

İnci İstiridyesi *Pinctada radiata* (Leach, 1814) İçin Öldürücü Klor Konsantrasyonları

M. Ziya Lugal GÖKSU, Fatma ÇEVİK, Özlem FINDIK
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 01330 Balcalı, Adana - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 17.11.2000

Özet: Bu çalışmada, Mayıs 1999-Nisan 2000 tarihleri arasında, bir fouling organizma olan İnci İstiridyesi *Pinctada radiata* (Leach, 1814) [Avicula] için öldürücü klor konsantrasyonları ve sudaki kalıntı klor miktarları araştırılmıştır.

Çalışmada, biyodeny çeşitlerinden akut toksisite deneyleri yapılmıştır. Deneyler, akar sistemli deney düzeneğinde, sisteme sürekli şekilde klor verilerek yürütülmüştür. Klor çözeltilerinin hazırlanmasında sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda, *Pinctada radiata* için, 24 saatlik LC₅₀ değeri 1,75 mg^l⁻¹ ve LC₅₀ değerindeki kalıntı klor miktarı ise, 0,47 mg^l⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: İnci İstiridyesi, *Pinctada radiata*, Biyodeny, Akut Toksikite, LC₅₀, Kalıntı Klor

Lethal Chlorine Concentrations for the Pearl Oyster *Pinctada radiata* (Leach, 1814)

Abstract: In this study, the lethal chlorine concentrations (LC) and residual chlorine concentrations in water for a fouling organism, the pearl oyster *Pinctada radiata* (Leach, 1814) [Avicula], were investigated during May 1999-April 2000.

The study was carried out under laboratory conditions at 20°C. Acute toxicity tests were conducted under a flow through system by using continuous application of chlorine according to bioassay test methods. Test solutions were made by using an appropriate amount of sodium hypochlorite (NaOCl).

According to the results, the 24h-LC₅₀ was 1.75 mg^l⁻¹ and the residual chlorine was 0.47 mg^l⁻¹ for LC₅₀ of *Pinctada radiata*.

Key Words: Pearl Oyster, *Pinctada radiata*, Bioassay, Acute Toxicity, LC₅₀, Residual Chlorine

Giriş

Su ihtiyaçlarını temin etmek amacıyla deniz kıyısında kurulan sanayi tesislerinin su giriş ve çıkış boruları, zamanla fouling oluşturan çeşitli organizmalar tarafından tıkanmakta ve su akışı engellenmektedir. Bu olayı önlemek için, genellikle kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu amaçla, çoğunlukla ucuz, etkili ve uygulama kolaylığı bakımından klor tercih edilmektedir (1). Klor uygulaması, kesikli olarak şoklama şeklinde yapılabildiği gibi, ortama devamlı klor verilmesi şeklinde, sürekli sistemle de yapılabilmektedir. Örneğin, bir araştırmaya göre, sürekli sistem uygulandığı zaman, makrofouling organizma kontrolünün daha etkili bir şekilde yapıldığı bildirilmektedir (2).

Özellikle, demir-çelik endüstrisi, termik santraller ve nükleer santraller gibi yoğun soğutma suyu kullanan tesislerde, bu sorunun bertaraf edilebilmesi için

antifouling kimyasallar kullanılmakta ve yaygın olarak hipoklorit bileşikleri tercih edilmektedir.

Fouling oluşumu ve bu oluşumun engellenmesi için antifouling kimyasalların kullanımı, iki açıdan zarara neden olmaktadır. Bunlardan birincisi, fouling oluşumunun, proste büyük bir enerji kaybına yol açmasıdır. Bu nedenle, muhakkak surette engellenmesi gerekmektedir. İkincisi ise, gerektiğinden daha fazla miktarlarda kullanılacak kimyasal maddelerin, su ortamlarında ve su ürünlerinde meydana getirebileceği kayıplardır. Türkiye'deki bir çok sanayi kuruluşunda da, fouling organizmaların kontrolü için, kimyasal mücadele yöntemlerinden Klorlama Yöntemi kullanılmakta ve antifouling kimyasal olarak da hipoklorit uygulanmaktadır.

Bu nedenlerle, fouling oluşumunun engellenmesi amacıyla yapılmakta olan uygulamalara katkı

sağlanabilmesi için, konu hakkında çeşitli çalışmaların yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Bu amaçla, hipoklorit bileşikleri kullanılarak yapılmakta olan fouling ile mücadele çalışmalarına, kullanılabilir kimyasal madde miktarları bakımından katkıda bulunmak için, bu araştırma planlanmıştır. Mayıs 1999 - Nisan 2000 tarihleri arasında yürütülen bu çalışmada, Akkuyu Koyu'ndan (İçel-Türkiye) toplanan (Şekil 1) ve bir fouling organizma olan *Pinctada radiata* (Leach, 1814) [Avicula] için öldürücü klor konsantrasyonları ve sudaki kalıntı klor miktarları saptanmıştır.

Pinctada radiata, uzunluğu 106 mm kadar olabilen, kabukları ince ve kolayca kırılabilen oval yapıda bir istiridyedir. Kabuk kenarlarında kolay kırılabilen dikenler bulunur. Byssus iplikleri iyi geliştiği için sert zeminlere yapışır ve kısa sürede tüm yüzeyi kaplarlar. Özellikle, Pasifik ve Hint okyanuslarında dağılım gösteren bu tür, Süveyş kanalının 1869 yılında açılmasıyla Akdeniz'e girmiştir. İlk olarak Kıbrıs adasında (1899) saptanan bu tür, günümüzde Doğu Akdeniz'e yayılmış, Batı Akdeniz'deki varlığı ise, kesinlik kazanmamıştır (3).

Pinctada radiata'nın sistematigi aşağıda verilmiştir (4).

- Classis : Bivalvia Linne, 1758
Subclassis : Pteromorpha Beurlen, 1944
Ord : Pterioida Newell, 1965
Superfamilya : Pterioidea Gray J.E., 1847
Familya : Pteriidae Gray J.E., 1847
Pinctada radiata (Leach, 1814) [Avicula]



Şekil 1. Akkuyu Koyu /İçel-Türkiye (Harita çizim O. Bahadır Çapar).

Materyal ve Metot

Organizmalar, denizden pleksiglas çerçeveli elekler yardımıyla toplanmıştır. Organizmaların tutunduğu eleklerde, *Pinctada radiata*'nın yanısıra Mollusca'dan *Anomia ehippium* (Anomidae) ve *Chama gryphoides* (Chamidae); Polychaeta'dan *Spirorbis* sp. (Serpulidae); Bryozoa'dan *Schizobrachiella* sp. (Escharellidae); Hydrozoa'dan *Campanularia* sp. (Campanulinidae) ve *Obelia* sp. (Campanulinidae); Chordata'dan *Ciano intestinalis* (Cionidae) ve *Botryllus schlosseri* (Styelidae) türleri de gözlenmiştir.

Denemeler, laboratuvarda yürütülmüş ve akut biyodeneş çeşitlerinden akar sistemli deney düzeneği, sürekli klorlama yapılarak kurulmuştur (2,5,6,7). Çalışmalar, 20x40x30cm ebadındaki akvaryumlarda yapılmıştır. Organizmaların laboratuvar koşullarına uyumu için, tutundukları plakalar, 35x140x40 cm ebadındaki stok akvaryumlarına alınmış, stok akvaryumları sık sık sifonlanmış ve oksijen ile sıcaklık izlenmiştir. Organizmalar denemelere kadar fitoplankton (*Tetraselmis chuii*, *Rhinomonas reticulata*, ve *Nannochloropsis oculata*) ile beslenmiştir.

Deneyler, iki tekrarlı olarak, birer tanesi kontrol grubu olmak üzere 5 değişik klor konsantrasyonunun uygulandığı 6'şar akvaryumdan, toplam 12 adet akvaryumda ve sıcaklığın kontrol altında tutulduğu ortamda yürütülmüştür. Deneyler süresince yemleme yapılmamış ve organizmalar akvaryumlara alınmadan 48 saat önce yemleme durdurulmuştur. Deneylerde, deney canlılarının yaşadığı ortamdan temin edilen doğal deniz suyu kullanılmıştır (Tablo 1).

Akvaryumlara ortalama ağırlığı 5,57±0,22 g, ortalama boyu 3,56±0,05 cm ve ortalama eni 3,35±0,05 cm ($\bar{X} \pm SE$) olan 10'ar adet organizma konulmuştur. Oluşturulan düzenekte su akıntısı dakikada 0,07 litre olarak uygulanmış ve klor organizmalara sürekli olarak verilmiştir. Klor kaynağı olarak Sodyum hipoklorit (NaOCl) kullanılmış ve akvaryumlara 1,35; 1,80; 2,40; 3,20; 4,20; ve 0,00(kontrol) mg^l olacak şekilde klor uygulaması yapılmıştır.

Biyodeneşlerle 2 aşamalı bir konsantrasyon belirleme çalışması yapılmıştır. Birinci aşamada, öldürücü etki yapan 24 saatlik LC değerleri saptanmıştır. İkinci aşamada ise, klorun kimyasal davranışı dikkate alınarak, kalıntı klor miktarları iyodometrik yöntemle belirlenmiştir(5).

Bulgular, SPSS Programında Probit Analiz Yöntemiyle değerlendirilmiştir(8).

Su Kalite Parametreleri	Organik Madde (mg O ₂ l ⁻¹)	Çözünmüş O ₂ (mg l ⁻¹)	pH	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (%)
Ölçülen Değerler	17,6	6,0	7,4	20	35,5

Tablo 1. Deneylede Kullanılan Doğal Deniz Suyunun Özellikleri.

Bulgular ve Tartışma

Deneylede sırasında sıcaklık 20°C, pH 7,1-7,4 ve çözünmüş oksijen 5,5-6,0 mg l⁻¹ olarak ölçülmüş olup, ilk 6 saat içinde, 2,40 mg l⁻¹ klor uygulanan akvaryumlar dışında kalan daha düşük konsantrasyonların uygulandığı akvaryumlarda, ölüm gözlenmemiştir.

Bunun nedeni, *Pinctada radiata*'nın biyolojik davranış biçiminden kaynaklanmaktadır. Organizma, klor uygulamasının yapıldığı andan itibaren, oldukça uzun bir süre kapaklarını kapatmakta ve dış ortam ile ilişkisini kesmektedir. Bu nedenle, uygulanan klor konsantrasyonlarındaki ölümler, belki de çok daha önce ortaya çıkacakken, sonraki zaman içinde görülmektedir. Nitekim, foulinge neden olan diğer midye türlerine göre, klor uygulamalarına karşı daha toleranslı olan *Mytilopsis leucophaeta* ile yapılan bir çalışmada, klor varlığındaki kapak hareketleri incelenmiş, 0,0 mg l⁻¹'lik kontrol grubunda, 0,1 mg l⁻¹ kalıntı klor bulunan gruba göre 10 misli daha fazla kapak hareketi gözlenmiş ve 0,75 mg l⁻¹ kalıntı klor varlığında ise, kapak hareketinin olumsuz şekilde etkilendiği belirlenmiş ve ortamdaki klor miktarının artmasıyla kapakların kapandığı saptanmıştır(9).

Bu çalışmada, *Pinctada radiata* için saptanan 24 saatlik öldürücü klor konsantrasyonları LC₅₀ için 1,75 mg l⁻¹, LC₉₀ için 5,36 mg l⁻¹ ve LC₉₅ için 7,58 mg l⁻¹ olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Fouling organizma kontrolünde kullanılan kimyasal maddenin etkisi, organizmanın türüne ve yaşam evresine göre değiştiği gibi, uygulanan maddenin miktarına ve çeşidine, göre de değişmektedir. Örneğin, 1,0 mg l⁻¹ klor uygulamasında, *Mytilus edulis*'de 15 günde %100 ölüm, 2,5 mg l⁻¹ klor uygulamasında *Balanus improvisus* erginlerinde 5 günde %100 ölüm, larvalarında ise 5 dakikada %80 ölüm oluştuğu bildirilmektedir (1).

Ayrıca, bu çeşit uygulamalarda sıcaklık faktörünün de etkili olduğu bilinmektedir. Nitekim, sadece sıcaklık faktörü kullanılarak fouling kontrolü yapılabildiği gibi, klor kullanımında ortam sıcaklığı yükseltilerek, etki şiddeti artırılabilir (6,10).

Tablo 2. Klor Uygulamasında *Pinctada radiata* için saptanan 24 saatlik LC Değerleri.

Öldürücü Etkisi Araştırılan Zehirli Madde	Öldürücü Konsantrasyon Değerleri		
	LC ₅₀	LC ₉₀	LC ₉₅
Klor (mg l ⁻¹)	1,75	5,36	7,58

Bu kapsamda, araştırmamız 20°C ortam koşullarında yürütüldüğünden, sıcaklık artırılarak, daha düşük klor uygulamasıyla benzer sonucun alınabileceği düşünülmektedir.

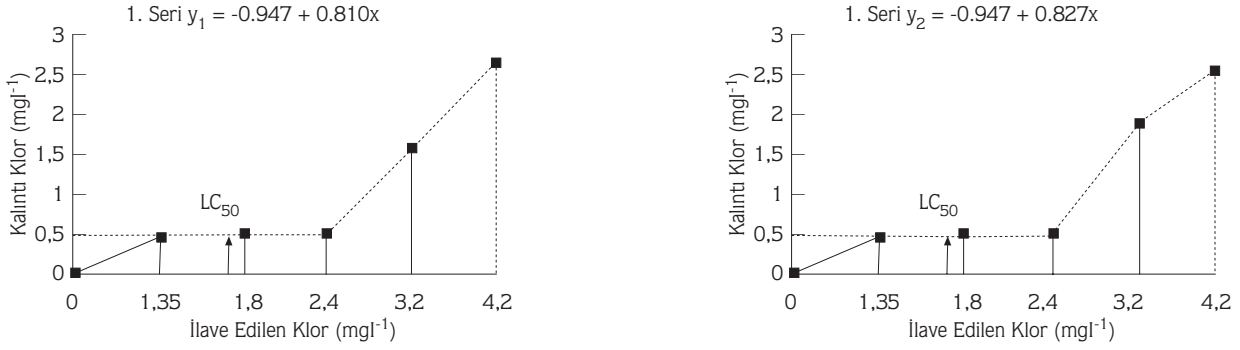
Bu çalışmada, 24 saatlik klor uygulaması sonucunda saptanan kalıntı klor miktarları ise, Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, *Pinctada radiata* için belirlenen öldürücü klor konsantrasyonlarından 1,75 mg l⁻¹ LC₅₀ değerindeki kalıntı klor miktarı, 0,47 mg l⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Acı su çift kabuklularından *Mytilopsis leucophaeta* üzerinde yapılan bir çalışmada, 20°C'de kalıntı klor miktarı 1,0 mg l⁻¹ iken %100 ölümün 36 günde meydana geldiği, ancak, ortamdaki kalıntı klor miktarı arttıkça %100 ölüm meydana gelen sürenin kıaldığı ve kalıntı klor 10,0 mg l⁻¹ iken sürenin 7 güne indiği bildirilmektedir(6). Ayrıca, başka bir araştırmada, 14,3-25,8°C su sıcaklıklarında, Zebra midyelerinde 0,25-0,50 mg l⁻¹ seviyesinde klor dioksit uygulandığında %100 ölümün 1,7-3,7 günde meydana geldiği bildirilmektedir (2).

Her ne kadar tür ve kimyasal madde farklılığı önemli bir etken ise de, benzer bir yaklaşımla, *Pinctada radiata* için %100 ölüm elde edebilmek amacıyla, LC₅₀ için belirlenmiş olan 0,47 mg l⁻¹ kalıntı klor değerinin, artırılarak uygulanması uygun olacaktır.

Teşekkür,

Çalışmaya olan katkılarından dolayı, Araştırma Görevlileri Meltem TAŞDEMİR ve Ahmet BOZKURT ile Öğretim Görevlisi Olcayto KESKİNKAN'a teşekkür ederiz.



Şekil 2. 24 Saatlik Klor Uygulaması Sonunda Saptanan Kalıntı Klor Miktarları.

Kaynaklar

1. Mattice, J.S. and Zittel, H.E., Site Specific Evaluation of Power Plant Chlorination, WPCF, vol. 48, No. 10, p.2284-2308 October 1976.
2. Garrett, W.E.Jr. and Laylor, M.M., The Effects of Low Level Chlorination and Chlorine Dioxide on Biofouling Control in a Once-Through Service Water System, Proceed. Of The Fifth Int. Zebra Mussel and Other Aq. Nuisance Org. Conf., p.133-149, Toronto, Canada, February 1995.
3. Poppe, G.T., Goto, Y., European Seashells, vol. 11, sf.56, 221. grillparzerstr. 22, D-65187, Wiesbaden, Germany, 1993.
4. Sabelli, B., Giannuzzi-Savelli, R., Bedulli, D., Annotated Check List of Mediterranean Marine Mollusks, vol.1, sf. 348, societa' Italiana di Malacologia, 1992.
5. APHA, AWWA, WEF, Standard Methods For The Examination Of Water and Waste Water, 20th edit. p.614-743 Washington, DC., 1998.
6. Jenner, H.A., Whitehouse, J.W, Taylor, C.J.L. and Khalanski, M., Cooling Water Management in European Power Stations, Biology and Control Of Fouling, Hydroecologie Appliquee Publie Par Electricite De France. Hydroecologie Appliquee Tome 10, volume 1-2, 225p,1998. France.
7. Ackerman, J.D., Spencer, S.F., Sim, B., Evans, D. and Claudi, R., A Continuous Flow Facility For Zebra Mussel Research and Control. Proceedings Of The Fourth International Zebra Mussel Conference, p.3-13, Madison, Wisconsin, March 1994.
8. Özdamar, K. Paket Programlarla İstatistiksel Veri Analizi, (I-II), Kaan Kitapevi, Eskişehir, 1999.
9. Rajagopal, S., Velde, G. Van der and Jenner, H.A., Shell Valve Movement Response Of Dark False Mussel, *Mytilopsis leucophaeta*, To Chlorination. Great Britain, Wat. Res. vol. 31, No. 12, pp. 3187-3190, 1997.
10. Harrington, D.K., Benschoten, J.E.V., Jensen, J.N., Levis, D.P. ve Neuhauser, E.F., Combined Use Of Heat and Oxidants For Controlling Adult Zebra Mussels, Great Britain, Wat. Res. Vol. 31, no. 11, pp. 2783-2791, 1997.