

ili) - Karabayır formasyonunun yeni bir kırmızı alg türü: M.T. A.E. erg., 82, 65-69.  
 Poisson, A. ve Sarp, H., 1977, La zone de Kızılca-Çorakgöl -un exemple de sillon intra-plateforme à la marge externe du massif du Menderes: VI. Ege Bölgeleri Jeolojisi kollokyumu, İzmir, 87.

#### R-S

Rabinowitz, P.D. ve Ryan, W.B.F., 1970, Gravity anomalies and crustal shortening in the eastern Mediterranean: Tectonophysics, 10, 585-608.  
 Reichel, M., Sigal, J. ve Monod, O., 1969, Description d'une Lacazina nouvelle (foraminifères, Miliolidés) dans le Paléocène du Taurus de Beyşehir (Turquie): Rev. Esp. Micropaleont., 1, 3, 317-326.  
 Richard, F., 1967, Etude géologique de la fenêtre de Göcek-Aygır dağ (Taurus Lycien Occidental): Thèse 3<sup>e</sup> cycle fac. Sc. de Grenoble.  
 Ricou, L.E., 1971, Le croissant ophiolitique périarabe. Une ceinture de nappes mises en place au Crétacé supérieur: Rev. Géogr. phys. et. Géol. dyn., XIII, 4, 327-330.  
 Ricou, L.E., Argyriadis, I. ve Lefevre, R., 1974, Proposition d'une origine interne pour les nappes d'Antalya et le massif d'Alanya (Taurides occidentales, Turquie). Bull. Soc. géol. France, (7), XVI, 2, 107-111.  
 Ricou, L.E., Argyriadis, I. ve Marcoux, J., 1975, L'arc calcaire du Taurus. un alignement de fenêtres Arabo-Africaines Sous les nappes radiolaritiques, ophiolitiques et métamorphiques: Bull. Soc. géol. France, (7), XVIII, 1024-1044.  
 Robert, U. ve Cantagrel, J.M., 1977, The basaltic vulcanism in the southeastern Aegean Sea geochronological data and relation with geological structures: VI. Colloquium on the geology of the Aegean region Athens, Abstracts, 45.

Robertson, A.H.F. ve Woodcock, N.H., 1977, Evidence for the emplacement directions of allochthonous rocks in southern Cyprus: VI. Ege bölgeleri jeolojisi kollokyumu, İzmir, bildiri özetleri, 88.

Ryan, W.B.F., Stanley, D.J., Hersey, J.B., Fahlquist, D.A. ve Allan, J.D., 1971, The tectonics and geology of the Mediterranean Sea: The Sea, Newyork-Wiley, IV, (11), 387-492.

Sarp, H., 1976, Etude géologique et minéralogique du cortège ophiolitique de la région située au NW-de Yeşilova (Burdur-Turquie): Thèse Université de Geneve.

Stoneley, R., 1974, Evolution of the continental margins bounding a former southern Tethys in; Geology of continental margins: Burk and Drake Edit., Springer-Verlag, Newyork, 889-904.

#### T-V-W-Z

Tapponnier, P., 1977, Evolution tectonique du système alpin en Méditerranée: Poinçonnement et écrasement rigide-plastique: Bull. Soc. géol. France, (7), XIX, 3, 437-460.

Vegh Neubrandt, E., Dumont, J.F., Gutnic, M., Marcoux, J., Monod, O. ve Poisson, A., 1976, Mégalodontidae du Trias supérieur dans la chaîne taurique (Turquie méridionale): Geobios, 9, 2, 199-222.

Wedding, H., 1968, Güney Anadolu gölleri ve kömür prospeksiyonundaki önemleri: M.T.A.E. Derg., 70, 58-63

Wipperfurth, J., 1964, Menderes masifinin alpidik dağ teşekkülü içindeki durumu: M.T.A.E. Derg., 62, 71-79.

Woodcock, H.N. ve Robertson, A.H.F., 1977, Imbricate thrust belt tectonics and sedimentation as a guide to the emplacement of part of the Antalya complex SW Turkey: VI. Ege bölgeleri jeolojisi kollokyumu, İzmir, bildiri özetleri, 98.

Zaninetti, L., 1976, Les Foraminifères du Trias. Essai de synthèse et corrélation entre les domaines mésogéens européen et asiatique: Riv. Ital. Paleont., 82, 1, 1-258.

## Kırıntılı Çökellerde Petrol Göçü Nasıl Olur?

ROBERT J. CORDELL *Suntech Inc., Richardson, Texas*

### ÖZET

Bu yazı sıkışmış akışkan gücünün (Compaction fluid migration) ana özelliklerini ayrıntılı bir şekilde inceleyen üç bölümlük bir çalışmanın birincisi olup aramacılara bir ölçüde yardımcı olabilecek, şimdiye kadar uygulaması pek yapılmamış bir anahtar yapısındadır. Yazı dizisi boyunca jeolojik konum yönünden yedi ana tipte belirlenecek kırıntılı kesit modelleri önerilecektir.

### BASENLER

Kalın ardalanmalı kumlar ve çamurtaşları içeren:

1. Büyük basen antiklinalleri,
2. Geniş basen kenarı antiklinalleri,

### BASEN KANATLARI (Basin Flanks)

3. Bölgesel olarak yaygın taşıyıcı - hazne düzeyleri üzerinde yer alan zengin anakaya içerikli basen kanatları,
4. Büyük deltalar,
5. Karmaşık çökel denetimli ve orta dereceli çöküntü gösteren bölgeler,
6. Güney Kaliforniya Intermontane türbidit konumu,

### 7. Yavaş gökelli derin-su anoksik besenleri.

Kırıntılı çökellerde petrol aramalarında ilksel ve ikincil göçlerin olası hallerine gereken önem verilirse daha somut sonuçlar elde edilebilir. Geçmişte, aramada yapısal kapanlar ve kaya fasiyes modellerine çok önem verilirdi. Son 20 yıldır ana kayaların zenginliği, olgunluğu ve petrol veya gaz potansiyeli ile ilgili olarak organik jeokimyasal çabalar harcanmaktadır. Fakat göçün ortadaki işlemleri, son jeolojik ve jeokimyasal bulguların ışığında geniş bir anlamda araştırılmamıştır.

Bu yazı dizisinin ereği jeolojik ortamların farklı tiplerini temsil eden kırıntılı sedimanlar için göç modelleri kurmaktır. Bu kayalardaki petrolün büyük bir kısmının etkin çöküntü, ve basen sedimanlarının sıkışması, sırasında ilksel göçünü yaptığı kabul edilmiştir. Bunun ardından gelen göç pek çok yerlerde petrol oluşum şekilleri yönünden yerel olarak değişik biçimlerde gelişir. Bununla beraber şu açıktır ki ilksel göç tarihi petrol dağılımının bölgesel yol sistemlerinin oluşmasında etkindir.

(\*) How Oil Migrates in Clastic Sediments, World Oil, Kasım, 1976 s. 107-126. Çeviren: M. Tuna Tekeli, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara.



Göç yolları modellerinin kurulmasında öncül ilke akışkan basınç gradyanıdır (fluid pressure gradient). Bu gradyan, çöküntü (subsidence) ve birlikte veya sonradan gelen değişik kahlıhtaki çökel örtüsünün sıkışmasındaki ayrıcalıklara bağlıdır.

Basen veya yan basenlerin derince çöken kesimleri en kalın çökellerin biriktiği ve pek çok hallerde yüksek yüzdeli çamurtaşlarını içeren çökellerin olduğu kesimlerdir. Bu çamurtaşı birimlerinin üzerlerindeki kalın örtülerin etkileri, çamurtaşlarının içerdikleri akışkanlıkları yüksek basınçlarda parçalamaktadır. Bu yüksek basınçlar tüm göç işlemini harekete geçiren esas enerjili oluşturur.

Derinlerde gömülü çamurtaşlarındaki yüksek basınçlara ilişkin üç önemli özellik aşağıda sıralanmıştır.

1. Kalın örtü tabakalarının basıncı altında, sıkışma devam ederken gözenek akışkanlarına (pore fluids) karşı şekil değiştiren KİL PARÇACIKLARININ PLASTİK DEFORMASYONU,

2. KİL MİNERALLERİNİN SU KAYBI — Kil minerallerinin yoğun suyu gözeneklere doğru serbest hale geçer,

3. ÇAMURTAŞLARININ DÜŞÜK GEÇİRİMLİLİĞİ — Sıkışma akışkanlarının çok az bir şekilde serbest kalmasına neden olur.

Yüksek akışkan basıncı ile kil minerallerinin su kaybı kavramı yaklaşık 10 yıl kadar önce ilk defa ortaya atılmıştı (Powers, 1967). Hemen aynı tarihlerde Gulf sahili araştırmaları sıcaklık, kil minerallerinin su kaybı ve büyük petrol birikimleri arasında belirgin bir bağlantı olduğunu gösterdi (Burst, 1969). Daha sonra ki çalışmalarda kil minerallerinin su kaybı sırasında gözeneklere iletilen suyun petrol göçü için esas taşıyıcı olabileceği görüşü ileri sürüldü.

Şu açıktır ki aynı genel derinlik aralığı (interval) aşağıdaki esasları içerir:

1. Petrol oluşumu ana zonu,
2. Kil minerali de hidrasyon orta zonu (gözenek suları ve yüksek akışkan basınçlarının etkisiyle),
3. Hidrokarbon ve diğer organiklerin göç durumundaki bir su ortamı için uygun olduğu zon (Cordell, 1973).

Verilen herhangi bir kesimde, bu işlerlikler için derinlik aralığı, paleojeotermal gradyana, jeolojik yaşa ve diğer faktörlere bağlıdır. Genel olarak, bu aralık bir kaç bin feet'ten 15.000 feet veya daha derine kadar inebilir.

Sıvı hidrokarbonlar ve organik maddeler oldukça yüksek basınç altında göç eden sıkışma akışkanında birleştiklerinde, göç yolları ve petrol olarak çökelme yerleri çeşitli etkenlere bağlıdır.

Son zamanlarda, sıkışma suyunun dik veya yatay göçünü denetleyen genel etkenler üzerinde çalışılmıştır. Bu yazı sıkışma sularının ve içlerinde bulundukları organik maddelerin farklı jeolojik konumlarda nasıl ve nerelere göç ettiği ve petrolün her değişik şekil için nasıl yoğunlaşmış biriktiği konularını göstermeye çalışmaktadır.

Dikey ve yan petrole göçlerine karşı engeller aşağıdaki bölümlerde incelenecektir. Bu engeller göç modellerindeki zorlanmaları içermektedir. Bir başka anahtar etken petrol

oluşumunun genel konumudur. Eğim aşağı yöndemi yoksa yukarı yöndemi konumlanmıştır? Göç modelleri kavramı ayrıntısını açıklamadan önce bu konu el alınacaktır.

## DİK GÖÇE KARŞIT ENGELLER

Kırıntılı çökellerde petrolün çok uzaklara dik göçüne ilişkin görüşe karşı çeşitli yanıtlamalar vardır.

1. Kırıntılı petrol bölgelerinin büyük kesimi kumların ve çamurtaşlarının pek çok kez ardalanması şeklindedir. Çamurtaşlarının çok ince taneli doku yapısı, binlerce feet'lik uır çökel ortamında devamlı bir petrol göçü için, fiziksel bir engeldir. Yukarı yönde hareket eden akışkanlardaki petrol, ana kayanın hemen ardındaki ilk kumtaşında birikecektir. Çünkü bir sonraki çamurtaşlarının çok küçük gözeneklerine girme zorluğu ve zaten bu gözeneklerin su ile dolmuş bulunması bu sonucu doğuracaktır. Çamurtaşlarının pek küçük mineral parçacıklarında ADSORB edilen su aynı zamanda yüzey gerilimi nedeniyle boşluklarda da tutulur.

2. Basınç ikinci bir engeldir. Şeyl ve çamurtaşlarındaki basınç engeli, matematiksel terimle (Smith, 1973), rasyonel (Chapman, 1972), ve empirik göçle ilgili görüşlerle (Evans, 1975) gösterilmiştir. Sıkışma (Kompaksiyon) sırasında, akışkan basıncı, oldukça sıkışık, düşük geçirgenlikteki kil ve çamurda, tane-destekli geçirgen kumdan çok daha yüksektir. Böylece bir kum seviyesinde biriken akışkanların, üzerlerindeki, basıncı daha yüksek olan, bir çamurtaşına göç etmesi umulamaz.

3. Üçüncü bir sorun farklı saha şekillerinde bir çok kumlu fasiyeslerde üst yönlü "zig-zag" göç hakkındaki herhangi bir varsayımla ilgilidir. Dik göçle ilgili bir başka görüşe göre petrol, bir kumtaşından kendisinden daha kalın bir kum fasiyesine ulaşmaya kadar eğim yukarı göç eder. Bu noktadan sonra hareketi üste doğru olur ve böylece stratigrafik olarak daha yukarıdaki bir kum düzeyine, geriye ilksel alanına döner. Burada güçlük göçün son geri yönlü safhasının kompaksiyon (sıkışma) basınç gradyanına karşı eğim aşağı yönünde olması gerekliliğidir.

Bu modelin kabul edilebilir olduğu tek şekil çökel kahlıhtının çok geniş bir alandaki yayılımının kalın derin basen kesimindeki dikine yükselmeyle bileşik halde olmasıdır. Yani kalın derin deniz sedimanları görünür bir dik göçe neden olabilirler.

Dikine göçle ilgili bir başka konu faylar ve çatlaklardır. Görünen veya bilinen ana kayalardan çok daha az derinlerde bulunan petrol birikimlerinde olduğu gibi fay ve çatlaklardaki petrol buluntuları bu düşünceyi desteklemektedir. Yeterli ana kaya olgunlaşmasını sağlayan derinlikler ve petrol birikiminin daha az derin konumları arasında bir kaç bin feet'lik dik aralığın var olduğu sonucuna varılarak bu göç modeli 10 yıl kadar önce "organik-olgunlaşma teorisiyle" bağlantılı olarak düşünülmüştü (Philippi, 1965).

Bu araştırmalar Los Angeles, Ventura ve Güney Sumatra basenlerinde yapılmıştı, fakat sonuçları, jeokimyasal çalışmalar yardımıyla dik göçe ilişkin genel bir mekanizma modeli oluşturulmasına kadar uzatıldı. Yüksek sıcaklıklarda son hidrokarbon çözülebilirlik çalışmaları çok daha sığdaki petrol birikimlerinin ilksel konumları için 20.000 feet'in üye-



rinde büyük derinlikler olduğu konusunda bir yargıyı doğurmuştur (Price, 1976). Faylar ve çatlaklar büyük göç bağlan-tılandırlar.

Faylar ve çatlaklar boyunca gelişen yaygın dik göç yalnız suyun değil petrolünde göç etmesini sağlar. Bununla beraber bir kaç bin feet'lik bir örtünün altındaki fay ve çatlaklar normal olarak hemen hemen kapalı olmalıdır. Bunlar suyun çok yavaş bir şekilde yukarı sızmasını sağladıkları halde, petrolün geçmesine engel olabileceklerdir. Faylar ayrıca çok ince taneli fay molozu içerebilirler ki bunlarda petrol göçü için bir engel olabilir. "Petrol, fay ve çatlaklar boyunca yukarı doğru göçe başladığında, niçin yanlarda karşılaştığı ilk kumlu seviyeye girmesin" diye bir soru sorulabilir. Genellikle, esas petrol birikimleri bu çok dipteki kumlu seviyelerin binlerce feet üzerinde yer alırlar.

### YATAY GÖÇE KARŞIT ENGELLER

Yataş göçe karşıt en belirgin engel bazı stratigrafik dizilimlerde kumtaşlarının olmayışı veya diğer geçirimli "taşıyıcı" kayaların bulunmayışıdır. Geçirimli kayaların yokluğu halinde yatay göç katıyetle gerçekleşemez.

Çoğunlukla, konuyla ilgilenenler, çamurtaşı gibi çökellerde ki tabakalanma-düzlemi göçüne dikkati çekmişlerdir. İki nedenle tabakalanma yüzeylerinde, tabaka kesitlerine göre daha çok geçirgenlik özelliği vardır:

1. Levhamsı taneler tabakalanmaya paralel bir dizilim gösterirler. Akışkanlar bu levha yapıları arasından daha kolaylıkla sızabilirler.

2. Tabakalanma yüzeyleri kesin çökeltme değişikliği nedeniyle zayıflık zonlarıdır. Bu değişiklik çoğunlukla tane boyundaki büyümeyle temsil olunur. Bu durumda geçirgenliktede büyüme olacaktır.

Bununla beraber, eğer çamurtaşı büyük bir alanda yatay olarak çökelmişse ve aralarında kum seviyeleri yoksa burada hiç yanıl basınç olmayacak ve çok az olacaktır.

Eğer, çamurtaşı çökellerinin tabakalanma yüzeyleri önemli akışkan mecraları olarak görev alırlarsa, bunlar yakınlardaki bir kumtaşına yanıl olarak bağlanmalı veya yine bir yersel veya bölgesel yapısal yükselime komşu olmalıdırlar. Yakındaki kumtaşları, çamurtaşı tabakalanma yüzeyleri boyunca kendisine doğru akışkan hareketinin oluşması için gerekli yanıl basınç gradyanına gereksinim gösterir. Akışkanların yapıda daha az akışkan basınçlı konuma göç edebilmesi için çamurtaşları tabakalanma yüzeylerinin eğimli olması ve yapısal bir yükselimin bulunması gereklidir.

Eğer, bu iki kaynaktan herhangi birinin yanıl basınç gradyanları yok olursa esas akışkan göçü yukarı doğru olacaktır. Çok düşük geçirgenlik özellikleri nedeniyle çamurtaşlarında dikine akışkan göçü çok küçük olup ancak ufak çatlaklar göçe yardım edebilirler.

Yukarıda konu edilen akışkan, sıkışım akışkanı olup genellikle su ve çok küçük oranda inorganik ve organik bileşenleri içerir. Eğer kumtaşları veya diğer taşıyıcı-hazne kayalar bulunmazsa organik madde birikimi olmaz. Diğer taraftan, eğer kumtaşları çamurtaşlarıyla ardalanmalı veya çamurtaşlarının üzerindeyse, veya komşu bir yapıda eğim yukarı iseler, bazı işlemler sıvı hidrokarbonları ve içerdikleri organik maddeleri petrol haline dönüştürebilirler.

### EĞİM AŞAĞI VE EĞİM YUKARI FORMASYONLAR

Süre gelen görüşe göre petrol, taşıyıcı kayada eğim aşağı oluşur ve eğim yukarı veya formasyon suyunun gravite hareketiyle yapı üzerine doğru göç eder. Bu modelde ciddi bir sorun, eğim aşağı dizilimde, büyük hidrokarbon konsantrasyonu için yeterli mekanizmadan yoksun oluşudur.

Eğim aşağı taşıyıcı tabakalara hareket eden ana kaya akışkanları göç mekanizmasının dışında organik madde birikimi yönünden düşük değerlidir. Ana kayalardaki mobil organik maddenin çok küçük bir yüzdede olması ve göç suyunun kısıtlı taşıma değeri nedeniyle başka bir sonuç pek olası görülmemektedir.

Eğer petrol, kumtaşına geçişli olan bir şeyl veya çamurtaşında herhangi bir şekilde oluştuysa çok küçük gözenek boşluklarından kumtaşına geçmesi oldukça güçtür. Normal olarak eğim yönlü kumtaşının kendi içindeki petrolün birikimi için bir veya daha fazla ani değişikliklerin olması gereklidir.

Söyle ki :

1. Tuzluluğun artması,
2. Sıcaklıkta büyük ölçüde düşme,
3. Basıncıta büyü köleüde düşme,
4. PH'da büyük ölçüde düşme.

Çok tuzlu sular tuzlarını, organik moleküllerini bırakmaya yönsemeli olup petrol birikim işlemine yardımcı olurlar. Bununla beraber eğim aşağı ortamlarda tuzlulukta büyük artmalar bazı hallerde şüphe götürür. Sıkışma sırasında eğim aşağı olan taşıyıcı tabakadaki suyun türediği kaynak ana kayadır. Yarı geçirgen zar etkileri nedeniyle ana kaya çamurlarından türeyen eğim yönlü taşıyıcı-kayaların boşluklarını dolduracak olan akışkanlar çok yüksek tuzlu olmamalıdırlar.

Sıcaklıkta büyük düşmeler hidrokarbonların serbest kalmalarına da (exsolution) sebep olacaktır. Bununla beraber eğim aşağı ana kayadan, eğim aşağı taşıyıcı kayaya doğru ısıda küçük oranda değişme olmalıdır. Sıcaklık esas olarak derinlik ve jeotermal gradyanın bir fonksiyonudur. Jeotermal gradyanların yersel olarak değişken olmalarına karşılık, eşit derinliklerde ana tabakadan taşıyıcı tabakaya doğru her sıcaklık değişmesi petrol oluşumu yönünden oldukça etkili olacaktır.

Çamurtaşı ana kaya düzeylerinden taşıyıcı-hazne sistemine doğru doğal olarak, basınç gradyanıyla birlikte, basınçta düşer. Esas etki, ana kaya tabakalarındaki akışkan, taşıyıcı tabakaya girerken solusyondan gazın bir kısmının serbest kalmasıdır. Serbest kalan gaz bazı sıvı hidrokarbonları da serbest hale getirebilir. Bununla beraber, sıvı hidrokarbonlar için gazın solusyon kapasitesi en iyi basınç-sıcaklık şartlarında bile çok fazla değildir. Orta değerde bir sıvı hidrokarbonun birikimi için çok yüksek ölçüde gazın serbest kalması söz konusudur. Bununla beraber, bu reaksiyonların etkileri, eğim aşağı büyük petrol oluşumları için yeterli değildir.



Eğer sıvının PH'ı uygun ölçüde düşürülürse içindeki herhangi bir koloidal organik madde (örneğin, sabun) "kırılmaya" ve koloidten diğer organik maddelerle birlikte hidrokarbonlarında serbest bırakmaya yönelebilir (Cordell, 1973). Petrol oluşumunda bu oldukça önemli bir etkidir. Fakat PH'ta belli bir ölçüde ki düşüş ana-kaya akışkanlarının taşıyıcı kayaya girmeleri sırasında olası değildir.

Çamurtaşlarındaki yarı geçirgen zar etkisi dokanağın ana kaya kesiminde PH'ta bir düşüşe neden olacaktır. Fakat taşıyıcı tabakaya giren akışkanlar ve gözeneklerdeki elemanlar, Na iyonu ve bikarbonatca zenginleşmeye yöneleceklerdir. Bunlar yarı geçirgen zondan kolaylıkla geçebilen çözeltiler arasındadırlar.

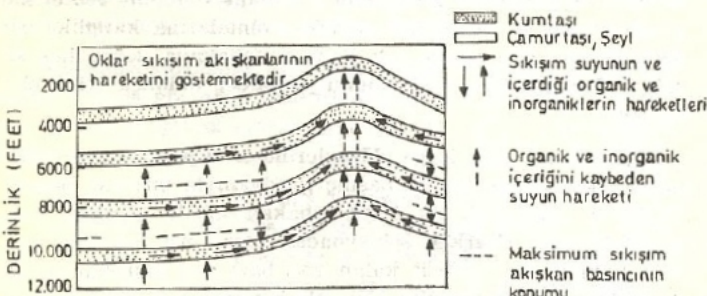
Yukarıdakileri özetlersek, büyük ölçüde petrolün eğim aşağı, basene, taşıyıcı-hazne sistemine doğru oluşmasını kabul etmek için bazı özel durumlar dışında çok az neden vardır.

Bu özel durumlara örnek olarak basen derinliklerinde yüksek tuzluluk nedeni olan evaporitleri, organikçe zengin, sık tabakalanmış siltli ana kayalarla taşıyıcı veya hazne kaya tiplerini verebiliriz. Bu durumda eğim aşağı ortamlarda önemli ölçüde hidrokarbon birikimleri söz konusu olabilir.

Eğer büyük ölçüde petrol eğim aşağı yerlerde oluşmazsa, tek olasılık esas petrol oluşum ve birikiminin eğim yukarı kesimlerde ve yapı yükselimlerinde bulunma halidir. Bu yazıdaki göç modellerinin çoğu büyük petrol birikimlerinin eğim yukarı kesimlerde ve yapı yükselimlerinde nasıl oluştuğunu göstermektedir.

## BÜYÜK ANTİKALINALLER

Bu jeolojik model üst yönlü ve alt yönlü ilksel migrasyonları içerir (Şekil 1). Her çamurtaşı birimi kesifliği, düşük geçirirliliği ve kil mineralleri diyajenezini nedeniyle yüksek akışkan basıncı doğurur. Maksimum akışkanbasıncı, çamurtaşı birimlerinin orta kesiminden biraz aşağıdadır (Şekil 1'deki kesikli çizgiler). Tam orta kesimin en yüksek basınca sahip olması gerektiği düşünülebilir. Çünkü bu nokta akışkan çıkışlarına en uzak kesimdir. Bununla beraber, çamurtaşı biriminin alt kesimi daha yüksek bir üst katman basıncı altında olduğundan maksimum akışkan basıncıda orta-birimin hemen altında olacaktır. Bu sonuç matematiksel olarak saptanmıştır (Smith, 1973).



Şekil 1: Büyük havza antiklinallerinde göç yolları ve kalın ardalı kumtaşları, çamurtaşları: Çamurtaşı maksimum sıkışmış akışkan basıncı üstteki tabakaların basıncı nedeniyle formasyonun orta noktasından daha aşağıdadır. Batı Sibirya Kretase-Jura havzası bu tip oluşuma örnektir.

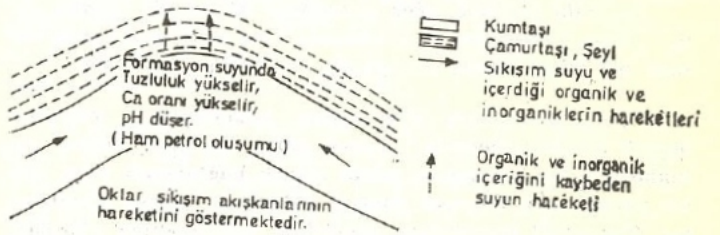
Bu basınç rejiminde, organik ve inorganik elemanları içeren su derhal üstteki kumlu düzeylere ve alta doğru diğer komşu kumlu düzeylere göç edecektir. Böylece akışkanlar büyük antiklinallerin üst kanatlarında antiklinal apeksinin en düşük basınç olan kesimine doğru hareket edecektir. Burada basıncın düştüğü tek yön yüzeye doğru olan üst yöndür.

Bunun için iki yol genellikle elverişlidir. Biri örtü çamurtaşlarındaki mikro çatlak sistemi veya daha büyük çatlaklardır ki bunlar daha üst kanatlar ve antiklinal apeksindeki tansiyonel kuvvetler sonucu oluşmuşlardır. Diğer yol örtü çamurtaşlarına ait gözeneklerdir. Bu çamurtaşlarındaki gözenek örgüsü antiklinal üzerindeki daha ince olan çökeller nedeniyle çamurtaşlarınınkinden daha geçirgendir. Antiklinal örtü kayalarının bu iki özelliği suyun üste doğru hareketini sağlar.

Suyun örtü çamurtaşı gözeneklerine sızması yarı geçirgen zar etkileriyle bileşik (White, 1965). Böylece kaçan su çözülmüş bileşenleri geride kumtaşlarında bırakır. Göç işlemi devam ederken, kumda kalan su gittikçe daha tuzlu hale geçer. Bu petrolün birikimi için oldukça önemli bir nedendir (Şekil 2).

Daha önce belirtildiği gibi, yüksek derecede tuzlu sular çözeltilen organik molekülleri serbest bırakır (Degens, 1964) (saltout). Ayrıca, eğer geçeden akışkan hidrokarbonlar organik koloidlerle beraberlerse, bu durumda tuzluluk derecesi yüksek bir ortam koloidleri kırmada ve hidrokarbonları serbest bırakmada aracı görevinde olacaktır.

Kalsiyum iyonundaki bir yükselme, sodyum iyonuna göre daha hızlıdır, çünkü kalsiyum iyonları daha büyüktür. Bu nedenle örtü kayaya kaçmaları daha güçtür (White, 1965). Bu kalsiyum yaygınlığı etkisi koloidlerle beraber organik maddeleride çökeltecektir (Kartsev, 1959). Ayrıca yarı geçirgen zar aktivitesi kum akışkanı içindeki hidrojen iyonu oranını artıracak (White, 1965), ve düşen pH koloidin bölünmesinde etkili olacaktır.



Şekil 2: Bir havzada büyük bir antiklinalde petrol oluşması için gerekli koşullar: Formasyon suyu, organik ve inorganik iyonlar antiklinalin apeksine taşınır. Çamurtaşlarının yarı geçirgen zar özelliği suyun kaçmasına ve hazne kayada organik ve inorganiklerin birikmesine neden olur.

Burada serbest kalan hidrokarbonlar birleşmez. Koloidin kendisinden türeyen organik kesir, hidrokarbon bileşim işlemine yardımcı olacak ve oluşan petrolün hidrokarbon olmayan kesimini oluşturacaktır (Cordell, 1973).

Bu model büyük petrol birikimleri için oldukça geçerlidir. Bununla beraber diğer çeşitli etkenlerde eşit ölçüde değerlendirilmelidir.

— Kumtaşları ve çamurtaşları arasındaki dokanak yüzeylerinin sayıca çok oluşu kumtaşlarının bölgesel olarak



yaygın, ve çamurtaşlarıyla ara tabakalı olması anlamına gelir. Böyle bir ortamda herhangi değerinde bir basınç ana kaya akışkanlarının kumlu düzeye göç etmesini doğuracaktır.

— Çamurtaşı ana kayaları hem hacim olarak kendileri, hemde ara tabakalı oldukları kumtaşlarıyla oldukça etkili bir akçalama sistemi oluştururlar.

— Diskordans ve yaygın faylanmaların bulunmayışı basit, devamlı, yüksek hacimli hidrokarbon kaybı olmayan petrol birikimini sağlar.

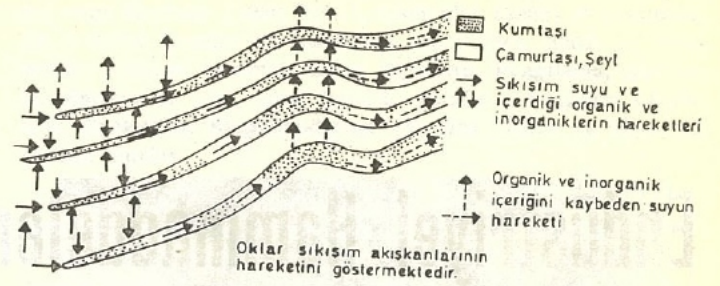
Bu şartlar Batı Sibirya baseninde Jura ve Kretase kesitinde gözlenmiştir (Kartsev, 1959). Bu bölgede toplam rezerv Orta Doğudan sonra ikincidir. Orta Doğu'nun en verimli bölgeleri bunlara benzer özellikler gösterirler. Yalnız burada klastiklerden ziyade karbonatların yaygın olduğuda bir gerçektir.

### BASEN KENARLARINDAKİ BÜYÜK ANTIKLİNALER

Bu model yukarıda açıklanandan farklıdır. Şöyleki, kumtaşı oluşukları ve antiklinaller tektonik olarak aktif olan kenarlarla bir basen kanadında kısıtlanmıştır (Şekil 3). Burada kalın basen çamurtaşları kum birimlerinin iraksak kesimlerine iletmek için organik ve inorganik içeriği olan sıkışım suları (Compaction Waters) gereksinimindedirler. Bu ilksel göç esas olarak yanal bileşenlidir. Basen çamurtaşları kalın örtü kayaları ve kil mineralleri diyajenez nedeniyle yüksek basınçlıdır. Fakat daha önemli bir etken akışkan basıncını serbest bırakan kumtaşı ara tabakalarının bulunmamasıdır.

Çeşitli kumtaşı birimlerinin eğim aşağı uçları çamurtaşı tabaka yüzleri boyunca göç eden ana kaya akışkanlarını almada geçit görevi görürler. Ayrıca, basen çamurtaşlarındaki akışkanın bir kısmı doğrudan doğruya çok yavaş bir şekilde yukarıya, yüzeye doğru hareket eder. Sıvı hidrokarbonlar geride kahr. Çünkü üst yönlü akışkan hareketi gittikçe daha düşük sıcaklıkla karşı karşıya kalacak ve kinetik enerji düşecektir. Bu hal ise sıvı hidrokarbonların daha güçlü bir şekilde geri kalan ana kaya organiklerince yakalanmalarına neden olacaktır.

Kanat alanlarında, ilksel göç kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmalarıyla göreceli olarak etkinlik gösterir. İlksel göç koşulları basen-antiklinal modeline benzer. Yani çamurtaşlarından kumtaşlarına üst ve alt yönlü sıkışım akışkan hareketleri oluşur. Bunu basen kenarı antiklinallere kumtaşları boyunca eğim yukarı göç izler.



Şekil 3: Ardalanmış kumtaşı ve çamurtaşı özelliğindeki kesitlerde ve havza kenarı geniş antiklinallerde göç: Bu tip göç şekli San Joaquin ve Doğu Venezuela havzalarında gözlenmiştir.

Antiklinalin kanat ve apeksinde, yüksek tuzluluk, yüksek kalsiyum birikimi ve düşük PH gelişimi, basen-antiklinalleri modellerindeki nedenlerle aynıdır. Bununla beraber, sıkışım akışkanlarının bir kısmı, antiklinali dikine zorlayarak basen kenarına kaçabilir. Kalın örtünün derin basen ve basen kenarı arasında ki basınç farklılığı, antiklinal engelini yenmeye yeterli olabilir. Basenin sıkışması süresi boyunca, akışkanlar antiklinal apeksinde yukarı doğru sızmaya devam edecek, böylece petrol konsantrasyonu için ortam oluşacaktır.

Bu modelde toplam havza potansiyeli önceki modelde göre daha azdır. Çünkü; (1) — Derin basen şeyi veya çamurtaşı fasiyesleri petrol birikimleri yönünden zayıftır. (2) — Antiklinal iki veya daha fazla yönde değil sadece bir tek yönde beslenir. (3) — Faylanma ve diskordansların bulunma olasılıkları daha yüksektir.

Diğer taraftan eğim aşağı yönden gelişen daha bölgesel bir göç göreceli olarak ana kayanın büyük bir bölümünden gerçekleşir ve akışkanlar daha geniş bir alandan basit bir basen kenar antiklinalinde toplanırlar.

Bu modele örnekler San Joaquin ve Doğu Venezuelle basenlerinde görülmüştür. San Joaquin'in batı kesiminde pek çok geniş havzalar basen kenar antiklinalleri şekindedir (Callaway, 1971). Ana kayalar basen içine doğru olup kumtaşlarıyla ara tabakalıdır. Doğu Venezuela baseninin kuzey kesimindeki çeşitli sahalarda bu modele uyar. Örnek olarak da Jusepin verilebilir (Wallis, 1953).

Burada, çeşitli basen-kanadı kumtaşları, basen ve kanat çamurtaşlarının akışkanlarıyla beslenir.

### DEĞİNİLEN BELGELER

Kırıntılı çökellerde petrol göçü konusıyla ilgili belgeler III. Bölümün sonunda birarada verilecektir.