

BÖLÜM 4

ARZ MANYETİZMASI

4.1 GİRİŞ

Manyetik prospeksiyon yönteminin amacı kabuktaki manyetik özellik sunan yapıların araştırılmasıdır. Bilindiği gibi gravite yönteminde arzın o noktadaki bağıl veya mutlak gravitesi diğer bir deyişle çekimin sadece düşey bileşeni ölçülür. Halbuki manyetik yöntemde birden fazla bileşen ölçülebilmektedir. Bu da graviteden olan temel farklılıklardan biridir.

Manyetik yöntemde bir cismin anomali verebilmesi yapının etrafındaki yapıya göre farklı manyetik duyarlık sunması gerekir. Manyetik duyarlığı yüksek olan minerallere örnek olarak manyetit, pirotin, ilmenit, hematit vd. gösterebiliriz. Manyetik yöntem ile bu mineraller, bu mineralleri içeren mineralizasyon zonları veya kayaçlar aranır. Yöntem ayrıca petrol yapılarının aranmasında da kullanılır. Bazı tortul havzalarının temel kayaçlarını oluşturan plütonik veya metamorfik kayaçların üst yüzündeki engebeler de manyetik yöntemle saptanabilir. Çünkü metamorfik veya plütonik kayaçların duyarlılıkları tortullara göre fazladır. Bu şekilde havzanın temel yapısının ortaya çıkartılmasında kullanılır. Ama tortulları birbirinden ayırt ederek petrol araştırmasında manyetik yöntem doğrudan kullanılmaz.

Ayrıca son yıllarda, okyanus ortası sırtların belirlenmesinde manyetik yöntem anahtar rol oynamış ve oldukça başarılı sonuçlar vermiştir. Yöntemin diğer bir özelliği ise karadan uygulanabildiği gibi havadan ve denizden de gayet kolaylıkla uygulanabilirliğidir.

4.2 TEMEL TANIMLAR

Bu bölümde manyetik yöntemde kullanılan temel tanımlara çok kısa olarak değinilecektir.

Manyetik kutup

Bir mıknatıs çubuğunun manyetik özelliği iki ucuna yakın bölgelerde toplanmıştır. Bu bölgelere manyetik kutup denir. Mıknatısın kuzey yönü gösteren ucu pozitif kutup güney yönü gösteren ucu ise negatif kutup olarak isimlendirilir.

Kutup şiddeti

Kendisinden 1 cm uzakta ve aynı şiddette bir kutba 1 dyn lik kuvvet uygulayan kutba birim kutup denir. Buna göre bir kutbun şiddeti kendisinden 1 cm uzakta bulunan bir birim kutba uyguladığı kuvvete eşittir.

Manyetik moment

Bir mıknatısın boyu ile kutup şiddetinin çarpımı onun manyetik momentini verir.

$$M = p.l \quad (4.1)$$

Manyetik Akı

Mıknatıslanabilen bir cisim bir manyetik alan içinde bulunduğu zaman mıknatıslanır ve bunun sonucunda cisim içinde akı oluşur. Akı diğer bir tanımla ise indüksiyon çizgilerinin sayısı olarak ta tanımlanır. Mıknatıslanabilen bir cisimdeki akının cismin ucundaki A kesitinin birim yüzölçümü başına düşen akıya akı yoğunluğu veya manyetik indüksiyon denir ve

$$B = \frac{\phi}{A} \quad (4.2)$$

bağıntısı ile tanımlanır. Bu bağıntıda; B akı yoğunluğu, ϕ manyetik akı ve A cismin kesitidir.

Manyetik geçirgenlik (permeabilite)

Düzgün bir manyetik alanda cismin birim kesitinden geçen kuvvet çizgilerinin sayısının havada aynı kesitten geçen kuvvet çizgilerinin sayısına oranı olarak tanımlanır ve

$$\mu = \frac{B}{H} \quad (4.3)$$

bağıntısı ile verilir.

Mıknatıslanma şiddeti

Birim hacme düşen manyetik momenttir.

$$J = \frac{M}{V} \quad (4.4)$$

Manyetik duyarlık (süseptibilite)

Mıknatıslanma şiddetinin cisme etkiyen manyetik alan şiddetine oranıdır.

$$k = \frac{J}{H} \quad (4.5)$$

Manyetik duyarlık ile manyetik geçirgenlik arasında ise

$$\mu = 1 + 4\pi k \quad (4.6)$$

bağıntısı vardır.

Manyetik birimler

Manyetik alan şiddetinin birimi Oersted olup

$$1 \text{ Oe} = \frac{1 \text{ dyn}}{\text{birim kutup}} \quad (4.7)$$

bağıntısı ile tanımlanır. Manyetik indüksiyonun birimi Gauss'dur ve

$$1 \Gamma = \frac{\text{Maxwell}}{\text{cm}^2} \quad (4.8)$$

olarak tanımlanır. Ancak uygulamada manyetik alan şiddeti birimi olarak gamma kullanılır ve,

$$1 \gamma = 10^{-5} \text{ Oe} = 10^{-5} \Gamma \quad (4.9)$$

dır.

Manyetik kuvvet

İki kutup birbirlerini kutup şiddetleri ile doğru aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak iterler veya çekerler (Coulomb yasası).

$$F = \frac{1}{\mu} \frac{p_1 p_2}{r^2} \quad (4.10)$$

μ boşlukta ve havada 1 olarak alınır.

4.3 YER MANYETİK ALANI VE ÖZELLİKLERİ

Günümüze değin yapılan çalışmalar yer manyetik alanının üç bileşenden oluştuğunu göstermektedir. Bunlar:

1. Dipol alan.
2. Dipol olmayan alan.
3. Dış kaynaklı alandır.

Dipol alan normal alan diye de bilinir. Arzın merkezinde varlığı kabul edilen ve coğrafik eksenlerle $11^\circ 5'$ lik açı yapan dipolden türer. Bu dipolün, doğrultusu boyunca iki yönde uzatıldığında yerküreyi kestiği noktalar jeomanyetik kutuplar olarak isimlendirilir. Günümüzdeki konumları kuzey kutup için 78° K- 69° B ve güney kutup için 78° G- 111° D dur.

Dipol olmayan alanı ise kabuktaki mıknatıslanma özelliği sunan kayaçlar oluşturur. Bu arada unutulmaması gereken nokta kabuktaki mıknatıslanma özelliğinin ilk 18 km lik kesimde (Curie sıcaklığı) yer aldığıdır. Prospeksiyon amaçlı çalışmalarda bu kesimle uğraşılır. Dipol olan ile dipol olmayan alanın toplamı ise yer manyetik alanının iç kaynaklı olan alanını oluşturur. İç kaynaklı alanı simgeleyen kutuplar ise ($I=0^\circ$ olduğu yerler) manyetik eğim kutupları adını alır ve günümüzdeki konumları kuzey kutup için 75° K- 101° B ve güney kutup için 67° G- 143° D dur.

Dış kaynaklı alan ise ionosferdeki elektrik akımlarından oluşur ve toplam alanın yaklaşık % 5 ini oluşturur.

4.4 MANYETİK POTANSİYEL VE ALAN ŞİDDETİ

Potansiyel teoriden de bilindiği üzere tek bir kutbun potansiyel bağıntısı (bir A noktasında) en genel halde,

$$V = \frac{p}{r} \quad (4.11)$$

olarak tanımlanır. Kutup şiddetleri +p ve -p olan bir dipolün A noktasında yaratacağı potansiyel ve (Şekil 4.1).

$$V = \frac{p}{r_1} - \frac{p}{r_2} = \frac{p(r_1 - r_2)}{r_1 r_2} \quad (4.12)$$

bağıntısı ile tanımlanır. r_1 ve $r_2 \gg 1$ ise (4.12) bağıntısında gerekli düzenlemeler yapılarak A noktasında oluşacak potansiyel,

Şekil 4.1

$$V = \frac{p \cos \theta}{r^2} = \frac{M \cos \theta}{r^2} \quad (4.13)$$

bağıntısı ile verilir. Potansiyelden hareketle böylesine bir dipolun A noktasında yaratacağı alanın radyal (yarıçap doğrultusunda) ve tanjansiyel (teğet) bileşenleri,

$$\begin{aligned} F_r = Z &= -\frac{\partial V}{\partial r} = \frac{2M \cos \theta}{r^3} \\ F_\theta = H &= -\frac{\partial V}{r \partial \theta} = \frac{2M \sin \theta}{r^3} \end{aligned} \quad (4.14)$$

bağıntıları yardımıyla tanımlanır.

4.5 YER MANYETİK ALANININ ÖZELLİKLERİ

Herhangi bir noktada ölçülen manyetik alan şiddeti bir vektör dür. Bu vektör ise üç bileşen ve iki açıyla tanımlanır (Şekil 4.2).

Şekil 4.2

Bu bileşenler arasındaki ilişki ise aşağıdaki bağıntılar yardımıyla verilir.

$$\begin{aligned} F^2 &= H^2 + Z^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 \\ H &= F \cos I \\ Z &= F \sin I \\ X &= H \cos D = F \cos I \cos D \\ Y &= H \sin D = F \cos I \sin D \\ \tan D &= \frac{Y}{X} \\ \tan I &= \frac{Z}{H} \end{aligned} \quad (4.15)$$

(4.15) eşitliklerinde; F toplam, Z düşey, H yatay alan bileşeni, Dsapma açısı (deklınasyon) ve I eğim açısıdır (inklinasyon).

D sapma açısı coğrafik kuzey ile manyetik kuzey arasındaki açıdır. Kuzeyden doğuya doğru ölçüldüğünde pozitif, kuzeyden batıya doğru ölçüldüğünde negatiftir.

I eğim açısı yatay bileşen ile toplam bileşen arasındaki açıdır. Eğer ucu aşağıya doğru ise işareti pozitif ve ölçü yapılan yer kuzey yarıkürededir. Eğer ucu yukarı doğru ise işareti negatif ve ölçü yapılan yer güney yarıkürededir. $I=0^\circ$ olduğu yer, manyetik ekvator olarak isimlendirilir ve bazen coğrafik ekvatorun üstünden bazen de altından geçer. $I=\pm 90^\circ$ olduğu yerler manyetik eğim kutbu olarak isimlendirilir.

H yatay bileşen ekvator da en büyük değerini alır kutuplarda ise sıfırdır.

4.6 MANYETİK ÖLÇÜ ALETLERİ

Manyetik ölçü aletlerinin duyarlılığı 1-10 gamma arasındadır. Bu aletler gravite aletleri kadar duyarlık gerektirmez. İki tür ölçü aleti vardır.

1. Manyetik alandaki değişimi ölçen aletler (variometre).
2. Mutlak ölçü yapan aletlerdir.

4.6.1 Manyetik variometreler

Bu gruba giren manyetometrelere örnek olarak Schmidt ve Torsiyon manyetometrelerini sayabiliriz.

Bunlardan Schmidt manyetometresi yatay ve düşey bileşeni ölçmekte kullanılır. Çalışma prensibi ise hassas bir dipolün dedektör olarak kullanılması biçimindedir.

Düşey bileşen ölçmelerinde kullanılan Torsiyon manyetometresi bir burulma telinin burulmasının ölçülmesi temeline dayanarak çalışır. Manyetik alanda meydana gelen değişme sonucu yatay konumunu kaybeden dipol, burulma telinin burulma açısını değiştirir. Dipol tekrar eski konumuna getirilerek burulma miktarı saptanır. Bu miktar, manyetik alandaki değişme ile orantılıdır. Buradan da değişme miktarı saptanır.

4.6.2 Mutlak ölçü aletleri

Bu gruba giren aletlere örnek olarak ise Flux-gate ve Proton manyetometrelerini verebiliriz.

Flux-gate manyetometresinin temel çalışma prensibi ise yüksek manyetik geçirgenlik sunan metal ve ferrit gibi maddeden yapılmış iki adet çekirdek üzerine, akı yoğunlukları zıt yönde yani toplamları sıfır olacak şekilde primer sarımlar yapılmıştır. Bunların üzerine de sekonder sarımlar oluşturularak bir voltmetreye bağlanmıştır. Devreye alternatif akım verildiği zaman sekonder bobinde bir voltaj oluşur. Diğer bobinde ise ters yönde bir voltaj meydana gelir ve voltajlar birbirlerini götürmezler. Eğer civarda bir manyetik alan varsa sekonder bobindeki,

sönme normalden daha hızlı olacaktır. İşte bu sönüm farkı bize aradaki manyetik alan şiddetini verecektir.

Proton manyetometrelerinin çalışma şekli bunlara göre oldukça farklıdır. Su ve bazı hidrojen içerikli eriyiklerde atomlar bir manyetik momente sahiptir ve bu momentler manyetik alan yönünde sıralanır. Ayrıca bu atomlar bu sıralanma esnasında birde presesyon hareketi yaparlar. İşte bu presesyon hareketinin frekansı toplam manyetik alan şiddeti ile orantılıdır.

Ayrıca bu manyetometrelere ilave olarak optik pompalama ve astatik manyetometreleri de sayabiliriz. Bunlarla ilgili ayrıntılı bilgileri çeşitli yayınlarda ve kitaplarda bulmak olanaklıdır.

4.7 MANYETİK ALANIN DEĞİŞİMLERİ

Yermanyetik alanının değişimleri iç kaynaklı ve dış kaynaklı olmak üzere iki grupta incelenir. İç kaynaklı (seküler), dış kaynaklı (günlük değişimler veya yüksek frekanslı) değişimler olarak adlandırılır.

4.7.1. Seküler değişimler

Yermanyetik alanının uzun süreli değişimleri olarak ta adlandırılır. Yıllık ortalama değişim miktarı 25 gamma mertebesinde dir. İç kaynaklı alanın araştırılmasında yardımcı olur. Seküler değişimlerin nedeni olarak,

1. dipol alanın yüzyılda % 5 azalması,
2. yermanyetik alanın yılda 0.2° batıya kayması,
3. eksensel dipolün kuzeye kayması,

gösterilmektedir.

4.7.2. Günlük ve yüksek frekanslı değişimler

Rasathane kayıtlarında ani değişimlerin olmadığı günlük olarak gözlenen düzenli değişimlerdir. Bunlar güneş ve ay kökenlidir. Güneş kökenli olanlar Solar'dan gelmek üzere S simgesi ile ay kökenli olanlar ise Lunar'dan gelmek üzere L ile gösterilir.

Ay kökenli değişimler kayıtlardan gözle görülmezler ancak özel analiz yöntemleri ile saptanırlar. L'nin değişimi S'nin değişiminin 1/15 i kadardır

Bu değişimlerin genlikleri 1 gammadan yüzlerce gammaya kadar ulaşır. Bu gruba giren değişimler manyetik fırtına, manyetik körfez, manyetik çengel ve manyetik pülsasyonlardır.