

Araştırma Makalesi
Research Article

**Gölbaşı Gölü (Hatay) Tatl Su Midyelerinin
Kabuk Yapısının Kristalize Düzeyde İncelenmesi**

Yahya İŞCAN, Hülya ŞEREFİŞAN

Mustafa Kemal Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi, 31200 İskenderun, Hatay.

* Sorumlu yazar: Tel: +09 326 614 16 93
e-posta: hulyasereflisan@hotmail.com

Geliş Tarihi: 12.06.2014
Kabul Tarihi: 08.07.2014

Abstract

Investigation of Shell Structure of Lake Gölbaşı Freshwater Mussels in The Crystallized Level

In this study, the shells structure of *Anodonta pseudodopsis* (Locard, 1883) and *Unio terminalis* (Lea, 1863) found in Gölbaşı are examined at macro and micro level and the fitness to production of pearl is searched. At macro level; the thickness, brightness, colour of the shell, the form and colour of periostracum layer, the layer of the nacre are examined and the measure of the shell is made by length, height and width. In this research at micro level; the surface layers morphology at periostracum, nacre and vertical of shell is examined in scanning electron microscope. At the end of these examinations, it is measured that the thickness of periostracum *A. pseudodopsis* is 1.83 ± 0.83 mm, its length is 125.74 ± 9.7 mm, width is 43.44 ± 5.03 mm and height is 82.18 ± 4.57 mm. It is identified that the form of the shell is swollen from the sides and the top view is like oval egg. It is found that the layer of periostracum is light and dark brown, nacre is pale copper and bright silver, the plate thickness of nacre is 1 ± 0.5 μ m. It is measured that the shell thickness of *U. terminalis* is 2.87 ± 0.34 mm, its length is 82.96 ± 3.93 mm, width is 28.90 ± 1.66 mm and height is 46.49 ± 1.62 mm. The plate thickness of nacre is 1.5 ± 0.6 μ m and its colour is cream-silver. It is identified that the shell colour is dark and red tones brown, flattened from sides, longitudinal oval from top. It is determined that the form of nacre plate, in *A. pseudodopsis*, is mostly quadrilateral or pentagonal, sometimes hexagon while *U. terminalis* is pentagonal or mostly hexagon.

Keywords: *Anodonta pseudodopsis*, *Unio terminalis*, nacre, shell structure and prismatic structure.

Özet

Bu çalışmada, Gölbaşı Gölü (Hatay)'nde bulunan *Anodonta pseudodopsis* (Locard, 1883) ve *Unio terminalis* (Lea, 1863)'in kabuk yapısı makro ve mikro düzeyde incelenerek, inci üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Makro düzeyde; kabuğun kalınlığı, parlaklığı, rengi, periostrakum tabakasının şekli ve rengi, nakre tabakasının rengi incelenerek, kabuk ölçümleri uzunluk, genişlik ve yükseklik olarak yapılmıştır. Mikro düzeyde yapılan araştırmada; midye kabuğunun periostrakum, nakre ve vertikal yüzey tabakasının morfolojisi taramalı elektron mikroskopunda incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, *A. pseudodopsis*'in kabuk kalınlığı 1.83 ± 0.83 mm, uzunluğu 125.74 ± 9.7 mm, genişliği 43.44 ± 5.03 mm ve yüksekliği 82.18 ± 4.57 mm olarak ölçülmüştür. Kabuk şeklinin yanlardan şişkin, üstten görünüşü ovalimsi yumurta biçiminde olduğu tespit edilmiştir. Periostrakum tabakasının açık ve koyu kahverengi, nakre renginin, soluk bakır veya parlak gümüşü renkte ve nakre plaka kalınlığının 1 ± 0.5 μ m olduğu bulunmuştur. *U. terminalis*'in kabuk kalınlığı 2.87 ± 0.34 mm, uzunluğu 82.96 ± 3.93 mm, genişliği 28.90 ± 1.66 mm ve yüksekliği 46.49 ± 1.62 mm olarak ölçülmüştür. Nakre plaka kalınlığı $1,5 \pm 0,6$ μ m olup nakre tabakası, beyaz, krem-gümüş rengindedir. Kabuk renginin, kahverenginin açık ve kırmızı tonlarında olduğu, yanlardan basık, üstten görünüşte uzunlamasına oval olduğu tespit edilmiştir. Nakre plakalarının şekli *A. pseudodopsis*'de çoğunlukla dörtgen veya beşgen, bazen altıgen yapıda olduğu, *U. terminalis*'de ise beşgen veya çoğunlukta altıgen şeklinde olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Anodonta pseudodopsis*, *Unio terminalis*, nakre, kabuk yapısı ve prizmatik yapı

Giriş

Mollusca, hayvanlar âleminde Arthropoda'dan sonra türce en zengin şubedir. Mollusca şubesi 8 sınıftan oluşur (Bourguin, 2000). Yaklaşık 80.000 civarında tür içeren bu şubenin en kalabalık 2.sınıfı yaklaşık 7.500 tür sayısı ile Bivalvialardır (Espinosa vd., 2009).

Tatlı su midyelerinin kabukları, geçmişten günümüze inci üretimi başta olmak üzere, kabuk endüstrisi ve diğer alanlarda değerlendirilmektedir. M.Ö. 4000 yıllarında Sümerlerin mezar taşlarında rastlanan Sedefkârlık, Osmanlı İmparatorluğu döneminde zirveye ulaşmış ve 15. yüzyıldan itibaren inşa edilen camiler, saraylar ve konakların kapı, pencere süslemelerinde ve bu mekânlarda kullanılan aksesuarların yapımında kullanılmıştır (Karaman ve Söylemezoğlu, 2010). Tatlı su midyesinin inci üretiminde değerlendirilmesi, 1800'lü yılların başında Kuzey Amerika'da, tatlı su midyelerinden inci elde edilişi ile başlamıştır. Özellikle avcılığındaki kolaylık nedeniyle sınır tanımayan tonajlarda midye avlanılarak hem kabuk hem de içinden çıkan inci altın değerinde önemli pazar oluşturmuştur (Huber, 2010). Başta Çin, Japonya ve Hindistan olmak üzere tatlı su midyelerinin kültür inci endüstrisinde değerlendirilmesi, hızlı bir gelişim göstermiştir (Misra vd., 2000).

İnci sektöründe renk, büyüklük, şekil ve parlaklık inci pazarını etkileyen oldukça önemli özellikler olup midyenin nakre aktivitesine bağlı olarak değişmektedir. Midyenin gonad içine ve manto ile kabuk arasına uygulanan nükleus implantasyonu sonrasında, midyeye nakledilen nükleus, yabancı madde olarak algılanıp vücuttan atılmak istendiği, bu esnada nakre adı verilen (sedef) ve kalsiyum karbonat (CaCO₃) yapısındaki madde salgılanarak, yabancı nesneyi vücuttan atma çabasının devam ettiği belirtilerek inci oluşumunun bu işlemle gerçekleştiği bildirilmiştir (Misra, 2005).

Nakre tabakası, manto dokusunun epitelyum kısmından salgılanır ve küçük CaCO₃ kristallerinin kabuğa paralel ve ardışık olarak dizelenmesi ile oluşur. Nakre tabakası zaman içinde birikerek kalınlaşır ve sonunda CaCO₃ yapılı parlak, sert ve dayanıklı bir özellikte olan midye kabuğunu oluşturur (McMahon, 1991). İnci üretiminde en önemli madde olan nakrenin kalsiyum karbonattan oluşmuş bir biomalzeme olduğu (Currey, 1974; Jackson vd., 1989; Checa vd., 2001; Li ve Espinosa, 2006), nakre plakalarının şekil ve diziliş biçiminin türlere göre değişen bir özellik gösterdiği bildirilmiştir (Currey ve Taylor, 1974).

Midye kabuğunun morfolojisi, nakre plaka formu ve kabuğun sedef yapısı bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Curry, 1974; Currey ve Taylor, 1974; Suzuki ve Uozumi, 1981). Taramalı elektron mikroskopunda incelenen tek bir nakre (sedef) kristalinin yapısının, altıgen, spiral, teraslama ve labirent şekillerde olduğu tespit edilmiştir (Checa ve Rodriguez-Navarro, 2001; Cartwright ve Checa, 2007; Xie vd., 2010). İnci üretimine en uygun midyelerin, kabuk yapısındaki nakre plakalarının beşgen veya altıgen yapıda oldukları (Currey ve Taylor, 1974), bu form durumuna göre midye kabukları, sedefli veya az sedefli olarak değerlendirilmektedir (Zuykov vd., 2011). Altıgen yapıdaki nakre plakaları inci endüstrisi açısından en makbul plaka şeklidir (Currey ve Taylor, 1974; Barthelat vd., 2007). Bazı araştırmalar sonucunda, inci üretiminde nakre plakalarının şekli kadar, nakre plaka dizilişinin (Suzuki ve Uozumi, 1981) ve nakre plaka kalınlığının da önemli olduğu bildirilmiştir (Moorkens, 2000; Rousseau vd., 2005; Barthelat vd., 2007; Gauthier ve Ajaques, 1989; Espinosa vd., 2009).

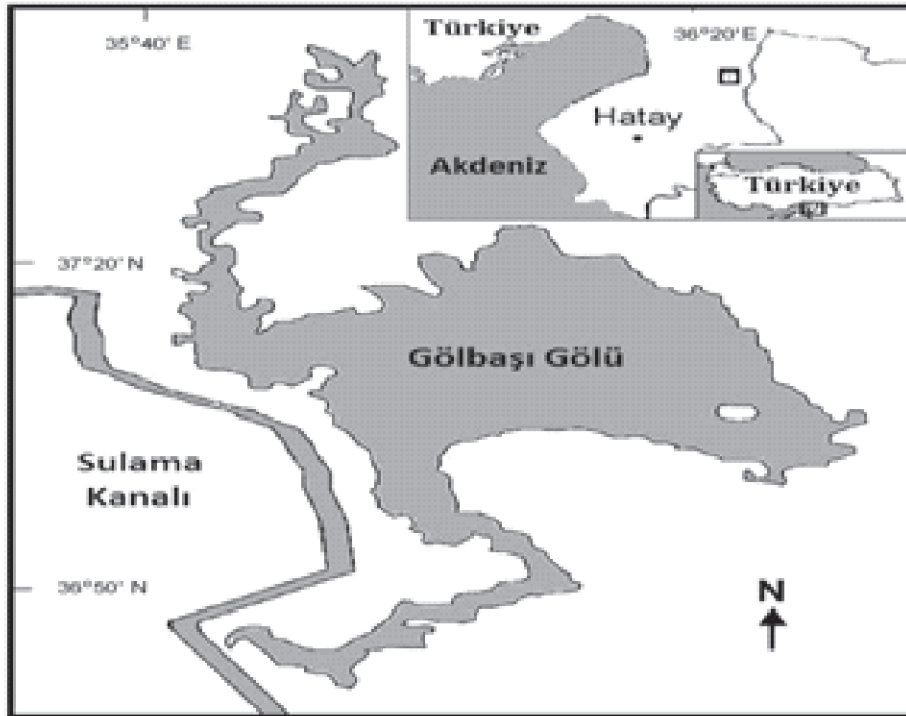
Dünya yapay inci üretiminde nakre (sedef) içerikli kabuk yapısına sahip olmalarından dolayı, en çok Unionidae familyasına mensup midyeler kullanılmaktadır (Skinner vd., 2003). Kabuk endüstrisinde ve insan tüketimindeki önemi son yıllarda yapılan araştırmalarda ortaya çıkan bu türlerin, sedefçilik sektöründe de önemli olduğu, özellikle kabuk oluşumunu tamamlamış ve kullanım için yeterince kalınlaşmış olgun midye kabuklarının kullanıldığı tespit edilmiştir (Gügener, 2006; Şereflişan, 2011). Kabuk rengi, kabuk kalınlığı ve kabuk iç parlaklığı araştırılan tatlı su midyelerinin (*Anodonta pseudodopsis* ve *Unio terminalis*) Gaziantep'te sedef kakmacılığında kullanıldığı belirlenmiştir (Şereflişan, 2005).

Bugün dış turizmde de geniş pazar bulmuş olan sedef işçiliği için kullanılan midye kabukları, Adıyaman, Ankara, Malatya, Şanlıurfa ve Hatay gibi illerden ve yurtdışından temin edilmektedir (Şereflişan vd., 2009;

Şereflişan, 2011). Bu çalışma, Hatay ilinin Gölbaşı Gölü'nde ve bu bölgedeki sulama kanallarında bulunan *A. pseudodopsis* ve *U. terminalis* 'in kristalize kabuk yapıları ve sedef tabakaları mikro düzeyde incelenerek inci üretimine uygun olup olmadıklarını anlamamıza yarayacak bilimsel verilere ulaşmak amacıyla yapılmıştır.

Yöntem

Araştırmada kullanılan tatlı su midyeleri, Gölbaşı gölü (Kırıkhan/HATAY)'ndan toplanmıştır (Şekil1).Gölbaşı gölü (36°30'16"N; 36°29'42"E) Amik gölü kurutulduktan sonra oluşturulmuş, Hatay ilinin kuzeydoğusunda yer alan, Antakya'ya 50 km uzaklıkta bulunan bir göldür. Midye örnekleri, her bir tür için 5'er adet, gölün 1- 1,5m derinliğinden kepçe yardımı ile alınarak soğutuculu kutularda laboratuvara getirilmiştir. Burada midyeler temizlenip, oda sıcaklığında bir gün bekletilerek mikro analiz için hazır duruma getirilmiştir.



Şekil 1. Örneklerin toplandığı Gölbaşı Gölü (Hatay)

Mikro düzey incelemede, midye kabuklarının prizmatik ve nakre tabakalarının kristalize yapılarına bakılmıştır. Bu işlem için, Mustafa Kemal Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan JEOL JSM 5500 taramalı elektron mikroskop [Scanning Electron Microscope (SEM)] kullanılmış ve incelemeler Maugel vd., (1980)'e göre yapılmıştır. Öncelikle, kabuk örneklerini 50 mm fosfat içinde glutaraldehit ile dezenfekte edilerek %50 etanol içine transfer edilmiştir. Daha sonra örneklerin her biri dehidrate etmek için %60, %70, %80 etanolde 30 dakika bekletilmiştir. Örnekler, 1 cm çapında silindir yapıdaki bakır-pirinç karışımı ve iletkenliği olan örnekleme kabının üst tarafına karbon

bant yapıştırılarak buraya midye kabuk örnekleri yerleştirilmiştir. Hazırlanan örnekler, taramalı elektron mikroskop ile taranarak, görüntüleri alınmıştır.

Bulgular

Anodontapseudodopsis'in Kabuk Yapısının Makro Düzeyde İncelenmesi

Kabuk şekli ovale yakın olan bu türün pseudokardinal velateral dişleri bulunmamaktadır. Ligament dorsalde yer almaktadır (Şekil 2). Kabuk equivalv bir yapıda olup, umboanterior kısma dönüktür. Genellikle kahverenginin açık ve koyu tonlarında olan bu türün kabuğu daha ince ve kırılganlığı daha fazladır.



Şekil 2. *A. pseudodopsis*'in makrometrik görüntüsü (Orijinal fotoğraf, Şereflişan, 2013).

Çizelge 1. Midyelerin kabuk uzunluğu (mm), yüksekliği (mm), genişliği (mm), kabuk kalınlık (mm) ve nakre kalınlık (μm) ölçüm değerleri (ort \pm standart sapma)

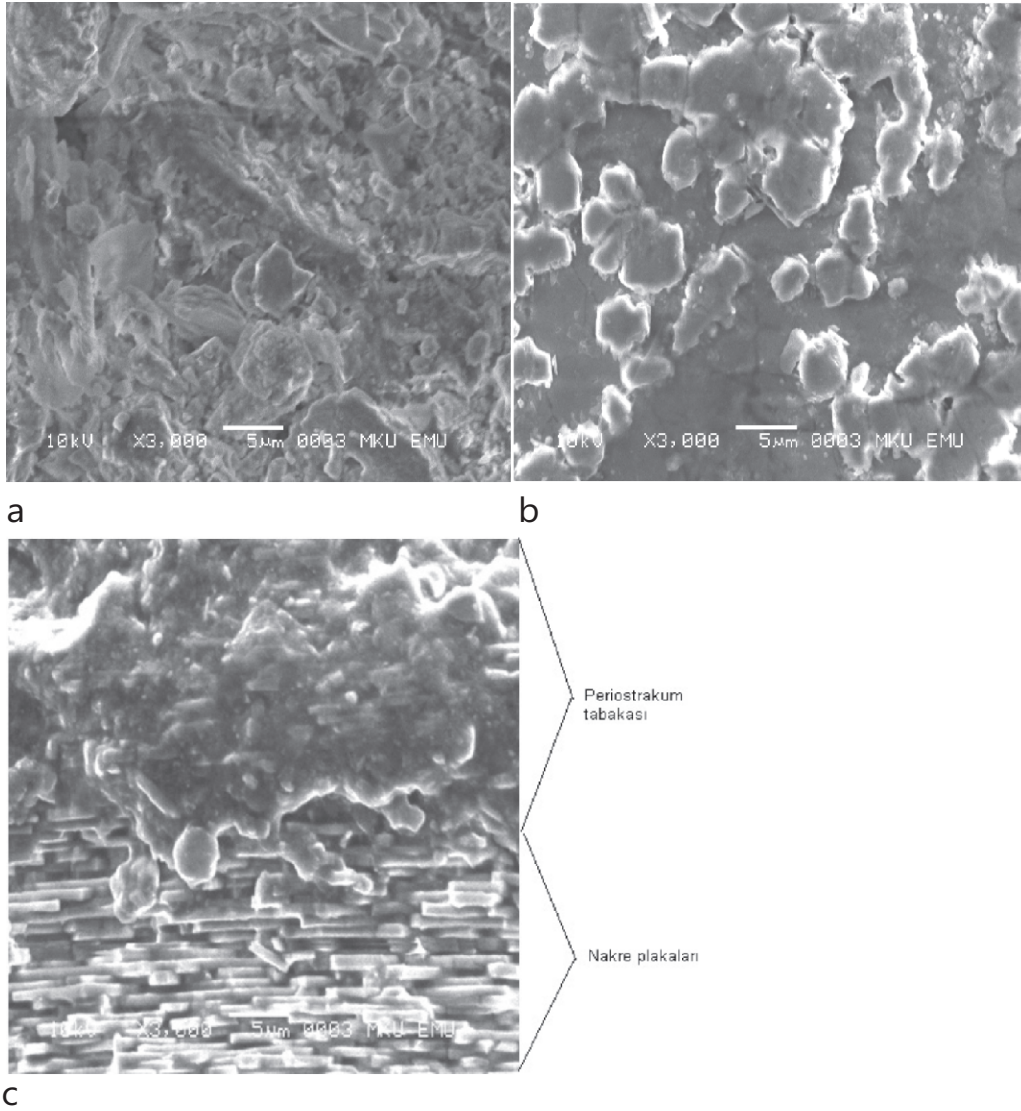
	Midye sayısı (n)	Uzunluk mm	Yükseklik mm	Genişlik mm	Kabuk kalınlığı mm	Nakre kalınlığı μm
<i>A. pseudodopsis</i>	5	125.74 \pm 9.70	82.18 \pm 4.57	43.44 \pm 5.03	1.83 \pm 0.83	1 \pm 0.5
Maks-min		136.58-110.28	87.56-75.16	48.55-35.56	2.83-1.01	1.3 \pm 0.7
<i>U. terminalis</i>	5	82.96 \pm 3.93	46.49 \pm 1.62	28.90 \pm 1.66	2.87 \pm 0.34	1.5 \pm 0.6
Maks-min		88.18-78.1	48.35-44.11	30.79-26.9	3.18-2.5	1.7 \pm 1.3

Anodonta pseudodopsis'in Periostrakum-Ostrakum, Nakre ve Vertikal Yüzey Tabakasının Morfolojisi

Midye kabuğunun periostrakum (en dış tabaka) ile ostrakum (orta tabaka) tabakası genel olarak kalsiyum karbonat yapıda olup, kristal bazda kalsit yoğunludur. Bu nedenle aşınımı nakre tabakasına göre daha kolay olduğu gözlenmiştir. Periostrakum tabakası incelendiğinde, prizmatik nakre kristallerine rastlanılmamış, düzenli plakalar halinde dizilenmiştir. (Şekil 3a). Ayrıca kalsit tabanın düzensiz ve katmanlar arasında boşluk olacak şeklindeki dizilişi, daha aşınabilir bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

A. pseudodopsis'in kabuk iç yüzeyi parlak sedefli bir görünümündedir. Dörtgen, beşgen ve nadiren altıgen yapıdaki nakre plakaları oldukça belirgin olarak görülmektedir (Şekil 3b). Bu kristalize plakalarının varlığı, kabuğun iç yapısının sedefli parlak bir yapıda olmasını sağlamaktadır.

Midye kabuğunun vertikal yöndeki kesit yüzeyi incelendiğinde, periostrakum tabakası ile nakre tabakası arasında keskin bir ayrım söz konusudur. Yani kalsit tabakası ile nakre plakaları diziliş, şekil ve plaka kalınlığı bakımından tamamen birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir (Şekil 3c).



Şekil 3. *A. pseudodopsis*'in taramalı elektron mikroskopta

a)-periostrakum tabakasının; b)- nakre tabakasının c)- vertikal yüzey tabakasının görüntüsü.

Unio terminalis'in Kabuk Yapısının Makro Düzeyde İncelenmesi

U. terminalis'in kabuk rengi, bulunduğu ortama göre renk tonu bakımından değişiklik gösterdiği gözlenmiştir. Genellikle kahverenginin açık ve kırmızı tonlarında olan bu türün kabuğu daha kalın ve kırılabilirliği daha azdır. Kabuk şekli uzunlamasına oval bir yapıdadır (Şekil4). Ligamentdorsalde bulunmaktadır. Psödokardinal ve lateral dişler belirgin olarak görülmektedir. Kabuk equivalv bir yapıda olup, umbo anterior kısma dönüktür. Büyüme belirteci olan yaş halkaları belirgin olduğu gözlenmiştir.

U. terminalis'in Periostrakum-Ostrakum, Nakre ve Vertikal Yüzey Tabakasının Morfolojisi

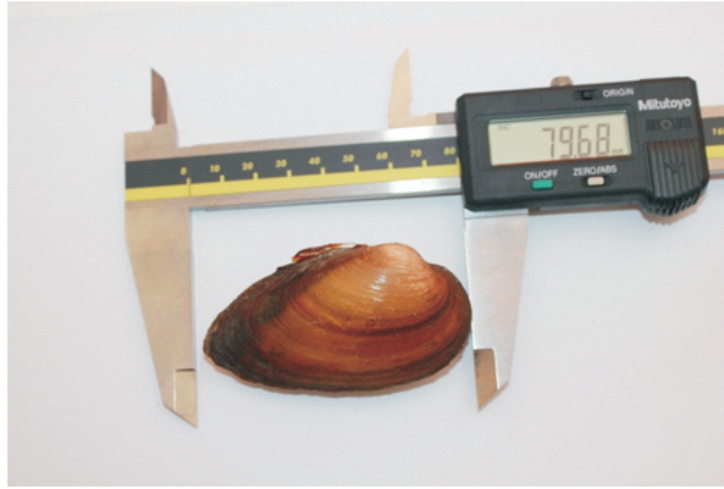
U. terminalis'inperiostrakum ve ostrakum

tabakası incelendiğinde, prizmatik kalsit tabakaları düzenli bir diziliş sergilememekle birlikte, plakalar arası boşluk olduğu görülmüştür (Şekil 5a).

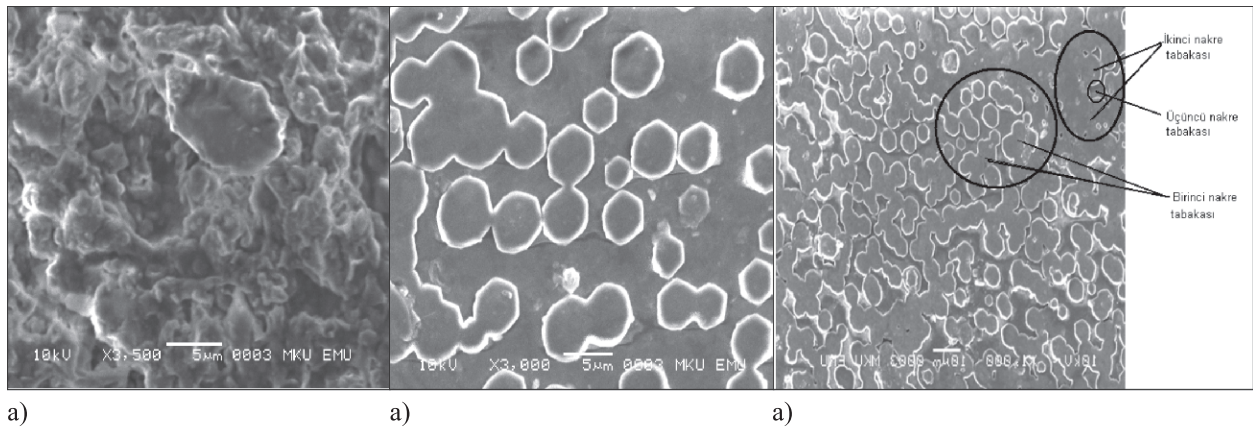
Prizmatik nakre kristallerinin genelde altıgen yapıda olduğu, nakre plakalarının düzgün ve katmanlı olarak dizilişi net olarak gözlenmiştir (Şekil 5b-c).

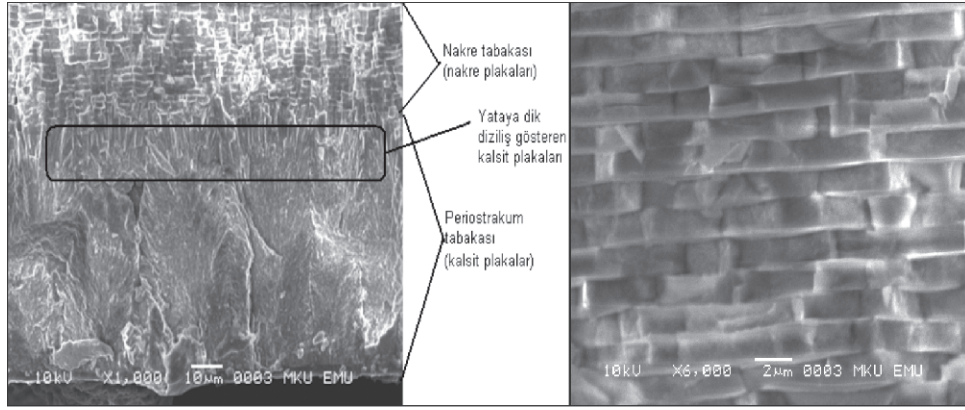
Midye kabuğundan vertikal yönde alınan kesit, mikro düzeyde incelendiğinde, nakre plakaları ile periostrakum tabakasının kalsit plakaları çok düzgün bir yapı çerçevesinde birbirinden ayrıldığı görülmüştür (Şekil 5d).

Özellikle kalsit plakalarının nakre plakalarına yakın olduğu bölgede yataya dik bir diziliş sergilendiği, nakre plakalarının ise arasında boşluk olmadan yataya paralel bir dizilişte olduğu görülmüştür (Şekil 5 e).



Şekil 4. *U. terminalis*'in uzunluk ölçümü (mm) (Orijinal fotoğraf, Şereflişan, 2013).





d)

e)

Şekil 5. *U. terminalis*'in taramalı elektron mikroskopta

a)periostrakum tabakasının; b-c) nakre tabakasının; d-e) vertikal yüzey tabakasının görüntüsü (Orjinal fotoğraf, Şereflişan, 2013).

Tartışma

Çalışmamızda *A. pseudodopsis*'innakre kristal yapısı dörtgen, beşgen ve nadiren altıgen yapıda tespit edilmiştir. Bu bağlamda *Unioelongatus*, *Lampsiliscardium* ve *Arca imbricata* gibi kabuğu sedefli ancak inci üretiminde fazla yer edinmemiş tatlı su midyeleri ile benzerlik göstermiştir. Bu karşılaştırmalar sonucunda, *A. Pseudodopsis*'in kabuk içyapısı sedefli ve inci üretimi için denenebilir bir tür olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızın ikinci türü olan *U. terminalis*'innakre kristal yapısı beşgen ve çoğunlukta altıgen yapıda olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarla karşılaştırdığımızda, dünya inci üretiminde söz sahibi olan *Pinctadamaximave Pinctadamargaritifera*'ninnakre plakalarına benzer bir form göstermiştir. Kabuk içyapısı oldukça sedefli olan *Unioterminalis*'in inci üretiminde denenmesi gereken bir tür olduğu sonucu elde edilmiştir.

Araştırmamızda, *A. pseudodopsis* ve *U. terminalis*'innakre plaka dizilişi yataya paralel olup, kabuklarının sedefli olmasıyla literatür çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Ancak, *Unio douglasiae*'ninnakre plaka dizilişi ile

farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Suzuki ve Uozumi, 1981).

Midye kabuğunun dış ve orta tabakasının (periostrakum ve ostrakum) protein ve kalsit içerikli bir yapıdan oluştuğu bildirilmiştir (Stenzel, 1963; Taylor vd., 1968; Gervis ve Sims, 1992). Kalsit plakaları yataya paralel olmayan düzensiz bir diziliş sergilediği ve plaka aralarında ki mevcut boşluklardan dolayı aşınmaya müsait bir yapı içermektedir. Nakre plakaları yataya paralel ve plaka aralarında boşluk olmadan düzenli bir diziliş sergilediği için daha sert, darbelere dayanıklı ve kolay aşınmayan bir yapı içermektedir. Bu da nakrenin, kalsit tabakadan daha dayanıklı olduğu ve kabuk bütünlüğünü koruyucu bir role sahip olduğunu göstermektedir (Barthelat vd., 2007). Çalışmamızda, *A. pseudodopsis* ve *U. terminalis*'in kalsit plakaları düzensiz bir diziliş sergilediği ve kalsit dokusunun aşınabilir bir yapıda olduğu tespit edilmiştir. Bu duruma karşı, nakre tabakasının plakaları arasında boşluk olmadan dizilişi, onun daha dayanıklı ve kabuğu kırılmaktan koruyan bir yapıya sahip olduğu sonucu literatür çalışması ile benzer bulunmuştur.

Aragonit plakalarının kalınlığı *Margaritifera margaritifera*da 2.5 µm (Moorkens, 2000), *Haliothisrufescens* (Abalon)'te 0.3-0.5 µm (Rousseau vd., 2005; Barthelat vd., 2007), *Araguaianehir* midyesi kabuğunda 1.5 µm (Gauthier ve Ajaques, 1989) ve *Pinctada margaritifera*'danakre kalınlığı 1.5 µm olduğu bildirilmiştir (Espinosa vd., 2009). Araştırmamızda incelenen *A. pseudodopsis*'in nakre plaka kalınlığı 1µm, *U. terminalis*'in 1.5 µm olarak bulunmuştur. Dünya inci üretiminde adı geçen *Pinctadamargaritifera*ve *Margaritifera margaritifera* türlerinin nakre plaka kalınlıkları göz önüne alındığında, araştırmamıza konu olan türlerin nakre kalınlıkları, inci üretimi için olumlu ve uygun ölçülerde olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç

Araştırdığımız türlerin nakre plakalarının dizilişi ve plaka formu, literatürde yer alan ve inci üretiminde söz sahibi midye türleriyle karşılaştırıldığında, benzer bulgular elde edilmiştir. Bu sonuçtan yola çıkarak, *A. pseudodopsis* ve *U. terminalis*'in kabuk yapısının yeterince sedefli ve parlak olduğu, özellikle *U. terminalis*'in kültür inci üretiminde kullanılabilir bir tür olduğu belirlenmiştir. Hatay ili Gölbaşı Gölü'nde yaygın olarak bulunan *A. pseudodopsis* ve *U. terminalis*'in, ülkemize ait tarihsel bir geçmişi olan sedef kakmacılığı sanatı için değerlendirilmesinin yanı sıra, inci üretimi konusunda, *U. terminalis*'in sedef rengi ve kabuk kalınlığı bakımından oldukça uygun olduğu sonucu ortaya çıkmış bulunmaktadır. Ayrıca, *A. pseudodopsis*'in manto dokusu ve kabuğunun, inci çekirdeği (nükleus) olarak *U. terminalis*'eimplant edilebilirliği, araştırmamızın diğer önemli bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Kaynaklar

Barthelat, F., Tang, H., Zavattieri, P.D., Li, C.M. ve Espinosa, H.D. 2007. On the mechanics of mother-of-pearl: A keyfeature in the material hierarchical structure. *Journal of the Mechanics and Physics*

of Solids55:306–337

- Bourguin, B.P. 2000. Shell as a bioindicator of leadpollution: Considerations on bioavailability and variability. *Mar.Ecol. Prog. Ser.*61, 253–262.
- Cartwright, J.H.E. ve Checa A.G. 2007. The Dynamics of nacre self-assembly. *J R Soc Interface* 4:491–504.
- Currey, J.D. ve Taylor, J.D. 1974. The mechanical behavior of some mollus can hard tissues. *J. Zool. (London)* 173 (3), 395–406.
- Curry, J.D., 1974. Mechanical properties of mother of pearl in tension. *Proc. R. Soc. London B* 196, 443–463.
- Checa, AG. ve Rodriguez-Navarro, A. 2001. Geometrical and crysstallo-graphic constraints determine the self-organization of shell microstructures in Unionida (Bivalvia : Mollusca). *Proc R Soc B* 268:771-778.
- Espinosa, H. D., Rim J. E., Barthelat, F. ve Buehler, M. J. 2009. Merger of structure and material in nacreand bone –Perspectives on de novo biomimetic materials. *Progress in MaterialsScience* 54, 1059-1100.
- Gauthier, J.P. ve Ajaques, J.M. 1989. Laperleau microscope electronique. *Revue de gemmologie.f.g.*, 99, pp. 12-17.
- Gervis, M.H. ve Sims, N.A. 1992. *TheBiology and Culture of Pearl Oyster (Bivalvia; Pteriidae): The World Fish Center.*
- GÜGEMER, 2006. Gaziantep El Sanatlarını Koruma ve Geliştirme Merkezi. Yayın No:1. Gaziantep Üniversitesi. 102:62-73
- Huber, M. 2010. *Compendium of Bivalves. A Full-color Guide to 3'300 of the World's Marine Bivalves. A Status on Bivalvia after 250 Years of Research.* Hackenheim: Conch Books. pp. 901 pp.
- Jackson, A.P., Vincent, J.F.V. ve Turner, R.M. 1989. A Physical model of nacre. *Composites Science and Technology*, 36, 255-266.
- Karaman, Ş., ve Söylemezoğlu, F. 2010. Gaziantep İlinde Sedef Kakmacılık Sanatı. *Türk Sanatları Araştırma Dergisi.Sayı 1/cilt 1.*
- Li, S. ve Espinosa, H.D. 2006. Mechanical properties of nacre constituents and their impact on mechanical performance. *J. Mater. Res.*, 21, 1977-1986.
- Maugel, T.K., Bonar, D.B., Creegan, W.J. ve Small E.B. 1980. Specimen preparation techniques for aquatic organism. *Scanning Electron Microscopy II: 57-77.*
- McMahon, R.F. 1991. *Mollusca: Bivalvia. Ecolog-yandclassification of North American Fresh water Invertebrates (eds J.H. Thorpand A.P. Covich).* Academic Press, San Diego. pp. 315-399.

- Misra, G., Maharathy, C., Mohanty, P., Pattnaik, S., Ghadai, K., Bhanot, K.K. ve Janakiram, K. 2000. Central Institute of Freshwater Aquaculture, Bhubaneswar. 37pp.
- Misra, G. 2005. Pearl farming—avenue for women entrepreneurship. In Ninawe, A.S. And Diwan, A.D. (eds.) Women Empowerment in Fisheries. Narendra Publishing House, Delhi, India, pp 201-212.
- Moorkens, E.A. 2000. Conservation Management of the Fresh water Pearl Mussel Margaritifera margaritifera. Water Quality Requirements. Irish Wildlife Manuals, No. 9.
- Rousseau, M., Lopez, E., Stempflé, P., Brendlé, M., Franke, L. ve Guette, A. 2005. Multi scale structure of sheetnacre. Biomaterials 26: 6254-6262.
- Skinner, A., Young, M. ve Hastie, L. 2003. Ecology of the Fresh water Pearl Mussel. Conserving Natura 2000 Rivers. Ecology Series No. 2. English Nature, Peterborough.
- Stenzel, H.B. 1963. Aragonite and calcite as constituents of adult oyster shells. Science 142:232-233.
- Suzuki, S. ve Uozumi, S. 1981. Organic Components Of Prismatic Layers in Molluscan Shells. Jour. Fac.ScL, Hokkaido Univ., Ser. IV, vol. 20, no. 1, March, pp. 7-20.
- Şereflişan, H. 2005. Hatay ilinde mevcut olan tatlı su midyeleri ve bunların sedif kakmacılığında kullanılması. Ekonomik rapor dergisi, İskenderun. Yıl. 340-365.
- Şereflişan, H., Şereflişan, M. ve Soylu, S. 2009. Description of Glochidia of Three Species of Freshwater Mussels (Unionidae) From Southeastern Turkey. Malacologia, 51(1): 165-172.
- Şereflişan, H. 2011. Gölbaşı Gölü (Hatay) Tatlı Su Midyelerinin Ekonomik Değer Taşıyan Özelliklerinin Araştırılması. TAGEM 09/ARGE 07.
- Taylor, J.D., Kennedy, W.J. ve Hall, A. 1968. The influence of the Periostracum on the shell Structure of th Bivalve Molluscs. Calc. Tiss. Res. 3:274-283.
- Xie, L., Wang, X.X. ve Li, J. 2010. The SEM and TEM study on the laminated structure of individual aragonitic nacre tablet in freshwater bivalve (*H. cumingii*). Journal of Structural Biology 169: 89–94
- Zuykov, M., E. Pelletier, C. Belzile, ve S. Demers. 2011. Alteration of shell nacre icromorphology in blue mussel *Mytilus edulis* after exposure to free-ionic silver and silver nanoparticles. Chemosphere 84(5): 701-706.