzları yönünden zenginleştirilmiş havuz suyunda, güneş ışığının da etkisi ile çok çabuk ve bol olarak gelişirler. Bu amaçla suya potasyum nitrat, sodyum hipofosfat, potasyum silikat gibi mineral tuzları ilave edilir ve kısa zamanda sarımsı yeşil renkli verimli bir su elde edilir ve fitoplankton dengesi kurulur. Havuzlarda fitoplankton dengesi kurulduktan sonra *Daphnia*, *Gammarus* ve *Copepod* gibi zooplanktonların da üretilmesi gerekir. Bu amaçla suya bunların yumurta ya da larvaları aşılanır, böylece suda bol bulunan fitoplanktonları tüketerek çok fazla miktarda zooplankton üretilir. Genç yavrular bu tür doğal besinleri severek tüketirler (Balık, 1993).

İntensif kültürde kerevitin gelişim aşamalarında hangi besinlerin kullanılacağı,

bunların özellikleri ve hangi yapay yemlerin ne zaman verileceği gibi hususlar intensif kültürde önemlidir. Başarılı bir yavru üretimi için kerevitlere canlı yem, alabalık pelet yemi, haşlanmış patates gibi besinler verilebilir. Kerevitlerin beslenmesinde kullanılacak yapay yemlerin besin madde içerikleri; protein %18-44, lipit %1-5 ve mineral madde miktarının %7-10 civarında olması önerilmektedir (Lee ve Wickins, 1992). Yavruların ideal bir şekilde büyümesi için başlangıçta vücut ağırlıklarının %1-4 oranında, daha sonraki aşamalarda ise %0.3-1 oranında yem verilmesi önerilir. Genç bireylerin ilk beslenmesinde; kıyılmış balık, karaciğer, patates, havuç, su piresi, *Artemia* naupli, *Daphnia* ve *Chara* benzeri su bitkileri kullanılabilir. Genç bireylere daha sonraları çeşitli tahıllar, yeşil bitkiler, taze olarak ezilen yumuşakça, balık ve kurbağa gibi besinler de verilebilir. Bunlardan başka, kerevitlerin beslenmesi için farklı araştırmacılar tarafından besin içerikleri farklı olan pelet yemler de geliştirilmiştir (Balık, 1993; Mazlum ve Yılmaz, 2006)

Granül yemlerle kontrollü şartlar altında larva yetiştiriciliği intensif tatlı su istakozu kültürü için uygulanan yollardan biridir. *P.leniusculus*, *Astacus astacus* ve *A.leptodactylus*'un yetiştiricilik gereksinimleri benzer olduğundan, aynı yetiştiricilik teknikleri kullanılmaktadır (Ackefors ve Lindqvist, 1994). *Astacus astacus* ve *Pacifastacus leniusculus* yetiştiriciliğinde granül yem kullanımı ile ilgili pek çok literatür olmasına rağmen, *Astacus leptodactylus* yetiştiriciliğinde granül yem kullanımı ile ilgili bilgiler azdır. Polonya'da *A. leptodactylus* yetiştiriciliğinde ilk birkaç hafta doğal besinler, daha sonraki yetiştiricilik safhalarına ise granül yapay yemler kullanılmaktadır. (Ulikowski ve Krzywosz, 2004a).

Tchekashina (1977), gübreleme yapılarak kontrol altına alınmış göletlerde *A.leptodactylus cubanicus*' yavrularının 6 ay sonunda, 5cm uzunluğa ve 3, 34 gr ağırlığa ulaştığını bildirmiştir.

Köksal (1982), başlangıçta 39,27mg ortalama ağırlığa sahip ve 130 yavru /m² olacak şekilde stoklanan 2. dönem *A. leptodactylus* yavruları alabalık pelet yemi ve ipliksi yeşil algler ile beslendiği 90 günlük yetiştiricilik periyodu sonunda 430-476 mg ağırlığa, 20-26 mm total uzunluğa ulaştıkları, yaşama oranının ise %44,23 olduğunu bildirmiştir.

Köksal (1985), değişik rasyonların *A.leptodactylus* yavrularının büyümesi ve yaşama oranına etkileri araştırmış ve en yüksek büyümenin, *Artemia salina* nauplii ile hazırlanan rasyon ile beslenen yavrularda elde edildiğini ve erkek bireylerin dişilere göre daha iyi geliştiğini belirtmiştir. En düşük büyümenin ise, haşlanmış patates ve kızılbaş yaprağı ile hazırlanan rasyon ile beslenen yavrularda olduğu saptanmıştır.

Köksal vd., (1992), 100 yavru/m² oranında stokladıkları 3. dönem yavrularını hazırladıkları 4 ayrı yem grubuyla (karides ezmesi, alabalık yemi, tatlı su sümüklüsü + su teresi, taze alabalık eti + su teresi) 4 ay boyunca beslemiştir. Aynı çalışmayı bir yıl sonra tekrarlamışlar ve elde edilen bulguları karşılaştırmışlardır. İlk yıl 4 aylık besleme sonunda elde edilen ortalama maksimum boy ve ağırlık 33,80mm, 1220mg.; 2. yıl 31,32mm, 1013mg olarak taze alabalık eti+su teresi ile beslenen yavrularda elde edildiği ve en yüksek yaşama oranlarının (ilk yıl %76,67 ve ikinci yıl %69,82) alabalık peleti ile beslenen yavrularda olduğu görülmüştür. Araştırmacılar iki yıl üst üste yaptıkları bu çalışmalarda benzer sonuçlar elde etmişlerdir. En düşük yaşama oranı (% 66,31 ve %56,03) ise, gelişmenin en yüksek olduğu alabalık eti+ su teresi ile beslenen yavrularda saptanmıştır.

Aydın (1998), beton havuzlarda çiftleştirilmiş bireylerden elde edilen başlangıç total uzunluğu 11.12 mm, karapaks uzunluğu 6.6mm ve ağırlıkları 67mg olan kerevit juvenillerini 436 juvenil /m² oranında stoklayarak, başlangıçta *Artemia* sp. ve *Daphnia* sp., üç hafta sonra alternatif olarak doğranmış taze alabalık eti ve alabalık peleti ile beslemiştir. Denemenin başlamasını takiben, 2, 3, 4 ve 5. aylarda juvenillerde ortalama ağırlıklar sırasıyla, 0.482 g, 0.684 g, 0.973g ve 1.038g olmuştur. Juvenillerdeki hayatta kalma oranı ise 5. ayda % 55.99 olarak saptanmıştır.

Zaikov vd. (2000), II. dönem kerevit yavrularının beslenmesinde 30 gün süreyle soya unu, et unu, pelet yem (protein %30.7) ve zooplankton (*Daphnia magna*) kullandıkları denemelerinde en iyi gelişim oranı ve en yüksek yaşama oranının (%68,13) *Daphnia magna* ile besleme yapılan yavrularda olduğunu bildirmişlerdir.

Ulikowski ve Krzywosz (2004a), yemleme sıklığının kerevitlerin gelişim ve hayatta kalma oranlarına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında,

başlangıç vücut ağırlıkları 30.2 mg ve total vücut uzunlukları 9.8 mm olan II. dönem *A. leptodactylus* yavrularını 300 birey/m² stok yoğunluğunda, barınak kullanmadan tanklara stoklanmalarından sonra 12, 24, 48 ve 96 saatte bir olmak üzere 4 farklı şekilde 28 gün süreyle beslemişler ve sonuç olarak, yemleme sıklığının *A. leptodactylus* juvenillerinin gelişimlerini etkilediğini saptamışlardır. Öyle ki, spesifik gelişme oranları, ortalama vücut ağırlığı ve nispi gelişme oranları yemleme sıklığının azalmasından olumsuz olarak etkilenmiştir. 12 ve 24 saatte bir yemlenen bireylerde elde edilen spesifik gelişme oranları, ortalama vücut ağırlıkları ve nispi gelişme oranlarının, 96 saatte bir beslenen bireylere göre istatistiksel olarak önemli ölçüde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, yemleme sıklığının stok hayatta kalma oranını ya da son bioması etkilemediği; en yüksek yaşama oranının (%40) 48 saatte bir beslenen grupta, en düşük yaşama oranının (%22) ise, 24 ve 96 saatte bir beslenenlerde görüldüğünü ifade etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, ölüm oranındaki en yüksek artışın yetiştiriciliğin 2. haftasında, yani yavru kerevitlerin ilk kabuk değiştirdikleri dönemde olduğunu belirtmişlerdir.

Stok Yoğunluğu

P. leniusculus (Krzywosz, 1994; Kozak vd., 1998) ve *A. leptodactylus*'larda (Tcherekashina, 1977) yetiştiricilik havuzlarında uygun şartlar sağlandığında hayatlarının ilk yılında yaşama şanslarının (%45-90) yüksek olduğu bildirilmektedir. Bu yüzden çoğu araştırmacı, küçük havuzlarda kerevit yetiştiriciliğinde ikinci dönem juvenillerin başlangıç stok yoğunluklarının 100 birey/m² den daha fazla olmaması gerektiğini tavsiye etmektedirler (Cukersiz, 1989; Holdich, 1993, 2002; Ackefors ve Lindqvist, 1994; Ackefors, 1998).

Yüksek stok yoğunluğunun saldırganlığı ve kannibalizmi artırması sonucu olarak, mortalite ve ekstremite kaybı olan birey sayısı artmaktadır. Celada vd., (1993) *P. leniusculus*'larda, laboratuvar şartları altında 80 günlük yetiştiricilik periyodu boyunca silindirik bölmelerde bireysel olarak tutulan juvenil *P. leniusculus*'larda %50-70 gibi yüksek oranda hayatta kalma sağlanmıştır.

Ulikowski ve Krzywosz (2004a), ilk stok yoğunluğu 300, 600 ve 1200 birey/m² olan *A. leptodactylus*'larda, hayatta kalma oranları

sırasıyla % 70, 58 ve 47.8 olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, bu çalışmalarından elde ettikleri bulgulardan, yetiştiriciliğin ilk ayları esnasında kerevitlerde hayatta kalma oranlarının başlangıç stok yoğunluğundan etkilendiğini teyit etmişlerdir.

Ulikowski vd. (2006), II. dönem *Astacus leptodactylus* ve *Pasifastacus leniusculus* juvenillerinin, kontrollü şartlar altında 24 saat ışık kullanılarak, iki farklı stok yoğunluğunda (600 ve 1200 birey/m²), deneysel bir pelet yem (%45 protein, %6 yağ ve %20 ham selüöz) kullanarak 92 gün süreyle beslenmesi sonucunda, en yüksek yaşama oranının (%47.5), deneme başlangıcında m²'ye 600 birey yerleştirilen *P. leniusculus* juvenillerinde; en düşük yaşama oranının (22.8) ise, m²'ye 1200 adet II. dönem juvenil yerleştirilen *A. leptodactylus*'larda olduğunu; her iki türde de 600 birey/m² oranında stoklanmanın hayatta kalma oranını %16 civarında artırdığını ifade etmişlerdir. Deneme sonunda en iyi gelişim (799mg ağırlık, 29.2mm toplam boy) m²'ye 600 birey stoklanan *A. leptodactylus* yavrularında, en kötü gelişim (534mg ağırlık, 26.5 mm boy) m²'ye 1200 birey olarak yerleştirilen *P. leniusculus*'larda görülmüştür. Bu çalışma, başlangıç stok yoğunluğu yüksek olduğunda da kerevit yetiştiriciliğinin mümkün olduğunu ve nisbeten yüksek hayatta kalma oranları sağlandığını, fakat başlangıç stok yoğunluğunun 600 birey/m² olmasının daha iyi sonuçlar sağlayacağını göstermiştir.

Mazlum (2007), ortalama 22.4 mg ağırlıktaki II. dönem *Astacus leptodactylus* yavruları ile ortalama 22°C su sıcaklığında devamlı akan su sisteminde 50, 100 ve 200 birey/m² olacak şekilde 3 farklı stok yoğunluğunda çalışmıştır. Denemede barınak olarak plastik bahçe boruları kullanılmış ve yavrular 120 günlük deneme boyunca ticari alabalık yemi (%50 protein, %6.5 lipid, %12 mineral, %13 nem, %1.2 selüöz) ile beslenmiştir. Deneme sonunda, hem ağırlık hem uzunlukla ilgili gelişim artan stok yoğunluğundan negatif olarak etkilenmiştir. Juvenillerin, son ağırlıkları 0.22- 1.45 gr arasında, total uzunlukları 16-41 mm arasında değişmiştir. 50 birey/m² olarak stoklanan bireylerde ortalama bireysel ağırlık (1.26±0.06g), diğer gruplara göre önemli ölçüde daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde 100 birey/m² oranında stoklananlardaki ortalama ağırlık (1.16± 0.25g), 200 birey/m² oranında stoklananlara (0,91±0.12g) göre daha yüksek bulunmuştur. Deneme sonunda elde

edilen hayatta kalma oranlarının da 50, 100 ve 200 birey/m² olarak stoklanan birelerde sırasıyla % 85.4, % 73.8 ve % 61 olduğu ifade edilmiştir. Sonuç olarak kerevitlerde gelişme ve hayatta kalma üzerinde stok yoğunluğunun önemli bir etkisi bulunmuş, fakat stok yoğunluğunun yem dönüşüm oranını etkilemediği ifade edilmiştir.

Harlıoğlu (2008), *P. leniusculus* ve *A. leptodactylus* II. dönem juvenillerine 12 saat ışık, 12 saat karanlık şeklindeki ışık rejimi uygulanan akvaryumlarda ve farklı stok yoğunluklarının (234, 468, 937 juvenil/m²) hayatta kalma ve gelişime etkisini araştırdıkları çalışmasını 2 ay sürdürmüş ve sonuçta artan stok yoğunluğunun daha düşük hayatta kalma ve gelişim oranına neden olduğu göstermiştir.

Kanibalizm

Kerevitlerde, kanibalizm özelliği, yaşama oranını belirleyen en önemli faktördür. Her ne kadar barınak artırımı, besin bolluğu, stok yoğunluğu, boylama gibi önlemlerle bir nebze kontrol altına alınabilirse de en ideal şartlar altında bile ortaya çıkabildiği bildirilmektedir. Özellikle kabuk değişimi sırasındaki hassas dönemde bu özellik daha çok ortaya çıkar. Yeni değiştirilen kabuk hemen sertleşmediği için, saldırılara karşı savunmasızdır. Kerevitin intensif kültüründe, kavgacı ve mücadeleci davranış ve kanibalizm özelliği ana problemlerdir. Kitlesele yetiştiricilik denemelerinde juvenil safhalarda yüksek ölüm oranları bildirilmekte, buna sebep olarak kanibalizm gösterilmektedir. Juvenil safhada yüksek orandaki ölümlerin, doğrudan doğruya kanibalizm yüzünden mi yoksa kerevitlerin en hassas oldukları, kabuk değişimi sırasındaki stresin sebep olduğu fizyolojik bir komplikasyondan mı meydana geldiği, pek çok araştırmacı tarafından araştırılmıştır (Taugbøl ve Skurdal, 1992)

Tatlı su istakozu yetiştiriciliğinde kanibalizm kabuk değiştirme sıklığına bağlı olarak artar. Bu dönemde sert kabuklu yavrular yumuşak kabuklu yavruları önemli ölçüde tüketir. Barınak azlığı ve besin yetersizliği kanibalizmi artırdığı için genç yavruların iyi beslenmesi gerekir (Grovest, 1985).

Taugbøl ve Skurdal (1992), tarafından *A. astacus*'ların kitlesele üretim denemesinde, büyüme ve kabuk değiştirmenin mortalite ile olan bağlantısı araştırılmıştır. Bu çalışmada, juvenillerde meydana gelen % 68-90 oranlarındaki ölümlerin kabuk değiştirme sıklığı

ve büyüme ile ilişkili olduğu ve mücadeleci davranış ile kanibalizmin mortaliteyi belirlediği ifade edilmiştir. Sürekli ışık şartlarının mücadeleci davranışı düşürdüğü, buna bağlı olarak mortaliteyi de düşürdüğü görülmüştür. Sonuç olarak, optimal fotoperiyot, sıcaklık, iyi besleme ve barınak kullanımının hayatta kalmayı ve büyümeyi önemli derecede artırabileceğini belirtmişlerdir.

Genç yavruların muhtemel ölüm sebeplerinden biri olan stok yoğunluğu kanibalizmi artırır ve en ideal şartlarda bile, özellikle kabuk değiştirme sırasındaki hassas dönemde kanibalizm ortaya çıkabilir. Bu sorun, bir üretim grubundaki juvenillerin yaşlarının senkronizasyonu ile kısmen de olsa giderilebilir. Bunun için ilk olarak bir önceki üretim grubundan juvenil kalmaması sağlanır, ikinci olarak da yumurtalı dişiler seçilirken yumurta evrelerinin gelişimi, birbirine çok yakın olan anaçlar tanklara stoklanmalıdır. Böylece boyca homojen olan juvenil grupları elde edilebilir ve juveniller arasındaki kanibalizm baskısı en aza indirilebilir. Bunun dışında, deniz yosunlarına benzeyen suni bir takım aparatlar kullanarak, tank yüzey alanı artırılmak suretiyle de yüksek stok yoğunluğunda, kanibalizmden kaynaklanacak ölüm miktarları biraz olsun kontrol altına alınabilir (Parnes ve Sagi, 2002).

Son zamanlarda, karşılaşma sıklığı ve kanibalizmi en aza indirmek için tasarlanmış bireysel bölmeler ihtiva eden intensif sistemler geliştirilmektedir. Hatta yapılan çalışmalar, bu bireysel bölmelerin sadece kanibalizmi önlemede değil, büyüme ve gelişmede de farklılık yaratabildiği ortaya koyulmuştur (Manor vd., 2002).

Barınak Tipi ve Yoğunluğu

Taugbøl, (1989), Astacid kerevit yavrularının laboratuvar şartlarında yapılan yetiştiriciliğinde, barınak yoğunluğunun yüksek olmasının, yeni kabuk değiştirmiş kerevitlerdeki stresi azalttığını ifade etmişlerdir.

Ulikowski ve Krzywosz (2004a), su sıcaklığının (ortalama su sıcaklığı 24±0.1°C) sabitlendiği kapalı devre sistemde, genellikle bu türler için tavsiye edilen devamlı ışık (100 lüks şiddetinde) şartları altında (foperiyot, 24 saat aydınlık) yürüttükleri denemelerinde, ilk kabuğunu değiştirmiş II. dönem *A. leptodactylus* juvenillerini deniz balıkları için üretilmiş ticari bir yemle (%62 protein, %11 yağ içeren)

doyuncaya kadar beslemişlerdir. Barınak sayısının gelişim ve hayatta kalma oranlarına etkisini anlamak amacıyla, başlangıç ortalama vücut ağırlıkları 35.2 ± 3.9 mg ve ortalama total boyları 9.9 ± 0.5 mm olan II. dönem kerevit yavrularının buldukları tanklara (1500 birey/m² stok yoğunluğunda), barınak olarak PVC bahçe hortumları (iç çapı 16mm, 3cm uzunluğunda) kullanarak 4 farklı sayıda barınak (barınaksız, 60 barınak/m², 150 barınak/m², 300 barınak/m²) yerleştirmişler ve denemeye 30 gün süreyle devam etmişlerdir. Denemelerinin sonucunda, barınak sayısının spesifik gelişme oranlarını ve nispi gelişim oranlarını etkilemediği; bununla birlikte, total vücut uzunluğu ve karapaks uzunluğunun 150 barınak/m² oranında barınak yerleştirilen bireylerde, barınaksız bireylere göre istatistiksel olarak önemli derecede daha yüksek olduğu görülmüştür. Barınak sayısı, juvenillerin son stok hayatta kalma oranları ve biomasları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuş ve bu değerler, barınak sayısı arttıkça artmıştır. Kontrol grubunda (barınaksız bireylerde) hayatta kalma oranı % 16.4, 60 barınak/m² şeklinde barınak yerleştirilen bireylerde %23.6, 150 barınak/m² grubunda % 24.3 ve 300 barınak/m² grubunda % 31.5 olarak saptanmıştır. Denemenin ilk iki haftasında görülen ölüm oranlarının tüm gruplarda benzer olduğuna (%58-62.5) da dikkat çekilmiştir.

Mazlum ve Uzun (2008) barınak tiplerinin, III. dönem *Astacus leptodactylus* yavrularının büyümesi, hayatta kalması ve yem değerlendirmesi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, III. dönem yavrularının korunak tipi olarak ağ materyalini PVC borulara göre daha iyi kullandıklarını ve bu durumun kerevitlerin birbirleriyle olan iletişimlerini daha aza indirerek yaşama oranı, ürün miktarı ve büyüme bakımından büyük bir avantaj sağladığını belirtmişlerdir. Üçüncü evredeki kerevitler için ağ materyalinin kullanılması hem birden fazla kerevit için bir sığınak oluşturması, hem de ışığın girişimi sınırlandırması ile kerevitlerin birbirleriyle olan temasını da engellemiş olacağını ifade etmektedirler.

Su Sıcaklığı

Kerevitlerin gelişiminde pek çok çevresel faktörden biri olan su sıcaklığının II. dönem *A. leptodactylus* ve *P. leniusculus*'larda gelişim ve hayatta kalma oranlarına etkisinin incelendiği bir

araştırmada iki farklı su sıcaklığı (15 ve 25 °C) denenmiş ve her iki türde de yüksek sıcaklıklarda daha aktif bir beslenme ve daha bol besin tüketimi olmasına rağmen daha düşük hayatta kalma tespit edilmiştir (Harlıoğlu, 2008).

Fotoperiyot

Ulikowski, D., Krzywosz (2004a), fotoperiyot uygulamasının, *A. leptodactylus* yavrularının gelişimleri üzerinde önemli olduğunu ve devamlı ışık (100 lüks) altında tutulan bireylerde hayatta kalma oranlarının, karanlıkta tutulanlara göre nerdeyse iki katı daha yüksek bulunduğu ifade etmektedirler.

Sonuç

Kerevit yavrularının yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, yapılan araştırmalar değerlendirildiğinde;

- Yavruların canlı yemle beslemenin büyümeyi ve yaşama oranını artırdığı, buna karşın patates, havuç vb. yemlerle beslemede ise daha düşük bir büyüme gözlemlendiği,
- Artan yemleme sıklığının ise yavruların gelişimini olumlu yönde etkilediği, yüksek stoklama yoğunluğunun (örn. 1200 birey/m²) kerevit yavrularında gelişim ve yaşama oranlarını düşürdüğü,
- Kanibalizm davranışının stok yoğunluğunun fazla olması, kabuk değişim sıklığının artması, besin ve barınak azlığı gibi nedenlerle arttığı
- Sürekli ışık şartları altında tutulan yavruların devamlı karanlıkta tutulanlara göre yaşama oranlarının yüksek olduğu ve sürekli ışık şartları altında tutulan bireylerde mücadeleci davranışın azaldığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Ackefors, H., Lindqvist, O.V., (1994). Cultivation of freshwater crayfishes in Europe, In J.V. huner(ed) freshwater crayfish aquaculture in north America, Europe and Australia, Families Astacidae, Cambaridae and Parastacidae.. Howorth, Binghamton, NY. 157-216 p.
- Ackefors, H., (1998). The culture and capture crayfish fisheries in Europe, *Aquaculture*, **29** (2): 18-24, 64-67.
- Aydın, H., (1998). Growth and maturity of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus leptodactylus* Esch. 1823), *FISHECO*'98,

- The Proceedings of First International Symposium on Fisheries and Ecology, Trabzon.*
- Balık, S., (1993). Tatlısu istakozu yetiştiriciliği (Doktora Ders Notları), Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, İzmir.
- Celada, J.D., Carral, J.M., Gaudioso, V.R., Fernandez, R., (1993). Survival and growth of juvenile freshwater crayfish *Pacifastacus Leniusculus*, Dana fed two raw diets and two commercial formulated feeds. *Journal of the World Aquaculture Society*, **24** (1): 108-111. doi: [10.1111/j.1749-7345.1993.tb00157.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1993.tb00157.x)
- Cukersiz, J., (1989). Recnye raki. Mokslas, Wilno, Russian. 136 p.
- Grovest, R.E., (1985). The crayfish: its nature and nurture, Fishing New Boks Ltd. England. 72 p.
- Harlıoğlu, M.M., (2008). A comprison of the growth and survival of two fresh water crayfish species, *Astacus leptodactylus* Eschscholtz and *Pasifastacus leniusculus* (Dana), under different temperature and density regimes, *Aquaculture International*. doi: [10.1007/s10499-008-9177-7](https://doi.org/10.1007/s10499-008-9177-7)
- Henry, R.P., Wheatly, M.G. (1988). Dynamics of salinity adaptations in the euryhaline crayfish, *Pacifastacus leniusculus*, *Physiology Zoology*, **61**: 260-271.
- Holdich, D.M., (1993). A review of astaci culture: freshwater crayfish farming, *Aquatic Living Resources*, **6**(4): 307-317. doi: [10.1051/alr:1993032](https://doi.org/10.1051/alr:1993032)
- Holdich, D.M, Harlıoğlu, M.M., Firkins, I., (1997). Salinity adaptations of crayfish in british waters with particular reference to *Austropotamobius pallipes*, *Astacus leptodactylus* and *Pacifastacus leniusculus*, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **44**: 147-154.
- Holdich, D.M., (1999). The negative effects of established crayfish introductions, In Ghrardi F., Holdich DM (ed) crayfish in Europe as alien species. How to Make The Best of a Bad Situation? Balkema, Rotterdam, Brookfield, 31-47.
- Holdich, D.M., (2002). Biology of freshwater crayfish, Blackwell Science Ltd, Oxford. 674 p.
- Kozak, P., Kourıl, J., Hamackova, J., (1998). growth rates of two groups of juvenile signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) originating from females reared in pond and warm water, *Bulletin VURH Vodnany*, **3**: 99-102.
- Köksal, G., (1982). Akşehir gölü istakozunun (*Astacus leptodactylus salinus* Nordmann, 1842) Sakaryabaşı balık üretim ve araştırma istasyonunda üretimi ve genç yavruların beslenmesi üzerinde incelemeler, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Doçentlik Tezi, Ankara. 133 s.
- Köksal, G., (1985). Kültür koşullarında tatlısu istakozu, *Astacus leptodactylus salinus* (Normdan, 1842) yavru yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yüksek Okulu, Su Ürünleri Dergisi, **2** (7-8): 61-76.
- Köksal, G., Ölmez, M., Bekcan, S., Güler, AS., (1992). Doğal suların restorasyonu için tatlısu istakozu (*Astacus leptodactylus* Esch. 1823) yavru yetiştiriciliği, İstanbul Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, **1**: 1-16.
- Krzywosoz, T., (1994). The introduction of the crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana, into Polish waters, *Roczniki Naukowe PZW*, **7**: 81-93.
- Lee, D.O.C., Wickins, J.F., (1992). Crustacean farming, *Blackwell Scientific Publications*, 381 p.
- Lewis, (2002). Pasifastacus, biology of freshwater crayfish, D.M. holdich(ed) Chapter: 12, *Blackwell Science Ltd*, 674 p.
- Lowery, R.S., Holdich, D.M., (1988). *Pacifastacus leniusculus* in north America and Europe, with details of the distribution of introduced and native crayfish species in Europe, In D.M. holdich., R.S. lowery (ed) *Freshwater Crayfish: Biology, Management and Exploitation*. Chapman and Hall. London. 283-242 p.
- Manor, R., Segev, R., Leibovitz, M. P., Aflalo, E.D., Sagi, A., (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture II. growout in a seperate cell system, *Aquacultural Engineering*, **26**: 263-276. doi: [10.1016/S0144-8609\(02\)00035-3](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(02)00035-3)
- Mazlum, Y., Yılmaz, E., (2006). Türkiye'de önemli kerevit türlerinin yetiştiriciliği. *Ege*

- Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, **23** (1-2): 201-205.
- 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. doi: [10.1163/156854007781363114](https://doi.org/10.1163/156854007781363114)
- Mazlum, Y., Uzun, C., (2008). Korunak tiplerinin *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) kerevitlerinin büyümesi, hayatta kalması ve yem değerlendirilmesi üzerine etkileri, *Journal of FisheriesSciences.com*, **2**(3): 321-328. doi: [10.3153/jfsc.com.mug.200719](https://doi.org/10.3153/jfsc.com.mug.200719)
- Parnes, S., Sagi, A., (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* culture 1. hatchery and nursery system, *Aquacultural Engineering*, **26**: 251-262. doi: [10.1016/S0144-8609\(02\)00034-1](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(02)00034-1)
- Skurdal, J., Taugbøl, T., (2002). *Astacus*, biology of freshwater crayfish, In D.M. Holdich (ed), Chapter: 12, *Blackwell Science Ltd.*, 674 p.
- Taugbøl, T., Skurdal, J., (1992). Growth, mortality and molting rate of noble crayfish, *Astacus astacus* L., juveniles in aquaculture experiments, *Aquaculture and Fisheries Management*, **23**: 411-420.
- Taugbøl, T., (1989). Crayfish culture in Norway, In: Crayfish Culture in Europe. Directorate for Nature Management, J. Skurdal., K. Westman and P.I. Bergan (ed), Trondheim, Norway. 101-117.
- Tchekashina, N.Y., (1977). Survival, growth, and feeding dynamics of juvenile crayfish (*Astacus leptodactylus cubanicus*) in ponds and the river Don, *Freshwater Crayfish*, **3**: 95-100.
- Ulikowski, D., Krzywosz, T., (2004a). The impact of photoperiod and stocking density on the growth and survival of narrow-clawed crayfish (*Astacus leptodactylus* Esch.) larvae, *Archives of Polish Fisheries*, **12** (1): 81-86.
- Ulikowski, D., Krzywosz T., (2004b). Wpływ konkurencji międzygatunkowej na wyniki chowu raków błotnych (*Astacus leptodactylus* Esch.) i sygnałowych (*Pacifastacus leniusculus* Dana). In: Rozród, Podchów, Profilaktyka Ryb Jesiotrowatych i Innych Gatunków., Z. Zakęś., R. Kolman., K. Demska-Zakęś., T. Krzywosz (ed), IRS Olsztyn, (in Polish). 169-176.
- Ulikowski, D., Krzywosz, T., Smietana, P., (2006). A comparison of survival and growth in juvenile *A. leptodactylus* (Esch.) and *P. leniusculus* (Dana) under controlled conditions, *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* **380-381**: 1245-1253. doi: [10.1051/kmae:2006023](https://doi.org/10.1051/kmae:2006023)
- Zaikov, A., Hubenova-Siderova, T., Karanikolov, Y., (2000). Growth and survival of juvenile crayfish *Astacus leptodactylus* Esch., fed different diets under laboratory conditions, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, **6**: 349-354.