

KAYAÇLARDA DEFORMASYON BELİRLEYİCİLERİ: ORHANIYE (ANKARA KUZEYİ) LÜTESİYEN'İNDEN BİR ÖRNEK

Strain markers in the rocks: An example from Orhaniye (North of Ankara) Lutetian

Ergun GÖKTEN : Ankara Üniv. Fen Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., Ankara

ÖZ : Ankara kuzeyinde, Orhaniye köyü yöresinde yüzeyleyen Lütésiyeen yaşlı kireçtaşlarında bulunan fosiller kıvrımlanma ile kazanılmış biçim bozulmaları sergilerler. Bu fosillerin deformasyon belirleyicisi olarak kullanılmalarıyla $R=1.40-1.48$ gibi bir deformasyon oranı elde edilmektedir. Bu değer kıvrımlanma ile meydana gelen kabuksal kısalmayla uyumludur.

ABSTRACT : The fossils which are involved in the Lutetian limestones exposed around Orhaniye village in the north of Ankara, show some angular shear strains due to the folding processes. A strain ratio of $R = 1.40 - 1.48$ is obtained by using bilaterally symmetrical fossils as strain markers. This value is compatible to the crustal shortening of the area which had been formed by folding.

GİRİŞ

Yapısal jeoloji ve tektonik amaçlı çalışmalarda sonlu deformasyon analizleri yapabilmek için yöreyi etkileyen gerilme sisteminde üç esas gerilme ekseninin yönelimini, şiddetini ve zaman içerisindeki değişimini bilmek gerekir. Pratikte gerilme eksenlerinin veya esas deformasyon eksenlerinin bulunmasında kıvrım eksenlerinin veya bindirme faylarının konumları birinci derecede rol oynar. Esas deformasyon eksenlerinin (X, Y, Z) veya esas gerilme eksenlerinin ($\sqrt{1}, \sqrt{2}, \sqrt{3}$) konumlarının önceden bilinmesi durumunda kayaçta deformasyon analizleri yapmak kolaydır. Tersine olarak bazı deformasyon belirleyicisi olarak kullanılacak unsurlar da araziye şekillendiren deformasyonun sonlu bir evresi için eksenlerin konumlarını verebilirler. Mostraların kıt olduğu yerlerde bu ikinci durum bazen jeoloğa yardımcı da olabilir.

DEFORMASYONLARIN GRAFİK TEMSİLİ

Katmanlanma klivajı veya şistozite gibi düzlemsel fabrikler Z ekseninin yönelimini ortaya koyar. Folyasyon düzleminde yer alan X ve Y'nin konumlarını bulmak için (şayet deformasyon heterojense) mutlaka bu düzlemde yer alan bir lineasyona ihtiyaç vardır. Çoğunlukla gömülme veya serbestleme ile meydana gelebilecek bu fabrikalar homojen deformasyon kapsamında yassılmış bir deformasyon elipsoidi ile grafik olarak temsil edilebilirler (Oblate strain ellipsoide: $X = Y > Z$; [1, 2, 3] şekil 1B).

Kıvrım eksenleri dolayında yer alan deformasyon belirleyicilerinden ışınal simetrik fosiller veya yuvarlak objeler yine homojen bir deformasyonla kuvvetli bir çizgisel fabrik meydana getirmiş olabilirler. Eksenel simetrik uzama adı verilen bu durumun grafik temsili tek eksenli bir deformasyon elipsoidi ile olur (Prolate strain ellipsoide: $X > Y = Z$; [1, 2, 3] şekil 1A). Bilateral simetrik fosillerden simetri eksenleri esas gerilme doğrultusuna

dik veya paralel durumda bulunanlar da yine homojen deformasyonla bu çizgiselliğe katılırlar.

Kıvrım kanatlarında yer alan fosiller ve diğer deformasyon belirleyicileri, önceki konumları ne olursa olsun üç eksenle eşitsizliği simgeleyen biçim bozulmaları sergilerler⁺ ($X > Y = 1 > Z$: Plane strain, [1, 2, 3] şekil 1C).

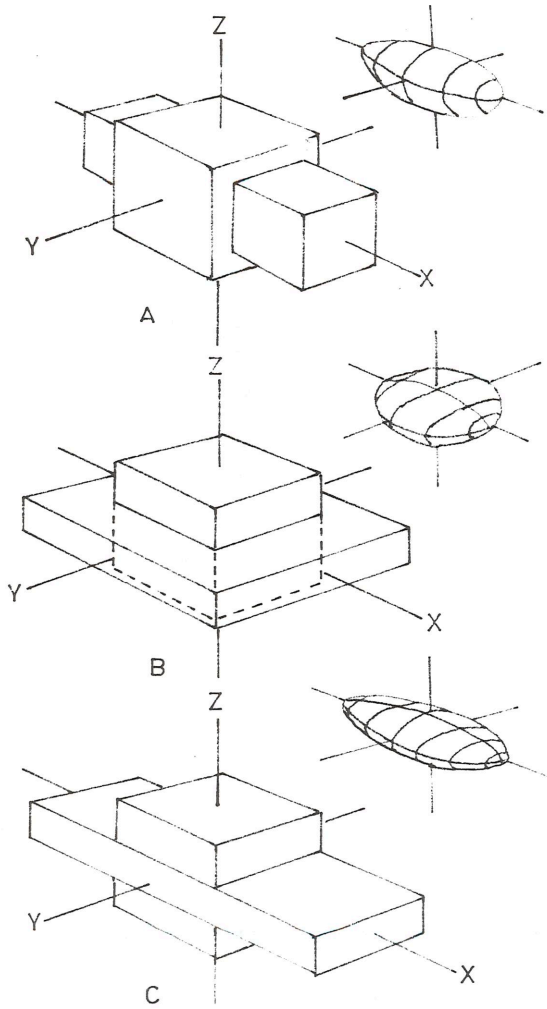
Eksenlerin konumlarının belirlenmesi yanısıra, en küçük deformasyon eksenindeki deformasyonun, büyük eksenindeki deformasyona oranıyla bulunan (X/Y [4], şekil 2). deformasyon oranı da önemli olmaktadır. Arazinin uğradığı sonlu deformasyonda meydana gelen kabuksal kısalma ile deformasyon belirleyicilerinden üretilecek deformasyon oranı arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır.

Deformasyon belirleyicileri kullanılarak yapısal çözümlere gitmek oldukça eskilere dayanır. Bunun için başlangıçta yuvarlak şekiller, bilateral simetrik fosiller veya bünyelerinde birbirlerine başlangıçta dik olan çizgiler belirlenebilen fosiller kullanılmışlardır [5]. Bilateral simetrik fosillerin, formasyon içinde simetri eksenleri esas deformasyon eksenine tam dik veya paralel konumda yer almış olmaları halinde XY düzleminde bir açısız makaslama deformasyonu meydana gelmez. Bu homojen deformasyon durumunda deformasyon oranı, bozulmuş fosillerin dar ve geniş formlarının en ve boylarının ölçülmesiyle bulunabilir (Şekil 2; [5, 2]). Mostralarda çoğu fosiller birincil eksenlere göre verev konumda bulunacaklarından bunların bir açısız makaslama deformasyonuna uğramaları kaçınılmazdır. Bu heterojen deformasyon durumunda da deformasyon oranını bulmaya yönelik metodlar bulunmaktadır.

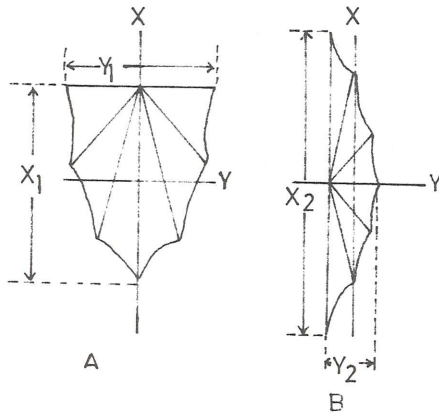
DEFORME LÜTESİYEN FOSİLLERİ

Bu bölümde bir örnek olarak Ankara'nın kuzeydoğusunda Orhaniye köyü yöresindeki (Şekil 3) Lütésiyeen

⁺Gerçekte kanatlarda bulunan fosiller de yönelimleri ne olursa olsun bir açısız makaslama deformasyonuna uğrarlar. Burada fosillerin kalınlıkları boyunca uzanan Z ekseninin 90° den sapmasıyla ortaya çıkan açısız makaslama ihmal edilmektedir.



Şekil 1 : Homojen deformasyonun üç temel tipi. A. Eksenel simetrik uzama ($X > Y = Z$): Tek eksenli prolate elipsoid; B. Eksenel simetrik kısılma ($X = Y > Z$): Tek eksenli oblate elipsoid; C. Düzlemsel biçim bozulması ($X > Y = 1 Z$): Üç eksenli elipsoid, orta ekseninde değişme yok (Park, 1983).



Şekil 2: Açısız makaslama deformasyonu göstermeyen fosillerin uzun ve kısa formlarının kullanılmasıyla deformasyon oranının bulunması.
 $Y/X = \sqrt{Y_1 Y_2 / X_1 X_2}$

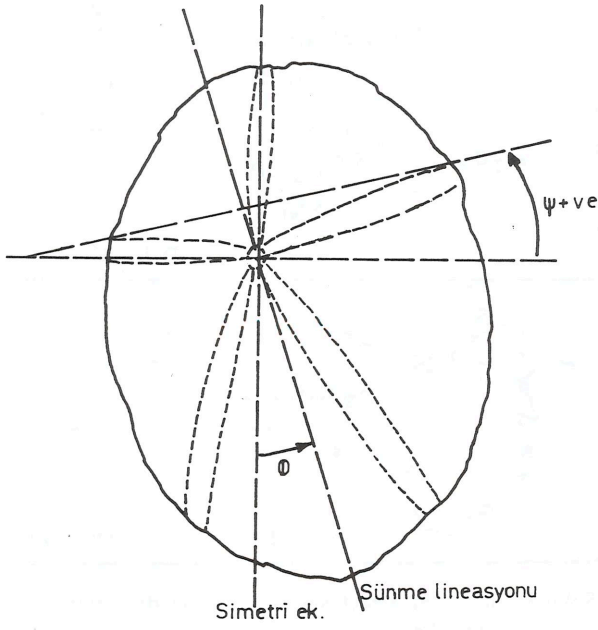


Şekil 3: Lütisyen kireçtaşlarının yüzeylediği alanın buldu haritası.

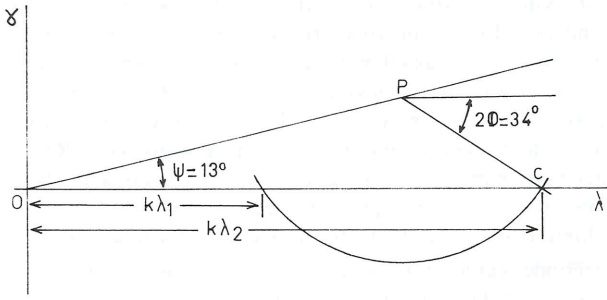
kireçtaşlarında bulunan bilateral simetrikli ekinid fosillerinin deformasyon durumları incelenmiştir. Fosiller kendilerini saran kireçtaşı ile malzeme nitelikleri yönünden iyi bir uyum içerisinde bulduklarından, kıvrımlanma sırasındaki deformasyon fosillere tam olarak yansımış ve çoğunda açısız makaslama deformasyonlarının görüldüğü biçim bozulmaları meydana gelmiştir. Birincil gerilme eksenini doğrultusunda sünme lineasyonu gösteren fosillerde deformasyon oranını oluşturacak elipstisite (R) değerini saptamak için iki grafik yol bulunmaktadır. Bunlardan birincisinde elipstisite değeri bir Alman yapısal jeologu olan Breddin'in (6) geliştirdiği diyagramda, fosil üzerinde ölçülecek \emptyset ve ψ (açısız deformasyon) değerlerinin (Şekil 4) kullanılmasıyla bulunur. Bunlardan \emptyset açısı fosilin oluşturduğu sünme lineasyonu ile simetri eksenindeki açıdır. ψ ise biçim bozulmasına uğrayan fosilde önceden birbirine dik olan çizgilerin konumlarının bozulmasıyla ortaya çıkan ve saat yönünde olduğu zaman (-), saat yönü tersinde olduğu taktirde (+) değerli olarak alınan açıdır. İkinci yol ise Mohr dairesi oluşturmak suretiyle çözümdür (Şekil 5). Bunun için bir $\gamma\lambda'$ kartezyen ko-ordinat sisteminde deforme fosilden elde edilen \emptyset açısı ekseninden itibaren alınır. Çizilen doğrunun herhangi bir noktasından 0λ eksenine bir paralel çizilir ve $2\emptyset$ açısı alınarak 0λ eksenini kestirilir. Daha sonra PC yarıçaplı bir çember çizilir. Çemberin 0λ eksenini kestiği noktaların 0γ eksenine olan $k\lambda 1$ ve $k\lambda 2$ uzunluklarının ölçülmesiyle

$$R = \sqrt{\frac{k\lambda 2}{k\lambda 1}} \quad \text{formülünden elipstisite değeri bulunur.}$$

Burada k bilinmeyen bir katsayıdır (5). Lütisyen kireçtaşlarında bulunan makrofosillerin hemen hepsinde deformasyon etkileri görülmektedir. Bunlar Gastropoda, Lamellibranchiata ve Echinoidea 'ya ait formlardır. Bun-



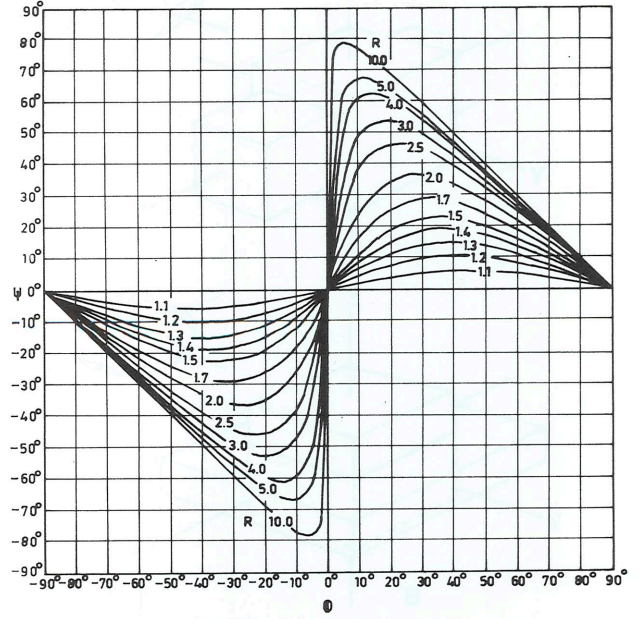
Şekil 4: Deforma ekinid fosilinde sünme lineasyonu (\emptyset) ve açıl deformasyonu (ψ) değerlerinin bulunması.



Şekil 5: Mohr dairesi çizmek suretiyle deformasyon oranı (R) nın bulunması.

lardan özellikle ekinid fosilleri bilateral simetrik olmaları ve deformasyon sırasında dış çevredeki bozulmanın yanısıra kabuğun üzerindeki ambulakral bölgenin de (petallerin) çok belirgin şekilde biçim bozulmasına uğramaları bakımından ilginçtirler.

Fosiller kolayca sünme lineasyonuna göre yönlendirilebilmekte ve \emptyset ve ψ açıları ölçülebilmektedir. Ana deformasyon doğrultusuna göre fosillerde hem $+\psi$ hem de $-\psi$ açısı verecek formlar bulunmaktadır. Şekil 4 deki fosilden elde edilen $\psi = +13^\circ$ $\emptyset = +17^\circ$ değerleriyle Breddin



Şekil 6: Sünme lineasyonu yönetimi ile (\emptyset) açıl deformasyonu (ψ) kullanılmasıyla deformasyon oranını (R) bulmağa yarayan Breddin diyagramı.

diyagramından (Şekil 6) $R = 1.40$ değeri elde edilmektedir. Mohr dairesi çizmek suretiyle elde edilen değer ise $R = 1.48$ 'dir. Görüldüğü gibi her iki methodda da yakın değerler bulunmaktadır. Farklılıklar ölçüm sırasındaki hatalardan kaynaklanacaktır. Bu işlemlerin istatistiksel bir anlam kazanacak şekilde çoğaltılması ile yöre sonlu deformasyonunda kabuksal kısalmaya bir yaklaşım sağlanabilir. İnceleme alanında serilerin 42 dereceyi bulan katmanlanma eğimleri de [7] bu kadar bir kısalmayı göstermektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- 1 Flinn, D., 1962, Q. J. Geol. Soc. London, 118. 385-428.
- 2 Park, G., 1983, Blackie, London, 135 s.
- 3 Hobbs, B. E., Means, W. D. ve Williams, P. F., 1976, Wiley, New York, 571 s.
- 4 Ramsay, J. G., 1967, Mc Graw Hill, New York, 568 s.
- 5 Ramsay, J. G. ve Huber, M. I., 1983, Academic Press, London, 307 s.
- 6 Breddin, H., 1956, Z. Deutsch. geol. Ges., 106, 227 - 305.
- 7 Gökten, E. ve Kazancı, N., 1986, Commun. Fac. Sci. Univ. Ank., Ser. C, V 4, 127 - 136.