

IV. YERALTI HARİTA ÇEŞİTLERİ

Kuyu logları, yeraltı jeolojisinin aydınlatılmasında oldukça önemlidir. Kuyu logları, ortam analizlerinde, fayların ve diskordansların belirlenmesinde, kalınlık ve litofasiyes haritalarının yapılmasında temel veri olarak kullanılabilir. Kılavuz seviyelerin yardımıyla da litostratigrafik korelasyon yapılması yanında göç modelleri oluşturulabilir. Böylece birikme alanlarının belirlenmesinde de yardımcı olur. Kuyu verileri yardımıyla hiç mostra vermeyen bir bölgede veya sahada korelasyon yöntemiyle jeolojik harita yapma olanağı da vardır. **Jeofizik yöntemlerle** elde edilen verilerden de yeraltı haritaları yapılabilir. Bu veriler sismik, gravimetrik ve manyometrik ölçümlerdir.

Yeraltı haritalarının o bölgenin jeolojisine katkısı büyüktür. Bu haritalar sayesinde örtü altındaki kayaçların konumu, derinliği belirlenebilmektedir. Yeraltındaki jeolojik birimlerin konumlarına göre değişik haritalar yapılmaktadır. Bu haritaların bir bölümü de üretime yöneliktir. Yeraltı harita çeşitleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- a) Yapı kontur haritası
- b) İzopak (gerçek kalınlık) ve izokor (zahiri kalınlık) haritaları
- c) Fasiyes haritaları
 - 1.Litofasiyes haritası
 - 2.Biyofasiyes haritası
 - 3.İzofasiyes/izolitoloji haritası

4. Paleojeoloji haritası
5. Jeofizik haritası
6. Jeokimya haritası
7. Rezervuar bilgileri veren diğer haritalar
 - Gözeneklilik ve geçirgenlik haritası
 - Basınç haritası İzobar haritası
 - Su konsantrasyonu haritası
 - Sıcaklık haritası
 - Petrol-gaz oranı haritası
 - Özgül ağırlık haritası
 - İzokonsantrasyon haritası.
8. Jeolojik bilgi veren diğer haritalar
 - Paleolitoloji haritası
 - Paleocoğrafya haritası
 - Paleotektonik haritası
 - Yüzde haritası
 - Paleotopoğrafya haritası

IV.1. Yapı Kontur Haritaları

Bu haritalar **yapının şeklini göstermesi** bakımından önemlidir. Bir yapı üzerinde kontur haritası, bu yapıyı kesen birçok yatay düzlemin ara kesitlerinden ibarettir. Konturların yanına yazılan rakamlar yapıyı kesen düzlemlerin deniz seviyesine göre derinliklerini gösterir. Yapı haritalarının şekli alttaki yapının şeklini yansıttıkları için önemlidir. Bir yapı kontur haritası için referans yüzeyi güvenilir bir stratigrafik seviye olmalıdır. Mümkünse üretici zonun üstünde bulunmalıdır. Bu haritalar için belli bir ölçek yoktur. Harita ölçeği ihtiyaca ve amaca göre seçilir. Yeraltı haritaları **tanınabilen ve korelasyonu mümkün olan formasyon, katman sınırı veya diskordans yüzeyi** baz veya kılavuz seviye olarak alınmasıyla çizilebilir. Yapı, eş yükselti eğrileri veya kesitleriyle gösterilebilir. Deniz seviyesi üstündeki düzlemler (+) işaretlenir. Deniz yüzeyi altındakiler için (-) eksi işareti konulmalıdır. Yapı kontur haritalarının çiziminden önce yapı kesitleri çizilmelidir. Yapı kesitleri kuyu verilerinden yararlanılarak yapılır. Bu kayaçların bugünkü durumlarını yansıtır. Bu yapı kesitlerinde de deniz yüzeyleri baz olarak alınır.

Yapı haritalarında kontur aralıkları veya eş yükselti arasındaki aralıklar eldeki mevcut bilgilerin güvenilirliği ve amacına göre 10-15-50-100 m aralıklarla çizilebilir.

Yapı kontur haritalarının çiziminde, deniz seviyesine göre katmanın veya formasyonun üst yüzeyinin alınması mümkün olduğu gibi bir diskordans yüzeyi de baz seviyesi olarak alınabilir. Yapı kontur haritalarının çiziminde kuyu verilerinin kullanılması halinde daha sağlıklı sonuçlar elde edilir.

IV.1.1. Yapı kontur çizme yöntemleri:

Yapı konturu çizilecek seviyenin derinliği korelasyondan veya açılan kuyu verilerinden elde edilebilir. Her kuyu lokasyonuna bulundukları yerin altındaki deniz seviyesi derinliği yazılır. Şayet kuyu yönlü olarak açılmışsa bu durum kontrol noktası olarak hakiki yeraltı değerlerinin, yatay projeksiyonu yapılarak alınmalıdır. Mevcut derinlik değeri gerçek dikey derinlik değerine çevrildikten sonra korelasyon ve yapı haritaları için kullanılmalıdır.

Yapı haritalarının çiziminde yapıyı etkileyen faylanmalar da göz önünde bulundurulmalıdır. Yapı kesitleri çizimi esnasında yapıyı etkileyen faylanmalar elbette gösterilmiş olacaktır. Bu faylanmanın yapı konturu çizilerek birimin yüzeyini kestiği yerin yatay düzleme iz düşümü alınarak belirlenebilir. Yine bu yerdeki baz seviyesi deniz seviyesi olabilir. Bir birimin yapı haritasını çizmek için kuyu verilerinden yararlanılarak değişik yönlerde yapı kesitlerinin çıkartılması gereklidir. Mümkünse bu yapı kesitleri jeofiziksel yöntemlerle (sismik ölçümler) de kontrol edilmelidir.

Elde edilecek yapı kesitleri yardımıyla arzu edilen seviyenin veya formasyonun yapı haritasını çıkarmak çok kolay olacaktır. Bu yöntemle profil kesme metodu denir. Ayrıca kuyuların açıldığı alanlarda katmanların doğrultu ve eğimlerinden yararlanmak suretiyle yapı kontur haritaları çizilebilir. Petrol aramacılığında yapı kontur haritaları petrol kapanlarının şeklinin saptanması bakımından önemli bir yer tutar. Kuyu verilerinden ve özellikle de log verilerinin değerlendirilmesiyle daha sağlıklı yapı kontur haritaları çizilebilir.

Bir yeraltı haritasının yapımında ilk iş kılavuz seviyenin deniz yüzeyine göre yüksekliğini bulmaktır. Kuyunun kılavuz düzeyine olan derinliği ve topoğrafik yükseltisi bilinmelidir. Bu bilgi sondaj yapılmış kuyudan gelir. Kılavuz düzeyinin yapısal konumu formasyonun rastlanan derinlikten yüzey yükseltisini çıkarmak suretiyle bulunur. Eğer seviye deniz seviyesi üzerinde ise haritadaki değerler pozitif (+), eğer kılavuz düzey deniz seviyesinin altında ise haritadaki değer negatif (-)'tir. Kontur noktalarını tespit ederek konturlamayı tamamlamak için üç metot kullanılmakta olup bunlar:

- Mekanik konturlama (objective-mechanical counturing),

- Eşit ara uzaklık verme (parallel counturing),

- Yorumlayıcı konturlama (interpretive counturing).

- Mekanik konturlama.** İki belli nokta arasındaki düşey yükselti değişik olabilir. Belli olan iki nokta arasındaki yükselti farkı, seçilen konturlar arasındaki uzaklığın gerektirdiği birim sayısına göre yatay harita uzaklığı buyunca düzenli olarak dağıtılır. Eşit yükselti noktaları birleştirilerek konturlar çizildikçe yapı ortaya çıkar.

- Eşit ara uzaklık verme.** Bu metot az sayıda başlangıç değerleri bulunan yerler için uygulanan bir konturlama metodudur. Kuyular birbirine çok yakın oldukları zaman tabakaların eğim dereceleri belirlenebilir. Konturlara eşit aralık verme yöntemi eğimin değişmediği varsayımına dayalıdır. Şayet bilinen üç nokta kuralına göre eğim belirlenebiliyorsa eğim değerleri değişiklik göstermez.

Yorumlayıcı konturlama. Eğer veriler yeterli sayıda bulunmazsa yorumlayıcı konturlama yapı haritaları için tercih edilen bir yöntemdir. Konturlanan bölgenin yapı örneklerini göstermek amacıyla çizilir. Veriler ne kadar seyrek olursa yorumlamalar o oranda sağlıklı olur.

IV.1.2. Faylı yapıların konturlanması

Faylanmaya uğramış birimlerin konturlanmasında, hem kılavuz seviyenin hem de faylanma düzleminin konturlanmasında birçok karmaşık problem ile karşılaşmaktadır. Fay düzlemi düşey olan faylanma izi konturlu harita üzerinde kalın bir çizgi ile gösterilir. Eğer fay düzlemi eğimli ise faylanmanın gösterilmesi için iki paralel çizgi gereklidir. Bu çizgiler yükselmiş ve alçalmış blokların sınırlarıdır. Ters faylanmalarda yükselmiş bloktaki konturlar alçak bloktaki konturların üzerine gelir. Normal faylanmada ise bir ayrılma söz konusu olup, yükselmiş blokta fay izi daha kalın bir çizgi ile belirtilir. Eğer düşen bloğun faylanma düzlemi altındaki konumu gösterilmek isteniyorsa kesikli çizgi kullanılır.

Tektonik alanlarda sondajlarla yeterli sayıda kesme noktası saptanmış ise fay düzleminin konturlanması tıpkı bir kılavuz seviyesinin konturlanması gibi yapılır.

IV.2. İzopak ve İzokor Haritaları

İzopak ve izokor haritaları kalınlık gösteren haritalardır. Bir formasyon veya önemli bir katmanın kalınlık konturları çizilebilir. **Gerçek kalınlıklar** kullanılarak yapılan haritalara **izopak**, **zahiri kalınlıklar** kullanılarak yapılan haritalara ise **izokor** haritalar denir.

İzopak haritaları jeolojik gelişmeler hakkında önemli ip uçları verebilir. İzokor haritaları ise daha çok rezervuar hesaplarında yani hacim hesaplamalarında kullanılır. Katmanların hemen hemen yatay olduğu alanlarda her iki harita aynı değerlere sahip olur. Her iki haritanın önemi nedeniyle zahiri kalınlıkların gerçek kalınlıklara çevrilmesi için tablolar kullanılır. Bu dönüşümde katman eğimlerinin dereceleri rol oynar. Bunları matematiksel yolla hesaplamaya gerek kalmadan eğim açılarının değerleri dikkate alınarak tablolardan okunur.

Bu haritaların çiziminde amaca göre ölçek seçimi yapılır. Önemli çalışmalar için daha küçük ölçeklerin alınması yararlıdır. Yine bu haritaların çiziminde seçilen zonun alt ve üst sınırları dikkate alınarak kalınlıklar çıkartılır.

Eğer bir ortamda alt alta bulunan iki formasyon veya birimin yapı haritaları çizilmişse bunlardan yararlanılarak kalınlık haritaları çizilebilir. Bunun için her iki harita üst üste çakıştırılır ve kesişen yapı eğrilerinin değerleri birbirinden çıkartılarak kalınlıklar bulunur. Çizilen kalınlık haritalarının gerektiğinde değişik renklerle boyanması ile daha iyi görünüm elde edilir.

İzopak ve izokor haritaları tabaka kalınlıklarını göstermekle beraber, bu tabakanın şeklini göstermezler. Harita üzerindeki değerlere uygun ayrı şekilleri yorumlamak mümkündür. Bu duruma genellikle merceksi yapıya sahip tabakalarda rastlanır.

Denizel, sahil ve deltalarda çökelen sediman yüzeyleri genelde düzdür. Bu nedenle **kalınlık haritaları eski yapının belirlenmesi açısından önemlidir.** Sedimanların depolanması sırasında meydana gelen faylar nedeniyle düşen bloklarda kalın sediman istifleri görülürken, depolanma sonrası oluşmuş faylanmalarda kalınlıklarda bir farklılık görülmez.

İzopak haritaları yapısal geçmişi tahlil etmekte çok yararlıdır. Seri halinde paleoyapı haritalarının çizilmesiyle belirli bir aralığın jeolojik evrimi açıklanmış olur. Buna benzer haritaların yardımıyla petrol veya gaz göçünün muhtemel yolları ve kapanların varlıkları veya bunların sonradan yok olup olmadıkları açıklanabilir. İzopak haritalarının değerlendirilmesi ayrıca yapının zamanında gelişip gelişmediğini de gösterir.

IV.3. Fasiyes Haritaları

Üç grup fasiyes haritası mevcut olup bunlar: litofasiyes haritası, biofasiyes haritası ve izofasiyes haritasıdır.

IV.3.1. Litofasiyes haritası. Bir ortamdaki bir formasyon veya grubun litolojisindeki değişimleri yansıtan haritalardır. Litofasiyes haritası bu değişimleri kalitatif veya kantitatif olarak gösterir. Ortamın çökeltme koşullarını ve çökelen sedimanların havza derinliklerine doğru değişimini yansıtır. Litofasiyes haritalarının hazırlanmasında değişik yöntemler kullanılabilir. Bunlardan en önemlisi Bileşik Oran Tipi Litofasiyes Haritalarıdır.

Bu tip bir litofasiyes haritası yapılabilmesi için litofasiyes haritası yapılan birimin toplam kalınlığının bilinmesi gerekir. Daha sonra kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl seviyelerinin kalınlıkları çıkartılır ve kum şeyl oranı ile klastik oranları hesaplanır. Bu işlemlerin tamamlanmasından sonra haritalamaya geçilir. Eğer bir havzada açılmış çok sayıda kuyu varsa ve logları da alınmış ise bu veriler kullanılarak yapılacak olan litofasiyes haritası çok daha sağlıklı olacaktır. Litofasiyes haritaları yanal litofasiyes değişikliklerini de yansıtır.

Litofasiyes yapımında kullanılan bir yöntemde kuyudan elde edilen birimlerin kalınlıkları daireler ve dilimler şeklinde gösterilerek yapılır. Burada dairelerin çapı, birimin kalınlıklarını temsil etmektedir.

Eğer ortam çökelleri ince katmanlı ve aralanmalı bir istif sunuyorsa kalınlık hesaplamalarında kuyuların elektrik loglarından faydalanılır.

IV.3.2. İzofasiyes haritası. Fasiyes haritalarının bir diğer türü de izofasiyes yada izolitoloji haritasıdır. Kalın bir stratigrafik birim içindeki egemen fasiyesin tavanı ile tabanı harita biriminin sınır yüzeylerini oluşturur. Ortam yorumlanmasında önemli olan üyeler veya mercekler izofasiyes/izolitoloji olarak haritaya geçirilir. Örneğin kalın bir şeyl istifi içindeki evoparit üyesinin izofasiyes haritası, çökelme koşullarını anlamaya yardımcı olacaktır.

IV.4. Paleojeoloji Haritaları

Paleojeoloji haritaları geçmiş jeolojik devirlerdeki jeolojiyi gösterir. Kuyu bilgileri, yüzey mostraları ve ölçülen stratigrafik kesitler bu haritaların hazırlanmasında kullanılır. Elde yeterli bilgi olduğu zaman formasyon sınırları normal jeoloji haritalarında olduğu gibi çizilir. Bu haritalar bir baseni kapsayabildiği gibi bir kıtayı da içine alabilir. Bu haritalar petrol aramalarında faydalı bilgiler sunar. Mesela, Kretase'nin bir paleojeoloji haritası, Kretase sonrası formasyonların çökelmeden önceki jeolojik durumunu yansıtır. Bu tür haritaların çiziminde diskordans yüzeyleri oldukça yararlıdır.

Çökeller jeolojik devirler boyunca değişik orojenik olayların etkisi altında kalır. Bu orojenik olaylar da katmanların kıvrılma ve kırılmasına neden olur. Bir orojenik etki ile kıvrılmış ve kapan oluşturmuş olan katmanların daha sonra değişik etkilere maruz kalması nedeniyle bu kapanlar ortadan kalkmış veya erozyona uğramış olabilir. Bu durumda önce varolan kapan ve kapan içindeki petrol birikimi de yok olmuş olabilir. Bir diğer ihtimalde bu olaylar esnasında kapanın yerinin değişmiş olmasıdır. İşte bu nedenlerle paleojeolojinin bilinmesi ve yorumlarının yapılması çok önemlidir.

IV.5. Jeofizik Haritaları

Bu tür haritalar özellikle petrol aramalarında önemli bir yer tutar. Jeofizik verilerle harita, kayaçların fiziksel özelliklerini ölçme suretiyle yapılır. Bu özellikler yansıma, kırılma, dalga iletimi, manyetik özellikler, yoğunluk ve radyoaktivitedir. Bu özelliklerin ölçülmesi için geliştirilen aletler yardımıyla haritalar otomatik olarak yapılabilir. Aletlerden alınan bazı veriler jeolojik veriye çevrilir. Görüldüğü gibi petrol aramalarında jeoloji ve jeofiziksel ölçüm ve yöntemler birleştirilerek beraberce yorumlanır. Böylece daha sağlıklı bir sonuca varılabilir. Bu nedenle petrol aramalarına ilk önce jeofiziksel yöntemlerle başlanır. Sismik ölçümler yeraltı yapılarının aranmasında kullanıldığı için önem arz ederler. Yapıların sismik yöntemlerle belirlenmesinden sonra sondalama işleri başlar. Sondajlardan elde edilen bilgiler ile sismik çalışmalardan elde edilen bilgiler birlikte değerlendirilir.

Sismik veriler yardımıyla yapısal kapanları belirleyebilecek zaman haritaları çizilebilir. Gerek jeolojik ve gerekse jeofizik verilerin deneştirilmesiyle yapılan yapı kontur haritaları daha sıhhatli olacaktır. Bu nedenle petrol aramalarında jeolojik ve jeofiziksel incelemeler birlikte yürütülür.

Kayaçların manyetik özelliklerinin veya yoğunluklarının ölçülmesiyle de haritalar hazırlanır. Bu metotla havzanın temeli belirlenebilir ve geometrisi çıkartılabilir.

IV.6. Jeokimya Haritaları

Petrol ana kaya analizlerinden elde edilen TOC (Toplam Organik Karbon), vitrinit yansıması, spor renk indeksi, kerojen tipi, Tmax gibi veriler kullanılarak jeokimya haritaları hazırlanabilir. Bu tür haritalar petrol aramalarında ve üretiminde büyük fayda sağlar.

IV.7. Rezervuar Bilgileri Veren Diğer Yeraltı Haritaları

IV.7.1. Gözeneklilik ve Geçirgenlik Haritaları. Çeşitli verilerle elde edilen gözeneklilik ve geçirgenlik değerleri haritaya çevrilebilir. Bu tür haritaların yapılması, gözeneklilik ve geçirgenlik gelişim yönlerinin belirlenmesi ve üretiminin artırılması hususunda çok faydalı olur.

IV.7.2. Basınç Haritası. Kuyularda elde edilen basınç değerlerinden faydalanılarak hazırlanır. Bu tür haritalar petrol üretimi ve petrol göçüne etki ettikleri için önemlidir. Eşit basınçtaki noktaların birleştirilmesiyle izobar haritaları yapılır. Bu tür haritalarda basıncın düşüş gösterdiği yön önemlidir. Zira petrol bu yönde hareket eder.

IV.7.3. Sıcaklık Haritası. Açılan kuyularda ölçülen sıcaklık değerleri haritalamaya çevrilebilir. Bu haritalar hazne kayanın sıcaklığını gösterdiği gibi sıcaklık artışı ve azalışı yönlerini de gösterdikleri için önemlidir. Zira petrol oluşumu ve göçü sıcaklık ile yakından ilgilidir.

IV.7.4. İzopotansiyel Haritası. Eşit değerdeki potansiyel değerlerin birleştirilmesiyle yapılan haritalama çeşididir. Bu harita hesaplanan günlük üretim hızını ve eşdeğer eğrilerle gösterir.

IV.7.5. İzokonsantrasyon Haritası. Bir petrol sahasındaki hidrokarbon konsantrasyonunun değişimini eşdeğer eğrilerle gösterir.

IV.8. Jeolojik Bilgi Veren Diğer Yeraltı Haritaları

IV.8.1. Paleolitoloji Haritası. Paleojeolojik haritanın bir çeşidi olup jeoloji keyfi olarak bir yatay düzlemin üzerine işlenir. Örneğin bir petrol hazne kayasının belirli derinliklerde belirlenen litolojisi bir düzlem üzerine işlenmek suretiyle yapılır.

IV.8.2. Paleocoğrafya Haritası. Bu haritalar kara ile denizlerin dağılımını, topoğrafya engebelerini, kayaçların yer altı mostralarını ya da geçmişte belli bir zamandaki tektonik şekillerin konumlarını yapmak için yapılır. Paleocoğrafya haritaları jeoloji tarihi boyunca süregelen bir takım olayları temsil etmek ve açıklamak için önemlidir. Bu haritalar bugünkü coğrafya sınırlarına göre birimin nerede bulunacağını gösterir. Bu haritalara geçmişteki ve belirli zamanlardaki tektonik bilgiler, antiklinaller, senklinaller, diskordanslar, faylar işlenebilir. Aynı şekilde volkanizma faaliyetleri ve orojenik olaylarda işlenebilir.

IV.8.3. Palinspastik Haritalar. Bu tip haritalar Paleocoğrafya haritalarının diğer bir türü olup amacı, diyajenez, metamorfizma veya faylanma ile oluşmuş değişimlerden önceki belli bir kaya biriminin ilk yayılışını göstermektir.

IV.8.4. Paleotektonik Haritalar. Bu haritalar bir jeolojik zamandaki yapı örneklerini açığa çıkarmak amacıyla hazırlanır. Genelde bu haritalar bölgesel ölçekte dir. Paleotektonik haritaların en önemli görevi tektonik yapılarla ilgili çeşitli bileşenlerin dağılımını göstermektir. Tektonik haritaların başka bir tipide belli bir stratigrafi düzeyindeki kıvrımlanma eksenini, faylanma izlerinin konumu ve epirojenik etkinlik alanlarını gösterir. Paleotektonik haritaları litofasiyes, paleontoloji, paleocoğrafya ve yapı kontur haritalarından elde edilen bilgilerle hazırlanabilir.

IV.8.5. Paleotopoğrafya Haritaları. Geçmiş jeolojik dönemlere ait topoğrafik durumu gösteren haritalardır.

