

POLİKÜLTÜRÜN FARKLI SU KAYNAKLARINDA NIL TILAPYA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*) VE KIRMIZI BATAKLIK KEREVİTLERİNİN (*PROCAMBARUS CLARKII*) BÜYÜME PERFORMANSINA ETKİSİ

Metin YAZICI

İskenderun Teknik Üniversitesi

Yavuz MAZLUM

İskenderun Teknik Üniversitesi

Mehmet NAZ

İskenderun Teknik Üniversitesi

ÖZET: Polikültür, su, alan ve besin geri dönüşümünün verimli kullanımını teşvik ederek, sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişimine katkı sağlayan önemli uygulamalardan biri olmuştur. Şimdiye kadar kerevitlerle ilgili polikültür çalışmaları tatlı sular ile sınırlı kalmıştır. Mevcut çalışmada; tuzluluğun tilapya larvaları-juvenile bataklık kereviti polikültürünün büyüme performansı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada ortalama ağırlığı 0.25 ± 0.09 g olan tilapya ($n = 360$) (*Oreochromis niloticus*) ve ortalama ağırlığı 0.56 ± 0.04 g olan kerevit (*Procambarus clarkii*) ($n = 60$) kullanılmıştır. Deneme planı randomize blok dizayna ($2 \times 2 \times 3$) göre şekillendirilmiştir. Deneme 500 litrelik dairesel tanklarda tilapya ($n=30$) ve kerevit ($n=10$) olacak şekilde iki farklı tuzlulukta (0-12ppt) 3 tekrerrör olarak 45 gün boyunca yürütülmüştür. Denemede gelişim performanslarına göre 800-1200 µ ticari levrek yemi kullanılmıştır. Deneme süresince su kalite parametreleri her iki tür için optimum seviyelerde tutulmuştur.

Çalışma sonunda büyüme performansı olarak ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı ve yaşama oranı değerlendirilmiştir. Tuzluluğa bağlı olarak tilapya-kerevit polikültürü ve tilapya muamele grupları arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmezken ($p>0,05$), kerevitlerin yaşama oranlarında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$). Buna ilaveten tilapya ve kerevit etkileşiminin de bu süre içerisinde büyüme performansı üzerine etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($p> 0.05$).

Sonuç olarak tilapya-kerevit polikültüründe, 12 ppt seviyesi tilapya için herhangi bir sorun oluşturmazken, kerevitlerin yaşama oranını önemli ölçüde düşürmüştür. İleride yapılacak çalışmalarda kerevitlerin hayatta kalma oranını

artırmak için tilapia-kerevit polikültüründe daha düşük tuzluluk kullanılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: polikültür, tilapia, kırmızı bataklık kereviti, tuzluluk

The effect of polyculture on the growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) in different water sources.

ABSTRACT: Polyculture has been one of the important practices contributing to the development of sustainable aquaculture by promoting the efficient use of water, land and nutrient recycling. Polyculture studies on crayfish have been limited to fresh water so far. In the current study, the effects of salinity on the growth performance of tilapia larvae-juvenile red swamp crayfish polyculture were investigated. In this study, tilapia (n = 360) (*Oreochromis niloticus*) with an approximate average weight of 0.25 ± 0.09 g and crayfish (*Procambarus clarkii*) (n = 60) with an average weight of 0.56 ± 0.04 g were used. The experiment was planned according to the randomized block design (2x2x3). The experiment was carried out in 500 liter circular tanks in two different salinity (0-12ppt) as tilapia (n = 30) and crayfish (n = 10) for 45 days in 3 replicates. In the experiment, 800-1200 μ size commercial sea bass feed was used according to their growth performance. During the trial, the water quality parameters were maintained at optimum levels for both species.

At the end of the study, weight gain, specific growth rate, feed conversion rate and survival rate were evaluated as growth performance. While there was no statistically significant difference between the tilapia-crayfish polyculture and tilapia treatment groups depending on the salinity ($p > 0.05$), statistical differences were found in the survival rates of the crayfish ($p < 0.05$). In addition, it was observed that tilapia and crayfish interaction had no effect on growth performance during this period ($p > 0.05$).

In conclusion, while the salinity rate in tilapia-crayfish polyculture did not pose any problem for tilapia at 12 ppt level, it significantly decreased the survival rate of crayfish. In future studies, it is suggested to use lower salinity in tilapia-crayfish polyculture to increase the survival rate of crayfish.

Keywords: polyculture, tilapia, red swamp crayfish, salinity

Giriş

Günümüzde bütün Dünya’ da etkili olan COVID-19 dâhil olmak üzere yeni dünyada ortaya çıkan zorluklar, araştırmacıları daha sağlıklı ve daha güvenli gıda zinciri oluşturulmasını sağlamaya zorunlu kılmıştır. Su ürünleri sektörü bir yandan

insanlar için protein taleplerine katkıda bulunmakta, diğer yandan besleyici ve ucuz hayvansal protein kaynağı sağlamasından dolayı da artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Dawood vd. 2020; Kuebutornye vd. 2020; Magouz vd., 2020; Adel vd. 2021).

Su ürünleri yetiştiricilik sektöründe tilapya yıl 6.93 milyon ton üretimle 140 dan fazla ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır. Tilapya, sazanlardan sonra en fazla üretimi yapılan 2. balık grubu olarak ta küresel besin güvenliğine çok önemli katkılar sağlamaktadır (Rahmah vd. 2020). Farklı tilapya türlerinin yetiştiriciliği yapılsa da yetiştiricilikte en yüksek oranı Nile tilapyası *Oreochromis niloticus* oluşturmaktadır. Tilapya türlerinin tercih edilme sebepleri arasında yetiştiricilik koşullarına kolay adapte olabilmeleri, hızlı büyümeleri, fiyatlarının diğer balıklara göre daha ucuz olması, farklı çevresel stres faktörlerine karşı dirençli olmaları gösterilmektedir (Dawood vd. 2020; Doan vd. 2020).

Tilapya gibi yoğun yetiştiricilik yapılan ortamlarda ana madde girişi olarak kullanılan ve üretim maliyetinin %50-80'nini oluşturan yemler, balıklar tarafından tam olarak tüketilmediği durumlarda suya karışmaktadır. Bu durum su kalitesinin bozulmasına sonuç olarak ta çeşitli hastalıklara yol açmaktadır (Wang vd. 2016; Bharathi vd. 2019). Bu durumun önüne geçmek için özellikle tilapya yetiştiriciliğinde Güneydoğu Asya ülkelerinde polikültür çalışmaları yaygın olarak yapılmaktadır (Ponce-Marban vd., 2006; Hernandez-Vergara vd. 2018).

Polikültür; üretimi etkin bir şekilde artırmak için, beslenme davranışları, alışkanlıkları ve ekolojik ihtiyaçları bakımından farklılık gösteren iki veya daha fazla türün aynı ortamda yetiştirilmesidir (Hisano vd., 2019; Fitzsimmons vd. 2017). Polikültürde yenmemiş yemleri yeme potansiyeli olan 2. veya 3. türler eklenerek su kalitesi korunmakta ve ana türün performansında gelişme sağlanmış olmasına rağmen, monokültür sistemlerde ise yenmemiş besinler, fitoplankton ve amonyak konsantrasyonlarını arttırarak sudaki çözünmüş oksijen dinamiklerini değiştirmektedir. Polikültür ile birlikte, su ürünleri yetiştiriciliğinin çevresel etkileri azaltılmış, üretici karlılığı arttırılmış ve kaynaklar optimum şekilde kullanılmış olur. Bu durum sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin temel prensipleriyle uygunluk göstermektedir (Wang vd. 2016).

Sürdürülebilir su ürünleri yetiştiriciliğinin bir diğer özelliği de kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasıdır (Rairat vd. 2020; Rahmah vd. 2020). Tatlısu alanlarında su ürünleri yetiştiriciliğinin potansiyel genişleme kapsamı sınırlı olsa da, çorak arazilerde veya tuzdan etkilendiği için kullanılamayan alanlarda, yetiştiriciliğin yaygınlaştırılması için önemli fırsatlar sunmaktadır (Rahmah vd. 2020; Wu vd.

2021). Küresel olarak, tuzlanma nedeniyle üretkenliğini yitirmiş yaklaşık 380 milyon hektar arazi bulunmaktadır (Singha vd. 2020). Üretkenliğini yitirmiş bu alanlarda uygun türlerin kullanımı, hem yer altı tuzluluğunu azaltılmasına yardımcı olmakta hem de yetiştiricilerin geçim kaynaklarını arttırmaya katkı sağlayarak yetiştiriciliğin sürdürülebilir şekilde yapılmasına imkân sağlamaktadır (Rairat vd. 2020; Singha vd. 2020; Wu vd. 2021).

Tilapyalar, genellikle tatlı su balığı olmalarına rağmen tuza dayanıklı olma özellikleri nedeniyle (15-20 ppt) bu tarz sularda yetiştiriciliği yapılabilecek türler arasında gösterilmektedir (Rairat vd. 2020).

Çok sayıda çalışmada, tuzlu su ortamında yapılan yetiştiriciliğin balıkların gelişim performanslarını etkilediği bildirilmiştir (Alveranga vd., 2018; Rahmah vd., 2020; Singha vd., 2020; Souza vd., 2019; Wu vd. 2021). Aynı zaman da, tatlı su balıklarının belirli bir tuzluluk oranına sahip su ortamında yetiştirilmesiyle, parazit enfeksiyonunun etkili bir şekilde önlenemediği bildirilmiştir (Wu vd. 2021). Bunun yanında, tuzun nitrit toksisitesini azaltmasından dolayı fingerling tilapya ölümlerinde azalma olabileceği öne sürülmüştür (Alvarenga vd. 2018). Bununla birlikte, dış ortamın tuzluluğu balığın toleransının ötesinde değişiklik gösterirse, büyümenin baskılanabildiği, besin metabolizmasının etkilenebildiği ve hatta ölümlere yol açabildiği bildirilmiştir (Wu vd. 2021).

Tilapyaaların, diğer balıklarla, karideslerle ve kerevitlerle polikültür çalışmaları yaygın bir şekilde yapılmaktadır (Hisano vd. 2019; Wang vd. 2016). Filipinler'de, karides çiftliklerinin % 60'ından fazlası tilapya - karides polikültürü olarak yapılmaktadır (Fitzsimmons vd. 2017). Tilapyalar gibi, bazı kerevit türlerinin de (*Procambarus clarkii*, *Cherax quadricarinatus*) yetiştiriciliği yaygın olarak yapılmaktadır. Kerevitler de üretken olma, düşük su kalitesine tolerans gösterebilme, çeşitli stress faktörlerine dirençli olma ve kontrollü koşullar altında kolaylıkla beslenebilme gibi özelliklere sahiptirler (Hernandez-Vergara vd. 2018).

Kırmızı bataklık kereviti (*Procambarus clarkii*) yıllık 1 milyon tona yakın üretimi yapılan yetiştirme ve taşıma koşullarına adapte olabilen, farklı yem kaynaklarından yararlanabilen (yüksek bitkisel protein seviyelerine sahip yemleri tüketebilmesi), yüksek oranda yumurtlama ve hayatta kalma oranlarına (% 75) sahip bir türdür (Eversole ve Mazlum, 2002; Mazlum ve Eversole 2005; FAO 2018). Bu özelliklerinden dolayı kerevitlerin polikültür ortamındaki yetiştiriciliğine yönelik çalışmalar ivme kazanmıştır (Ponce-Marban vd., 2006; Mazlum ve Eversole, 2004; Gallardo-Colli vd. 2014; Hernandez-Vergara vd. 2018).

Balıklarda hastalık salgınlarına yol açabilecek stress faktörlerini önlemek için yetiştiricilik ortamında optimum su kalitesi sağlanmalıdır. Bu nedenle, tilapya yetiştiriciliğinde, polikültür ve entegre balık yetiştiriciliği gibi çevreye duyarlı yetiştiricilik uygulamaları daha fazla kullanılmaktadır. Kerevitlerle ilgili polikültür çalışmaları genellikle tatlı sular ile sınırlı kalmıştır. Mevcut çalışmada; tuzluluğun ve tilapya larvaları-juvenile kırmızı bataklık kereviti polikültürünün büyüme performansları üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Yeri ve Süresi

Bu deneme, İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Ürünleri Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezinde (İSTE-DUM) yetiştiricilik ünitesinde 45 gün süreyle yürütülmüştür. Denemede kullanılan tilapya larvaları İSTE-DUM yetiştiricilik ünitesinden anaçlardan temin edilmiştir. Anaç kerevitler ise İskenderun'da faaliyet gösteren akvaryumculardan temin edilmiştir. Belirli bir süre bakım ve adaptasyon çalışmalarından sonra yavru çıkışları İSTE-DUM ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Tilapya ve kerevit yavruları yaklaşık bir hafta deneme öncesi adaptasyona tabi tutulmuştur.

Çalışmada Kullanılan Canlı Materyaller ve Deneme Dizaynı

Deneme için kullanılan toplam 360 adet tilapya ve 60 adet kırmızı bataklık kereviti tanklara yerleştirilmeden önce tek tek tartılmıştır. Balıkların tanklara dağıtımında ortalama ağırlıklarının mümkün olduğunca homojen olmasına dikkat edilmiştir. Bu çalışmada ortalama ağırlıkları 0.25 ± 0.09 olan tilapya ($n = 360$) (*Oreochromis niloticus*) ve ortalama ağırlıkları 0.56 ± 0.04 g olan kerevit (*Procambarus clarkii*) ($n = 60$) kullanılmıştır. Deneme planı randomize blok dizayna ($2 \times 2 \times 3$) göre şekillendirilmiş olup, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede kullanılan deneme tanklarının genel görünümü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Deneme Ünitesinin genel görünümü

Çalışmanın yapılacağı tanklara (500 l'lik) dinlendirilmiş tatlı su ve filtre edilmiş deniz suyu doldurulmuştur. Tanklarda eksilen su 1 tonluk dinlendirme tankından alınan tatlı su ve tuzlu su ile tamamlanmıştır. Deneme tanklarına havalandırma amacı ile merkezi havalandırma sistemine bağlı birer adet hava taşı kullanılmıştır. Deneme süresince su kalite parametreleri düzenli olarak ölçülerek her iki tür için optimum seviyelerde tutulmuştur. Balıkların ve kerevitlerin bulunduğu tankların günlük sıcaklık değerleri 26.6 ile 30.10°C arasında, oksijen değerleri 4.07, ile 5.90 ppm arasında, pH değerleri 6.44- 8.85 arasında ve tuzluluk değerleri 0-12 ppt arasında ölçülmüştür.

Balıkların beslenmesi sabah 9:00 ve akşam 15:00 olmak üzere günde 2 kez doyunluğa ulaşınca kadar (*ad libitum*) 800-1200 µ ticari levrek yemi kullanılarak serbest besleme yöntemi ile beslenmişlerdir.

Gelişim performanslarına göre 15. gün sonunda tüm balıkların bireysel ağırlıkları ve her tanka verilen yem miktarı ölçülmüştür. 45 günlük olan deneme periyodunda büyüme performanslarının karşılaştırılması amacıyla örnekleme işlemleri 15'er günlük dönemlerde gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde 0.01 grama duyarlı terazi kullanılmıştır. Her bir muamele grubuna ait balıklar ve kerevitler, tartım işlemi gerçekleştirildikten sonra bulundukları tanklara yeniden yerleştirilmiştir. Su kalite parametrelerinin ölçümünde YSI marka oksijen metre pH metre ve salinometre kullanılmıştır.

Büyüme Performansının Belirlenmesi:

Deneme sonunda canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı, yaşama oranı ve toplam biyomas hesaplanmıştır.

$$\text{Yaşama Oranı (YO \%)} = \frac{N_s}{N_b} \times 100$$

Ns= Deneme sonundaki sayı, Nb= Deneme başlangıcındaki sayı

$$\text{Spesifik Büyüme Oranı (SBO \%)} = \frac{\ln BAs - \ln BAb}{t} \times 100$$

SBO = Spesifik Büyüme Oranı ln BAs = Deneme sonunda balıkların ulaştıkları ortalama ağırlıkların logaritmasını, ln BAb = Denemede başlangıcındaki balıkların ortalama ağırlıkların logaritmasını, t = ilk ve son ölçüm arasında geçen süreyi (gün) bildirmektedir.

$$\text{Yem Değerlendirme Oranı (YO \%)} = \frac{\text{Harcanan yem miktarı (g)}}{\text{Kazanılan canlı ağırlık (g)}} \times 100$$

Harcanan Yem Miktarı = Örnekleme günleri arasında geçen süre boyunca harcanan toplam yem miktarı (g)

Canlı Ağırlık Artışı = örnekleme günleri arasında geçen süre boyunca kazanılan canlı ağırlık (g)

İstatistiksel analizler:

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, SPSS 16.0 Windows paket programı kullanılmıştır. Muamele grupları ortalaması arasındaki farklar iki yönlü varyans (two-way-ANOVA) kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki fark LSD çoklu karşılaştırma testi ile $p < 0.05$ önem düzeyinde değerlendirilmiştir. Sonuçlar ortalama $\pm$ standart sapma (ort. $\pm$ SD) şeklinde verilmiştir.

Bulgular

45 gün süren araştırma sonunda, farklı tuzluluğun balıklarda ve kerevitlerde, canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı ve toplam biyomas gibi parametreler araştırılmıştır. Deneme periyodunun sonunda gruplar arasında istatistiki olarak önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir ($p > 0,05$).

Tuzluluğa bağlı olarak yaşama oranları bakımından tilapya-kerevit polikültürü ve tilapya muamele grupları arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmezken ($p > 0,05$) (Tablo 1), kerevitlerin yaşama oranlarında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Tilapya, hem polikültür hemde mono kültürde benzer yaşama oranı ve büyüme performansı göstermiştir. Polikültürdeki canlı ağırlık artışı kerevit ve tilapya için sırasıyla 3,02g ve 7,80 g iken, mono kültürde ise bu değerler sırasıyla 5,83g ve 7,91g olarak bulunmuştur (Tablo 1).

Deneme sonunda en yüksek biyomas miktarı 12 ppt tuzluluktaki tilapya olan grupta 276,61 g olarak elde edilirken, 0 ppt tuzluluktaki tilapya-kerevit grubunda 263,09 g, 12 ppt tuzluluktaki tilapya-kerevit grubunda 249,7 g ve 0 ppt tuzluluktaki tilapya grubunda 249,23g olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Elde edilen biyomas miktarları bakımından, gruplar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 1. Farklı tuzlulukta tilapya larvaları ve juvenile kırmızı bataklık kerevitlerinin büyüme performansı

Büyüme parametreleri	Muamele grupları			
	%0 Tuzluluk		%012 Tuzluluk	
	Tilapya	Tilapya&Kerevit	Tilapya	Tilapya&Kerevit
Yem Değerlendirme Oranı	0.97±0.08	1.11±0.10	0.99±0.06	1.03±0.01
Yaşama Oranı	100±0.00	94.44±1.92	96.66±5.77	97.77±1.92
Spesifik Büyüme Oranı	7.91±0.12	7.80±0.27	7.94±0.09	7.81±0.08
Ağırlık Kazancı	8.45±0.12	8.39±0.27	8.87±0.09	8.11±0.08
Biyomas	249.23	263.09	276.61	249.7

Değerler: ortalama±standart sapma

Tablo 2. Farklı tuzlulukta juvenile kırmızı bataklık kerevitlerinin ağırlık artışı ve yaşama oranı

Parametre	0 ppt Tuzluluk	12 ppt Tuzluk
	Kerevit	Kerevit
Yaşama Oranı(%)	53.33±15.27 ^a	13.33±15.27 ^b
Ağırlık artışı (g)	5.83±0.74 ^a	3.02±2.69 ^a

Aynı satırda farklı harflerle işaretlenmiş değerler istatistiki olarak farklıdır (P<0,05). Değerler: ortalama±standart sapma

Tuzluluğa bağlı olarak kerevitlerin yaşama oranlarında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 2). Buna ilaveten tilapya ve kerevit etkileşiminin de bu süre içerisinde büyüme performansı üzerine etkisinin olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$) .

TARTIŞMA ve SONUÇ

Mevcut çalışmada; tuzluluğun ve tilapya larvaları-juvenile kırmızı bataklık kereviti arasında yapılan polikültürün canlı ağırlık artışı, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme oranı, yaşama oranı ve toplam biyomas gibi parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Su sıcaklığı, oksijen ve pH değerleri farklı tuzluluk gruplarında tilapya ve kerevitler için istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. Elde edilen değerler hem tilapya hem de kerevitleri büyümesi ve hayatta kalması için önerilen aralık arasında olduğu tespit edilmiştir (El-Sayed, 2006; Mazlum ve Eversole, 2007).

Yapılan bazı çalışmalarda, Nil tilapyası yaklaşık 5-12 ppt'lik tuzlulukta daha iyi büyüme sağlandığını göstermiştir (Fridman vd., 2012; Kamal ve Mair, 2005; Likongwe vd., 1996; Suresh ve Lin, 1992). Mevcut çalışmada ise, 12 ppt tuzluluk tilapya grubunda daha iyi büyüme performansı gözlenmiş olup, aynı zaman en yüksek biyomas miktarıda da yine bu grupta gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada tuzluluğa bağlı olarak yaşama oranları bakımından tilapya-kerevit polikültürü ve tilapya muamele grupları arasında istatistiki olarak bir fark gözlenmemiştir ($p>0,05$). De Alvarenga vd. (2018), tilapya larvaları ile yaptıkları çalışmalarda, 0- 12 ppt tuzluluk oranlarına sahip uygulamada tilapya larvalarının hayatta kalma oranlarını benzer bulmuşlardır. Buna karşılık, 16 ppt'lik tuzlulukta tilapyanın hayatta kalma oranı, 0-12 ppt'lik tuzlulukta yetiştirilen balıklardan önemli ölçüde daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışma sonuçlarına göre, Nil tilapyasının büyüme ve hayatta kalma oranları, çalışma süresi boyunca kerevit varlığından etkilenmemiştir. Benzer şekilde kırmızı kısıkaçlı kerevitin, tilapyanın büyüme performansını laboratuvar koşullarında (Barki vd., 2001) ve ortak yetiştiricilik tanklarında (Karplus vd., 2001) olumsuz yönde etkilemediğini rapor etmişlerdir.

Barki vd., (2001) yaptıkları çalışmada, tilapya-kerevit polikültürü büyüme yönünden monokültür ile kıyaslandığında daha iyi gelişme gösterdiği, bu durumun tilapya larvalarının muhtemelen kerevitlerin ihtiyacı olan yemi de tükettiğinden kaynakladığını, aynı zamanda olumsuz etkinin büyüklüğü kerevitlere göre balıkların boyutuna

bağlı olduğunu rapor etmişlerdir. Mevcut çalışma verileride, kerevitlerin büyüme yönünden tilapyanın varlığından olumsuz etkilendiğine işaret etmektedir.

Çalışmamızda, kerevitlerin büyümesi ve hayatta kalması üzerine etkinin yegâne sebebinin 12 ppt'lik tuzluluğun kerevitler için yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira kerevitlerin yalnız başına hayatta kalması düşük tuzluluklarda daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Önceki polikültür çalışmalarında benzer şekilde Brummett ve Alon (1994) kırmızı kıskaçlı kerevitlerin Nil tilapyasının (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) büyümesini ve hayatta kalmasını olumsuz etkileyebileceğini gösterirken, Rouse ve Kahn (1998) kerevitin Nil tilapyası ile birlikte yetiştiriciliği nispeten düşük bir büyüme gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu durumun, kırmızı kıskaçlı kerevitlerin düşük saldırganlığıyla ilişkili olduğu ve polikültür ortamında dezavantajlı kıldığını bildirmişlerdir. Davranışsal sonuçların, hem yem rekabetinden hem de alan seçiminden kaynaklandığı veya tilapya ve kerevitlerin gündüz ve gece farklı aktiviteleri açısından bu farklılıkları ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir (Karplus vd., 2001; Mazlum vd., 2017; Hernandez-Vergara vd. 2018).

Avcılardan kaçınmanın bir ölçüsü olarak kerevit, avcıların varlığında hareketini azaltabilir ve barınakta geçirilen zamanı artırabilir, bu da yiyecek arama faaliyetini bozabilir ve büyümeyi olumsuz etkileyebilir (Chivambo vd., 2020).

Sonuç olarak, tilapya-kerevit polikültüründeki tuzluluk oranı 12 ppt seviyesinde tilapya için büyüme parametrelerinde herhangi bir sorun oluşturmazken, kerevitlerin hayatta kalma oranını önemli ölçüde düşürmüştür. Tilapya ve kerevit polikültürü tür performansını etkilemediği göstermiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda, türler arası davranışsal etkinliklerin ve beslenme alışkanlıkları (gece ve gündüz) hem tilapya balıkları hem de kerevitler için araştırılması önerilmektedir.

Teşekkür

Çalışmanın kurulumundan sonuçlanmasına kadar her türlü imkanı ve desteği sağlayan İskenderun Teknik Üniversitesi Deniz Ürünleri Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezine (İSTE-DUM) katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

References

- Adel, M., Hossein, A., Dawood, M. A. O., & Karimi, B. (2021). Dietary *Gracilaria persica* mediated the growth performance , fillet colouration , and immune response of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *Aquaculture*, 530, 735950. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735950>
- Alvarenga, R. De, Francisco, G., Alves, D. O., Francisco, A., De, E., Reis, G., Marcos, C., & Turra, E. M. (2018). Moderate salinities enhance growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fingerlings in the biofloc system. *Aquaculture Research*, 49, 2919–2926.
- Barki, A., Gur, N., Karplus, I., (2001). Management of interespecific food competition in fish–crayfish communal culture: the effects of the spatial and temporal separation of feed. *Aquaculture* 201, 343–354.
- Bharati, S., Antony, C., Rajagopalasamy, C., Uma, A., Ahilan, B., & Aanand, S. (2019). Functional feed additives used in fish feeds. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 7(3), 44–52.
- Brummett, R.E., Alon, N.C., (1994). Polyculture of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Australian redclaw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in earthen ponds. *Aquaculture* 122, 47–54.
- Chivambo, S., Mussagy, A. and Barki, A. (2020). Assessment of interspecific interactions between the invasive red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) and the Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*), *Brazilian Journal of Biology*, 1-10 DOI:10.1590/1519-6984.217868
- Dawood, M. A. O., Eweedah, N. M., Khalafalla, M. M., & Khalid, A. (2020). Evaluation of fermented date palm seed meal with *Aspergillus oryzae* on the growth , digestion capacity and immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture Nutrition*, 26, 828–841.
- Doan, H. Van, Hossein, S., Quang, T., Lumsangkul, C., Jaturasitha, S., El-Haroun, E., & Paolucci, M. (2020). Fish and Shellfish Immunology Dietary inclusion of chestnut (*Castanea sativa*) polyphenols to Nile tilapia reared in biofloc technology : Impacts on growth , immunity , and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. *Fish and Shellfish Immunology*, 105, 319–326.
- El-Sayed, A., 2006. Tilapia culture. CABI publishing, Wallingford, UK.
- Eversole, A. Mazlum, Y. (2002). Comparative fecundity of three Procambarus species. *Shellfish Research* 21(1):255-258.

- FAO (2018). http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Procambarus_clarkii/en son erişim tarihi 12.12.2020.
- Fitzsimmons, K. M., & Shahkar, E. (2017). Tilapia-shrimp polyculture. In P. W. Perschbacher & R. R. Stickney (Eds.), *Tilapia in Intensive Co-culture* (1st ed., pp. 94–113). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118970652.ch7>
- Fridman, S., Bron, J., & Rana, K. (2012). Influence of salinity on embryogenesis, survival, growth and oxygen consumption in embryos and yolk-sac larvae of the Nile tilapia. *Aquaculture*, 334-337, 182-190.
- Gallardo-Colli, A., Hernández-vergara, M. P., Pérez-rostro, C. I., & Ramírez-Gutiérrez, S. C. (2014). Biculture tilapia / crayfish in aquaponic system Biculture of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) and crayfish (*Procambarus acanthophorus*) and production of green corn fodder (*Zea mays*) in an aquaponic system. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 3(8), 233–244.
- Hernandez-Vergara, M. P., Cruz-Ordóñez, S. B., Pérez-Rostro, C. I., & Pérez-Legaspi, I. A. (2018). Polyculture of crayfish (*Procambarus acanthophorus*) and nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) as a strategy for sustainable water use. *Hidrobiologica*, 28(1), 11–15.
- Hisano, H., Barbosa, P. T. L., Hayd, L. A. & Mattioli, C. C. (2019). Evaluation of Nile tilapia in monoculture and polyculture with giant freshwater prawn in biofloc technology system and in recirculation aquaculture system. *International Aquatic Research*, 11(4), 335–346.
- Kamal, A. H. M. M., & Mair, G. C. (2005). Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture*, 247(1-4), 189-201.
- Karplus, I., Harpaz, S., Hulata, G., Segev, R., Barki, A., 2001. Culture of the Australian red-claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) in Israel VI. Crayfish incorporation into intensive tilapia production units. *The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh* 53 (1), 23–33.
- Kuebutornye, F. K. A., Abarike, E. D., Sakyi, M. E., Lu, Y., & Wang, Z. (2020). Modulation of nutrient utilization, growth, and immunity of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: the role of probiotics. *Aquaculture International*, 28, 277–291.

- Likongwe, S.J., T.D. Stecko, J.R.Jr. Stauffer and R.F. Carline, (1996). Combined effects of water temperature and salinity on growth and feed utilisation of juvenile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Aquaculture*, 146, 37-46.
- Mazlum, Y. & Eversole, A. G. (2004). Observations on the life cycle of *Procambarus acutus acutus* in South Carolina culture ponds. *Aquaculture*, 238(1-4), 249–261.
- Mazlum, Y. & Eversole, A. G. (2005). Growth and survival of *Procambarus acutus acutus* (Girard, 1852) and *P. clarkii* (Girard, 1852) in competitive settings. *Aquaculture Research*, 36(6):537–545.
- Mazlum, Y., & Eversole, A. G. (2007). Comparison of the survival, growth and yield of red swamp crayfish and white river crayfish in monoculture and polyculture systems. *Aquaculture International*, 16(4), 345–350. doi:10.1007/s10499-007-914
- Mazlum, Y., Guner Gurlek, O., & Sirin, S. (2017). Effect of different substrates on survival and growth of juveniles of the freshwater narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823 (Decapoda, Astacidae). *Crustaceana*, 90(11-12), 1289–1302.
- Ponce-Marban, D., Hernández, J. M., & Gasca-Leyva, E. (2006). Simulating the economic viability of Nile tilapia and Australian redclaw crayfish polyculture in Yucatan, Mexico. *Aquaculture*, 261(1), 151–159.
- Rahmah, S., Jung, H., Napi, N., & Aishah, S. (2020). Metabolic cost of acute and chronic salinity response of hybrid red tilapia *Oreochromis* sp. larvae. *Aquaculture Reports*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2019.100233>
- Rairat, T., Thongpiam, W., Hsieh, C., Liu, Y., & Tunkijjanukij, S. (2020). Salinity-dependent pharmacokinetics of fl orfenicol in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and its implication in optimal dosing regimen. *Aquaculture*, 519, 1–8.
- Rouse, D.B., Kahn, B.M., 1998. Production of Australian red claw *Cherax quadricarinatus* in polyculture with Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 29 (3), 340–344.
- Singha, K. P., Shamna, N., Sahu, N. P., Sardar, P., Harikrishna, V., Thirunavukkarasar, R., Chowdhury, D. K., Maiti, M. K., & Krishna, G. (2020). Optimum dietary crude protein for culture of genetically improved farmed tilapia (GIFT), *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) juveniles in low inland saline water: Effects on growth, metabolism and gene expression. *Animal Feed*

- Science And Technology*, 8401(20), <https://doi.org/10.1016/j.anife-edsci.2020.114713>.
- Souza, R. L. De, Cesar, E., Lima, R. De, Melo, F. P. De, Padilha, M. G. & Correia, E. D. S. (2019). The culture of Nile tilapia at different salinities using a biofloc system *Revista Ciencia Agronomicancia*, 50(2), 267–275.
- Suresh, A. V. & Lin, C. K. (1992). Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture*, 106(3-4), 201-226.
- Wang, M., & Lu, M. (2016). Tilapia polyculture: a global review. *Aquaculture Research*, 47(8), 2363–2374.
- Wu, L., Liang, H., Majory, C., Hamunjo, K., Ge, X., & Ji, K. (2021). Culture salinity alters dietary protein requirement, whole body composition and nutrients metabolism related genes expression in juvenile Genetically Improved Farmed Tilapia (GIFT) (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 531. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735961>