

Biyostratigrafi

Don L. EICHER

Çeviri : Yavuz HAKYEMEZ, MTA. Jeoloji Etüdleri Dairesi, ANKARA
Sefer ÖRÇEN, MTA. Jeoloji Etüdleri Dairesi, ANKARA.

GİRİŞ :

Biyostratigrafi, belirli fosilleri içeren katmanlardan oluşan biyostratigrafik birimlerin tanım ve yorumu ile uğraşır. Biyostratigrafi birimleri kaya birimleri gibi nesnelir. Bunlar doğrudan gözlenebilir fosil içerikleri ile belirlenirler. Bir kez tanıdıktan sonra da, zaman-stratigrafi zonları olarak yorumlanabilir ya da ortamsal veya biyocoğrafik önemleri açısından ele alınabilirler.

Aynı yaşlı katmanların fosil içeriği, bunların çökme ortamlarının farklı olması nedeniyle değişmektedir. Bu bakımdan biyostratigrafi birimleri biraz kaya birimlerine benzemektedirler. Ancak kaya birimlerinin tersine, biyostratigrafi birimleri birbirlerinden oluştukları zamana göre de ayrılık gösterirler. Jeolojik geçmişte oldukça farklı zamanlarda görülen benzer ortamların çoğunlukla benzer çökel kayalar oluşturmalarına karşın, zaman olarak birbirlerinden oldukça uzak olan benzer ortamlar hiçbir zaman aynı fauna ve florayı vermezler. Eski türlerin soyları tükenip yeni türler ortaya çıkmaya başladıkça, fauna ve floralar devamlı olarak değişmiştir. Bu nedenle, jeolojik geçmişteki herhangi bir zamana ait biyota (total organic spectrum) tektir. Doğru yorumlanırlarsa, fosiller Fanerozoik kayalarının jeolojik yaşlarını saptamada en yetkin araçlardır.

ORGANİZMALARIN FARKLILIĞI

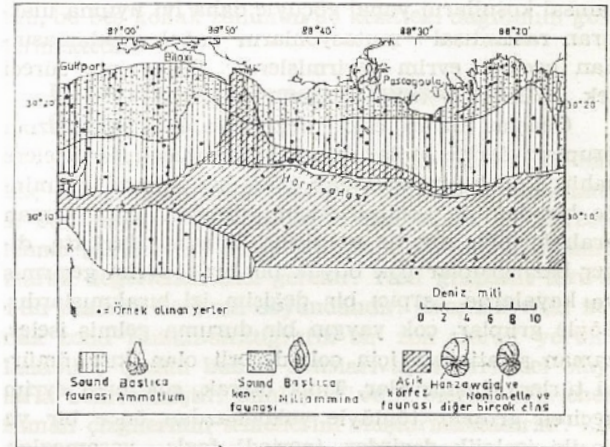
Coğrafik Farklılık

Bugün yaşayan organizmalar, ortamlar tarafından denetlenen karmaşık yerel düzenlemeler içinde ve yayılmayı önleyen engellerle sınırlanmış özel coğrafik bölgelerde yer alırlar. Ekoloji, organizmaların çevreleri ile ilişkileri konusunu işler. Biyocoğrafya, hayvan ve bitkilerin yeryüzündeki yaygın dağılımları üzerinde durur. Paleoekoloji ve paleobiyocoğrafya, ekoloji ve biyocoğrafyanın fosillere uygulanan bilimleridir.

Bugün herhangi bir bölgede yaşayan organizmaların bazı çeşitleri, çok kez görece olarak duraylı oranlarda birlikte bulunmaktadırlar. Görünüşte doğal olan bu topluluklar, özel ortamsal koşullara sahip alanlarda görülmektedir. Farklı ortamsal koşullara sahip komşu alanlar farklı toplulukları kapsarlar. Örneğin, Şekil 1'de, Kuzey Meksika Körfezi'ndeki üç bentonik foraminifer topluluğunun dağılımı görül-

mektedir. Millammina topluluğu Mississippi Sound (*) yöresinin kıyıya çok yakın kesimlerinde, Ammotium topluluğu ise Mississippi Sound yöresinde ve ona komşu olan bölgede yer alan acı sularda görülmektedir. Güneybatıda uzanan açık denizde, diğerlerinin yanısıra Hanzawaia ve Nonionella'yı da içeren değişik bir foraminifer topluluğu yer almaktadır. Açık denize doğru artan derinliğe bağlı olarak, benzer biçimde, belirgin bir dip toplulukları istifi görülür (Şekilde gösterilmemiştir.) Bu farklı toplulukların organik kalıntılarını içeren bugünkü çökeller, gelecekteki çökel kayıtlarında belirgin foraminiferli biyofasiyeler olarak gözlenecektir.

Hayvan ve bitkilerin her türü kendi yaşam süreleri içinde soyunu sürdürebilecek daha gencini üretir; böylelikle herbiri ortamların elverdiği her alana yayılım eğilimi göstermektedir. Kuşlar gibi çok hareketli hayvanlar, hızlı yayılımın açık örnekleridir. Kara bitkileri gibi hareketsiz organizmalar da, hayvanların ya da rüzgarın taşıyabileceği tohumlar üretir. Kendini bir yere bağlayarak yaşayan pek çok bentonik deniz hayvanının da okyanus akıntıları tarafından geniş bir alana taşınabilecek olan serbest-yüzücü larvaları vardır. İlk bakışta çok hareketsiz görünen organizmaların dağılımı, jeolojik zaman aralığı gözetildiğinde bir anlık olay olabilmektedir.



Şekil 1 : Meksika Körfezi kuzeyindeki sığ Mississippi Sound'da bentonik foraminiferlerin bugünkü dağılımı (F.B. Phleger, 1954'e göre).

(*) Sound : Bir ırmağın denize açıldığı yerdeki sığlık (Ç. N.).

Geologic Time'dan çevrilmiştir. Foundations of Earth Science Series — Open University Set Book, 95-116.

Bitki ve hayvanların ancak birkaç türü tüm dünyaya dağılmış durumdadır. Bir çoğu, biyocoğrafik yörelere denen geniş bölgelerin sınırları içinde bulunur. Biyocoğrafik yörelere, organizmaların dağılımını denetleyen fiziksel veya iklimsel engeller ile birbirinden ayrılmıştır. Örneğin, kara alanları deniz organizmalarının ve açık deniz de, birçok kara hayvanı ve bitkisinin dağılımını denetleyen engellerdir. Sığ bentonik organizmalar için bir okyanus, bir kara kütlesi kadar etkin bir engel oluşturur. Biyocoğrafik yörelere sınırları, bunları sınırlamada kullanılan belli organizmalara bağlı olarak değişir. Örneğin, bazı hayvan ve bitkiler diğerlerine göre sıcaklığa çok daha dayanıklıdır. Aynı şekilde, yüzücü deniz organizmalarının coğrafik sınırları da su üzerinde yüzen ya da deniz dibinde yaşayan diğer organizmalardan farklıdır.

Bugün yaşayan organizmaların ekolojik ve coğrafik farklılığından, jeolojik geçmişte de bu gibi farklılıkların daima ortaya çıkmış olduğu sonucu çıkarılabilir. Bu varsayım, çökel kayalardaki organizma çeşitliliği ile de doğrulanmaktadır. Aynı yaşlı katmanlar, çağdaş toplulukları ve yörelere karakterize edenler kadar büyük bir fosil organizma coğrafik farklılığı gösterirler. Stratigrafik olarak sonuç, kayalarda daha önce anlatılan litofasiyeler kadar karmaşık bir biyofasiyes dizisidir.

Zamana Bağlı Farklılık

Yaşayan türlerin kendi özel ortamsal koşullarına çok duyarlı bir biçimde uymalarına «ekolojik uyum» denir. Koşullar tümden değişmeseydi, türler belki de hiç değişmeyecekti. Genetik mutasyonların çoğu, yalnızca kendi duyarlı ekolojik düzenleri tarafından etkilenir ve bu değişimleri içeren bireyler tekrar ayıklanmaya uğrayabilirler. Fakat doğada, koşullar hiçbir yerde kusursuz bir şekilde durağan değildir ve ortamsal değişim bir kuraldır. Biotik toplulukları oluşturan hayvan ve bitkiler, kendilerini bu değişimlere uydurabilmek için, başlangıçtan beri türleri ortamsal koşulların yanal göçüyle daha iyi uyuma ulaşan raslantısal mutasyonların doğal ayıklamasından geçerek evrim geçirmişlerdir. Bu evrim süreci tek yönlü olup tersine işlememektedir.

Gelişim hızları çok değişiktir. Bazı organizma grupları farklı soylar boyunca karmaşık tarihçelere sahip olarak bir noktadan geniş bir yelpaze biçiminde bir dağılım gösterirlerken, diğerleri uzun zaman aralıklarında çok az gelişirler. Bununla birlikte, diğer bazı gruplar çok büyük bir hızla evrim geçirmiş ve kayalarda çarpıcı bir değişim izi bırakmışlardır. Böyle gruplar, çok yaygın bir duruma gelmiş iseler, zaman stratigrafisi için çok değerli olan kısa ömürlü türleri oluştururlar. Tipik olarak, çok hızlı evrim geçiren gruplar tümüyle yokolmazdan önce bir ya da iki jeolojik devirden (period) fazla yaşamazlar. Paleontologlar, daha çok öncelerden, her jeolojik dönemin kendine özgü kısa ömürlü tür veya cins gruplarına sahip olduğunun ve biyolojik grupların stratigrafik değerinin sistemden sisteme çok değiştiğinin bilincine varmışlardır. Şekil 2, deniz omurgasızlarına ait büyük grupların Fanerozoik'in çeşitli zamanları

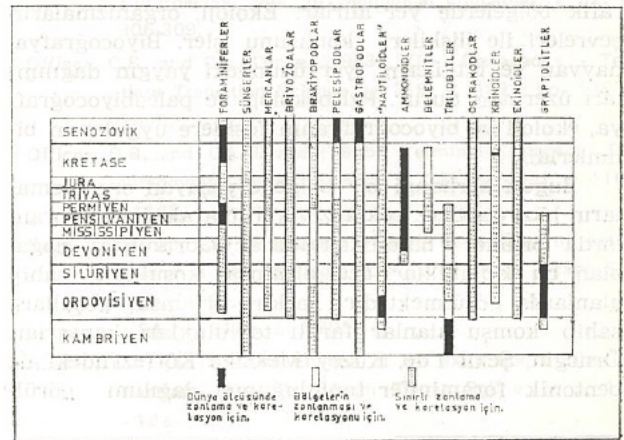
için zaman-stratigrafi yönünden kullanımını göstermektedir.

Zamana Bağlı Farklılık ile Coğrafik Farklılığın Birlikte Etkisi

Kaya istiflerindeki fosillerin zaman-stratigrafik önemini ortaya koymaya çalışan biri için coğrafik farklılık, can sıkıcı bir engel durumundadır. Bununla birlikte, daha geniş bir anlamda, evrimin organik kayıtlarına sahip olma sevincimizin yanısıra, eski ortamların ve yörelere organik kayıtlarını da elde etmiş olma mutluluğuna ermiş durumdayız. Her iki kayıt da jeolojik geçmişin yorumlanmasında önemli bir öğedir.

Jeolojik geçmişin faunaları ve floraları, bugün olduğu gibi biyotik topluluklar ve biyocoğrafik yörelere sınırlanmamış olsaydı ve bütün evrimsel değişimler her zaman aynı yerde ve zamanda varolsaydı, dünya çapında zonlama yapmak oldukça kolay olabilecekti. Hatta küçük evrim değişimleri bile düşey stratigrafik istiflere yansiyebilecekti. Diğer yandan, biyofasiyeste yanal değişimler olmayınca fosiller eski farklı ortamların bulunmasında yardımcı olamayacaktı. Bu durumda, herhangi bir zamanda yer yüzünde yalnızca bir tek biyotik ortamın var olduğu şeklinde -hemen hemen Wernerci- bir sonuca varacaktık. Yaklaşımın sonucu olarak paleocoğrafya ve paleoiklimlerin yorumlanmasında kullanılacak hiçbir faunal temel olamayacaktı. Böylece dünyanın jeolojik tarihi biyolojik olarak o kadar tekdüze ve bugünkünden o kadar apayrı olacaktı ki, bizim bu hipotetik «farklılıksız» modelimizin elverdiği tüm kusursuz deneştirmelerden elde edilecek yorumun değeri de pek küçük olacaktı.

Diğer yandan, organik evrim hiç gerçekleşmemiş olsaydı ve tüm geçmiş zaman boyunca yaşayan organizmalar da bugün yaşayanların aynıları olsalardı, fosil topluluklarındaki bütün düşey değişimler yalnızca ortamsal koşullardaki yerel değişimlerin ya da biyocoğrafik yörelere arasındaki engellerin ortadan kalkmasının bir sonucu olacaktı. Bu durumda yine



Şekil 2 : Fanerozoik boyunca ana denizel omurgasız gruplarının bağlı zamansal yayılımları (Curt Teichert, 1958'e göre).

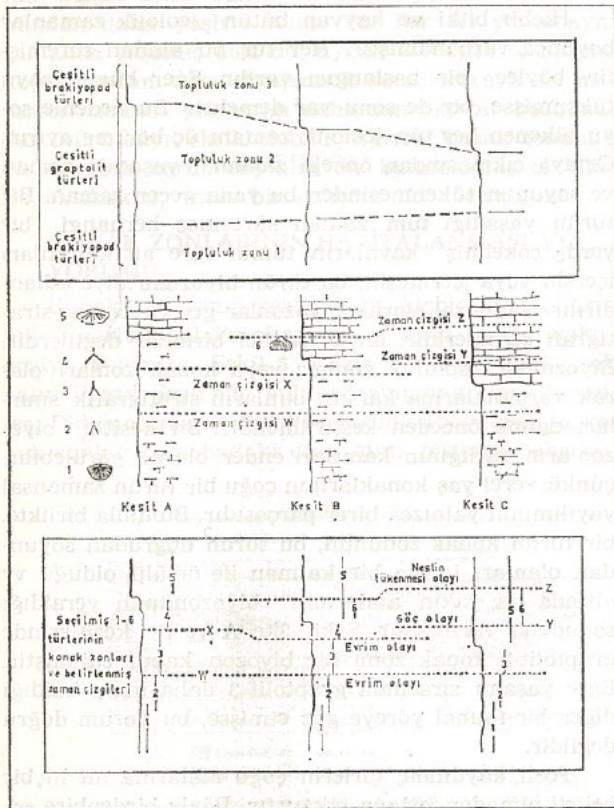
biyostratigrafik birimlere sahip olunacaktır ve bunların bazıları, fillerin deniz kabuklarından belirgin ayrılığı gibi çarpıcı şekilde farklı olacaktır. Bununla birlikte, ortamlar tekrar tekrar oluştuğunda, kendileri ile birlikte her seferinde yeniden birbirinin aynı organizmaları getireceklerdi. Eski ortamlar büyük bir doğruluk derecesinde yorumlanabilecekti, çünkü fosil topluluklar çağdaş toplulukların tümüyle aynı türlerini içereceklerdi. Fakat zaman içinde geriye dönüşü olmayan evrimsel değişimlerin yokluğundan dolayı, emekle hazırladığımız yerel kronolojileri deneyecektik.

İyi ki gerçek durum yukarıda anılan sınırlar arasında bir yerdedir. Bunun anlamı, fosillerin farklılaşarak hem ortamsal hem de zamana bağlı yorumlara olanak sağlamakta olduklarıdır. Bu iki nedenin etkilerini çözümlmek için gereken çaba, jeoloji tarihinin yeniden doğru olarak kurulmasının anahtarıdır.

ZAMAN ÇİZGİSİNİN AYIRT EDİLMESİ

Topluluk Zonları ve Konak Zonları

Bir bölgenin kayalarında saptanan yeni bir türün ortaya çıkması, o yerdeki evrimi, diğer bir yerdeki bir engelin ortadan kalkmasını veya yalnızca uygun bir ortamın yer değiştirmesini temsil edebilir. Yorumlama amaçları bakımından bu olasılıklar arasında bir ayırım yapmak önemlidir. Bunu örneklemek, sorunu açıklamaya yardımcı olacaktır. Aşağıdaki tartışma için bir şey ve kireçtaşı istifinden alınmış ve birbirinden oldukça uzakta olan üç kesite (A,B,C)



Şekil 3 : Üç stratigrafik kesitte topluluk zonları, seçilmiş konak zonları ve güvenilirlik derecelerinin değişimiyle belirlenen zaman çizgileri.

bakınız (Şekil 3). Her kesitte, alt bölümleri kireçli olan bir siyah şeyl üzerine uyumlu olarak yine kireçtaşı gelmektedir. Yüzeysel bir inceleme şeyl ve kireçtaşının alt bölümlerinin başlıca brachiopodlar ve bryozolardan oluşan kavkılı faunalar içerdiğini ve aynı şeylin üst bölümünde yalnızca graptolitlerin bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu dağılım biyostratigrafik birimlerde üçlü bir bölümlenmeyi düşündürmektedir. Bu farklı toplulukları içeren katmanlara topluluk zonları denir. Şekil 3'ün üst bölümünde gösterilen bu zonların tanınması, bunların ne anlama geldikleri hakkında bir önyargıya varmadan yapılır. Bunlarda, zonun içerdiği fosil topluluğu ya da topluluklarının tüm yönleri gözönüne alınmış, fakat türlerin yaş konakları önemsenmemiştir. Topluluk zonları belli bir ortamı veya birbirleri ile ilişkili ortamlar topluluğunu yansıtmaktadır. Topluluk zonları bundan ötürü ortamsal tarihin açıklanmasında birinci derecede önemli olmaktadır; fakat zaman açısından önemleri azdır. Zaman-stratigrafi için topluluk zonları içindeki eşzamanlı olayları saptamamız zorundur. Topluluk zonlarının geniş kapsamlı, ender olarak zaman-stratigrafik yorumlara elverişli. Bu nedenle, amaçlarımız için daha ayrıntılı çözümler yapmak üzere yalnızca birkaç tür seçeceğiz.

A kesitindeki Topluluk Zonu 2'de yapılan dikkatli bir derleme, diğerleri arasından üç graptolit türünü (2, 3 ve 4 numaralı türler) ortaya çıkarır ki, yorum için bu türler seçilmiştir. «Kavkılı» topluluk zonlarında yine dikkatlice yapılan derlemeler de birkaç belirgin türü ortaya çıkarmaktadır ve her zondan biri yorum için seçilmiştir. Şekil 3'ün orta bölümünde, A kesitinin sol yanında beş tür gösterilmiştir. Bu türlerin her birinin gerçek düzey sınırlarına dayanarak beş ayrı zon tanımlanabilir. Bunlar konak zonlarıdır, çünkü her türün stratigrafik istiftteki gerçek dağılımını kaydederler. Konak zonları birbirlerinden tümüyle yalıtılmış değildir; bunlar birbirleri ile girik olabilir veya aralarında boşluk bulunabilir ve devamlı yanıl ilişkiler göstermeyebilirler. Şekil 3'ün alt bölümü, bu beş konak zonunun üç kesitteki dağılımını göstermektedir.

Biyostratigrafide Zaman Bakımından Önemli Olaylar

Şekil 3'teki A kesitinde Topluluk Zonu 2'den birkaç inçte bir toplanan fosillerin dikkatlice incelenmesi sonucunda, graptolit türlerinde düşey bir derecelenme görülür ki, bunu bir filetik soyun bir bölümü olarak değerlendirmek gerekir. Yani graptolit türü-3, 4'ün atasıdır ve 2'nin soyundandır. Graptolit-3'ün konak zonu zaman-stratigrafik bir zon olarak yorumlanabilir, çünkü bunun sınırları aynı evrimsel olaylarla belirlenmiştir. Bunlar W ve X olarak belirlenen zaman çizgilerinin temellerini oluşturmaktadırlar. Kesitteki en belirgin (yani graptolit ve brachiopod içeren katmanlar arasındaki) faunal değişimler, köken bakımından tümüyle ortamsal olarak yorumlanmıştır ve bu nedenle zaman bakımından belki de hiçbir değerleri yoktur. Açık ki, bu değişimler evrimsel olmaz; brachiopodlar graptolitlere ve bunun ardından

graptolitler de tekrar brachiopodlara doğru evrim göstermemişlerdir.

B kesitinden de bu yorumların yapılabileceği anlaşılmaktadır. 2, 3 ve 4 nolu türler arasında derecelenme egemendir ve 3 nolu konak zonunun kalınlığı B kesitinde hemen hemen aynı kalır. Ayrıca brachiopodlu Topluluk Zonu 3'ün graptolitli şeyl aleyhine kalınlaşması, fasiyes ilişkilerinin ortam tarafından denetlendiği düşüncesini vermektedir. C kesitinde kireçtaşı stratigrafik olarak Graptolit-3 konak zonuna inmektedir, fakat yalnızca alt bölümü bu zon içinde kalmıştır. Zaman çizgisi X'i kesin olarak kireçtaşı birimine kadar uzatma olanağı yoktur, ama bu çizginin yaklaşık konumu da bellidir.

B kesitinde kireçtaşı biriminin alt bölümü belirgin bir yeni brachiopod (tür-6) içermektedir ki, bunun, kireçtaşının üst bölümünde bulunan türlerin hiçbirinin atası olmadığı açıktır. Bu türün kireçtaşı ile şeyl dokanağındaki alt sınırı, tür-5'te olduğu gibi ortamsal olarak denetlenebilmektedir. Bununla birlikte, C kesitinde, tür-6'nın alt sınırı kireçtaşı biriminin içinde kalmaktadır ve bu durum, tür-6'nın bu lokaliteye girişinin belki de yerel ortamsal koşullar dışındaki nedenlere bağlı olduğu düşüncesini vermektedir; ancak tür-6'nın üstünde kendi soyunun devamı olmadığı gibi, altında ataları da yoktur. Anlaşıldığına göre, tür-6 önce başka bir yerde gelişmiş ve daha sonra ya yerel ortamların yanal göçüyle ya da biyocoğrafik yöreler arasında bulunan uzakça bir engelin ortadan kalkmasıyla inceleme alanımıza girmiştir.

Biyofasiyes ve litofasiyes sınırlarının mutlaka birbirlerine uyması gerekmediğinden, tür-6'nın ilk görüldüğü yerin altındaki ve üstündeki benzer kireçtaşlarından dolayı ortamın yanal göçünün kural olarak kabul edilemeyeceği açıktır. Başka bir kanıt aranırken, tür-6'nın ait olduğu brachiopod filetik soyunun dünyanın başka bir yerinde bu yaştaki katmanlarda temsil edildiği belirlenmiştir. Ayrıca incelediğimiz biyocoğrafik yörede tür-6'nın çoğun önce yalnız olarak ortaya çıktığı ve tüm fauna ile birarada olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu gerçeklere dayanarak da tür-6'nın ilk ortaya çıkışının yalnızca yerel ortamların yer değiştirmesi sonucu olmadığı, bunun yerine uzak bir faunal engelin yıkılmasından sonra başka bir yöreden göçün sonucu olduğu kanıtlanmıştır. Göçün hemen ardından, tür-6 inceleme alanında ortamların elverişli olduğu her yerde hızlı bir şekilde yayılmıştır. Tür-6'nın toplam zamansal konağının yalnızca bir bölümünün inceleme alanında temsil edildiği açıktır. Yine de bu yörelerarası konak yararlı ve önemlidir. Şekil 3'te tür-6'nın ortaya çıkışının hemen altında gösterilen «göç olayı» inceleme alanı içinde bir zaman belirleyicisi olduğu kadar, evrimsel bir olay olarak da kabul edilmektedir ve bu durum zaman çizgisi Y'ye de bir temel sağlamaktadır; ancak yine de dikkatle yorumlanmalıdır. Yerel olarak, bu olay B kesitinde olduğu gibi ortam denetimindedir.

Tür-6'nın yukarı doğru ortadan kalkışı (yokoluşu), zaman bakımından daha az önemlidir. İnceleme alanında soyunun devamı olmadığından, bu türün biyotipini gösteren evrimsel bir olay da yoktur. Türün

ortadan kalkmasına ani bir ortamsal değişim neden olduysa, o zaman bu türün konağının üstü hemen hemen eşzamanlı bir olayı gösterebilir. Giderek gelişen değişimler onun ortadan kalkışını getirdiyse, o zaman da, genel olarak buradan uzaklaştırıldıktan çok sonra bile, tek bir yöre içinde de olsa, yahtılmış alanlarda görülmeye devam edebilir. Organizma birden fazla yörede yaşamışsa, hepsinde birden bu organizmaların aynı anda ölmesi olasılığı zayıftır. Bu organizmanın her bir yöredeki ortadan kalkışı birer yokolma olayı ve son yöredeki yokolma olayı da soyun tükenmesidir. Tür-6'nın inceleme alanından yokoluşunun, diğer ölçütlerle de uyuma göstererek, her yerde hemen hemen aynı düzeyde olması ve bu nedenle organizmanın yukarı doğru son bulması, soyun ortadan kalkması olarak kabul edilebilir. Şekil 3'te bundan yalnızca «soyun tükenmesi olayı» şeklinde söz edilmiştir ve dört zaman çizgisi içinde en az kesin olanıdır.

Özet olarak, biyostratigrafide zaman bakımından başlıca üç çeşit önemli olay vardır. Bunlardan en önemlisi, bir zamanlar yaşamış olan organizma gruplarındaki evrimsel değişimlerin belirlenmesidir. Fosil kayıtlarından sonuç çıkarılarak belirlenen bugünün filetik soyları, bu verilerin başlıca kaynağını oluşturur. Göçler ve soy tükenmeleri zaman bakımından ikincil önemde olaylardır. Bunlar, özellikle hızlı gelişen grupları ilgilendirdikleri zaman, evrim olayları kadar değerli olabilirler.

Biyozonlar ve Kısmi Zonlar

Hiçbir bitki ve hayvan bütün jeolojik zamanlar boyunca varolmamıştır. Her tür bir atadan türemiştir, böylece bir başlangıcı vardır. Eğer bugün soyu tükenmişse, bir de sonu var demektir. Bu nedenle soyu tükenen her tür, jeolojik zamanı üç bölüme ayırır: Ortaya çıkmasından önceki zaman, yaşadığı zaman ve soyunun tükenmesinden bu yana geçen zaman. Bir türün yaşadığı tüm zaman süresince herhangi bir yerde çökelmiş kayaların tümü, türe ait kabintuları içersin veya içermesin, bu türün biyozonu diye adlandırılır. Tanımsal olarak biyozonlar gerçek zaman-stratigrafi birimleridir; ancak nesnel birimler değildir. Biyozonlar topluluk zonları veya konak zonları olarak varolmalarına karşın, bunların stratigrafik sınırları daima önceden kestirilmelidir. Bir kesitte biyozonların varlığının kanıtları ender olarak görülebilir; çünkü yerel yaş konaklarının çoğu bir türün zamansal yayılımının yalnızca birer parçasıdır. Bununla birlikte, bir türün konak zonunun, bu türün doğrudan soyundan olanları içeren bir katman ile örtülü olduğu ve altında da yakın atalarının biyozonunun yer aldığı sonucuna varılmıştır. Şekil 3'te A ve B kesitlerinde graptolit-3 konak zonu bir biyozon kabul edilmiştir. Eğer yaşamı sırasında graptolit-3 daha uzun kaldığı diğer bir faunal yöreye göç etmişse, bu yorum doğru değildir.

Fosil kaydında, türlerin çoğu atalarına ait hiçbir belirti olmadan ortaya çıkmıştır. Böyle birdenbire ortaya çıkan bir türle karşılaşmış bulunduğumuz yer stratigrafik sütunda işaretlediğimizde, bu konağın bir biyozonu değil, ancak biyozonun bir bölümünü temsil

zonları gösterilmiş olanlar, bol miktarda bulunanlar içinden seçilmiştir ve bunlar zaman-stratigrafi bakımından önemlidirler.

Şekil 5'te haritalanan Baculites türleri, bir filetik soyun üç ayrı bölümüne aittirler. Bunların en eskisi B. obtusus'tan B. perplexus'a kadar olan türleri, bundan sonraki B. compresus'tan B. eliasi'ye kadar olan ve en genci de B. baculus'tan B. clinobatus'a kadar olan türleri içerir. Her soy bölümünün ilk türlerinin diğer bölgelerden göç ettiği anlaşılmaktadır ve bunların konak zonları kısmi zonlar olarak yorumlanmıştır. Bununla birlikte, soy bölümlerinin daha sonraki üyeleri, birbirlerine geçiş formlarıyla bağlantılıdır ve bunların konak zonu yine kendi biyozonlarına karşılık geldiği sanılmaktadır.

Didymoceras'ın üç türünün konak zonları biyozonlar olarak yorumlanmamıştır; çünkü devamlı bir soyu kaydetmeyip, yalnızca bir türün tanımlanmış parçalarını içermektedirler. Ancak, bu türlerin konak zonlarının bu bölgedeki toplam konaklarına karşılık geldiği düşünülmektedir. Sonuç olarak, bunlar kısmi zon olarak yorumlanabilir. Üstte yer alan iki Didymoceras zonu, bu bölgede atası ya da kendinden sonraki devamı görülmeyen bir göçmen olan Exiteloceras jennyi'nin konak zonu ile ayrılmıştır. Bu konak zonu da bir kısmi zon olarak yorumlanmıştır.

Baculites türleri zaman-stratigrafi zonlaması bakımından önemli fosillerdir. Bunların soyları ile iyi bilinmektedir. Süratle gelişmiş oldukları için, biyozonları görece olarak dar zaman-stratigrafi birimleridir. Ayrıca, yüzücü olmaları nedeniyle, dağılımları, deniz tabanının ortamsal koşulları tarafından denetlenmiştir. Şekil 5'te gösterilen baculit türlerinin çoğu yalnızca, bu biyocoğrafik yöreye özgüdür. Bir yöreye özgü olma durumu, geride, filetik soyun büyük bir

bölümünün eksiksiz bir kaydı bırakmıştır; bu da gerçek biyozonların tanımına olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte bir yere özgü olma, diğer yörelerle denestirme bakımından kazanç getirmez.

Tekrar vurgulanmalıdır ki, konak zonlarının ancak küçük bir bölümü biyozon olarak yorumlanabilir. Diğer pek çoğu kısmi zon olarak açıklanabilir; fakat bir kısmi zon deneysel olarak belirlendiğinden, yeni bir alanda bulunan türler her zaman bilinen stratigrafik konaklarını yukarı ya da aşağı uzatma olanağına sahiptir. Bir tür bir başka bölgeden göç etmişse bile, (ki bu, normal olarak engel bir kere açıldıktan sonra yalnızca bir jeolojik «an»ı gerektiren bir olaydır) türün ilk ortaya çıkışının zamansal konumu dikkatli bir şekilde ortaya konulmalıdır. Tüm engeller her zaman birdenbire ortadan kalkmaz; bazıları aşamalı olarak kalkabilir.

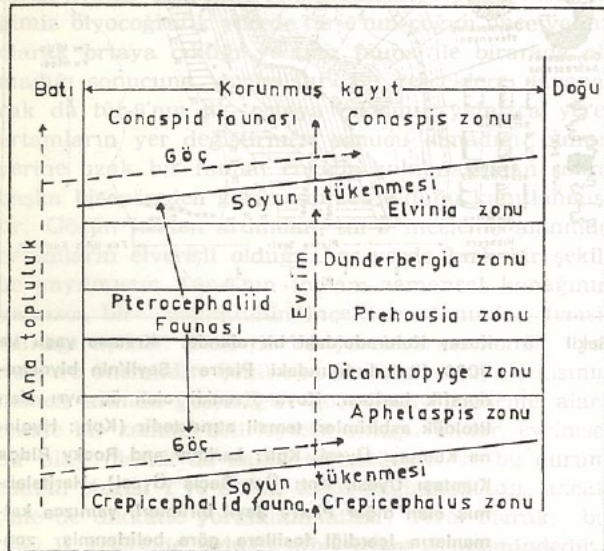
A. R. Palmer, Pterocephaliid trilobit faunasının Üst Kambriyen'de Cordilleran bölgesine göçünün uzun zaman aldığını göstermiştir (Bkz. Şekil 6). Doğuya doğru Pterocephaliid soyu, soy içindeki evrim olaylarına bağımlı şekilde daha genç katmanlarda görülür. Yeni fauna, Cordilleran bölgesinden geçerek doğuya doğru göç ettiğinden, giderek eski Crepicephalid trilobit faunasının yerini almıştır. Çok sonra Pterocephaliid faunasının yerini de, aynı şekilde doğuya doğru daha genç olan Conaspid faunası almıştır. Pterocephaliid ve Conaspid soylarının asıl birikimi başka bir yörede olmuştur; bu yöre Cordilleran bölgesinden belirgin bir fiziksel engelle değil, daha ince ve belki de sıcaklıkla belirlenen bir engelle ayrılmıştır. Burada, çok yeni faunaların bir yöreye göçü, yerel ortamların yanıl göçü sonucunda çok daha küçük ölçüde oluşan değişimlere benzer biçimde, zaman ilerlemesine bağlı faunal değişiklikler oluşturmuştur.

Bu örnek, çoğu göçün zamansal değerini geçersiz kılmaz. Yalnızca fosil belirtisinin herhangi bir tek düzeyinde, birararada yorumlanan birkaç düzeyde olandan daha fazla hata yapılacağını tekrar belirtir. Güvenilir yorumlamalar yapabilmek için işe yarar tüm belirtiler hesaba katılmalıdır.

ORTAK KONAK ZONLARI

En fazla tutarlılık gösteren sınırlara sahip olan en dar zaman-stratigrafi zonları, en doğru denestirmeleri sağlamaktadır. Bir tek türün konak zonu kullanılmaktansa, birkaç türün birbiri üzerine aşan konaklarından yararlanmak daha doğru sonuçlar verecektir. Çünkü, yeni bir yerdeki birkaç türün bağımsız olarak saptanmış konaklarının birbirlerini aşan kesimlerinin yayılım olasılığı, bunların tek bir tane sinin konağının yayılım olasılığından çok daha azdır. Birbiri üzerine aşan konaklara dayanan zonlara «ortak konak zonları» denir. Bu çeşit zonlar Albert Opper (1856-1858) tarafından ortaya konulmuş ve Avrupa'nın Jurasik kayaları için çok kullanılmıştır. Opper'den beri kimse bundan daha güvenilir ve doğru bir zaman-stratigrafik fosil zonu bulamamıştır.

Opper geniş bir alandaki pek çok stratigrafik kesitte bulduğu her türün konak zonu grafiğe geçirmiştir. Stratigrafik konakların bazıları kısa, bir



Şekil 6 : Üst Kambriyen'de Cordilleran bölgesi boyunca trilobit familyası Pterocephaliidae'nin doğuya göçünü ve Conaspid faunasının doğuya göçü ile bu familyanın giderek soyunun tükenmesini gösteren şematik diyagram (A.R. Palmer, 1965'e göre).

kısmı orta uzunlukta ve bir kısmı da uzundur. Her kesitte türler, diğerine bağlı olmadan ortaya çıkma ve son bulma, ve birarada olmaktan çok gelişigüzel olma eğilimindedir. Oppel, zonlarının çoğunun sınırını yeni bir soyun ilk görüldüğü yere yerleştirmiştir. Bununla birlikte, diğer seçilen türlerin de zonun özelliklerini belirtme bakımından aynı derecede önemli olduğunu düşünmüştür; bunların bir kısmı zonun içinde ilk kez ortaya çıkmakta, diğer bir kısmı ise zonun içinde son bulmaktadır. Ayrıca, zon içinde uzun konaklı birçok tür görülmüştür; fakat bunlar bu zonun altında ve üstünde de görüldüklerinden tamamlayıcı topluluğa katılmamışlardır.

Oppel, ortak konak zonlarını, geniş bir alandan ve farklı çökme ortamlarını temsil eden kayalardan çok sayıda örnek topladıktan sonra önermiştir. Her türün düşey konağını dikkatli bir şekilde not etmekle kalmamış, mümkün olduğu yerde filetik soyu da ortaya çıkarmıştır. Böylece bir ortak konak zonunu meydana getiren fosiller, mantıksal açıdan, zaman-stratigrafi için en güvenilir olarak belirlenmiştir. Nitekim bu zonlar, belli bir katmandaki belirgin bir fauna veya floranın varlığını kaydetmekten başka işlevi olmayan topluluk zonlarından çok farklıdır. Oppel önce toplulukları analiz edip yorumlamıştır; sonra kendi şeması için zaman bakımından en büyük öneme sahip olan türleri seçmiştir.

Ortak konak zonları, özellikle çok yönlü zaman-stratigrafi birimleridir. Birçok ortamda oluşmuş çökeltilerde bulunan fosilleri içerdikleri için, sınırları litolojideki ve stratigrafik kalınlıktaki değişimlerden bağımsız olma eğilimindedir. Aynı nedenle, karakteristik türlerin bir bölümü, gerçekten hiçbir zaman aynı katmanda birlikte görülmeyebilir. Ortak konak zonu, türlerinden birinin adını alır; fakat bu türün, zonu tanımlayan diğer topluluk üyelerinin hiçbirinden daha fazla bir önemi yoktur. Ad veren türün zonla sınırlanmış ve tüm zon boyunca görülmüş olması gerekmez. Oppel, zonların lokalitelere göre de adlandırılabilirliğini belirtmiştir.

Ortak konak zonları genellikle, yalnızca tek bir biyocoğrafik yöre içinde tanımlanabilirler. Tipik olarak bağımlı oldukları küçük göç ve evrim olayları, başka yörelerde eşzamanda meydana gelmez. Bir yöre içinde gelişmiş olan karakteristik zonal türler aniden başka bir yöreye yayıldığında, bunlar birbirlerine ait bağımsız zonal istifler arasında çok değerli bağlantı noktaları oluştururlar, fakat kesin zonal sınırlar çok ender olarak bir yöreden diğerine taşınabilir.

Hernekadar fosil zonlarının çoğu, kendi yöreleri dışında tanınmayacak kadar dar bir şekilde belirlenmişlerse de, zon grupları veya katlardan yararlanarak yörelerarası denestirme yapılabilir. Katlar da zonların tanıdığı yolla tanınır; fark inceliktedir. Katlar zonlardan daha geniş faunal değişimlere dayanır ve birbirine komşu yörelerin coğrafik yayılımı boyunca tanımlanabilir; bir bölümü de dünyanın her yerinde bile tanımlanabilir. Bununla birlikte, dünya ölçüsünde düşünülürse, katlar da kendi yöreleri dışında izlendiklerinde, genellikle zonlarda karşılaşılan zorlukların benzerlerini gösterirler. Katların çoğu, dünya çapın-

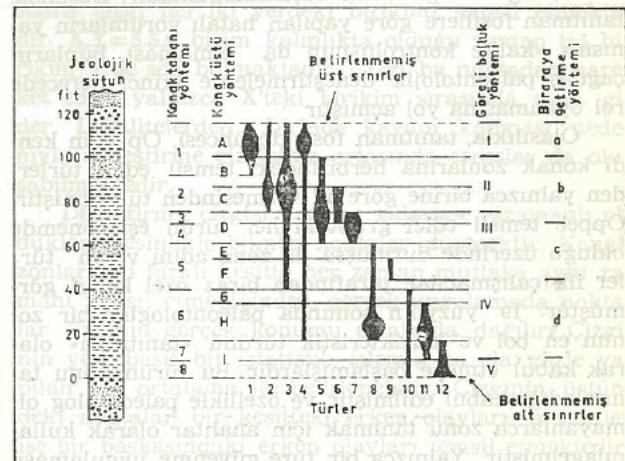
daki yayılımı belirlemek üzere genel çizgileriyle ele alınmaktadır. Bu nedenle, daha da büyük birimler halinde biraraya getirilirler ve bunlar katlardan daha kaba (genel) organik değişimlerde bile tanımlanır. Yerel ayrıcalıklar dışında seriler tüm dünyada izlenebilirler.

Zon Sınırlarını Seçme Yöntemleri

Oppel'den beri bu konu üzerinde çalışanlar kendi özel gereksinimlerine uygun gelecek ortak konak zonlarını belirlemek için çeşitli yöntemler uygulamışlardır. Bazı paleontologlar konakların taban ve tavanlarındaki belirli toplulukları çevreleyen sınırları seçmişlerdir. Başkaları ise, bazı katmanlarda belli türlerin çok büyük sayıda olup, diğerlerinde görece olarak az bulunması üzerinde durarak, en yüksek bolluk düşüncesinden kalkarak ortak konaklar kavramına varmışlardır. Sondajlardan sağlanan yeraltı bilgileri ile yetinen diğer paleontologlar da, dikkatlerini özellikle konak zonlarının üst sınırları üzerinde yoğunlaştırmışlardır. Bunu böyle yapmalarının nedenleri, kısmen jeolojik kayıtların sonradan ters sıra izleyerek saptanması ve kısmen de kuyu duvarındaki göçmelerin alt sınırların bilinmesini engellemesidir.

Şekil 7'de dört çözüm yolu verilmiştir. Bu çözüm yollarıyla bir kesitteki fosil konakları ortak konak zonlarına bölünebilir. Oppel'in seçmiş olabileceği ve bugün Avrupalı araştırmacıların çoğunun yeğlediği yöntem, şeklin sol tarafında yer alan sayılarla gösterilmiştir. Bu yöntemde bir zon, alttan önemli (tercihan yeni bir soyu temsil eden) bir türün ilk ortaya çıkışı, üstten de başka önemli yeni bir türün ilk ortaya çıkışı ile sınırlıdır; zonun tabanını belirleyen türler yukarı doğru devam edebilir. Ayrıca, her zon kendi içinde bazı türlerin ilk ortaya çıkışını ve diğerlerinin son buluşunu da içerir; ve bu da o zonun tanınmasına yardımcı olur.

Bir yeraltı jeologunun uygulayabileceği yöntem, Şekil 7'nin sol tarafında büyük harflerle gösterilmiş-



Şekil 7 : Tek bir kesitte, birbirini izleyen konak zonlarının saptanmasıyla ilgili dört yöntem. Çizgilerin kalınlığı türlerin bağıl bolluğunu göstermektedir (Shenck ve Graham, 1960'tan değiştirilerek).

tir. Her türün bolluğunu hesaba katan yöntem, sağ tarafta Roma rakamlarıyla belirtilmiştir. Son olarak, her zonda uygulanabilecek kadar çok türü içerecek şekilde hazırlanan bir yöntem de Şekil 7'nin en sağ sütununda küçük harflerle gösterilmiştir. Son yöntem, her zon içindeki konakların diğer yöntemlerdeki göre daha alt ve üst sınırlarını da kapsamına alır ve konakların yeni alanlara uzantıları, bu zonal sınırları diğer üç yöntemdekinden daha az keser.

Bu yöntemlerin hiçbiri bir diğerinden üstün değildir. Kuramsal olarak, konak zonlarının alt sınırları üzerinde duran Oppel'in yaklaşımı en sağlıklı olabilir, fakat zonların tabanını kabul edilebilir doğruluk sınırları içinde saptamanın olanaksız olduğu yeraltı çalışmasında, üst sınırların kullanılması belki de işe yarayan tek yoldur. Birçok küçük alanda, bolluğa dayanan zonlar, olasılıkla, gerçekten en doğru olanlardır. Zonlama yöntemi, eldeki iş için gerekli olan ve varolan koşullar altında toplanabilecek bilgilere dayanmalıdır.

TANITMAN FOSİLLER VE BOLLUK ZONLARI

Birçok jeolog «tanıtman fosil»i, zaman bakımından dar sınırlar içinde yaşamış, coğrafik olarak da geniş dağılım gösteren, oldukça bol, belirgin türler olarak düşünür. Gerçekten bu özelliklere sahip türler, denetirmelerde önemli katkılarda bulunurlar. Tanıtman fosil denen türler stratigrafik kayıtlarda, tipik olarak, kendisinden türediği hiçbir ata-tür belirtisi olmaksızın tümüyle gelişmiş durumda görünürler. Belirgin olmalarının bir nedeni budur, fakat bu türlerin soyları çok az bilinmektedir. Gerçekten yararlanılan konaklar konak zonlarıdır ki, bunlar elbette değişik alanlardaki farklı zaman sürelerini belirleyebilirler. Yalnızca bu gibi tanıtmanın türlere dayanan denetirmelerde, uzak bir yerdeki stratigrafik konağın daha önce bilinenin aynı ya da ondan daha büyük veya daha küçük olup olmadığını denetleyecek bağımsız bir yol yoktur. Tanıtman fosil denen fosillerin çoğu, zaman belirtici olarak güvenilir ise de, diğerleri güvenilir bulunmamaktadır. Geçmişte tanıtman fosillere göre yapılan hatalı yorumların yansısı «kalite kontrolü»nun da olmaması, bunların çağdaş paleontolojik denetirmelerde ikinci derecede rol oynamasına yol açmıştır.

Olasılıkla, tanıtman fosil düşüncesi, Oppel'in kendi konak zonlarına herbirindeki temsil edici türlerden yalnızca birine göre ad vermesinden türetilmiştir. Oppel, temsil edici gruptaki her türün eşit önemde olduğu üzerinde durmuşsa da zona adını veren türler ilk çalışmacılar tarafından biraz özel kabul görmüştür. 19. yüzyılın sonunda paleontologlar bir zonu en bol ve karakteristik türünü «tanıtman» olarak kabul etmeye başlamışlardır. Bu türün, zonu tanımladığı kabul edilmiştir ve özellikle paleontolog olmayanlarca zonu tanımak için anahtar olarak kullanılmaya başlanmıştır. Yalnızca bir türe güvenme uygulaması, genellikle ortak konak zonlarından çok, basit konak zonlarına güvenme derecesini artırır.

Daha sonra tanıtman fosil terimi başka bir istenmeyen çağrışım yapmış, özellikle A.B.D.'de bir formasyon karakteristiği olan bir tür olarak kabul edil-

miştir. «Bu tür bu formasyonun tanıtmanıdır» denince, formasyonun herhangi bir yerinde bulunan bir fosilin formasyonun her yerinde varolacağı anlaşılmıştır. Bu uygulama aynı zamanda şu anlamı da beraberinde getirmiştir: Tanıtman fosilin zaman değeri olduğundan, formasyonun da zaman değeri vardır. Bu şekilde kaya birimleri ve zaman-stratigrafi birimleri birbirlerine karıştırılmakta ve bütün formasyonların zamansal anlamda paralel olduğu biçimindeki eski yanıltıcı görüşe destek verilmektedir.

Bir bölgede bir fosil türü tüm formasyonda uzanım gösteriyor ise, tür zamanı belirtici bir veri sağlamaz. Formasyon, o alanda aynı litolojiye sahip birkaç formasyondan biri ise, bu, haritalama bakımından yararlı olabilir, fakat zaman denetirmesine olanak vermez; yalnızca yerel stratigrafik istifin bir bölümünü tanıma aracı olabilir. Bir formasyon içinde zamanı denetirmek için, baştan sona uzanım göstermeyen fakat zamansal önemi olan evrim ya da göç olaylarının bir sonucu olarak ortaya çıkan veya yokolan türleri gözetmeliyiz. Böylelikle, fosillerin stratigrafik ortaya çıkışlarının formasyonlar içinde hangi düzeyde görüldüğünün doğru olarak bildirilmesi en önemli öğe olmaktadır.

Tanıtman fosiller kavramına çok benzeyen başka bir kavram da, bir fosil türünün çok bol miktarda bulunmasının zaman bakımından önemli olabileceği düşüncesidir. Bu görüşte, zaman-stratigrafik biriminin dayandırıldığı temel, zamanın konağı değil de, «çiçek açma zamanı» veya «bolluk doruğu»dur. Şimdi, bir türün tarihinde sayıca bolluğun belirgin bir maksimuma ulaştığı zamana ait bazı belirtiler olsa ve bu bolluk, bu türü içeren katmanın her yerinde gerçekten kaydolsaydı, o zaman «bolluk zonları»nın zaman-stratigrafi birimi olarak kullanımı kuramsal olarak sağlam olurdu. Ancak, gerçekte, maksimum bolluk bazı alanlara yansımış fakat başkalarına yansımamış olabilir. Örneklerin çoğunu içeren katmanlar birçok şeyden birini temsil edebilir: Zaman zaman gelişime uygun koşullara sahip ortamlar, kitle ölümlerine yolaçan ani uygunsuz koşullar, olağanüstü yavaş çökme fakat organik üretimle desteklenen bir dönem veya ölü kavkaların mekanik birikimi, vb gibi.

Kuşkusuz bunların hiçbiri zaman denetirmesi için temel değildir. Bununla birlikte, bolluk zonları, kolayca tanınabilen fiziksel karakteristikleri olan başka katmanlarda yapılabildiği gibi, yerel olarak katmanları izlemeye yararlı olabilir.

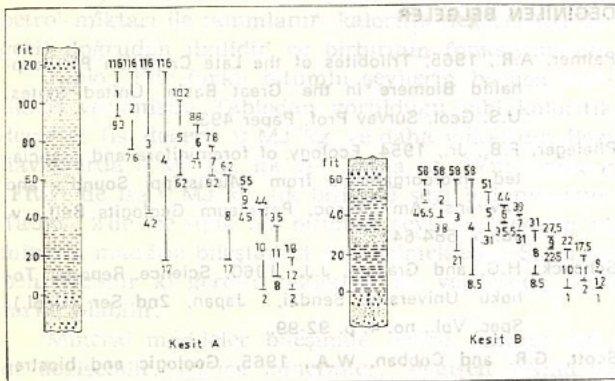
Yaygın, kolayca tanınabilen tanıtman fosillerin diğer denetirme ölçütlerinde bulunmayan üstünlükleri vardır. Bunlar yalıtılmış karot örneklerinde, birbirinden kopuk fakat çok uzak olmayan yüzlelerde ve karmaşık yapılarda hemen tanınabilirler. Bunlara saha çalışmalarında «ilk yardım» denir ve bu rolleri bakımından eşsizdirler. Bununla birlikte ayrıntılı bölgesel denetirmelerde ortak konak zonları kadar sağlıklı değildirler. En iyi tanıtman fosiller, doğal olarak hızlı evrime uğrayan, su içinde ya da üstünde yüzen ve bu nedenle geniş bir alana dağılmış organizmalardır. Bu gereksinimleri tam olarak karşılayan iki

grup graptolitler ve ammonitlerdir. Yine de, bu grupları inceleyen uzmanların ortak konak zonlarının en hevesli kullanıcıları arasında olduğunu belirtmekte yarar vardır. Bunun nedeni basittir: Bu zonlar öteden beri en doğru sonuçları vermektedir.

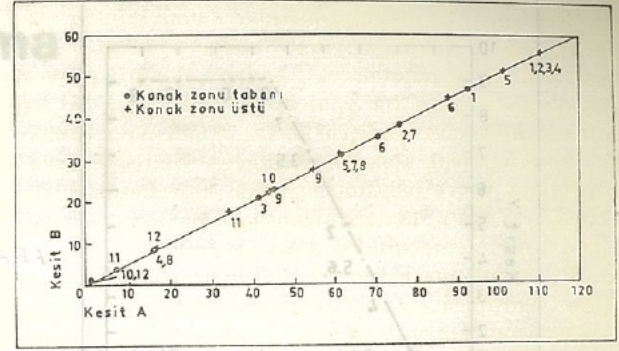
ÇAĞDAŞ NİCEL TEKNİKLER

Alan Shaw iki ya da daha çok sayıda kesit arasında, ikisinde de olağan olarak bulunan fosiller açısından denestirme yapmak için nicel bir yöntem tanımlamıştır. Asıl olarak istatistiksel bir yaklaşım olan bu yöntemde, çoğunlukla isteğe bağlı olarak seçilen zon sınırları ikinci derecede düşünülürken, yerel kesitlerde zaman bakımından potansiyeli olan önemli olaylar üzerinde durulmaktadır. İlk olarak, konak zonları her yerde dikkatle saptanmaktadır. Bir tek kesite ait işlenmemiş veriler, Şekil 7'de gösterilene çok benzer olabilir. Aynı kesitin yalnızca konakları göstereni Şekil 8'deki A kesitidir ve biraz daha kısa bir kesit olan B ile denestirilebilir. Bu nedenle, A kesitindeki her nokta için, B kesitinde zaman bakımından eşit bir nokta vardır. Bu kesitlere iki değişkenli bir sistem olarak bakılabilir. Eşzamanlı noktalar her bir kesitin tabanından itibaren ölçülüp bir grafik üzerinde noktalanırsa, Şekil 9'dakine benzer sürekli bir çizgi oluştururlar. Bu denestirilebilen herhangi iki kesit arasında zorunlu olarak bulunacak «denestirme çizgisi»dir. Bu çizgi farklı denestirme ilişkisine sahip kesitler arasında farklı eğimler (ya da farklı eğimlere sahip bir dizi bölüntüler) gösterir, fakat kesitler arasında doğru bir denestirme yapılırsa çizgi mutlaka vardır. Bu nedenle, herhangi iki kesiti denestirmeye, bu çizgiyi bulmak için caba harcamak olarak bakılabilir.

Eşzamanlı noktaları bulabilmek için tek yol, her kesitte eşzamanda olmuş olayları tanımaktır. Bunların çoğunda olağan olarak iki kesitte de bulunan tür konakları vardır. Örneğin, tür-5'in alt sınırı Şekil 8'de A kesiti tabanının 62 ft üzerinde, B kesiti tabanının da 31 ft üzerinde ortaya çıkar. Şekil 9'da bu veriler $A=62$, $B=31$ olarak işlem görmüş ve grafik üzerin-



Şekil 8 : Solda : Şekil 9'da gösterilen kesitlerin şematik olarak yeniden sunumu. Sağda : Kesit A ile özdeş zaman süreli ve özdeş fosil içerikli, fakat çökel birikme hızı onun yarısı kadar olan bir diğer kesit. Konak zonlarının bitimlerinde küçük numaralar, tabandan yukarı doğru fit olarak stratigrafik konumları göstermektedir.



Şekil 9 : Şekil 8'de gösterilen kesitlerin denestirme çizgisi.

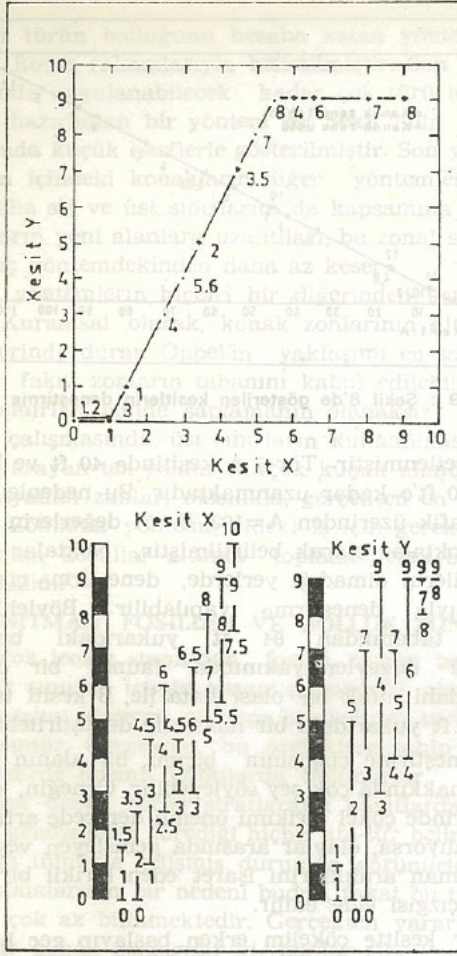
de işaretlenmiştir. Tür-5 A kesitinde 40 ft ve B kesitinde 20 ft'e kadar uzanmaktadır. Bu nedenle üst sınırı grafik üzerinden $A=102$, $B=51$ değerlerini temsil eden noktalar olarak belirtilmiştir. Noktalar arasında verilerin olmadığı yerlerde, denestirme çizgisinin yardımıyla denestirme yapılabilir. Böylelikle, A kesiti tabanından 84 ft yukarıdaki bir nokta, bu düzeyler yakınında faunal bir olgu olmasa dahi, ufak bir olası hata ile, B kesiti tabanından 42 ft yukarıdaki bir nokta ile denestirilebilir.

Denestirme çizgisinin biçimi, bir alanın jeolojik tarihi hakkında çok şey söyleyebilir. Örneğin, kesitlerden birinde çökel birikimi önemli derecede artıyor veya azalıyorsa, olaylar arasında genişleyen veya sıkışan zaman aralıklarını işaret eden kırık bir denestirme çizgisi elde edilir.

Bir kesitte çökelim erken başlayıp geç bitmişse, bunun alt ve üst kısımları ikinci kesitin hiçbir yerine eşit olmayıp, ya daha yaşlı ya da daha gençtir. Bunun sonucu olarak ortaya çıkan denestirme çizgisi, bir terasla başlar ve yine bir terasla biter. Bu durumu gösteren Şekil 10 şöyle açıklanabilir: Önce X kesitinde ilerleyerek, grafik üzerinde sağa hareketle Y' de birikimin başladığı zaman noktasıyla karşılaştırılır ve bu düzeyden itibaren çizgi eğrilir. Bu noktadan sonra çizgi her iki yerdeki birikimi temsil etmektedir. $X,Y=5.5.9$ birim kalınlıkta olduğu zaman ise birikim Y'de son bulmaktadır. Çizgi bu noktadan hareket edip, yalnızca X'teki birikim sırasında sağa gider. Lokalitelerden birinde kaydın kopması nedeniyle denestirme çizgisinin ortasında teraslar da oluşabilmektedir.

Denestirme çizgisi üzerine yalnızca eşzamanlı oldukları kesinlikle bilinen noktalar düşecektir. Konak zonları iki farklı kesitte her zaman mutlaka aynı zamanı temsil etmediğinden, gerçek uygulamada noktalar çizginin gerçek konumu etrafında dağınıktır. Çizginin yeri basit bir istatistik işlemle ya da gözle yapılan bir ortalama ile belirlenebilir. Çizginin üstündeki noktalar bir kesitteki erken olayları, alttakiler ise bir başkasındaki erken olayları temsil etmektedirler.

Çizgi bulunurken, jeolojik belirti dikkatle gözönüne alınmalıdır. Çünkü her nokta eşit önemde değildir. Bir bitiş noktasında, başka bir kesitte önemli bir aralıkta ortaya çıkan bir fosilin bir kesitte tek başına



Şekil 10 : Özdeş fosil içerikli fakat farklı birikme hızı iki kesit ve bunların denestirme çizgisi. Kesit X, kesit Y'de temsil edilmemiş olan alttaki ve en üstteki katmanları içermektedir (A.B. Shaw'a göre, Time in Stratigraphy, 1964 baskısı, McGraw-Hill).

ortaya çıkışına, çizgi bulmada az ağırlık verilmelidir. Diğer bir bitiş noktası bir volkanik kül katmanı olabilir ki, bunun her iki kesitte de eşit zaman noktasını temsil ettiği mutlaklardır. Böyle bir fiziksel olay, bir biyolojik olay kadar kolay kaydedilir; bilinmesi gerekli olan şey, yalnızca bunun her iki kesitteki stratigrafik konumudur. Bir nokta dağılımında bu noktaya çok büyük ağırlık verilmelidir, çünkü denestirme çizgisinin doğrudan bunun üzerinden geçeceği açıktır.

Denestirme çizgisi bir kez belirlendiğinde, artık iki denestirme eşitlemesiyle tanımlanabilir :

$$Y = a_1 + b_1 X \text{ ve } X = a_2 + b_2 Y$$

Burada X ve Y sembolleri «X hesaplanmış» ve «Y hesaplanmış» demektir. Bu eşitlemeler ile bir kesitteki bir noktanın karşılığını diğerinde bulabiliriz. Örneğin, Şekil 10'da grafiği çizilen iki kesite ait denestirmenin eşitlemesi :

$$Y = 2.00 X - 2.0$$

$$X = 0.50 Y + 1.0 \text{ dir.}$$

X kesitinde hangi noktanın Y kesitindeki 6.5 değerinin karşılığı olduğu bulunmak istensin;

Y = 6.5 değerinde ise,

X = 0.50 Y + 1.0 olur.

X = 0.50 x 6.5 + 1.0 ve böylece

X = 3.25 + 1.0

= 4.25 değeri bulunur ve Şekil 10'a bakılırsa, bu yanıtın doğru olduğu kanıtlanır.

Bu noktaya kadar iki kesit arasında Shaw yöntemiyle denestirmenin sorunu üzerinde duruldu. Eğer yöntemin görevi burada sona erseydi, hiç de bu kadar zahmete değer olmayacaktı. Ama aynı veriler kullanılarak, iki kesit Şekil 8'deki gibi yanyana noktalanabilir ve aralarındaki denestirmeler gözle denetlenebilir. Shaw'ın şemasının büyük potansiyeli, tüm kesitler için fosil konaklarını tek bir standart başvuru kesiti içinde biraraya getirebilmesinde bulunmaktadır. İki kesit için denestirme eşitlemelerinden başlayarak, herhangi bir sayıdaki başka başka kesitlerden alınan fosil konakları bu iki kesittekilerle biraraya getirilebilir. Sonuç, bir bölgeden alınan bütün türlerin toplam stratigrafik dağılımını temsil eden bileşik standarttır (composite standard). Tüm bölgelere ait toplam konakların derlenmesinde, bileşik standart etkili bir şekilde gerçek kısmi zon ve biyozonları biraraya getirir, ki bu, biyostratigrafların her zaman daha az sayıda yol kullanarak varmak istedikleri bir amaçtır. Shaw yönteminin başlıca yararı, daha önce hiç mümkün olmayan bir doğruluk sağlamasıdır.

Bileşik standartların kullanılması, biyostratigrafik bilgilere grupların evrim tarihleri üzerinde çalışmak ve göçle ayrılmanın ayrıntılarını hazırlamak için çok daha kullanışlı olma olanağını sağlayacaktır. Yeni gözlemler toplanırken eskileriyle daha kolay biraraya getirilebilir. Sonuç olarak, önemli alanlardaki tüm sistemler için bileşik standartlar geliştirebilir ve sonunda, tüm Fanerozoik Çağ'ı kapsayan bir bileşik standarta ulaşmak için umuda sahip olabiliriz.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Palmer, A.R., 1965, Trilobites of the Late Cambrian Pteroccephaliid Biome in the Great Basin, United States: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 493.
- Pheleger, F.B., Jr., 1954, Ecology of foraminifera and associated microorganisms from Mississippi Sound and environs: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 38, p. 584-647.
- Schenck, H.G. and Graham, J.J., 1960, Science Reports, Tohoku University, Sendai, Japan, 2nd Ser (Geol.), Spec. Vol., no. 4, p. 92-99.
- Scott, G.R. and Cobban, W.A., 1965, Geologic and biostratigraphic map of the Pierre Shale between Jarre Creek and Loveland, Colorado: U.S. Geol. Survey Misc. Geologic Investigations Map I-439.
- Shaw, A.B., 1964, Time in Stratigraphy, New York, McGraw-Hill.
- Teichert, C., 1958, Some biostratigraphical concepts: Geol. Soc. America Bull., v. 69, p. 99-120.