

TUZ TEKTONİĞİ

- Ağır kaya tabakalarının altında gömülü duran tuz, büyük tabakalar ve damarlar halinde yüzerek yükselir; su kaynağı gibi yeryüzüne fışkırabilir veya bir buzul gibi akabilir. Tuzun yüzeye çıkış mekanizması laboratuvar çalışmalarıyla açıklığa kavuşturulmuştur.

C.J.TALBOT ve M.P.A. JACKSON

Meksika Körfezi'nin deniz dibi derinliklerinde, dev büyüklükteki tuz tabaka ve damarları, 10 Km'yi bulan bir kalınlığa sahip olan üstteki tortul (sedimanter) tabakadan yukarıya doğru yükselmektedir. Basra Körfezinin kıyılarına yakın bir yerde ise, eski bir tuz tabakası yer yüzeyine fışkırarak Zagros Dağları'nın yamaçlarından buzullar gibi akmış ve Körfez'de adacıklar oluşturmuştur. Bu tip jeolojik yüzeye çıkma olayları tuzun çok belirgin olan özelliklerinden ileri gelir. Şaşırtıcı olan husus, bu tabakaları yukarı iten faktörün yerçekimi olmasıdır.

Tuz, doğal halde iken katı ve kristal yapılı olan bir kayadır. Öyleyse, yukarıya veya başka yöne doğru nasıl akabilir? Gerçekten de tuz, deprem veya çekiç darbesi gibi ani bir şoka maruz kaldığında dağılır, veya çarpmaya karşı diğer katılar gibi tepki gösterir. Fakat, tuz çok düşük bir oranda da olsa devamlı bir yerçekimi tesiri altındayken son derece koyu bir sıvı özelliği taşır ve kırılmaksızın fiziki şeklini değiştirir. Bu olay "sürünerek akma" diye adlandırılır. Sadece tuz akma göstermez; diğer bütün kayalar da aynı özelliğe sahiptir. Bu olay son derece yavaş bir işlem olduğundan, genellikle ancak jeolojik zaman periyodu içinde farkedilebilir.

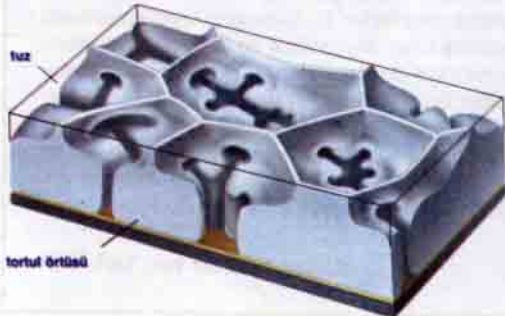
Fakat kayaların çoğu, yer tabakalarının kesişme yüzeyleri tarafından oluşturulan nispeten yüksek dozadaki yan kuvvetlerin tesiri altında akma gösterirler. Tuz ise sadece yerçekiminin tesiriyle kolaylıkla akar. Tuz, bütün kayaların en hafiflerinden biri ve hemen hemen sıkıştırılmaz bir yapıda ol-



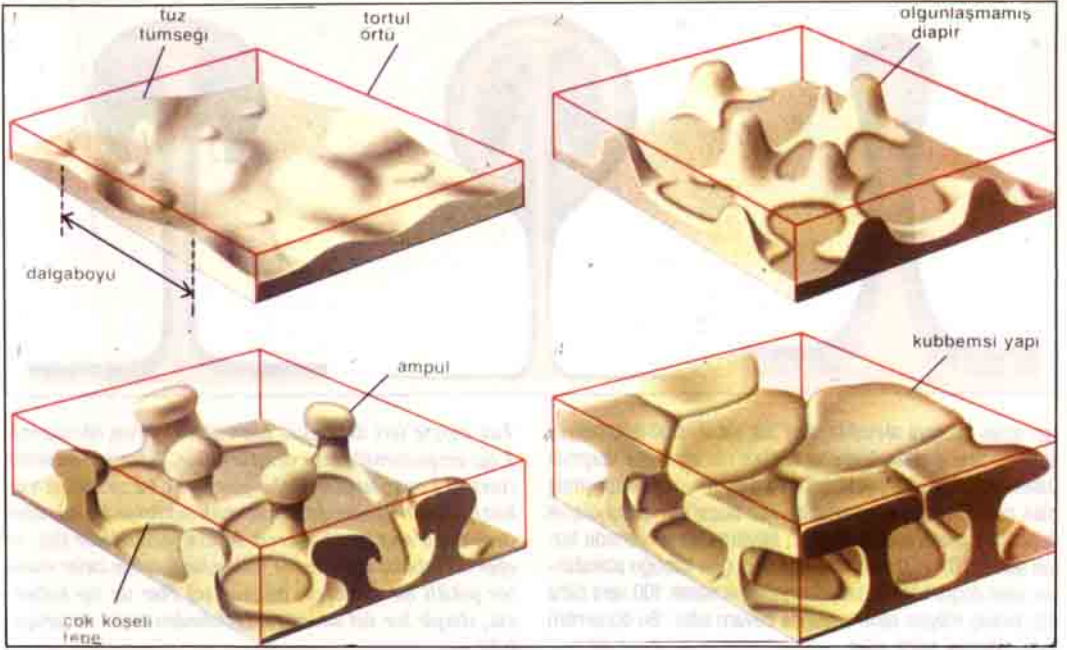
duğundan, kum, mil ve çamur gibi tortuların altında gömülü kaldığında burada "hafif" bir tabaka oluşturur. Üstteki tabakalar ise yavaş yavaş, daha ağır olan kumtaşı, ince kum taşı ve şist haline dönüşürler. Neticede ortaya bir yoğunluk zıtlığı çıkar, sütun üstte, kaymağının altta olması gibi, ağır kayaç hafif bir kayacın üzerinde tabakalaşmıştır. Bu tabakalaşma yerçekimi kanunlarına göre dengesiz bir durumdur. Üstteki ağır tabaka tuzun içine doğru batmaya başlar ve böylece tuzu yukarıya doğru iter. Bu işlem esnasında "tuz damarı" (diapir) diye adlandırılan içiçe sokulmuş kütleler meydana gelir.

Tuz damarlarının petrol ve doğal gaz aramalarındaki önemi bu aşının başından beri bilinmektedir. Yer katmanları arasından yeryüzüne doğru yükselen petrol ve doğal gaz, yukarı doğru fışkırmakta olan tuz diapir'lerinin yamaçlarında veya tuz diapir'lerinin tortu tabakasında oluşturduğu kubbemsi yapı içinde sıkışır. ABD'nin güneyindeki gaz ve petrol ya-

Tuzun yukarı çıkışının hücresel modeli, Uppsala Üniversitesi'nden Peter Rönnlund tarafından yapılan bir deneyde ortaya konulmuştur. Model iki tabakadan ibarettir; tortul örtü tabakasını temsil eden yoğun ve renkli bir silikon macunu tabakası ve daha az yoğun olan ve tuz tabakasını temsil eden saydam bir polidi-



metilsiloksan tabakası. Başlangıçta, tabakalar renkli olanı üstte olacak şekilde ve yatay durumda idi. Model, daha sonra, yerçekiminin etkisini tekrar oluşturmak için birkaç dakika süreyle santrifüjde (artmış bir hızda) döndürüldü. Fotoğraf, modeli yukarıdan göstermektedir. Renkli tabaka, bu anda üstte olan "saydam" "tuz" tabakası içinden, gözlemciden uzağa doğru gitmiş durumdadır. Tuz, fotoğrafta koyu ve gölgeli çatlaklar halinde belli olan poligon tepelerin üçü bağlantı yerlerinden, kabarık tepeli diapir'ler halinde yükselmiştir. Saydam diapir'ler ise, ince ve renkli duvarlar olarak gözüken batan kısmın poligon şeklindeki çökmüş malzemesiyle birbirinden ayrılmıştır. İnce siyah hatlar renkli örtü tabakasının uğradığı bozulmaları gösterir: bunlar üst örtü tabakasının altında milimetrik ağ olarak oluşmaya başladılar. Çizgili hatlar modelin bir kısmının yandan görünüşünü gösterir (fotoğrafta aşağı sol kısım).



taklarının yaklaşık 4/5'i ve Ortadoğu'daki büyük petrol sahalarının bazılarını, çeşitli yönlerden tuzla ilişkilidir. Sondaj ile yeraltından çıkarılan ham petrol ve doğal gaz, depolama amacıyla apartman büyüklüğündeki tuz mağaralara pompalanmaktadır. Gelecekte, radyoaktif atıklar da tuz içinde saklanabilir.

Radyoaktif atıkların depolanma yeri olarak tuz yataklarının önerilmesinin sebeplerinden birisi, bu yatakların geçirgenliklerinin nisbeten az olmasıdır. Yataktaki çatlaklar tuz akışı ile kapatılır. Tuzun çözünürlüğü çok yüksek olmasına rağmen, yatağın içine doymamış haldeki bir yeraltı suyu girmez (yeraltı suyu yatağa girdiğinde artık tuz çözemeyecek derecede doymuş olmuştur). Eğer mantar tipli bir diapir içine atık depolama amacıyla bir mağara açılmış ise, diapir içinde taşınmış olan geçirgen özellikli tortul kayalar, suyu bu mağara içine taşıyan kanalları hareket ettirecektir. Bu su ise, potansiyel olarak çevreye mağaradaki radyoaktif elementleri taşıyabilir. Bu nedenle, atık depolama yeri olarak seçilmeden önce, bir diapir'in şeklinin ve iç yapısının dikkatli bir şekilde incelenmesi gereklidir.

TUZUN OLUŞUMU

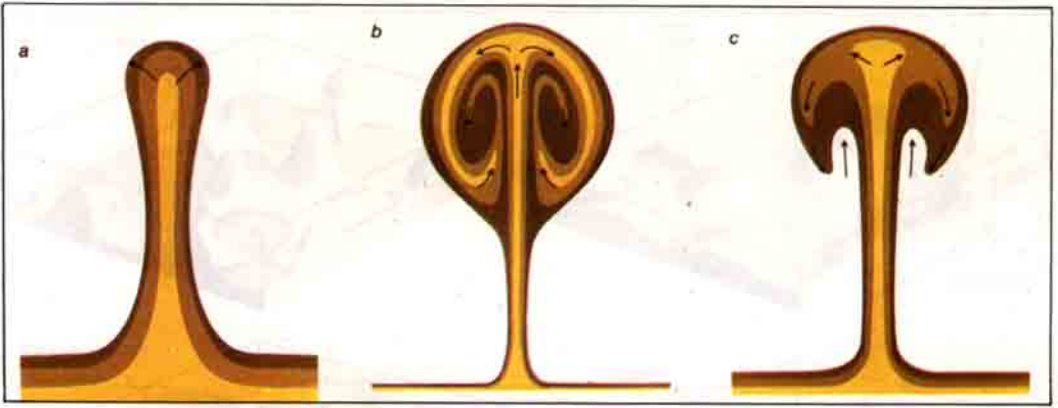
Tuz, tropik-altı (subtropical) bölgelerde oluşur. Bilindiği üzere, bu bölgelerde buharlaşma yağış miktarından fazladır. Nemini tropik bölgede yağmur olarak bırakan hava, kuru bir halde ve ısınmış olarak bu bölgelere gelir (dünyanın en büyük çölleri tropik-altı bölgelerdedir). Kapalı sedimanter havzalardaki su veya kayalıklar ve diğer resif ya da doğal engellerle açık denizlerden korunmuş olan denizlerin suyu kuru ve sıcak havanın tesiriyle buharlaşır ve geriye doymuş bir tuzlu su bırakır. Bu tuzlu sudaki mineraller çözünürlük derecelerine göre çökmeye başlarlar; önce karbonatlar ve Kalsiyum Sülfat (Gips), sonra Sodyum Klorür (halite=tuz) ve nihayet

Tuzun yukarı akışının 4 kademesi şematik olarak gösterilmektedir. Burada, yüzeye çıkış işlemi ilerlerken çökmekte olan örtü tabakası saydam durumdur. İki tabaka arasındaki ara yüzey, başlangıçta hemen hemen düzlemsel bir yapıdadır. İlk kademede, tuz yüzeyindeki küçük düzensizliklerin bazılarını, düzenli bir açıklığa sahip olan tepecikler haline dönüştür (dalga boyu) (1). Tepecikler, birbirine poligonallara tepeleri ile bağlı olan parmak şeklindeki diapir'lere (büzülerek) dönüştürülür. (2). Yükselmekte olan diapir'ler, yüksekliği az olan yerlerde, daha az yoğun olan gevşek yapıli tortu tabakası altında yaygınlaşmış ampul biçimine geçerler. (3). Bu ampülümsü yapılar, nihai olarak, ince bir gövdeye bağlanmış olan kubbemsi yapılara dönüşebilirler. (4).

Magnezyum ve Potasyum bileşikleri çöker. Bunlar arasında en kolay çökme yapan "halite", yani kaya tuzudur. Bundan kısaca "tuz" olarak söz edeceğiz. Buharlaşma ile, geride kalan tuzlu sudan, kristalleşerek sıkıca birbirine kenetlenmiş kaba taneli tuz ayrılır.

Eğer bu havza, sık sık deniz suyu ile dolup tekrar buharlaşma çevrimine maruz kalırsa, birkaç kilometre kalınlığında bir buharlaşma kalıntı tabakası deniz tabanında toplanabilir. Bugün bazı kıtalararası sınırlarda da, daha genç dönemlere ait tortuların altında tuz tabakaları bulunabilmektedir.

Gömülü haldeki tuz, son aşamada, yüzeye çıkar ve erozyonla tekrar okyanuslara döner. Yaşı 800 milyon seneden daha eski olan sadece birkaç tuz yatağı bulunmuştur. Bu, bu zamandan önce oluşan tuzların çoğunun okyanuslara doğru olan çevrimlerini çoktan tamamlamış olduklarını gösterir. Fakat bu işlem aşırı derecede yavaştır. Bugün Zanzibar Dağ-



lan'ndan aşağıya akmakta olan tuz yatağı 500-800 milyon sene öncesine aittir. Meksika Körfezi'nin zeminine ulaşmak üzere olan diapir'ler, yaklaşık 175 milyon yıl önce oluşmuş olan çökeltilerden gelmektedir. Tuz diapir'leri genel olarak kesikli oluşmalarla ortaya çıkar; büyüme dönemlerinde hızları senede 0.1-1.0 mm arasında olup (yer kabuğu plakalarının yana doğru hareket hızından yaklaşık olarak 100 kere daha az), birkaç milyon sene boyunca devam eder. Bu dönemleri uyku dönemi takip eder.

Böylesine yavaş olan bu hız, araştırmacılara zorluk çıkarır. Laboratuvar şartlarında küçük tuz örnekleri tabiattaki gerilimlerden çok daha fazla miktardaki gerilimlere tabi tutulup daha hızlı bir akma işlemine maruz bırakılabilirse de, bu tip deneyler, geniş çaplı modellerin veya doğal tuz akışının mekanizmasını ortaya koymaz. Bununla birlikte "yüze çıkma" işlemini incelemek için çeşitli yollar mevcuttur. Mesela, uygun büyüklükte hazırlanmış fiziksel bir model kullanılarak tuzun yüze çıkışı temsili olarak canlandırılabilir.

TUZUN YÜZEYE ÇIKIŞI

Yüze çıkış işlemi uygun bir şekilde 4 kademeye bölünebilir. Bunlardan ilk kademe, İngiliz fizikçileri Lord Rayleigh ve Sir Geoffrey Taylor tarafından geliştirilen bir analitik teori ile oldukça iyi bir şekilde tanımlanmıştır. Bu teoriye göre, yukarıya çıkma işlemi iki viskoz sıvının ara yüzündeki hafif çarpımlarla başlar. Çarpımdan ileri gelen şişmeler başlangıçta farklı hızlarla büyür. Fakat sonradan en hızlı büyüyenleri geriye kalır. Bunlar, yavaş büyüyenlerdeki tuzu uzaklaştırır ve onların bastırılmasına yol açar. Böylece iki tabaka arasındaki arayüzeyi, yavaş yavaş sinüzoidal yapıya ve düzenli olarak dağılmış, hızlı büyüyen tepciklerle dolu bir alan haline dönüştürür. Tepcikler arasındaki mesafe (dalgaboyu) sistemin karakteristiğidir; bu, öncelikle iki sıvı tabakasının nisbi kalınlığına ve viskozitesine bağlıdır. Tabakaların nisbi yoğunluğu yukarıya akışın hızını belirler. Doğal tuz tepciklerinin oluşması yaklaşık 20 milyon yıl sürer.

Yukarıya akışın ilk kademesinde, tepcikler arasındaki boşluklar batmakta olan ve şekilleri hakikatte tepciklerin ters görüntüleri olan örtü tabakası kayaçları ile dolar. İkinci kademe ise, tepciklerin şekilleri ile batan kısımların şekilleri farklılaşmaya başlar. Tepcikler belirli bir yüksekliğe ulaştıkça (bu yükseklik 0.5 ile 2.5 km arasında değişir) büzülme

Tuz diapir'leri ile ilişkili olan sirkülasyon (dolaşım), 3 tip ampulümsü yapı oluşturabilir. Eğer sedimanter (tortul) kayaç tuzdan daha yumuşak ise (daha az viskoz), diapir kabarcığı başparmak şeklindedir (a); eğer örtü daha sert ise, kabarcık balon şeklindedir (b); ve eğer iki tabaka eşdeğer bir viskoziteye sahip iseler mantar şekilli bir kabarcık oluşur. (c) Her üç tip kabarcık, diapir bir üst sınıra rastgelmeden evvel de gelişebilir.

yaparak daralır ve yükselme yapan damar veya duvarlar haline geçerler. Batan kayaç örtüsü ise geniş yapıya, yaygın bir havza haline dönüştür. Böylece tuz nihai olarak kayaç örtü tabakasının içine doğru girmeye başlar (diapir ismi "delip geçmek" manasına gelen Yunanca "diapirein" kelimesinden alınmıştır). Bu kademe, yukarı çıkış hareketini tanımlamakta kullanılan denklemlere lineer olmayan terimler de dahil olur. Bu durumda denklemleri kesin analitik çözümlerle sonuçlandırmak iyice zorlaşır. Tuz diapirlerinin oluşumunun daha ileri kademesini anlamak için fiziksel veya bilgisayar modellerine başvurmak gerekir.

İlk geliştirilen fiziksel modellerde, yüzen bir yağ tabakası bir tank içinde kendinden daha ağır olan bir şurup üzerine konulmakta ve tankın tersine çevrilmesi ile yerçekimi yönünden dengesiz olan bir sistem elde edilmekteydi. Bu sıvıların düşük viskoziteleri dolayısıyla, saniyelik süreler içinde yukarıya akış yapan diapir'ler elde ediliyordu. Bunların gözlenmesi de kolaydı. Diğer taraftan, yağ ve şurup sistemi kullanılarak hakikatte çok karmaşık olan tortul kayaçların gerçek modelini canlandırmak oldukça zordu. 1960 yılında Uppsala Üniversitesi'nden Hans Ramberg, bu meseleye şöyle bir çözüm getirdi; kullanılan laboratuvar modelleri daha sert (yani daha az akışkan olan) malzeme ile yapılabildi. Kil ve silikon hamurdan hazırlanan modeller, santrifüjde eksene dönme tabi tutuldu. Santrifüj kuvvetleri yerçekiminin etkilerini taklit etmekteydi; tek fark, santrifüj ile çok daha yoğun bir kuvvet uygulanması idi. Başlangıçta modelin dip tarafında bulunan daha az yoğun olan malzeme, santrifüjün eksenine boyunca içeri doğru yükselme yapmaktaydı.

Yüze çıkış modeli üzerinde yapılan çalışmada Ramberg'in yaklaşımı takip edilmiştir. Modelde kullanılan maddenin viskozitesi ve yoğunluğu o şekilde seçilmeliydi ki, yer-

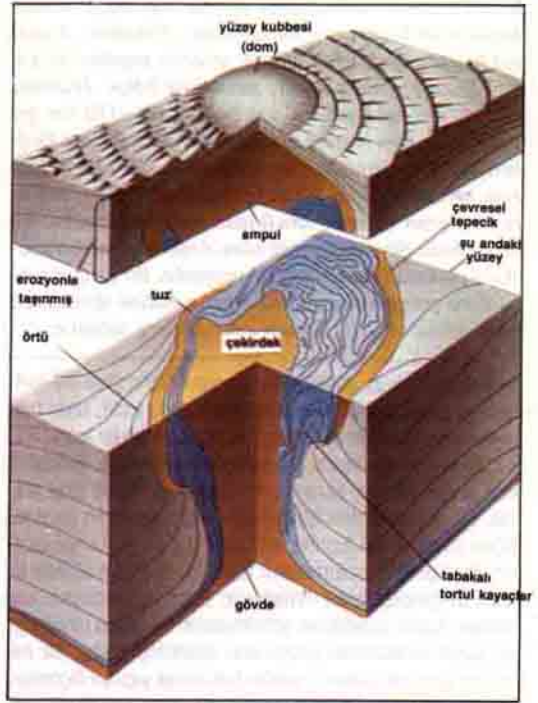
çekiminden 1000-2000 defa daha kuvvetli olan bir santrifüj kuvvetine birkaç dakika maruz kaldığında, geniş tuz tabakalarının normal yerçekimi tesiri altında milyonlarca yıl boyunca uğradığı değişiklikleri aynen taklit edebiliriz. Çalışmada tuz yerine genellikle silikon hamur veya poliydimetilsiloxane ve tortul örtüsü yerine de silikon hamur veya Baryum Sülfat çamuru kullanılmaktadır. Model santrifüje konulup çevrilmeye tabi tutulduktan sonra santrifüjden alınır ve ortasından 30 kadar çapraz kesit çıkarılır. Modele önceden yerleştirilen işaret kareleri ve bu çapraz kesitler yardımıyla, 3 boyutlu akış sisteminin modeli oluşturulabilir.

Tuzun yüzeye çıkışının son kademesi, yükselen ampu-lümsü diapir'ler yüzeye yaklaştığı zaman başlar. Bu anda şu üç şeyden birisi olur: Birincisi; diapir'lerin tepe kısımları yer-altı suyu tarafından kesilmiş olabilir. Yüzeye yakın tabakalar genellikle gözenekli olduğundan bunların içindeki doymamış yeraltı suyu, yükselir yükselmez diapir'in tepe kısmını çözebilir. Böyle durumlarda çözünme yüzeyi, yükselen tuzda dağılmış halde bulunan ve çözünmesi nispeten güç olan Jips (Kalsiyum Sülfat) artıkları ile kaplanmış hale geçer.

İkinci bir ihtimal; yeraltı suyuyla tuzun çözünmesinin çok daha az muhtemel olduğu bölgeler olan çöllerde mevcuttur; ampul tipli yapılar düşük yoğunluklu yüzey tabakasının oluşturduğu engel altında yatay olarak yayılmaya devam edebilir. Orta İran'ın Büyük Kavir çölünde, 12 kadar diapir ampulü 40 km büyüklükteki tek bir kubbe halinde birleşmiştir. Bu kubbe çöl tabanındaki erozyonlar yüzünden gayet net detaylarla açığa çıkmıştır ve yüzeye alışılmamış derecede leri bir tuz akışını temsil eder; 50 milyon yıllık tuz yatağının hemen hepsi, başlangıçta üzerinde bulunmakta olan tortularla yer değiştirmiştir.

Üçüncü ihtimal, sıg örtü tabakalarının tuzdan daha yoğun olduğu hallerde, diapir'lerin yüzeye kadar olan bütün yolu yükselerek çıkmaları ve son derece yavaş akan kaynaklar oluşturacak şekilde yüzeyde taşma yapmalarındır. Şu anda devam etmekte olan taşma olayına ait en iyi örnekler, Güney İran'ın Zagros diapir'leridir. Bu bölgedeki yukarı akış olayı, geçen 15 milyon yıl boyunca plaka tektoniği tarafından hızlandırılmıştır. 15 milyon yıl önce başlayan ve tuzu yukarı doğru sıkan Arabistan ve Avrupa-Asya plakalarının çarpışması, 20 kadar diapir'in Basra Körfezi üzerine sıkışarak çıkmasına ve küçük adalar oluşmasına sebep olmuştur. Zagros Dağları'nda çözünmeyen kayaç döküntüleri ile tıkalı vaziyette bulunan kraterler, diapir'lerin yağmur karşısında tutunamadıklarını göstermektedir. Sahil boyunca (bu bölge tabaka çarpışmasının şu anda en üst şiddette olduğu yerdir) dizili olan

Orta İran'daki Büyük Kavir çölü ilginç tuz diapir'lerinin bulunduğu bir bölgedir. Augusto Gansser tarafından çekilen bu hava fotoğrafı, tepesi kesilmiş olan 6 km genişliğinde hemen hemen dairesel bir diapir'i göstermektedir. Jips'le kabuklaşmış olan soluk renkli çekirdek, ince şeritler halindeki daha genç buharlaşma kalıntıları tarafından çevrelenmiştir. Bunlar; sarımsı tuz ve jips olup daha koyu renkli şeyl ve marnlarla sıralı olarak dizilmiştir. Ön plandaki kaba şeritli örtü tortuları, diapir'in kenar kısımlarınca sürüklenmiştir.



Büyük Kavir'deki bir diapir'in iç yapısı erozyonla açığa çıkmıştır. Yüzeye ait özelliklerin ve kullanılan modellerin ekstrapolasyonu ile (etkilerinin diğer kısımlara uzatılmasıyla) diapir'in derin yapısı ve aşındırılan yüzeyin yapısı, yazarlar tarafından ortaya konulmuştur. Orjinal yataktaki tabakaların sıra düzeni, ampul kısmında tersine çevrilmiştir; tuz, yağ ve bileşim bakımından tuz ile daha genç olan örtü arasında bulunan tabakalı tortul kayaların üzerinde yer almaktadır. Tabakalı kayalar, şu andaki yüzey üzerinde bir halka oluştururlar.

yüksek dağlar, 1 km'den daha yüksek olan diapir'ler tarafından delinmiştir. Tuz, kendi ağırlığının tesiriyle yayılmakta ve dağların yamaçlarından aşağıya doğru akmaktadır. Bu akışlar "Farsça tuz anlamına gelen "namak" ile, İngilizce buzul anlamına gelen "glacier" kelimelerinin birleştirilmesiyle,



Basra Körfezi'ndeki Zagros Kıyıları tuz diapir'lerinin tepeleri ile kaplanmış durumdadır. Fotoğraf, Landsat harita çizicisinden alınan verilerle yapılan iki görüntünün bir birleşimidir; gösterilen bölge, Hürmüz Boğazı'nın yaklaşık 100 km batısı olup, 150 km genişliktedir. Kıyı hattına paralel olan hatlar Zagros Dağları'dır. Tuz diapir'leri koyu renkli karnibahar başlarına benzemektedir. Bunların yüzeye çıkışları, dağları oluşturan işlemler tarafından hızlandırılmıştır; bu da şu anda devam etmekte olan Arabistan ve Avrupa-Asya plakaları arasındaki çarpışmadır. Bir zaman sonra kara parçası üzerindeki tepeler haline dönüşecek olan adaların üçü, tuzdan çekirdeklere sahiptir.



"namakier" olarak isimlendirilir. Namakier'lerin yılda 1-2 metre olan akış hızı çoğu buzullannkinden daha azdır; fakat herşeye rağmen erimemiş durumdaki kristal yapılu bir kayaç için bu, fevkalâde bir hızdır. Bu hızlı akış neyle izah edilebilir? Bazı araştırmacılar, kuru tuz ile yapılan deneyleri esas alarak, bir namakier'deki tuzun kızgın sıcaklıkla dışarı çıkıp aktığını sandılar. Bu hipotez artık pek geçerli görülmemektedir. Bu hipotezin savunucuları tuz hakkında uzun süredir bilinen bir gerçeği ihmal etmişlerdir; tuzun su miktarının artırılması, tuzun sıcaklığının artırılmasının da neden olduğu gibi, tuzun viskozitesini (akışa olan direncini) azaltır. Bir namakier üzerinde kılavuz işaretler kullanılarak yapılan ölçmeler, senenin büyük bölümünde durgun olduğunu, mevsimlik yağmur sağanakları ile nemlendirildikten sonra ise günde yarım metrelik bir hızla aktığını göstermiştir.

Utrecht Üniversitesi'nden Janos L.Urai ve Christopher J.Spier, mikroskop altında buharlaşma kalıntılarını deforme yona uğratarak, tuzun akışı üzerinde suyun etkilerini incelediler. Su, ister çevredeki tortulardan, ister yağmurdan veya isterse tuzun olduğu ilk tuzlu su kaynağından gelsin, tuz deforme olduğu zaman tuz tanelerinin sınırları boyunca ince ve sürekli filmler oluşturma eğilimindedir. Bu filmler tuzu çok önemli ölçüde zayıflatır. Özellikle, deforme olmuş eski tuz taneleri boyunca süpürme yaparak bunları çözer. Sodyum ve Klorür iyonları filmler içine doğru yayılır ve kolaylıkla deforme olabilen yeni taneleri oluştururlar. Ağırlıkça % 0.1 gibi düşük bir su miktarı, bu "dinamik yeniden kristalleşmeyi" teşvik etmeye yeterlidir; bu ise bu olayın sadece namakier'lerde değil, gömülü tuz yataklarında da meydana gelebileceğini gösterir.

Tuz, dağ yamacından aşağıya inerken, kanallı tabanın-
daki birçok kademeden geçer. Her bir kademeden önce akış yavaşlar ve kalınlaşır, akış hatları ayrılır ve renkli tabakalar bir seri katmanlar haline döner. Kademenin diğer tarafında akış tekrar hızlanır ve akış hatları birbirine yakınlaşır. Tabakalar incilir, iç hatlar gerilir ve tuz tabakaları birbirinin üzerinden kaymaya başlar. Sonraki kademede, yeni tabakalar eskilerinin üzerine gelirler. Böylece namakier, üst üste gelen birçok dilin oluşturduğu bir yığından ibaret olur. Namakier'in uç kısmında bu yığın o kadar düzdür ki, katlar zorlukla görülebilir; diller neredeyse deforme olmamış yatay tabakalara benzer durumdadır.

Benzer etkiler, muhtemelen diapir'leri besleyen derin tuz yataklarında da (yüzeyin altında) oluşmaktadır. Bir diapir'e

doğru göç eden tuz, yatağın tabanındaki veya tavanındaki düzensizliklerden geçerse, düz tabaka halinde yayılan diller oluşabilir. Yatağın geniş ve yaygın kısmındaki diller diapir'in dar olan sap (gövde) kısmına taşınır ve burada dikey olarak döndürülüp bir perde gibi katlı yapılara dönüşür (Bu etki, bir peçetenin bir halka içinden geçirilmesiyle oluşan etkiye benzerdir). Tuz madenlerinin tavanlarında karşılaşılan güzel ve karmaşık yapıları modellerin birbirlerinden çok farklı olması bu dillerin uzun dönemde yığılan nesillerinin tekrar tekrar katlanması ile açıklanır.

TUZ OLUŞUMLARININ ÖNEMİ

Neredeyse organik olan bu yapıların anlaşılması, üzerinde çalışılan ödüllendirildiği gibi, bu tür çalışmalar ekonomik değerlere de sahiptir. Bazı tuz diapir'lerinin mantar gibi şekillenmiş olması ihtimali, petrol ve doğal gaz araştırmalarında çok önemli bir husustur. Bu, birçok diapir'in sanıldan çok daha fazla miktarda petrol kapanları oluşturabileceğini göstermektedir. Mantar şekilli bir diapir'in yuvarlak kısımlarında geçirgen özellikte kayaçların tutunabilmesinin mümkün olması, aynı diapir içine petrol yüklü depo ka-

KALP ENFARKTÜSÜNE KARŞI GEN TEKNİĞİ

- Avrupa'nın Biyoteknoloji alanında en modern merkezi olan Biberach'da, genetik açıdan uyarılmış hücre kültürleri ile kalp enfarktüsüne karşı bir ilaç üretiliyor.

San Francisco (ABD)'deki Gen Araştırma Merkezi Genentech, üç yıl önce yeni bir enzimle yapılan birkaç deneyden sonra kalp enfarktüsü hastaları için büyük ümitler bulunduğunu ilan ediyordu.

Gen araştırma alanından gelen mesaja bütün dünya kulak kesiliyordu, çünkü hâlâ, sadece Almanya'da, her üç kişiden biri; yılda 300.000 enfarktüs kurbanı bu uğurluk hastalığından ölmektedir.

Şimdiye kadar tıpcılar koroner damarları tıkayan ve bazen ansızın bir kalp enfarktüsü doğuran kan pıhtısını çözmek için, uygulanmasında bir takım mahzurlar olan, Plasminojenaktivatörler diye adlandırılan iki klasik kan yumuşatıcı kullanıyorlardı: Yapay olarak elde edilmiş olan enzim, eğer zamanında kullanılırsa, çoğu durumlarda öldürücü olabilecek kan pıhtısını endirekt olarak çözüyor, ama aynı zamanda da yabancı madde olarak vücut savunmasını, yani immün sistemi tahrik ediyordu. Bu durum, uzun süren tedavide vücudun aşırı tepkisine yol açabiliyordu. Ayrıca 15 değişik faktörle ancak uyarılan kan pıhtılaşması da olumsuz yönde etkilenbiliyordu: Sonuçta hastalar kanamaya eğilimli hale gelebiliyorlardı.

İnsan üresi ve böbrek hücre kültürlerinden "Ürokinaz" denilen ikinci bir anti-enfarktüs maddesi elde edilmektedir. Bu madde vücudun kendi maddeleriyle savunmaya geçmesini gerektirecek, dışarıdan zorla giren bir madde etkisi yaratmamakta, böylece daha önce belirtilen yan etkiler ortadan kalkmaktadır. Yalnız bu madde halen çok pahalıdır. Şimdi Amerikalı gen araştırmacılar belli hücre kültürlerini, yumuşatıcıyı kendiliğinden üretecek şekilde manipüle et-



Ayrıntılarıyla hayat kurtarıcı: Kanın Fibrin lifleri tehlikeli tıkaçı katılaştırdı (üstte), altına alyuvarlar ezimin etkisiyle tekrar serbest hareket ediyorlar.

mekte ve adeta, kan damarlarını kaplayan insan doku ve hücrelerinde probleme karşı hazır bekleyen bir polis kuvveti oluşturmaya çalışmaktadırlar.

Bu yeni ilaç, vücuda ait bir protein olduğundan allerjik reaksiyonlara neden olmamakta, akciğer tarafından hemen parçalanmakta ve şaşırtıcı olan şu ki, gerçekten sadece tehlikeli bir kan pıhtılaşmasında veya pıhtılaşmayı doğuracak durumlarda müdahale etmektedir. Yani bu yeni ilaç, öncekilere göre hedefine daha uygun olarak ve yüksek dozlarda verilebilmektedir.

İlaç, ABD'de şimdiye kadar yapılmış olan en büyük incelemede ve yine Avrupa'nın oniki büyük kliniğinde yapılan testlerde üstünlüğünü ispatlamıştır. Yeni enfarktüs geçirmiş hastaların üçte ikisinden fazlasında, tıkanmış olan koroner damar tekrar açılabilmiştir. İlaç şimdi, geçen Kasım'da Dr. Karl Thomae tarafından Biberach Riss'de işletmeye açılan Avrupa'nın en modern Biyoteknoloji okulunda üretilmektedir.

Tıpcılar, ilacın kalp enfarktüsü tedavisinin yanısıra, kan pıhtısının yol açtığı diğer hastalıklarda da büyük bir başarıyla kullanılabileceğini ummaktadırlar.

Hobby'den çev.: Köksal OZAN

yaçlarının saklanmış olması ihtimaline işaret etmektedir.

Mantar şekilli diapiir'lerin laboratuvarında keşfedilmesi gerçeği, model yapmanın önemini gösterir. Madencilik ve sondajcılık, yeraltı tuz yapılarına ait bilgilerin sadece sınırlı bir bölümünü açıklayabilir. Elde mevcut olan arazi verileri genellikle çok az kullanılmaktadır; çünkü araştırmacılar bunla-

rın nasıl yorumlanacağını bilmezler. Gelecekte fiziksel ve bilgisayarla yapılan modeller tuzun yukarı akışını yönlendiren temel işlemleri keşsettikçe, hem depolama mağaralarını planlayanlar ve hem de jeologlar, çalıştıkları jeolojik yapılara ait çok daha sağlam ve doğru bilgilerden yararlanacaklardır.

Scientific American'dan çev.: Hikmet KARATOSUN