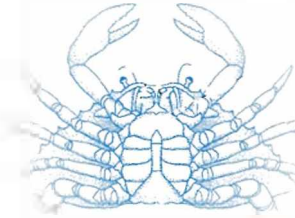


Derinde Ölmenin Kıskaçlı Anlatımı: Yozgat Yengeç Fosilleri



**Yavuz Okan
İzzet Hoşgör**

Ankara Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Ankara

okan@eng.ankara.edu.tr
hosgor@eng.ankara.edu.tr

Jeolojik zaman içerisinde belirli bir hayvan grubu yaygın hale geçer ve tür sayısı bakımından büyük bir açılım göstererek çoğalır. Dünya'da yaşadığı tahmin edilen 2.000.000 hayvandan 1.200.000'ini bünyesinde bulunduran eklembacaklılar (Arthropoda) dalına ait hayvanlar bugün için atmosferin belirli katmanlarından deniz tabanına ve toprağın çeşitli zonlarına kadar her yere yayılmışlardır.

Hayvanlar aleminin en geniş grubunu oluşturan bu canlılarda vücut uzun ve halkalardan (segment) yapı ve yanal simetridir. Prekambriyen'de (540 milyon yıl) ortaya çıkarak günümüze kadar gelen ve çeşitli fosiller veren eklembacaklılar dalının en önemli özelliği, kitin bileşimli organik bir madde olan 'kutikula' adı verilen çok sert bir kabuk veya dış iskeletle örtülü olmasıdır. Bu kabuk hayvanı bir kalkan gibi dış etkilerden ve düşmanlardan korur. Kitin ve kalker bileşimli olan bu sert iskelet hayvanın hareket edebilmesi için vücut halkaları arasında incelmış ve zamanla gelişerek esneklik kazanmıştır.

Yumuşak vücuda yer yer kaslarla bağlı olan bu iskeletin sert olan dış tabakası hayvan gelişirken düşer, alttaki yumuşak tabaka yavaş yavaş büyür ve sertleşir. Böylece eklembacaklıların üyeleri de bir çeşit kabuk değiştirmiş olur.

Gerçekleşen evrim süreci içinde eklembacaklıların, yüzeyde sürünen denizel halkalı solucanlar grubunun ilkel formlarından ya da onlarla ortak bir atadan türediği düşünülmektedir ⁽¹⁾. İlk çıkan ve gelişmeye başlayan eklembacaklılar denizeldir. Günümüzde ise denizde, karada, havada, göl, lagün, akarsu ortamlarında yayılmış aydınlık veya karanlık ortama uyan tipler geliştirmişlerdir. Jeolojik devirler boyunca yaklaşık 540 milyon yıl öncesinden itibaren yaşayıp, her çeşit ortamda bulunan eklembacaklıların günümüz örnekleri içinde; çok çeşitli ve çok büyük bir grup olan böceklerin yanı sıra, istakoz, yengeç, karides, kırkayak ve çiyarı gibi hayvanlar sayılabilir ⁽²⁾.

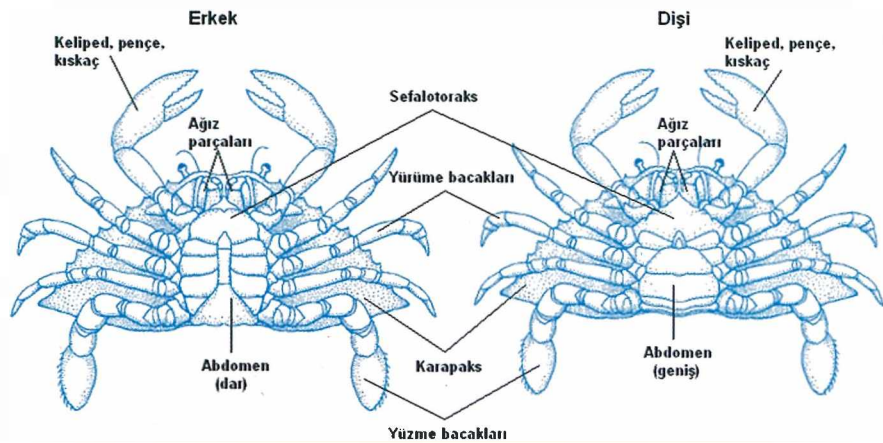
Omurgasızlar paleontolojisi içinde çok önemli bir yeri olan eklembacaklılar dalının bazı fosil üyelerinde (ilkel eklembacaklılar: Trilobitler) ve fosil veya güncel böceklerde de vücut, genel olarak baş, göğüs, karın (veya kuyruk) bölgesi olarak üç kısımdan yapılmış olup, vücuttaki her bir halkada bir çift ayak bulunur ⁽³⁾. Canlı çeşitliliğinin artmaya başlamasıyla birlikte, biyolojik evrim süreci içinde özellikle, jeolojik devir olarak en yaşlı fosili Geç Karbonifer (323-290 milyon yıl)'de bulunan onayaklılar (Decapoda) takımı en gelişmiş ve en büyük kabukluları kapsar. Özellikle Jura devrinde (206-144 milyon yıl) ve sonrasında çok büyük bir gelişme gösteren ve buna bağlı olarak çeşitli cins ve türler veren onayaklı takımı içinde, günümüze kadar yaşayan yengeçler geniş bir yer tutmaktadır ⁽⁴⁾.

Genel Olarak Yengeçler

Yengeçlerin de içinde bulunduğu kabuklular (Crustacea) sınıfının üyelerinde ise baş ve

göğüs bölgesi birleşmiş halde olduğundan vücutları trilobitlerden ve böceklerden farklı olarak sefalotoraks ve abdomen olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur ⁽⁴⁾. Baş bölgesi (sefalotoraks); göğüs halkalarının (segmentlerinin) tümüyle (8 halka) sırt tarafında kaynaşmasıyla meydana gelmiştir. Bacak kaidesinin üzerinde solungaç boşluğunu örtecek şekilde gelişen kitin bileşimli sert yapıli karapaks bölgesi bulunur ^(1,5). Başta bir çift saplı bileşik göz ve anten vardır. Ağız üstten ve alttan enine plakalar ve karapaksle çevrilmiştir. Bunların dizilişleri hayvanın beslenme esnasında kesme ve öğütmeye uygun şekildedir. Göğüs üyelerinin beş çifti bacak ödevi görmektedir ve o şekilde farklılaşmıştır. Bacakların ucu kısaçlıdır. İlk çifti kuvvetlice gelişmiş, büyük bir kısaç taşır, çoğunlukla bu üyeye kısaç veya makas (keliped) denir. Yengeçlerde ön tarafta bulunan yürüme bacaklarının ilk çifti her zaman makaslıdır. Göğüs kısmının son çift üyesi olan yüzme bacakları, yengecin yüzmesini sağlamak amacıyla yürüme bacaklarından farklı olarak gelişmiştir (Şekil 1).

Abdomen bölgesinin şekli, büyüklüğü ve kullanım tarzı çeşitli onayaklı gruplarında farklıdır. Brachyura Alt Takımı'nın bir üyesi olan yengeçlerde de hiç kuyruk yüzgeci yoktur, dar yada geniş bir plaka halinde karın tarafına doğru kıvrılmıştır. Aynı eşeyli bir üreme ve gelişme sistemine sahip olan yengeçlerin erkeklerinde abdomen dar ve sivri uçlu, dişilerinde ise geniş yapılıdır (Şekil 1) ⁽¹⁾.



Şekil 1. Erkek ve dişi yengeçlerin başlıca vücut yapıları

Genel olarak yengeçler denizde yaşamaktadır. Az bir kısmı tatlı ya da acı sularda bulunur. Çoğu bentik olmasına rağmen, gelişme evrelerinde genelde başkalaşım gösteren yengeçlerin sadece larvaları ve bazı türleri pelajiktir. Daha çok bitkisi bol olan kayalık yerlerde ve çamuru bol kumlu zeminlerde bulunurlar. Bir çok türü yırtıcı olan yengeçlerin omnivor (etçil ve otçul), karnivor (etçil) ve leşçi olanları da vardır. Çoğu canlı avlanan yengeçler balıklara ve amfibilere saldırırlar. Ayrıca yengeçlerin arasında kannibalizm yani yamyamlık da oldukça yaygındır. Bu hayvanların birçoğu da algler ve bitkisel maddelerle beslenirler (Şekil 2) ^(1,4,6).



Şekil 2. Sahilde leşçil beslenen yengeçleri konu alan 1895 yapım tarihli bir gravür, (Brehm'den renklendirilmiştir) ⁽⁷⁾

Avını antenleri ile saptayan yengeç, kelipedleri ve kıskaçlı ayakları ile avını yakalar ve ağzındaki kesici plakalara iletirerek, orada uygun parçalara böler. Kıskaçlarının alt kısmı hareketli, üstteki ise hareketsizdir ^(1,4). Örneğin; *Eriphia smithii* türü denizel bir yengeç karındanbacaklı (gastropod) kavkısını sıkıca tutarak büyük ve kuvvetli sağ kelipedin kavkı üzerine yaptığı baskıyla kavkıyı ezer veya kıskaçları ile kavkıyı parçalara bölerek yumuşak kısma ulaşana kadar soyar. Yengeçler geliştirdikleri bu yöntemi sadece gastropod kavkuları üzerinde değil örneğin yassisolungaçlı (pelecypod) sınıfı üyelerinde de iki kabuk arasını açarak veya kırarak yumuşak kısma ulaşırlar. Özellikle kavkı üzerindeki kırılma ve çatlak izleri hayvanın bu şekilde davrandığını bize gösterir ^(8,9). Yengeçlerin avlanmak ve beslenmek için kullandıkları güçlü kıskaçları, aralarındaki sosyal ilişkilerde de ön plandadır. Özellikle, yaşam

alanlarını başka bir erkek yengeçle paylaşmak istemeyen yengeçlerin güçlü ve oldukça gelişmiş sağ kıskaçlarını bir silah olarak kullandıkları gözlenmiştir ⁽¹⁰⁾. Genellikle kum ve çamurların üzerinde, bazen bacakları ve gelişmiş üyeleri ile çukur kazarak onların içinde yaşarlar.

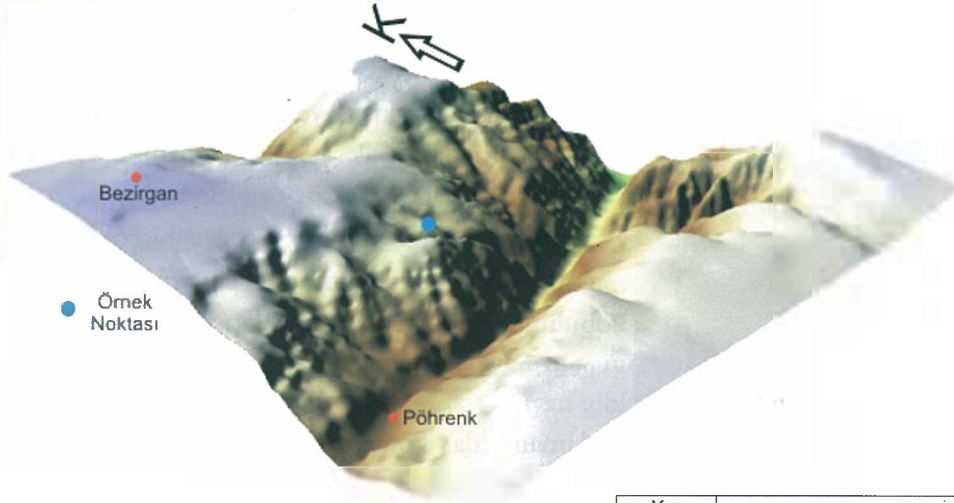
Jeolojik devir olarak en çok Geç Kretase'den (99-65 milyon yıl) sonra gelişmiş ve Tersiyer'de (65-2 milyon yıl) büyük bir yayılım göstererek farklı familyalara ayrılmış yengeçler, fosil olarak da sedimanter birçok arazide görülebilmektedir. Özellikle Kretase-Tersiyer sınırında meydana gelen toplu yok olma olayından sonra birçok familyası yok olmadan kurtulan, yengeçlerinde içinde bulunduğu onayaklı takımı, Eosen'de çok büyük bir gelişme göstermiştir ⁽¹¹⁾.

Almanya'da kömür ocağından çıkan örnekler, paleontologlara yengeçlerin yaşam ortamları ve yaşama şartları konusunda geniş bir bilgi sunar. Kömür ocağındaki çalışmalar sırasında Eosen yaşlı linyit damarları içinde *Coclocoma* (?) *helmstedtense* türü yengeç fosili bölgenin Eosen zaman aralığında yengeçlerinde iyi bir şekilde uyum sağladığı bol bitkili durgun bir süreç geçirdiğinin işaretini vermektedir ⁽¹²⁾.

Eosen'den sonra, özellikle Erken Neojen döneminin (23-16 milyon yıl) sığ denizel ortamlarında da yengeç fosillerine sık rastlanılmaktadır. Günümüzde nasıl herhangi bir yengeç türünün yaşadığı ortamda diğer farklı denizel omurgalı ve omurgasız canlı toplulukları yaşıyorsa, bulunan fosil kayıtları ile paleontolojik bulgular bize bugünkü yaşam ortamına çok benzer bir ortamında jeolojik devirlerin eski denizlerinde yaşandığını göstermektedir. Örneğin; Erken Miyosen (23-16 milyon yıl) devrinde bulunan *Portunus* cinsi yengeç fosili ile birlikte yassisolungaçlı ve karındanbacaklı fosillerinin yanısıra, denizel kaplumbağa, köpekbalıkları, gibi birçok canlı topluluklarının fosil kayıtları bize bu birlik-teliği kanıtlar ^(13,14).

Yozgat-Yerköy Bölgesi

Bu çalışmaya konu olan yengeçler Orta Anadolu'nun en önemli havzalarından biri olan Çankırı-Çorum havzası içinde yer alır. Yozgat İli, Yerköy İlçe'nin yaklaşık olarak 10-15 km güneyinde Pöhrenk Köyünün 1 km kuzeydoğusunda bulunur (Şekil 3).



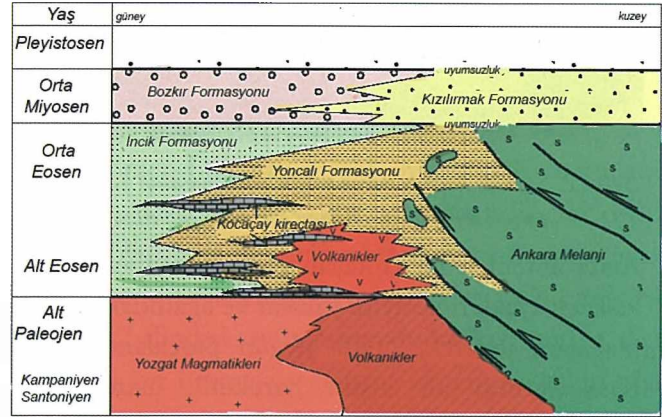
Şekil 3. Çalışılan bölgenin arazi modeli ve fosil noktası

Yozgat-Yerköy-Çiçekdağ havzasında yüzeyleyen Lütesiyen yaşlı oluşuklar kristalin temel veya Geç Kretase volkanik serisi üzerine transgresif olarak gelir. Gelişen volkanizmanın ürünleri olan volkanik ve kristalin temel üzerinde, bölgenin güneyinde gri renkli kumtaşı-marn ve kilaşından oluşan İncik Formasyonu yer alır. Bölgenin kuzeyine doğru gidildiğinde, özellikle Yozgat-Yerköy yolu boyunca yüzeyleyen Orta Eosen (Lütesiyen) yaşlı veren volkanik fasiyeste gelişen oluşuklar, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn litolojilerinden oluşan Yoncalı Formasyonu tarafından üzerlenir. Alt-Orta Eosen yaşlı İncik ve Yoncalı formasyonlarının içinde Kocaçay kireçtaşı da bulunmaktadır. Bu formasyonların üzerine ise, bölgenin kuzeyine doğru yer yer Orta Miyosen yaşlı genelde kil-marn-şeyl ve silttaşından oluşan Bozkır ve Kızılırmak Formasyonları uyumsuz olarak gelir (Şekil 4)^(15,16).

Yozgat Yerköy civarında Pöhrenk Köyü ile Bezirgan mevkii arasında yapılan arazi çalışması sırasında Orta Eosen yaşını veren, İncik ve

Yoncalı Formasyonları içinde yer alan Kocaçay kireçtaşı birimlerinde yengeç fosilleri bulunmuştur (Şekil 5). Yapılan paleontolojik çalışmalar ışığında bulunan yengeç fosillerinin Erken Lütesiyen (49-45 milyon yıl) yaşlı Harpactocarcinus sp. cinsi olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6). Daha önce birçok jeolog tarafından bu alanlarda yengeç fosillerine

rastlanılmış fakat fosil üzerinde bir çalışma yapmamışlardır. Bu çalışma ile bulunan yengeç fosilleri üzerinde ilk defa paleontolojik bir çalışmaya gidilerek, örnekler Harpactocarcinus cinsi olarak tanımlanmıştır.

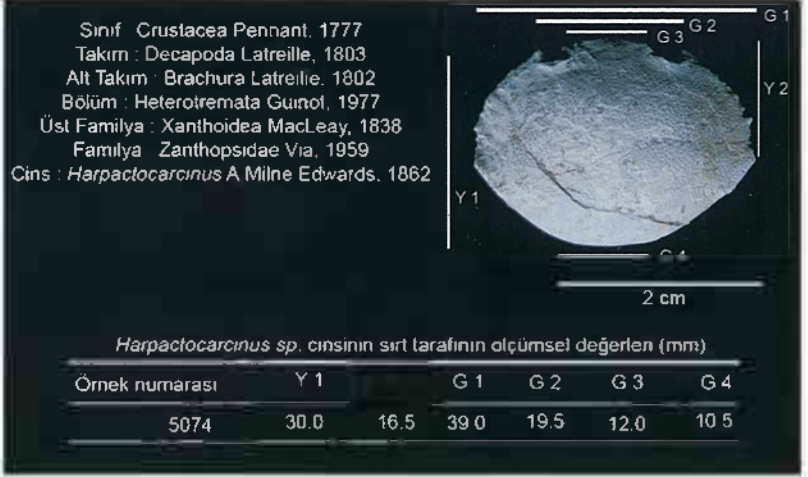


Şekil 4. Yozgat-Yerköy bölgesinin geliştirilmiş stratigrafik dikeme kesiti⁽¹⁶⁾

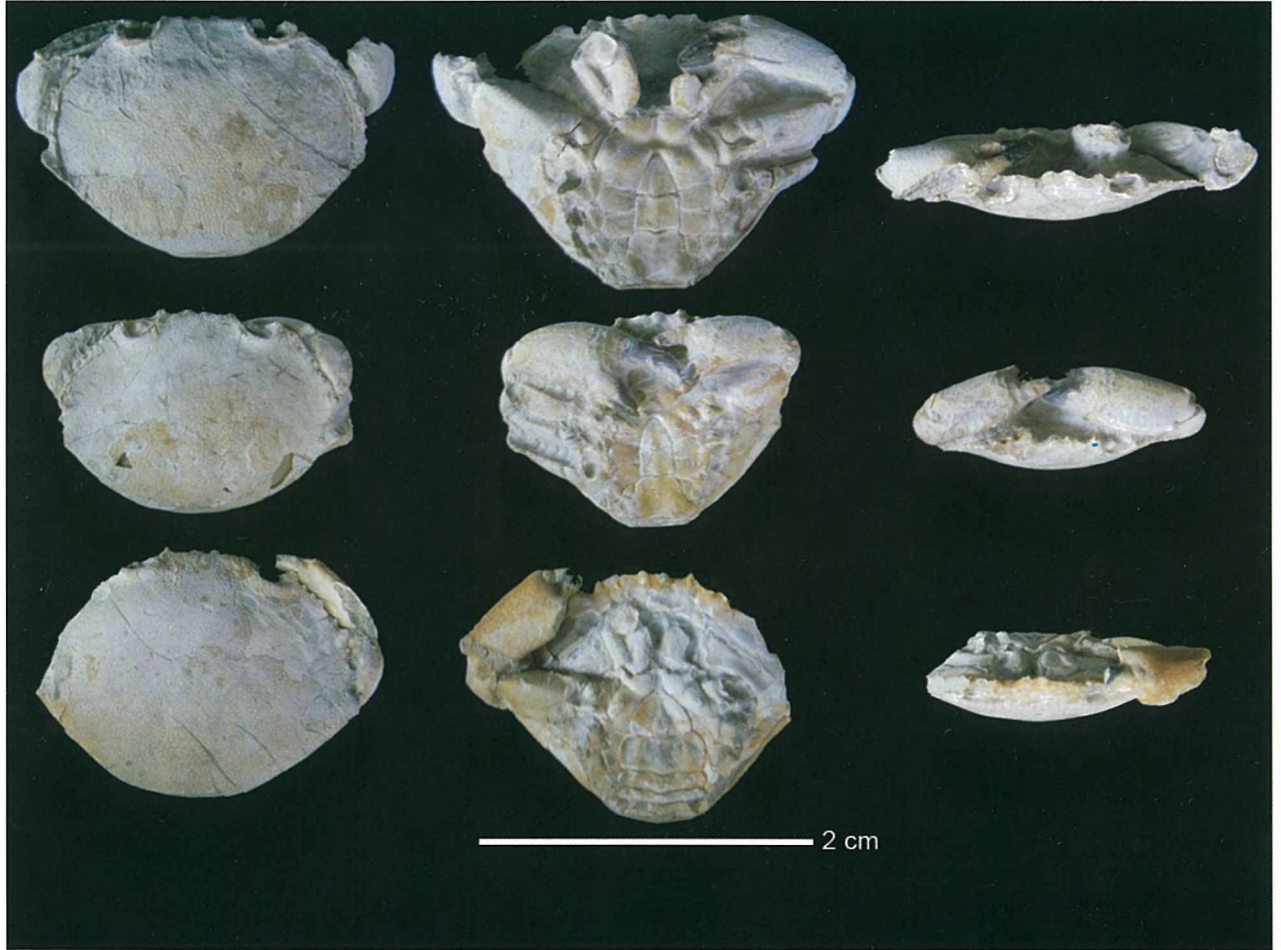


Şekil 5. Yozgat-Yerköy civarında yengeç fosillerinin bulunduğu Eosen yaşlı sedimanter birimlerin arazi görüntüsü

Cins düzeyinde tespit edilen yengeç fosilleri, Dünya'da da daha önce Eosen arazilerinde bulunmuş yengeç fosilleri ile paleontolojik ve stratigrafik konum bakımından uygun özellikler göstermektedir. Dar ve konveks şeklini almış oldukça geniş sırt bölgesi, karın tarafında silindirik şeklini almış halkalar son derece belirgindir (Şekil 7). Oldukça iyi durumda bulunmuş yengeç fosillerinin bütün belirleyici vücutsal yapıları genel olarak korunabilmiştir. Özellikle bulunan fosillerin cins ve tür tayini için önemli olan, dişi veya erkek yengeç ayırımında bakılması gereken abdomen bölgesi ile sert ve koyu renk almış kısıkları oldukça iyi korunmuştur (Şekil 7) ^(4,17).



Şekil 6. Harpactocarcinus sp. cinsi yengeç fosil örneğinin sistematik paleontolojideki yeri ve üzerinde yapılan ölçümler (Y 1: Maksimum yükseklik, Y 2: En geniş vücut parçasından olan yükseklik, G 1: Maksimum genişlik, G 2: İki göz oyuğu arasındaki mesafe, G 3: İki göz arasındaki mesafe, G 4: Sırt arkasının uzunluğu)



Şekil 7. Yozgat-Yerköy bölgesi Lütesiyen yaşlı Kocaçay kireçtaşı biriminde bulunan Harpactocarcinus sp. yengeç fosillerinin sırt, karın ve önden görünüşü (yengeçlerin ilk ikisi erkek, sonuncusu dişidir)

Neden Öldüler ?

Günümüzde de denizel yengeçler çok sığ ortam koşullarında yaşayabilmektedir. Yozgat çevresinde bulunan yengeç fosilleri stratigrafik olarak Erken Lütesiyen yaşında olup daha üst seviyelerde rastlanılmamıştır. Bölgede yapılan arazi çalışması sırasında yengeçlerle aynı ortam koşullarını paylaşan değişik omurgasız fosil örneklerine de rastlanılmıştır. Yassisolungaçlılardan Spondylus, karındanbacaklılardan Pleurotomaria cinsi mollusk fosilleri ile birçok cinit ve foraminiferlerden nummulit örnekleri de tespit edilmiştir^(18,19,20). Erken Lütesiyen kireçtaşları içinde bulunan yengeç fosillerinin daha erken yaşlı sedimanter yapıların içinde bulunmamasının sebepleri bize yengeçlerin ölüm nedenlerinin ipuçlarını da verebilir.

Yengeçlerin yaklaşık ömürleri 2-10 yıldır. Deri değiştirmeye ile erginliğe ulaşmaları, ömür uzunluğuna ve büyüklüğüne bağlı olarak 1-12 aydır. Günümüz yengeçlerinde gözlenen bu yaşam özellikleri fosil yengeç örneklerinin vücut yapılarına ve özelliklerine bakarak karşılaştırmalı fosil çalışmaları ile yaklaşık olarak aynı davranışları gösterdikleri düşünülmektedir⁽¹⁾.

Yaşam evrelerinde, günün saatlerine ve güneş ışığına göre, belirli bir şekilde dikey göç etmeye içgüdüüne sahip olan yengeçlerin uyum sağlama açısından zorlanacakları ortamların başında derin deniz gelmektedir. Özellikle Senozoyik'de, yapılan izotop çalışmalarıyla da desteklenen ve Erken Eosen'de başladığı tesbit edilen deniz seviyesindeki değişimlerin, Türkiye'yi de içine alan çok geniş bir alanda etkili olduğu düşünülmektedir⁽²¹⁾. Erken Lütesiyen katı boyunca oldukça sığ ve algli bir denizde yaşamını sürdürmüş olan yengeçlerin, Orta Lütesiyen'e doğru derinleşen su dolayısıyla yaşam alanları sınırlandırılmış ve oldukça dar bir alanda hayatta kalabilmeye çalışmışlardır. Daha sonra derin bir deniz görüntüsünü alan bölge içinde ise yengeçler daha fazla derin su koşullarına uyum sağlayamayıp, ölmüşlerdir. Bölgenin tektonik yapısı veya denizin ilcrlemesi ile derinleşen su yüzünden hayatlarını kaybeden yengeçlerin, Erken

Lütesiyen'den sonraki sedimanter seviyelerde bulunmaması da bu görüşü desteklemektedir.

Ayrıca, iklimin de yengeçler üzerindeki etkisi gözardı edilmemelidir. Kretase'den Güncel'e kadar ısı eğrisinde dört büyük ana ılıman periyot saptanmıştır. Bu periyotlar; Apsiyen-Orta Albiyen (121-106 milyon yıl), Turoniyen-Kampaniyen (93-71 milyon yıl), Paleosen-Orta Eosen (65-41 milyon yıl) ve Geç Oligosen-Orta Miyosen'dir (28-11 milyon yıl). Arada bulunan periyotlar ise çok soğuk ısı bazen de buzullaşma ile karakterize edilmişlerdir⁽²²⁾. Özellikle planktik foraminiferler ve Paleojen molluskaları üzerinde yapılan iklime dayalı analiz çalışmalar da bu verileri destekler⁽²³⁾. Erken Paleojen (50-60 milyon yıl) devri boyunca atmosferdeki CO₂ değişimi ve sonrasında dünya genelinde gözlenen, Eosen'de başlayıp Oligosen'e kadar devam eden mevsimsel sıcaklıklardaki orantısız değişimlerin de, derinleşen su ortamı ile birlikte yengeçler üzerinde olumsuz bir etki de bulunduğu da varsayılar^(24,25,26). Genel görüş Eosen döneminde, hidrotermal aktiviteye bağlı olarak CO₂ ve CH₄ gibi sera etkisi yapan gazların deniz tabanına yayılması sonucu iklimsel bir ısınmaya neden olduğu şeklindedir. Artan iklimsel ısı, derecedli olarak deniz suyunu da etkilemiş ve suyun yoğunluk ve tuzluluğunun artmasına sebep olmuştur^(27,28,29). Yozgat-Yerköy'de bulunan yengeç fosillerinin ani yok oluşlarına neden olarak, Eosen döneminde gelişen bu olaylara bağlı olarak, gelişen iklimsel değişikliklerle birlikte orantısız gelişen ara periyotlar ve bölgenin tektonizmaya bağlı fiziksel değişimi sonucunda denizin bölgeyi derin bir ortam şekline getirmesi düşünülmektedir.

Katkı Belirtme

Yazarlar, bölgenin topografik sayıllaştırma modelini yapan Azad Sağlam'a (Ankara Üniversitesi) yardımlarından dolayı teşekkür eder.

- (1) Demirsoy, A., 1998. Yaşamın Temel Kuralları. Cilt-2/Kısım-1. Meteksan Yayıncılık. Ankara. ss.1210.
- (2) Sayar, C. 1991. Paleontoloji- Omurgasız Fosiller. İ.T.Ü Matbaası, Sayı: 1435. İstanbul. 672s.
- (3) Hoşgör, İ., 2003. Trilobitler: Eski Denizlerin Kalkanları, Mavi Gezegen, 8, 19-22.
- (4) Moore, R., Teichert, C., 1969. Treatise on Invertebrate Paleontology, Part R, Arthropoda 4, p. R 400-R 651. Geological Society of America and University of Kansas Press, New York.
- (5) Secretan, S., 1964. La Carapace Des Crustaces, Different Modes D'adaptation aux Segments du Corps, Annales de Paleontologie (Invertebres), t.50, 2, 13-20.
- (6) Carrol, J.C., Winn, R.N., 1989. Brown Rock Crab, Red Crab and Yellow Crab. Biological Report. Fish and Wildlife Service U.S. Department of the Interior, 82, 11-117.
- (7) Brehm, A.E., 1895. Merveilles de la Nature. Les Poissons et les Crustaces. Libraire J-B. Bailliere et Fils. Paris. pp.836.
- (8) Shigemiyu, Y., 2003. Does the handedness of the pebble crab *Eriphia smithii* influence its attack success on two dextral snail species? The Zoological Society of London, 260, 259-265.
- (9) Leighton, L.R., 2002. Inferring predation intensity in the marine fossil record. *Paleobiology*, 28, 3, 328-342.
- (10) Backwell, P.R.Y., Jennions, M.D., 2004. Coalition among male fiddler crabs. *Nature*, 430, 22, 417.
- (11) Feldmann, R.M., 2003. The Decapoda: A new Initiatives and Novel Approaches. *Journal of Paleontology*, 77, 6, 1021-1039.
- (12) Bachmayer, F., Rutsch, R.F., 1962. Brachyurenfunde (Crustacea) aus der miozänen Meeresmolasse der Schweiz. *Eclogae geologicae Helveticae*, 55, 2, 675-682.
- (13) Philipe, M., Secretan, S., 1971. Crustaces Decapodes du Burdigalien des Courennes (Vaucluse). *Annales de Paleontologie (Invertebres)*, t. 57, 9-20.
- (14) Sanchez-Villagra, M.R., Burnham, R.J., Campbeell, D.C., Feldmann, R.M., Gafney, E.S., Kay, R.E., Lozsan, R., Purdy, R., Thewissen, G.M., 2000. A New Near-Shore Marine Fauna and Flora from the Early Neogene of Northwestern Venezuela. *Journal of Paleontology*, 74, 5, 957-968.
- (15) Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. İTÜ Vakfı, Yayın No: 32, pp.595, Ankara.
- (16) Akgün, F., Akay, E., Erdoğan, B., 2002. Tertiary Terrestrial to Shallow Marine Deposition in Central Anatolia: A Palynological Approach. *Turkish Journal of Earth Science*, 11, 127-160
- (17) Schweitzer, C.E., 2003. Utility of Proxy Characters for Classification of Fossils: An Example from the Fossils Xanthoidea (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Journal of Paleontology*, 77, 6, 1107-1128.
- (18) Moore, R.C (ed), 1969, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, 1-2, Mollusca 6, Pelecypoda, The Geol. Soc. Of America, Inc. and the University of Kansas.
- (19) Moore, R.C. (ed), 1960, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part 1, Mollusca 1, Gastropoda, The Geol. Soc. Of America, Inc. and the University.
- (20) Koenen, A, 1892, Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken Fauna, Band 10. Berlin.
- (21) Williams, D. F., 1988. Evidence for and against sea-level changes from the stable isotopic record of the Cenozoic. *Sea-Level Changes: An Integrated Approach*, Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Oklahoma, pp. 407.
- (22) Sakıncı, M., 1985. Planktonik Foraminiferlerin Gelişimi ve Paleotemperatür (çev.). *Yeryuvarı ve İnsan*, 8-12.
- (23) Rusu, A., 1995. Paleoclimatic Meaning of Paleogene Mollusca in NW Transylvania (Romania). *Rom. J. Paleontology*, 76, 47-52.
- (24) Rojay, B., 1995. Post-Triassic Evolution of Central Pontides: Evidence from Amasya Region, Northern Anatolia, *Geologica Romana*, 31, 329-350.
- (25) Shellito, C.J., Sloan, L.C., Huber, M., 2003. Climate model sensitivity to atmospheric CO2 levels in the Early-Middle Paleogene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 193, 113-123.
- (26) Retallack, G.J., Orr, W.N., Prothero, D.R., Duncan, R.A., Kester, P.R., Ambers, C.P., 2004. Eocene-Oligocene Extinction and Paleoclimatic Change Near Eugene, Oregon. *GSA Bulletin*, 116, 7-8, 817-839.
- (27) Owen, R.M., Rea, D.K., 1985. Sea floor hydrothermal activity links dimate to tectonics: the Eocene CO2 green-house. *Science*, 227, 166-169.
- (28) Svensen, H., Planke, S., Malthé-Sørensen, A., Jamtveit, B., Myklebust, R., Eldem, T.R., Rey, S.S., 2004. Release of methane from a volcanic basin as a mechanism for initial Eocene global warming. *Nature*, 429, 542-545.
- (29) Zachos, J.C., Stott, L.D., Lohmann, K.C., 1994. Evolution of marine temperatures during the Paleogene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 115, 61-89.