

Karides Larvalarının Beslenmesinde Nematodların Canlı Yem Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi

Metin KUMLU

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 01330, Balcalı, Adana-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 11.11.1997

Özet: Bu çalışmada, nematodların omnivor karideslerden *Penaeus indicus* (Crustacea: Penaeidae) ve karnivor karideslerden *Macrobrachium rosenbergii* ile *Palaemon elegans* (Crustacea: Palaemonidae) larvalarının beslenmesinde alternatif bir canlı yem kaynağı olarak kullanılabilirlik potansiyeli araştırılmıştır.

Yapılan denemeler neticesinde tatlısu karidesi (*M. rosenbergii*) ve *P. elegans* larvalarının nematodları tüketemedikleri belirlenmiştir. Bu türlerin, *Artemia* ile 8 gün boyunca beslenen larvaları normal gelişim göstermiş ve %88 ile %94 arasında bir yaşama yüzdesi elde edilmiştir. Hem nematodla beslenen ve hem de aç bırakılan larvalarda yüksek mortalite oluşmuş ve bu larvaların tümü 8 gün içinde ölmüştür.

Protozoa 3 (PZ3) döneminden postlarva 1'e (PL1) kadar nematodla beslenen *P. indicus* larvaları, gelişme bakımından *Artemia* ile beslenenlere benzer ($P>0.05$) fakat daha iyi bir yaşama yüzdesi göstermişlerdir ($P<0.05$). Ayrıca, PZ1 döneminden itibaren *P. indicus* larvalarının, fitoplankton ve *Artemia* kullanmadan, sadece nematodla başarılı bir şekilde yetiştirilebilecekleri belirlenmiştir. Nematodla beslenen larvaların %51'i PL1 dönemine ulaştırılabilirken, nematodlara ek olarak sadece 1 gün mikro-alg verilmesiyle PL1'e ulaşan larvaların oranı %62.5'a çıkartılabilmektedir ($P<0.05$).

Sonuçta, bu çalışma nematodların alternatif bir larval yem kaynağı olarak karnivor palaemonid karideslerin beslenmesinde kullanılamayacağını, fakat omnivor penaeidlerde, hem mikro-alg ve hem de *Artemia* yerine başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Nematod, karides larvası, canlı yemler, *Penaeus indicus*, *Macrobrachium rosenbergii*, *Palaemon elegans*

The Use of Nematodes As Live Feed For Larval Shrimps

Abstract: In this study, the potential of nematodes as an alternative live feed for the omnivorous larva of *Penaeus indicus* (Crustacea: Penaeidae) and the carnivorous larvae of *Macrobrachium rosenbergii* and *Palaemon elegans* (Crustacea: Palaemonidae) was investigated.

The results showed that *M. rosenbergii* and *P. elegans* larvae were unable to consume the nematodes. The larvae of these species fed *Artemia* for 8 days, displayed normal development and high survival (over 90%), but, similar to the starved controls. The larvae grown on the nematodes had all died by the 8th day of the experiments.

P. indicus larvae fed nematodes from stage Protozoa 3 (PZ3) had similar growth ($P>0.05$) but higher survival than those fed the control feed (alg/*Artemia*) until stage postlarvae 1 (PL1) ($P<0.05$). 51% of PZ1 larvae fed on the nematodes metamorphosed into PL1 compared with 32% of those fed alg/*Artemia* control diet ($P<0.05$). In addition to the nematodes, provision of algae for only 1 day significantly improved larval survival and growth of *P. indicus* larvae.

This study demonstrated that nematodes can be used as an alternative live feed for algae and *Artemia* in the culture of omnivore *P. indicus* but cannot be used as food in the larval culture of the *M. rosenbergii* and *P. elegans* carnivore species.

Key Words: Nematodes, shrimp larvae, live feed, *Penaeus indicus*, *Macrobrachium rosenbergii*, *Palaemon elegans*

Giriş

Larva besleme çalışmalarının temel amaçlardan birisi de, yüksek bir larva yaşama ve hızlı bir büyüme oranı sağlayabilen, aynı zamanda ekonomik ve kullanımı pratik olan yem kaynakları geliştirmektir. Halen, karides larva beslemede en yaygın olarak kullanılan yemler, özellikle canlı yemlerden olan mikro-algler ve zooplanktondan *Artemia*'dir. Omnivor beslenme özelliğine sahip olan

penaeid karidesler, yaygın olarak, besin keselerini bitirdikten sonra, protozoa (PZ) döneminde mikro-alglerle, mysis (M) ve postlarval (PL) dönemlerin başlarında ise *Artemia* ile beslenirler (1, 2). Karnivor beslenme özelliği gösteren ve palaemonidae familyasına ait olan tatlısu karidesinin (*Macrobrachium rosenbergii*) larvaları ile *Palaemon elegans* larvaları ise doğrudan *Artemia* ile beslenirler (3).

Karides larvalarının beslenmesinde kullanılan bu canlı yem kaynaklarından mikro-alglerin her zaman istenilen miktarlarda üretimi zor, karmaşık ve pahalıdır (4, 5). Yine, larva beslemede kullanılan *Artemia* çok uygun bir yem kaynağı olmakla birlikte, kistlerinin pahalı olması, farklı coğrafik varyetelerin besin içeriklerinin değişken olması, tanklarda larvalar tarafından tüketilemeyenlerin iri boyutlara ulaşarak larval besinlere ortak olmaları gibi dezavantajları vardır (4, 6, 7). Menasveta & ark., (8) karides kuluçkahane masraflarının %60'ının *Artemia* için harcandığını bildirmektedir. Son zamanlarda, karides larvalarının beslenmesinde kullanılmak üzere besin içeriği değişken olmayan, larvaların tüketebileceği boyutlarda yapay mikropartikül yemler üretilmiştir (9). Bu yemler herbivor-omnivor beslenme özelliğine sahip penaeid larvaların beslenmesinde başarı ile kullanılabilirken (10, 11), karnivor karides larvalarının beslenmesinde, *Artemia* yerine kullanımlarında başarısız kalınmıştır (3).

Parazitik özellikleri olmayan nematodlardan *Panagrellus redivivus*'un karides larvalarının beslenmesinde kullanılabileceği ilk kez Samocha & Lewinsohn (12) tarafından bildirilmiştir. Wilkenfeld & ark., (13) bu nematod türünün penaeid karideslerden *Penaeus vannamei*, *P. setiferus* ve *P. aztecus* larvalarının özellikle mysis dönemleri boyunca *Artemia* yerine kullanılabileceğini rapor etmişlerdir. Bir diğer çalışmada, Biedenbach & ark., (7) *P. vannamei*'nin PZ2 dönemindeki larvalarına nematodları mikro-alglerle verdiği, bu yemden alg/*Artemia*'ya benzer bir yaşama oranı ve büyüme elde etmişlerdir. Ancak, penaeid karideslerde, nematodların PZ1'den itibaren tamamen alg ve *Artemia* yerine kullanıldığını gösteren hiçbir çalışma mevcut değildir. *M. rosenbergii* ve *P. elegans* larvalarının beslenmesinde ise, bugüne kadar, sadece *Artemia* ve yapay yemler denenmiştir (3).

Bu nedenle, bu çalışma, *P. indicus* larvalarının beslenmesinde nematodların hem alg ve hemde *Artemia* yerine ve yine, *M. rosenbergii* ile *P. elegans* larvalarının beslenmesinde ise *Artemia* yerine kullanıma potansiyelini araştırmak için gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Metod

Bu çalışmada yapılan denemelerin tümü School of Ocean Sciences, University of Wales (Menai Bridge, UK) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Nematodlar

Denemelerde kullanılan nematodlar düzenli olarak her 1-3 günde Agricultural Genetics Company (Sussex, UK) tarafından gönderilmiş ve denemelerde kullanılabileceği kadar buzdolabında +4 C°'de tutulmuşlardır. Larvalara verilmeden önce saf su içine bırakılan süngerlerden çıkan nematodlar, Sedgewick's rafter cell counter ile mikroskop altında sayılmıştır. Bu nematodların total boyları 150 ile 1200 µm arasında değişmektedir. Denemelerde kullanılan türler; *Caenorhabditis elegans*, *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae* ve *Panagrellus redivivus*'tur. Bu nematodlar, firma tarafından *Escherichia coli* bakterisi ekilmiş %10 (w/w) homojenize edilmiş domuz böbreği, %3.5 (w/w) mısır yağı ve %1 (w/w) maya ekstraktından oluşan bir besi yerinde, 250 mL'lik erlenlerde yetiştirilmiştir. Nematod kültürü ile ilgili daha detaylı bilgi için Fisher (14) ve Kumlu & Fletcher (15)'den yararlanılabilir.

P. indicus

1. Deneme

Çalışmada kullanılan *P. indicus* larvaları 2 adet 10 tonluk yuvarlak ve siyah plastik tanklarda tutulan anaçlardan elde edilmiştir. Olgun anaçlar, 0.2 µm'ye kadar filtre edilmiş ve ultraviyole (UV) sterilizasyonuna tabi tutulmuş deniz suyu ile doldurulan 100-L'lik yuvarlak tanklarda yumurtlatılmıştır. PZ1 dönemine ulaşan larvalar 2-L'lik cam balonlara 100 larva/L olacak şekilde stoklanmış ve su sıcaklığını sabit tutmak için larva stoklanmış cam balonlar deneme sonuna kadar 28±0.5 °C'deki bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Cam balonlar, ucunda cam çubuklar olan silikon hava hortumları ile sürekli olarak havalandırılmıştır. Yetiştiricilik yapılan suyun tuzluluğu ‰25 civarında tutulmuştur (10). Her gün, cam balonların suyunun %100'ü değiştirilerek tüm larvalar pipetle sayılmış ve 10-15 larvanın total boyu (rostrumun ucundan telsonun ucuna kadar) mikrometrik oküleri olan bir mikroskop aracılığıyla ölçülmüştür. Yemleme Tablo 1'deki gibi gerçekleştirilmiştir.

Larva beslemede, iki mikroalg türü, *Tetraselmis chuii* ve *Rhinomonas reticulata* 1:1 oranında karışık olarak 50 hücre/µL yoğunlukta kullanılmıştır. Walne (16)'a göre üretilen bu alglerin hücre sayımı hemasitometre ile 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Larvaların %50' sinden çoğu mysis 1'e (M1) girdikten sonrada yeni açtırılan *Artemia* naupliileri beslemede kullanılmıştır (Tablo 1'e bakınız). INVE AQUACULTURE (Belçika) tarafından sağlanan *Artemia* kistleri ‰33 tuzlulukta ve 28°C'de

açtırılmıştır. *P. indicus* larvalarının beslenmesinde nematodlardan sadece *P. redivivus* kullanılmıştır.

Tablo 1. PZ2/3 döneminden postlarval döneme kadar *P. indicus* larvalarının beslenmesinde kullanılan yemler.

| Günler | A yemi | | B yemi | |
|--------|----------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|
| | Alg (hücre/ μ L) | <i>Artemia</i> (adet/mL) | Alg (hücre/ μ L) | Nematod (adet/mL) |
| 0 | 50 | 1.5 | 50 | 10 |
| 1 | 50 | 1.5 | 50 | 10 |
| 2 | 50 | 1.5 | 50 | 10 |
| 3 | 25 | 3.0 | 25 | 15 |
| 4 | - | 3.0 | - | 15 |
| 5 | - | 3.0 | - | 15 |

2. Deneme

Bu deneme, *P. indicus* larvalarının PZ1'den PL dönemine kadar, sadece nematodlarla beslenip beslenemeyeceklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Cam balonların suyunun %100'ü hergün değiştirilmiş ve bu esnada larva sayımları ve ölçümleri yapılmıştır. Denemede kullanılan besleme rejimi şöyledir;

a. Nematod (*P. redivivus*) 30 adet/mL PZ3'e kadar, 45 adet/mL, M1-M2 boyunca ve 60 adet/mL, M3 ten PL dönemine kadar.

b. Mikro-alg (25 hücre/ μ L *T. chuii* + 35 hücre/ μ L *S. costatum*) PZ1'den PZ3 bitimine kadar ve *Artemia* (5 adet/mL) M1'den PL1'e kadar.

c. PZ1'den PL1 dönemine kadar nematod (a'daki oranlarda) + yetiştiriciliğin sadece ilk 24 saati boyunca verilen 30 hücre/ μ L *T. chuii* ve *S. costatum* (1:1 oranında).

Deneme sonunda elde edilen veriler Minitab'ın one-way ANOVA analizi, ortalamalar arası farklılıklar Tukey ve Scheffé's testleriyle, ölüm oranı ve günlük büyüme oranı ise GLM ile karşılaştırılmıştır (17).

M. rosenbergii

1. Deneme

Tatlısu karidesinin larvaları, dikdörtgen (3x1.5x0.5 m) bir tankta tutulan anaçlardan birinin 100-L'lik bir tankta yumurtalarının açtırılmasıyla elde edilmiştir. Zoea 1 döneminde (Z1) alınan larvalar yine 2-L'lik cam balonlara 50 adet/L'ye olacak şekilde stoklanmıştır.

Larvalar, filtre edilmiş (0.2 μ m) ve UV'den geçirilmiş deniz suyu ile distile edilmiş tatlı suyun karıştırılmasıyla elde edilen %12 tuzlulukta yetiştirilmiştir. Balonlardaki suyun %50'si hergün yenilenmiş ve her iki günde bir cam balonlar boşaltılarak, bir önceki denemede olduğu gibi, larva sayımları ve ölçümleri yapılmıştır. Denemenin ilk iki gününde, iki nematod türü (*C. elegans* ve *S. carpocapsae*), 4. ve 6. günlerde ise daha iri olan bir başka tür, *S. feltiae* kullanılmıştır. Yem vermeden larvaların ne kadar uzun yaşayabileceklerini belirlemek ve nematodlarla beslenenlerle karşılaştırma yapabilmek amacıyla bazı larvalar aç bırakılmıştır.

Tablo 2. Zoea 1 (Z1) döneminden itibaren *Artemia* ve nematodlarla beslenen ve kontrol grubu olarak aç bırakılan *M. rosenbergii* larvalarının beslenme rejimi.

| Gün | <i>Artemia</i> (adet/mL) | <i>C. elegans</i> (adet/mL) | <i>S. carpocapsae</i> (adet/mL) | Aç bırakılan | | |
|-----|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------|-----|---|
| 0 | 10 | 75 | 150 | 75 | 150 | - |
| 2 | 10 | 75 | 150 | 75 | 150 | - |
| | | | <i>S. feltiae</i> (adet/mL) | | | |
| 4 | 15 | 150 | 225 | 125 | 175 | - |
| 6 | 15 | 150 | 225 | 125 | 175 | - |

2. Deneme

Bir önceki denemede, yemleme oranının çok fazla olabileceğini düşünerek, bu kez *M. rosenbergii* larvaları, uygunluğu penaeid karideslerde kanıtlanmış olan bir diğer nematod türüyle (*Panagrelus redivivus*) ve daha düşük yoğunluklarda beslenmiştir. Denemede tüm koşullar ve ölçümler bir önceki denemede olduğu gibi yapılmıştır. Deneme iki tekerrürlü olarak aşağıda belirtildiği şekilde kurulmuştur.

a. Nematod (*P. redivivus*), 0. günde 10 adet/mL, 2. günde 20 adet/mL ve 4. günde 30 adet/ mL,

b. *Artemia* (10 adet/mL),

c. Aç bırakılan larvalar.

P. elegans

Bu türe ait larvalar bir akvaryumda tutulan dişilerin yumurtalarının açtırılmasıyla elde edilmiştir. Yeni açılan Z1 larvaları, filtre edilmiş ve UV'den geçmiş deniz suyu ile doldurulan 2-L'lik cam balonlara 50 adet/L olacak şekilde stoklanmıştır. Bu cam balonlarda, deneme boyunca 25 °C'ye ayarlanan bir su banyosunda tutulmuştur. Aşağıda

gösterildiği gibi, denemede, larvaların bazıları aç bırakılırken, diğerleri nematod ve *Artemia* ile ayrı ayrı beslenmişlerdir.

- Yeni açtırılmış *Artemia* (10 adet/mL),
- Nematode (*C. elegans*) 30 adet/mL yoğunlukta,
- Aç bırakılan kontrol grubu.

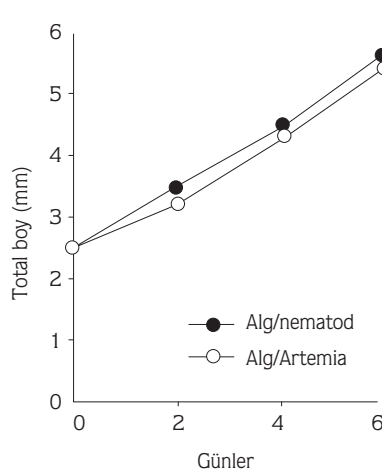
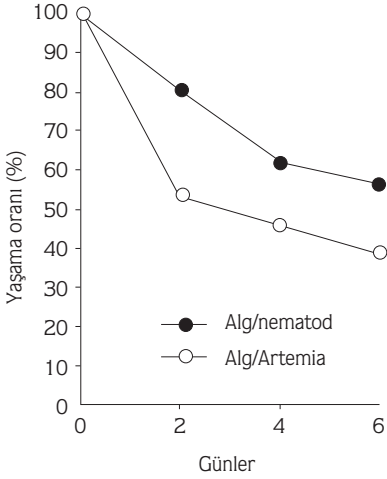
Deneme iki tekerrürlü olarak yürütülmüş ve yetiştiricilik esnasında cam balonların suyunun %50'si hergün değiştirilmiştir.

Bulgular

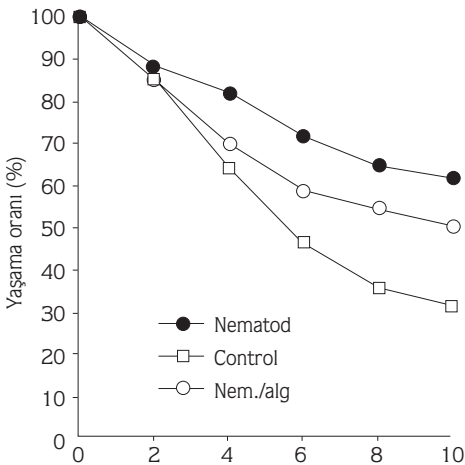
P. indicus

1. Deneme

PZ2/3 döneminden itibaren alg/nematod ve denemenin son iki gününde sadece nematod ile beslenen



Şekil 1. Farklı yemlerle beslenen *P. indicus* larvalarının PZ2/3'ten PL1'e kadar olan yaşama oranı (%) ve total boyları (mm).



larvaların %56±7.17 'si PL1 dönemine girmişlerdir. Bu larvaların PL1'deki yaşama oranı, alg/*Artemia* ile beslenen larvalardan (%38±6.67) daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$) (Şekil 1).

Nematodlarla beslenen larvaların PL1'deki total boyları 5.69±0.02 mm iken, bu değer alg/*Artemia* ile beslenenlerde 5.54±0.14 mm olarak gerçekleşmiştir ($P>0.05$). Denemenin son gününde, nematodla beslenen larvaların %75'i PL1 döneminde iken, *Artemia* kontrol yemi ile beslenenlerin %60'ının PL1'e ulaştıkları belirlenmiştir.

2. Deneme

PZ1'den itibaren sadece nematodlarla beslenen larvaların %51'i PL1 dönemine kadar ulaştırılabildiği. Alg/*Artemia* kontrol yemi ile beslenenlerin PL1'e kadar olan yaşama oranı %32 iken, bu değer nematod/alg ile beslenenlerde %63 olarak gerçekleşmiştir ($P<0.05$) (Şekil 2 ve Tablo 3). Görülüyorki, nematodlara ilave

Şekil 2. PZ1'den PL dönemlerine kadar, farklı yemlerle beslenen *P. indicus* larvalarında yaşama oranları.

olarak, PZ1 döneminde, sadece 24 saat süreyle, 30 alg hücresi/ μ L ekleme yapılması yaşama oranını %51'den %62.5'e yükseltmiştir ($P>0.05$). Kontrol grubunda ölüm oranı %6.78/gün iken, bu değer nematod ve nematod/alg ile beslenen larvalarda, sırasıyla, %4.14 ve %3.43/gün olarak gerçekleşmiştir (Tablo 3).

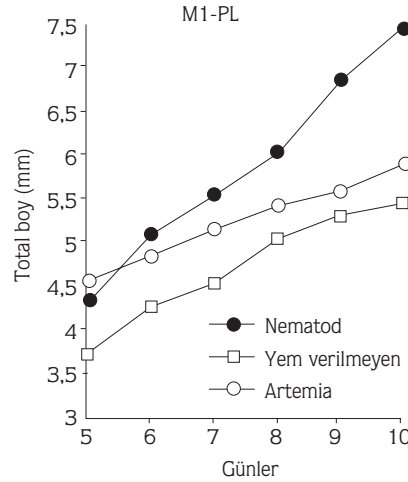
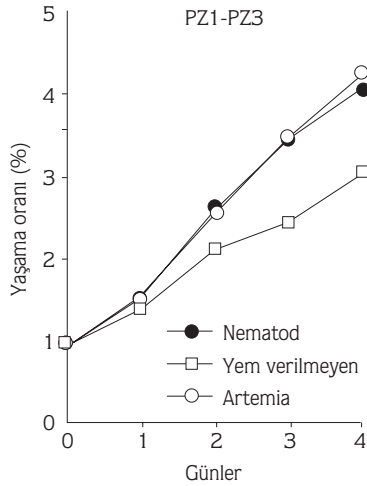
Protozoal dönemler boyunca elde edilen günlük büyüme oranları, kontrol grubu için 0.85 mm/gün olarak gerçekleşirken, bu değer nematodla beslenenlerde 0.54 mm/gün, nematode/alg ile beslenenlerde ise 0.93 olarak bulunmuştur (Tablo 3). Buna göre, nematodla beslenen larvalar diğer yemlerle beslenenlere göre önemli derecede yavaş bir büyüme göstermişlerdir ($P<0.05$) (Şekil 3). Mysis dönemlerinde ise, kontrol yemi ile beslenen larvalar, diğer yemlerle beslenenlere göre daha hızlı bir büyüme oranı (0.60 mm/gün) göstermişlerdir ($P<0.05$). Bu dönemler boyunca, artık mikro-alg katkısı olmadığından, nematodlarla beslenen larvaların büyüme

oranları benzer olarak (0.30-0.36 mm/gün) gerçekleşmiştir ($P>0.05$). Nitekim, her ne kadar protozoal dönemlerde alg/nematod rasyonu sadece nematod rasyonuna göre daha iyi bir larval büyüme sağlamışsa da, her iki rasyonla da beslenen larvaların PL1'deki total boyları arasında bir farklılık bulunmamıştır ($P>0.05$).

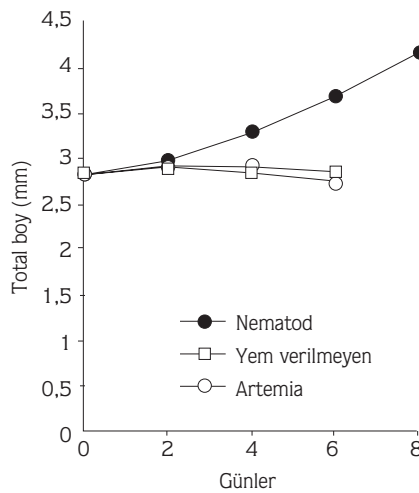
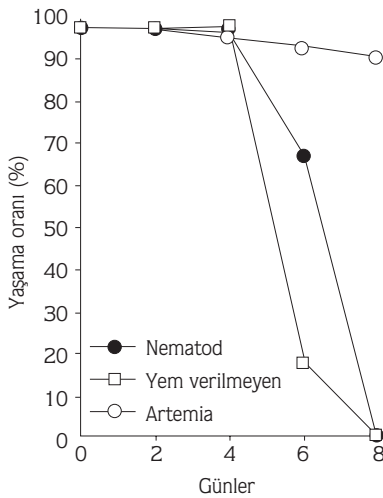
M. rosenbergii

1. Deneme

Bu denemede, üç nematod türünün değişik yoğunluklarda *M. rosenbergii* larvalarına verilmesiyle ilgili elde edilen sonuçlar Tablo 4 ve 5'te özetlenmiştir. *Artemia* ile beslenen larvalar 8. günde %88'lik bir yaşama yüzdesiyle normal bir gelişme gösterirken, 75 yada 150 nematod/mL yoğunluklarında beslenen larvaların tümü aç bırakılan kontrol larvalarıyla birlikte 8. günde ölmüşlerdir. Gözlemler, larvaların nematodları



Şekil 3. Farklı yemlerle beslenen *P. indicus* larvalarının PZ1-PZ3 ve M1-PL dönemleri arasında total boy olarak gösterdikleri büyüme.



Şekil 4. Z1 döneminden itibaren farklı yemlerle beslenen *M. rosenbergii* larvalarında yaşama (%) ve büyüme (mm).

| Yemler | Ölüm oranı (%/gün) | PL1'e kadar yaşayanlar (%) | Büyüme oranı (mm/gün) | | PL1'deki total boy (mm) |
|-------------|-----------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------|
| | | | PZ1-PZ3 | M1-PL1 | |
| Nematode | 4.14 ^a | 51.0±5.07 ^a | 0.54 ^b | 0.36 ^b | 5.48±0.17 ^b |
| Nem./alg | 3.43 ^a | 62.5±3.28 ^a | 0.93 ^a | 0.30 ^b | 5.95±0.14 ^b |
| Alg/Artemia | 6.78 ^b | 32.0±2.60 ^b | 0.85 ^a | 0.60 ^a | 7.49±0.18 ^a |

Tablo 3. Farklı yemlerle beslenen *P. indicus* larvalarında günlük ölüm oranı, PL1'deki yaşama oranları ve total boyları ile günlük büyüme oranları. PL1'e kadar yaşayanların oranı ve total boya ait değerler ortalama ve ± standart sapmayı ifade etmektedir. Her sütunda aynı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur ($P>0.05$).

tüketemediklerini göstermiştir.

Tablo 5'te görüldüğü gibi, denemenin özellikle 4. gününden itibaren larvaların nematodlarla beslenemedikleri, bundan dolayı da büyümedikleri belirlenmiştir. 4. günde, *Artemia* ile beslenen larvalar 2.94 mm'ye ulaşırken, nematodla beslenenlerin total boyları 2.35 ile 2.38 mm arasında kalmıştır.

2. Deneme

Artemia ile beslenen *M. rosenbergii* larvaları, denemenin 8. gününde %93.5±3.50 gibi çok yüksek bir yaşama yüzdesiyle gelişimlerine devam ederken, *P. redivivus* ile beslenen larvaların tümü 8. günde ölmüştür (Şekil 4). Aç bırakılan kontrol larvaları da benzer bir yaşama eğrisi ile 8. günde ölmüşlerdir. 6. günde *Artemia* verilen larvaların %95'i Z5 dönemine ulaşırken, nematodla beslenenler Z2 döneminde kalmışlardır. Yeterli miktarda nematod verilmediği düşünülerek, larvaların bazıları 200 ve hatta 300 adet/mL yoğunluğunda nematodla da beslendiklerinde larvaların yine 6. günde öldükleri belirlenmiştir. Petri kutuları içinde, bir mikroskop altında incelenen larvaların ancak çok az bir

kısımının sindirim sistemlerinde sindirilen nematod gözlenmiştir.

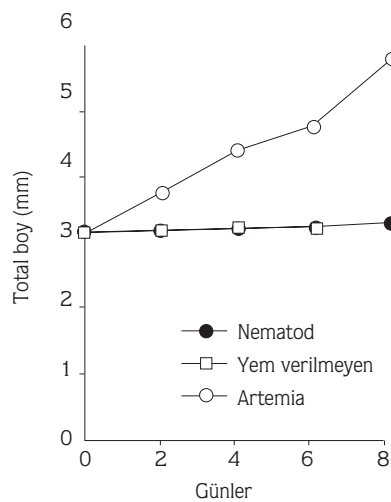
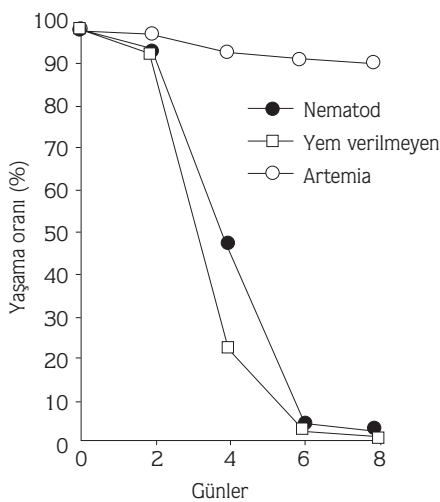
P. elegans

M. rosenbergii larvalarında olduğu gibi, karnivor *P. elegans* larvaları da *Artemia* ile beslendiklerinde normal gelişim göstermiş ve denemenin 8. gününde %91.5±2.12 yaşama yüzdesi ile Z5 dönemine ulaşmışlardır (Şekil 5). Nematodla beslenen larvalar ise 2. günden itibaren yüksek bir ölüm oranı göstererek, sadece Z3 dönemine kadar gelişme göstermiş ve 8. günde tamamen ölmüşlerdir. Aç bırakılan larvalarda, nematodla beslenenlere benzer bir yaşama eğrisi göstermişlerdir (Şekil 5). 8. günde *Artemia* verilen larvalar 5.76±0.03 mm total boya ulaşırken, aynı günde örneklenen larvalar (nematodla beslenen) 3.25±0.06 mm'de kalmışlardır.

Tartışma ve Sonuç

P. indicus

Nematodlardan *Panagrellus redivivus*'un diğer penaeid karides türlerinin (*Penaeus vannamei*, *P. setiferus* ve *P.*



Şekil 5. Z1 döneminden itibaren, farklı yemlerle beslenen *P. elegans* larvalarında yaşama (%) ve büyüme (mm).

Tablo 4. Nematod (*C. elegans*, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*) ve *Artemia* ile beslenen ve aç bırakılan *M. rosenbergii* larvalarının Z1'den denemenin 8. gününe kadar yaşayanların oranı. Her değer bir ortalamayı ve \pm standart sapmayı ifade etmektedir (n=2).

| Gün | Aç bırakılan | <i>Artemia</i> | <i>C. elegans</i> | | <i>S. carpocapsae</i> | |
|-----|------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | | (75 adet/ml) | (150 adet/ml) | (75 adet/ml) | (150 adet/ml) |
| 0 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2 | 99.00 \pm 1.73 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| | | | <i>S. feltiae</i> | | | |
| | | | (150 adet/ml) | (225 adet/ml) | (150 adet/ml) | (225 adet/ml) |
| 4 | 97.67 \pm 3.21 | 97.34 \pm 2.31 | 90.67 \pm 8.08 | 90.33 \pm 8.62 | 95.00 \pm 3.46 | 98.67 \pm 1.16 |
| 6 | 83.50 \pm 3.54 | 91.00 \pm 7.94 | 14.14 \pm 0.00 | 2.12 \pm 0.00 | 40.00 \pm 0.00 | 44.50 \pm 4.95 |
| 8 | 0.00 | 87.76 \pm 6.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Tablo 5. Nematod (*C. elegans*, *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*) ve *Artemia* ile beslenen ve yem verilmeyen *M. rosenbergii* larvalarının Z1'den denemenin 8. gününe kadar yaşayanların total boyları (mm). Her değer bir ortalamayı ve \pm standart sapmayı ifade etmektedir (n=2).

| Gün | Aç bırakılan | <i>Artemia</i> | <i>C. elegans</i> | | <i>S. carpocapsae</i> | |
|-----|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | | | (75 adet/ml) | (150 adet/ml) | (75 adet/ml) | (150 adet/ml) |
| 0 | 2.21 \pm 0.03 | 2.21 \pm 0.03 | 2.21 \pm 0.03 | 2.21 \pm 0.03 | 2.21 \pm 0.03 | 2.21 \pm 0.03 |
| 2 | 2.30 \pm 0.02 | 2.34 \pm 0.02 | 2.36 \pm 0.02 | 2.38 \pm 0.01 | 2.36 \pm 0.01 | 2.35 \pm 0.01 |
| | | | <i>S. feltiae</i> | | | |
| | | | (150/ml) | (225/ml) | (150/ml) | (225/ml) |
| 4 | 2.30 \pm 0.02 | 2.94 \pm 0.01 | 2.37 \pm 0.01 | 2.38 \pm 0.02 | 2.37 \pm 0.01 | 2.35 \pm 0.01 |
| 6 | 2.31 \pm 0.01 | 3.50 \pm 0.16 | - | - | - | - |
| 8 | - | 4.45 \pm 0.06 | - | - | - | - |

aztecus) larvalarının, özellikle mysis dönemlerinde, beslenmesinde *Artemia* yerine kullanılabileceği bildirilmiştir (7). Bu çalışma ise, önemli bir diğer ticari karides türü olan *P. indicus* larvalarının beslenmelerinde nematodların, alg ve *Artemia*'ya ihtiyaç duymadan, başarı ile kullanılabileceğini göstermiştir. PZ1 döneminden itibaren sadece nematodlarla beslenen larvalar, alg/*Artemia* ile beslenenlerle karşılaştırılabilir ve hatta tercih edilebilir bir yaşama oranı göstermiş, ancak bu yemle beslenen larvalarda daha yavaş bir büyüme ve larva gelişimi kaydedilmiştir. Sadece 1 gün boyunca, 30 mikro-alg hücresi/ μ L bir ekleme ile nematodla beslenen larvalarda büyüme ve gelişimde önemli düzeyde ($P < 0.05$) bir hızlanma elde edilmiştir. Bu bulgu da, Kumlu & Jones (11) ile Kumlu & Fletcher (15)'in düşük düzeylerde bile kullanılan mikro-alglerin, *P. indicus* larvalarının proteolitik enzim salınımlarını arttırdığını ve böylece

yapay yemler yada nematodlar gibi sindirimi güç olan yemlerin larvalar tarafından daha iyi sindirilebildiklerini belirttikleri önerilerini desteklemektedir.

Yine, bu çalışmada, nematodlara ek olarak larvalara sunulan alg temini kesildikten sonra larvaların günlük büyümesinde önemli bir düşüş (0.93 mm'den 0.30 mm'ye kadar) belirlenmiştir. Halbuki, bu dönemlerde alg/*Artemia* yemleme rejimi nematodlara göre iki kat daha yüksek bir büyüme oranı sağlamıştır. Çalışmada, Kumlu & Fletcher (15)'in optimum olarak önerdiği miktarlarda nematod (30 nematod/mL PZ1-PZ3, 45 nematod/mL M1-M2 ve 60 nematod/mL M3-PL1 dönemleri boyunca) kullanılmıştır.

Penaeid karides larvalarının beslenmesinde, nematodların besin içeriklerinin en az *Artemia* ve mikro-algler kadar uygun olduğu bilinmektedir (5, 18).

Nematodların uzun zincirli doymamış yağ asitlerinden özellikle DHA (docosahexaenoic acid) ve EPA (eicosapentaenoic acid) açısından zenginleştirilmesinde *P. indicus* larvalarının büyümesini olumlu etkilememiştir (19). Kullanılan mikro-alg ek yemi her ne kadar karides larvaları tarafından besin kaynağı olarak kullanılıyor olsa da, ek olarak verildiklerinde nematodların sindirilebilirliğini arttırmaktadır (15). Bu durumda, eğer *P. indicus* larvalarının daha hızlı büyümesi isteniyorsa, PZ1'den PL dönemlerine kadar, düşük oranlarda da olsa mikro-alglerin nematodlara ek olarak beslemede kullanılmaları önerilmektedir.

M. rosenbergii ve *P. elegans*

Palaemonidae familyasından olan bu karnivor karidesler yumurtadan çıkarak besin keselerini tamamlar tamamlamaz zooplankton ile beslenirler. Bu çalışma, her iki türün larvalarının da nematodlarla beslenemediklerini göstermektedir. *Artemia* ile beslenen larvaların çok yüksek bir yaşama ve büyüme oranı ile yetiştirilebilmeleri, deneme koşullarının uygun olduğunu göstermektedir.

Penaeid karidesler için tamamen uygun bir besin kaynağı olan *Panagrellus redivivus*'un bile bu türlerin larvalarının beslenmesinde uygun olmamalarının, nematodlardaki herhangi bir besin maddesi eksikliğinden kaynaklanmadığı açıktır. Nitekim, yapılan gözlemler neticesinde bu larvaların çok yüksek yemleme yoğunluklarında bile (200-300 nematod/mL) nematodları yakalayamadıkları ve tüketemedikleri belirlenmiştir. Bu karnivor larvalar, penaeid karidesler gibi sudaki besin

partiküllerini filtre ederek beslenmezler. Beslenebilmeleri için ortamda yakalayabilecekleri büyüklükte canlı yada cansız besin partiküllerinin sürekli olarak bulunması gerekmektedir (20). Denemede kullanılan ve boyları 150-1200 µm, genişlikleri 37-65 µm olan nematodların vücutlarının silindirik olması, vücut üzerinde herhangi bir ekstremite bulunmaması ve kendilerine özgü kıvrımlı hareketlerinin olmasından dolayı larvalar tarafından tüketilemediği sanılmaktadır. Nematodlarla beslenen larvaların, aç bırakılan kontrol larvalarından önce ölmemesi de, bu nematodların herhangi toksik bir madde içermediğini göstermektedir.

Karnivor larvalar suda yüzerken tesadüfen karşılaştıkları besinlerle beslenirken, kolay sindirilebilir ve tüketime uygun yem kaynaklarını diğerlerinden ayırtetme yeteneğine sahiplerdir (21). Bu çalışmada kullanılan karnivor larvaların, beslemede kullanılan yemlere uygun olarak sindirim enzimleri salgılama yeteneklerinin düşük olduğu bilinmektedir (3). Bundan dolayı, vücutlarını saran kütikül tabakasının sert yapısı dolayısıyla nematodların sindirimini zor olması (22) larvaların nematod tüketimini ve sindirimini etkilemiş olabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, önemli ticari karides türlerinden *P. indicus* larvalarının PZ1'den PL1'e kadar beslenmesinde nematodlardan özellikle *Panagrellus redivivus*'un hem alg ve hemde *Artemia*'ya alternatif olarak kullanılabilirliği, fakat *M. rosenbergii* ve *P. elegans* larvalarının beslenmesinde nematodların *Artemia*'ya alternatif bir yem kaynağı olamayacağını göstermiştir.

Kaynaklar

1. Hudinaga, M. Reproduction, development and rearing of *Penaeus japonicus* Bate. Jap. J. Zool. 10: 305-393, 1942.
2. Cook, H. L. & Murphy, M. A. The culture of larval penaeid shrimp. Trans. Am. Fish. Soc. 98: 751-754, 1969.
3. Kumlu, M. & Jones, D. A. Feeding and digestion in the caridean shrimp larva of *Palaemon elegans* (Rathke) and *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea: Palaemonidae) on live and artificial diets. Aquaculture Nutrition, 1: 3-12, 1995.
4. Watanabe, T., Kitajima, C. & Fujita, S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. Aquaculture, 34: 115-143, 1983.
5. Léger, Ph. & Sorgeloos, P. Optimised feeding regimes in shrimp hatcheries. In: Fast, A. W. and L. J. Lester, (Editors), Marine Shrimp Culture: Principles and Practices, Elsevier, pp. 225-244, 1992.
6. Léger, Ph., Bengtson, D. A., Sorgeloos, P., Simpson, K. L. & Beck, A. D. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 24: 521-623, 1986.
7. Biedenbach, J. M., Smith, L. L., Thomsen, T. K. & Lawrence, A. L. Use of nematode *Panagrellus redivivus* as an *Artemia* replacement in a larval penaeid diet. J. World Aquacult. Soc., 20(2): 61-71, 1989.
8. Menasveta, P., Panichayakul, P., Piyatitvorakul, P. & Piyatitvorakul, S. Effect of different diets on survival of giant prawn larvae (*Macrobrachium rosenbergii* De Man). J. Sci. Thailand, 10: 179-187, 1984.
9. Jones, D. A., Kurmaly, K. & Arshad, A. Penaeid shrimp hatchery trials using microencapsulated diets. Aquaculture, 64:133-146, 1987.

10. Jones, D. A., Kamarudin, M. S. & Le Vay, L. The potential for replacement of live feeds in larval culture. *J. World Aquacult. Soc.*, 24(2): 199-210, 1993.
11. Kumlu, M. & Jones, D. A. The effect of live and artificial diets on growth, survival and trypsin activity in larvae of *Penaeus indicus*. *J. World Aquacult. Soc.* 26(4): 406-415, 1995.
12. Samocha, T. & Lewinsohn, C. H. A preliminary report on rearing penaeid shrimps in Israel. *Aquaculture*, 10: 291-292, 1977.
13. Wilkenfeld, J. S., Lawrence, A. L. & Kuban, F. D. Survival, metamorphosis and growth of penaeid shrimp larvae reared on a variety of algal and animal foods. *J. World Mar. Soc.*, 15: 31-49, 1984.
14. Fisher, C. M. The use of nematodes for the replacement of *Artemia* and rotifers in the aquaculture industry. PhD Thesis, University of Wales, Bangor, UK.
15. Kumlu, M. & Fletcher, D. J. The Nematode *Panagrellus redivivus* as an alternative live feed for larval *Penaeus indicus*. *The Israeli Journal of Aquaculture, Bamidgeh*, 49(1): 12-18, 1997.
16. Walne, P. R. Experiments in the large-scale culture of the larvae of *Ostrea edulis* L. *Fish. Invest. London, Ser. 2*, 25(4):53 pp, 1966.
17. Sokal, P. R. & Rohlf, F. J. *Biometry*. Freeman, W. H. and Co., San Francisco, 776 pp, 1981.
18. Rouse D. B., Webster, C. D. & Radwin, I. A. Enhancement of the fatty acid composition of the nematode *Panagrellus redivivus* using three different media. *J. World Aquacult. Soc.*, 23(1): 89-95, 1992.
19. Kumlu, M., Fletcher, D. J. & Fisher, C. M. The effects of astaxanthin- and lipid-enriched nematodes *Panagrellus redivivus* on pigmentation, survival and growth during larval development of *Penaeus indicus*. *Aquaculture Nutrition*, 4: 193-200, 1998.
20. Moller, T. H., Jones, D. A. & Gabbot, P. A. Further developments in the microencapsulation of diets for marine animals used in aquaculture. In: Kondo, T. (Eds.), *Microencapsulation: new techniques and application* (Proc. 3rd Int. Symp. Microencapsulation), Tech. Inc., Tokyo, pp. 223-229, 1979.
21. Kurmaly, K., Jones, D. A. & Yule, A. B. Acceptability and digestion of diets fed to larval stages of *Homarus gammarus* and the role of dietary conditioning behaviour. *Mar. Biol.* 106: 181-190, 1990.
22. Hofsten, A. V., Kahan, D., Katznelson, R. & Bar-EI, T. Digestion of free-living nematodes fed to fish. *J. Fish Biol.*, 23: 419-428, 1983.