

Görünür eğim kavramı ve stereografik izdüşümü

Bir düzlemsel yapının gerçek eğimi, o düzlemin doğrultusuna dik düşey bir kesitte ölçülen eğim açısıdır. Şekil A'da gerçek eğim α ile gösterilmektedir.

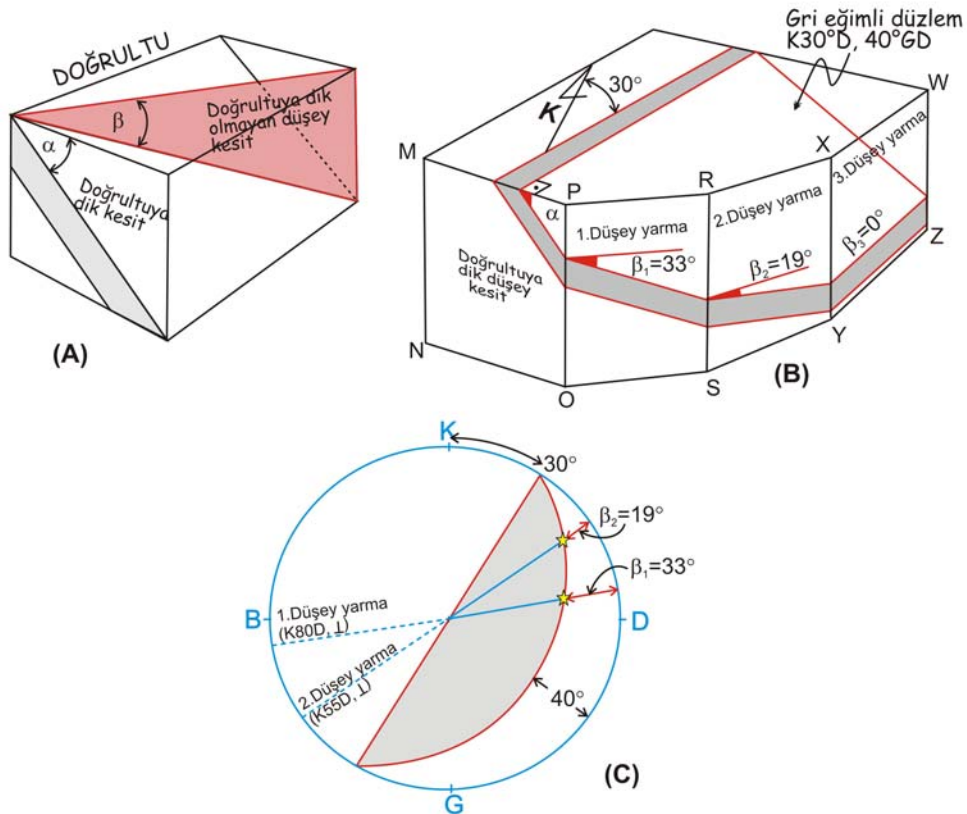
Bir düşey kesit üzerindeki farklı gidişe sahip bir düzlem, farklı açıda farklı bir eğim gösterecektir. Bu açı görünür eğim açısıdır (şekil A'da β ile gösterilen açı). Tezat bir örnek olarak, eğer 60° 'lik bir gerçek eğime sahip bir tabakalanma düzleminin doğrultusuna paralel düşey bir düzlem üzerindeki enine kesitte 0° 'lik bir görünür eğim gösterecektir.

Görünür eğim açısı iki faktöre bağlıdır:

1. Gerçek eğim açısı.
2. Düşey kesit ile doğrultu yönü arasındaki açı.

Bu ilişki Şekil B'de gösterilmekte, burada 40° 'lik gerçek eğim (MNOP düşey düzlemindeki α açısı), enine kesit düzleminin yönelimine bağlı olarak K 80° D, Dik konumlu 1. Düşey yarmada (PROS düzleminde) $\beta_1=33^\circ$; K 55° D, Dik konumlu 2. Düşey yarmada (RXSY düzleminde) $\beta_2=19^\circ$; doğrultuya paralel konumlu (K 30° D) 3. Düşey yarmada (WXYZ düzleminde) ise $\beta_3=0^\circ$ 'lik görünür eğim gösterir.

Stereografik izdüşüm, görünür eğimle ilgili iki tip problemi çözmek için kullanılır.



1-Bilinen bir kesit üzerindeki bir düzlemin görünür eğiminin hesaplanması

Bu işlem tabaka ve fay gibi eğimli düzlemsel yapıların enine kesitlerinin oluşturulmasında kullanılır. Bu yöntem basit bir şekilde, iki düzlemin arakesitinin bulunduğu uygulamadaki geometrik çizim gibidir. **Görünür eğim**, tabaka, fay gibi herhangi bir eğimli düzlemsel yapı ile düşey kesit düzlemi olmak üzere iki düzlemin arakesitinin dalım açısına eşittir. İki düzlemin arakesitinin bulunduğu yöntem kullanılarak, bu iki düzlemin boylam yayları çizilir ve arakesiti bulunur. Kesit düzlemleri düşey düzlemler olduğu için doğrultusu ile eğimi gösteren yay, üst üste çakışık durumdadır. Örneğin, şekil C'de $\beta_1=33^\circ$ 'lik açı, Şekil B de gri olarak gösterilen $K30^\circ D$, $40^\circ GD$ konumlu tabaka düzleminin $K80^\circ D$, Dik konumlu kesitte (PROS düşey düzleminde) gözlenen görünür eğim açısıdır. Düzlemin eğimini gösteren boylam yayı ile düşey kesitin kesiştiği noktanın (yıldız) açısal değerini (β görünür eğim açısını) okumak için çizim kağıdı üzerindeki bu nokta, stereonetin K-G yönü ile karşılaştırılır. Bu noktanın üzerinde bulunduğu enlem yayının değeri, dış çemberden içeri doğru okunur. Bu açılar farklı doğrultulardaki düşey düzlemler üzerindeki (β_1, β_2, \dots) görünür eğim açılarıdır.

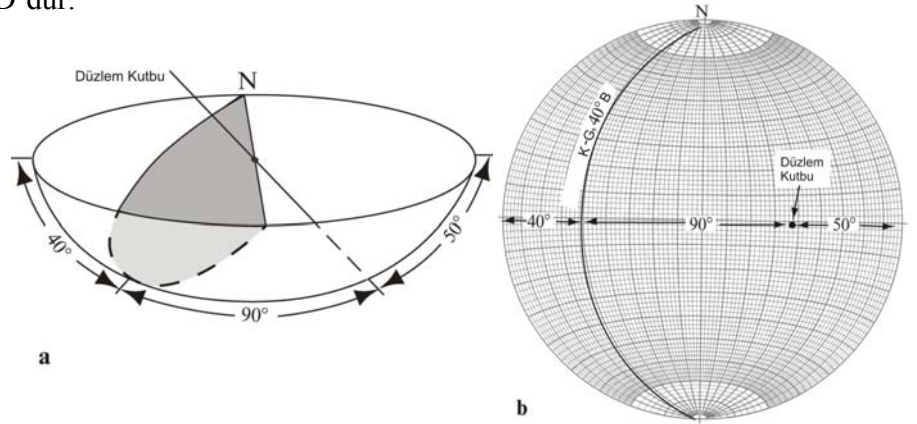
2- İki düşey kesit üzerinde ölçülen görünür eğimler yardımıyla bir düzlemin doğrultu ve gerçek eğim miktarının ve yönünün hesaplanması

Bu yöntem, eğimli bir düzlemin gözlemlendiği iki boyutlu farklı gidişli düşey yarmalardaki kesitlerde görülen, bu eğimli düzlemsel yapının üç boyutlu yönelimini belirlemek için kullanılır. Bu çizimi yapabilmek için düşey yarmaların gidişinin ve bu yarmalarda ölçülen görünür eğimlerin miktar ve yönlerinin bilinmesi gereklidir. Görünür eğim bilgisi bir çizginin dalımı ve dalım yönü olarak ifade edilir ve stereonet üzerine bir nokta olarak işaretlenir. Eğimli düzlemin gerçek yönelimi (doğrultusu, eğim miktarı ve yönü) bu iki noktadan geçen boylam yayına karşılık gelir. Her iki görünür eğim (şekil C de yıldız ile gösterilen noktalar, β_1 ve β_2) aynı eğimli düzleme ait olduğu için, bu noktalar aynı boylam yayı üzerinde olmak zorundadır. Görünür eğimleri temsil eden noktalar (yıldızlar) stereonet üzerine işaretlendikten sonra, aynı boylam yayı üzerinde buluşuncaya kadar çizim kağıdı sağa-sola çevrilir. Şekil C'de gerçek eğim ve doğrultuyu ifade eden boylam yayı, $\beta_1=33^\circ$ ve $\beta_2=19^\circ$ 'lik görünür eğimlerine ait noktaların üzerinde bulunduğu boylam yayıdır.

Bir düzlemin kutbunun stereografik izdüşümü

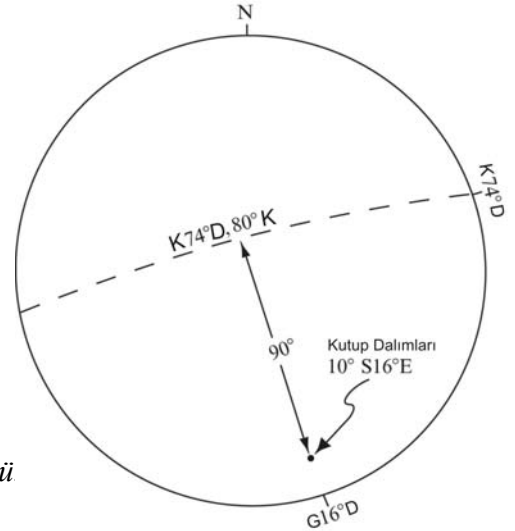
Bir düzlemin yönelimini, ağ üzerindeki tek bir nokta ile tanımlamak mümkündür. Bu, düzlemin kendisinden ziyade düzlem kutbu çizilerek yapılır. Bir düzlemin kutbu düzleme dik düz bir çizgidir. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi, K-G doğrultulu bir düzlemin eğimi $40^\circ B$ olduğunda, bu düzlemin kutbunun dalımı $50^\circ D$ 'dur.

Şekil 1: Bir düzlem (K-G, $40^\circ B$) ve düzlem kutbunun izdüşümü. (a) Verev görünüm. (b) Eşit alan izdüşümü.



K $74^\circ D$, $80^\circ K$ durumlu bir düzlemin kutbu aşağıdaki gibi çizilir.

1. Aydınger üzerinde işaretlenen K $74^\circ D$ noktası, sanki düzlemin kendisi çiziliyormuş gibi, aydınger kağıdı döndürülerek bu nokta ağın kuzey yönü işareti ile çakıştırılır. Bu düzlemi ifade eden boylam yayı (büyük daire), şekil 2' de kesikli çizgilerle gösterilmektedir.
2. Doğu-Batı çizgisi üzerinde bu düzlem için boylam yayının (büyük dairenin) geçeceği nokta bulunur ve bu noktadan itibaren merkezden geçerek dış çembere doğru 90° alınır. Bulunan bu nokta düzlemin kutup noktasıdır. Şekil 2 de gösterildiği gibi bu düzlemin kutbu G $16^\circ D$ 'ya 10° dalımlıdır.



Şekil 2: Düzlemin kutbunun izdüşümü

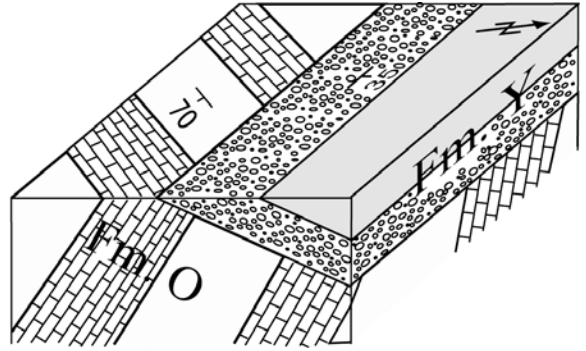
Bu yöntemle çok sayıda düzlemin yönelimi tek diyagram üzerinde karıştırılmadan gösterilebilmektedir.

Uyumsuzluk/Yataya çevirme problemi

Arazide birden fazla deformasyon evresi geçirmiş kayalara sık sık karşılaşmak olanaklıdır. Böyle durumlarda, ilksel deformasyonu anlamak için son gelişen deformasyonu ortadan kaldırmak, bazı zamanlar faydalı olmaktadır.

Şekil 3 a'da blok diyagramı dikkate alacak olursak, burada $K60^{\circ}B$, $35^{\circ}KD$ durumlu Y formasyonu bir açısız uyumsuzlukla $K50^{\circ}D$, $70^{\circ}GD$ durumlu O formasyonundan ayrılmaktadır. O formasyonu, Y formasyonunun çökeliminden önce net bir şekilde eğim kazanmış ve aşınmıştır. Daha sonra O formasyonu çökdikten sonra tekrar bir eğim kazanmış ve heriki formasyon blok diyagramında gösterilen en son durumlarını kazanmışlardır. Bu alanın yapısal geçmişini çözmek için, Y formasyonunun oluşmaya başladığı andaki, O formasyonunun durumunu bilmemiz gerekmektedir.

Şekil 3-a: Birbiriyle açılı uyumsuz ilişki sunan iki formasyonun (O ve Y formasyonları) blok diyagram görünümü

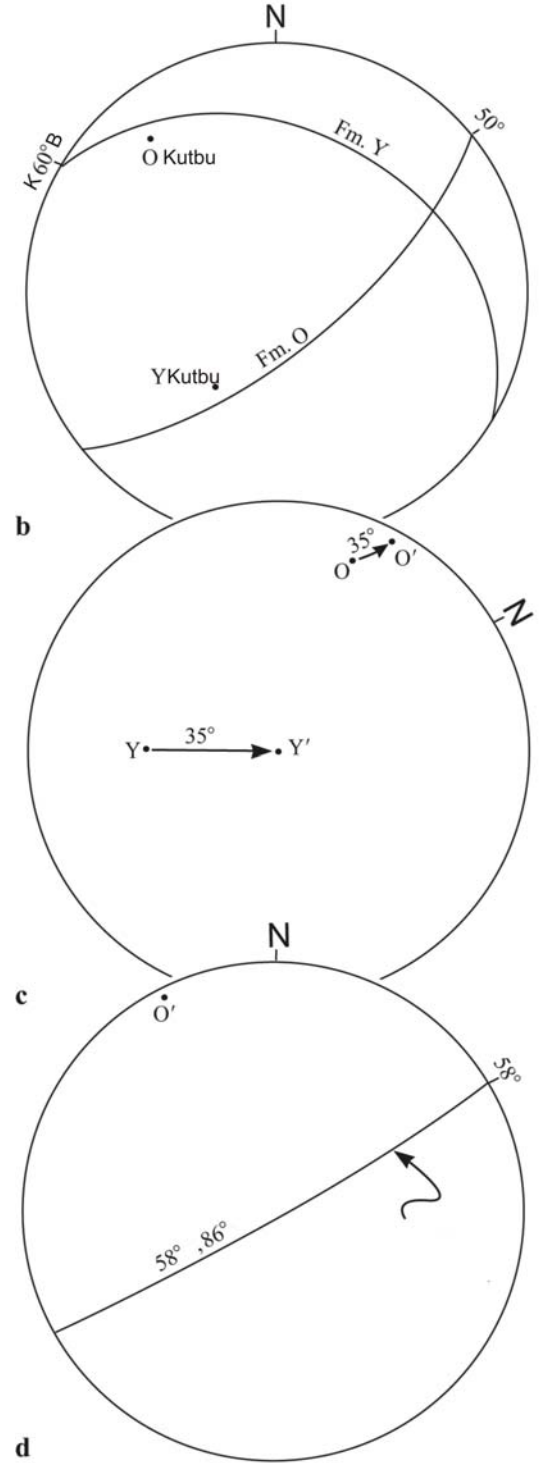


a

Bu problemin çözümü aşağıdaki aşamalarla yapılır.

- 1) Eşit alan ağı üzerine her iki formasyonun kutup noktaları (**O_p** ve **Y_p**) işaretlenir (Şekil 3 b).
- 2) Y formasyonu yataya çevrilir ve O formasyonunun durumu ölçülür. Yatay tabakanın kutbu düşey olacağından dolayı, eğer biz Y formasyonunun kutup noktasını (**Y_p**) ağın merkezine taşırsak, Y formasyonu yatay olacaktır. Aydınlar kağıdı, Y formasyonunu doğu-batı çizgisine konumlandırmak için döndürülür. Bu işlem aydınlar kağıdı üzerindeki $K50^{\circ}D$ noktası (yani Y formasyonunun doğrultusu) stereonetin K ile çakıştırılır. Doğal olarak **Y_p** noktası D-B eksenine üzerine gelecektir.

- 3) Bu durumda **Yp** doğu-batı çizgisi boyunca ağın merkezine taşınabilir (şekil 3 c). Bu işlem 35° lik bir hareketi içermektedir. Bununla beraber O formasyonunun kutup noktası (**Op**) aynı zamanda bulunduğu konumdan itibaren 35° kadar enlem yayı boyunca **Yp** nin taşındığı yönde **O'p** noktasına taşınmalıdır (şekil 3 c).
- 4) **O'p** son eğimlenme (tiltlenme) kazanmadan önceki O formasyonunun kutup noktasıdır. Y formasyonunun eğim kazanmadan önceki O formasyonunun durumunu (doğrultusu, eğim miktarı ve yönünü) bulmak için, bir düzlemin kutup noktasını bulma işleminin tersi yapılır.
- 5) Yani **O'p** kutup noktası D-B eksenine üzerine çakışmaya kadar çizim yapılan aydınlatıcı kağıdı çevrilir. Kağıt bu pozisyonda iken **O'p** nin dış çembere olan uzaklığı okunur. Stereonetin merkezinden bu değer kadar tersi yönde işaretlenir. Bu değere karşılık gelen boylam yayı dış çembere ulaşıncaya kadar çizilir. Dış çemberin üzerindeki bu her iki nokta aynı zamanda stereonetin de merkezinden geçen bir doğrudur. Bu doğru düzlemin doğrultusunu verir.
- 6) Şekil 3 d'de görüldüğü gibi, Y formasyonunun eğim kazanmasından önceki O formasyonunun durumunun $K58^\circ D, 86^\circ GD$ olduğu saptanmıştır.



Şekil 3: Açılı Uyumsuzluk problemi.

(b) O ve Y formasyonlarının durumlarının ve kutuplarının (**Op** ve **Yp**) çizilmesi.

(c) Y formasyonunun çökeldiği zamandaki O formasyonunun durumunun bulunması.

(d) Y formasyonunun eğim kazanmadan önceki bir zamandaki O formasyonunun durumunun çizilmesi.

Eğimli düzlemlerin yataya çevrilmesi: Yatay bir eksen etrafında rotasyonu

Bir bölgenin jeolojisini anlayabilmek için o bölgenin jeolojik tarihçesini gözönüne getirmek yararlı olur. Bunu anlayabilmek için özellikle bölge içindeki birbirleriyle açısız uyumsuzluk ilişkisine sahip kaya birimlerinin ilksel konumlarını saptamak son derece yararlıdır.

Eğimli bir düzlem oluşturan tabakalı kaya birimleri üzerine gerçekten yatay olmayan bir uyumsuzluk yüzeyine sahip olduğunu ve bunlar üzerinde eğimli bir başka tabakalı kaya birimlerinin bulunduğunu düşünelim. Altındaki tabakalı kayaların üstteki tabakalı bir başka kayaç grubu eğim kazanmadan, yani uyumsuzluğun oluşumu sırasındaki durumunu belirleyebiliriz. Bu tartışmada üstteki tabakalı kayaların çökelişi sırasındaki ilksel konumunun yatay olduğu önkabulü yapılır.

Örnek problem: Bir arazi çalışması sırasında birbiri ile açılı uyumsuz ilişki sunan iki formasyon haritalanmıştır. Bunlar Kretase yaşlı Boztepe kireçtaşı (B) ile Eosen yaşlı Akçay kumtaşı (A) kaya birimleridir. Bu iki kaya biriminin durumları Şekil A da gösterilen blok diyagram üzerinde verilmiştir. Eosen yaşlı Akçay kumtaşı yatay konumda iken Kretase yaşlı Boztepe kireçtaşının durumunu bulunuz.

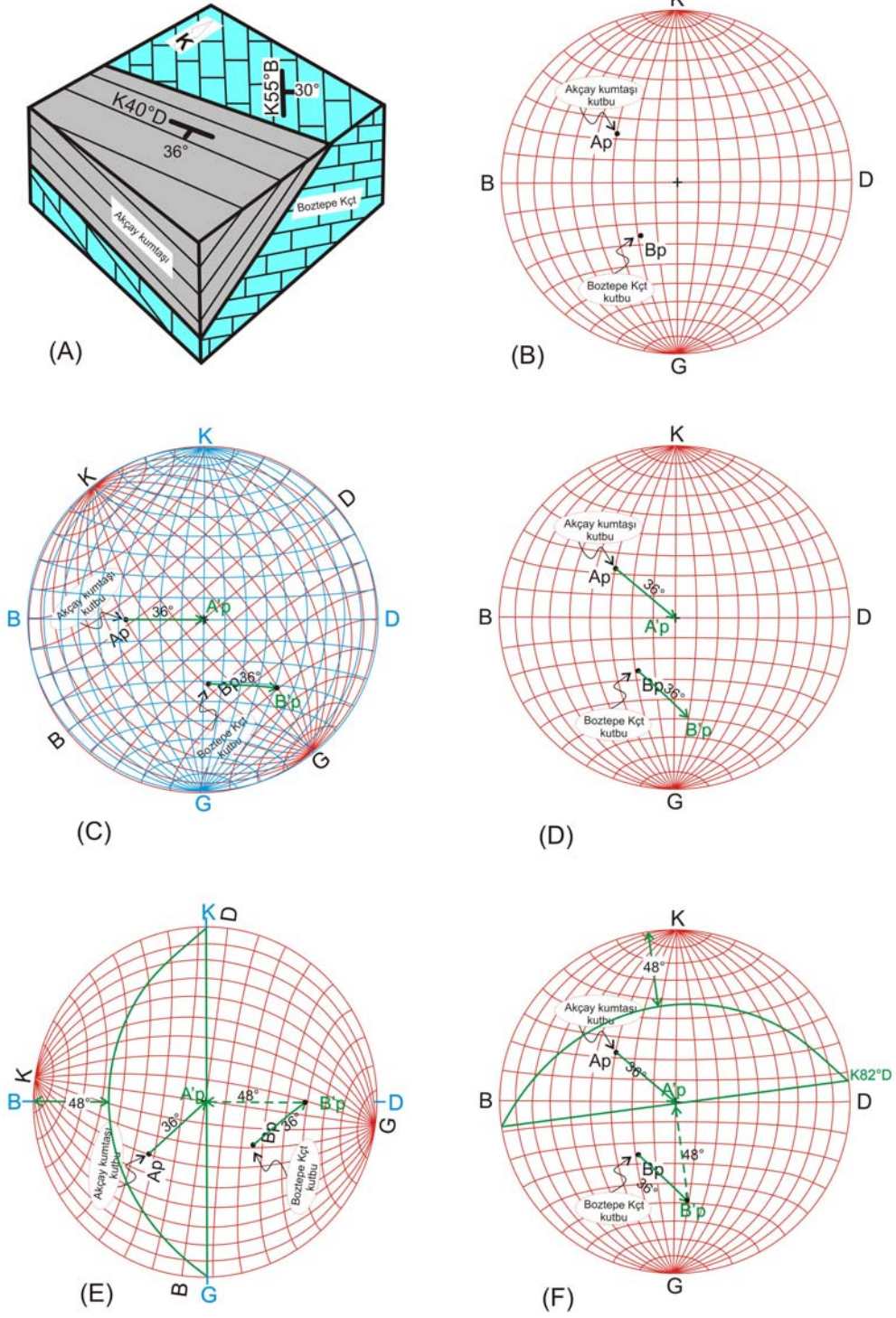
Şekil A' daki blok diyagram bir açısız uyumsuzluk yüzeyinin üzerinde yer alan Eosen yaşlı Akçay kumtaşı ile uyumsuzluk yüzeyinin altında bulunan Kretase yaşlı Boztepe kireçtaşının durumlarını göstermektedir. Her iki kaya birimi blok diyagramda gösterilen durumlarını Eosen yaşlı Akçay kumtaşının oluşumundan sonra gelişen tektonik hareketler sonucunda kazanmıştır. Ancak, altındaki Boztepe kireçtaşının (B) durumu, Akçay kumtaşının (A) çökelişi sırasındaki ya da bugün gözlemlediğimiz durumunu kazanmadan önceki pozisyonundan farklıydı.

Akçay kumtaşını son eğimlenme evresinden hemen önceki konumunu belirlemek için, her iki kayaç grubunu birlikte uygun bir miktarda geriye doğru döndürülmesi gereklidir. Uygun bir miktarda geriye döndürme işlemi, birbirine benzemeyen fakat sıkça başvurulan bir yöntemdir. Daha fazla bilginin olmadığı durumlarda, Akçay kumtaşının mevcut doğrultu çizgisini yatay bir eksen düzlemi etrafında yatay konuma döndürmek için onun varolan eğiminin kullanılması gereklidir. Yani eğimin yatay konuma getirilmesi için o düzlemin doğrultusunu rotasyon eksenini olarak kullanarak, Akçay kumtaşını yatay düzleme döndürülmesi gereklidir.

Eğimli bir düzlemi yataya çevrime işleminin aşamaları

1. Akçay kumtaşı (A) ve Boztepe kireçtaşını (B) temsil eden tabakalanmanın kutupları stereonet üzerine yerleştirilen şeffaf kağıt üzerine işaretlenir (Şekil B de Ap ve Bp noktaları).
2. Yatay konuma çevrilecek olan Akçay kumtaşının kutup noktası (Ap) alttaki stereonetin D-B eksen çizgisi üzerine çakıştırılır. Diğer bir ifade ile Akçay kumtaşının doğrultusu stereonetin K-G çizgisi ile çakıştırılır (Şekil C).
3. Yatay düzlemin kutup noktası merkezde olduğu için Akçay kumtaşının kutup noktası (Ap), D-B eksenini üzerinde stereonetin merkezine taşınır ($A'p$ noktası) ve işaretlenir. Bu işlem yapılırken, çizim yapılan kağıdın pozisyonu bozulmadan Boztepe kireçtaşının kutup noktası da (Bp) bulunduğu enlem yayı üzerinde Ap 'nin taşındığı yönde ve taşındığı açı kadar işaretlenerek $B'p$ noktası bulunur (Şekil C). Bu işaretlenen $B'p$ noktası, Akçay kumtaşının yatay konuma çevrilmesi sırasında onunla birlikte hareket eden Boztepe kireçtaşının kazanmış olduğu yeni durumunun kutup noktasıdır.
4. Stereonet ve çizim kağıdının ana yönleri üst üste çakıştırıldığı zaman her iki düzlemin yeni pozisyonları Şekil D deki gibi bir konum kazandığı görülür.
5. Akçay kumtaşı yatay konuma getirildiğinde, Boztepe kireçtaşının kazanmış olduğu yeni durumunun kutup noktası olan $B'p$ noktası D-B eksenini üzerine çakıştırılır (Şekil E). $B'p$ nin merkezle olan açısal değeri (48°) kutbun tersi yönünde dış çemberden içeri doğru yeniden sayılır. Ya da kutup noktasının merkeze olan açısal değerini 90° ye tamamlayan boylam yayı bulunur. Bu boylam yayı dış çembere ulaşıncaya kadar çizilir. Bu boylam yayının açısal değeri (48°) Boztepe kireçtaşının yeni durumunun eğim miktarını, dış çembere değdiği noktaların stereonet merkezinden geçen doğru ise doğrultusunu gösterir (Şekil E de $K82^\circ D$).

Örnek problemin çözüm aşamaları

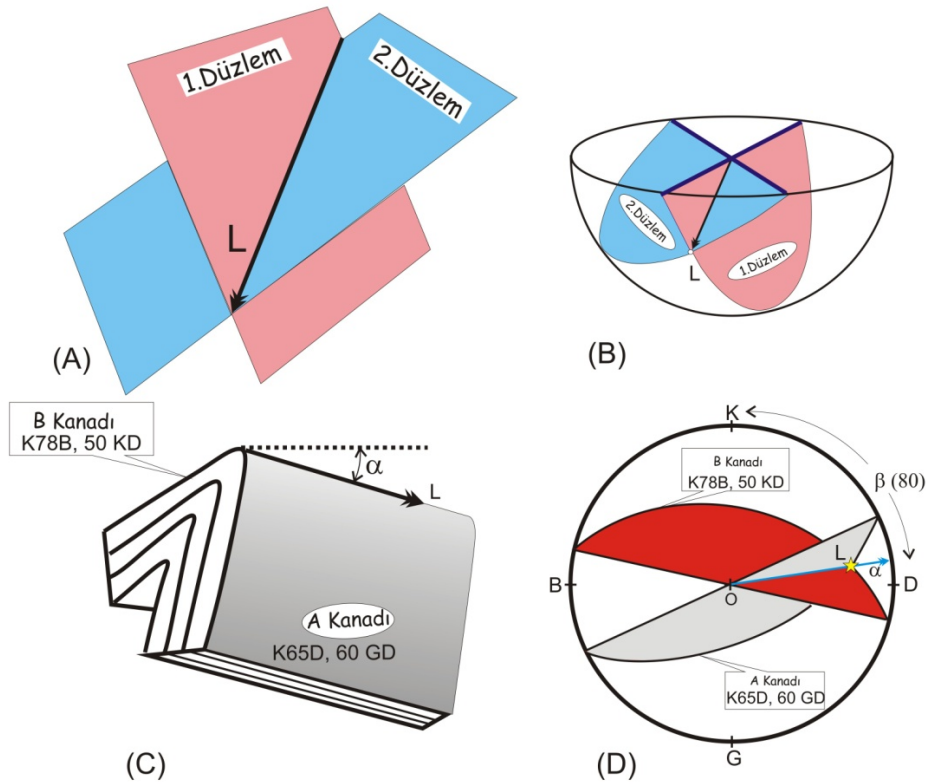


İki düzlemin arakesitinin durumunun stereografik izdüşümü ile bulunması

Birbirine paralel olmayan herhangi iki düzlem, düz bir hat boyunca karşılıklı olarak kesişeceklerdir. Şekil A, kesişen iki düzlemi (1.Düzlem ve 2. Düzlem) ve bunların arakesiti olan L'yi göstermektedir. Bu düzlemler bir küre merkezinden geçecek şekilde gösterildiğinde (Şekil B), bu düzlemlerin arakesiti olan L'nin, iki düzleme ait boylam yaylarının (eğim yayları) kesişim noktası ile küre merkezinden geçen çizgiye karşılık geldiği görülmektedir.

Herhangi iki düzlemin arakesiti, bu iki düzlemin boylam yaylarının stereografik olarak çizilmesiyle bulunur. **Boylam yaylarının kesişim noktası arakesitin stereografik izdüşümüdür.** İki düzlemin birbiriyle kesişmesi ile ortaya çıkan arakesitin durumu (doğrultusu, dalım miktarı ve dalım yönü) aşağıdaki şekilde elde edilir.

Örneğin, bir şevron kıvrımının iki kanadı (A ve B kanatları) ölçüldüğünde (Şekil C), Kıvrım eksenini çizgisinin (OL nin) yönelimi, kanatları temsil eden iki boylam yayının kesişiminden kolayca hesaplanır (Şekil D). Şekil D'de kanatların durumu $K65^{\circ}D/60^{\circ}GD$ (A kanadı) ve $K78^{\circ}B/50^{\circ}KD$ (B kanadı) olan bir kıvrımın kanatları için çizilen boylam yaylarının doğrultusu $K80^{\circ}D$, dalım miktarı (α) 23° , dalım yönü ise KD olan bir arakesiti (kıvrım eksen çizgisini) vermektedir.



Şekil : İki düzlemin arakesitinin durumunun stereografik izdüşümü