

Laboratuvar 8: Kıvrımlar ve harita görünümüleri

Güz 2005

1

Kıvrımlar, deforme kayalarda gelişen en yaygın tektonik yapılardan biridir. Kıvrımlar, tortul tabakalanma, metamorfik şist ve gnayslardaki litolojik tabakalanma veya daha önceki deformasyon evresinde oluşmuş olan klivaj, şistozite gibi düzlemsel yapılar içeren kayalarda meydana gelirler. İnce kesitten dağ kuşakları ölçeğine kadar tüm ölçeklerde olabilirler. Daha büyük ölçeklerdeki karmaşık kıvrımların arazide haritalanırken anlaşılması zor olabilir. Bunun yerine, harita üzerinde gelişen izlerine güveniriz. Birimlerin tüm kıvrım izlerini incelerken, birimlerin doğrultusu, eğimi, yüzlekte gözlenen küçük ölçekli kıvrımlar ve kıvrımlanma sırasında gelişen doku oryantasyonları (örneğin, klivaj ve lineasyon) gibi diğer verilerin de elde edilmesi ile birlikte kıvrımların üç boyutlu şekilleri hakkında bilgi elde edebiliriz.

1.1 Terminoloji ve mesleki terimler

Kıvrım tepe çizgisi: Bir kıvrımda kıvrımın en fazla büküldüğü noktaları birleştiren çizgi. Fiziksel bir özelliktir ve oryantasyonla birlikte bir konumu vardır.

Kıvrım tepe düzlemi/yüzeyi: Ardalanın tabakalardaki kıvrım tepe çizgilerini kapsayan düzlem.

Tepe (veya çukur) çizgisi: Bir kıvrımda en yüksek (veya en alçak) kod çizgisi. Bu da fiziksel bir özelliktir.

Tepe (veya çukur) düzlemi/yüzeyi: Tepe veya çukur çizgilerini içeren düzlem veya yüzeydir.

Kanatlar: Kıvrım tepe çizgileri veya düzlemleri arasında kıvrımın düze yakın, minimum kıvrımlandığı kesimlerdir.

Kıvrım eksen: Bir kıvrımın üstünü izleyen teorik bir çizgidir (Özellikle kıvrım eksenini silindirik bir kıvrım oluşturur ve gerçek kıvrımlar küçük alanlarda sadece yaklaşık silindirdir).

Eksen düzlemi/yüzeyi: Bitişik tabakalar üzerindeki kıvrım tepe çizgilerini birleştiren düzlem veya yüzeydir. Kıvrım kanatlarını ikiye ayıran düzlem veya çizgiye benzetilir.

Eksen yüzeyi izi: Eksen yüzeyinin yeryüzü ile arakesiti.

Örten yüzey: Komşu kıvrımlara ait kıvrım tepe çizgilerini kapsayan düzlem.

Medyan yüzeyi: Bir sıra kıvrımda kıvrım kanatlarının ortasından geçen çizgiyi kapsayan düzlem veya yüzey.

Kıvrım dizisi: Kıvrım topluluğu

Simetrik kıvrımlar: (1) medyan yüzeyinin düz olduğu, (2) kıvrım düzleminin medyan yüzeyine dik olduğu ve (3) kıvrım düzlemlerinden her iki tarafa doğru kanatların simetrik olduğu kıvrımlardır.

Asimetrik kıvrımlar: Simetrik olmayan kıvrımlardır. Asimetrik kıvrımların kanatları eşit olmayan uzunluktadır. Asimetrik kıvrımlar, devrildikleri yöne bağlı olarak sıkça Z kıvrımlar veya S kıvrımlar olarak adlandırılırlar.

Hareket yönü "vergence": Kıvrım düzlemi ile örten yüzey arasındaki dar açı doğrultusu. Sıklıkla, hareket doğrultusu, tektonik taşınma yönü veya büyük ölçekli kıvrımların kapandığı yeri tayin etmekte kullanılır.

Silindirik kıvrım: Kıvrım tepe çizgisinin düz olduğu kıvrımlardır. Bu tür kıvrımlar, kıvrım eksenlerinin paralel olduğu kıvrımlardır.

Silindirik olmayan kıvrım: Kıvrım tepe çizgisinin kavisli olduğu kıvrımdır. Esasen tüm kıvrımlar silindirik olmayan kıvrımlardır. Ancak, genelde silindirik olan alt bölgelere ayrılabilirler.

Antiklinal: Çekirdeğinde yaşlı kayaçların bulunduğu kıvrımdır.

Senklinal: Çekirdeğinde genç kayaçların bulunduğu kıvrımdır.

Antiform: kıvrım tepe çizgisinden uzaklaştıkça kanatları eğim kazanan kıvrımlardır. Ters U şekilli.

Senform: Kıvrım tepe çizgisine doğru kanatları eğimlenen kıvrımdır. Yukarı doğru kıvrım açılır.

Düşey kıvrım: Kıvrım tepe çizgisi düşey veya düşeye yakın kıvrımdır.

Eğik kıvrım: Kıvrım düzlemi ve çizgisi eğik olan kıvrımdır.

Yatık kıvrım: Kıvrım düzlemi yatay veya yataya yakın kıvrımdır.

Devrik kıvrım: Bir kanadı ters yüz olmuş kıvrımdır. Burada yaşlı tabakalar genç tabakaların üzerinde bulunurlar.

Eğim izogonu: İki kıvrımlanmış yüzey arasında eşit eğimdeki noktaları birleştiren teorik çizgidir (Şekil 6). Kıvrımların sınıflamasında kullanılan yaygın tablo izogonların (1) yakınsayan izogonlar, (2) paralel ve (3) ıraksayan izogonlar ve ayrıca eksen izi kalınlığı ve düşey kalınlıktaki değişimleri temeline dayanmaktadır.

Paralel kıvrım: Tabakalar arasında dik olarak ölçülen kalınlığın her yerde aynı olduğu kıvrımdır.

Konsantrik kıvrım: İç ve dış yüzeyleri ortak bir merkeze sahip dairesel yay ile tanımlanan paralel kıvrımın bir alt sınıfıdır.

Benzer kıvrım: (1) Paralel eğim izogonu, (2) kıvrım tepe çizgisinden kanatlara doğru düşey kalınlıkta azalma ve (3) sabit eksen izi kalınlığına sahip kıvrımlardır.

Kanatlararası açı: Bir kıvrımın kanatları arasındaki açı (Şekil 7). Bu açı aynı zamanda sınıflama tablosunun temelini oluşturur: geniş (120°- 180°), açık (70°- 120°), kapalı (30°- 70°), sıkı (2°-30°) ve izoklinal (0°to 2°).

Harmonik kıvrımlar: Kıvrımlanmış çoklu tabakalarda kıvrımlar, kıvrım düzlemine paralel olarak son bulur (kıvrımlar önce serbest yüzeyi kesmedikçe). **Kıvrımlanma derinliği,** kıvrım boyunca kıvrım düzleminin uzunluğudur. Harmonik kıvrımlar, yarı dalga boylu birçok kıvrımdan daha derinlere kadar uzanırlar. **Disharmonik kıvrımlar,** kıvrımın dalga boyu mertebesindeki bir mesafede son bulan kıvrımlardır.

Parazitik kıvrımlar: Kıvrımlanma sıkça her ölçekte -büyük kıvrımların kanatlarında daha küçük kıvrımların bulunduğu ortamda- eş zamanlı olarak gelişir. Bu tür küçük ölçekli kıvrımlar parazitik kıvrımlar olarak adlandırılır. Birinci (harita ölçeği) ve ikinci derece (onlarca veya yüzlerce metre) ile üçüncü ve daha üst seviyedeki (metreden milimetreye) kıvrımların birbirinden ayırt edildiği bilinmektedir. Parazitik kıvrımların hareket yönü veya asimetrisindeki beklenen değişiklikler, daha alt derecedeki kıvrımların geometrilerinin tayininde kullanılmaktadır.

Çokfazlı kıvrımlanma: Birçok defa kıvrımlanma olayı olduğunda kullanılan bir terimdir.

1.2 Stereonetler ve kıvrımlanma

Kıvrımlanmadan önce, tabaka düzlemine ait kutup noktası, stereonet üzerinde bir tek nokta veya nokta toplulukları meydana getirir. Kıvrımlanma ilksel kutup noktalarının dağılımını değiştirir. Bir düzlem düz eksenli (silindirik kıvrımlanma) kıvrıma dönüşmüşse, kutup noktalarının oryantasyonu bir kanattan diğer kanada değişecektir ve tüm oryantasyonlar kıvrım eksenine dik hayali bir düzlem üzerinde uzanacaktır.

Kıvrımlanmış tabakaya ait veriler genellikle iki yoldan bir tanesi kullanılarak çizilir. Pi çizimi, tabaka kutup noktalarının stereonet çizimidir. Eğer tabakalar silindirik olarak kıvrımlanmışsa kabaca kıvrım eksenine dik büyük çember üzerinde yer alacaktır. Laboratuvar notu farklı fay geometrilerine karşılık gelen stereonet çizimlerini göstermektedir. Sizin için bir anlam kazanıncaya kadar bu çizimleri dikkatle inceleyiniz. Her bir çizimde, veri topluluğunun kıvrım boyunca eşit olarak dağıldığı ve noktaların yoğunluğunun kanadın uzunluğuna karşılık geldiği varsayımında bulunulduğuna dikkat ediniz.

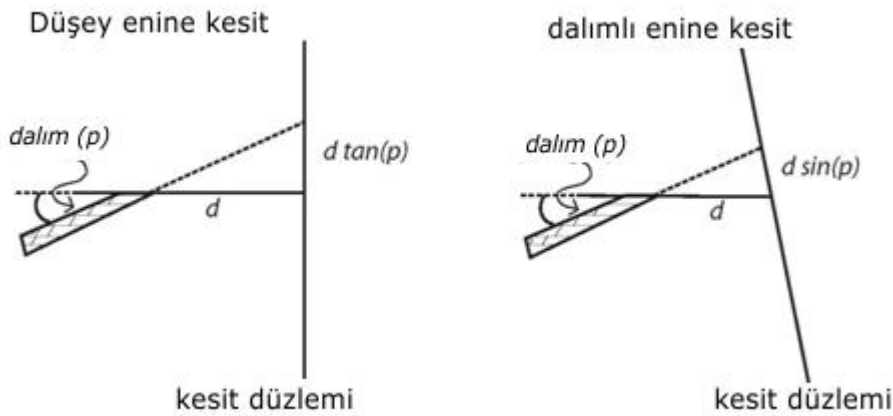
Silindirik olarak kıvrımlanmış tabakaya dik düzlemler kıvrım eksenini keserler. Beta çizimi, doğrultu ve eğim ölçülerinin büyük çember olarak çizilmesi ve büyük çemberlerin kesişim noktasının bulunması ile yapılabilir. Beta ve Pi yöntemleri aynı şeyi yapmakla birlikte Pi plot ile çalışmak daha kolaydır.

Silindirik kıvrımın ekseninin oryantasyonu kıvrım düzlemi üzerindeki iki çizimin oryantasyonu ile bulunabilir. Bir tanesi kıvrım eksenini gösterir. Tanıma göre, kıvrım eksenini kıvrım düzlemi üzerinde uzanmalıdır. İkinci çizgi ise

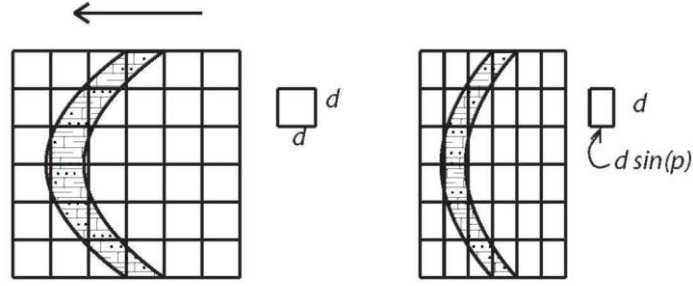
kıvrım düzleminin yeryüzü üzerindeki izidir. Kıvrım eksen ve eksen düzleminin yüzeydeki izini temsil eden noktaların oluşturduğu büyük çembere uyan eksen yüzeyini bulunuz. Kıvrımlanmış tabakaların maksimum büküldüğü noktaları birleştirerek harita üzerine çizin ve doğrudan harita üzerinden doğrultularını ölçünüz. Eksen düzleminin yüzey izi ve kıvrım eksenini temsil eden noktaları birleştiren büyük çembere uyan eksen yüzeyini bulunuz. Diğer bir seçenek ise kıvrım kanatlarını ikiye ayıran kıvrım eksenini boyunca bir düzlem çizmektir. Bu kesin olarak doğru olmamakla birlikte, enine kesitlerde kıvrımların çizilmesine yaklaşımda bulunabilmek için sıkça yapılmaktadır.

1.3 Dalımlı projeksiyonlar

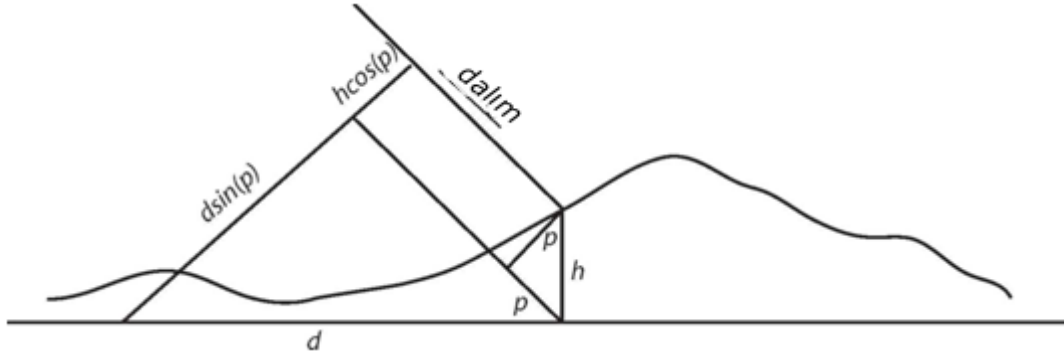
Bu bölüme kadar incelediğimiz veya çizdiğimiz tüm enine kesitler düşey olarak yönlendirilmiştir. Kıvrımlı kayaçların bulunduğu bölgelerde, kıvrım yapısının dalımlı projeksiyonu adı verilen, kıvrımın dalımına dik konumda çizilmiş enine kesitlerin hazırlanması istenir. Bir kıvrım yüzleğinin haritası ile başladığında dokanaklar haritadaki konumlarından kesit düzlemine yansıtılırlar. Düşey veya dalımlı enine kesit çizmenize bağlı olarak, enine kesit düzlemindeki dokanağın konumu, kesitin dokanağa olan düşey mesafesi ile dalımın sinüs veya tanjantı ile çarpılması sonucu bulunur.



Dalımlı projeksiyonu çizmek için (veya herhangi bir dalan yapının kesitini çizmek için), harita üzerinde dalım açısına dik ve paralel konumda (dalım açısı kesit çizgisine de dik veya paralel olmak zorunda) kare bir ağ çizerek başlayınız. Kesit üzerinde ağ açıklığını dalıma dik doğrultuda açıklığı sabit tutarak düşey ölçeği (ağ açıklığı) * (sin(dalım)) olacak şekilde daraltınız. Daha sonra, ağ kılavuz kullanarak enine kesitin referans çizgisi üzerinde yüksekliklere karşılık gelen noktaları yansıtınız. Daha yakın ağ açıklığı dalımlı projeksiyonun daha doğru olmasını sağlayacaktır. Ancak, kesitinizi çizmeniz daha çok zaman alacaktır. Bu iki etkeni uygun bir şekilde dengeleyiniz.



Topografya dahil olduğunda, dalımlı projeksiyonun çizimi biraz daha karmaşıklaşır. Ancak, bu durumda da oldukça çabuk bir şekilde çizilmesi mümkündür. Enine kesit üzerinde yükseklik bir etken konumuna geçer.



2 Alıştırmalar

1. Tabloda bir kıvrım alınız. Kıvrımı çizerek tepe çizgisi, eksen düzlemi ve kanatları tanımlayınız. Kaya türünü tanımlayınız. Çizgisel doku elemanları var mı (mineral lineasyonu, gerilme lineasyonu veya kesişim lineasyonu)? Aşağıdaki özelliklere göre kıvrımı sınıflandırınız. (1) silindiriklik, (2) simetri, (3) sıkılık, (4) Ramsay sınıflaması (dik kalınlık, eksen izi kalınlığı ve izogon yakınsaması).

2. Dalımlı projeksiyon. Şekil 1'deki kıvrımlar batıya doğru 30° dalıma sahiptir. a. Kıvrım tepe izi ve harita üzerine birkaç doğrultu eğim simgesi koyunuz. b. Dalımlı projeksiyonu oluşturun. c. Düşey bir kesit yerine kıvrım dalımına dik kesit çizilmesinin neden önemli olduğunu bir veya iki cümle ile anlatınız.

3. Topografyanın dahil olduğu dalımlı kesit. Şekil 2'deki kıvrımlar kuzeye doğru 20° dalıma sahiptir. Sıfır koordinat çizgisi üzerine 340 metrede dalıma dik kıvrımın DB kesitini oluşturun. Laboratuvar notlarında verilen formülü kullanın. Ancak, verilen ölçekte yükseklikleri ve harita üzerindeki ölçümlerinizi dönüştürmeyi unutmayınız. Eş yükselti eğrileri arasındaki eksik kesimleri tamamlayınız.







3. Çok fazlı kıvrımlanma. Çok fazlı kıvrımların şematik harita görüntüleri Şekil 3'de gösterilmektedir. Her bir kıvrım için, F1 (ilk kıvrımlanma) ve F2 (ikinci

kıvrımlanma) tepe düzlemi izlerini çiziniz. Ayrıca, AA' ve BB' hatları boyunca şematik enine kesitleri çiziniz. F1 ve F2 kıvrım eksenleri arasındaki yaklaşık açı ilişkisi nedir?

4. Stereonet analizi. Şekil 4'de verilen konumlar ile Beta ve Pi diyagramlarını oluşturun. Kıvrım ekseninin dalım ve uzanımı nedir? (bunun için stereonet programı kullanabilirsiniz. Elle yapmanıza gerek yoktur).

5. Stereonet analizi. Şekil 5'te verilen konumlar ile konturlu Pi diyagramını çiziniz. Aşağıdakileri bulunuz: a. Kıvrım ekseninin dalım ve uzanımı, b. Eksen düzleminin yaklaşık konumu, c. Yaklaşık kanatlararası açı, d. Yaklaşık kıvrım türü. Şematik olarak gösteriniz.

6. Kıvrımların haritalanması ve stereonet analizi. Şekil 6'da görüldüğü gibi, kumtaşı ve şey ar dalanması uyumsuz olarak konglomera birimi tarafından üstlenmektedir. Bölgede fay bulunmamaktadır. Harita sembolleri:

	Tabaka doğrultu ve eğimi
	Eklemlerdeki doğrultu ve eğim (ok eğim yönünü işaret eder)
	Düşey eklem (doğrultu ok işaretinin olmadığı çizgidir)
	Klivajın doğrultu ve eğimi
	Küçük kıvrımların doğrultusu ve dalımı
	Lineasyon doğrultusu ve dalımı

a. Verilen yüzleklerden, boşlukları doldurarak bir jeoloji haritası hazırlayınız. En basit yorumlamanın genelde en doğru olduğunu unutmayınız. Haritayı tamamlarken küçük kıvrım asimetrilerine dikkat ediniz. Açık renklerle haritayı boyayınız ve varsa antiklinal, senklinal, devrik antiklinal veya devrik senklinali belirten tepe yüzey izlerini kırmızı kalemle çiziniz. Birden fazla kumtaşı ve şeyl birimi vardır.

b. Basit bir stereonet üzerine çizerek (farklı semboller kullanarak) kıvrım yapılarını inceleyiniz. i) tabaka kutup noktası, ii) sleyt klivajına ait kutup noktası, iii) küçük kıvrım eksenleri. Çizimlere göre kıvrımlanma şekli nedir? Haritanın ortasındaki büyük kıvrım eksenini yüzeyinin oryantasyonu nedir? Büyük kıvrımdaki kanatlar ile eksen düzlemi arasındaki açıyı hesaplayın. Kıvrımları kabaca çiziniz ve tanımlayınız.

c. Aynı bir stereonet üzerinde farklı semboller kullanarak, i) kumtaşı ve şeyllerdeki eklemlerin kutup noktaları, ii) konglomeralardaki eklemlerin kutup

noktalarını çiziniz. Eklemler, şeyl ve kumtaşlarındaki kıvrımlarla kökensele olarak ilişkili görünüyor mu? Konglomeralardaki eklemlerle kumtaşı/şeyldeki eklemlerle kökensele olarak ilişkili mi? Öyleyse, neden?