

# Peru'da, Titicaca Gölü Yakınındaki Melanj (Olistostrom)

KEES A. DE JONG *Department of Geology, University of Cincinnati\**

**ÖZ:** Güney Peru'daki And dağları altiplanusunda farklı yapıda üç zon ayırılmıştır. Batı ve doğudaki zonlar kıvrımlıdır, orta zon ise boyu 500 m.ye ulaşabilen blokların üst üste gelmesiyle kaotik bir yapı kazanmıştır (Titicaca melanjı). Daha önceki yazarlar kıvrımlanma ve bindirmenin bu kaotik yapıya neden olduğunu düşünmüşlerdi; fakat büyük olasılıkla, bu kaos büyük heyelanların sonucudur. Böylece melanjın tektonik değil de sedimanter kökenli olduğu ortaya çıkar ve bundan dolayı bir olistostromdur. Titicaca melanjı gibi sedimanter-tektonik kökenli kütle taşınması ile oluşan büyük olistostromlar, gravite tektoniğine bağlı yapılarla (tektonik kütle taşınması=tectonic mass transport) kırıntılı çökeller (sedimanter kütle taşınması=sedimentary mass transport) arasında bir geçiş oluştururlar. Titicaca gölü yakınındaki bölgede kıvrımlanma, geniş alana yayılmış olistostrom ve kalın bir kırıntılı çökel istifinin birbiriyle sıkı ilişki içinde bulunması, her üç işlemin önemini göstermektedir.

Titicaca olistostromu ile Death Valley'deki (Kaliforniya, ABD) Amargosa kaosu arasındaki büyük benzerlik, buradaki kaosu heyelanlarla açıklanabileceği görüşünü destekleyicidir.

## GİRİŞ

Andlar, güney Şili'den kuzeye doğru, kuzey-güney doğrultusunda, 2000 milden fazla doğrusal olarak uzanarak, Şili, Bolivya ve Peru sınırında 50° batıya dönen bir dağ kuşağıdır. Bu dönüm noktasında Andlar, batı Cordillera<sup>1</sup>, Altiplano<sup>2</sup> ve doğu Cordillera olmak üzere üçe ayrılabilir (Şekil 1). Altiplanonun jeolojik yapısı, batı Cordillera'daki magmatik kayaların yerleşmesi, (James, 1971) ve And dağlarının gidiş yönündeki ani değişiklik ile ilişkilidir (Newell, 1949).

Altiplanonun yapısı yataya yakın büyük hareketlerin yokluğu, buna karşın düşey hareketlerin etkinliği ile tanımlanan tipik And yapısından farklıdır (Zeil, 1970; Ahlfeld, 1970; Cobbing, 1972). Newell'e (1949) göre altiplanoda kompresyon önemli, yatay kütle taşınması yaygındır. Eserinin 20. sayfasında şöyle yazar:

Altiplanodaki kayalar güneyden gelen kompresyonla şekil değişikliğine uğramışlardır. Titicaca gölü ekseninin güneybatısındaki itki fayları, kuzeydoğuya doğru yatık, devrik ve kırılmış yüzlerce kıvrım bu kompresyonun belirtileridir.

Newell'in yayımından bu yana, gravite kaymaları gibi yeni kavramlar geliştirilmiştir. Bu kavramların ku-

zey Titicaca bölgesine uygulanması demek altiplanonun burada tipik And yapısında olduğunu kabul etmek demektir. (And yapısı=düşey hareketler etkin, yataya yakın hareketler önemsiz)

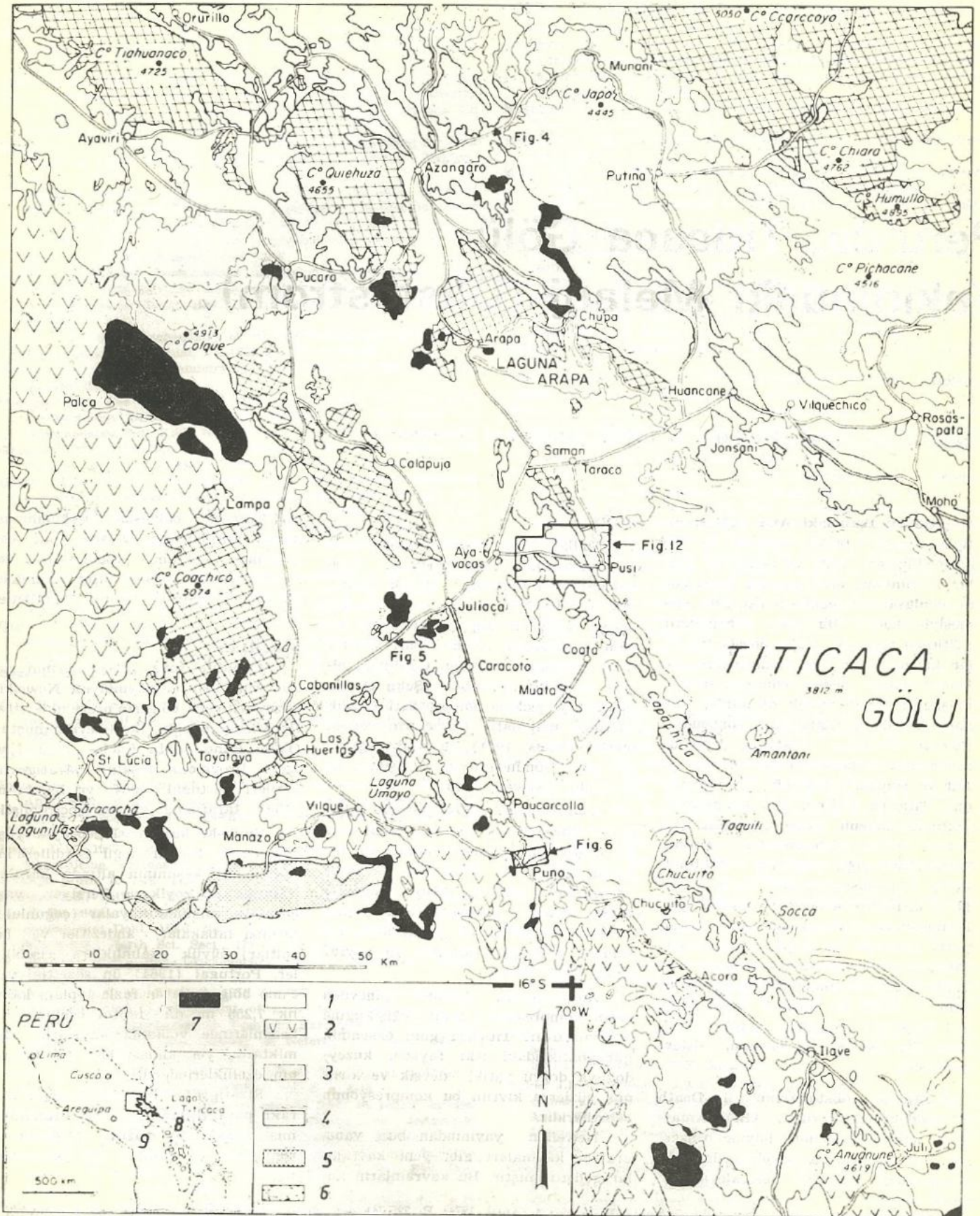
## BİRİMLER

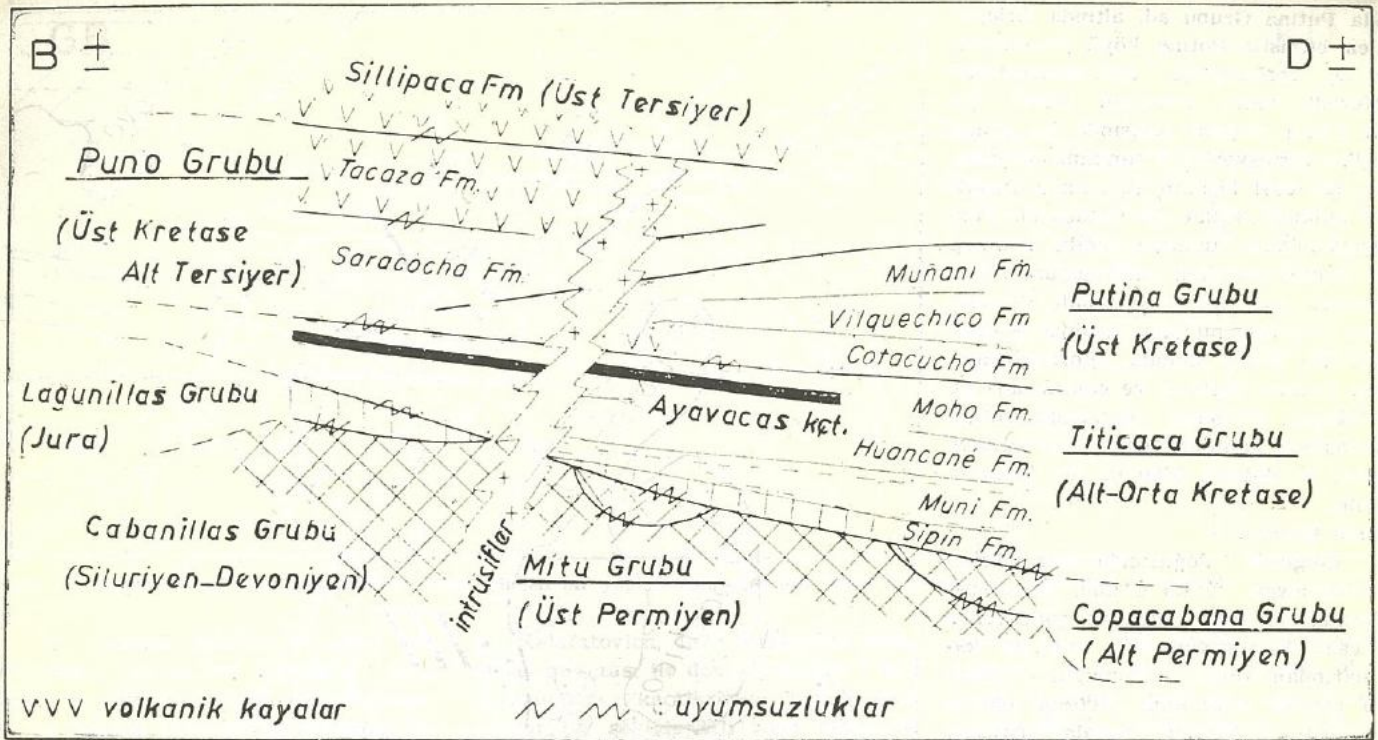
Ayrıntılı saha çalışmalarının sonuçlarını 1949'da yayınlayan Newell'in kuzey Titicaca bölgesinin özellikle stratigrafisine büyük katkıları olmuştur. O'nun Puno Santa Lucia bölgesi ve Puno Province'e ilişkin stratigrafik verileri Portugal (1964) ve Zambrano (1965) tarafından gözden geçirilmiştir.

En eski kayalar Paleozoyik yaşlı çökellerdir. Bunlar doğu Cordillera'nın önemli bir kesiminin altında kalırlar. Üstteki Mezozoyik ve Tersiyer yaşlı çökel ve volkanik kayalar (çoğunlukla kırmızı tabakalar, andezitler ve bazaltlar) büyük kalınlıklara erişebilirler. Portugal (1964) un sözettiği gibi Puno bölgesinde en fazla toplam kalınlık 7.255 m. dir. İstifin özellikle üst kesimlerinde volkanik kayaların bol miktarda yer alması batı Cordillera'nın özelliklerindedir.

Stratigrafik birimler bundan sonraki paragraflarda kısaca tanımlanmıştır (Şekil 2). Yazıda adı geçen bütün yerler de Şekil 1. de gösterilmiştir.

(\* Association of American Petroleum Geologist V. 58 No: 4 (April, 1974) P. 729-741 den Emin YANILMAZ tarafından çevrilmiştir.





Şekil 2: Titicaca bölgesindeki stratigrafik birimlerin diyagramı.

**Cabanillas Grubu:** (Newell, 1949; Boucot and Mégard, 1972)

Şeyl ve mikali kumtaşından oluşmuştur. İçindeki bryozoa, brachiopoda ve trilobitler Siluriyen-Devoniyen yaşını vermektedir. Kalınlık 2000 m. den fazladır.

**Copacabana Grubu:** (Newell, 1949)

Cearcoyo masifinde iyi gözlenir. Kumtaşı, şeyl ve karbonatlardan oluşur. Brachiopod-fusulid-gastropod faunası ile Erken Permiyen yaşı verilmiştir (Newell, 1953). Kuzeydoğu Manuni'de kalınlık 1800 m. dir.

**Mitu Grubu:**

Arapa ve Chupa arasında, yol boyundaki kırmızı kumtaşı ve çakıltaları Newell (1949) ve Zambrano (1965) tarafından Puno Grubu'nda (Tersiyer) gösterilmiştir, fakat Mitu Grubu'ndaki kayalara olan benzerliği (Newell, 1953)

Şekil 1: Titicaca Gölü kuzeyi yöresinin jeolojî haritası. Başlıca Newell (1949), Portugal (1964) ve Zambrano ve diğerleri (1965) den alınmıştır. Çerçeve içindeki noktalı kısım Andları gösterir.

Açıklama: 1 — Alüvyon çökelleri, 2 — Sillipaca Formasyonu (Üst Tersiyer), 3 — Puno Grubu ve Putina Grubu (Üst Kretase - Alt Tersiyer), 4 — Titicaca Grubu (Alt ve Orta Kretase), 5 — Lagoñillas Grubu (Jura), 6 — Paleozoyik Formasyonları, 7 — İntusif kayalar (Tersiyer), 8 — Doğu kordilyer, 9 — Batı kordilyer.

Arapa-Chupa kayalarının Tersiyer yerine Paleozoyik yaşlı olmalarını gerektirir. Kalınlık 900 m. den fazladır.

**Lagoñillas Grubu:** (Portugal, 1964)

Ammonit faunasına göre Jura yaşlı olan gurup, kireçtaşı, şeyl ve kumtaşından oluşur. Kalınlık 1050 m. den fazladır.

**Titicaca Grubu:**

Sipin, Muni, Huancane ve Moho formasyonları bir grup içinde birleşerek Titicaca Grubu'nu oluşturmuşlardır. Dört formasyonun tip kesitleri de Titicaca gölü kıyısı dolayındadır. Huancane ve Moho tip kesitleri gölün kuzeydoğu, Sipin ve Muni tip kesitleri de kuzeybatı uçlarındadır. Formasyonlar birbirleri ile uyumludur. Bunun yanında Titicaca Grubu'nun taban ve tavanı uyumsuzdur. Kırmızı tabakalar çoğunlukla fakat bunlarla birlikte kireçtaşları da vardır.

**Sipin Formasyonu:** (Newell, 1949). Kireçtaşı genellikle kahverengimsi-gri, fakat Ayavacas kireçtaşına oranla daha açık renktedir. Diyabazik andezit akıntıları (Zambrano, 1965) da görülür. Kalınlık yaklaşık 50 m. dir.

**Muni Formasyonu:** (Newell, 1949). Kırmızı tabakalar çoğunlukta (şeyl, kumtaşı, çakıltası). Bazı karbonatlı tabakalar da bulunur. Kalınlık Puno bölgesinde 350 m. den fazladır.

**Huancane Formasyonu:** (Newell, 1949; Portugal, 1964). Formasyon kırmızı, pembe ve beyaz kumtaşı ve çakıltalarından oluşmuştur. Kuzeydoğu Puno'da birimin tavanına doğru hematit bantları görülür. Formasyon kalınlığı bu bölgede 300 m. dir.

**Moho Formasyonu:** (Newell, 1949; Portugal, 1964) - Formasyon kireçtaşı arakatlı kırmızı şeyl ve kumtaşından oluşmuştur. Kireçtaşı arakatlılarının en sürekli olanı Ayavacas kireçtaşındır. Daha altta görülen diğer kireçtaşlarının Sipin Formasyonu'na olan benzerliği karışıklığa neden olur (Portugal, 1964). Ayavacas Formasyonu 1 m. den kalın tabakalarla masif görünümündedir, fakat toplam kalınlık 30 m. yi geçmez. Ayavacas kireçtaşındaki fosiller Senomaniyen yaşını vermektedir. Bu bilgiler ve Titicaca Grubu yakınındaki benzer birimlerle karşılaştırarak, Newell (1949) adı geçen grubun yaşını Orta Kretase olarak vermiştir. Moho Formasyonu içindeki alçıtaşı Saman yakınlarında işletilmektedir. Bunların stratigrafik konumu büyük olasılıkla Ayavacas kireçtaşının altıdır.

**Putina Grubu:**

Titicaca Grubunun üzerine uyumsuzlukla gelir. Başlıca kırmızı tabaka ve volkanik kayalardan oluşur. Bu ya-

zıda Putina Grubu adı altında birleştirilen bu istif Putina köyü yakınlığında üç formasyona ayrılabilir (Newell, 1949). Portugal (1964) Şekil 1'deki bölgeni batısında bu gruba ilişkin formasyonların tanımını yapmıştır. En eski birimin tabanında trakitler bulunur, fakat bu Cotacucho Formasyonu'nun tamamı pembe kumtaşı ve çakıllardan oluşmuştur. Geç Kretase yaşlı ve bitki fosilli Vilquechico Formasyonu'nun kırmızı geylleri (Newell, 1949) Munani Formasyonu'nun kırmızı kumtaşı ve çakılları ile örtülüdür. Bölgenin batısında Putina Grubu'nun kalınlığı 3640 m. (Portugal, 1964) ve doğuda 2500 m. dir (Newell, 1949).

#### Puno Grubu :

Bölgenin doğusunda açık olarak görülemeyen Puno Grubu, Saracocha Formasyonu'nun kırıntılı çökelleriyle Tacaza Formasyonu'nun volkanik kayalarından oluşur. Portugal (1964) bu grubun kalınlığını 2400 m. olarak ölçmüştür. Newell, batıda Titicaca Grubu'nun üstündeki bütün kırmızı tabakaları Puno Grubu'na koymuş, fakat Portugal, Puno Grubu yakınındaki kırmızı tabakalı istifin alt kısmının Putina Grubu'na ilişkin olduğunu bulmuştur. Puno Grubu'nun Putina Grubu'nu üstleyen kısmının Geç Kretase'den genç olması gerekir. Fakat Titicaca Grubu'nu üstleyen kısım Putina kaynaklarına yanal eşdeğerdedir ve sonuç olarak Geç Kretase yaşlıdır.

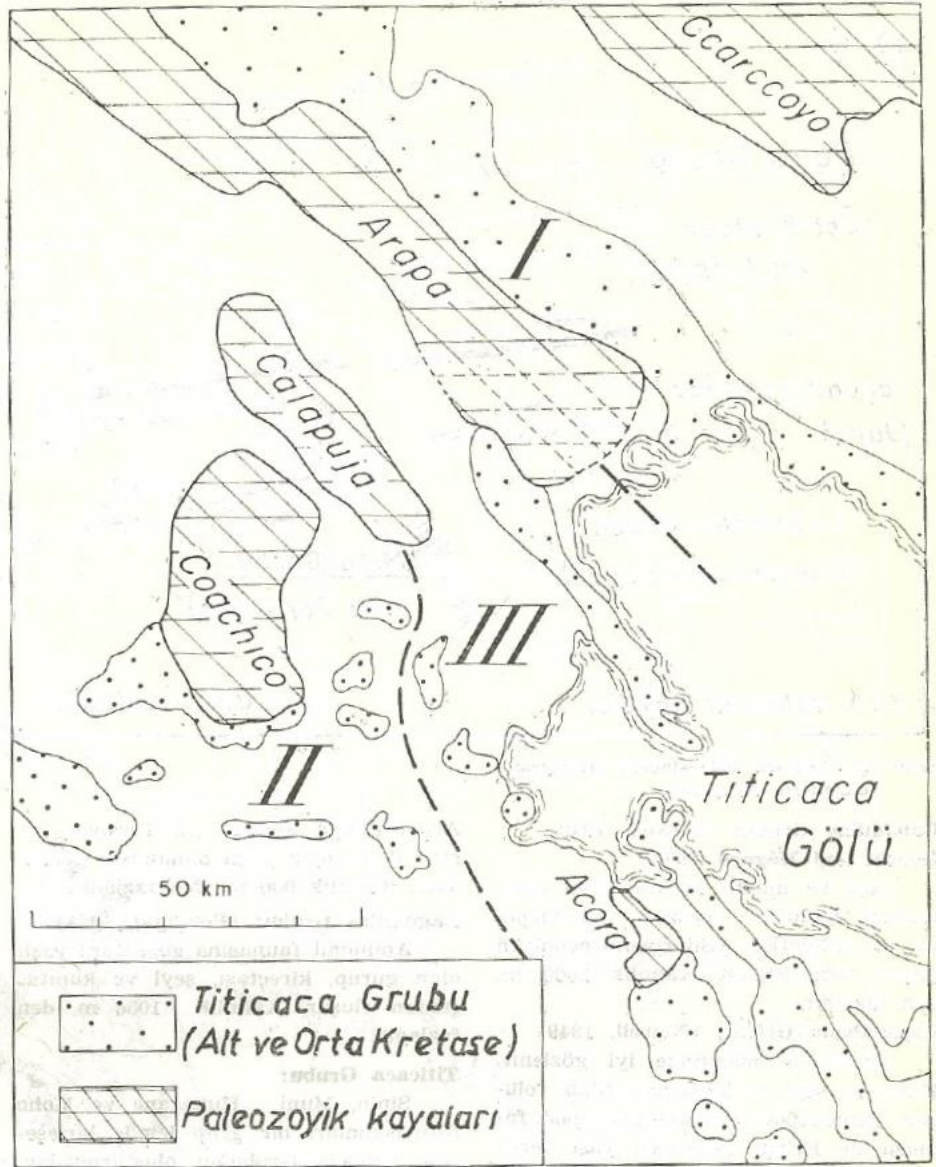
**Sillapaca Formasyonu:** (Portugal, 1964) — Formasyon batı Cordillera'da yontulmuş, daha yaşlı kayaları öten, çoğunlukla yatay andezit ve bazalt akıntıları, tüfler, breşler ve aglomeratlardan oluşur. En fazla kalınlık 400 m. dir.

#### İntrüsf kayalar:

Çoğunlukla küçük hacimli riyolit, diyorit, granodiyorit, monzonit ve diğer ilgili magmatik kayalardan oluşmuştur. Derinlik kayaları arasındaki benzerlik, Portugal'a (1964) göre, bu kütlelerin aynı magmatik kökenli ve büyük bir batolitin kolları olmalarından ötürüdür. Derinlik kayaları büyük olasılıkla Tersiyer yaşta olan Tacaza Formasyonu'nu keserler ve böylece Arequipa yakınlarındaki Geç Kretase yaşlı kıyı batolitin kayalarından daha gençtirler (Jenks, 1948).

#### YAPI

Titicaca gölünün kuzey ucu yakınlığında Titicaca Grubu'nun kayaları, Putina Grubu, Puno Grubu ve



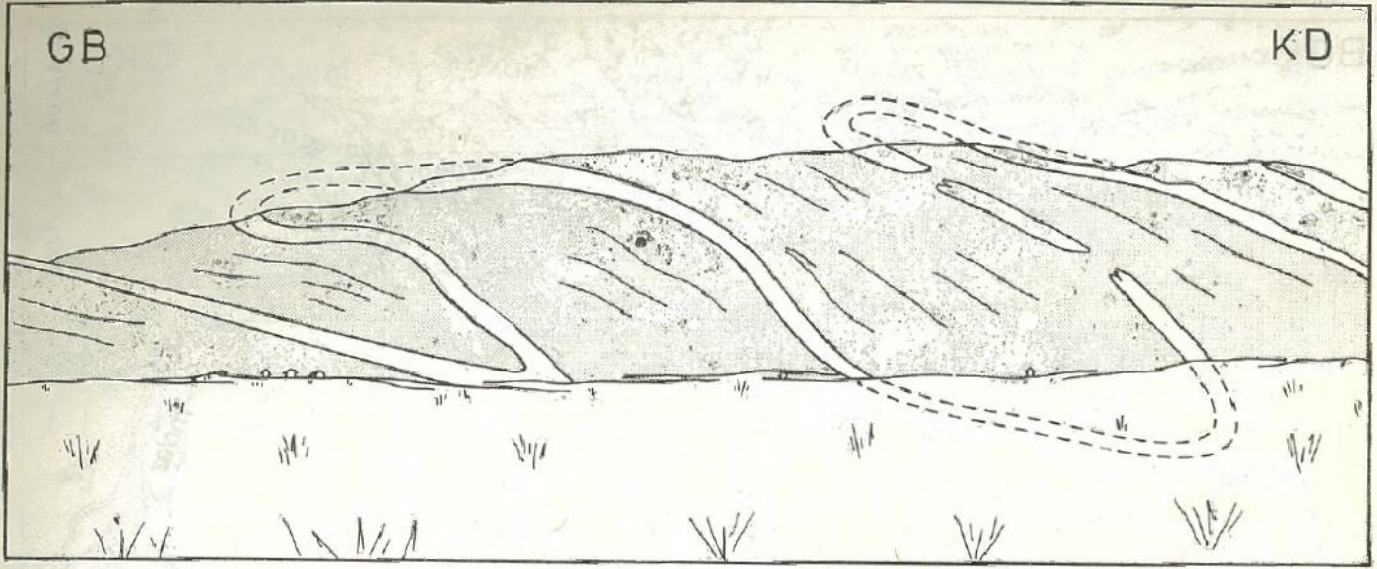
Şekil 3: I, II ve III. yapısal zonların yerlerini gösteren harita.

Paleozoyik formasyonlarına oranla daha çok şekil değiştirmişlerdir. Titicaca kayaları gölün kuzeydoğusunda bir kuşak şeklinde oldukları halde batı ile güneyde daha küçük alanlarda mostra vermişlerdir. Yörede yapısal yönden birbirinden farklı üç zon (I, II, III) ayırdedilmiştir (Şekil 3).

I. zonun özelliği büyük kıvrımların oluşudur. Kıvrımlar kilometrelerce izlenebilir ve kıvrım eksenleri kuzeybatı-güneydoğu gidişlidir. Yer yer izoklinal ve dar olan kıvrımların eksen düzlemleri kuzeydoğuya eğimlidirler (Şekil 4). Üst Kretase yaşlı Putina Grubu çökelleri de kıvrılmıştır, fakat bunlar daha simetriktir. Newell (1949) Titicaca ve Putina Gruplarında gözlenen farklı tektoniğin her iki grubun fark-

lı şekil değiştirme özelliklerinden kaynaklandığını belirtir. Onun, her iki grubun aynı zamanda şekil değiştirdiği varsayımı tam olarak doğru değildir. Büyük bir olasılıkla, I. zondaki Titicaca Grubu, Putina Grubu'nun çökmesinden önce kıvrılmıştır.

II. zondaki kıvrımlar I. zondakilerden kesinlikle farklıdır. Kıvrımları 1 ya da 2 kilometreden fazla izlemek olanaksızdır. Şekilleri değişkendir (Şekil 5). Kıvrımların eksen düzlemleri genellikle eğik fakat dik, yatık ve devrik de olabilirler. Portugal (1964) bu tip kıvrımları, Titicaca Grubu kayalarının, Moho Formasyonu'nun çökmesinden kısa bir zaman sonra, yükselen Coachico masifinden kaymaları şeklinde açıkladı.



Şekil 4: Azangaro'nun kuzeydoğusunda I.zon içinden bir yapı örneği (Yer için Şekil 1'e bakınız). İzoklinal kıvrımlar.

II. zondaki birimler yer yer kaotiktirler. Sedimanter kayaların doğrultu ve eğimleri aniden değişebilmekte ve değişik stratigrafik konumlu birimler üst üste gelebilmektedirler.

III. zonun yapısı II. zonunkine benzer. İkisinde de küçük, şekilsiz kıvrımlar ve kaotik yapı vardır; fakat II. zonda kıvrımlar daha önemli olduğu halde III. zonda kaotik yapı çoğunluktadır. III. zonun kuzey kesiminde kıvrımlar tümüyle kaybolur. Newell (1949) in altiplandaki kabuk sıkışmalarına ilişkin çalışması bu bölgeyi kapsar. Yazar bu zon içerisinde, Puno'nun hemen kuzeyinde küçük bir bölgenin haritasını çıkarmış (Şekil 6-8) ve Pirindeki petrol sahasının yapısını yeniden yorumlamıştır (Şekil 9-13). III. zonun yayılımı bilinmemekle birlikte, çok geniş olma olasılığı vardır. Titicaca gölünün 200 km. kuzeybatısındaki Cusco'da, Yuncaipata kireçta-

şı (Kalafatovich, 1970 tarafından Ayavacas kireçtaşı ile denştirilmiştir.) aynı zamanda kaotiktir ve yapısı göze çarpar bir şekilde III. zona benzerlik gösterir.

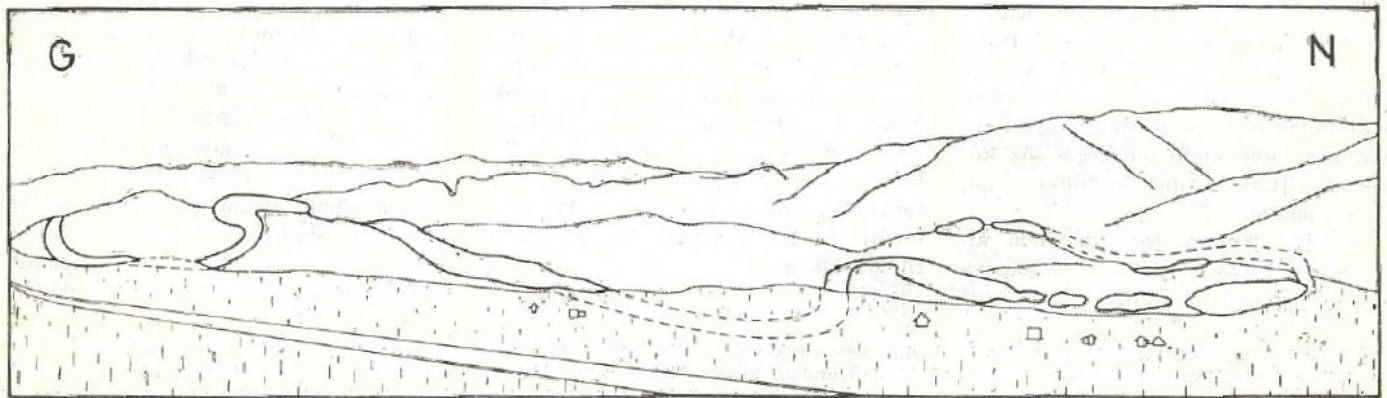
#### Puno Bölgesinin Yapısı:

Puno şehri kuzeyindeki bölgenin (Şekil 6) jeolojik yapısı doğudan batıya açık bir şekilde değişir. Doğuda birimler birtakım özelliklerini yanal olarak korurlar, örneğin Huancane Formasyonu'nun üst kısmındaki bir hematit bandı en azından 2 km. izlenebilir. Hernekadar eksen çizgisi gözlenememiş ise de, büyük bir devrik senklinalin varlığı olasıdır.

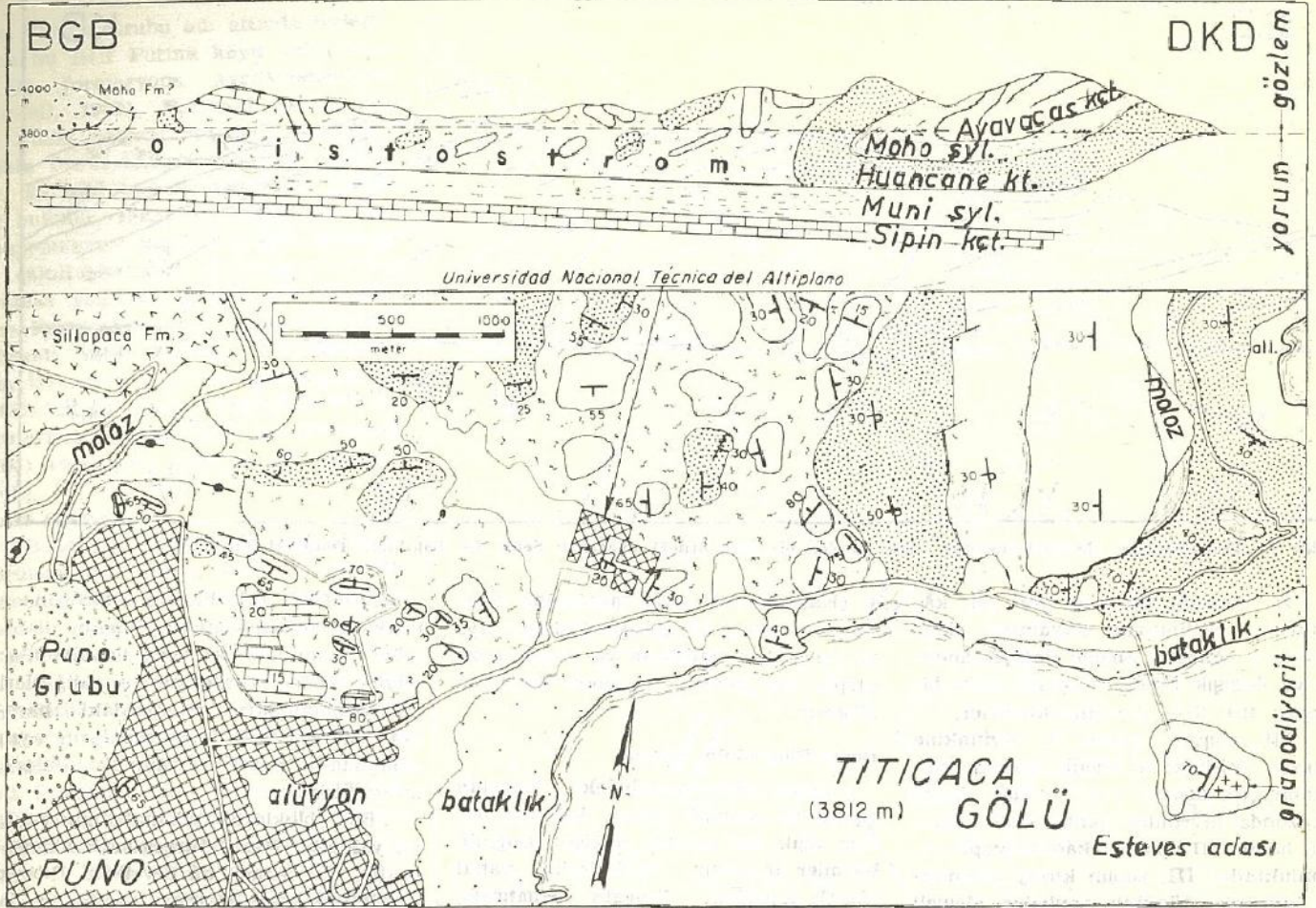
Senklinalin batısındaki yapı tipik bir kaotik yapıdır. Burada Titicaca Grubu formasyonları büyük bloklar şeklinde (50-100 m.) ve yumuşak bir matriks içinde yüzer gibi görünürler. Birbirleriyle yan yana duran bloklar

stratigrafik dik kesitte birbirinden uzaktaki formasyonlara ilişkin olabilirler. Bununla beraber bazı bloklar büyük ölçüde parçalanmış, diğerleri parçalanmamıştır. Bloklardaki hareket zonları, bazı formasyonların aynı zamanda iç deformasyona uğradıklarını gösterirler.

Bazı bloklarda tabakalanma yataya yakındır. Fakat birçoğunda dik, yarı dik, çok azında da devriktir. Bitişik bloklardaki tabakalanma aynı ya da tamamen farklı doğrultu ve eğime de olabilir (Üniversite binasının doğu ve batısındaki Ayavacas bloklarında görüldüğü gibi). Bitişik bloklardaki doğrultu ve eğim benzerlikleri büyük bir bloğun son hareketinden hemen önce parçalara ayrılmasının sonucu olabilir. Bunun yanında doğrultu ve eğim farklılıklarının olması bu parçalanmanın çok önceden olduğunu gösterir. Blokları saran matriks en iyi bir şe-



Şekil 5: Juliaca'nın güneybatısında II. zon içinden bir yapı örneği (Yer için Şekil 1'e bakınız). Ayavacas kireçtaşının düzensiz kıvrımları.



Sekil 6: Puno bölgesinin jeolojik harita ve kesiti. Kesitteki gözlem ve yorum arasındaki farklılığa dikkat ediniz. Bu haritanın topografik temeli, Universidad Nacional del Altiplano'dan Julia Velazco tarafından temin edilen 1/20000 ölçekli hava fotoğraflardır. Olistostrom bloklarındaki eğimler hangi blok devrildiğini göstermektedir. Açıklama için, enine kesitteki stratigrafik birimlere bakınız.

kilde çakıl ocağında ve Üniversite arkasındaki yarımada görülmektedir. Bu Matriks çok küçük taneli ve değişik renkli geyl, kumtaşı, kireçtaşı kırıntıları ve büyük çakıllardan oluşan bir breşdir. Büyük çakılların boyu 12 m. ye ulaşabilmektedir. Breş içinde büyük çakıllardan küçüklerle bir geçiş söz konusudur. Tabakalanma kesinlikle görülememektedir.

Harita alanının batı kısmında kireçtaşı ve kumtaşı blokları Sillapaca Formasyonu'nun bazaltları ve Puno

Grubu'nun iri taneli kumtaşları tarafından örtülürler (Şekil 7). Uyumsuz dokanağın birkaç metre üstünde yer alan Puno Grubu'na ilişkin kumtaşları, Titicaca Grubu'nun çakıltaşlarından türemişlerdir. Andezit çakılları dokanaktan 30 m. üstte boldur.

#### Puno Bölgesinin Yorumu:

Puno bölgesindeki bloklar, buldukları bölgeye ilişkin bloklara benzemektedirler. Başka bir deyişle ekzotik olmayıp yerlidirler (Berkland ve diğ., 1972). Bloklar "taneli, genel olarak makaslanmış bir matriks ve onun içine yerleşmiş çeşitli boyutlardaki inkluzyonlardan oluşan... haritalanabilir. Bir birimin bir bölümüdür. Böyle bir birim Berkland ve diğ. (1972) tarafından melanj olarak adlandırılmıştır ve daha sonra III. zonun kaotik kayalarına Titicaca melanjı adı verilmiştir.

Titicaca melanjı bana kuzey Apenin'lerdeki büyük olistostromu hatırlatır. Olistostrom terimi (Flores, 1955; Abbate ve diğ., 1970) İtalya'da bir bütün oluşturan kayalardan parçalanma, kayma ve akma ile türeyen çakıltaşı ve breşler için kullanılmıştır. Kuzey Apeninler'de, olistostromlar tektonik etkinliğin fazla olduğu bir ortamda çökeldiklerinden çoğu zaman büyük napların öncüleri olarak kabul edilmişlerdir (Elter ve Trevisan, 1973). Sahara platformu gibi tektonik açıdan sakin bir ortamdaki kayma breşleri de olistostrom olarak adlandırılmıştır (Beuf ve diğ., 1971). Sahara ve Apeninler'in ikisinde de olistostromlar denizaltında oluşmuşlardır. Hemen hemen tümü alttan ve üstten denizel çökellerle sınırlıdır. Fosilleşmiş heyelanlar (aşınmaya uğramadan) olistostrom olarak adlandırılabilir ve Titica-

(1) Melanjın tanımını gereksiz yere sınırlandırdığı için Berkland ve diğ. (1972) nin tanımında "yabancı=exotic" ve "yerli= native" sıfatları kullanılmıştır. Puno'da bloklar yerli olduğundan, kaotik birimler "kırılganmış formasyon" olarak (sf. 2296), bunun yanında Pirin bölgesindeki kaotik birimler içinde hem yabancı hem de yerli bloklar olduğundan melanj olarak adlandırılmıştır. Esas olarak aynı birim için iki farklı terim kullanmaktan kaçınmak amacıyla Berkland ve diğ. (1972) melanj tanımından "yerli" ve "yabancı" sıfatlarını çıkarmışlardır.



Şekil 7: Puno'nun kuzeyinde, Titicaca Grubu'nun kumtaşları ile Puno Grubu'nun çökel kayaları arasındaki uyumsuz dokanak.

ca melanji bu tip melanjlara bir örnektir.

Titicaca melanji, Titicaca Grubu'na ilişkin katılaştırılmış birimlerin parçalanması ve bu kayaların gravite etkisi altında kayması sonucu oluşmuştur. Bunda dış kaynaklı bir kuvvetin etkisinin, örneğin bir bindirmenin olanaksız olduğu düşünülmelidir. Kaymadan önce yeterli eğimi olan bir yamaç oluşmalıdır. Bu topografya yalnız Titicaca Grubu'nun kayması ile değil aynı zamanda aşınma ve sonradan Puno Grubu'nun çökmesi ile bozulmuştur. Titicaca Grubu'nun en genç kayaları sığ deniz ve Puno Grubu'nun kıvrımlı kayaları karasal kökenlidir (Newell, 1949; Portugal, 1964). Kaymaların nedeni olan farklı düzey hareketler deniz düzeyine göre yukarı doğrudur. Sığ denizel Moho Formasyonu'nun çökmesinden sonra yukarı doğru olan hareket Titicaca melanjinin bir heyelan veya yukarıda tartışılıp kanıtlandığı gibi bir olistostrom olduğunu ortaya koyar.

Puno bölgesinde, melanjin (olistostrom) ne kadar uzağa hareket ettiğini belirleyen herhangi bir belirti yoktur. Bununla beraber tamamen farklı stratigrafik düzeylerden geliş blokların yan yana olan durumları, hareketin en az birkaç kilometre olduğunu gösterir. Batıdaki yaşlı birimlerden türeyen bloklardan ve de, olistostrom ile eğer jenetik bir ilgisi varsa, senklinalın durumundan bu hareketin doğuya doğru olduğu anlaşılır. Puno bölgesine bugünkü durumunu kazandıran olayların sıralanışı Şekil 8'deki gibidir.

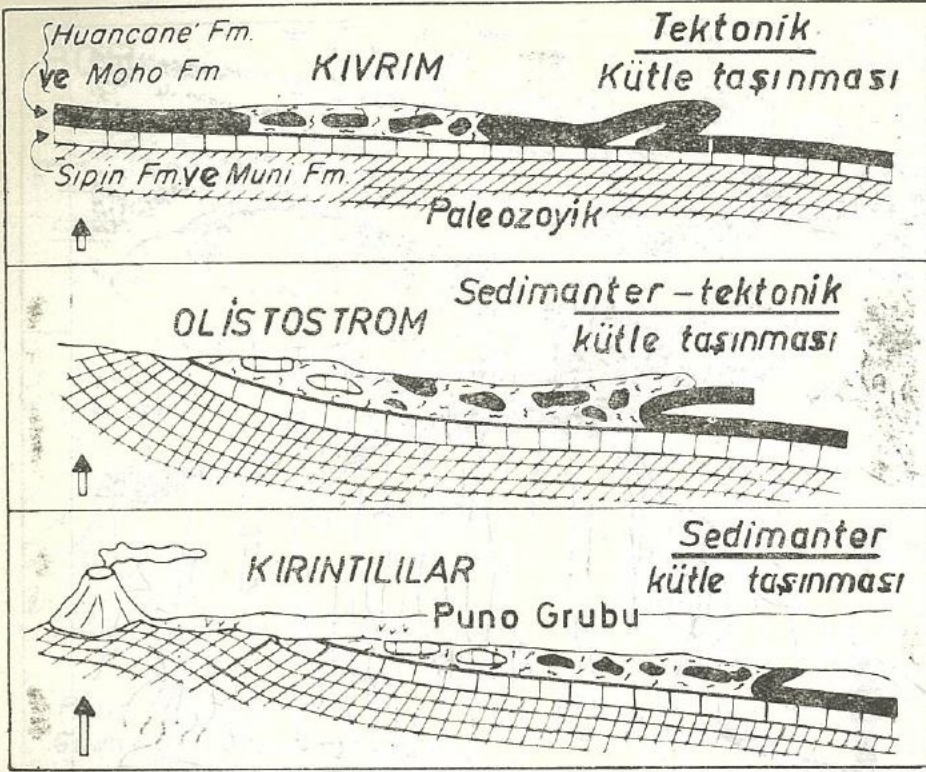
Kıvrımda, bir bütün oluşturan kütle, olistostromda ise parçalanmış bir kütle taşınması sözkonusudur. Puno Grubu'nun çökel kayaları parçalanmanın ileri bir evresini temsil ederler ve bir sed. manter-kütle taşınmasının ürünüdürler. Kıvrım, tektonik taşınma sürecinde; olistostrom ise sedimantertektonik taşınma sürecinde oluşmuştur. Çökellere, içindeki ana bileşenlerin boyutları ve parçalanma derecelerine göre isim verilir. Hiç parçalanmamış olanlarla son derece parçalanmış olanlar arasında bir süreklilik söz konusudur. Böyle bir süreklilik

uzun yıllar boyunca gravite tektoniğinin öncüleri, bu arada özellikle Van Bemmelen (1954) tarafından savunulmuştur.

Gravite tektoniği nedeniyle olan kütle yer değiştirmesi ile sedimenter olaylar sonucu oluşan kütle yer değiştirmesi arasındaki farklılık ölçeğe bağlıdır. Dıştan bir kuvvetle itilen kütle graviteye bağlı olarak yerleşmemiştir ve bunun sonucu, oluşum açısından sedimenter birimlere bir geçiş göstermez. Dış kuvvete bağlı olarak oluşan doku, kuvvetle orantılıdır. Gravite nedeniyle kütle yerleşiminde bileşenlerin genellikle bağımsız hareketlerinden ötürü doku çok kaotik olacaktır. Titicaca melanji böyle bir olay sonucu oluşmuştur.

#### Pirin Bölgesinin Yapısı

Pirin yakınlarındaki bir petrol sahasını geliştirme çalışmalarına 1875 yılında başlanmış ve bu çalışmalar 1944'e kadar sürmüştür. Sahanın toplam petrol üretimi Newell (1949) e göre düşük olup, yaklaşık 37500 tondur. Bu bölgenin, jeologların ilgisini çekmiş olmasının nedeni belkide topografik olarak dünyanın en yüksek petrol sahası olmasındandır. Kuyular-



Şekil 8: Puno bölgesinden geçen türümsel (genetic) kesitler.

dan birisinin deniz düzeyinden yüksekliği 3991 m. dir.

Petrol aramaları sırasında bölgede çalışan jeologlardan birçoğu bulgularını yayınlamıştır (Cabrera La Rosa ve Petersen, 1963; Heim, 1947, 1948; Newell, 1946, 1949) ve ayrıca Peru'da çalışan bir Fransız jeolog grubunun bir harita ile bir enine kesit üzerindeki çalışmaları bulunmaktadır (Chanove ve diğ., 1969). Pirin bölgesinin yapısal yorumu çeşitlidir. Yukarıda belirtilen çeşitli yayınlardan alınan ve aynı yerden geçen üç yorumsal enine kesiti birbiriyle karşılaştırmak olanaklıdır (Şekil 9 ve 10). Şekil 9 a, b, c deki kesitler birbirinden ve benim yorumum olan Şekil 9d den çok farklıdır.

Heim'e göre (Şekil 9a), Pirin bölgesinin yapısal durumunu açıklamak için blok faylanması dışında büyük bir tektonik hareket düşünmek gereksizdir. Önemli bir aşınmadan sonra Tersiyer yaşlı Sipin kireçtaşı gökeltmiştir. Newell (Şekil 9b) Alt Kretase yaşlı Aya-vacas kireçtaşı birbirinden ayırdı ve Paleozoyik yaşlı kayaların diğer genç birimler üzerine gelmesini kıvrımlanma ve kuzeydoğuya doğru bir itilmeyle açıkladı. Pirin bölgesinin karmaşık

yapısını, yapısal jeoloji uzmanı Heim stratigrafik olarak açıklarken, stratigraf olan Newell'in tektonikle açıklaması ilginçtir.

Chanove ve diğ. (Şekil 9c) kıvrımların kilometrelerce uzunlukta ters katanlarının olduğunu kabul etmekte ve tektonik taşınmanın kuzeydoğu yerine güneybatıya doğru olduğunu öne sürmektedir. Pusi yakınlarındaki dik fay ikincil bir tektonik faz sonucu olmalıdır. Pirin'deki birim, yumuşak bir matriks ve içinde doğrultu ve eğimleri çok değişken olan büyük bloklar yönünden, Puno'daki birime benzer. Newell'in jeolojik haritasına göre, bir yerde kıvrımların eksen çizgileri biliniyorsa blokların konumları saptanabilir (Şekil 11). Tek bir blok içindeki tabaka doğrultu ve eğimi genellikle değişmez, fakat bir bloktan diğerine ani değişiklikler görülür. Puna birimlerinin devrilliklerine neden olabilecek herhangi bir fay gözlenmemiştir (Şekil 12).

#### Pirin Bölgesinin Yorumu:

Puno bölgesinde olduğu gibi, burada da kıvrım ve faylanmanın yokluğu ve kaotik yapının varlığı bize bir melanjın (olistostrom) söz konusu olduğunu gösterir. Paleozoyik ve Alt Kretase yaşlı birimlerden (exotic bloklar

tepelerde ve daha genç bloklar vadilerde) birleşit istif terslenmesi vardır. Bu durum, Batı Alpler'de Debelmas ve Kerchkove (1973) ve Lemoine (1973) tarafından saptanan terslenmeye benzer. Adı geçen yazarlara göre, genç birimlerin kayması yaşlıların kaymasından daha önce olur ve sonuçta kısmen terslenmiş bir istif ortaya çıkar. Puno Grubunun kalın kırıntılı birimleri Pirin bölgesinin farklı fakat sürekli yükselmesi sonucu gökeltmişlerdir (Şekil 13). Çökeltme kesiklidir. Pirin bölgesinin doğusunda (Şekil 10), kaotik kayalar Puno Grubu birimlerinin içine birkaç kez kayarak ardalanma oluşturmuşlardır. Bu da bize Puno Grubunun ilk birimleri çökeltirken basen kenarlarında önemli bir röliyefin olduğunu gösterir.

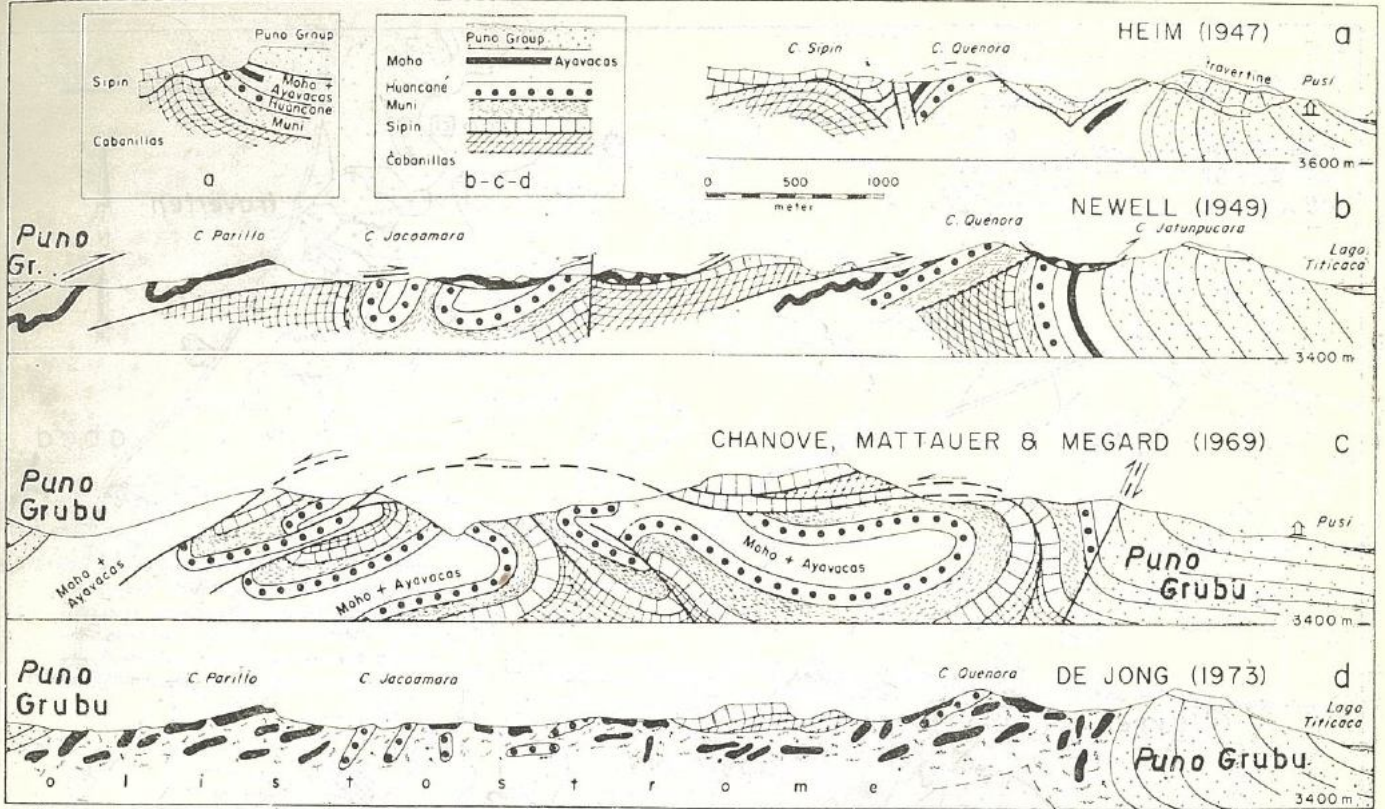
Bununla beraber Puno Grubunun gökeltmesinden önceki ve sonraki tektonikte bir karışıklık olmuştur (Portugal, 1964). Güney Peru'daki kıvrımlar, olistostrom ve Puno Grubunun kalın, kırıntılı istifi altiplanonun II. ve III. zonlarındaki esas tektonik hareketlerle ilişkilidirler. Her üçü farklı düşey hareketler sonucu oluşan bir röliyefin aşınması sonucu oluşmuştur. Bu düşey hareket kuzey altiplanonun ana orojenik hareketidir. Söz konusu hareketlere bağlı olarak, bir açılma uyumsuzluk yerine (Steinmann, 1929; Neuell, 1949; Portugal, 1964) sedimenter ve tektonik kökenli kalın bir istif oluşmuştur. Bu orojenezin uyumsuzluklar yerine bazı depolanmalarla singelendiği birçok jeolog tarafından vurgulanmıştır (Price, 1973).

#### Amargosa Karmaşığı (Chaos): Melanj (Olistostrom) ?

Başka yerde Titicaca melanjına benzer bir gökeli ararken, Kaliforniya'da Death Valley yakınlarındaki Amargosa karmaşığı dikkatimi çekti (L.H. Lattman, sözlü görüşme). Drewes (1963) Amargosa kütlesini aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

— Kaotik bloklar büyük boyutlu olup rastgele serpilmişlerdir, fakat herbiri kendi içinde bir bütün oluşturur. Yan yana duran bloklar, birbirinden çok uzakta olan formasyonlardan türemiş olabilirler. Tabakalanma doğrultu ve eğimi bloktan bloğa büyük oranda değişebilir. Blokların birçoğu kendi içinde parçalanmış değildir, fakat bazı kuvarsit ve dolomit blokları parçalanmış ve sonra yeniden birleşerek ilk dayanıklılıklarını kazanmışlardır.





Şekil 9: Pirin bölgesinden geçen ve dört farklı yorumu yansıtan kesitler (Gerth, 1955, Şekil 26'dan). a) Heim (1947, 2. levhadaki 5. kesit); b) Newell (1949, 21. levhadaki D. kesiti); c) Chanove ve diğerleri (1969, Şekil 1); d) Yazarın görüşü.

Bu tanım gerçekten Titicaca olistostromunun tanımına benzer.

Titicaca gölü yakınındaki kaotik kütle ile Amargosa karmaşığı (chaos) arasındaki fark matriks-blok oranındadır. Peru'da matriks çoğunlukta ve bloklar bu matriks içinde yüzmektedir. Buna karşılık Death Valley bölgesinde, bloklar arasındaki matriksin genişliği birkaç metreden azdır (Drewes, 1963). Eğer Amargosa karmaşığının bir kısmı kırıklanmış şeyleri ("blok") matriks olarak kabul edilirse (Noble, 1941) her iki kaotik kütledeki matriks-blok oranı birbirine yaklaşır. Titicaca ve Amargosa karmaşıklarının herikisi de yarıkarasal bir ortamda depolanan çökel ve volkanitlerle örtüldüler. Bunlar daha sonra magmatik kayalarla kesilmişlerdir.

Amargosa karmaşığının yapısı, kompresyon faylanması (bindirme fayları, Noble, 1941), tansiyon fayları (dik faylar, Wright ve Troxel, 1969, 1973), doğrultu atımlı faylar (Drewes, 1963) ve heyelanlarla (Sears, 1953;

Bucher, 1956; Hunt ve Mabey, 1966) ilgilidir. Titicaca melanjı ile Amargosa karmaşığı arasındaki benzerlikten ötürü Amargosa karmaşığının da heyelanlar oluşmuş bir melanj olduğu söylenebilir.

#### SONUÇLAR

1) Güney Peru altiplanosunda, yapısal özellikleri farklı üç zon ayırılabilir (Şekil 3). I. zondaki büyük, bakımsız ve yer yer izoklinal kıvrımlar, Titicaca Grubuna ilişkin Alt ve Orta Kretase yaşlı formasyonların yerlerinden ayrılarak kaymaları sonucu oluşmuşlardır. Temeli oluşturan kayaların kıvrımlanmaya katılmamış olmaları bize kıvrımlanmanın kayma sonucu oluştuğunu göstermektedir (gravite tektoniği).

2) II. ve III. zonların yapıları birbirine benzer. II. zonu niteleyen düzensiz kıvrımlar, Titicaca Grubunun çökmesinden hemen sonraki kayma olayına bağlıdır (Portugal, 1964). III. zonu niteleyen karmaşık yani melanj, heyelanla oluşmuştur.

3) III. zondaki melanj (olistostrom) ve onun üzerine gelen Puno Grubu kırıntıları, farklı düşey hareketler

sonucu ortaya çıkan topografyanın aşınması ile ilişkilidirler. Olistostrom, çökel kayalarla tektonik kıvrımlar arasında bir geçişi simgeler. Sedimanter ile tektonik arasındaki fark, yer değiştiren kütle elemanlarının boyutlarından kaynaklanır.

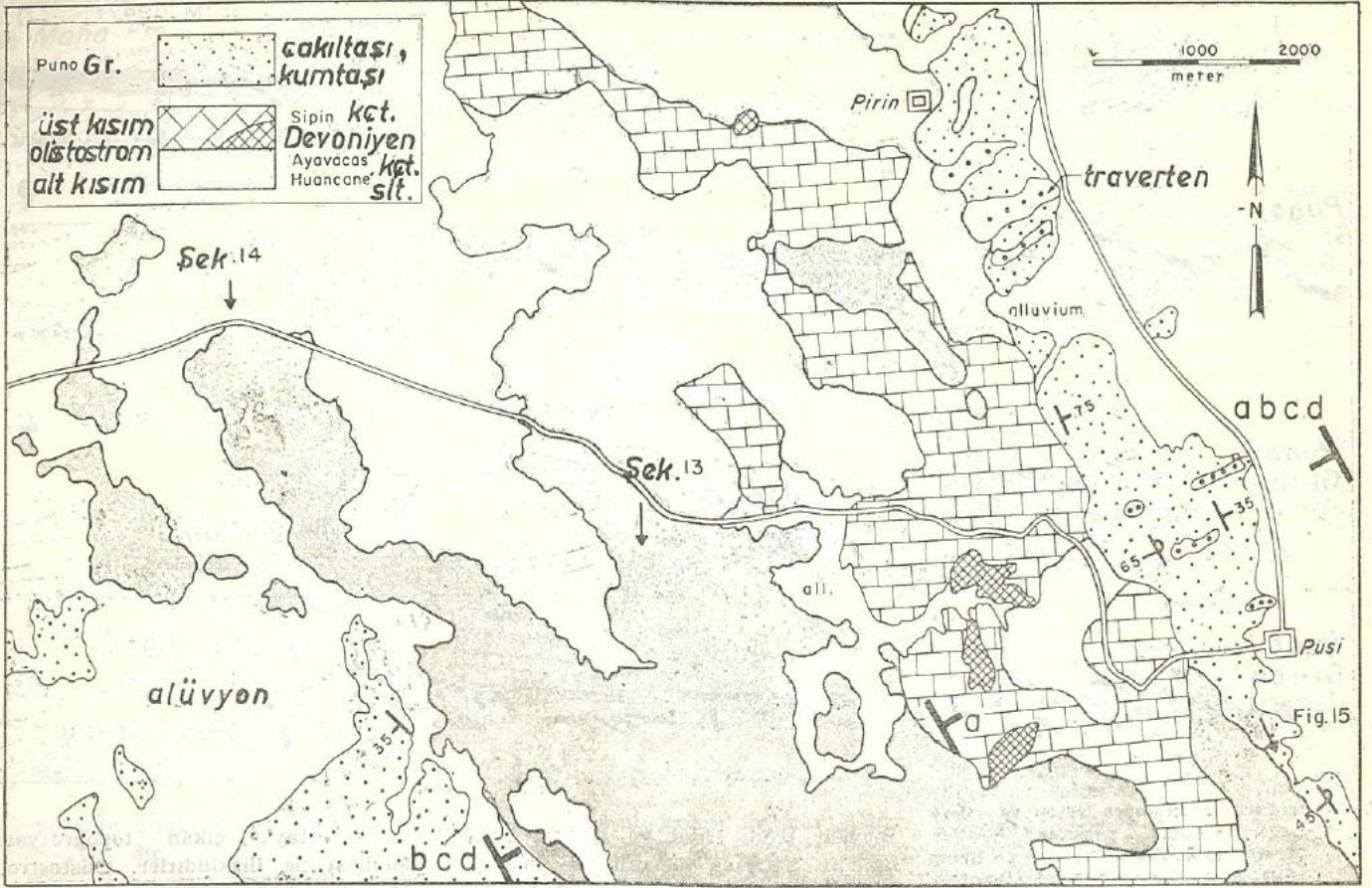
4) Pirin bölgesindeki petrol aramaları yanlış bir yapısal yorum üzerine yapılmıştır. Petrol üretiminin düşük olmasının nedeni de olasılıkla olistostrom içindeki bir bloktan üretim yapılmasındandır.

5) Güney Peru'daki esas orojenik hareketler düşeydirler. Bunlar, altiplanoda açıl uyumsuzluk yerine, melanj (Olistostrom) ve kırıntılı çökelilerin oluşumuna neden olmuşlardır.

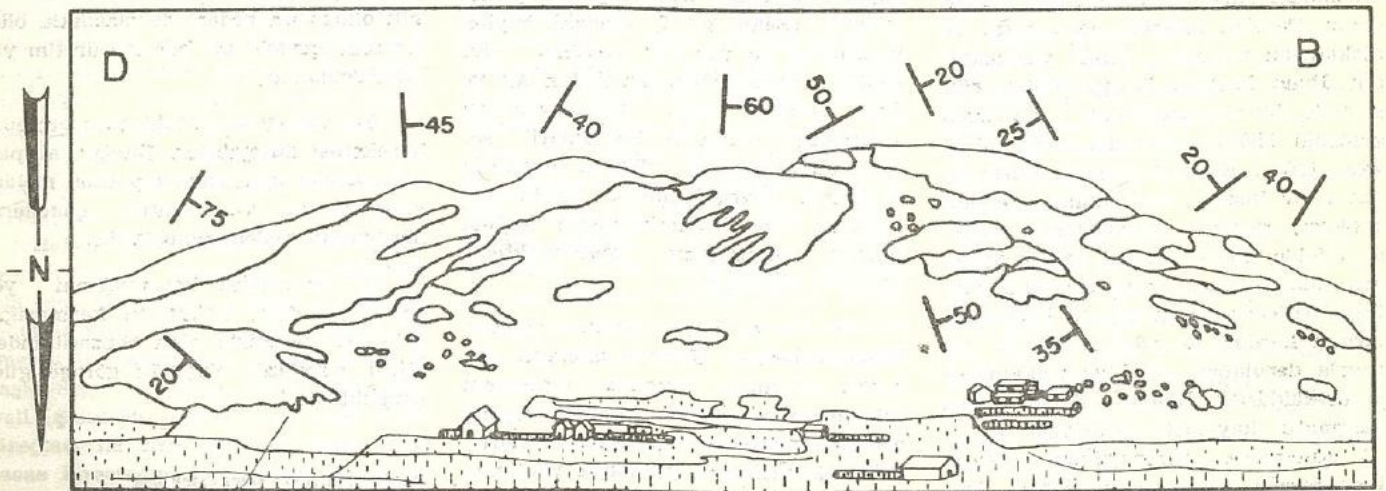
6) Amargosa karmaşığının yorumu çeşitlidir. Fakat bu karmaşığın Titicaca melanjına olan benzerliğinden ötürü, heyelanla oluştuğu görüşü güçlenmektedir.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

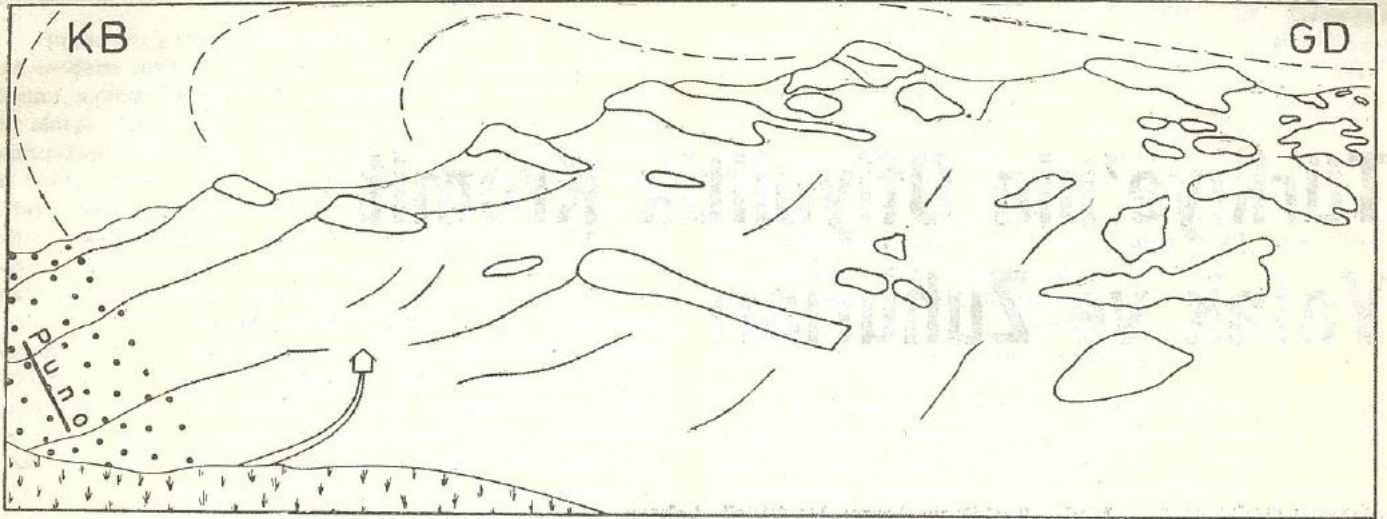
Listesinin uzun olması nedeniyle buraya aktarılmamıştır. AAPG, 1974, 58, 4, 740 a bakılabilir.



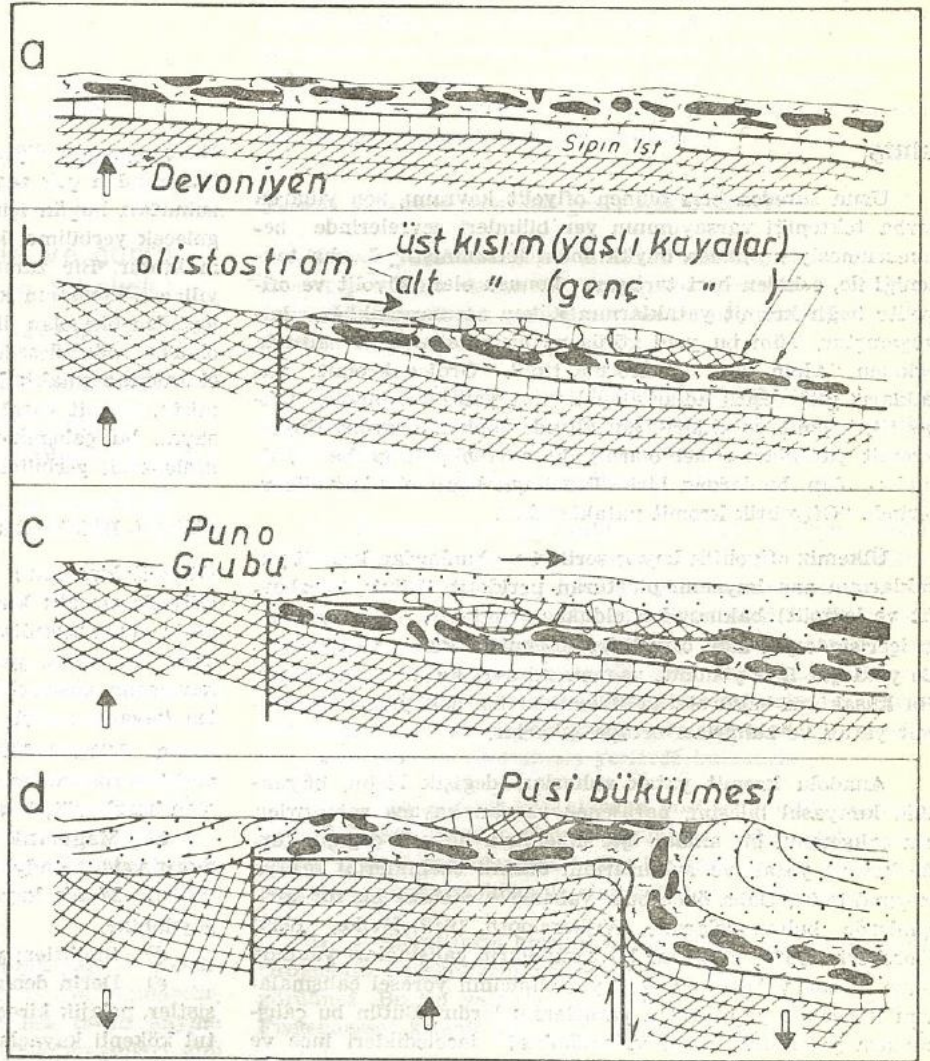
Sekil 10: Pirin bölgesinin jeoloji haritası. Newell'in (1949) 1/30000 ölçekli jeoloji haritasından yeniden yorumlanmıştır. Sekil 9 daki kesitlerin yerlerine dikkat ediniz.



Sekil 11: Pirin bölgesinde Olistostromun (melanj) alt kısımlarındaki Ayavacas kireçtaşının blokları. Doğrultular kuzey okuna göre çizilmiştir. Yer için Sekil 10'a bakınız.



Şekil 12: Pusi bükülmesinde Puno Grubuna ilişkin gökel kayaların devrik durumları; topografik olarak olistostromun altında, fakat stratigrafik olarak üstünde. Şekil 2'yi Newell (1949)' in Levha 8'i ile karşılaştırın.



Şekil 13: Pirin bölgesinden geçen türümse kesitler.

**Cordillera:** İki büyük düzlüğü birbirinden ayıran oldukça uzun ve geniş dağ zinciri özellikle Kuzey Amerika'daki Kayalık Dağlar ve Güney Amerika'daki And Dağları için kullanılır.  
**Altiplano:** Dağ zincirleri arasında yer alan geniş ve yüksek düzlüklere verilen ad, yüksek plato.