

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YEMDEKİ FRUKTOOLİGOSAKKARİTİN (FOS) KİRAZ KARİDESİN
(*Neocaridina davidi*) BÜYÜME VE YAŞAMA ORANI ÜZERİNE ETKİLERİ**

HÜSEYİN AYHAN SARDOĞAN

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Ankara Üniversitesi'nde tamamladığım Su Ürünleri Mühendisliği lisans eğitimimi yine Ankara Üniversitesi'ne bağlı Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı'na ait tezli yüksek lisans programına devam ederek, bilgi ve becerimi artırma olanağına kavuştum. Tarım ve Orman Bakanlığı, Şap Enstitüsü Müdürlüğü'nde 2011-2019 tarihleri arasında Laborant kadrosunda ve sonrasında aynı bakanlığın bünyesinde yer alan Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'nde Su Ürünleri Mühendisi olarak 2019 tarihinden bu yana çalışmaktayım.

Katkı ve desteklerini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ercüment GENÇ'e, Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Mine KIRKAĞAÇ başta olmak üzere bana bilgi ve deneyim kazandıran tüm öğretim üyelerine teşekkür ederim. Sayın Timur Okan EKER'e (Eker Süs Karidesleri Üretim Çiftliği, Antalya) karides temini için teşekkür ederim. Bu süreçte yanımda olan aileme de şükranlarımı sunarım.

Hüseyin Ayhan SARDOĞAN
Ankara, Ocak 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Akvaryum Sektörü	1
1.2 Kiraz Karidesinin (<i>Neocaridina davidi</i>) Biyolojisi	4
1.2.1 Su kalitesi istekleri	6
1.2.2 Yaşam ortamının diğer özellikleri	7
1.2.3 Kiraz karideslerde beslenme	7
1.3 Prebiyotikler	8
1.3.1 Fruktanlar / Fruktooligosakkaritler (FOS)	9
1.4 Tez Çalışmasının Önemi ve Amacı	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1 Materyal	15
3.1.1 Canlı materyal	15
3.1.2 Araştırma yeri	15
3.1.3 Yetiştiricilik ortamı	15
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Deneme yemi	17
3.2.2 Su kalitesi	17
3.2.3 Deneme planı	18
3.2.4 Büyüme parametrelerinin hesaplanması	19
3.2.5 İstatistiksel analizler	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	21
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	24
KAYNAKLAR	27
ÖZGEÇMİŞ	32

SİMGELER DİZİNİ

°C	Derece Santigrad
%	Yüzde
‰	Binde
cm	Santimetre
mg/L	Miligram/Litre
mm	Milimetre

Kısaltmalar

FCR	Yem değerlendirme katsayısı
FOS	Fruktooligosakkarit
LD	Öldürücü (Lethal) doz
MOS	Mannanoligosakkarit
R	Yavru sayısı
S	Yaşama oranı
SGR	Spesifik büyüme oranı
TLf	Son toplam boy
TLi	Başlangıç toplam boy
Wf	Son canlı ağırlık
WG	Canlı ağırlık kazancı
Wi	Başlangıç canlı ağırlığı

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Kiraz karidesin dış bakıdan görünüşü (Orijinal)	5
Şekil 3.1 Deneme düzeneği	16
Şekil 4.1 Farklı FOS katkılarının kiraz karidesinin canlı ağırlık üzerine etkileri	22
Şekil 4.2 Farklı FOS katkılarının kiraz karidesinin toplam boy üzerine etkileri	23



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme yemi ve hesaplanan besin içeriği (%)	18
Çizelge 3.2 Deneme planı ve kullanılan karides sayısı	19
Çizelge 4.1 Farklı FOS katkı düzeylerinin kiraz karidesinin büyüme parametreleri üzerine etkileri (60 günlük çalışma)	21



1.GİRİŞ

1.1 Akvaryum Sektörü

2000’li yılların başından bugüne kadar yetiştiriciliği yapılan su ürünleri türleri önemli ölçüde artmıştır ve bu türler içerisinde eklembacaklıların payının ise %10 ile temsil edildiği anlaşılmaktadır. Akvaryum türlerinin dünya genelindeki ticaret hacmi 750 milyon ABD dolarına yaklaşmış ve yıllık ortalama %14 artış gösterdiği kaydedilmiştir (FAO 2021). Dünyayı etkisi altına alan korona virüs pandemisinde akvaryum hobisi ile ilgilenenlerin oranının arttığı ancak tedarik zincirinde yaşanan aksaklıklar nedeniyle dış pazar etkinliğinin azalarak iç üreticilere talebin artmış olduğu da gözlemlenmiştir.

Gündelik hayatın getirdiği karmaşa ve stres koşullarını azaltabilmek ve doğanın bir parçası olarak varlık gösterebilmek, insanın iç dünyasını zenginleştirebilmek üzere hobiler geliştirebilmek, sağlığı korumak ve sürdürmek adına da fayda yaratabilmektedir. Bu hobiler arasında yoğun emek gerektiren ve farklı alanlarda okuma ve yeni bilgiler edinme heyecanı yaratan bir hobi de akvaryum dünyası hobisidir (Savaş ve Timur 2006).

Akvaryum hobisi ile ilgilenen insanların yoğun talepleri doğrultusunda su ürünleri yetiştiricilik sektörü tür çeşitliliğini arttırmak, yeni türleri tüketicinin ilgisine sunmak üzere çalışmalar gerçekleştirmektedir. Türkiye’de akvaryum sektörü hızlı gelişen sektörler arasında yer almakla birlikte Amerika, Avrupa ve Asya ile karşılaştırıldığında uzun bir geçmişi yoktur. Henüz üretim talebi karşılanamadığından yurt dışından akvaryum balıkları ithal edilmektedir. İthalatın yapıldığı ülkelerin başında Singapur, Hong Kong, Tayland, Tayvan ve Çin gelmektedir (Kılıçerkan ve Çek 2011).

Dünyada akvaryum hobisinin ortaya çıkışı M.Ö. 450 yıllarında Çin’de Fan Li isimli bir araştırmacının yazdığı kitapla tarihlendirilebilmektedir. Araştırmacı kitabında sazan yetiştiriciliğinin temellerini tanımlayan bilgilere yer vermiştir. Günümüzde Çin su ürünleri yetiştiricilik sektöründe küresel anlamda en büyük üretici konumu ile Fan Li’den gelen bilgi ve deneyimi en üst seviyede gerçekleştirmektedir.

Akvaryum sektörünün geneline Uzak doğu ülkeleri üretimi damgasını vurmaktadır. Sektör yıllar itibariyle tüketici konumundaki akvaryum hobisi ile ilgilenen kitlenin farkındalığındaki gelişmişlik ve talep yelpazesindeki çeşitlilikten etkilenerek sazanla başlayan akvaryum hobisini çok daha karmaşık ve egzotik organizmalara kadar taşımıştır. Sektör pazarda tür çeşitliliğini temin edebilmek üzere temel cins, tür, varyeteler üzerine araştırmalar gerçekleştirirken tür ve varyeteler arası hibridizasyon, monoseks üretim ve hatta steril varyeteler geliştirme konusunda da başarı kaydetmiştir.

Ürün yelpazesinin genişletilmesi akvaryum hobisi ile ilgilenen insanların balık dışında başka sucul organizmalar ile ilgilenmelerine ve kültüre alma çalışmalarına öncülük etmiştir. Balık dışındaki en fazla ilgilenilen türler arasında bitkisel organizmalardan sonra hayvansal organizma grubunda yer alan ve genel olarak yumuşakçalar grubundan crustacea ve molluska dikkati çekmektedir. Renk ve davranışlarıyla ön plana çıkan türlerden biri tatlısuda yaşayan kiraz karidesleridir. Egzotik karidesler renk ve morfolojik farklılıkları ile akvaryum hobisi ile ilgilenen kitlenin ilgi odağı olmuşlardır. Ancak çok renkli ve boyutça iri olan denizel ornamental türler yüksek bilgi ve deneyim yanında maliyetli tank ve filtrasyon sistemlerine gerek duyulacak uygulamaları içerdiklerinden tatlısuda akvaryum hobisi ile ilgilenen geniş kitlenin beklentilerini tam olarak karşılayamamaktadırlar. Tam da bu noktada kiraz karideslerinin toplam boy bakımından küçük de olsalar bakım, beslenme ve çevresel isteklerinin daha makul harcamalarla gerçekleştirilebiliyor olması onları akvaryum dünyasının en çok talep edilen organizmaları konumuna getirmiştir.

Akvaryum Uzak doğu felsefesinde şans, servet, sağlık, mutluluk ve uzun ömrün işareti olarak nitelendirilmektedir. Hemen her evde içerisinde su bulunan tanklarda veya estetik havuzlarda balık, karides ve su bitkileri görmek mümkündür. Bu kültür başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere Avrupa ve Ortadoğu'ya da etki etmiştir. Yıllar itibariyle gelişen basın yayın ve sosyal medya etkileşimi akvaryum hobisi ile ilgilenen insanların tek başına ya da karışık tür yetiştiricilik tanklarına kiraz karideslerini de stoklamalarını sağlamıştır.

Son yıllarda Avrupa Birliği regülasyonları çerçevesinde türlerin canlı nakilleri konusu olası patojen bulaşma riski nedeniyle sıkı güvenlik tedbirlerini beraberinde getirmiştir. Bunun yanında covid-19 pandemisinin uluslararası tedarik zincirlerini olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle akvaryum sektörü önemli bir problem yaşamıştır. Bu noktada iç pazardaki üretimin iç pazar ihtiyaçlarını karşılayamaması en büyük sınırlayıcı faktör olarak görülmektedir. Türkiye iç pazarında akvaryum hobisi ile ilgilenenlerin taleplerini karşılamak üzere sektörün ihtiyaç duyduğu kısa sürede pazar boyuna ulaştırabilme beklentisi en büyük sorun olarak karşımızda durmaktadır. Bu sorunun çözümüne yardımcı olacak bilimsel araştırmalara ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır. Bu yüksek lisans tez çalışması ile kiraz karidesi yetiştiriciliğinde sağlıklı büyüme teşvik edecek uygulamalar kapsamında prebiyotik yem katkısının etkinliklerinin test edilmesi planlanmıştır.

Bu tez kapsamında kiraz karidesi yetiştiriciliğinde sağlıklı büyüme teşvik edecek ve akvaryum hobisi ile ilgilenenlerle birlikte yetiştiriciliğini ticari boyutta yapan firmaların da pratik bir biçimde uygulayabilecekleri yem katkı denemesi gerçekleştirilmiştir. Kiraz karidesi yetiştiriciliğinde başarılı olabilmenin anahtarı türün biyolojisi hakkında yeterli ve ayrıntılı bilgiye sahip olmaktan geçmektedir. Bu nedenle bu bölümde kiraz karidesinin genel biyolojik özellikleri tanımlanmış ve üreme biyolojisine ilişkin ayrıntılar üzerinde de yoğunlaşmıştır.

Arthropoda şubesi (eklem bacaklılar) Crustacea (kabuklular) altşubesinde bulunan Decapoda (on ayaklılar) takımı, ortalama 2500 farklı canlıya ev sahipliği yapar. Bunların yalnızca 300 tanesi ekonomik değere sahiptir. Karideslerin farklı türlere sahip olmasının temelinde tatlısu, acısu ve denizlerde yayılım göstermeleri gelmektedir. 35 cm toplam boya kadar ulaşabilen türlerin yanında milimetrik karideslerin de bulunduğu bilinmektedir (Chan 1998, Bauer 2013).

Karideslerin en yakın akrabaları kerevitler, istakozlar ve yengeçlerdir. Bunların tamamının besin zinciri içinde önemli bir yeri mevcuttur. Bu canlıların farklı renklerinin

olması ve farklı davranış biçimlerinin varlığı hobi amaçlı besleme konusunda da karidesleri önemli bir yere yerleştirmektedir (Elmas 2019).

1.2 Kiraz Karidesinin (*Neocaridina davidi*) Biyolojisi

Genel olarak karidesler baş ve gövde olmak üzere iki temel morfolojik bölüme sahiptirler. Karın bölgeleri (abdomen) esnek olmakla beraber kuyruk kısımları yelpaze benzeri bir yapıdadır. Gövdeleri yassıdır ve başın göğüsle birleşen kısmı olan sefalotoraks bölgesi genel olarak daha sert bir kabukla kaplıdır.

Karideslerde ağız; mandibül, maksiliped ve maksillalardan meydana gelmektedir. Gözler, baş ve gövdeyi koruyan karapaksta dışa doğru uzanmakta ve sap üzerinde konumlanmışlardır. Karideslerde gözler arasında dorsal kenarları tırtıklı ve dikensi bir yapı olarak tanınan ve rostrum adı verilen sert bir uzantı da bulunmaktadır. Rostrumun iki tarafında duyu organı olan birer adet anten ve yanlarında ise daha ince ve kısa boyutlu uzantılardan oluşan antenüller vardır.

Karidesin baş ve vitalitesi yüksek iç organların üzerini örten yapı olarak bilinen sefalotoraks bölgesinin ventralinde yer alan eklemlili bacaklar bulunur. Bu uzuvlar sefalotoraksın ventralinde yer almaktadırlar ve her bir lateralde beşer adet pereopod olarak adlandırılan yürüme bacağı görevini görürler. Sefalotoraksın posteriyöründe bulunan abdomende ise altı adet segment yer alır. Bu segmentlerin ilk beşinde beş adet yüzme bacağı bulunmaktadır. Bu bacaklar ise pleopod olarak isimlendirilmektedirler.

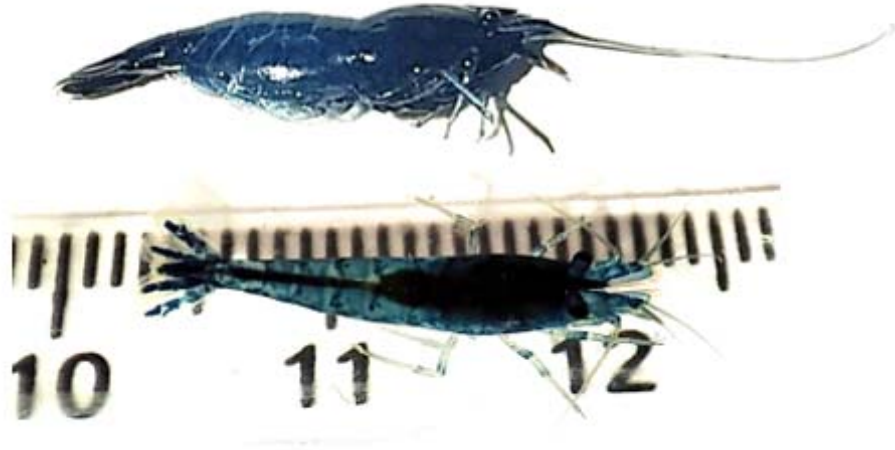
Karideslerin bazı türleri yumurtayı ortama dökerken bazı türleri ise pleopodal yumurta taşıyıcı özellik gösterirler. Biyolojik olarak bu özellik maternal bakım olarak nitelendirilmektedir.

Karideslerde cinsiyet ayrımı diğer organizmalara nazaran daha kolaydır. Akvaryum hobisi ile ilgilenenlerin kolayca fark edebilecekleri nüanslar bulunmaktadır. Bunlardan

en önemlilerinden biri dişilerin genital porusunun (cinsiyet açıklığı) konumudur. Porus üçüncü pereopodlarının koksalarında yer almaktadır. Erkeklerin ise beşinci pereopod koksasında genital porusun varlığı izlenebilir. Her iki cinsiyette de anal porus abdominal segmentlerin posteriyöründe yer alan telsonun ventralinde (kuyruk) yer almaktadır (Atalar 2017).

Atyidae familyası üyesi *Neocaridina* (Malacostraca, Eumalacostraca) genusu, akvaryum sektöründe dikkat çekmektedir. Bu cins Kore, Çin, Vietnam, Rusya'da dağılım göstermektedir. *Neocaridina davidi* türü geçmişte literatürde *Neocaridina denticulata* ya da *Caridina denticulata* (Weber ve Traunspurger 2016, Weiperth vd. 2019) olarak da adlandırılmıştır (Şekil 1.1).

Kiraz karideslerde erkeklerin toplam boyları 20-30 mm, dişiler ise 25-35 mm boy aralığındadırlar. Dişilerin renkleri daha canlıdır ve ayaktaki kısaçlar dikkat çekicidir. Bu karides türlerinin farklı renk varyeteleri mevcuttur. Genellikle kırmızı tonlarında olan bu canlılarda siyah ve mavi renkler de elde edilmiştir (Atalar 2017).



Şekil 1.1 Kiraz karidesin dış bakımdan görünüşü (Oriijinal)

Kiraz karidesi, *Neocaridina davidi* Bouvier, 1904 (Crustacea, Caridea, Atyidae) seksüel dimorfizm gösteren bir tatlı su karidesidir. Dişiler erkeklerden daha büyük olup, özellikle kırmızı varyete için daha koyu kırmızı renkleri ile dikkat çekmektedirler. Ovaryum, olgunlaşma süreci boyunca dorsal bölgede görünür haldedir. Dış bakıdan gözle görülebilir bir ovaryumun varlığı yumurtalık gelişim evrelerinin belirlenmesini ve takibini de mümkün kılmaktadır. Optimum çevresel koşullarda yaklaşık olarak 28 günde kuluçkası tamamlanan yavruların ebeveynlerinin minyatürü olarak dünyaya geldikleri de bilinmektedir. *Neocaridina davidi*, büyüdükçe kabuk değiştirmektedir. Genç dönemlerde daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu değişim sürecinde su sıcaklığı, su kalitesi ve beslenme önemlidir. Kabuk değişimi esnasında karidesin savunmasız kaldığı bilinmektedir. Atılan kabuk saydamdır ve genellikle karidesler tarafından tüketilmektedir. Atılan kabuklar karideslerin ihtiyacı olan çeşitli mineralleri barındırdıkları için önemli bir besin kaynağıdır (Flores ve Chien 2011).

Neocaridina davidi, eşeyli üreyen bir türdür. Erkek tarafından döllenmiş olan yumurtalar, dişinin yüzme bacaklarında yaklaşık bir ay süreyle gözle görülebilir pleopodal yumurta olarak inkübe edilir. Yumurtalardan çıkan yavru karideslerin ortalama boyları 1-3 mm olup 50-60 gün sonra juvenil hale gelebilirler. Juvenil hale geldikten yaklaşık 15-20 gün sonra ise üremeye hazır ergin birey formunu alabilirler. Dişiler genellikle kabul değiştirme esnasında çiftleşirler. Kabuk değişim sürecinde yeni kabuğun sertleşmesi ortalama olarak 2 saat sürdüğünden, çiftleşmenin de bu süreçte gerçekleşmesi gerekmektedir. Yavrular, ebeveynlerinin minyatürü olarak yumurtadan çıkarlar. Yumurtadan çıkan karidesler, yetişkin karidesin beslenme davranışlarını gösterebilmektedirler (Nur ve Christianus 2013, Suen ve Gillett-Kaufman 2020).

1.2.1 Su kalitesi istekleri

Neocaridina cinsi karidesler 5 ve 30°C su sıcaklığı aralığında yaşayabilmektedir. Optimal sıcaklığın 24-29°C aralığında olması, üreme ve gelişim sürecinde en uygun ortamı oluşturmaktadır. Diğer sıcaklıklarda yaşam devam etse de özellikle üreme fonksiyonlarında belirgin gerilemeler söz konusu olmaktadır. Sıcaklıktan daha çok bu

canlıların yaşayabilmesi için suyun pH derecesinin önemi vardır. 6,5 pH derecesinin altında bu karideslerin yaşama olanağı sınırlanmaktadır. 8,04 pH değerinin üzerinde de ölüm izlenmektedir. Çözünmüş oksijenin 5-7 mg/L aralığında olması gerekmektedir. Nitrat varlığının 0,1-10,0 mg/L ve amonyak düzeyinin de 0,1-1,9 mg/L aralığında tutulması önerilmektedir (Mahmoud vd. 2020).

1.2.2 Yaşam ortamının diğer özellikleri

Akvaryumlarda tutulan kiraz karideslerinde, suyun düzenlenmesinin yanı sıra zemin düzenlenmesinin de genel sağlık yapısı için önemi vardır. Genel olarak ışık konusunda çok seçici olmayan bu tür, eğer yumurta bırakacaksa karanlık bölgelere ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle bir akvaryum ortamında ışık kontrolü ve uygun saklanma alanlarının yaratılması gerekmektedir. Bu sayede canlıların stres altına girmeleri de önemli ölçüde azaltılmış olacaktır (Bingöl vd. 2016, Serezli vd. 2017, Plichta vd. 2021).

1.2.3 Kiraz karideslerde beslenme

Kiraz karidesler, dipte yaşayan canlılardır ve genel olarak omnivor beslenme özelliği göstermektedirler. Doğal ortamlarında bol bitkili bölgelerde yaşayan bu canlıların, akvaryum ortamında da bitki varlığı ile desteklenmeleri gerekmektedir. Dolayısıyla beslenme için kullanılan yemlerde bitkisel içeriklerin bulunması önemlidir. Çoğunlukla her türlü akvaryum yemi ile beslenebilen kiraz karideslerin sağlıklı yaşam sürmeleri, renk parlaklıklarının sağlanması, gelişme ve üreme düzenlerinin bozulmaması için yem seçiminin önemli olduğunun altını çizmek gerekmektedir. Yeterli beslenmeyi sağlamayan yemlerin verildiği bir ortamda bu canlıların yaşam kalitesi de düşecektir (Bingöl vd. 2016). Atyidae familyası karidesler çoğunlukla alg ve detritus tüketirler. Dipte yaşayan canlı türleri olmalarından dolayı dibe çöken ancak dağılmayan yemlerin kullanılması gerekmektedir (Kalisz vd. 2010, Patoka vd. 2016, Atalar 2017, Lieke vd. 2020).

1.3 Prebiyotikler

İlk kez 1995 yılında Gibson ve Roberfroid tarafından tanımlanan ve sindirim sisteminde olumlu katkılara sahip prebiyotikleri bu araştırmacılar, “kolondaki bir veya sınırlı sayıdaki bakterinin aktivitesini ve/veya büyümesini uyararak konağı faydalı olarak etkileyen ve sonuç olarak konağın sağlığını geliştiren sindirilemeyen gıda katkısı” olarak açıklamışlardır (Özyurt ve Ötleş 2014). Buradan hareketle, prebiyotiklerin, konaklarının sağlığı üzerinde olumlu etkisi olduğunu söylemek mümkündür. Prebiyotikler, fermente bileşiklerdir ve özellikle memelilerde sindirim sistemi tarafından sindirilememektedirler. Bunlar konakta fermentasyona devam etmektedirler. Faydaları ise konak bakteri sistemine olan olumlu etkilerinden gelmektedir. Özellikle antibiyotik kullanımının bakteri florasını bozmasından dolayı oluşan sindirim sistemi bozuklukları, prebiyotik ve probiyotik kullanımı ile geriletebilmektedir ve bu durum su canlıları olan eklembacaklıların sindirim sistemi için de geçerlidir (Yazıcı ve Mazlum 2019).

Prebiyotik suşlarının hem insanlarda hem de su canlılarında dikkatli biçimde kullanılması gerekmektedir. Çünkü çeşitli prebiyotik türleri mevcuttur ve her bir prebiyotiğin hedeflediği bir ya da birden fazla bakteri türünün üremesi ya da aktivitesini arttırması için zemin hazırladığı bilinmelidir. Bir diğer ifadeyle, fazlasının zararlı olmadığını ve su canlılarının yemlerine katıldıkları için beslenme üzerinde olumlu etkilerinin olduğu prebiyotiklerin, doğru bakteri aktivasyonunun sağlanabilmesi için doğru seçilmesi ve konağa aktarılması önemlidir. Düzenli kullanılan ve kaliteli yemler ile desteklenen prebiyotik ve probiyotik kullanımının sindirim sistemi üzerindeki olumlu katkılarının yanı sıra su canlılarında stres toleransında iyileşme sağlayabildiğinin ve bunların yaşam sürelerini uzattığının da burada altını çizmek gerekmektedir (Bahadır Koca vd. 2011).

Prebiyotik ve probiyotikler lif olarak bulunabilmektedirler ancak lifler, her zaman prebiyotik ya da probiyotik değildir. Sindirilemeyen karbonhidrat molekülleri (di-, oligo- ve polisakkaritler) prebiyotikler olabileceği gibi kimi koşullarda dirençli nişasta ve şeker polyolleri de prebiyotik etkiyle sahip olabilmektedir. Oligosakkarit ve polisakkaritlerin tamamının prebiyotik etkili olabileceğini, bunun aksini kanıtlayan çalışmaların henüz

oldukça sınırlı olduğunu nitekim tüm karbonhidratların prebiyotik olamayacağını da burada eklemek lazımdır. Oligosakkaritlerin yanı sıra kimi peptidlerin ve lipidlerin de prebiyotik etki gösterebileceğini de belirtmek gerekmektedir. Oligosakkaritler çoğunlukla farklı polimerizasyon derecelerindeki şekerlerin kombinasyonudur. Fruktooligo ve polisakkaritlerin karışımı olan inülinin hariç tutulmasıyla, bilinen polisakkaritler 3-10 karbonhidrat polimerinden oluşan sindirilemeyen oligosakkaritlerin karışımıdır (Yabancı 2010, Şimşek ve Bilgili 2014, Davani-Davari vd. 2019).

1.3.1 Frukthanlar / Fruktooligosakkaritler (FOS)

Frukthanlar grubu, inülin ve fruktooligosakkarit (FOS) veya oligofruktozdan oluşmaktadır. Yapıları β (2 \rightarrow 1) bağlantılı doğrusal fruktoz zinciridir. Genellikle β (2 \rightarrow 1) bağlantılı terminal glikoz birimlerine sahiptirler. İnülinin polimerizasyon derecesi (DP) 60'a kadar, FOS'un polimerizasyon derecesi ise 10'dan azdır. Frukthanlar hem insanlar için hem de kabuklu canlılar için önemli güvenilir gıda sınıfında yer almaktadırlar. Burada görüldüğü gibi, fruktooligosakkaritler farklı polimerizasyon derecelerine sahip β -D olabilmektedirler ve çoğunlukla inülinin endoinülinaz enzimi tarafından hidrolizi ile üretilmektedirler. Buna ek olarak FOS'ların *Aspergillus* sp. ve *Aureobasidium* sp. gibi mikroorganizmalardan elde edilen fruktoziltransferazların sükroz ile birleştirilerek üretilmesi de mümkün olabilmektedir. Burada sükrozun fruktozlarına 1-3 biçiminde fruktoz transferi yapılmaktadır. FOS'lar, yalnızca hayvan yemlerinde değil, insanların tükettiği gıdalarda da tatlandırıcı olarak kullanılabilirler. Bu nedenle küresel çapta en fazla üretilen prebiyotiklerden biridir (Özyurt ve Ötleş 2014).

Su ürünleri yetiştiriciliğinin gelişmesi ve yoğun üretimin önündeki en büyük engellerden bir tanesi bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasıdır. Hastalıkların kontrolü ve önlenmesi için aşılar ve antibiyotikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Yetiştiricilikte kullanılan aşuların hastalık kontrolü için etkili olduğu fakat aşuların su ürünleri yetiştiriciliğinde kullanımlarını sınırlayan yalnızca bir patojen tipine karşı etkili olduğu bilinmektedir. Uzun süreli antibiyotik kullanımı antibiyotik dirençli bakteri suşlarının sayısının artmasıyla birlikte gıda ve çevre güvenliği ile ilgili sorunlara neden olabilir. Ayrıca insan

sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek ve bağışıklık sistemlerini zayıflatabilecek antibiyotik uygulaması insan tüketimine kadar uzanabilir. Bu nedenle birkaç ülkede su ürünleri yetiştiricilik alanında, çiftlik hayvanları ve kümes hayvanları üretiminde antibiyotik uygulamasına karşı düzenlemeler oluşturulmuştur. Su ürünleri yetiştiriciliğinde antibiyotiklerin kötüye kullanımını azaltmak için, özellikle aşuların bulunmadığı durumlarda veya aşuların dezavantajlarını ortadan kaldırmak için birçok alternatif uygulama önerilmiştir. Bunlar arasında antimikrobiyal peptit, bitki özleri, probiyotikler, prebiyotikler ve sinbiyotikler bulunur. Bu biyoaktif bileşikler, konağın bağışıklık sistemini güçlendirir ve konağı çok çeşitli patojenlere karşı korur (Wang vd. 2019, Van Doan vd. 2020).

1.4 Tez Çalışmasının Önemi ve Amacı

Akvaryum sektörü dünya çapında hızlı gelişim göstermektedir. Bu sektör özellikle Uzakdoğu ülkelerinin gayrisafi milli hasıllarına önemli ölçüde katkı getiren bir iş koludur. Akvaryum sektöründe çözüm bekleyen önemli bir sorunun varlığı bilinmektedir (Saxena 2003, Hekimoğlu 2006, Whittington ve Chong 2007, Kılıçerkan ve Çek 2011, Livengood ve Chapman 2011, FAO 2021). Sektörün sorunu kısa zamanda pazar boyuna ulaştırma konusundadır. Büyüme ve yemden yararlanmanın artırılması için yetiştiriciliği yapılan türün sağlık koşullarından uzaklaşmaması gerekir. Sağlıklı büyümeyi teşvik etmek için bir süredir hayvan yemlerine immunostimülant katkılarının uygulanmakta olduğunu bilinmektedir (Genc vd. 2007). Probiyotik immunostimülantların çiftlik uygulamalarında karşılaşılan zorluklar nedeniyle yoğun olarak tercih edilmedikleri argümanı ile prebiyotiklerin daha stabil ve yemin üretimi, depolanması ve kullanımına kadar geçen sürede daha az bozulma oranlarına sahip oldukları için tercih edildikleri de ileri sürülmektedir (Song vd. 2014, Akhter vd. 2015).

İç pazarda talepleri karşılamak üzere kiraz karidesi yetiştiriciliği konusunda özel sektörün girişimde bulunduğu bilinmektedir. Bu yüksek lisans tezi ile kiraz karides yetiştiricilik sektörünün ihtiyaçlarını gidermek için önemli bir adım atılmış olacaktır. *Neocaridina davidi* 1,5-3 cm arası uzunluklarda satılabilmektedir. Kolay adaptasyonu nedeniyle

Türkiye için de tatlı su akvaryumlarında tercih edilen popüler bir türdür (Pantaleão vd. 2015).

Neocaridina davidi türünün büyümesi üzerine yapılan çalışmalar da oldukça sınırlı sayıdadır. Farklı oranlarda fruktooligosakkarit (FOS) ilaveli yemlerin büyüme üzerine etkileri bu yüksek lisans tez çalışmasıyla ilk kez ortaya konulmuştur.

FOS katkısının büyümeyi ve yaşama oranını arttıracığı hipotezini test etmek için aşağıda sunulan çalışmaların gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

- FOS katkılı yemlerin hazırlanması,
- Deneme planına uygun 60 gün süre ile karideslerin beslenmesi,
- Büyüme parametreleri ve yaşama oranlarının belirlenmesine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Akvaryum sektörü içerisinde kiraz karidesi dünya genelinde ülkemizde uzun yıllardır akvaryum severlerin ilgisini çekmektedir (Charniaux-Cotton 1985, Shih ve Cai 2007). Ancak bu türün deney hayvanı ya da model organizma olarak kullanıldığı sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle diğer decapoda takımı eklembacaklılar ile yapılan çalışmalar baz alınarak bu tür ile ilgili kıyaslamaların yapılması uygun bulunmuştur.

Dong ve Wang (2013), fruktooligosakkaritin (FOS) insanın da içinde bulunduğu birçok karasal hayvansal organizmanın bağışıklık tepkisini arttırıcı bir madde olarak kullanıldığını belirtmiştir. Eklembacaklılarda FOS kullanımı ile az sayıda çalışma gerçekleştirildiğini ifade etmişlerdir. Bataklık kereviti (*Procambarus clarkii*) kullanarak yaptıkları çalışmada kontrol grubu dahil beş farklı FOS katkı dozlarını (%0, 2, 5, 8 ve 10) kerevitin büyüme ve bağışıklık tepkisini belirlemek için test etmişlerdir. Otuz gün denemelerinin sonunda *Aeromonas hydrophila* ile gerçekleştirdikleri deneysel enfeksiyonun (LD50: 5×10^6 CFU mL⁻¹) neticesinde yaşama oranı bakımından en iyi grupların %5, 8 ve 10 FOS yem ile beslenen gruplardan elde edildiğini bildirmişlerdir. Sonuç olarak FOS katkılı yemlerle yapılacak beslemenin genel olarak büyüme parametreleri ile yaşama oranlarını arttırdığını ifade etmişlerdir.

Ruangdej ve Laohavisuti (2014a) kiraz karideslerde karotenoid içeren yemlerin renk canlılığı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma kapsamında kadife çiçeği yapraklarının içeriğinde bulunduğu doğal karotenoidli yemleri yiyen kiraz karideslerinin renk canlılıklarının daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar Ruangdej ve Laohavisuti (2014b) bu kez hem zemin renginin hem de yemlerde astaksantin varlığının renkler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Astaksantin katkılı ve katkısız yemlerin verildiği kiraz karidesler, beyaz, kırmızı ve siyah zemin üzerinde beslenmeye alınmıştır. Araştırmacılar astaksantinli yemlerle beslenen grupların, diğerlerine göre daha hızlı fiziksel gelişim gösterdiğini, en düşük ağırlık artışı ve pigmentasyonun ise beyaz zeminde beslenen karideslerde izlendiğini tespit etmişlerdir. Siyah ve kırmızı zemin ile

astaksantin katkısının kiraz karideslerin fiziki gelişimi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu rapor etmişlerdir.

Kohal vd. (2017), spirulina (*Arthrospira platensis*) katkılı yemin kırmızı kiraz karidesinin büyüme, yaşama oranı ve üreme performansı üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Karides yavrularını %0 (kontrol), 1, 3, 5, 8 ve 10 spirulina seviyelerini içeren altı farklı yemle beslemişlerdir. %10 spirulina içeren yem ile beslenen yavruların diğer yavru gruplarına göre son canlı ağırlık, spesifik büyüme oranı ve ortalama günlük büyüme oranı açısından farklı olduğunu ($p < 0,05$) yine yaşama oranı (%75-81) bakımından diğer gruplara (%25-73) göre önemli farklılıklar tespit edildiğini rapor etmişlerdir.

Jia vd. (2017), çin yengeci (*Eriocheir sinensis*) yemlerine farklı oranlarda FOS (%0; 0,5; 1; 1,5; 2 ve 2,5) ilave etmişler, 60 günlük çalışmanın sonucunda ise *Aeromonas hydrophila* ile deneysel enfeksiyon ($LD_{50}: 1,2 \times 10^7$ CFU mL⁻¹) gerçekleştirmişlerdir. Araştırmacılar deneysel enfeksiyon sonrası yaşama oranlarını 96 saat üzerinden bildirmişlerdir. %2 FOS yem ile beslenen grubun kontrol grubuna göre daha yüksek, %2,5 FOS yem grubu ile kıyaslandığında ise nispeten daha düşük bir büyüme oranına sahip olduğunu bildirmişlerdir. Spesifik büyüme oranları bakımından gruplar arasında istatistiki açıdan belirgin bir farklılığın da bulunmadığını da kaydetmişlerdir. En yüksek yaşama oranı olan %25'in %2 FOS yem ile beslenen gruptan elde edildiğini bildirerek FOS katkısının bu düzeyde yapılmasının büyüme ve yaşama oranını arttıracığını ifade etmişlerdir.

Tomas vd. (2020), kiraz karidesler için üretilen farklı 5 çeşit yemin etkilerini 90 gün izlemişlerdir. Karotenoid katkılı yemlerle beslenen karideslerin renklerinin daha canlı ve parlak olduğunu, ayrıca bu grupta erkek karideslerin spermatofor kalitesinin de en yüksek düzeyde bulunduğunu ancak bunun yaşama oranını (>%80) değiştirmediklerini bildirmişlerdir.

Karides yetiştiriciliğinde yüksek stok ve yapay yemlerin kullanılması neticesinde bağışıklık sisteminin zarar gördüğü bunun da bakteriyel enfeksiyon riski ortaya

çıkartarak, büyüme ve yaşama oranının olumsuz yönde etkilenmesine sebep olduğu bilinmektedir. Ayrıca karideslerde sonradan kazanılan bağışıklık geliştirilemediğinden sistemin sürekli prebiyotiklerle uyarılmasının faydalı olacağı ileri sürülmektedir. Prebiyotikler aynı zamanda probiyotik organizmalar için indükleyici bir nevi besin maddesi olarak da iş görmektedirler (Genç vd. 2011, Şimşek ve Bilgili 2014, Yazıcı ve Mazlum 2019).

Karideslerin yetiştiriciliğinde genellikle kullanılan prebiyotikler Fruktooligosakkarit (FOS) ve Mannanoligosakkarit (MOS)'tir. Bunlara ek olarak daha az sayıda İsomaltooligosakkarit (IMO), Ksilooligosakkarit (XOS) ve inülin kullanımı da mevcuttur. Aslında hangi tür kullanılırsa kullanılsın, hedef organizmanın fiziksel gelişimi, üremesi, renk canlılığı ve metabolik sağlığında olumlu etki yarattığı konusunda literatürde bir görüş birliği söz konusudur.

Chen vd. (2017), *Macrobrachium rosenbergii* türü dev tatlisu karidesinde %01-2 düzeyinde FOS kullanımının metabolizma fonksiyonlarını olumlu yönde etkilemediğini bildirmişlerdir. Bu nedenle prebiyotik katkılarının türe özgü çalışılması gerektiğini vurgulamışlardır (Genç vd 2007).

Prebiyotikler, genel olarak karides türlerinin sindirim sistemlerinde faydalı olan bakteriler için uygun yaşama ve beslenme koşullarını oluşturmaktadırlar. Bu sayede sindirim enzimlerinin üretimine ve etkinliğine katkı sağlamaktadırlar. Nitekim, canlının yaşam koşullarına ve bulunduğu ortamın gerekliliklerine göre prebiyotik alımına dikkat edilmesi gerekmektedir (Rodrigues vd. 2018).

Bu yüksek lisans tez çalışmasında kiraz karidesinde FOS katkılı yemin etkileri ilk kez test edilmiştir. Bu sayede en etkili FOS düzeyinin belirlenmesine çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Canlı materyal

Araştırmada canlı materyal olarak juvenil aşamayı tamamlamış (yaklaşık 1 cm toplam boy) 630 adet kırmızı kiraz karidesi (*Neocaridina davidi*) kullanılmıştır.

3.1.2 Araştırma yeri

Antalya'da yerel bir üreticiden (Eker Süs Karidesleri Üretim Çiftliği, Antalya) temin edilen karidesler Ankara'ya havalandırma tertibatlı plastik taşıma tankı (40 L) ile getirilmiştir. Denemeler Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü'ndeki Su Ürünleri Araştırma ve Uygulama Ünitesi'nde yürütülmüştür.

3.1.3 Yetiştiricilik ortamı

21 adet 29 x 19 cm taban alanlı, 31 x 20,5 cm yüzey alanlı, 14 cm yüksekliğinde kapaklı 10 L hacimli PVC plastik kaplara 7 L su doldurularak yetiştiricilik ortamı olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1 Deneme düzeneği).



Şekil 3.1 Deneme düzeneği

Hava motoru: çözülmüş oksijeni sağlamak amacıyla eşit sayıda hava taşı kullanılarak bir adet 36 hava hortumu çıkışlı hava motorundan (Resun marka LP-60 model) yararlanılmıştır. Termostatlı ısıtıcı: Kumtel marka 2000 W bir adet ısıtıcıyla deneme süresince karidesler için ortamda optimal sıcaklık düzeyinin sağlanmasında kullanılmıştır. Oksijenmetre: denemeler boyunca YSI Pro20 marka oksijenmetre ile günlük olarak sistem suyunda çözülmüş oksijen miktarını ve su sıcaklık değerlerini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. pH metre: deneme boyunca YSI EcoSense marka arazi tipi pH100A (ABD) günlük olarak sistem suyunun pH düzeyini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Terazi: 0,001 g hassasiyetle ölçüm yapabilen Radwag marka PS 360.R2 model deneme başında ve deneme sonunda ağırlık ölçümlerini yapmak üzere kullanılmıştır. Doğal ortamı taklit etmek için tüm deneme tanklarında barınak ve yaşam alanı sağlamak amacıyla yaklaşık olarak 10 cm çapında bryophte grubundan yeşil makroalg (*Vesicularia montagnei*) kullanılmıştır. Ayrıca deneme süresince yapılan analizlerde uygun cam, plastik sarf malzemesi, nitrit, nitrat, amonyak tayini için gerekli kimyasallar ve kitler kullanılmıştır (Iris spektrofotometre, Hanna, ABD).

3.2 Yöntem

3.2.1 Deneme yemi

Literatürde karidesler için kullanılan yem formülasyonları ve NRC (2011) tarafından karidesler için önerilen besin madde gereksinim düzeyleri dikkate alınarak formülize edilerek yem Yalova Üniversitesi yem laboratuvarında üretilmiştir. Buna göre hammaddelerin tamamı bir değirmenden geçirilip ince ayarda un haline getirildikten (<100-150 µm) sonra bir pelet makinesi ile (Pasfil Makina, İstanbul) 1,2 mm çapında (3-4 mm uzunlukta) peletlenmiştir. Peletleme işleminden sonra da basınçlı bir buhar pişiricisi ile 1 atmosfer basınç altında 20 dakika süreyle pişirilerek jelatinize olması sağlanmıştır. Deneme yemi %38,4 ham protein içerikli olacak şekilde hazırlanmıştır (ham kül %6,9; ham yağ %10,4 ve ham selüloz %1,9). Yemin analiz sonucu hesaplanan besin içerikleri ise Çizelge 3.1’de verilmiştir.

3.2.2 Su kalitesi

Kiraz karidesinin 6,5-8 pH koşullarında 14-29°C su sıcaklığında yaşayabildiği 2-2,5 ayda cinsel olgunluğa erişebildiği ve ortalama toplam boyunun bu aşamada 1-1,5 cm aralığında olabileceği ve en çok 4 cm toplam boya kadar büyüebildikleri bilinmektedir (Heerbrandt ve Lin 2006). Bu çalışmada pH 6,8-7,4 aralığında, su sıcaklığı 23±2°C, toplam amonyak miktarı 0,45±0,17 mg/L, nitrat 3,1±1,23 mg/L, çözülmüş oksijen miktarı ise 6,4±0,8 mg/L olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.1 Deneme yemi ve hesaplanan besin içeriği (%)

Ham madde	Kontrol	FOS1	FOS2	FOS4	FOS6	FOS8	FOS10
Balık unu	30	30	30	30	30	30	30
Soya protein konsantresi	4	4	4	4	4	4	4
Soya küspesi unu	8	8	8	8	8	8	8
Buğday gluten	1	1	1	1	1	1	1
Mısır gluten	12	12	12	12	12	12	12
Bezelye protein konsantresi	2	2	2	2	2	2	2
Buğday unu	27,8	27,7	27,6	27,4	27,2	27	26,8
Bonkalite	5	5	5	5	5	5	5
Balık yağı:soya yağı (1:1)	6	6	6	6	6	6	6
Kolestrol	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Vitamin premiksleri	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mineral premiksleri	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Vitamin C	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bağlayıcı madde (guar gam)	3	3	3	3	3	3	3
FOS	0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1

3.2.3 Deneme planı

Denemenin besleme dönemi 60 gün sürdürülmüştür. Denemenin başında ve sonunda canlı ağırlık ve toplam boy ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yedi farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Deneme üç tekerrürlü tesadüf parselleri deneme planına göre yürütülmüştür (Şekil 3.1). Bunlar %0, 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 fruktooligosakkarit (FOS) yem katkısı gruplarıdır (Çizelge 3.2). Deneme sonunda elde edilen veriler kontrol grubu ile karşılaştırılmış ve en iyi gelişme gösteren FOS katkısı grubu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çizelge 3.2 Deneme planı ve kullanılan karides sayıları

Grup	T1*	T2	T3
Kontrol	30	30	30
FOS 1	30	30	30
FOS 2	30	30	30
FOS 4	30	30	30
FOS 6	30	30	30
FOS 8	30	30	30
FOS 10	30	30	30
Grup toplamı	210	210	210
Genel toplam	630 karides		

*T: Tekerrür

3.2.4 Büyüme parametrelerinin hesaplanması

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

Yaşama oranı = [(deneme başı karides sayısı – deneme sonu karides sayısı) / deneme başı karides sayısı] x 100

Canlı ağırlık kazancı = (deneme sonu vücut ağırlık – deneme başı ağırlık)

% Canlı ağırlık kazancı = [(deneme sonu ağırlık – deneme başı ağırlık) / deneme başı ağırlık] x 100

Spesifik büyüme oranı (SGR) = [100 x (ln deneme sonu vücut ağırlığı – ln deneme başı vücut ağırlığı)] / deneme süresi (gün)

Yem değerlendirme katsayısı (FCR) = yem tüketimi / canlı ağırlık kazancı

Deneme içerisinde bulunan tüm gruplar ve kontrol grupları ilk 20 gün günlük olarak vücut ağırlıklarının %10'u kadar yemlemeye tabi tutulmuş, 20-40 günler arası %8, ve 40-60 günler arası %5 düzeyinde uygulanmıştır.

3.2.5 İstatistiki analizler

Gruplar arasındaki farklılıkları test etmek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Analiz sonucunda söz konusu farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için işlem sonrası (post hoc) testlerden Duncan testi uygulanmıştır. Tüm testler için anlamlılık düzeyi (α) 0,05 olarak belirlenmiştir. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Testlerin öncesinde teste ilişkin sayıltılar (normal dağılım, varyansların homojenliği vb.) test edilmiştir. İstatistiki analizleri SPSS 12 istatistik paket programı ile gerçekleştirilmiştir (Colman ve Pulford 2006).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

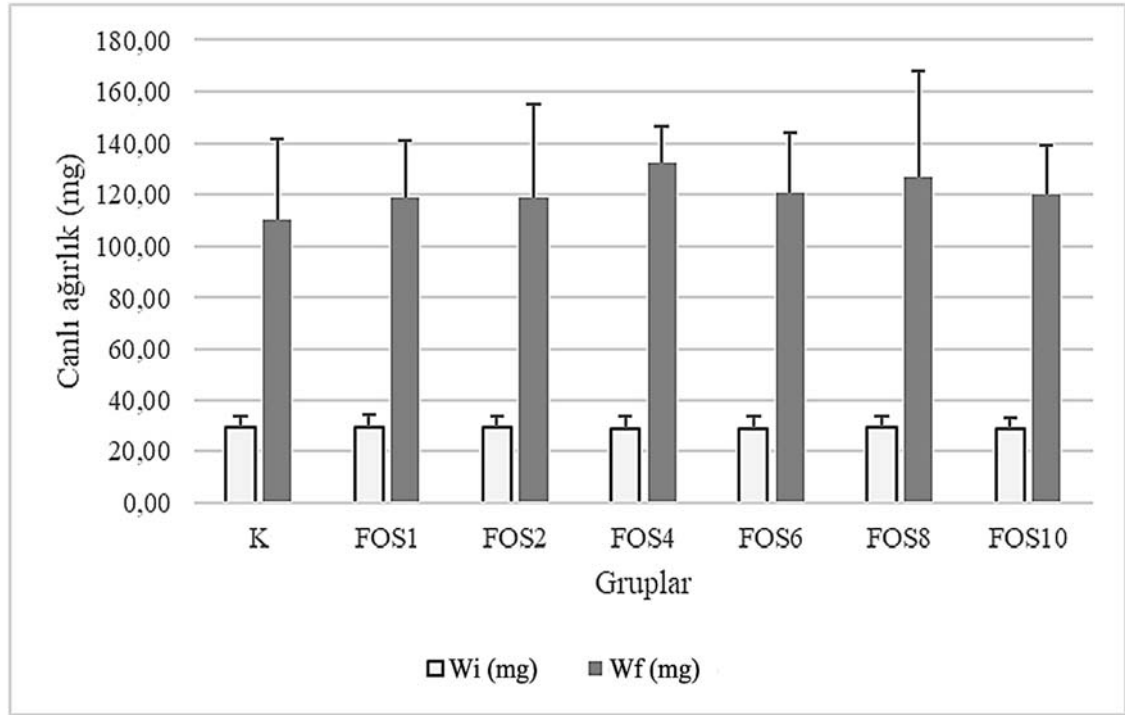
60 günlük deneme sonunda canlı ağırlık bakımından yapılan karşılaştırmada gruplar arasında istatistiki açıdan farklılık saptanamamıştır ($p>0,05$). Gruplar arasında $132,53\pm 13,71$ mg ile en yüksek ağırlığın FOS4 grubundan elde edildiği, en düşük ağırlığın ise $110,27\pm 31,64$ mg ile kontrol grubundan edildiği belirlenmiştir. Benzer durum canlı ağırlık kazançlarında da kendini göstermiştir. Buna göre en yüksek canlı ağırlık kazancı ($103,60\pm 12,70$ mg) ile en yüksek yüzde canlı ağırlık kazancı ($366,65\pm 74,26$) FOS4 grubundan elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Farklı FOS katkı düzeylerinin kiraz karidesinin büyüme parametreleri üzerine etkileri (60 günlük çalışma)

	K	FOS1	FOS2	FOS4	FOS6	FOS8	FOS10
Wi (mg)	29,27±4,37 ^a	29,40±4,56 ^a	29,07±4,74 ^a	28,93±4,57 ^a	29,00±4,54 ^a	29,20±4,33 ^a	29,00±4,23 ^a
Wf (mg)	110,27±31,64 ^a	118,73±22,21 ^a	119,20±35,67 ^a	132,53±13,71 ^a	121,00±23,17 ^a	127,07±40,70 ^a	120,40±18,53 ^a
TLi (mm)	6,83±0,88 ^a	6,87±0,69 ^a	6,89±0,82 ^a	6,85±0,83 ^a	6,84±0,85 ^a	6,83±0,63 ^a	6,82±0,81 ^a
TLf (mm)	20,07±3,22 ^a	20,47±3,04 ^{ab}	20,93±3,88 ^{ab}	22,87±2,45 ^b	21,93±3,73 ^{ab}	20,40±2,87 ^{ab}	21,13±3,38 ^{ab}
WG (mg)	81,00±33,17 ^a	89,33±21,52 ^a	90,13±35,30 ^a	103,60±12,70 ^a	92,00±22,88 ^a	97,87±40,67 ^a	91,40±20,80 ^a
WG (%)	290,26±140,08 ^a	310,69±88,54 ^a	318,53±135,25 ^a	366,65±74,26 ^a	324,41±88,94 ^a	342,26±154,67 ^a	327,57±107,24 ^a
SGR (%)	2,15±0,67 ^a	2,32±0,38 ^{ab}	2,30±0,56 ^{ab}	2,55±0,26 ^b	2,37±0,38 ^{ab}	2,40±0,50 ^{ab}	2,37±0,42 ^{ab}
FCR	2,83±0,06 ^a	2,61±0,02 ^a	2,55±0,04 ^a	2,34±0,05 ^a	2,39±0,06 ^a	2,44±0,07 ^a	2,53±0,03 ^a
S (%)	80,00±17,64 ^a	95,56±3,85 ^b	97,78±3,85 ^b	100,00±0,00 ^b	98,89±1,93 ^b	97,78±3,85 ^b	96,67±3,33 ^b
R	50±10	47±8	48±11	52±8	49±10	49±11	51±9

Wi (mg): Başlangıç canlı ağırlığı, Wf (mg): Son canlı ağırlık, TLi (mm): Başlangıç toplam boy, TLf (mm): Son toplam boy, WG (mg): Canlı ağırlık kazancı, WG (%): Canlı ağırlık kazancı yüzde, SGR (%): Spesifik büyüme oranı yüzde, FCR: Yem değerlendirme katsayısı, S: Yaşama oranı, R: Yavru sayısı

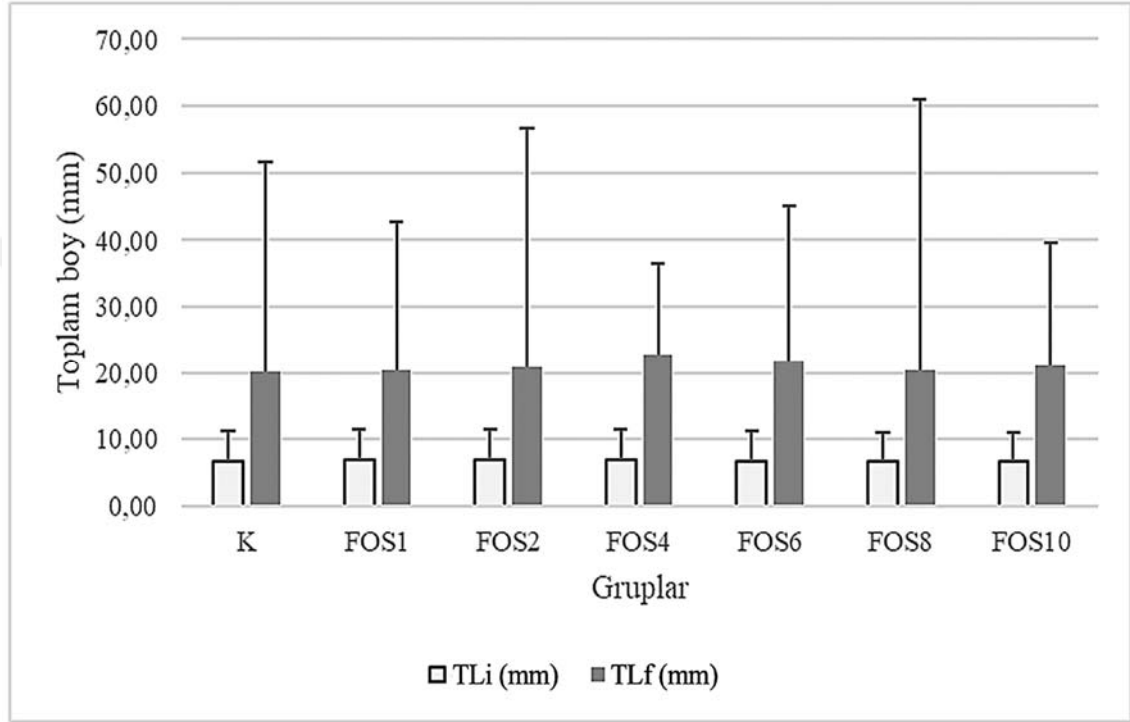
Canlı ağırlık değişimini gruplara göre gösteren grafik Şekil 4.1’de sunulmuştur. Yem değerlendirme katsayısı ve Yavru sayısı parametreleri açısından da gruplar arasında belirgin bir farklılığın olmadığı ortaya konulmuştur. En iyi yem değerlendirme katsayısı (FCR) 2,34 ile FOS4 grubunda belirlenirken, bu grubu FOS6 (2,39), FOS8 (2,44), FOS10 (2,53), FOS2 (2,55), FOS1 (2,61) ve FOS0 kontrol grubu olarak (2,83) izlemiştir.



Şekil 4.1 Farklı FOS katkılarının kiraz karidesinin canlı ağırlık üzerine etkileri

Elde edilen yavru sayısı 47-52 yeni juvenil ile sınırlı kalmıştır. Deneme verileri incelendiğinde istatistiki anlamda gruplar arasında belirgin farklılığın spesifik büyüme oranı (SGR), yaşama oranı (S) ve toplam boylar (TL) arasında ortaya çıktığı belirlenmiştir ($p < 0,05$). Buna göre en iyi spesifik büyüme oranı (SGR) değeri 2,55 ile FOS4 grubundan elde edilirken en düşük SGR değeri FOS0 grubundan rapor edilmiştir.

En yüksek yaşama oranı bakımından FOS gruplarının tamamının kontrol grubuna göre iyi olduğu ortaya konulmuştur ($p<0,05$). Deneme sonu toplam boylar bakımından yapılan karşılaştırmada, $22,87\pm 2,45$ mm ile FOS4 grubu kontrol grubundan ($20,07\pm 3,22$ mm) farklı ($p<0,05$) ancak diğer gruplarla benzer bulunmuştur. Toplam boy verilerini tanımlayan grafik Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Farklı FOS katkılarının kiraz karidesinin toplam boy üzerine etkileri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kiraz karidesinin model organizma olarak kullanıldığı çalışmalar çok sınırlıdır. Bu nedenle şimdiye kadar yapılan literatür taramasında karşılaşılan birkaç çalışmanın sonuçları ile mevcut araştırma sonuçlarının karşılaştırılarak değerlendirilmesi yoluna gidilmiştir. Akvaryum sektörü üzerine yapılan değerlendirmelerde pazardaki çeşitliliğin oldukça geniş olmasına rağmen yetiştiricilik aşamalarında süs balıkları konusunda oldukça az sayıda çalışmanın bulunduğu işaret edilmiştir (Qaranjiki 2017). Omurgasızlar üzerine akvaryum sektöründe daha da sınırlı çalışmanın bulunduğu bu noktada bir gerçektir.

Farklı araştırmacıların kiraz karidesi dışındaki türlerde gerçekleştirdikleri FOS katkılı yemlerin etkinliklerini ortaya koyan çalışmalarda genellikle deneme sonunda deneysel enfeksiyon oluşturularak immünositümlant özellikli bu prebiyotiğin hastalıklara karşı koruma ve yaşama oranı üzerinden yaptıkları değerlendirmelerde en iyi FOS katkı düzeylerinin kırmızı bataklık kereviti için %5, 8, 10 (Dong ve Wang 2013) ve Çin yengeci için %2 olduğunu (Jia vd. 2017) rapor etmişlerdir. FOS katkılı yemlerin kiraz karidesinde ilk kez denemesinin gerçekleştirildiği bu çalışmada elde edilen sonuçların Çin yengecinden ziyade kırmızı bataklık kereviti için literatürde belirtilen katkı düzeylerine yakın olduğu ileri sürülebilir. Bu anlamda mevcut yaşama oranı bulgularımız bakımından literatür ile uyumlu bir bulgu elde edildiği kanısına varılmıştır.

Önceki çalışmalar arasında Ruanjdeji ve Laohavisuti (2014b) tarafından gerçekleştirilmiş olan ve özellikle kırmızı, siyah ve beyaz zemin rengi kullanımı ile dikkati çeken araştırmanın sonuçları irdelenmiştir. Buna göre farklı zemin renkleri ile astaksantin katkılı yemlerin etkinliği kiraz karidesinde (*Neocaridina davidi*) test ettiklerini ve en iyi sonuçları ise kırmızı ve siyah zeminde yapay karotenoit katkılı yemin uygulandığı gruplardan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Mevcut çalışmamızda kullanılan tankların rengi şeffaf olup üzerine yerleştirildikleri plakanın rengi ise yeşil olarak uygulanmıştır (Şekil 3.1). Aynı şekilde karideslerin saklanabilmesi için kullanılan yosunun rengi de yeşildir. Sonuçlarımız Ruanjdeji ve Laohavisuti (2014b) ile karşılaştırıldığında

araştırmacıların daha önce test etmemiş oldukları yeşil zemin renginin mevcut çalışmamızdaki toplam boy, yaşama oranları, spesifik büyüme oranı ve yavruların sayısı bakımından olumsuz bir etki göstermediği ortaya konulmuştur.

Kohal vd. (2017) spirulina katkılı yem ile kiraz karidesinin büyüme, yaşama oranı ve üreme performansı üzerine etkilerinin inceledikleri çalışmalarında spirulina katkılarının büyüme oranı bakımından farklılık yaratmamakla birlikte yaşama oranı bakımından %75-81 ile kontrol grubundan elde edilen %25-73 düzeyi ile kıyaslandığında çok nitelikli farklılıkların tespit edilmiş olduğunu rapor etmişlerdir. Bu tez çalışmasında ise FOS katkılı yemlerin yaşama oranı bakımından pozitif etki oluşturduğu belirlenmiştir. Ayrıca Tomas vd. (2020) 90 günlük karatenoid katkılı yemlerle beslemenin yaşama oranını değiştirmediğini (yaklaşık %80) ancak erkek karideslerin dölleme yeteneğini arttırdığı iddiasında bulunmuşlardır. Araştırmacıların elde etmiş oldukları sonuçlar bize kullanmış olduğumuz yemin yaşama oranı ve oluşan yavru sayısı bakımından önemli bir problem oluşturmadığını göstermiştir. Nitekim hazırlamış olduğumuz yem NRC (2011) besinsel ihtiyaçlar tablosu gözetilerek üretilmiş olduğundan denemede kullanılan karideslerin gereksinimlerini azami ölçüde karşılamış olduğu anlaşılmıştır.

Genel olarak akvaryum sektöründe kıymetli bir tür olan kiraz karidesinin sektörün ihtiyaç duyduğu pazara ulaştırma boyunu en makul zaman aralığı olan iki aylık süre içerisinde gerçekleştirilip gerçekleştirilemeyeceği sorusuna yanıt aranmıştır. Karideslerin sekonder bağışıklık sistemlerinin aktif olarak çalışmadığı dolayısıyla sağlıklı karideslerin büyüyeceği bilgisi üzerinden bağışıklık sistemini güçlendirdiği bilinen bir immnostmlant özellikli bir prebiyotiğin (FOS) bu soruya cevap bulmamızdaki etkinliği ölçülmek istenmiştir. Mevcut alışmamızda etkin FOS dozunun %4 olduğu bu oranda yeme katılan FOS kullanımının canlı ağırlıklar arasında farklılık yaratmasa da akvaryum sektörünün ihtiyaçlarını toplam boy, spesifik büyüme oranı ve yaşama oranı bakımından karşılayacak nitelikte bulunmuştur ($p < 0,05$).

Bu tez çalışması ile akvaryum sektörünün kiraz karidesi yetiştiricilik uygulamalarında %4 düzeyinde FOS katkısı gerçekleştirmesinin toplam boy, spesifik büyüme oranı ve

yaşama oranı bakımından faydalı olabileceğini bu sebeple yetiştiricilik sektörüne ve akvaryum hobisi ile ilgilenenlere önerilebileceğini düşünmekteyiz.



KAYNAKLAR

- Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M., and Mohsin, M. 2015. Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: a review. *Fish & Shellfish Immunology*, 45(2), 733-741.
- Atalar, M.S. 2017. Cüce Karides (*Neocaridina davidi*) Yetiştiriciliğinde Sıcaklığın Üremeye Etkisi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Bahadır Koca, S., Didinen, I.B., Ekici, S. ve Dulluç, A. 2011. Su Ürünleri Yetiştiriciliğinde Probiyotik Uygulamaları, *Journal of Fisheries Sciences*, 5(4), 326-335.
- Bauer, R.T. 2013. Amphidromy in shrimps: a life cycle between rivers and the sea. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(4), 633-650.
- Bingöl, B., Türkmen, G. ve Karadal, O. 2016. Farklı akvaryum yemlerinin kiraz karideslerinde (*Neocaridina denticulate*) büyüme performansı ve yaşama oranı üzerine etkileri, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(3), 217-222.
- Chan, T.Y. 1998. Shrimps and Prawns, FAO species identification guide for fishery purposes, The living marine resources of the western central pacific, 2, 851-972.
- Charniaux-Cotton, H. 1985. Sexual differentiation. In the biology of crustacea. Vol. 9. Edited by D.E. Bliss and L.H. Mantel. Academic Press, Orlando, Fla. pp. 217-299.
- Chen, W.W., Romano, N., Ebrahimi, M., and Natrah, I. 2017. The effects of dietary fructooligosaccharide on growth, intestinal short chain fatty acids level and hepatopancreatic condition of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) post-larvae, *Aquaculture Journal* 469, 95-101.
- Colman, A. and Pulford, B. 2006. A crash course in SPSS for windows: updated for versions 10, 11, 12 and 13. Blackwell Publishers, Inc.
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S.J., Berenjian, A. and Ghasemi, Y. 2019. Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications, *Foods*, 8, 92-109.
- Dong, C. and Wang, J. 2013. Immunostimulatory effects of dietary fructooligosaccharides on red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Girard). *Aquaculture Research*, 44(9), 1416-1424.
- Elmas, S. 2019. Farklı Yem Tipleri ve Yemleme Sıklıklarının Kiraz Karideslerde (*Neocaridina davidi*) Büyüme Performansı, Kabuk Değişirme Frekansı, Üreme Verimi ve Karparas Renklenmesi Üzerine Etkileri, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

- FAO 2021. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics - [Fisheries and Aquaculture - Fisheries and Aquaculture - Statistics \(fao.org\)](https://www.fao.org/fishery-and-aquaculture-statistics) 25/12/2021
- Flores, E.E. and Chien, Y.H. 2011. Chromatosomes in three phenotypes of *Neocaridina denticulata* Kemp, 1918: Morphological and chromatic differences measured non-invasively, *Journal of Crustacean Biology*, 31(4), 590-597.
- Genc, M. A., Aktas, M., Genc, E. and Yilmaz, E. 2007. Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). *Aquaculture Nutrition*, 13(2), 156-161.
- Genç, M.A., Genç, E., Aktaş, M., Bircan Yıldırım, Y., and İkizdoğan, T.A. 2011. Su ürünleri yetiştiriciliğinde mannan-oligosakkarit (MOS) kullanımını üzerine Türkiye’de farkındalık yaratma, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 7(1), 18-24.
- Heerbrandt, T. C. and Lin, J. 2006. Larviculture of red front shrimp, *Caridina gracilirostris* (Atyidae, Decapoda). *Journal of the World Aquaculture Society*, 37(2), 186-190.
- Hekimoğlu, M.A. 2006. Akvaryum sektörünün dünyadaki ve Türkiye’deki genel durumu. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1-2): 237-241.
- Jia, E., Li, Z., Xue, Y., Jiang, G., Li, X., Liu, W., and Zhang, D. 2017. Effects of dietary fructooligosaccharide on the growth, antioxidants, immunity and disease resistance of Chinese mitten crab. *Aquaculture*, 481, 154-161.
- Kalısız, B., Lachacz, A. and Glazewski, R. 2010. Transformation of some organic matter components in organic soils exposed to drainage, *Turk Journal Agriculture For*, 34, 245-256.
- Kılıçerkan, M. and Çek, Ş. 2011. A research about reporting general profile of aquarium trading houses in Hatay borough’s. *Iğdir University Journal of the Institute of Science and Technology*, 1(4), 77-82.
- Kohal, M. N., Fereidouni, E.A., Firouzbakhsh, F. and Hayati, I. 2017. Effects of dietary incorporation of arthrospira, *spirulina platensis* meal on growth, survival, body composition, and reproductive performance of red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Crustacea, Atyidae) over successive spawnings, *Journal of Applied Phychology*, 30(3), 431-443.
- Lieke, T., Meinelt, T., Hoseinifar, S.H., Pan, B., Straus, D.L. and Steinberg, C.E.W., 2020. Sustainable aquaculture requires environmental-friendly treatment strategies for fish diseases, *Reviews in Aquaculture*, 12, 943-965.
- Livengood, E.J. and Chapman, F.A. 2011. The ornamental fish trade: an introduction with perspectives for responsible aquarium fish ownership (FA124). Department of Fisheries and Aquatic Sciences, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, FA124.

- Mahmoud, H.H.A., Sastranegara, M.H. and Kusmintarsih, E.S. 2020. Short Communication: The lifecycle of *Neocaridina denticulata* and *N. palmata* in aquariums, *Biodiversitas*, 21(6), 2396-2402.
- NRC (National Research Council) 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. The National Academy Press, Washington, D.C., U.S.A.
- Nur, F.A.H. and Christianus, A. 2013. Breeding and Life Cycle of *Neocaridina denticulata sinensis*, *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1), 108-115.
- Özyurt, V. H. ve Ötleş, S. 2014. Prebiyotikler: Metabolizma İçin Önemli Bir Gıda Bileşeni, *Akademik Gıda*, 12(1), 115-123.
- Pantaleão, J.A.F., Barros-Alves, S.D.P., Tropea, C., Alves, D. F., Negreiros-Fransozo, M. L. and López-Greco, L.S. 2015. Nutritional vulnerability in early stages of the freshwater ornamental “red cherry shrimp” *Neocaridina davidi* (Caridea: Atyidae). *Journal of Crustacean Biology*, 35(5), 676-681.
- Patoka, J., Blaha, M., Devetter, M., Rylkova, K., Cadkova, Z. and Kalous, L., 2016. Aquarium hitchhikers: attached commensals imported with freshwater shrimps via the pet trade, *Biological Invasions*, 18, 457-461.
- Plichta, Z., Kobak, J., Maciaszek, R. and Kakareko, T. 2021. All shades of shrimp: preferences of colour morphs of a freshwater shrimp *Neocaridina davidi* (Decapoda, Atyidae) for substrata of different colouration, *Animals*, 11(4), 1071-1080.
- Qaranjiki, A. 2017. Sarı Prens Çiklit (*Labidochromis caeruleus* fryer, 1956) Balığında Embriyolojik ve Larval Gelişim: Morfometrik ve Histolojik İnceleme. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Rodrigues, M.S., Bolivar, N., Legarda, E.C., Guimaraes, A.M., Guertler, C., Santo, C.M.E., Mourino, J.L.P., Seiffert, W.Q., Fracalossi, D.M. & Vieira, F.N. 2018, Mannoprotein dietary supplementation for pacific white shrimp raised in biofloc systems, *Aquaculture Journal*, 488, 90-95.
- Ruangdej, N. and Laohavisuti, U. 2014a. The use of synthetic and natural carotenoid in diet for color enhancement on red cherry shrimp (*Neocaridina heteropoda*), *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 38(1), 30-34.
- Ruangdej, N. and Laohavisuti, U. 2014b. Effect of dietary astaxanthin and background color on pigmentation and growth of red cherry shrimp, *Neocaridina heteropoda*, *Kasetsart University Fisheries Research Bulletin*, 38(1), <https://www.thaiscience.info/Journals/Article/KFRB/10970395.pdf>

- Savaş, E. ve Timur, M. 2006. Çöpçü balıklarında (*Corydoras Paleatus* Jenyns 1842) embriyolojik ve larval gelişimin mikroskopik incelenmesi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 32(1); 47-56.
- Saxena, A. 2003. Aquarium management: Daya Publishing House.
- Serezli, R., Atalar, M.S., Hamzacebi, S., Kurtoglu, Z. and Yandi, İ. 2017. To what extent does temperature affect sex ratio in red cherry shrimp, *Neocaridina davidi* the scenario global warming to offspring sex ratio, *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(12), 7575-7579.
- Shih, H. T., and Cai, Y. 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimps genus, *Neocaridina* Kubo, 1938 (Decapoda: Caridea: Atyidae), from Taiwan, with notes on speciation on the island. *Zoological Studies-Taipei*-, 46(6), 680.
- Song, S.K., Beck, B.R., Kim, D., Park, J., Kim, J., Kim, H.D. and Ringø, E. 2014. Prebiotics as immunostimulants in aquaculture: a review. *Fish & Shellfish immunology*, 40(1), 40-48.
- Suen, C. and Gillett-Kaufman, J.L. 2020. Cherry Shrimp *Neocaridina davidi* (Bouvier 1904) (Crustacea: Decapoda: Atyidae), University of Florida. USA.
- Şimşek, İ. and Bilgili, A. 2014. Prebiyotikler, sinbiyotikler ve veteriner hekimliğinde kullanımı, *Türk Veteriner Hekimleri Birliği Dergisi*, 3(4), 97-110.
- Tomas, A.L., Sganga, D.E., Marciano, A., and López Greco, L.S. 2020. Effect of diets on carotenoid content, body coloration, biochemical composition and spermatophore quality in the “red cherry” shrimp *Neocaridina davidi* (Caridea, Atyidae), *Agriculture Nutrition*, 26(4), 1198-1210.
- Van Doan, H., Hoseinifar, S. H., Ringø, E., Ángeles Esteban, M., Dadar, M., Dawood, M.A., and Faggio, C. 2020. Host-associated probiotics: a key factor in sustainable aquaculture. *Reviews in fisheries science & aquaculture*, 28(1), 16-42.
- Wang, A., Ran, C., Wang, Y., Zhang, Z., Ding, Q., Yang, Y., Olsen, R.E., Ringø, E., Bindelle, J. and Zhou, Z. 2019. Use of probiotics in aquaculture of China -a review of the past decade. *Fish & shellfish immunology*, 86, 734-755.
- Weber, S. and Traunspurger, W. 2016. Influence of the ornamental red cherry shrimp *Neocaridina davidi* (Bouvier, 1904) on freshwater meiofaunal assemblages, *Limnologica*, 59, 155-161.
- Weiperth, A., Gábris, V., Danyik, T., Farkas, A., Kuřiková, P., Kouba, A. and Patoka, J. 2019. Occurrence of non-native red cherry shrimp in European temperate waterbodies: a case study from Hungary, *Knowledge Management Aquat. Ecosystem J.*, 420(9), 2-7.

Whittington, R. and Chong, R. 2007. Global trade in ornamental fish from an Australian perspective: the case for revised import risk analysis and management strategies. *Preventive Veterinary Medicine*, 81(1), 92-116.

Yabancı, N. 2010. İnülin ve oligofruktozların insan sağlığı ve beslenmesi üzerine etkileri, *Akademik Gıda*, 8 (1), 49-54.

Yazıcı, M. ve Mazlum, Y. 2019. Karides ve kerevit yetiştiriciliğinde prebiyotik uygulamalar, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 153-163.

