

nın çoğunu oluşturan çökellerin tahrip edilmesi veya kirlenmesiyle, düzeltilmesi olanaklı olmayan sonuçlar ortaya çıkar. Doğanın uzun emeklerle yarattığı bu eseri insanın yeniden, kısa zamanda oluşturması olanaksızdır.

Kıyıda ve sahil şeritlerindeki yapıların dalga, akıntı ve rüzgâr yönünü değiştirmesi sonucunda, kıyıda çökelin yanıl yönde göç etmesini veya açık denize sürüklenmesini önleyecek önlemleri belirlemek ve almak zorunludur. Ayrıca kıyılardaki çökele doğrudan müdahale ederek kıyı boyunca yerinin değiştirilmesi veya kara içine taşınması da yasaklanmalıdır. Öte yandan kıyının kirlenmesini önlemeye yönelik hükümler «Kıyı Kanunu»na da alınmalıdır.

#### «KIYI»NIN BELİRLENMESİ

Kıyının belirlenmesi, diğer bir deyişle «Kıyı Kenar Çizgisi»nin saptanmasında görevlendirilecek meslek mensuplarının hangileri olacağı konusu bizce yasa hükmü olmalı, bu konu yönetmeliklere bırakılmamalıdır. İptal edilen yasa da mimar ve inşaat, jeoloji ve harita mühendislerinin sözü geçmekte; yönetme-

likte de bunlara ziraat mühendisi ve jeomorfolog ile tekniker ve teknisyenler eklenmiş bulunmaktadır.

Bizce, yeni yasa da konunun uzmanı olan kişiler yetkili kılınmalı ve bunlar jeoloji mühendisleri ile jeomorfologlar olmalıdır.

#### SONUÇ

Bundan sonra ne yapacağız? Kıyılarımızın tahrip edilmelerine, kirlenmelerine ve kamuya kapalı özel mülklere dönüşmelerine izin verecek ya da seyirci mi kalacağız? Yoksa kamu yararı doğrultusunda kullanarak koruyacak mıyız? Kıyı yasası gündemde iken hepimiz bunu iyi düşünmek zorundayız.

Evet, kıyılarımızı ne yapacağız?

#### KAYNAKLAR

- [1] T.C. Anayasası
- [2] 3086 sayılı Kıyı Kanunu : Resmî Gazete (1.12.1984)
- [3] 3086 Sayılı Kıyı Kanununun Uygulanmasına Dair Yönetmelik : Resmî Gazete (18.5.1985)
- [4] 3086 Sayılı Kıyı Kanununun İptaline Dair Anayasa Mahkemesi Kararı : Resmî Gazete 10.7.1986)

#### PENROSE KONFERANS RAPORU

## Milonitik Kayaçların Önemi ve Petrojenezi

Jan Tullis, Arthur W. Snoke, Victoria R. Todd

Çeviren : Halil KESKİN MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, Ankara

#### GİRİŞ

Charles Lapworth yaklaşık yüz yıl kadar önce Scottish Highlands bölgesinin Moire itki zonunun Eriboll kesiminde ince taneli, laminalı bir kayacı tanımlamış ve milonit olarak adlandırmıştır. Bu ilk tanımlamadan sonra jeologlar, milonitlerin, kıtasal boyutlardaki dahil, yoğun deformasyon işaret ettiklerini anlamışlardır. Son senelerdeki çeşitli gelişmeler bu kayaçların oluşumları ile ilgili yeni görüşleri ortaya çıkarmıştır. Bu gelişmeler içerisinde ince taneli kayaçların incelenmesi için transmisyon elektron mikroskopu, kimyasal mikroanaliz teknikleri ve doğal olarak deforme olmuş kayaçlardakine benzer mikro yapılar oluşturan deneysel deformasyon aletleri yer almaktadır. Bu gelişmelerden, fay zonlarına olan ilgiden ve fay kayaçlarının isimlendirilmesinde devam eden çelişkilerden dolayı milonitik kayaçlarla ilgili bir Penrose Konferansı düzenlemenin zamanı

geldiğine inanılmıştır. Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya'dan yapısal jeolog, petrolog, arazi jeoloğu, deneyciler ve kuramcılar olmak üzere çeşitli dallardaki kişilerin dikkatinin çekilmesine özen gösterilmiştir. Bu yoğun tartışmalar için 28 Nisan-2 Mayıs 1981 tarihleri arasında San Diego, California'da 71 kişi toplanmıştır.

Konferanstan önce, konferansa katılanlardan 61 kişinin izlediği iki buçuk günlük bir saha gezisi düzenlenmiştir. Bu gezi John Christie, Carl Jacobson, Greg Davis ve Lawford Anderson'nun yardımlarıyla Vicki Todd tarafından düzenlenmiş ve yürütülmüştür. Todd, bölgedeki bir çok araştırmacının çalışmalarına dayanarak ayrıntılı bir arazi gezisi klavuz kitabı hazırlamıştır. Gezi güney California'da değişik petrojenetik konumlardaki milonitik kayaçların incelenmesi şansını vermiş ve San Gabriel Mountains'in doğusundaki Cucamonga Canyon ve Vincent itki zo-

Geology, 1982, V. 10, 227 - 230 da yer alan «Significance and Petrogenesis of Mylonitic Rocks» başlıklı makalenin çevirisidir.

nu, San Andreas rift zonundaki Blue Cat, Palm Canyon ve Coyote Mountain boyunca Santa Rosa milonit kuşağı ve Peninsular Ranges batolitinin sintektonik plütonik kayaları gibi klasik yerlerin de görülmesini sağlamıştır. Geçmişte ve günümüzde bölgedeki çalışmacılar tarafından «milonit» olarak adlandırılmış kayalar herkesi etkilemiş hatta bazen şaşırtmıştır. Fakat bu karmaşık kayaların arazide hep beraber incelenmesi tartışmalar için bir baz oluşturmuştur. Dahası, özel olarak seçilmiş bir kaç gözlem yerinde katılanların birlikte yürümeleri ve konuşmaları onların birbirlerini tanımalarını ve fikir alışverişinde bulunmalarını sağlamıştır.

#### OTURUMLARIN ANA HATLARI

Konferans Donald McIntyre'nin İskoçya ve İsviçre Alpleri'nde çalışan jeologların itki fayları, naplar ve milonitik kayaların anlaşılmasındaki ilginç hikayelerini anlatan bir konuşması ile açılmıştır. Konferans biri akşam, ikisi öğleden sonra olan iki gündem dışı bölümden başka yedi resmi bölümden oluşmaktaydı. Oturum konuları ve konularla ilgili yarım saatlik özet bir konuşma yapacak ana konuşmacılar daha önceden dikkatli bir şekilde seçilmiştir. Oturum konuları ve ana konuşmacılar şunlardır: 1) Geometri ve tektonik konum (I. Dalziel); 2) Kırılma-geçişinde milonitlerin petrojenezi (R. Sibson); 3) Milonit oluşumunda işlemekte olan deformasyon mekanizmaları (S. Schmid); 4) Milonitleşme sürecinde fiziksel koşulları yansıtan mikro yapılar (M. Etheridge); 5) Sıvıların rolleri ve kimyasal, minerolojik değişiklikler (R. Kerrich); 6) Milonit zonlarının termo-mekanik tarihçesi (J. -P. Poirier); ve 7) Oturumların özeti ve geri kalan önemli sorunların ve terminolojinin tartışılması (J. Tullis ve A. Snoke). Her oturumda ana konuşmadan sonra bir tartışma ve tartışmalara açıklık getiren 4-7 kısa sunu bulunuyordu.

İki serbest öğleden sonra sırasında katılanların çoğu toplantı salonunda resmi olmayan tartışmalar için bir araya geldiler. Bu tartışmalar poster sunuları, petrografik mikroskoplar (San Diego Eyalet Üniversitesi, Jeoloji Bilimleri Bölümü tarafından karşılandı) ve oturumlara katılanların getirdikleri bir çok örnek ve ince kesitle renklendirildi. Dahası herkes, W. Means'ın paradiklorbenzenin basit mikroskopik makaslanması ile ilgili aleti sayesinde şimdiki makaslama zonlarının gelişimini gözleyebildi. Konferans sırasında her konuşmacının söylediklerini özetlemekten çok görüş birliği ve çelişkileri de belirterek milonitik kayalar hakkındaki fikirlerin bir sentezi yapılmaya çalışıldı. Milonitik kayalar terminolojisinin genel tartışılması kasıtlı olarak konferansın son oturumuna bırakıldı. İlk altı oturumda milonitler, içinde uzalmanın (strain) görece dar bir düzlemsel zon oluşturduğu, tane boyunun genellikle küçüldüğü ve içinde yaygın olarak yapraklanma ve bazen de çizgisellik oluşan kayalar olarak tanımlanmıştır. Aşağıdaki tartışma bu basit tanımlamaya dayanarak yapılmış, daha ayrıntılı terminoloji tartışması özeti sonunda yer almıştır.

#### ÖZET

##### Geometri ve Tektonik Konum

Milonit zonları Arkeen'den günümüze kadar her yaşta kayalarda oluşur (I. Dalziel). Bunlar Sierra Nevada'daki (P. Segall) graniti kesen santimetre boyutundaki zonlardan tutun da, Glarus itkisinin altındaki bir metre kalınlığındaki Lochseiten kalsit milonitine (S. Schmid) ve hatta Kanada Kalkanı'ndaki (J. Henderson) yüzlerce kilometre uzunluğunda ve bir kaç kilometre kalınlığındaki makaslama zonlarına dek çeşitli boyutlarda olabilirler. Dahası her çeşit tektonik konumda oluşabilirler; üç çeşit plaka sınırında da yaygındırlar (I. Dalziel, P. England). Fakat aynı zamanda Kordilera metamorfik çekirdek karmaşıklarında olduğu gibi plaka içlerinde de oluşabilirler (G. Davis, L. Anderson, S. Reynolds).

Milonitik kayalar çoğu kez faylarla ve makaslama zonlarıyla birlikte görülürler. Fakat bazı milonitlerin basit makaslama dışında hangi koşullar altında oluştuğu hakkında ciddi kuşku vardır. Bazıları, metamorfik çekirdek karmaşıklarındaki milonitlerde aynı yönlü yatay akıntılar tarafından oluşmuş ortorombik uzalmanın varlığına inanmaktadırlar (G. Davis, S. Reynolds). Yapraklanma düzleminde bütün yönlerde eşit genişleme sonucu çizgisel bir doku oluşturmanın olası olmadığına işaret edilmektedir (S. White). Makaslama işaret eden çeşitli yüzeylemeler ve ince kesit boyutundaki yapıların bir tekrarı yapılmıştır. Bu yüzeylemeler ve yapılar, dönmüş porfiroblastlar ve ikincil makaslama düzlemleri de dahil olmak üzere, makaslama yorumlamada kullanılabilir (C. Simpson, R. Vernon). Makaslama kıvrımları üzerine hararetli tartışmalar yapılmıştır (J. Henderson, S. White, J. Christie, W. Horton). Salt makaslamanın, yer ve şekil sorunu yarattığına işaret edilmektedir (T. Bell) -ezilip kenara itilen malzemeye ne olmaktadır? Buna muhtemel bir cevap, çeşitli rejimler altında basınç eriyiğine bağlı olarak meydana gelen hacim değişikliği olabilir; bazı sleyt kuşaklarında en az % 50 hacim kaybı gözlenmiştir (T. Wright). Fakat bu tartışmada terminoloji bir sorundur; uzalım genel bir terimdir ve tüm deformasyon biraz makaslama içerecektir (W. Means).

##### Mikroyapılar ve Deformasyon Mekanizmaları

Milonitlerle ilgilenen jeologların amaçlarından birisi, kayadaki mikroyapıları inceleyerek deformasyonun fiziksel koşullarını ve biraz da deformasyon tarihçesini çıkarabilmektir. Bu tür yorumlar için, kabuk koşulları aralığında işleyen çeşitli tane boyutundaki mekanizmalarca oluşturulan karakteristik mikroyapılar hakkında yeterince bilgiye gerek vardır. Bu mekanizmalar ve sonucunda oluşan mikroyapılar (mikroçatlama, dislokasyon yığılması «creep» difüzyon yığılması ve tane-sınırı kayması) hakkındaki bilgimizin çoğu tek kristal, tek evreli kümeler ve şimdilerde çok evreli kümeler üzerinde yapılan deneysel deformasyon çalışmalarından elde edilmiştir (S. Schmid, M. Etheridge, J. Tullis).

Mikroçatlama, tanelerarası genişleme çatlaklarının açılması ile oluşur. Bunlar, boylu boyunca uza-

nan ve içinde deformasyonun makroskopik olarak kırılğan olduğu bir makaslama çatlağına birleşebilir ya da içinde deformasyonun esnek olduğu ve kataklastik akmanın üretildiği homojen bir biçimde dağılmış olabilirler (çünkü kohezyonun olmadığı makroskopik yüzey yoktur). Çatlama giderek tane boyunu 1 milimikrona kadar küçültür (G. Mitra), fakat parçacıklar açısallıkları ve buna bağlı gözenekliliklerinden dolayı tanımlanabilir biçimde kalırlar. Bu malzeme fillosilikat içerdiği zaman belirli bir yapraklanma gösteren fay kilidir (S. White). Bu killer üzerinde yapılan deneyler göstermektedir ki Riedel makaslamalarında olduğu gibi, fay zonu sınırlarına göre belirli bir yöndeki mikroyapılar, artan uzalım ile giderek artan bir biçimde gelişmişlerdir (J. Logan). Çatlamanın düşük bir sıcaklık ve uzalım-hızı duyarlılığı olduğu görülmektedir. Çatlakların oluşması hacim artmasına neden olur. Bu da çatlama olması için artan basınç ile birlikte gerilmelerin de artması gereğini ortaya koyar; böylece çatlama daha çok sığ derinliklerde olur. Aynı zamanda, sıvı basıncının toplam basınca yakın olduğu derinliklerde de çatlama olabilir.

Dislokasyon kayması, belirli kayma sistemleri üzerinde birim-hücre boyutunda kristal makaslama oluşturur (kayma düzlemleri ve yönlerin birleşmesi). Benzer olaylar olan dislokasyon kayması ve mekanik ikizlenme (twinning) görece düşük sıcaklıklarda oluşur. Fakat çeşitli kayma düzlemlerindeki dislokasyonlar kristal içindeki kapanımlar tarafından engellenebilir ve çatlama ile sonuçlanır. Böylece dislokasyonlarda sınırlı bir uzalım oluşturur.

Dislokasyon yığılması difüzyon hızının dislokasyon tırmanması için yeterli olduğu yüksek sıcaklıklarda oluşur. Uzalım oluşturan bir deformasyon mekanizması, dislokasyonların yeniden düzenlenmesi veya kayması yüksek basınç gerektirir ve bir çok mikroyapı ile düşük basınçlarda yüksek uzalım gerçekleşmesini sağlar. Dislokasyon kaymasının kanıtları tanelerin iç uzalımlarının (dalgalı sönme, deformasyon lamelleri ve bantları ve kristallografik olarak seçmeli yönelmeler gibi) gözlenmesidir. Dislokasyonların karşılanmasının kanıtları ise, taneler içinde 1-10 derecelik dönmeye uğramış alanlar ile tane sınırları boyunca veya özgün taneler içindeki zonlarda dinamik olarak yeniden kristallenmiş tanelerdir. Özgün olarak deforme olmuş tanelerde yerel olarak yüksek dislokasyon yoğunluklarının varlığı, dinamik yeniden kristallenme için yürütücü gücü oluşturan yüksek uzalım enerjisini açıklar; yeni ve uzalım kazanmamış taneler, kendileri uzalım kazanana ya da yer değiştirene kadar tane dönmesi veya sınır göçü mekanizması tarafından, eski ve uzalım kazanmış tanelerin yanlarında gelişirler (J.-P. Poirier). Bir kayaktaki yeniden kristallenme miktarı sıcaklık, uzalım ve su miktarı ile artar (M. Freidman); yeniden kristallenmiş tanelerin büyüklüğü ve bunların eşit şekil kazanmaya olan eğilimi sıcaklık ve su içeriği ile artar (T. Bell). Böylece dislokasyon yığılması tarafından oluşturulan yüksek sıcaklık deformasyonu, artan uzalım ile değişmeyen ve içinde tane

şekillerinin kayaç uzalımını yansıtmadığı mikroyapı oluşturur.

Dislokasyon yığılma deformasyonu, bir çok mineral için geniş bir metamorfik koşul aralığında yaygındır. Mikroçatlamadan dislokasyon yığılmasına geçiş sıcaklığı çeşitli mineraller için değişkendir (kuvars için gereken feldspatından düşüktür) ve aynı mineral için su içeriğine göre değişir. Yeşil şist fasiyesi koşullarında kuvarsın, yüksek yeşil şist ve düşük amfibolit fasiyesi koşullarında K-feldspatın (L. Anderson) ve orta ve yüksek amfibolit fasiyesi koşullarında ise plajiyoklasın (M. Etheridge) bu mekanizma tarafından deforme olduğu görülür. Dahası bu mekanizma tarafından deforme olmuş kayalarda kısmi gerilmenin büyüklüğü ile dislokasyon yoğunluğu, tane büyüklüğü ve yeniden kristallenmiş tane büyüklüğü arasında bir ilişki olmalıdır. Böylece laboratuvar deneylerinin uyarlanması ile (J. Christie) milonit üreten gerilmelerin miktarı tahmin edilebilir.

Difüzyon yığılması, tanelerin hacmindeki veya tane sınırları boyundaki difüzyon kütle transferinden dolayı tanelerin şeklinde bir değişmeyi öngörür. Bu mekanizma metallerde yüksek sıcaklık deformasyonlarında gözlenmiş fakat silikatlarda gözlenmemiştir. Eğer, kabuksal kayalarda olduğu gibi, tane sınırı zarı biçiminde bir miktar su var ise sıvı basıncının geometrik eşdeğeri deformasyon mekanizması çalışır. Bu durum yüksek basınç bulunan tane sınırlarında çözünmeye, tane sınırı zarında sızmaya ve düşük basınç bulunan tane sınırlarında yeniden çökelmeye neden olur. Bu mekanizma ile ilgili bir kaç deneysel çalışmak yapılmıştır (S. White); milonitik zonların derin kesimlerindeki mekanizma için az kanıt olmasına karşılık, doğal olarak deforme olmuş kayalar üzerindeki gözlemler bu mekanizmanın sığ kabuksal düzeylerde yaygın olduğuna işaret etmektedir (T. Wright). Mekanizmanın çalışması ile ilgili kanıtlar şunlardır; 1) sınırlar boyunca tanelerin çözülmez artıklarla birlikte penetrasyonu 2) «basınç bölgelerinde» veya genleşme çatlaklarında malzeme çökelişi (lifli bir yapıda ve lifler gerilmeye paralel).

Tane-sınırı kayması, boşluk oluşumu ve üst üste çıkışmayı önleyen bir difüzyon veya dislokasyon yığılması ile desteklenen bir deformasyon mekanizmasıdır (sürtünmesiz). Bu çoğun ince taneli kümeler için önemlidir (S. Schmid). Eğer çatlama ve dinamik yeniden kristallenme ince tane boyutunu oluştursa ve dağılmış saf olmayan evreler tarafından oluşan tane büyümesi ile dengelenirse, tane sınırı kayması deformasyonu, üstün plastiklik denilen durumu oluşturur. Bu durumda, tane boyunda ve biçiminde bir değişime olmaksızın esnek uzalımlar oluşur. Bu durumda tane boyu paleopiezometre olarak kullanılmaz. Bu mekanizmanın kanıtları çok ince ve aynı boydaki tanelerdir. Bu taneler yüksek uzalımı olan kayada iç uzalım ve seçmeli yönelme göstermezler; Glarus itkisinin altındaki Lochseiten kalsit miloniti buna bir örnektir (S. Schmid).

Yukarıda açıklanan bütün deformasyon mekanizmaları, bir kayada yüksek uzalım oluşturabilirler;

ancak hepsi de milonit oluşturabilirler mi? Tane boyunun küçülmesi kavramı milonit tanımında oldukça fazla yer alır ve doğaldır ki çatlama ve dislokasyon yığılması ile belirli bir oranda basınç eriyiğinin eşlik ettiği dinamik yeniden kristallenme buna neden olur. Yapraklanma kavramı da geleneksel olarak milonit tanımında yer alır. Kataklastik akma, yapraklanmayı oluşturabilir (Riedel makaslamaları); dislokasyon yığılması yassılaştırmış özgün taneler ve yassılaştırmış yeniden kristallenmiş taneler oluşturur; eriyik basıncı yassılaştırmış özgün taneler ve lifli yeni taneler oluşturur. Dislokasyon yığılması veya tane sınıırı kayması tarafından deforme edilmiş eş boyutlu, tümüyle kristallenmiş, özellikle de tek mineralli kümeler yapraklanma göstermeyebilirler. Tane biçimlerinin kayaç uzalımını açıkça göstermediği durumlarda kayacı milonit olarak isimlendirmek oldukça güçtür. Milonitlerin çoğu, üzerinde bir çok deneysel çalışmanın yapıldığı çok mineralli kayaçlardır (I. Tullis). Bu tür kayaçlardaki çeşitli mineraller, aynı fiziksel koşullar altında farklı deformasyon mekanizmalarına sahiptirler. Gerçekte çok mineralli bir kayaç olarak milonit için alışılmış görüntü, içinde bir mineral sert ve kırılğan davranırken başka bir mineralin esnek davranış göstermesi biçimindedir. Aynı miktar ve tipteki uzalm, litoloji ve deformasyon mekanizmasına bağlı olarak çok farklı mikroyapılar oluşturabilir.

#### Milonitleşmenin Fiziksel Koşulları

Milonitik kayaçları incelemenin derinlerdeki etkin fay zonlarındaki olayları ve koşulları anlamamıza yardımcı olduğu gibi, etkin fayların incelenmesinin de eski fay kayaçlarını yorumlamamızda büyük yardımcı olmuştur. Farklı koşullarda oluşmuş milonitik kayaçlar için, kabuk içerisinde düşey doğrultu atımlı bir fayı kuramsal bir model olarak ele almak yararlı olacaktır (R. Sibson, S. White); tartışma amaçlı olarak üç farklı derinlik aralığı ayrılabilir ve tanımlanabilir.

Sığ düzeylerde fay sismiktir. Bu zon derinlere doğru kataklasitlere ve ultramilonitlere geçen, kısmen dar bir fay kili zonudur. Bu zonda egemen deformasyon mekanizması çatlama ve sürtünme kaymasıdır. Fay boyunca, büyük çaplı ötelemelerdeki kopmalar, ince eriyik levhaları yapacak kadar ısı üretir ve sönmülenererek yalancı taşilit (yalancı bazaltik cam) oluşturur (R. Sibson, H.-R. Wenk). Fay boyunca bazı yerlerde ise küçük depremlerle bile sürekli yığılmalar olabilir. Bu kırılğan sismik fay zonu 250° C'ye kadar uzanır ve derinlik bölgesel jeotermal gradyana bağlıdır. Fay zonlarında genel retrorasyon ve sulu evrelerin egemenliğinden dolayı bu uzayan fay zonunda sıvı hareketi önemlidir. Bazen de sismik pompalamadan dolayı büyük çapta sıvı hareketi olabilir (R. Sibson).

Fayın orta derinlik bölgeleri çok karmaşıktır. Bu zon makroskopik kırılma-esneme geçiş zonudur. Bu da çatlama dislokasyon yığılmasına geçen egemen deformasyon mekanizmasındaki değişikliği yansıtır. Bu durumda çeşitli karışıklıklar vardır. İlk

olarak kayaçtaki çeşitli mineraller, çeşitli derinliklerde bu geçişe uğrarlar. İkinci olarak, sıvı basıncının toplam basınca yakın olduğu yerlerde bu derinlik aralığında çatlama olabilir. Üçüncüsü, basınç yönü ve şiddeti ile egemen deformasyon mekanizması zamana bağlı olarak değişir; en azından bu bölgenin belirli bir kesiminde, üstündeki sismik bölgedeki büyük depremlerden etkilenerek çatlama olacaktır. Çatlaklardaki büyüme, basınç sıvısı ve sıvı evresi taşınmasını kolaylaştıracaktır. Bu, sonuçta geçirimli ve delikli kayaçların birlikte tutunmalarını getirecektir. Böylece büyük bir deprem derinlerde bir kesiklik yaratana kadar dislokasyon yığılması olacak ve tekrarlayacaktır. Ana faylar boyunca oluşun bu tekrarlamaların sayısı ele alındığında bazı milonitik kayaç dokularının neden böyle karmaşık ve karışık olduğunu ve aynı ince kesitte çatlama, basınç eriyiği ve dislokasyon yığılması belirtilerinin birlikte görülmesini anlamak daha kolay olacaktır (S. White).

Giderek daha genişlediğine inanılan fayların daha derin kesimlerinde, basınç eriyiği ve/veya dislokasyon yığılması ve/veya tane sınıırı kayması (kısmen tane boyuna bağlı) tarafından oluşan sürekli esnek deformasyon vardır. Mikroçatlama, sıvı basıncının toplam basınca yaklaştığı bazı yerlerde oluşabilir. Fakat derinliğin artmasıyla dinamik yeniden kristallenme miktarı artacaktır.

İtkiler, normal faylar ve eğim yönünde atımı olan yanallı atımlı faylarda oluşan milonitler daha da karışıklırlar. Çünkü bu durumda kayaç artan bir sıcaklık gradyanı boyunca hareket edecektir. Eski esnek yeniden kristallenmiş milonit, böyle bir fayın bir tarafında daha soğuk bir bölgeye gelmiş olabilir. Eğer fayların sığ kesimleri daha dar ise, sadece milonitin bir kısmı çatlamayla aşırı baskıya uğrayabilir (S. White). Başlangıçta «soğuk» olan milonitin daha derin kesimlere taşındığı durumda, görece düşük uzalmaların meydana getirdiği basınç eriyiği ve/veya dislokasyon yığılması özgün çatlamanın bütün kanıtlarını yok edebilir (G. Lister).

Sabit olmayan koşullar altındaki bu deformasyon olayı (basınç, sıcaklık ve efektif basınçtaki değişimler) milonitik kayaçlardaki mikroyapıların yorumlanmalarını güçleştirir. Diğer bir karışıklık ise dislokasyon yığılma alanlarında yüksek sıcaklık deformasyonuna oluşturulan mikroyapıların, düşük sıcaklık deformasyonunu izleyen statik yavaş soğumalarca oluşturulan mikroyapılarla ayırt edilememesidir (H. Green). Son bir karışıklık ise suyun, sadece sıvı basıncındaki önemi ile kalmayıp herhangi bir derinlikte çatlama neden olan efektif sıkıştırma basıncını azalttığı ve aynı zamanda az bir miktar suyun çeşitli deformasyon mekanizmaları ve bu mekanizmaların oluşturduğu mikroyapılar üzerinde etkili olmasıdır (M. Etheridge).

Milonit zonlarında yapılan jeokronoloji ve petrolojik evre ilişkileri çalışmaları, var olan sınırları doğasını ve hacmini tanımlamada yardımcı olabilir (R. Kerrich). Makaslama zonlarında kimyasal bileşimdeki değişiklikler genel anlamda iyice ortaya konmuştur (J. Anderson). Fakat sonlu uzalmalarda

olduğu gibi ana kayaktan üretilen kayaca geçişteki kimyasal değişmelerin yolunu ve gerçek sızıntıları belirlemek oldukça güçtür. Bir çok durumda, amfibolit fasiyesi veya daha düşük kayaçlarda süyün önemli bir miktarının makaslama zonları boyunca geçtiği kaydedilmiş ve bunun, zonun ilksel veya dönemsel genişlemesinden dolayı olduğuna inanılmaktadır (R. Kerrich). Rb/Sr tüm kayaç yöntemiyle milonitlere yaş vermek girişimi tam başarı sağlayamamıştır (R. Gabrielson, P. Fullager). Açıkça görülmektedir ki tam bir yeniden kristallenme ve/veya tam bir yeniden mineralleşme yaş konusunu karıştıracaktır. Fakat, eğer minerallerin sadece bir kısmı yeniden kristallenirse karışma da o oranda az olacaktır. Buna ek olarak sıvıların, önemli rol oynadıkları ve egemen oldukları bir sistemde milonitleşmenin yaş konusunu karıştırdığı açıktır. Ancak sıcaklığın çok düşük olduğu ve dolayısıyla minerallerle sıvı arasında sızmanın çok az olduğu durumlarda bu söz konusu değildir.

#### Uzalımların Dağılımı

Milonitlerle ilgili önemli sorunlardan birisi uzalımların nasıl dağıldığı ve hangi etkenlerin bunun görece dar zarlarda yoğunlaşmasını sağladığıdır. Eski bir fay şeklinde daha önce var olan bir zayıflık zonu olabilir. Bir çok ana fayın uzun süreli ve karmaşık tarihçesi olduğunun bir çok kanıtı vardır (J. MacFayden, A. Bobyarchick, N. Ratcliff, G. Mitra). Daha düşük dayanımlı bir katman da var olan bir zayıflık zonunu oluşturabilir; Appalachian Piedmont' da fay sistemlerindeki milonitler çoğunlukla litoloji sınırlarında oluşmuşlardır (A. Bobyarchick).

Homojen bir kayaçta oluşan milonitlerde uzalımların dağılımının bir çok olası mekanizması vardır (J.-P. Poirier). Su, çatlak uçlarında aşınmaya neden olarak kırılğan alanda kayacı zayıflatır (J. Logan, R. Kerrich). Yüksek bir sıvı basıncı, efektif basıncı azaltacak ve kırılğan çatlaklara neden olacaktır. Su, aynı zamanda dislokasyon yığılma alanlarında hidrolitik zayıflamaya da neden olur (J. Christie). Son olarak fillosilikatlar gibi sulu evreleri oluşturur (P.-Y. Robin).

Uzalımların dağılımının olası bir mekanizması da tane boyu küçülmesidir (S. White, S. Kirby). Çeşitli deformasyon mekanizmaları tane boyu üzerinde farklı basınçlar oluştururlar; ince taneler mikroçatlama ve dislokasyon kaymasında daha kuvvetli, hacim veya tane sınırı difüzyonu mekanizmalarında (basınç eriyiği ve tane sınırı kaymasında olduğu gibi) ise daha zayıftırlar. Böylece tane boyu küçülmesi, kayaçtaki egemen deformasyon mekanizmasını, dayanıklılığı tane boyu ile azalan bir mekanizmaya dönüştürecektir. Bu olay sabit basınç ve sıcaklıkta olur. Tane boyu küçülmesinin çatlama, dinamik yeniden kristallenme (eğer yeniden kristallenmiş taneler diğer evrelerin varlığıyla küçük bir boyda kalırlarsa) (J.-P. Poirier) ve yeniden mineral oluşumu (yeni metamorfik minerallerin oluşumu) (P. Robin) gibi çeşitli mekanizmaları vardır.

Uzalımların dağılımına yardımcı olacak uzalımların yu-

muşamasının son bir mekanizması da doku yumuşamasıdır. Dislokasyon yığılması deformasyonunda kristallografik olarak seçmeli yönlenme gelişir; eğer, kolay kayma düzlemleri bir çizgisellik kazanırsa deforme olmuş kayaçta bir zayıflama ( $\sim$  % 30) olacaktır (G. Lister).

#### Diğer Sorunlar

Konferansın son sabahında, konferansa katılanlar milonitlerle ilgili geri kalan önemli sorunları tartıştılar ve aşağıdaki listeyi çıkardılar;

1. Deneysel çalışma : Yüksek bir uzalımlar ve basit makaslama geometrisinde bir yapraklanma giderek nasıl gelişir? Başlangıçta basınç destekli olan bir çatlak giderek bozulması olası mı? «Gerçek» kabuksal kayaçlar için oluşum ilişkileri nelerdir? Sismik olan ve olmayan milonitleri ayırmanın ölçütleri nelerdir? Evre dönüşümlerinin mekanik özellikleri nelerdir? Dinamik yeniden kristallenme sonucunda oluşan milonitik mikroyapıların özellikleri nelerdir? Bu mikroyapıların geç soğumayı ve kırılmayı izleyen veya kırılmaya eşlik eden olayları yansıtan mikroyapılardan farkı nedir? Kayaçlardaki tane sınırı difüzyonunun hızı nedir ve bu hızı kontrol eden etkenler nelerdir?

2. Doğal milonitlerin gözlenmesi : Sismik yansıtma profillerinde milonit zonları ayırt edilebilir mi? Fay kayaçlarının geçirimsizlik oranı nedir? Sismitenin dağıldığı alanlar olan kıtasal yakınsama alanlarındaki uzalımların dağılımının doğası nedir? Çeşitli etkin faylardaki sondajlar, derinlerdeki fayların davranışları hakkındaki görüşümüzü iyi yönde etkileyecek mi? Doğal milonitlerdeki önemli deformasyon mekanizmaları nelerdir ve ne tür kimyasal olayları içerirler?

3. Kuramsal olarak : Çeşitli mekanizmalarca deformasyona eşlik eden makaslama ısısı ne kadardır? Daha gerçekçi akış yasaları kabukta hesaplanmış basınç dağılımını ne ölçüde değiştirir?

#### Terminoloji

Katılanlar, konferansı milonit terminolojisinin hararetli bir tartışması ile bitirdiler. Tartışma milonit sözcüğüne ek olarak veya milonit kelimesinin yerine önerilen bir sözcük listesinin sunulması ile başladı. Bu genel terimlerin hemen hemen hepsine karşı çıkıldı. Özellikle, genel bir terim olan «kataklastik kayaç» teriminin terkedilmesi isteniyordu. Günümüzde bazıları bu terimi çeşitli mekanizmalarca tane boyu küçülmüş kayaçlar için kullanırken, bazıları da türümsel bir terim olarak kullanmaktadır. Kataklastik akma olayı dağılmış mikroçatlama olarak tanımlandı ve kataklastik'in de bu mekanizma tarafından oluşturulmuş kayaçlar için kullanılması önerildi.

Böylece «milonitik kayaç» terimiyle başbaşa kaldık ve milonit diyebilmek için bir kayaçta ne gibi özelliklerin bulunması gerektiği konusunda tartışma başladı. Konferansa katılanların çoğu genellikle üç konuda anlaştılar : 1) protolit'in görülmediği durumlarda anlaşılması güç olmasına karşın, tane

boyu küçülmesi 2) görece dar düzlemsel zonlarda oluşum, bu zon onlarca kilometre genişlikte de olabilir, 3) çoğu durumlarda uzalım dağılımına bağlı olarak oluşan genişlemiş yapraklanma ve/veya çizgisellik. Kataklastit terimi, içinde egemen deformasyon mekanizmasının mikroçatlama olduğu yüksek uzalımlı kayalar için kullanılabilir. Milonit terimi ise, yukarıdaki üç terimi de kapsayan ve içinde deformasyonun esnek olduğu ve mikroçatlamanın olmadığı kayalar için kullanılabilir. Fakat konferansa katılanların çoğu saha gözlemleri ile, deformasyon mekanizmasının her zaman anlaşılabilmesinin olası olmayacağını ve terimin türümsel olmaması gerek-

tiğini düşündüler. Öyle görülüyor ki en iyisi «kataklastit» ve «milonit» terimlerini sırasıyla kırılma ve esnek deformasyon mekanizmaları için kullanmak olacaktır. Mekanizmanın belli olmadığı durumlarda ise genel bir saha terimi olan «milonitik kayalar» terimini kullanmak gerekir. Milonit diye isimlendirilebilecek kayalardaki bazı dokular da (buna karşılık gelen deformasyon mekanizması ve koşulları da dahil) bir çok kişi için önemlidir. Yapısal jeolog olarak biz, olaylar ve deformasyon koşulları ile ilgilenmekteyiz; bizim terminolojiden çok faydaların ve makaslama zonlarının tanımlanması için gerekli ölçütlere gereksinmemiz vardır.

### DÜZELTME

Yeryuvarı ve İnsan'ın 11/1 (Şubat 1986) sayısında yer alan «Yenilenemeyen Enerji Kaynaklarının Dünya Üzerindeki Dağılımı, Beklenen Gelişmeler ve Türkiye'nin Konumu» başlıklı makaledeki şekil altı açıklamalarında kaynak belirtilmemiştir. Söz konu-

su yazıda görülen kaynak eksiklikleri, yazarının isteği üzerine aşağıda verilmiştir. Düzeltir, özür dile-riz.

Şekil 1 — [3]; Şekil 2 — [3]; Şekil 3 — [3]; Şekil 4 — [3]; Şekil 5 — [3]; Şekil 6 — [3]; Şekil 7 — [4].

## Özler

### GÜNEY VE MERKEZİ AMANOS DAĞLARINDA ALT PALEOZOYİK STRATİGRAFİSİ

(Lower Palaeozoic stratigraphy in the southern and central Amanos Mountains, south central Turkey)

W. T. Dean, O. Monod ve Y. Günay Geol. Mag., 1986, 123 (3), 215 - 226

Güney Amanos dağlarında A'dan E'ye kadar harflerle özgün olarak simgelenen Kambriyen ve Ordovisiyen yaşlı formasyonlar, batı Toros dağları ve güneydoğu Türkiye'den bilinen litostratigrafik birimler kullanılarak gözden geçirilmiştir. Güney Amanos'da Sosink Formasyonu'na ait en genç Kambriyen kayaları ve trilobite dayalı yaşları Orta Kambriyen'deki *Badulesia* Zonu'ndan *Solenoplenropsis*

Zonu'na kadar değişir; bitki fosilleri yardımıyla Triyas (?) olarak yaşlandırılan çakılları tarafından uyumsuz olarak örtülürler. Ordovisiyen kayaları - Seydişehir Formasyonu (yaklaşık Arenig) ve Bedinan Formasyonu (kısmen Karadok) - orta Amanos'da kuzeye doğru yüzeylenir. Alt Paleozoik kayaları konumu tartışılmaktadır.

\* \* \*

### PONTİDLERDEKİ AYRISMIŞ BAZALTOYİTLERİN JEOKİMYASI VE TEKTONİK ÖNEMİ

Geochemistry and tectonic significance of altered basaltoids from the Pontic Ranges, Turkey)

Musa Güner Geol. Rundsch., 1983, 72 (1), 239 - 252

Pontidler'de Küre'deki bazaltoidler, öjeosenklinik grovokları ve siyah şeyleriyle birlikte bulunur. Masif lavlar, yastık lavlar ve bunları kesen diyabaz dayklarını kapsarlar. Denizaltı ortamında ve Küre bakır cevherlerinin oluşumu sürerken bazaltoidler, özellikle alkali içeriklerini etkileyecek biçimde şid-

detle ayrılmıştır. Başlıca bileşenlerin değişken oranlarına karşın duraylı iz elementlerin incelenmesi kayaların, okyanus tabanına benzer toleyitler olarak güvenilir bir tanımlanmasına izin verir. Küre bazaltoidlerinin, Anadolu çukurunun kenar havzasının uzaması sırasında oluştuğu düşünülmektedir.