

## İzostazi, litosferik bükülme ve efektif elastik kalınlık

O. Pamukçu ve A. Yurdakul

*Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Tınaztepe Kampüsü Buca- İzmir*

oya.ankaya@deu.edu.tr

Plaka tektoniğinde en önemli nokta, litosferin kalınlığı ve uzun jeolojik dönemler boyunca nasıl davrandığıdır. İzostazinin gelişimiyle, plaka tektoniğinin en temel varsayımlarından birini ortaya konmuştur ki bu varsayım plakaların uzun jeolojik zaman skalaları boyunca rijit olarak davrandığı gerçeğidir (Walcott 1970). 1970 li yıllarda, büyük yüzey üstü yüklerin bulunduğu bölgelerde yapılan izostazik çalışmalarda, litosferin bükümsel rijiditesi ile belirlenen elastik kalınlığın değişim aralığı saptanmıştır. Böylece özellikle bükümsel rejyonel izostazi kavramının gelişimi ile topoğrafik ve yer altı yükleri ile eğilen plakanın hangi dereceye kadar yükü kaldırabileceğini belirlenmektedir. Özetle izostazi kavramı, litosferi tanımamızda önemli bir kilometre taşıdır.

Bu çalışmada, tektoniğine önemli katkıları olan izostazi kavramının gelişimi, izostatik modeller ve uygulama alanları tanıtılacaktır.

1880'lerin sonunda, Kuzey Hindistan'da yapılan jeodezik ölçümlerden elde edilen veriler değerlendirilirken izostazi kavramı düşünölmeye başlandı. 1930'lu yıllarda, Pratt modelini savunan Amerikan ekölü ve Airy modelini savunan Avrupa ekölü olmak üzere iki farklı düşünce ekölü oluştu. Her iki modelde de jeolojik yapıların, boyutları ne kadar olursa olsun, lokal olarak dengelendiklerini savunulmaktadır.

20. yüzyılın başlarında izostazi hakkında yeni bir düşünce ortaya çıktı. Bu düşünce, izostatik dengenin yüzme veya farklı soğumadan kaynaklandığını savunmak yerine, topoğrafyayı oluşturan sürecin bu dengeyi saptayan elaman olduğu görüşünü ortaya koydu (Barrell, 1914; Gunn, 1943)

20. yüzyılın sonlarında ise artık topoğrafik yüklerin iki tip izostatik dengelenmesinin varlığı kabul edildi. Birincisinde, dengeleme topoğrafya altındaki kalınlaşma ile (Airy, 1855) veya kabuğun yoğunluğundaki yanal değişikliklerle oluşmaktadır (Pratt, 1855). İkinci tip modelde, bükülme modeli olarak yükler akışkan ve zayıf astenosferin üzerinde uzanan litosferik plakanın içindeki elastik gerilmelerle desteklenmektedir (Jeffreys, 1926; Vening Meinesz, 1932; Gunn, 1943; Walcott, 1970). Bükülme modeline göre litosfer, geniş yüklerin etki ettiği ve kabuk kalınlığının ortalamalardan az olduğu bölgelerde bükülmektedir. Bunun sonucunda levhanın bükölmeye maruz kalan sınırın üst ve alt kısmında gerilmeler görölmektedir. Bu sınırın, üst kısmındaki gevrek (brittle) kısımda gerilmeler kırılğan faylanmaları meydana getirirken, alt kısmındaki akışkan (ductile) kısımda gerilmeler şekil değiştiren akmalara neden olmaktadır (Watts, 2001). Gevrek plakanın bittiği akışkan plakanın başladığı sınır, bize litosferin topoğrafik yüklere karşı dirençli olduğu, dayanım gösterebildiği kalınlığı yani efektif elastik kalınlığı vermektedir.

Bükülme modelinde plakanın yanıtı yani bükülme rijiditesi, efektif elastik kalınlık ile karakterize edilmektedir. Model, Airy modeline benzer yani, topoğrafik yükler aşağı doğru bükülme ve kabuksal kalınlaşma ile ortaya çıkmaktadır, Airy modelinden farkı ise bükülme rijiditesi sıfır kabul edilmemektedir. Bu modele ait izostatik dengelemenin yorumlanmasındaki yaklaşımda; yeraltındaki kütleler tarafından yaratılan gravite anomalileri ve topoğrafya arasındaki bağıntı kullanılmaktadır. Bu bağıntıyı dalgasayısı veya frekans ortamında tanımlamak için lineer transfer fonksiyonu teknikleri geliştirilmiştir (Dorman & Lewis, 1970). Bu tekniklerden yararlanarak efektif elastik kalınlık kestirimi yapılmaktadır

Efektif elastik kalınlık kestirimi için, izostatik yanıt fonksiyonları (Admittance ve Coherence) (McKenzie ve Bowin, 1976; Watts, 1978, 2001; Rajesh ve Mishra, 2003; Luis ve Neves, 2006, baskıda) ve litosferin reolojisine bağlı bir yaklaşım olan Çökme Dayanımlılığı Zarfı (Yield Strength Envelope) (Ranalli, 1995, 1997; Watts, 2001; Watts ve Burov, 2003; Luttrell ve Sandwell, 2006) kullanılmaktadır.

İzostatik yanıt fonksiyonlarından admittance fonksiyonu ( $Z(k)$ ),  $G(k)$  gravite ve  $T(k)$  topoğrafya anomalisinin Fourier dönüşümleri arasında bir bağıntı kurularak tanımlanmıştır (Dorman ve Lewis, 1970). Daha sonra McKenzie ve Bowin (1976) yaptıkları çalışmada admittance fonksiyonunu geliştirmişlerdir.

Diğer bir izostatik yanıt fonksiyonu olan uyum (Coherence) analizinde ise, McKenzie ve Bowin (1976), Watts (1978) yaptıkları çalışmalarda gravite ve topografyanın çapraz spektrumu ile güç spektrumları arasında bir bağıntı kurmuşlardır. Forsthy (1985) tarafından yapılan çalışmada, yüzey ve yüzeyaltı yüklerinin hesaba katılması sonucunda elde edilen kuramsal uyum analizinden efektif elastik kalınlık hesabına geçilmiştir.

Bükülme modeli ile ilgili diğer bir yaklaşım ise çökme dayanımlılığı zarfı (ÇDZ) hesabıdır. Bu yaklaşım, litosfer dayanımlılığının gevrek ve akışkan deformasyonlarla sınırlandırıldığını ileri sürer. Eğer plakanın dayanımlılığını aşacak şekilde yükleme uygulanırsa plakada bükülme yerine çökmeler görülür ve plaka olduğundan daha zayıf hale gelir (Watts, 2001). ÇDZ litosferdeki gevrek ve akışkan deformasyon kanunlarını tek bir dayanımlılık profili altında birleştirmeyi amaçlar. Teoride dayanımlılık profili, bir yüzey yükünün derinlik arttıkça nasıl destekleneceğini açıklamak için kullanılır. ÇDZ efektif elastik kalınlığın fiziksel anlamını daha iyi açıklar. Litosfer için düşünülen bükümsel izostazinin başarısını destekler (Watts, 2001). ÇDZ, litosferin reolojine bağlı olan özelliklerinden yararlanılarak, deneysel gözlemlere dayanan bir yaklaşımdır. Litosferin elastik veya viskoelastik bir yapıya sahip olduğu varsayılarak, gerilme limiti kullanılarak, çökmelerin, deformasyonların meydana geldiği sınır yani gevrek-akışkan (brittle-ductile) geçiş belirlenir.

Sonuç olarak bu çalışmada özellikle bükümsel izostazinin en önemli parametresi olan efektif elastik kalınlık ile ilgili Türkiye’de (Pamukçu 2004, Yurdakul, 2005) ve dünyada (McKenzie and Fairhead, 1997; Maggi et al., 2000; Watts, 2001) yapılmış çalışmalara ait örnekler ile sismik hız, ısı akısı, jeotermal gradyent, litosferik yaş gibi veriler birlikte incelenerek litosferik yapının yorumlanması tartışılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** İzostati, litosferik bükülme, litosfer kalınlığı