

Fasiyes Haritası Yorumlamasının İlkeleri⁽¹⁾

W. C. KRUMBEIN *Northwestern University, Evanston, Illinois*

ÖZ

Sayısal stratigrafik verilere (yüzdelere, bağıl kalınlıklar ve litolojik bileşimlerin oranları) dayanan fasiyes haritaları yayın hayatında oldukça yenidir. Bu tür haritaların çoğu, yöntemlemede deneyleri örneklemektedir ve bu haritalar üzerindeki biçimlerin yaygın ve değişik türleri yorumlamaya birçok sorunlar getirmektedir.

Fasiyes haritalarının yorumlaması haritanın ölçeğine, stratigrafik analizin büyüklüğüne, ele alınan coğrafik alana ve haritalanan alandaki fasiyeslerin bağlantılı değişim hızına bağlıdır. Genellikle iki tür fasiyes haritasına rastlanır; geniş alanlar üzerindeki yaygın eğilimleri gösteren BÖLGESEL HARİTALAR ve daha dar alanlarda fazla ayrıntıları gösteren YEREL HARİTALAR'dır. Ayırım kısmen haritanın ölçeği, stratigrafik birimin büyüklüğü ve kontrolün yoğunluğuna dayalıdır.

Stratigrafik birimlerin izopak haritaları fasiyes haritalarına temel olarak kullanılmaktadır ve fasiyes biçimlerinin yorumlanması, izopak çizgilerinin yo-

rumlanması ile yakından ilgilidir. "Fasiyes doğrultusu" ve "izopak doğrultusu" kavramları, bu iki tür doğrultu ve kayacın yapısal doğrultusu arasındaki benzerlik ve ayrılıkları ölçmek için bir temel oluşturduğundan, harita yorumlamalarında yararlıdır.

Bu yazı, fasiyes haritası oluşturmalarının bazı kurallarını gözden geçirmekte ve harita yorumlamasında kurallar geliştirmeye çalışmaktadır. Bu kurallar, genel olarak doğrultuların türlerine, değişim hızlarına ve orijinal biçimlerin aşınmasal değişimlerinin değerlendirilmesine dayanmaktadır.

GİRİŞ

Son on yıl içinde, yeni haritalama yöntemleri getirildiğinden, fasiyes etüdüleri hızla gelişmiştir. Fasiyes kavramının kendisi bir yüzyıldan daha eskidir ve terimin kullanılışı bu süre içinde epey değişiklikler geçirmiştir. Moore (1949), bu kullanılışı yeniden gözden geçirmiş ve terimin "gösterilen bir kaya parçası-

nın alanca ayrılmış herhangi bir kısmının fiziko-organik niteliklerinin diğer kısım yada kısımlardan belirgin değişiklikler gösterdiği" anlamını kapsamamasını önermiştir.

Fasiyesin gerçekte alansal değişiklikleri belirttiği kavramı fasiyesleri etkili bir şekilde gösterme yolunun haritalama olduğunu ortaya çıkarmıştır. Fasiyes haritaları tahminen 50 yıl önce yapılmaya başlanmıştır, ancak çağdaş gelişimleri stratigrafi birimlerinin üç boyutlu açıklamasını sağlayan yeraltı verilerinin elde edilebilmesiyle oluşmuştur.

Fasiyesle ilgili önemli bir kavram stratigrafi birimlerinin değişken kalınlıklarıdır. İzopak haritaları hemen hemen İlk Dünya Savaşı yıllarına kadar uzayan bir eskiliğe sahiptir. Ancak bu terim 1920'lerde petrol jeologları tarafından ortaya atılmıştır. İzopaklara dayalı fasiyes haritaları petrol şirketlerinin projeleri olarak 1930'dan bu yana hazırlanmakla beraber, literatürdeki sık görünümleri 1940'larda başlar.

(1) W. C. KRUMBEIN'in *Journal of Sedimentary Petrology*, 1952, Vol: 22, pp. 200-211'deki "Principles of Facies Map Interpretation" adlı yazısından RİFAT YOLDAŞ (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara) ve AHMET AKPINAR (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara) tarafından çevrilmiştir.

Çağdaş fasiyes haritaları stratigrafi ve sedimantolojide sayısal verilerin kullanılmasıyla gelişmeye başlar. Bir kesitin birkaç yüz metre kum ve şeylden oluştuğunu belirtmek belki pek genel görülebilir ancak bu fasiyes haritasının en kaba bir çeşitidir. Her kaya tipinin daha titiz belirlenen kalınlıkları, kum, şeyl ve kireçtaşı türlerinin daha ayrıntılı tanımları gittikçe daha kusursuz haritaların gelişmesini sağlamıştır.

Sayısal stratigrafik verilerin hangi duyarlılıkla sunulabileceğine dair jeologlar arasında belirli bir kuşku vardır. Bunlar çoğunlukla mostralardaki örtülü aralıklardan, kuyu kırıntılardaki yabancı katkılardan, kuyu kütüklerinin başarısız belirlenmesinden ve benzerlerinden ortaya çıkar. Bunlara karşın, kırıntılar için yeni sirkülasyon yöntemleri, elmaslı karotlar, radyoaktif ve elektrik loglar ve diğer çağdaş gelişmeleri içeren modern yeraltı teknikleri, verileri daha yüksek bir duyarlılıkla elde etmeye olanak sağlar.

Bu durum eskiden elde edilmiş daha genel verilerin değersiz olduğunu belirtmez. Eski kuyu kütükleri ve mostra verilerinin yakınlarındaki yeni loglarla karşılaştırılmaları, eski tanımlamalarından da genelleştirilmiş izopak ve litofasiyes haritaları için yeterli veriler elde edildiğini göstermektedir. Burada ayrıntılı petrol aramaları için kullanılan haritalarla, jeolojik tarihçeyi ortaya koymak için kullanılan daha genel haritalar arasında belirgin bir ayrıcalık vardır. İkinci amaç için, seçilen stratigrafi birimleri çoğunlukla daha geniştir, daha genel ve geniş tanımlanır. Birçok amaçlar için yüzde 5 yada 10'luk bir duyarlılık yeterlidir.

Bundan önceki fasiyes haritaları sistem ve serilerin çökel tipleri olarak kum, şeyl, kireçtaşı ve evaporitler arasında ayırım yapan bölgesel incelemeleri kapsar. Çökellerin daha ayrıntılı tanımlamaları (kum, kireçtaşı çeşitleri arasındaki ayırmalar, vs.) daha sıkı yeraltı kontrolü ve ince birimlerin daha iyi korelasyonu ile birleşerek büyük ölçekli yerel haritaların gelişmesine olanak sağlamıştır.

Genel bir kural olarak, bölgesel haritalar geniş zaman-kaya veya işlemsel kaya birimlerinin göze çarpar büyüklükteki alanlar üzerinde küçükten ortaya kadar değişen ölçekli haritalarla incelenmesini kapsarlar (Genellikle 1:1.000.000 veya daha küçük). Fasiyesler ya ortalama veya kaba terimlerle, veya belirli litolojilerle belirtilir.

Bölgesel haritalar için kontrol genellikle açıktır; yani kuyular yada ölçülmüş kesitler kontrol noktalarına daha çok düzenli, fakat açık aralıklar sağlamak üzere seçilirler. Diğer yanda, yerel haritalar genellikle dar alanlardaki ince stratigrafi birimleri için daha büyük ölçeklerde (1:10.000 ölçeğine kadar), eldeki tüm kontrol kullanılarak hazırlanırlar.

FASİYES HARİTALARI

Fasiyes haritaları stratigrafi birimlerinin görünüşlerinin alansal değişikliklerini gösterir. Görünüş, bir stratigrafi biriminin herhangi bir kontrol noktasındaki niteliklerini belirler, fasiyes ise bu niteliklerdeki değişikliklerin kontrol noktasından yatay olarak belirlenmesidir. Görünüş, litoloji, fosil kapsamı, tektonik görünüm, çökme ortamı veya benzeri terimlerle açıklanabilir. Bunlar litofasiyes, biyofasiyes ve tektofasiyes haritaları ile ortam biçimleri haritalarının oluşmasına yol açarlar. Fasiyesi birçok değişik biçimlerde açıklama gereği, kayanın niteliklerinin birçoğunu birden açıklayan birtek özelliğini bulmanın zorluğundan doğmaktadır.

Litofasiyes haritalarına diğer çeşitlerden daha sık rastlanır, çünkü genellikle litolojik veriler sayısal fauna verilerinden daha kolay elde edilebilirler. Harita oluşturmanın prensipleri hemen hemen aynıdır, buna bağlı olarak biçimlerin yorumlaması da benzer olabilir. En modern haritalar, değişik litolojilerin yüzde yada kalınlıkları veya bir litolojik tipin diğerine oranı olarak belirlenen sayısal verilere dayanmaktadırlar. Yazarın oran haritalarına olan tanışıklığı, bu yazıda ağır basmalarının nedeni olabilir, yüzde ve diğer haritalarda aynı prensipleri içerir (Low, Le Roy 1951).

Oran haritaları, toplam kalınlığın ve tüm litolojinin aynı anda görülebilmesini sağlamak amacıyla, genellikle izopaklar aracılığıyla çizilir. Önceki alansal uzanımın, orijinal kalınlıkların ve çıkarsanan orijinal litolojinin düzenlenmesi minimuma indirilmiş, böylece haritaların paleocoğrafya ve diğer yorumlama haritalarında taban olarak kullanılmaları sağlanmıştır.

Değişik oranlar Krumbein ve Sloss (1951, böl. 9 ve 13)'da ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Oran yöntemi uç üyeleri arasındaki çelişkileri açıklayan "uç üyesi" kavramına dayanır. Oranlar bölünen tip kayaların metrelerini bölen tip ka-

yaların her metresi için sayısını belirler. Böylece klastik oran (kum+şeyl) / (karbonat+evaporit) = 1.3 ise, kesitte kireçtaşı ve evaporitlerin her metresi için 1.3 metre kumtaşı ve şeyl olduğu anlamına gelir. Benzer olarak, aynı kesitte kum-şeyl oranı her metre şeyl için kum miktarını belirler (kireçtaşı yada evaporit miktarını gözönüne almaksızın).

Tüm stratigrafi kesitlerinin uç üyeleri aracılığıyla açıklanabilmesi gerçeği, üzerine herhangi bir uç üyeli stratigrafi kesitinin yüzde veya oran açısından bir nokta olarak yerleştirilebileceği % 100 üçgen kağıtların kullanılmasını çoğaltmıştır (Krumbein, 1948). Hatta kesitlerin bazı kısımları, örneğin kireçtaşı; toplam kireçtaşı %100'e eşit alımp iki veya daha çok kireçtaşı türü arasında oranlar kurarak aynı biçimde ele alınabilir. Bu yolla, fasiyes çizgilerinin geometrik özellikleri, kullanılan uç üyeleri gözönüne alınmaksızın aynı labilmektedir. Çizgilerin bu değişmez geometrik türevi fasiyes haritaları yorumlamasında sabit bir etken haline gelir.

Oran fasiyes çizgileri için kontur aralığı, üssel fasiyes biçimleri ortaya çıkarabilmesi açısından genellikle aritmetik değil geometriktir, ama bu uygulama yöntemin gerekli bir bölümü değildir. Bazı değişim hesapları incelemeleri için aritmetik aralıklar tercih edilir. Her şıkta, büyük litolojik toplulukları açıklamak için sınırlayıcı değerlerin seçimine olanak tanımak üzere iki takım oran çizgisi genellikle aynı izopak temelde gösterilir. Bunlardan herbiri sonradan harita biçimlerinin kolay görülebilmesi için renklendirilir. Kırıntılı ve kum-şeyl oranları küçük litolojilerin gözden uzak tutulduğu belirgin olmayan litofasiyes haritalarını oluşturduğu görülmektedir. Bununla beraber, istenen litoloji türünü veya litolojik özellikleri ortaya çıkarabilecek sonsuz sayıda uç üyesi birleştirmeleri bulunabilir.

ÜÇ BOYUTLU KAYAÇ KÜTLELERİNİ ÖRNEKLEME SORUNU

Bir fasiyes haritası üzerine kontrol noktalarını yerleştirmek sorunu, stratigrafi birimlerinin yeterince temsil edilmemesi sorununu kapsadığı kadar, muhakkak ki istatistikeldir de. Birçok yazar tarafından belirtildiği gibi sondaj tarafından kesilen kaya hacmi, kaya kütesinin tüm hacmiyle karşılaştırıldığında

çok küçük kalır. Bununla beraber, temsil etme sorunu bağıl hacimler elde etmekten çok temsil değeri olan kesitler elde etmektir. Tüm kesitlerin (kuyular veya mostralar gibi) elde edilebileceğini varsayarsak, örnekleme problemi stratigrafi biriminin doğası, coğrafik alanın yeri ve büyüklüğü, stratigrafi biriminin tekdüzeliliği ve kullanılacak haritanın ölçeği gibi dört etken aracılığıyla çözümlenebilir.

Stratigrafi biriminin büyüklüğü, onun toplam kalınlığı ve bileşimi açısından önem kazanır. Tüm fasiyes tekniklerinin ortalama değerlerle sonuçlandığı büyük zaman - kaya birimleri için, örnekleme problemi her litolojinin önemli haritalama rolü oynadığı ince birimlerden daha değişiktir. İncelemede yer alan coğrafik alan (ve de birimin kalınlığı) haritanın bölgesel veya yerel olacağını ortaya çıkarır ve böylece de haritanın ölçeğini belirler.

Kaya kütesinin tekdüzeliliği veya heterojenliği nokta aralarının yakın veya uzaklığını etkiler. Kraton'un birçok bölümlerinde fasiyes değişiklikleri derecelidir, fakat ortojeosenkinal kuşakların kenarlarına eriştikçe bu daha hızlı olabilir. Kontrol noktalarının eşit olmayan aralıklarla yerleştirilmesi, hızlı fasiyes değişikliği olanlarda daha yoğun olarak belirlenmiştir. Keşif kuyularının eksikliği, güzel oluşumların olmaması veya şiddetli erozyon yüzünden inceleme alanının coğrafi konumu kontrol noktalarının sayısını sınırlayabilir.

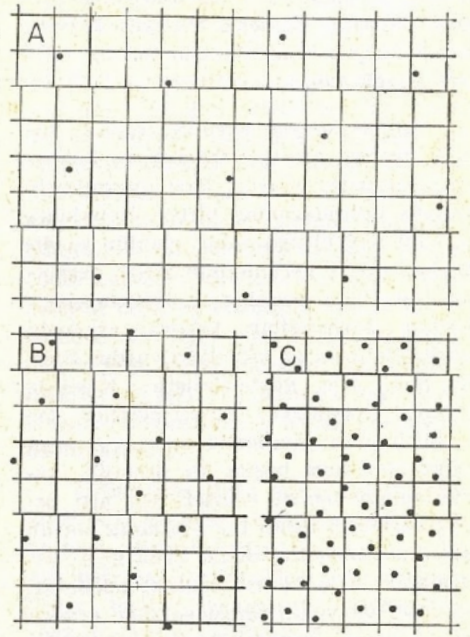
Yazar, kontrol noktalarını yerleştirmeye ilişkin mantıklı bir teoriden haberdar değildir. Çoğunlukla pratik problemler başparmak kuralı ile çözümlenir. Bu kural kontrolün az olduğu her yerde kullanılır, kontrolün fazla olduğu yerlerde bazı tercihler yapılabilir. Yazarın bölgesel haritalarla olan tecrübesi daha çok kontrolü açık çalışmayı tercih etmesini, yerel anomalilerin getirdiği karışıklıkları gözden uzak tutmasını sağlar. Açık kontrolün seçiminde birçok neden vardır. Bunlardan biri her kontrol noktasının o alan için kesitin tipik örneği olmasıdır. Yeraltı veya saha jeologları geniş tecrübeleriyle kesitin bölgesel geçerliliği olup olmadığını çabucak saptarlar. Literatür derlemelerinde bile, eldeki tüm verileri kapsayan kaya korelasyonu çalışmaları ve jeolojik kesitler harita denetimi için yeterli seçim yapılmasını sağlarlar. Lowman (1949) korelasyon çalışmasının dökmü için bir yöntem açıklamıştır.

Denetimin bağıl olarak bol olduğunu varsayarsak, kontrol noktaları yerleştirilmesi sorunu deneysel olarak incelenebilir. Aynı alanın ve stratigrafik bölümün gittikçe artan sıklıktaki kontrollerle haritaları hazırlanabilir ve fasiyes biçimlerinde birbirini izleyen değişiklikler incelenebilir. Bu tür deneyler genellikle açık denetimle yapıları haritaların, denetim aşırı derecede yoğun olanadek değişiklik göstermediğini ortaya koymaktadır. Örneğin, 1: 2,5 milyon ölçekle Orta Amerika'da yapılan bölgesel sistemli çalışmalar, 2000 mil karede bir kontrol noktası ile kabul edilebilir haritalar ortaya çıkarmıştır. Bu hemen hemen orta batı Amerika'da iki kare (township) başına bir kuyu demektir, ve kontrol noktaları birbirinden 1,5 inçlik bir mesafededir. Fasiyes biçimleri, kontrol noktaları her kare başına birkaç tane olarak sıklaştırıldıkça önemli bir değişiklik göstermez, bundan sonra geniş fasiyes biçimleri dağılımı yamalı biçimler almaya başlar. Kısaca, yerel değişiklikler bölgesel görünüme göre ağır basmaya başlar.

İkinci bir yaklaşım ise kontrol noktaları harita üzerinde yaklaştıkça, sayı yazmanın ve kontur çizmenin gittikçe artacak zorluğudur. Ölçeği dikkate almaksızın, 0,5 inçten daha az aralıklar kullanışsız hale gelir, en fazla kolaylık 1-2 inçlik aralıklarla elde edilir. Eğer noktalar 4 yada daha fazla inç uzaklıktaysa rakamlar arasındaki bağlantıları görmek zorlaşır.

Bu kabaca seçilmiş kural, bir çalışmada istenilen ayrıntılara uyacak biçimde harita ölçeği seçilmesi için temel oluşturur. 1: 1 milyon ölçekli bir haritada 288 mil² için bir nokta, bir inç mesafeli noktalardan oluşan bir taban ortaya çıkarır. 8 inç: 1 mil ölçekli bir haritada 10 acre için bir kuyu hemen hemen aynı nokta aralıklarını verir. Birinci yoğunluk en uygun bölgesel denetimi, ikincisi ise çok ayrıntılı bir çalışmayı temsil eder.

Şekil 1, 1: 1 milyon ölçekli ve değişik kontrol noktası yoğunluğunda üç haritayı göstermektedir. Kontrol noktası yoğunluğu ortalama mesafesi 1,5, 0,75 ve 0,375 inç olan üç haritada 4 kat sayısı ile değişmektedir. Yazara göre birçok bölgesel harita için en uygun yoğunluk A ve B haritaları arasında bir yerde olmalıdır. C haritası kullanışlılığı olmayacak kadar fazla yakın noktalara sahiptir. Bu derece sıkı kontrolde haritanın ölçeği büyültülmelidir. Bu bağlantıda (C), bireysel kontrol nokta-



Şekil 1: Kontrol aralığının üç yoğunluk durumunu gösteren 1:1 milyon ölçekli temel haritadan bir bölüm. A-9 kare (township), için bir kuyu; B-3 kare için bir kuyu; C-0.7 kare için bir kuyu.

ları saha kuyuları olabilir ve bazen birçok kuyulardan elde edilen bilgilerin ortalamasını olarak dağılımın ortalarında bir yerlere yerleştirmek bölgesel değeri olan özellikleri elde etmek için yararlı olabilir.

Bölgesel haritaların yorumlanmasını kontrol noktalarının yerleştirilmesi etkiler ve bu yazıda uzaklığın en uygun yoğunluktan biraz fazla olsa bile, 1-2 inç arasında olması uygun görülmektedir.

İZOPAKLAR VE FASİYES ÇİZGİLERİ

Fasiyes haritalarının seçkin bir yönü de izopaklar ile fasiyes konturları arasındaki ilişkilere, bazı haritalarda iki çizgi grubu aynı yönde uzanırlar, bazılarında ise iki grup arasındaki ilişki karmaşık olabilir. İzopak doğrultusu kavramı ile "fasiyes doğrultusu" kavramı bu ilişkileri değerlendirmede yararlıdır. "İzopak doğrultusu" izopak çizgilerinin pusula yönü olarak tanımlanabilir. Bir izopak haritası, üzeri yatay bir düzlem olarak kabul edilen üç boyutlu bir kütenin iki boyutlu izdüşümüdür, ve izopak çizgileride kütenin kenarından geçen yatay düzlemlerin izleridirler. Diğer yandan, fasiyes çizgileri-

ri kütleli bloklara bölen dikey düzlemlerin izleridir. Böylece, "fasiyes doğrultusu" fasiyes konturlarının pusula yönleri olarak tanımlanabilir.

Birçok fasiyes haritası izopak temeli üzerine kurulan iki fasiyes konturu takımından oluşur. Bazı durumlarda fasiyes takımlarından birisi izopaklarla aynı doğrultuya sahip olabilir ve diğeride onları herhangi bir açıda kesebilir. Genellikle izopaklarla, fasiyes çizgilerinin herhangi bir takımı arasında gözlenebilir en az altı ilişki vardır. Bunlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Kesiksiz çizgiler izopakları, kırıklı çizgiler ise kırıntılı oran çizgilerini, kum-şeyl oran çizgilerini veya başka bir litolojik tanımlamayı temsil ederler. Bu altı örnek herhangi resmî bir sınıflama olarak sunulmamaktadır, ancak daha ileri çalışmalar için öneri niteliğindedirler. Çizgisel ve yumurtamsı şekiller arasındaki ayırım harita ölçeğine bağlıdır, ama amaç tipik durumdaki benzerlik ve ayrılıkların derecesini bildirmektir.

Şekil 2'de gösterilen her sınıf için örnekler gösterilebilir. Tipik gösterme için çizgisel paralelmsi (Linear subparalel) biçim, kaynak alana gittikçe yakınlaşan bir çöken alanda kırıntılı çökellerin dağıldığı ortamlarda oluşabilir, böylece kireç birikimi çoğaldığından izopaklar arttıkça kırıntılı oran çizgileri azalacaktır. Eğri çizgisel uyumsuz (Curvilinear discordant) biçim; bir deltada olduğu gibi, çöken alana kırıntılı yerel konsantrasyon biçiminde döktüğü yerlerde olur. Burada kırıntılı oran çizgileri çanağın içine doğru normalden daha fazla uzanabilir. Ortak merkezli oval (Concentric ovate) biçim; evaporitlerin intrakratonik bir çanakta oluşmasını niteler. Düzensiz nok-

talı (Irregular spotty) biçim; birikimin yamalı yada nokta nokta olduğu levha kumlarının bozulan kenar kısımlarında yer alır.

Izopaklarla beraber iki takım oran çizgileri yer alırsa ilişkiler dahada karmaşık duruma gelir. Kırıntılı oran çizgileri izopaklara paralel olabilir ve kum-şeyl oran çizgileride eğri çizgisel uyumsuz olabilir, veya bir oran basit bir biçimde ortaya çıkarırken, bir diğeri düzensiz noktali olabilir. Yorumlama, çoğunlukla tektek oran haritaları çizilerek kolaylaştırılır, ve 1) Kırıntılı oranı ile izopaklar, 2) Kum-şeyl oranı ile izopaklar ve 3) Kırıntılı oranı ile kum-şeyl oranı arasındaki ilişkiler incelenir. Tek tek etkileri ortaya çıkararak ve bunları başlangıçtaki kuyu logları yada ölçülmüş kesitlerle karşılaştırarak, saptanan etkileri oluşturan bileşikleri ortaya çıkarmak olasılığı vardır. Daha önce belirtildiği gibi bütün litolojik oranların geometrik türevi benzer olduğundan, aynı akıl yürütme uç üyelerinin herhangi bir seçimine dayanan fasiyes haritalarına uygulanabilir.

İki litolojik oranın sınırlı değerleri olarak renk biçimleri haritaya yerleştirildiğinde, renk biçimlerinin izopaklarla ilişkileri, fasiyes biçimleri ile kalınlık arasındaki ortalama ilişkisi belirler. Genellikle iki sık rastlanırlı durum ortaya çıkar (Şekil 3'de gösterildiği gibi). Birinde çizili biçimler izopaklarla aynı doğrultudadır, bu çökme ile litolojik tepki arasında oldukça yakın bir ilişki olduğunu belirler; diğesinde ise çizili biçimler ile oran çizgileri izopaklara çapraz olarak dalgalanırlar, buda iki oran çizgisi yerel olarak şiddetle uyumsuz olduğundandır. İkinci tür biçimler genellikle yorumu en zor olanlar arasındadır, ancak çoğunlukla bir oranın genel tektonik durumlara karşılık geldiğini, diğer oran çizgisinin ise yerel kaynaklara, akıntılara yada diğer durumlara yanıt olduğunu ortaya çıkarır.

Çökme sonrası aşınma, izopaklarla fasiyesler arasındaki ilişkiyi büyük ölçüde bozar. Bundan önceki bölümde stratigrafi biriminin uygun bir üssü olduğu varsayılmıştı. Bu durumun geçerli olmadığı yerlerde, birçok haritaların kenarlarında olduğu gibi, biçimlerde görülen uyumsuzluklar tümüyle aşınmasal olabilir. Bununla beraber biçimlerin düzensiz olduğu her yerde aşınmayı düşünmek güvenilir bir yol değildir. Aşınmasal ve çökmesel sıfır (0) izopak çizgilerini ayırtmak için birçok ipucu Krumbein ve Sloss (1951, p. 445)

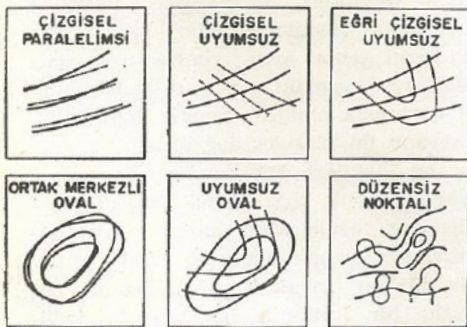
tarafından sunulmuştur. Bazı ufak değişikliklerle aynı ipuçları fasiyes haritalarının orta bölümleri içinde kullanılabilir.

FASİYES HARİTALARININ TEKTONİK ve ORTAMSAL YORUMLAMASI

Fasiyes haritaları, jeoloji tarihinin yeniden oluşturulması, ortamsal koşulların yorumlanması, aynı zamandaki tektonik çerçevenin değerlendirilmesi ve çeşitli ekonomik kullanışlar gibi birçok amaç için yapılmaktadırlar. İlk üç örnek için kalın zaman-kaya birimlerinin bölgesel fasiyes haritaları büyük değer taşırlar. Ayrıntılı araştırma haritaları genellikle daha ince birimleri, daha geniş ölçekleri kapsar. Buna rağmen, daha geniş haritalar bile ayrıntılı araştırmalar için bir temel oluşturması açısından endüstriyel uygulamaya sahiptirler. Burada sözü edilen türden bölgesel haritalar üç önemli konuda veriler ortaya koyarlar; 1) Stratigrafi biriminin mevcut alansal dağılımını, 2) Birimin kalınlığındaki mevcut değişimleri ve 3) Birimin tüm ve kaba litolojisini gösterirler. Bu haritalar genellikle tektonik çerçeve, kaynak alanının dağılımı ve bazanda hakim olan çökel ortamı açısından sedimantasyonu geniş olarak denetleyen koşulları değerlendirmede bir temel meydana getirirler. Bu özelliklerden bazıları izopaklarla fasiyes çizgileri arasındaki ilişkilerden kısmen ayırdedilebilirler.

Şekil 4 harita biçimlerinin tektonik çerçeve ve kaynak alanlara yanıt olma durumlarını ortaya koymaya çalışan bir tablodur. Üst kısım şelf ve intrakratonik havza koşullarını üç kaynak alanla birlikte gösterir. Orta kısım Şekil 2'deki izopak-litofasiyes birleşmelerinin altı çeşidini gösterir. Bu kutuları birleştiren çizgiler ise harita biçimlerini ortaya çıkarabilecek birkaç değişik koşulun birleşmelerini belirlerler. Bu ilişkilerin daha karmaşık olma olasılığı vardır, ancak tablo mevcut bilgilere dayanarak tektonizma ve kaynak bileşimlerinin karakteristik harita biçimleri üreteceğini göstermektedirler.

Şekil 4'ün üst bölümünde yer alan genellemelerle ortaya konan, şelf çökellerinin çizgisel veya noktali biçimler oluşturma eğiliminde olduklarıdır ve intrakratonik koşullar ise oval biçim oluşturma eğilimindedirler. Ayrıca, her çevredeki özel biçimler kısmen kaynak alanın doğa ve yerleşiminden etkilen-



Şekil 2: Çok bulunur altı sınıfı gösteren, izopak ve fasiyes çizgileri arasındaki ilişkilerin basitleştirilmiş diyagramı.

mektedir. Şelflerin ve havzaların değişik büyüklükte oldukları bilindiğinden, tablo daha çok kratondaki geniş şekillerden söz etmektedir. Çizgisel jeosenk-

hnal kuşaklardaki biçimler geniş olarak araştırılmamıştır, ama basit çizgisel ve karmaşık uyumsuz elemanları kapsar görünümündedirler.

Alışlagelmiş fasiyes haritalarından uyarlanan ortamsal yorumlamalar, bazı litolojik birleşimler ortamın doğasına ait fikir verseler bile, çoğunlukla yetersizdirler. Örneğin, ortak merkezli oval izopak-fasiyes biçiminde yüksek bir evaporit-karbonat oranı kısıtlı bir çevreyi belirler. Şekil 4'ün alt kısmı hakim olan tektonik ve kaynak koşulların bileşiminde, sedimanter ortamın ortaya çıkan biçimleri ne dereceye kadar etkilediğini veya denetlediğini ortaya koyar. Okların belirttiği gibi bu etkiler güçlüden zayıfa kadar olabilir. En belirgin ilişkiler ya şelf koşullarında veya belirli kısıtlı intrakratonik havza koşullarında anlaşılabilir.

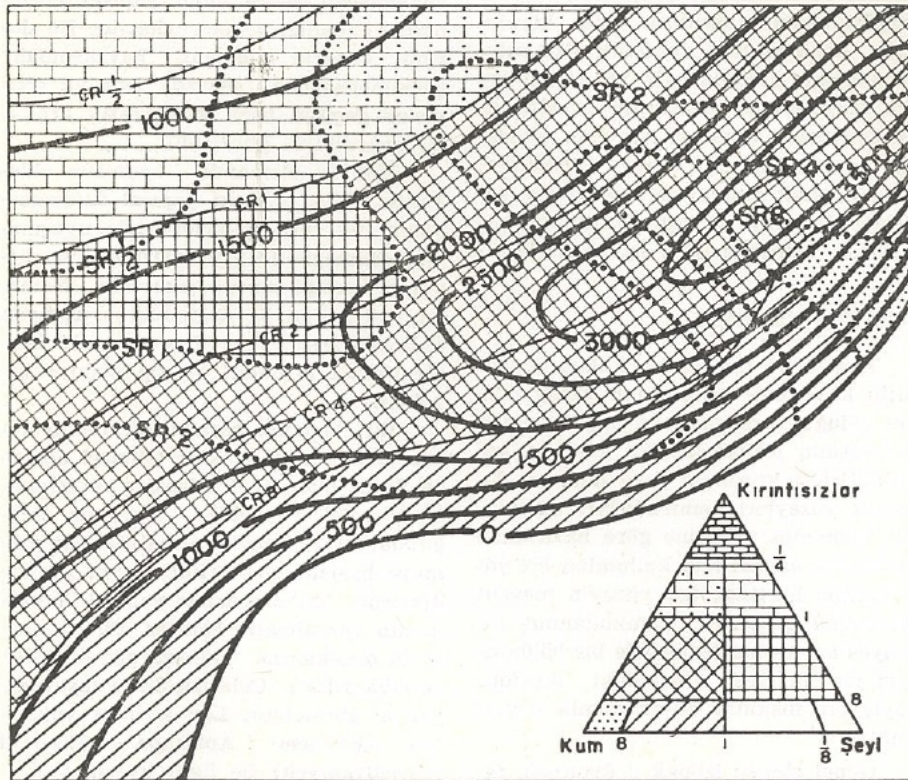
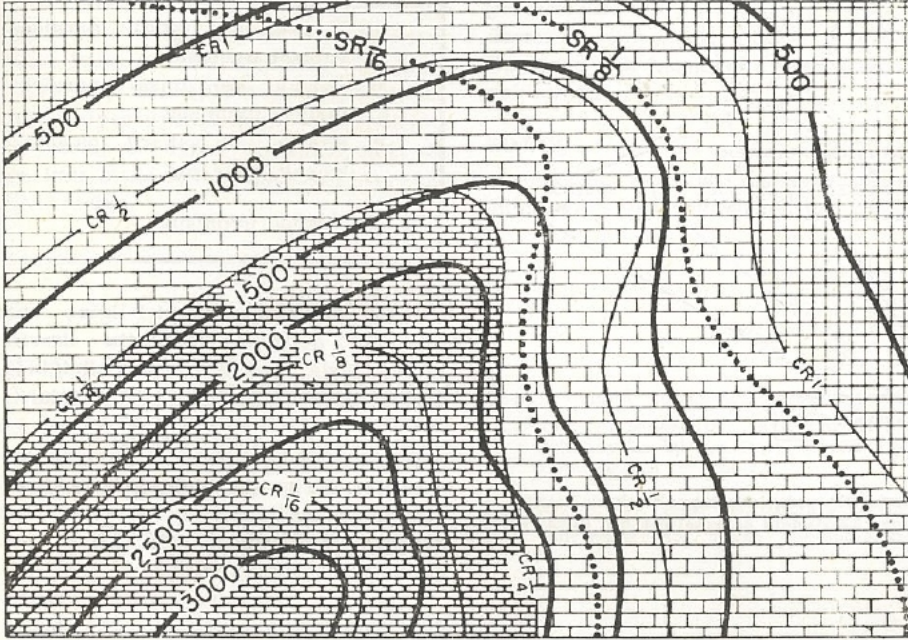
Ortamlarla ilgili daha ayrıntılı bilgiler bazı litolojik toplulukların farklılıkların karşılaştırmalarını ortaya koyan bölgesel haritalardan elde edilebilir. Daha önceki yayınlarda (Krumbein, 1948; Krumbein ve Sloss 1951, p. 276) ortamsal yorumlamalarda yararlı olacak bazı uç-üye birleşimleri ortaya konulmuştur. Karakteristik uç üyeleriyle bir şeyi üçgeni oluşturmakla, bazan oran çizgileri arasındaki ilişkilerden eski kıyıların dağılımları anlaşılabilir. Bunun gibi, kırıntısızların oran analizleride açık dolaşım (open-circulation) ve kısıtlı ortamsal koşullara ışık tutabilir.

Çevresel yorumlamalar için yapılan özel fasiyes haritaları oran birleşimlerine bağlı kaldığı sürece, Şekil 2'de gösterilenin aynı olan geometrik biçimler elde edilecektir. Jeolojik yorumlama daha değişiktir, ancak fasiyes ve izopak çizgileri arasındaki uyumun çökeltme bakımından geniş çevresel denetimi belirlediği gerçeği aynı kalır. Halbuki, örneğin bir oranın diğerine göre sabit kalarak onun değişkenliğine izin verdiği çevresel engelleme ve benzeri durumlarda olduğu gibi, kesişen biçimler özel etkileri belirler.

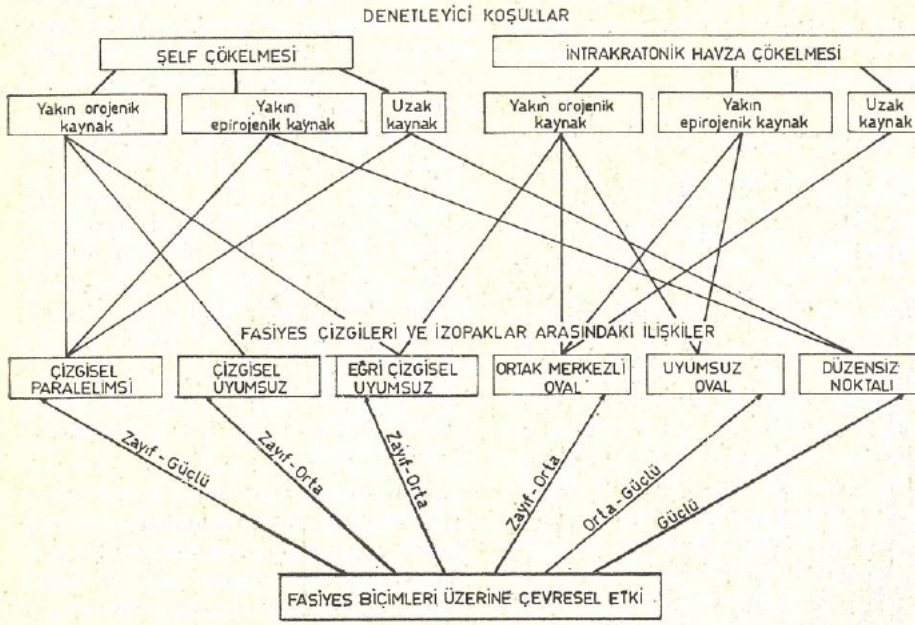
Alışlagelmiş haritalar için sözü edilen aynı ortalama etki, ortamsal analizler içinde geçerlidir ve harita birimleri ve uç üyelerin seçiminde akıl yürütme gereklidir.

İZOPAK ve FASİYESLERİN DEĞİŞİM HIZLARININ YORUMLAMASI

İzopak ve fasiyes çizgilerinin bağlı konumları harita boyunca fasiyes ve kalınlığın değişme hızını belirler. İzopak konturları genellikle aritmetik bir aralık izlerler ve kalınlığın değişim hızı izopak çizgilerinin arasındaki uzaklık ile



Şekil 3: İzopak ve fasiyes çizgileri ve biçimleri arasındaki paralelliği ve uyumsuzluğu gösteren iki varsayımı fasiyes haritalarından bölümler. Üçgen lejand her iki harita için de geçerlidir.



Sekil 4: Fasiyes çizgileri ve izopaklar arasında tektonik ve kaynak alanı açışından ilişkiler. Çizelgenin alt bölümü biçimler üzerindeki çevresel etkinin doğasını gösterir.

TABLO 1. İzopak, fasiyes ve yapısal doğrultular arasındaki ilişkiler

1. Her üçüde paralel
2. İkisi paralel, biri uyumsuz
a. Fasiyes ve izopak paralel, yapısal uyumsuz
b. İzopak ve yapısal paralel, fasiyes uyumsuz
c. Fasiyes ve yapısal paralel, izopak uyumsuz
3. Her üçüde uyumsuz

Bu sınıflardan herbiri ilginç bazı sonuçlar getirirler ve harita üzerine birden fazla fasiyes oranı çizildiğinde, fasiyes oran çizgilerinin kendi aralarındaki eksik uyumsuzluktan dolayı bu ilişkiler dahada karmaşık duruma gelebilirler. Bu yazıda, sadece en basit durum gözönüne alınmıştır, bu da tek tek fasiyes çizgilerinden çok, fasiyes biçimlerini ele almaktır.

Her üç elemanda paralel olduğunda, izopakların ve fasiyeslerin oluşum zamanında meydana gelen çökmelere aynı zamanda tepki gösterdikleri ve çökmeden sonra ciddi yapısal bozulmalar olmadığı sonucu çıkarılır. Bu durum örneğin Michigan havzasındaki çökmelerinden sonrada bazı ek çökmeler geçiren bazı stratigrafik araklar aracılığıyla görülebilir.

Her üç elemanda uyumsuz olduğunda, daha sonraki yapısal deformasyonun ilk fasiyes biçimleriyle uyumayan çökmenin ilk eğilimlerini boylu boyunca kestiği sonucu çıkartılır. Nema-ha yükselimi ile değişikliğe uğrayan Saline-Forest City Havzasındaki bazı stratigrafik birimleri bu tip ilişkiye örnektir.

İki elemanın paralel, birinin uyumsuz olduğu sınıf belkide bilimsel açıdan en ilginç olanıdır. Fasiyesler ve izopaklar paralel, yapısal uyumsuz olduğunda; ilişki izopak ve fasiyeslerin çökmeye başlangıçta birlikte tepki gösterdiklerini, daha sonrada yapısal bozulmanın yer aldığı belirler. Bu tür ilişkinin örneklerine oldukça sık rastlanır ve Güneydoğu Colorado'da Pensilvaniyen'de görülebilir. Las Animas yükseltisi (Kretase) Apishapa yükseltisi (Pensilvaniyen) ile ilgili izopak ve fasiyesleri boylu boyunca kesmiştir.

İzopak ve yapısalın paralel, fasiyesin uyumsuz olduğu durumlar, izo-

ters orantılıdır. Fasiyes çizgileri geometrik bir aralıkta konturlanırsa yukarıdaki benzer bir ilişki ortaya çıkar, ancak değişim hızı hem yerleşimin hemde kontur değerlerinin bir fonksiyonudur. Kalınlık veya litolojinin değişme hızını konturlarla gösteren deneysel eğim haritaları yapılmıştır. Yazarın tecrübesi gözönüne alınrsa bunlar tümüyle doyurucu değildir, fakat bunlardan bazı ilginç sonuçlar elde edilebilir.

Fasiyes haritaları yorumlamasında çoğu kez karşılaşılan bir sorunda şelf ve intrakratonik havza alanları arasındaki sınırı seçebilmektir. Birçok kereler izopaklar ve fasiyesler aynı anda değişmezler ve sorunda fasiyes değişiminin mi? yoksa kalınlık değişiminin mi? tektonizmanın belirteçleri olarak kullanılabacağı sorundur. Kalınlığı çökmenin bir ölçüsü olarak kullanmanın bazı esasları vardır, böylece seçilen sınırın ötesindeki fasiyes gerilemeleri yada fasiyes uzantılarını saptamak olasılığına erişilir. Genellikle, bu çeşit ilişkiler havza çökelmelerinin şelfe dağıldığını veya şelf çökelmelerinin çöken alana doğru yikanarak taşındığını ortaya çıkarabilir.

Bölgesel ve yerel fasiyes haritalarının karşılaştırılmasında, değişim hızları genellikle yerel fasiyes anomalilerinin

uzanım ve derecesini belirlerler. Bu tür karşılaştırmalar, özellikle levha kumlarının kenarlarında, tektonik elemanların sınırları yakınlarda ve geçişli ortam bölgelerinde, ekonomik araştırmalar için önem taşırlar. Ayrıntılı akademik araştırmalarda yerel anomaliler, yerel kaynak alanlarına, aşınmanın değişken etkilerine ve kıyı çizgilerinin kabataslak belirlenmesine ışık tutarlar.

FASİYES VE YAPI

İzopak ve fasiyes haritaları üç boyutlu kaya üst kısımlarının yatay düzlem olduğu varsayılan üç boyutlu kaya kütlelerinin izdüşümleridir. Doğada kaya kütleleri kıvrılmış veya durumu değişmiş yüzeylerle sınırlıdır. Stratigrafik biriminin yüzeyine göre hazırlanan ve fasiyes analizi için kullanılan bir yapı kontur haritası, üst yüzeyin mevcut durumunu gösterir. Tamamlanmış bir fasiyes harita incelemesinde bir bölümde yapı ile fasiyes arasındaki ilişkidir. Böyle bir ilişkinin de ekonomik değeri açıktır.

Genel olarak izopak doğrultusu, fasiyes doğrultusu ve yapısal doğrultular arasında üç tür ilişki görülebilir. Bunlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

pak ve fasiyes uyumsuzluğunun çökme ile aynı zamanda olduğu ve izopak-yapısallar paralellığının ise çökmeden sonra ciddi bir yapısal değişme olmadığı sonucunu ortaya koyar.

Fasiyes ve yapısalların paralel, izopakların uyumsuz olduğu özel şekil bazı durumlarda tesadüfi ilişkiler olduğunu ortaya koyar. Diğerlerinde, biohermlerin kalın şeyl birikimlerine komşu olduğu yerlerdeki gibi başlangıçta bir izopak-fasiyes uyumsuzluğu düşünülebilir ve ilerleyen yapısal deformasyonda daha katı biohermler yapısal tepkiyi etkileyebilirler.

Gözönüne alınan tüm durumlarda çökmeden sonra aşınma olmadığı varsayılmaktadır. Aşınmanın olduğu yerlerde ilişkiler herhangi bir sınıfa dahil olabilir. Ayrıca konuda bölgesel yapısal eğilimler vurgulanmıştır, yerel yapısal belirtiler zaman süresince sürekli gelişme gösterebilirler veya bölgesel eğilimler üzerinde ikinci tür yapılar gelişebilir. Bunlarda çok karmaşık yerel ilişkilere yol açarlar.

SONUÇ

Fasiyes haritaları konusunda gerek bilimsel, gerekse ekonomik yönden git-

tikçe artan ilgi fasiyes haritaları yorumlamasında sistemli prensipler ortaya konmasını gerektirmektedir. Yayınlar arasında çağdaş fasiyes haritaları nispeten az olduğundan Salisbury ve Atwood (1908) tarafından topoğrafya haritaları için yapılan gibi aydınlatıcı bir kolleksiyon ortaya koyma olanağı henüz yoktur. Buna rağmen, sınırlı olsa bile git-tikçe artan tecrübe, fasiyes haritaları yorumlamasında bazı tartışmaları başlatmıştır. Kuşkusuz, tecrübe arttıkça prensipler keskinleşecektir ve yazar bu yazının konuya daha ileri düşünceler getireceğini ummaktadır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Krumbein, W. C. (1948): Lithofacies maps and regional sedimentary-stratigraphic analysis: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., Vol. 23, pp. 1233-1261.

—, and Sloss, L.L. (1951): Stratigraphy and sedimentation, San Francisco, Freeman and Co.

Low, J. (1950) Subsurface maps and illustrations: Subsurface geologic methods, edited by L. W. Le Roy, Golden, Colo., Colo. School of Mines.

Lowman, S. W. (1949) Sedimentary facies in gulf coast: Am. Assoc. Petroleum Geo-

logists Bull., Vol. 33, p. 1965.

Moore, R. C. (1949) Meaning of facies: Geol. Soc. America, Mem. 39, pp. 1-34.

Salisbury, R. D., and Atwood, W. W. (1908) The interpretation of topographic maps: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 60.