

## Gammaridlerin Boraksa Karşı Tepkisi ve Akantosefal Parazitlenme Oranına Bağlı Japon Balığı Dışkısının İncelenmesi

Ata ESKİN\*, Arif ARSLAN

*Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Avanos Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Avanos, Nevşehir*

### Öz

Bu çalışmada, Boraksın gammaridler üzerindeki LC<sub>50</sub> değeri ve toplanan gammarid örneklerinin Kızılırmak (Avanos)'ta akantosefal parazitler tarafından parazitlenme oranı belirlenmiştir. 20-2000 ppm boraks dozlarına 24 saat süre ile maruz kalan gammaridler üzerinde LC<sub>50</sub> değeri 813,53 ppm olarak belirlenmiştir. İrmaktan, plastik elek ile toplanan 600 bireyden %7'sinin akantosefal parazitler tarafından parazitlendiği saptanmıştır. On adet sistakant içeren disekte edilmiş gammarid vücut parçaları bir adet Japon balığına yedirilmiştir. Yedirilen on sistakantın da dışarı dışkı ile sistakant evrede atıldıkları tespit edilmiştir. Vücutlarında parazit sistakantı bulunan gammarid hemositleri boyanmış ve hemositleri arasında akantosefal parazitlerin yumurtalarının varlığı giemsa boyama tekniği ile gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akantosefal sistakant, Gammarid, Japon balığı, Kızılırmak (Avanos), Parazitlenme oranı.

## Gammarids Reaction to Borax and Investigation of Japanese Fish (*Carassius auratus*) Feces Depend on Acanthocephal Parasitism Rate

### Abstract

In this study, LC<sub>50</sub> value of borax on Gammarids was determined and also parasitism rate of acanthocephal parasites in Kızılırmak (Avanos) determined from collected gammarid samples. The LC<sub>50</sub> value was determined as 813,53 ppm on gammarids exposed to 20-2000 ppm borax for 24 hours. It was obtained that 7% of 600 individuals were parasitized by acanthocephaly parasites that we collected from river by plastic sieve. Gammarid body parts that containing cystacanths (10 cystacanths) fed to one Japanese fish. Ten cystacanths were found to be excreted with feces to the outside as cystacanth stage. Gammarids that have parasite cystacanths inside their bodies, cystacanth eggs were observed between its hemocytes with Giemsa staining technique.

**Keywords:** Acanthocephal cystacanth, Gammarid, Japanese fish, Kızılırmak (Avanos), Parasitism rate.

---

\* e-mail: [ataeskin@nevsehir.edu.tr](mailto:ataeskin@nevsehir.edu.tr)

## 1. Giriş

Boraks (sodyum borat) ( $\text{Na}_2\text{O}_2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ), molekül ağırlığı 327,75g olan [1] ve geçmişteki kullanımı Eski Yunanlılar ve Romalılar'da temizlik maddesi, Mısırlılar'da ölü mumyalama materyali, Çin'de milattan 300 yıl kadar öncesine kadar da glazürlerin yapımında kullanılan bir maddedir [2]. Günümüzde ise hafif, gerilmeye dirençli ve kimyasal etkilere dayanıklı olması sayesinde plastik sanayinde, roket yakıtlarında, tarımda ve deterjan üretiminde kullanımı mevcuttur [3]. Borik asit ve boraks çeşitli alanlarda yoğun olarak tüketilmesi nedeniyle özellikle endüstriyel sanayi atıkları ile artılmadan sucül ekosistemlere giriş yapabilmektedir [4].

Amphipoda ordosu içinde yer alan Gammaridae familyası büyük bir grubu temsil etmektedir. Dünya genelinde 210'dan fazla cins ve 1350'den fazla tür ile temsil edilen bu familyaya ait türler tatlısulara dağılım göstermektedirler [5-7].

Parazitler yeryüzünde çok yaygın olarak bulunurlar. Enfekte ettiği bireyi strese sokma, davranış bozukluklarına yol açma ve konağı toksik maddelere karşı daha duyarlı hale getirmek suretiyle konak üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedirler [8]. Örneğin, akantosefal (dikensi başlı kurtlar) parazitlerin (*Polymorphus* Luhe, 1911 ve *Pomphorhynchus* Monticelli, 1905) konak amfipod üyeler üzerinde (*Gammarus pulex* (Linnaeus, 1758) gibi) davranış değişikliğine neden olduğu bildirilmiştir. Parazitler, konaklarını omurgalı predatörlerine (kuş ve balıklar) karşı daha savunmasız kılmaktadır. Örneğin, parazitli bireyler geotaktik hareket yerine fototaktik hareket etme eğilimleri gösterirler ve nehirde su yüzeyine çıkan gammaridler bu yüzden balık ve kuşlar tarafında kolayca av olabilirler [9]. Akantosefal parazitlerin özellikle sistakant safhaları konak davranışını değiştirmektedir [10].

Gammaridler, buldukları ekosistem içerisinde dip kısımlarda bulunan çürümüş materyallerle beslenirler. Bu açıdan, hem kuş dışkıları aracılığı ile sucül ekosisteme bırakılan parazit yumurtalarına hem de arıtma faaliyetlerinin yetersiz kaldığı yerlerde boraks gibi çeşitli kimyasal maddelerin kirliliğine maruz kalmaktadırlar [11]. Letal konsantrasyon 50 ( $\text{LC}_{50}$ ), toksik maddeye maruz bırakılmış organizmaların %50'sini öldüren konsantrasyondur [12].  $\text{LC}_{50}$  değerinin bilinmesi, toksik etkisi araştırılacak madde ile yapılacak bilimsel çalışmalarda subletal dozların belirlenmesi açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, gammaridler üzerinde boraksın 24 saat süre içerisindeki akut  $\text{LC}_{50}$  değerinin saptanması ve Avanos ilçesinde söz konusu canlının akantosefal parazitler tarafından parazitlenme oranının ortaya çıkarılması ile il içerisinde bulunan Kızılırmak'ta parazitli gammarid bireylerini tüketen balık ve ördeklerde gelecekte ortaya çıkabilecek hastalık ve toplu ölüm vakalarına karşı koruma stratejilerinin geliştirilmesi ve bu konuda farkındalık oluşturulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### Örneklerin toplanması:

Boraksın, gammaridler üzerindeki 24 saatlik akut  $\text{LC}_{50}$  değerlerinin belirlenmesi ve Kızılırmak (Avanos'ta) akantosefal parazitler tarafından parazitlenme oranlarının belirlenmesi çalışmaları için gerekli olan gammarid bireyleri; 2017 Nisan ayı içerisinde, taş köprüye yakın taşlık kıyı kesimler olmak üzere toplamda 5 survey çalışması yapılarak, plastik elek ile toplanmıştır (GPS koordinatı: 38.7161761, 34.84362,21) (Şekil 1 ve 2).

Toplanan bireyler, canlılıklarının devamı için içerisinde ırmak suyu bulunduran 1L cam kavanozlarda, Avanos Meslek Yüksekokulu'nda bulunan organik tarım laboratuvarına getirilmiştir. Yapılan toksisite çalışmasında, toplanan örneklerin ıslak ağırlıkları (mg) hassas tartıda tartılmış ve boy ölçümleri (mm) yapılmıştır (Tablo 1). Bireyler, aile düzeyinde toplanmış olup, cins, tür ve cinsiyet ayrımları yapılmamıştır.



Şekil 1. Kızılırmak (Avanos), ırmak kenarı ve gammarid örneklerinin toplandığı nehir kıyı kesimi.



Şekil 2. Gammaridlerin toplandığı taşlık yüzey.

#### **LC<sub>50</sub> değerlerinin belirlenmesi:**

Toplanan örneklerden, parazitli ve parazitsiz olan bireylerin ayrımı yapıldıktan sonra, ilk olarak parazitsiz bireyler kullanılmak şartıyla boraksın gammaridler üzerindeki akut LC<sub>50</sub> değerinin belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Bunun için kontrol grubu (400ml saf su) ve deney gruplarının (20, 200, 900, 2000 ppm 400 ml saf su-boraks karışımları) her biri için parazitli olmayan 40 adet gammarid bireyi hava motoru ile yeterli oksijen sağlanacak şekilde 1L hacimli cam fanus içerisinde 24 saat boyunca laboratuvar ortamında bekletilmiştir. Bir arada bekletilen 40 adet gammarid arasında, 24 saat sonucunda parçalanmış vaziyette ölen bireyler de görülmüştür. Bireylerin kendi arasında olan predasyon faaliyeti nedeniyle ölen bu bireyler, boraks kaynaklı % ölüm oranları hesaplamalarına dahil edilmemiştir. Boraks uygulaması sonucunda gerçekleşen % ölüm oranları ve predasyon sonucu ölen birey sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Yirmi dört saat sonucunda, doz bağımlı veriler düz bir hat şekline (MS Excel 2010 versiyon) dönüştürülerek, eğim uyumlu doğrusal regresyon analizi yapılmıştır [13] (Şekil 3).

#### **Parazitlenme oranlarının belirlenmesi:**

Parazitlenme oranlarının belirlenmesi için toplamda 600 adet gammarid bireyi (boraks deneyinde kullanılan 200 adet birey bu sayıya dahil edilmiştir) sayılmıştır. Bu bireyler öldürülmeden, stereo (TTT-

Ehnic) mikroskop altında parazitli olup olmadıkları (20x) (Şekil 3.a) incelenmiştir. Akantosefal parazit larvası ve/veya sistakantı bulunduran bireyler parazitli olarak not edilmiştir. Son olarak sistakant ve parazit larvası bulunduran bireylerin %'si (sistakant ve larva evresi toplanarak yüzde alınmıştır) tespit edilmiştir.

#### **Japon balığı dışkısında sistakantların bulunma durumunun incelenmesi:**

Sistakant bulunan 10 adet gammarid bireyinden, sistakantın bulunduğu kısımlar 7 mm uzunlukta olacak şekilde diseksiyon makası ile kesildi. Sistakantlı gammarid parçaları, 3 gün boyunca (1.gün 4, ikinci gün 3, üçüncü gün 3 sistakantlı parça olmak üzere) 1 adet Japon balığına yedirildi. Bu çalışma, gözlem amacıyla yapılmış olup daha fazla balık ve daha fazla parazit ile de yapılabilir. Son olarak, balık dışkılarında sistakantların bulunma durumu incelendi.

#### **Akantosefal parazit yumurtalarının Giemsa boyama tekniği ile boyanması:**

Bu çalışma için standart Giemsa boyama tekniği uygulanmış olup, işlemler aşağıdaki işlem sırasına göre yapılmıştır;

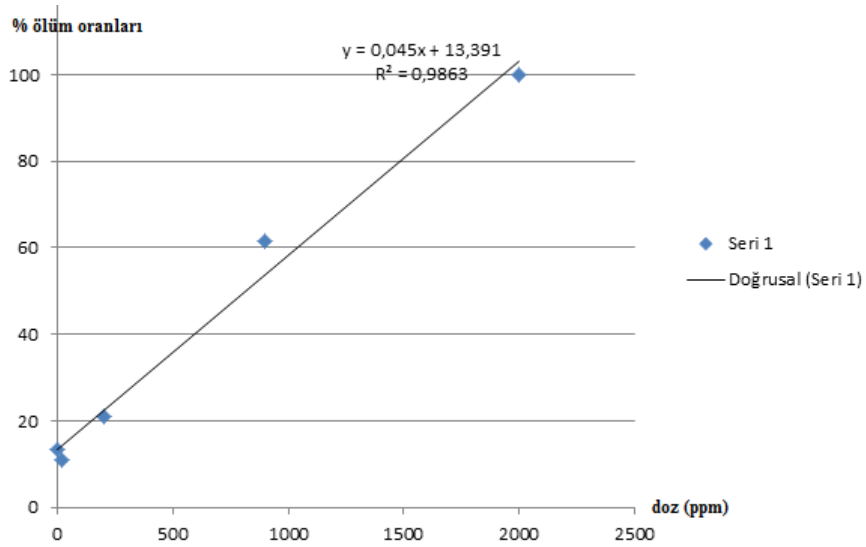
- Bir adet gammarid bireyi başın arka kısmındaki ilk segmentten böcek iğnesi ile delinmiştir.
- Delme işlemi sonrasında hemolenfin melanizasyonuna izin vermemek için 3 mikrolitre hacminde hemolenf hızlı bir şekilde mikro pipet ucu ile mikroskop lamına yaydırılmıştır.
- Yapılan bu yayma (smear), 10 dakika boyunca kurumaya bırakılmıştır.
- Daha sonra 5 dakika %70'lik etanol içerisinde bekletilmiştir. Slayt, etanolden çıkarıldıktan sonra 7 dakika kurumaya alınmıştır.
- Hemolenfin bulunduğu lam, 20 dakika boyunca Giemsa solüsyonu içerisinde bekletilmiştir.
- Slayt saf su içerisinde durularak 15 dakika oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.
- Kuruyan slaytlar, sedir ağacı yağı damlatılarak, 1600x büyütemede ışık mikroskopunda incelenmiştir (Şekil 4a).

### **3. Bulgular**

Boraksın, gammaridler üzerindeki akut LC<sub>50</sub> (24 saat) değerinin tespitinde kullanılan kontrol ve deney gruplarına ait bireylerin ağırlık ortalamaları, boy ortalamaları, % ölüm oranlarına ait verileri ve predasyon sonucu ölen birey sayıları Tablo 1'de verilmiştir. Yirmi dört saat sonucunda, doz (x eksen) ve % ölüm oranı (y eksen) bağımlı verilerin düz bir hat şekline (MS Excel 2010 versiyon) dönüştürülmesi ile elde edilen eğim uyumlu doğrusal regresyon analizi grafiği Şekil 3'te verilmiştir.

**Tablo 1.** Boraksın gammaridler üzerindeki LC<sub>50</sub> (24 saat) değerinin tespitinde kullanılan kontrol ve deney gruplarına ait bireylerin ağırlık ve boy ortalamaları, standart sapma değerleri, % ölüm oranları

<b>Boraks Dozu (ppm)</b>	<b>Ağırlık Ort. (mg) ve S.S.</b>	<b>Boy Ort. (mm) ve S.S.</b>	<b>Ölüm oranları (%)</b>	<b>Predasyon yüzünden ölen birey sayıları (40 birey içerisinden)</b>
0	65,40 ± 40,20	14,51 ± 3,39	13,51	3
20	58,67 ± 38,83	8,33 ± 3,57	11,11	4
200	78,02 ± 25,92	16,85 ± 2,82	21,05	2
900	61,75 ± 38,15	10,51 ± 2,96	61,53	1
2000	59,50 ± 29,26	13,97 ± 3,14	100	0

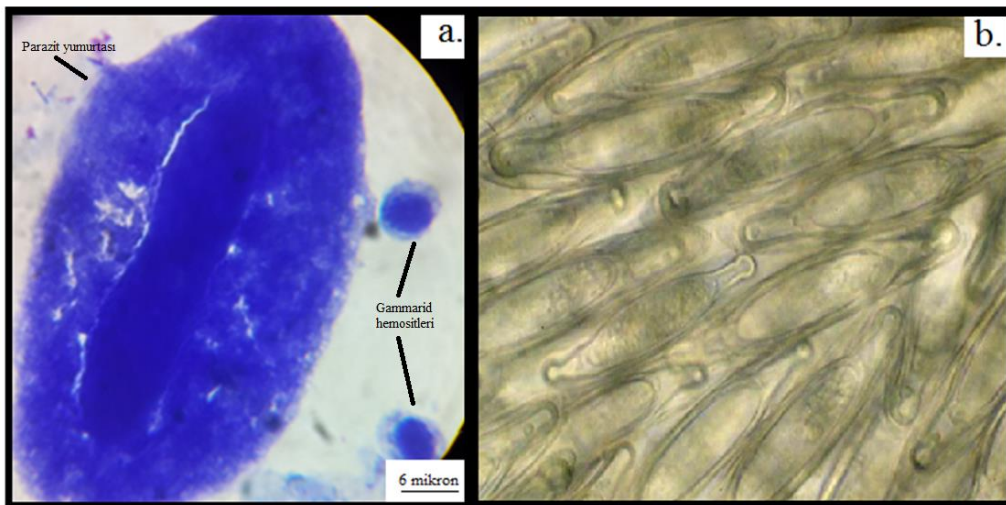


Şekil 3. Dozlara göre gerçekleşen % ölüm oranları ve LC<sub>50</sub> değeri hesaplamasında kullanılan y denklemini.

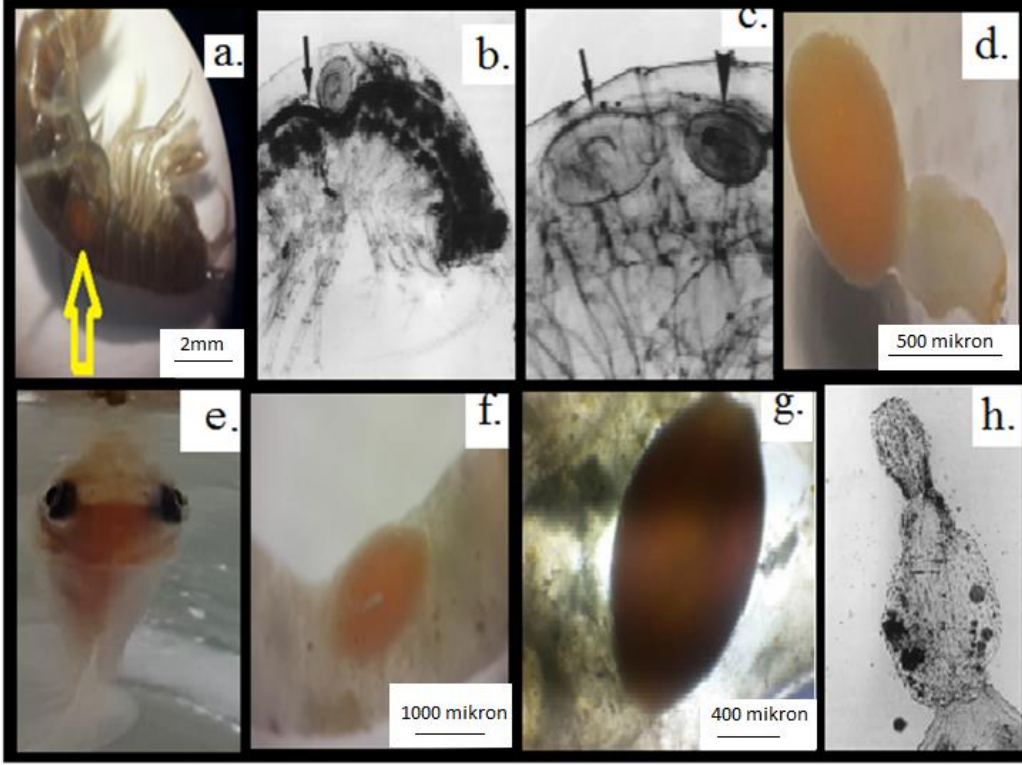
Şekil 3'te yer alan y denklemine göre, LC<sub>50</sub> değeri; 813,53 ppm olarak belirlenmiştir.

Toplanan bireylerden, giemsa tekniği ile boyanan parazit yumurtasının görüntüsü Şekil 4a'da, sistakant bulunduran gammarid bireyinin görüntüsü Şekil 5a'da, diğer bir sistakant evrede olan (proboscis ve boyun bölgesi dışarıda) parazit görüntüsü Şekil 5d'de, sistakantlı gammarid parçası ve onunla beslenen Japon balığına ait görüntü Şekil 5e'de, balık dışkı içerisinde bulunan parazit sistakantının stereo mikroskop görüntüsü Şekil 5f'de ve ışık mikroskobu görüntüsü Şekil 5g'de verilmiştir.

Ayrıca parazitlerle ilgili olarak başka kaynaklardan da görüntülere Şekil 4 ve 5'te yer verilmiştir. Buna göre; Şekil 4b'de *Polymorphus minutus* (Zeder, 1800) yumurtalarına [14] ve Şekil 5b'de *Echinogammarus stammeri* (S. Karaman, 1931)'yi konak bağırsağına yerleşerek enfekte eden *Polymorphus minutus* larvasına [11], Şekil 5c'de ise *E. stammeri*'yi parazitleyen *Pomphorhynchus laevis* (Zoega in Müller, 1776) (ok) ve *Polimorphus minutus* sistakantı (ok başı) verilmiştir [11]. Son olarak, Şekil 5h'ta ise *Polimorphus minutus* sistakantının ön vücudunun ve proboscis yapılarının bulunduğu görüntüye [11] yer verilmiştir.



Şekil 4. a. Giemsa boyası ile boyanmış parazit yumurtası (1600x), b. *Polymorphus minutus* yumurtaları [14].



**Şekil 5a.** Konak bağırsağına yerleşmiş, sistakanlı gammarid bireyi (20x), **b.** *Echinogammarus stammeri*'yi konak bağırsağına yerleşerek enfekte eden *Polymorphus minutus* larvası (15x) [11], **c.** *E. stammeri*'yi parazitleyen *Pomphorhynchus laevis* (ok) ve *Polimorphus minutus* sistakanlı (ok başı), (sağdaki parazitin renginin koyu olmasının nedeni yoğun turuncu pigmentasyondur) (27x) [11], **d.** Sistakanlı evrede olan (proboscis ve boyun bölgesi dışında) parazit görüntüsü (40x), **e.** Sistakanlı gammarid parçası ve onunla beslenen Japon balığına ait görüntü, **f.** Balık dışkı içerisinde bulunan parazit sistakanlı stereo mikroskop görüntüsü (20x), **g.** balık dışkı içerisinde bulunan parazit sistakanlı ışık mikroskop görüntüsü (100x), **h.** *Polimorphus minutus* sistakanlı ön vücuduna ve proboscis yapılarına ait görüntü (62x) [11].

Araziden toplanan 600 bireyden, 558 bireyin herhangi bir parazit sistakanlı bulundurmadığı, 41 bireyin ise sistakanlı evrede, 1 bireyin ise larval evrede parazit bulundurduğu tespit edilerek, akantosefalan parazitlenme oranı gammaridler için %7.00 olarak belirlenmiştir.

Farklı zamanlarda toplamda on adet canlı sistakanlı evrede parazit içeren gammarid parçası yedirilen Japon balığında, günlük olarak takip edilen balık dışkılarının mikroskopta incelenmesi sonucunda 10'unun da sistakanlı evrede dışkı ile dışarı atıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4c,d) .

Son olarak, parazitli olan 1 adet gammarid bireyinden alınan 3 mikrolitrelik hacimdeki hemolenf preparatında, 28 adet akantosefal parazit yumurtası sayımı yapılmıştır.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Omurgalılar üzerinde gerçekleştirilen boraks ile ilgili toksisite çalışmalarında;

Sprague-Dawley ratlarında akut LD<sub>50</sub> değeri erkeklerde 4,5 g/kg, dişilerde ise 4,08 g/kg, Long-Evans erkek ratlarında 3.5 g/kg, dişilerinde ise 4.08 g/kg olduğu belirtilmektedir. Her iki bileşiğin 1750 ppm bor ve 5250 ppm bor bozları büyümede baskılanmaya, gonadlarda dejenerasyona, kuyruk ve pençede cilt pıhtılaşmasına, gıda kullanım verimliliğinin azalmasına neden olduğu anlaşılmıştır [15].

Zebra balığında (*Danio rerio* (Hamilton, 1822)), meydana getirdiği genotoksik etkilerin doz ve zaman bağımlı bir durum olduğu, periferik kan hücrelerinde DNA hasarının 24 saat 1ppm ve 96 saat 64 ppm dozuna maruz kalan bireylerde görüldüğü bildirilmiştir [16].



Omurgasız canlılar üzerinde görülen ve çalışmamızda elde ettiğimiz LC<sub>50</sub> değerine en yakın değer *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae) işçileri üzerinde borik asit uygulaması sonucunda elde edilen 721 mg/kg (721 ppm) değeridir [17]. Ancak çalışmamızda kullanılan gammaridler cins ve tür düzeyinde teşhis edilemediği için farklı cins ve türlerin boraksa karşı göstermiş oldukları direnç hakkında bilgi verilememiştir. 2000 ppm boraksa, 24 saat boyunca maruz kalan gammaridlerin %100'ünün ölmesi, söz konusu konsantrasyonun çalışmada kullanılan tüm bireyler için diğer konsantrasyonlara göre en ölümcül konsantrasyon olduğu görülmüştür (Şekil 3).

Gammarid bireylerinde tespit edilen ölümlerin nedeni [18-19]'un çalışmasında olduğu gibi açıklanabilir. Söz konusu çalışmada, bor içeren bileşiklerin, tamamen iyonik inhibitörler olarak işlev görebileceği ve hücresel sistemlerde membran stabilitesini olumsuz etkileyebileceği açıklanmıştır. Borun biyokimyasal mekanizması henüz bilinmemektedir. Bu konuda çeşitli hipotezler öne sürülmüştür. Bu hipotezlerden birisine göre bor; hücre zarı geçiş sinyallerini ve zar geçiş hareketlerini redoks tepkimelerine etki ederek düzenleyici iyon görevi görmektedir. Hayvan deneylerinde, Borun hücre dışı kalsiyum taşınmasına etki ettiği ve hücre içi kalsiyumun trombinler tarafından aktive edilerek serbest kalmasını sağladığı görülmüştür [20].

Günümüzde, bor memelilere karşı düşük toksik etki gösterirken (çoğunluğu dışkı ile atılabilmektedir) eklem bacaklılara karşı daha toksik olduğu için insektisit olarak kullanılmaktadır [21]. Memelilerde, boraksın gastrointestinal sistem, dolaşım sistemi, merkezi sinir sistemi ve söz konusu sistemlerin organlarını etkilediği de bilinmektedir. Ayrıca deri ve solunum sisteminde tahrişlere neden olabilmektedir [22].

Çatören ve Kunduzlar (Kırka-Eskişehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (*Cyprinus carpio* L., 1758) dokularında bor birikiminin araştırıldığı bir çalışmada, borun sucul ortamda besin zinciri vasıtasıyla balık dokularına taşındığı ve biriktiği tespit edilmiştir. Çatören barajından toplanan balıklarda, balık dokularında; bor kas-beyin-karaciğer yönünde, Kunduzlar barajından toplanan balıkların dokularında ise kas-karaciğer-beyin yönünde artarak biriktiği belirtilmiştir. Çatören barajında bor kirliliğinin Kunduzlar'a göre daha fazla olduğu, bunun balık büyümesini engellediği de çalışmalarında bildirilmiştir [23].

On adet canlı sistakantı yutan Japon balığında ise sistakantların hepsi dışkı ile dışarı atılmıştır. Sistakantların dışarı atılmasının nedeni, bu tip parazitlerin, gammaridleri ara konak, kuş ya da balık gibi omurgalıları ise kesin konak olarak kullanması nedeniyle olabilir. Kızılırmak (Avanos)'tan toplanan bireylerde parazit sistakantı ve larvası (*Polimorphus* sp. olabilir) içeren gammarid sayısı oranı oldukça düşük çıkmıştır. Parazitlenme yüzdesinin düşük çıkması, akantosefal bir parazit olan *Pomphorhynchus laevis* ve *Polymorphus minutus* 2 gammarid türünü orta düzeyde konak olarak kullanması ile açıklanabilir. Bu türler *G. pulex*, ve *G. roeseli* (Gervais, 1835)'dir. Ancak kesin konak olarak ise *P. laevis* balıkları, *P. minutus* sucul kuşları kesin konak olarak kullanmaktadırlar [24]. Çalışmamızda sayımı yapılan bireyler familya düzeyinde tanımlanmıştır. Dolayısıyla toplanan örnekler içerisinde *G. pulex* ve *G. roeseli* türlerinin sayısının oldukça az olduğu ya da bu bireylerde parazitlenmenin çok az gerçekleşmesinden dolayı %parazitlenme oranı oldukça düşük çıkmış olabilir. Mevcut familyanın binlerce türü bulundurduğu düşünülürse parazitlenme oranının %7 oranında çıkmasının nedeni daha iyi anlaşılmaktadır. Ayrıca, Bauer vd. tarafından [24], her akantosefal parazitin, biyolojik döngüleri

içerisinde farklı kesin konakları kullanmasından dolayı, Japon balığına yedirilen sistakantlar (Şekil 5e) konak sindirim ve boşaltım sistemine entegre olamamış ve bu yüzden dışkı ile dışarı atılmış olabilir. Çalışmamıza benzer olarak, düşük orandaki parazitlenme oranı, Rokitna Nehri'nden toplanan *Dikeragammarus roesel* bireylerinde görülmüştür. Bu tür %1 oranda *P. minutus* tarafından parazitlenmiştir [25]. Ayrıca, çalışmamızda sadece bir adet larval evrede, 41 adet sistakant evrede parazit ağırlıklı olarak elde edilmiştir. Brown ve Pascoe'nin [9] çalışmasında, çalışmamızla uyum gösterecek şekilde, *G. pulex*'ten elde edilen *P. laevislerin* %20'sinin larva içerdiğini, %80'inin ise sistakantlardan oluştuğunu rapor etmişlerdir. En son ki çalışmamızda, sistakant içeren gammarid bireyinin 3 mikrolitrelik hemolenfinde 28 adet akantosefal parazit yumurtası tespit edilmesi, parazitlerin çoğalması ve gammaridlerin vücudunda yayılması konusunda bize fikir vermektedir.

Sonuç olarak bu çalışmanın, lüteratür boşluğunu doldurmada ve gammarid tür teşhislerinin ve parazit tür teşhislerinin yapılması ile daha fazla veri elde edilmesiyle ülkemizde benzer konuda çalışan araştırmacıların ilgisini bu konuya çekmede etkili olacağı kanısındayız.

## 5. Teşekkür

Kimyasal maddenin temininde ve diğer gereksinimlerimizde bizden yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Betül AYTEPE ve Öğr. Gör. Bahadır Cem ERDEM'e teşekkür ederiz.

## 6. Kaynaklar

- [1] Anonima, "Molar mass, molecular weight and elemental composition calculator", [http://www.webqc.org/molecular-weight-of-Na2O2B2O3\\*10H2O\(borax\).html](http://www.webqc.org/molecular-weight-of-Na2O2B2O3*10H2O(borax).html), 2017.
- [2] Sağlam, M., Köseoğlu, S., Enhoş, Ş., "Periodontolojide bor", *Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences)*, 22(1), 70-75, 2013.
- [3] Anonimb, "Bor madeni ve Türkiye için önemi" <http://cevherhazirlama.com/belgeler/BORveTORYUM.pdf>, 2017.
- [4] Anonimc, "Boric acid", *Human and environmental risk assessment on ingredients of household cleaning Products, HERA*, 2-81, 2005.
- [5] Özbek, M., Balık, S., Topkara, T.E., "Türkiye tatlısu amphipod'larının (Crustacea: Malacostraca) dağılımları ve ekolojilerine katkılar", *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (4), 455-461, 2007.
- [6] Barnard J., Barnard, C.M., "Freshwater amphipoda of the world", I. Evolutionary Patterns, I-VIII, IX-XVIII, 1-358; II, *Handbook and Bibliography*, XIX, 359- 830, 1983.
- [7] Karaman, G.S., Pinkster, S., "Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part I *Gammarus pulex*- group and related species, *Bijdragen Tot de Dierkunde*, 47, 1-97, 1977.
- [8] Brown, F., A., Pascoe, D., "Parasitism and host sensitivity to cadimium: an acanthocephalan infection of the freshwater amphipod *Gammarus pulex*", *Journal of Applied Ecology*, 26, 473-487, 1989.



- [9] MacNeil, C., Fielding, J.N., Hume, D.,K., Dick, A.T.J., Elwood, W.R., Hatcher, J.,M., Dunn, A., “Parasite altered micro-distribution of *Gammarus pulex* (Crustacea: Amphipoda)”, **International Journal of Parasitology**, 33, 57-64, 2003.
- [10] Gismondi, E., Beisel, N.J., Cossu-Leguille, C., “*Polimorphus minutus* effects antitoxic responses of *Gammarus roeseli* exposed to cadmium”, **PLoS ONE**, 7, 7, 41775.
- [11] Dezfuli, S.B., Giari, L., “Amphipod intermediate host of *Polymorphus minutus* (Acanthocephala), parasite of water birds, with notes on ultrastructure of host-parasite interface”, **Folia Parasitologica**, 46, 117-122, 1999.
- [12] Parlak, H., Arslan Çakal, Ö., Boyacıoğlu, M., Karaarslan, A.M., “Ekotoksikoloji”, **Ege Üniversitesi Basımevi**, 63, 2009.
- [13] Patil, B.S., Magdum, S.C., “Determination of LC<sub>50</sub> values of extracts of *Euphorbia hirta* Linn and *Euphorbia neriiifolia* Linn using brine shrimp lethality assay”, **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, 1, 2, 42-43, 2011.
- [14] Ananoimd, “Images of thorny-headed worms and schistosome eggs”, <http://datashare.is.ed.ac.uk/bitstream/handle/10283/2205/4632.JPG?sequence=17&isAllowed=y>, 2017
- [15] Robert, J., Weir, J., Fisher, S.R., “Toxicologic studies on borax and boric acid”, **Toxicology and Applied Pharmacology**, 23, 3,351-364, 1972.
- [16] Gülsoy, N., Yavaş, C., Mutlu, Ö., “Genotoxic effects of boric acid and borax in zebrafish, *Danio rerio* using alkaline comet assay”, **Excli Journal**, 14, 890–899, 2015.
- [17] Su, N.Y., Tokoro, M., Scheffrahn, R.H., “Estimating oral toxicity of slow-acting toxicants against subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae)”, **Journal of Economic Entomology**, 87, 398-401, 1994.
- [18] Gents, C.M., Grace, K.J., “A Review of boron toxicity in insects with an emphasis on Termites”, **Journal of Agricultural and Urban Entomology**, 23, 4, 1-7, 2006.
- [19] Lloyd, J.D., Dickinson, J.D., Murphy J.R., “The probable mechanisms of action of boric acid and borates as wood preservatives”, **IRG/WP Document 90-1450. International Research Group on Wood Protection. Stockholm, Sweden**, 21., 1990.
- [20] Demir-Saygıdeğer, B., “Borun insan ve bitki için önemi ve bazı üzüm çeşitlerinde bor tayini”, Çukurova Üniversitesi **Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi**, Adana, 1-69, 2005.
- [21] Kabu, M., Tosun, M., Elitok, B., Akosman, S.M., “Histological evaluation of the effects of borax obtained from various sources in different rat organs”, **International Journal of Morpholog.**, 33(1), 255-261, 2015.
- [22] Pongsavee, M., “Genotoxic effects of borax on cultured lymphocytes”, **Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health**, 40, 2, 411-418, 2009.
- [23] Özkurt, Ş., “Çatören ve Kunduzlar (Kırka-Eskişehir) Baraj Göletlerindeki Sazanların (*Cyprinus carpio* L., 1758) Dokularında Bor Birikimi”, **Turkish Journal of Biology**, 663,676, 2000.
- [24] Bauer, A., Haine, R.E., Minnot-Perrot, J.M., Rigaud, T., “The acanthocephalan parasite *Polymorphus minutus* alters the geotactic and clinging behaviours of two sympatric amphipod hosts: the native *Gammarus pulex* and the invasive *Gammarus roeseli*”, **Journal of Zoology, London**, 267, 39–43, 2005.

- [25] Moraves, F., Scholtz, T., “Observations on the biology of *Pomphorhynchus laevis* (Zoega in Müller, 1776) (Acanthocephala) in the Rokytná River, Czech and Slovak Federative Republic”, *Helminthologia*, 28: 23-30, 1991.