

Penrose Konferansı Raporu:

Melanjlar*

E. A. SILVER - E.C. BEUTNER Derleyiciler

GİRİŞ

"Melanj", genellikle tümüyle deforme olmuş bir matriks içinde yer alan çeşitli bloklar içeren, içyapısı parçalı ve karmaşık haritalanabilir (1/25000 veya daha küçük ölçekde) kayaç kütlelerini tanımlayan genel bir sözcüktür. Bu sözcük, tektonik hareketler, sedimanter kaymalar ya da bunların birleşimi olan süreçlerle (karışma oluşturmaya süreçler bu süreçlere dahil değildir) oluşmuş kayaç karışımlarını kapsar. Sözcük, özel bir karışım sürecini kastetmemektedir. Okuyucuyu, sözü edilen kayaç kütlelerinin, stratigrafik süreklilik ve klasik süperpozisyon ilkelere uymayabileceği konusunda hemen uyaran, kullanışlı bir tanımlayıcı sözcüktür.

Sözcüğün bu kullanım biçimi, melanjları tartışmak üzere 24-28 Nisan 1978'de Kaliforniya'da Santa Barbara'da toplanan Penrose Konferansında oluşturulmuştur. Konferans resmi ve resmi olmayan tartışma oturumları, iki saha gezisi ve oldukça başarılı bir genel oturum olarak ve Jasen Saleeby'nin rehberlik ettiği iki günlük saha gezisi ile başlayan konferans, San Simeon yöresindeki Franciscan Melanjına yapılan ve Kenneth Hsü tarafından düzenlenen saha gezisi ile son bulmuştur. Konferansta, "melanj" teriminin kesin bir tanımının yapılması için büyük bir çaba gösterilmiş ancak, herkesin üzerinde uzlaştığı bir tanıma ulaşılamamıştır. Tartışmaktan usanmış

konferansçılar, bir ara "melanjlar esas olarak bir matriks ve içindeki bloklardır" tanımı üzerinde çok durmuşlar, ancak daha sonra bu tanım bile fazla sınırlayıcı bulunmuş ve terk edilmiştir. Çünkü, yalnız blok içinde bloklar içeren ve matriksten yoksun melanjların da bulunduğu bilinmektedir. Bir fikir birliğinden söz edilebilirse konferans sonunda ulaşılan tek konu, melanj teriminin geniş anlamda deskriptif bir terim olduğu, oldukça geniş oluşum süreci türlerini kapsadığı, bu terime bir kayaç kütlelerinin ne denli iyi anlaşıldığını belirten değişik terimler eklenmesi gerektiği hususudur. Bu raporda, bazı melanjların karakteristik özellikleri özetlenecek ve melanjların modern fiziksel oluşumları tartışılacaktır.

ÖNEMLİ BAZI MELANJLARIN TİPİK ÖZELLİKLERİ

Galler'deki (Wales) Anglesey melanji, hem Dennis Wood ve arkadaşlarının yeni ve ayrıntılı çalışmaları hem de Greenly'nin 1919'da terimi ilk kez ortaya attığı, melanjlar için tip lokalite sayılması nedeniyle dikkatleri üzerinde toplamıştır. Greenly, Anglesey'deki melanj oluşumunda hem tettonik hem de sedimanter süreçlerin varlığını belirtmişti. Dennis Wood, melanjın sedimanter kökenli oluşuma ait ikna edici kanıtlar (örneğin kireçtaşı bloklarının bir grovak zırlı ile çevrili oluşu, kumtaşı parçalarından matrikse uzanan ince injeksiyon yapıları, melanjın "alt dokanağının" açıkça sedi-

manter oluşu, matrikste işleyici deformasyon* izlerinin bulunmayışı ve tüm sekansın klastik dayklar tarafından katedilmesi gibi) ortaya koymuştur. Klastlar, yastık lav, gabro, pelajik çört ve kireçtaşı blokları ve grovaktan oluşmaktadır. Tüm ünite lokal olarak mavışist ve yeşilist fasiyesinde metamorfizmaya uğramıştır, bu durum melanj oluşumundan hemen sonra muhtemel bir yitmenin (suzduction) söz konusu olduğunu belirtmektedir. Wood'un bu yorumu, arazide tektonik unsurların açık olarak gözlemlendiğini belirten Ken Hsü tarafından kritike edilmiştir.

Wood, alt ve üst dokanakların karakteri, malzemenin ilksel depolanma ortamı, hayalet bir stratigrafinin varlığı, yumuşak sediment deformasyonu veya injeksiyon yapıları, klastlar çevresinin zırla çevrili oluşu, matriksin işleyici deformasyonu, deformasyon ortamının fiziksel karakteri örneğin metamorfizma derecesi (USGS'den Victor Seiders, bu konuda konodont termometresinin yararlılığını ortaya koymuştur), hareket yönünü belirtici kanıtlar ve tektonik etkinin diğer olaylardan ayırdedilmesi gibi tektonik ya da sedimanter köken ayırımı ve lithifiye olmuş ya da olmamış klast ve matriks ayırımında kullanılabilecek pek çok faktörün önemini vurgulamıştır.

Dunnage melanji, Gregory Horne tarafından tanımlandığı gibi, or-

(*) "penetrative deformation" karşılığı olarak kullanılmıştır.

"Penrose Conference Report.

(*) "Geology", Ocak 1980 sayısında (c. 8, No. 1), 32-34 sayfalar arasında yayınlanan "Melanges" adlı yazıdan Ussal Z. Çapan tarafından çevrilmiştir.

ta Newfoundland'de Orta Kambriyen ile Geç Ordovisyen arası bir devirde oluşmuş, masif (4-6 km kalınlıkta, 10-13 km genişlikte) polijenetik bir küttedir. Melanj, çeşitli yerli ve yabancı klastlar içermektedir, bunlar volkanik kütlelere ait olistolitler oldığı gibi yüzer blok durumundaki sedimanter yerli ve yabancı klastları da kapsamaktadır. Melanj aratabaka ve olistolit seviyesinde otoklastik bir tektonizmanın varlığına ait kanıtlar içermektedir. Deformasyon, ezik killi matriksin lithifiye oluşundan önce, hem sonra gerçekleşmiştir.

Kuzey Apeninlerdeki melanj birimleri, Steevn Schamel ve Mike Naylor tarafından tanımlandığı gibi, çeşitli karakterler göstermektedir. Bunlar kısmen, denizaltı moloz akması (debris flow), kısmen geç orojenik evre fay breşleri ve kısmen ise belirgin bindirme örtüleri (naplar) içinde ve altındaki şiddetli tektonik parçalanma ile oluşmuş kırık formasyonlar* (broken formations), yabancı klast içermeyen melanjlar) şeklindedirler. Yapısal stildeki lokal değişimlere, Orta Liguria'daki Monte Antola napı altındaki belirgin bir dikey zonlanma gösteren kırık formasyon örnek olarak verilebilir. Nap tabanının hemen üstünde 20 m kalınlıkta, cilalanmış, elipsoidal blokların, foliye olmuş ezik killi matriks içinde yer aldığı bir birim, aşağı doğru ve birdenbire 200-300 m kalınlıkta bir zona geçmekte bu zonda bloklar, parçalar ve köksüz kıvrımlar aşırı derecede parçalanmış ancak foliyasyon göstermeyen bir matriks içinde bulunmaktadır. Bu zon dereceli olarak, çok deforme olmuş ancak stratigrafik olarak karışmamış, büyük çaplı disharmonik kıvrımlar ve tabakalaşma düzeyleri boyunca birbirine kaynamış bindirmelerin yer aldığı bir kayaç kütlelerine geçmektedir.

Charles Landis'e göre New Zeland'daki ezik, çamurtaşlı matriks ve daha çok sedimanter klastların egemen olduğu Karbonifer-Jura yaşlı melanjlar Torless yöresinin kuvarsofeldispatik grovıkları ile birlikte bulunmaktadır. Buna karşılık olarak,

(*) Kırık formasyon (Broken fm.), tektonik kuvvetlerle parçalanmış ancak karışmamış, kırık dökük formasyonlardır. (Çevirenin notu).

ezik, ofiyolit matriksli ve ofiyolitik klastların egemen olduğu melanjlar (örneğin Dun Mountain melanjı) yaygın şekilde Hokonui ve Caples yörelerinin Permiyen yaşlı volkanojenik grovıkları içinde gelişmişlerdir. Çok fazlı melanj gelişimi Paleozoyik sonundan Senozoyik'e kadar sürmüştür. Başlangıçta çok yaygın olan olistostromal formasyonlar Mezozoyik yaşlı tektonik parçalanma ve makaslama melanja bu günkü egemen dokuyu (fabrik) kazandırmıştır. Bazı örneklerde melanjın nihai yerleşimi Senozoyik yaşlı diyapirleşme ile ilgilidir.

Robert Mc Laughlin'in özetlediği, California'daki Franciscan melanjlar topluluğu da çok kökenli melanj oluşumuna bir başka örneği oluşturmaktadır. Doğu Franciscan kuşağını oluşturan Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kayaçlar ve orta kuşağı oluşturan Üst Kretase-Alt Tersiyer yaşlı kayaçlar genellikle geniş çapta kırık formasyonlardır. Orta kuşak aynı zamanda çeşitli derecelerde tektonik ezilmelere uğramış yaygın çaptaki olistostromlar da içermektedir. Birçok yerde, izole grovak, çört ve yeşilkayaç blokları melanj içinde ara seviyeleri oluşturmakta ve onlarca km boyutunda haritalanabilmektedir. Bu bloklar lokal olarak az deforme olmuş olistostromlar içermektedir.

Kuzey California'nın orta kuşak melanjlarının çoğunun yerleşimi ve ilksel tektonik karışması Senomaniyen başlarını izleyen devirlerde ortaya çıkmış olup Üst Jura-Üst Kretase arası yaşta blokların Üst Jura-Alt Kretase yaşlı killi matriks ile karışmaları gerçekleşmiştir. Karışmanın mekanizması pek açık değildir, ancak bu mekanizmada olasılıkla oblik bir yitme ve Coast Range ofiyoliti ve Great Valley sekansının Franciscan kayaçları üzerine yerleşmesi söz konusudur. Daha sonra Senozoyik yaşlı ve esas bileşenin ters faylanma olduğu sağ atımlı faylanma evresi hem orta kuşak melanjlarını hem de Coast Range ofiyoliti kayaçlarını etkilemiş ve ofiyolitlerin lokal olarak melanj oluşumuna katılmasına neden olmuştur. Bu eski, doğrudan atımlı faylar sonradan Neojen yaşlı San Andreas fay sistemine ait genç faylar tarafından katedilmişlerdir.

Franciscan melanjlarının yorumlanmasındaki başlıca problem, mantosal derinliklere ait olması gereken yüksek dereceli (high-grade) mavi şist, amfibolit ve eklojit bloklarının kaynağı ve taşınma mekanizmaları olarak kalmaktadır. Bugün, henüz bir kaynak havza belirlenmemiş olmasına rağmen, çoğu blokların aktinolit ve serpantinitten oluşan tektonik bir kabukla gevrilmiş oluşu bunların ultramafik kayaçlar içinde kısmen taşınma geçirmiş olabileceğini düşündürmektedir. Melanj kuşağının batı kesimlerinde bloklar daha bollaşmakta ve blok boyutları irilemektedir. Transform faylarla yatay olarak olarak yer değiştirmiş olan veya yitime uğramış yörelerden türemiş olan bu bloklar belki de melanj içinde çevrime uğramışlardır.

Güneydoğu Taiwan'daki Lichi melanjı, oldukça genç (olasılıkla Pliosen) olup Ben Page'e göre tektonik yapısı yanında birincil yapısal özelliklerinin birçoğunu hala korumaktadır. Melanj kumtaşları ve diğer sedimanter kayaç blokları yanında, birimleri birbirinden kopuk bir ofiyolit istifine ait tür kayacı içermektedir. Melanj, Pliosen yaşlı denizel sedimanter birimler üzerine yaslanmakta ve lokal olarak kalın, kıtasal türevli Pleistosen yaşlı flüvyal konglomera tarafından diskordan olarak yer yer örtülmektedir. Killi melanj matriksi, alttaki Pliosen tabakalarına ait bloklar ve parçalar içermektedir. Bu sedimanları içinde lokal olarak rastlanan yumuşak-sediman kıvrımlarının genel trendi melanj akışının yönünü belirtebilmektedir. Melanj, kabaca bir takabalaşmaya ait izler taşımaktadır. Bu izlerin, münferit olistostromlar tarafından gösterildiğine inanılmakta ancak, matriksin büyük bir kesimi tektonik makaslama izleri içermektedir. Linhi melanjı, olasılıkla Miyosen ada-yayı (şimdi Taiwan'ın doğu kıyasal kesimi) ile Asya arasındaki çarpışma sonucu oluşmuştur. Pliosen sırasında, yay-önü basen ve dış sırt, yay ile kıta arasında yer almaktaydı. Pliosen çarpışması sırasında, okyanus kabuğu parçaları ve yükselen dış sırttan türeyen diğer malzeme, birlikte güneydoğuya doğru yay-önü havza içine olistostromlar şeklinde akmışlardır. Kings-Kaweah melanjı, Jason Saleeby'nin rehberlik yaptığı ön toplantıyı izleyen arazi gezilerinin

odak noktasını oluşturmaktaydı. Bu melanj, transform fay ile oluşmuş ve yerleşmiş litolojik karışımlara güzel bir tip örnek olarak varsayılmaktadır. Transform fay kökenli oluşu şu gözlemlerle belirlenmektedir.

1. Melanj tamamen ofiyolitik-tir.
2. Şiddetli deformasyon ve karışma, ofiyolitin soğuma, katılaşması sırasında oluşmuştur. Peridotit ve gabrolar, işleyici düşey elongasyon göstermektedir.
3. Ultramafik kayalar deniz tabanına protrüzyon şeklinde sokulmuş, burada sedimanter serpantin, ofikazit ve silika-karbonat kayaların oluşmasına sebeb olmuşlardır. Yastık-lav erüpsüyonları ve pelajik sedimantasyon, ultramafik protrüzyon ve sedimanter süreçlerle birlikte devam ederler.
4. Melanj gelişimi, belirgin bir rejyonal trend boyunca olur ancak bu genel yönelim içinde çapraz yapılar da gelişebilir.
5. Tektonik karışmanın açık deniz ortamında, giderek arttığına dair kanıtlar, melanj boyunca küçük, metalik ve saf radyolaritli çört bloklarının tektonik karışımlarına rastlanmasıdır. Buna karşın, kıta kenarında birikebilen killi radyolaritli çörtler, melanj üzerinde karmaşık gökeme artıkları şeklinde yer alabilmektedirler. Bu tür çörtler, petrografik olarak, melanj üzerinde yer alan ve kıtasal kökenli detritikler içeren çörtlü, killi olistostromlardaki çörtlere benzermektedirler.

Transform fay ile yerleşme mekanizması, melanj kuşağının kıtasal "öteleme (truncation)" konumuna göre olan tektonik konumu ile belirlenmektedir. Kuzeydoğu uzanımli Paleozoyik elemanlar, Sierra Nevada'nın doğu ucunda son bulmaktadır. Ofiyolitik kuşak, bölgede okyanus topluluğunun en doğu kenarını belirlemekte ve ötelenmiş uzanımlarla ge-

niş açılar yapmaktadır. Genç yapılar, ofiyolit kuşağının ötelenme trendini izlemektedir.

MODERN FİZİKSEL KONUM

Konferansın toplanmasının önemli nedeni, melanjlari inceleyen jeologlar ile ada-yayı ve aktif kıta kenarlarını inceleyen deniz araştırmacıları için ortak bir uyuşma zeminini sağlamaktır. Bu amaçla, sayısız refleksiyon profilleri, yitme zonları ve transform kenarlara ait çok-kanalı profiller de incelenmiştir. Bu tür kenarlar, Japonya (R. von Huene), Kamçatka ve Komandorsky Adaları (David Scholl), Aleutian Sirtı ve Lesser Antiller (M. Marlow), Alaska gelfi (T. Bruns ve M. Fischer), Guetamala ve Puerto Rico (J. W. Ladd), Kuzey Peru ve Orta Amerika (T. Kato) ve Sumatra (D. Karig)'dir. Kayıtlar, melanj kütlelerinde rastlanması olağan olan kopmuş kütleler veya genellikle hendek yamacının iç (kıtaya bakan) tarafında yer aldığı ortaya koymaktadır. Büyük çaptaki (10-20 km genişlik ve 500-600 m kalınlıkta) tabakaların bazı yay-önü havzalarındaki sedimanter kesitlerde de yer alabildiği gözlenmiştir. Bu tür kütleler olistostrom olabilirler. Alaska ve Lesser Antiller'deki bazı jeolojik kesitler, hendeğin kıtaya bakan yamacında, birkaç on km derinlikte, birkaç km kalınlıkta ve çok az deforme olmuş, tabuler kütlelerin varolduğunu göstermektedir. Bu sediman kütleleri, önemli bir iç deformasyon geçirmeden yitmeye uğramış gibi durmaktadır. Bu gözlemin yüksek yanıl basınç altında metamorfizma geçirmiş ve tıkuş (coherent) kütlelerin yorumlanması üzerinde önemli etkileri olabilir. Sumatra sahilleri açıklarından elde edilen veriler kalın bir delta ve hendek sedimanları istifinin, yitme yerine, kıvrımın ve bindirmeler sonucu yığılıp birikmesi (accretion) için sağlam kanıtlar oluşturmaktadır. Melanj kütlelerinin bu bindirme dilimleri arasında yer alması olasıdır ancak söz konusu profillerde bu durum açıkça çözümlenememektedir. Sedimanlardan oldukça yoksun hendeklere ait kıyı açıklarından toplanan kayıtlar (Batı ve Orta Aleutian, Kamçatka, Japonya ve Orta ve Güney Amerika gibi), yaman aşağı kesimlerinde gevşek yansıma (inco-

herent reflection) gösteren büyük kütlelerin melanj olarak yorumlanmasının mantıklı olacağını göstermektedir.

Roland von Huene, Japon hendeği yamacından alınan sondaj karotlarına ait sedimanlarda yamacın üst kesimlerinden alt kesimlerine doğru çatlakların giderek arttığına, ancak hiçbir yerde melanj yapısına rastlanmadığına dikkatleri çekmiştir. Gevrek kırılma (Brittle fracturing) setleri, sedimanların yamacın üst kesiminde 700 m., orta-yamaç teraslarında 387 m. ve yamaç eteklerinden yay tarafına doğru 15 km içerilerde 132 m. kadar derine işleyebilmiştir. Masif killi sedimanlar, yeteri kadar su kaybedinceye dek plastik deformasyon göstermekte sonra ise mikroçatlaklarla dolu geçirgen (pervasive) bir yapı (texture) kazanmaktadır. Karot alınan sedimanlar, üstünde yığılım (imbricate) napların üstünde, mikroçatlaklı karot örnekleri ise yataya yakın refleksiyonların elde edildiği, kesiksiz tabakalardan alınmışlardır. Bu gözlemlere göre tektonik deformasyonun gelişimindeki ilk evrelerde, masif şekilde su kaybı ve mikroçatlama yaygın durumdadır.

Bu konferansta yaygın olarak açıklığa kavuşan husus, ana melanj kütlelerinin büyük çoğunluğunun genellikle olistostrom olarak başlayan ve daha sonra devamla tektonizmaya uğrayan çok-fazlı yapılar olduklarıdır. Melanjlar açıkça, yitme zonlarında oluşabildikleri gibi transform fay ortamlarında da oluşabilen tektonik kütlelerdir. Yitme zonu yapısı hakkındaki modern veriler, kalın melanj istiflerinin genellikle sedimanca zengin olanlardan çok, sediman açığı çeken hendeklerden itibaren (sedimanca fakir oluşu her zaman kalın bir melanj oluşumunun garantisini beklemek gereğini vurgulamaktadır. Öte yandan, "yitme" süreçleri her zaman, yaygın bir karışma ile sonuçlanmayabilmektedir. Oysa, bazı modern yakınsama zonlarında, bindirmeler altında kalan masif kütlelerin, sadece pek az bir deformasyona uğradığını belgeleriyiz görmekteyiz. Tektonik ve sedimanter melanjlarmın, klastik (genellikle şeylimsi) veya serpantin bir hamur içerebildikleri gibi, bazı durumlarda (İran'daki

renkli melanlarda Jacqueline Desmans tarafından belgelendiği gibi) hiç matriks içermemeleri de mümkün olmaktadır. Hsü tarafından 1968'de yeniden gözden geçirilen melanlar hakkındaki yoğun ilgi, bu olağanüstü karışıklıktaki kütleleri daha iyi anlamamıza yolaçmıştır. Bir zamanlar anlaşılması olanaksız de-

recede karmaşık olarak kabul edilen melanlara bu gün yeryüzü üzerindeki önemli tektonik ortamların anlaşılması için bir takım çözümler içeren yapılar olarak bakılmaktadır. Bu nedenle, gelecek on yıldaki bu tür araştırmalar şaşılacak derecede ödüllendirici olabilecektir.

Arazi gezilerinin sonuncusu dönüşünde dile getirilen duygular, San Simeon melanının yorumlanması hakkındaki bir fikir birliğini yansıtmamakla birlikte bu yoğun konferansta edinilen kolektif bilgi birikimi ve tecrübeyi kullanarak bu kayıplara "yeni bir gözle" bakmayı sağlamıştır.

Konferansa Katılanlar :

Alan Alwardt
Steven Bachman
Edward C. Beutner
David J. Borns
Mark Brandon
Weiner D. Brueckner
Terry R. Bruns
Tim Byrne
Wallace M. Cady
Christine Carlson
Patricia H. Cashman
Mark P. Cloos
Darrel S. Cowan
Ken Crawford
Kees A. De Jong
John E. Decker
Alexander Dergunov
Jacqueline Desmons
Avery A. Drake, Jr.

Michael A. Fisher
Joan Grette
Gregory S. Horne
David G. Howell
Kenneth J. Hsü
Daniel Karig
Terence T. Kato
Rudolph W. Kopt
John W. Ladd
Daniel Lamothe
Charles Landis
Naney Lindsley-Griffin
Neil Lundberg
Michael Marlow
Robert J. Laughlin
Gregory F. Moore
Michael A. Naylor
Rodman P. Neumann
Tor H. Nilsen

Benjamin M. Page
Stephen Phipps
Donal M. Ragan
Claude Rangin
Loren A. Raymond
Jason Saleeby
Steven Schamel
David W. Scholl
David Schuster
Richard A. Schweickert
Victor M. Seiders
Eli Silver
Rowland W. Tabor
William M. Turner
Roland von Hüene
Chao-Siang Wang
James Welsh
James I. Wright

HABERLER

● HAVA KOŞULLARININ VOLKANİK PATLAMALARA ETKİSİ

Goddart Uzay Araştırmaları Enstitüsü'nden Dr. Rampino son 100000 yıldaki atmosfer sıcaklığı değişimlerini volkanik patlamalarla karşılaştırarak aradaki ilişkiyi araştırmaktadır. Bu çalışmalar, kimi atmosfer soğumalarının tarihteki büyük patlamalar öncesine rastladığını ortaya koymuştur. 1883'deki Krakatau patlaması yanında, 1940'dan bu yana atmosfer sıcaklığında 0.9 F.lık bir düşüş gözlenirken büyük volkanik patlamalarda da artış vardır.

Dr. Rampino kısa dönemde, soğuma eğilimlerinin dünyanın dönüşüne ters yönde esen ticaret rüzgarlarının hızlarını arttırdığından dolayı volkanik etkinlikler neden olduğunu söylemektedir. Bu rüzgarlar dünyanın dönüş hızına karşı bir fren ödevi yapmaktadır. İşte bu frenleme ve ters sürtünme etkileri mantoda magmanın dönerek akmasına ve bunun sonucunda da patlamaya hazır yanardağların patlamasına neden olduğu öne sürülmektedir. Uzun dönemde ise buzullardan dolayı batan kıtaların buzul erimelerinden sonraki yükselmelerinin kabukta gerilimler oluşturarak magmanın hareketlenmesine ve sonuçta da volkanik patlamalara yolaçtığı sanılmaktadır.

● PERU'DA DEPREM OLACAK MI?

Amerikalı jeofizikçi Brian Brady'nin kendi geliştirdiği model üzerinde yaptığı çalışmalara göre Ağustos ve Eylül aylarında Peru'da 8.8 ve 9.8 şiddetinde iki büyük deprem olacağını bildirdiği haber veriliyor. Buna karşılık Amerikalı deprem araştırmacıları kongresinde bu tahminlerin yerinde olmadığı görüşü benimsendi.