

## DERİN SİSMİK KABUK ETÜTLERİNİN YAPILMASI: KALABRIA (İTALYA) ÇALIŞMASI

### Deep Seismic Crustal Studies: Case Study From Calabria (Italy)

Günay ÇİFÇİ\*, Mustafa Ergün\* ve R. NICOLICH\*\*

#### ÖZET

Moho süreksizliği dünyanın her tarafında kırılma ( $P_n$ ) geniş-açılı yansıma (PmP) fazlarından ve patlatmalı kaynaklardan düşeye-yakın yansımalar ile sismoloji verilerinden betimlenebilir. Genelde  $P_n$  ve PmP evreleri kullanılarak saptanan Moho alt kabuk ile üst manto arasındaki basit hız süreksizliği olarak yorumlanır. Düşeye yakın yansıma profilinde, Moho daha karmaşık olarak görülür. Yansıma verilerinin yorumunda Moho'nun bir geçiş zonundan oluştuğu ve yanıl olarak değiştiği gözlenmektedir. Frekans içeriği, geliş açıları, alıcı aralığı ve veri işlemedeki farklılıklar tipik Moho modelleri için bile düşeye yakın yansıma ve geniş açılı yansıma-kırılma çalışmalarının yorumlarının farklı olmasına yol açabilir.

Sismik kabuk çalışmalarında; yöntemlerin çok pahalı olması nedeniyle çalışılan bölgenin önceden ayrıntılı olarak jeolojik yönden incelenmesi gerekmektedir. Burada, Sismik kabuk çalışmalarının genel özellikleri verilirken, düşeye yakın yansıma örnek olarak Calabria Kabuk Çalışmasının önemli noktalarına değinilecektir. 30 km uzunluğundaki derin sismik profil, Serre dağlarında (Güney Calabria, İtalya) tamamen açığa çıkmış olan alt kabuk üzerinde yerinde jeofiziksel özelliklerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kırılma ve yansıma verilerinden saptanan sismik hız değerleri varolan petrofiziksel laboratuvar değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Sismik veriler 30 km'lik sismik hat boyunca, 3 bileşenli alıcılar (4.5 ve 10 Hz jeofonlar) kullanılarak

#### ABSTRACT

The Moho discontinuity has been recognized worldwide from refracted ( $P_n$ ), wide-angle reflected (PmP) phases and near-reflections from explosive sources and earthquakes data. Studies utilizing  $P_n$  and PmP arrivals have generally interpreted the Moho to be simple discontinuity in velocity between lower crust and upper mantle. Deep seismic reflection profiling data have shown that the near-vertical reflection signature of the Moho is more complex. The reflection data have been interpreted to indicate that the Moho consists of a transition zone and that it is laterally variable. Differences in frequency content, angle of incidence, station spacing and processing methods in seismic methods can lead to disparate interpretations from near-vertical reflection and wide-angle studies from data sets even for identical Moho models.

Since the crustal seismic investigations are very expensive and cumbersome, the selected survey must have a very good geological control. Very important points are explained with Calabria Seismic Study, while giving general characteristic of seismic crustal studies. A deep seismic profile with 30 km length was set to investigate in-situ geophysical properties of a nearly complete exposed section of lower crust, in the Serre Mountains (South Calabria, Italy). Seismic refraction and reflection data of the lower crust with the existing laboratory petrophysical data have been calibrated.

The data have been recorded using three component station (4.5 and 10 Hz. geophones) along a 30 km line, with 80 m spacing between two stations, and

\* DEÜ Müh. Fak. Jeofizik Müh. Böl., Bornova, İzmir.

\*\* Università degli Studi di Trieste, Ingegneria per le Georisorse e L'Ambiente, Trieste-Italy.

iki alıcı noktası arası uzaklık 80 m, 9 atış noktası ve maksimum offset zaklığı 43 km olmak üzere (güneyden atış noktası 1,14 km offset) kayıt edilmiştir. Yansıma katlaması 1 ile 6 arasındadır. Kayıt uzunluğu 30 sn, örnekleme aralığı da 2 ms'dir. Sismik yansıma verisi standart sayılabilecek bir veri işlem sırasıyla yapılmıştır.

Elde edilen bilgiler: anisotropi (bunun için değişik temel jeolojik birimlerde ana sismik hatta dik 4 kisa profil kayıt edilmiştir), litolojik birimlerin yansıtıcı özellikleri ve alt kabuk ile Moho'dan gelen derin yansımalarıdır. Yüzeylemiş alt kabuk kesitinin bazı jeolojik birimler de anizotropi %10 civarında elde edilmiştir. Değişik tabakalar sıfır açılımlı sismik kesitten belirlenmiştir. Bir düşük hız tabakası (LVZ) güneye doğru yaklaşık 1.5-4.5 s arasındadır. Kabuk-başkalaşmış moho sınırını güneye doğru eğimli olarak 7 s civarında, 6.5-8 s TWT'e karşılık olarak 19-24 km derinliktedir.

shot point with a maximum offset of 43 km (farrest shot point I is offset by 14 km to the end of profile). Reflection coverage ranges from 1 to 6. The recording length is 30 s, the sampling rate is 2 ms. Seismic reflection data were processed with a nearly standard processing sequence.

It was expected to obtain information concerning: the anisotropy (four transversal short profiles have been recorded on the main petrological units for this purpose); The reflectivity characteristics of the lithological units; and the deep reflections from the recently generated lower crust and the Moho discontinuity. The anisotropy was obtained to be about 10% different compared with petrological units. Different layers were identified from the zero-offset section. A low velocity zone (LVZ) is about 1.5-4.5 s TWT towards the south. The crust-differentiated moho boundary, which dips to the South, can be seen around 7 s, in between 6.5-8 s TWT corresponding to 19-24 km depth.

## GİRİŞ

Derin kabuk çalışmaları ile yeraltının 30-40 km derinliğe kadar olan kısmının ve bu arada var olan süreksizliklerin saptanmasında sismik yöntemler bütün dünyada yaygın olarak ve başarıyla kullanılmaktadır. Dünyada, özellikle gelişmiş ülkelerde kabuk projelerini gerçekleştiren COCORP, CROP, DEKORP, ECORP, BIRPS gibi gruplar vardır. Bunlardan bazıları çalışmalarına 1940'lı yıllarda başlamışlardır (Giese ve diğ. 1976., Yılmaz 1976, Nicolich 1987).

Kabuk tabanında yanal olarak sürekli, alt kabuk ile üst manto arasındaki hızlarda görülen basit süreksizlik Moho olarak yorumlanır. Derin sismik yansımalarda Moho'dan gelen yansımaların daha karmaşık olduğu görülür. Bu verilerde Moho, geçiş zonu olarak yanal yönde değişim gösterirken, bazende süreksiz, yüksek oranda lamineleşmiş ve/veya düşük hız zonu olarakta bulunabilir. Kırılma profilleri (hız ve kabuk kalınlığına bağlı olarak) 150 km den uzun seçilebilir. Kabuk ve Moho kalınlığının saptanması hızlarla bağlantılıdır. Kayıtlarda; Pn genlikleri, PmP geniş açılı yansıma genliklerine göre daha küçük genlikli olarak gözlenir. Genelde hem Pn, hemde PmP evrelerinin varışlarında yanal uyumluluk görülür. Geçiş zonunun doğrusal gradyenli veya çok az değişen bir hız modeli olması durumunda Moho yansımaları görülemeyebilir (Braile and Chiang 1984). Yüzeylemiş alt kabuk kesitinin karmaşıklığı derin yansıma verilerinin işlenmesi ve yorumunda, zaman gecikmelerine dolayısıyla hız değişimlerine neden olur ve statik düzeltme problemleriyle karşılaşılır. Arazi kayıtlarından ve veri-işlemede oluşacak güçlüklerin yanında karmaşık hız

yapısı, hatalı yığıma hızları, yüksek gürültü seviyesi gibi nedenler görünür uyumsuzluğa ve derin yansımaların bulunamamasına yol açar. Bunların sonucunda da kabuk yapısı ve Moho tam olarak yorumlanamaz.

Alpin-Akdeniz bölgesi, geniş bir deformasyon alanı olarak Afrika plakasının Avrupa'ya yaklaştığı bir bölgedir (Philip 1988). Kalabria bölgesi Apenninler'in en güney parçası olarak Sicilya-Mağrip dağ zinciri arasında yer almıştır. Güney Kalabria'nın önemi, Kuzey İtalya'daki Ivrea zonu gibi alt kabuğun değişik tektonizmalar sonucu yüzeylendiği bir bölge olmasından kaynaklanmaktadır. Kalabria-Serre bölgesinde alt kabuk açığa çıktığı alan 400 km<sup>2</sup> büyüklükte ve 7-8 km kalınlıktadır. Petrolojik (Shenk 1984 ve 1989) ve deneysel petro-fiziksel çalışmalar (Kern ve Schenk 1988, Schenk 1990) bu bölgenin tamamen açığa çıkmış tam bir kabuk kesiti olduğunu göstermektedir. Bu alanda gerçekleştirilen derin sismik kırılma ve yansıma profilleri üç değişik amaca yöneliktir. Bunlar, (1) P- ve S- dalgaları kullanılarak hız özelliklerinin araştırılması, (2) yansıma özellikleri: yüzeyleyen alt kabuk kesitinden başlayarak hız-derinlik fonksiyonunu tanımlanması, (3) derin yansımaların özellikleri ve Moho'nun belirlenmesidir. P- ve S- dalgaların ilk kırılmaları girdi verisi olarak kullanılarak kabuğun belirli bir derinliğe kadar olan kısmının hız yapısı tomografi yöntemi ile saptanmıştır (Çiftçi ve Michelini 1994).

## DERİN SİSMİK KABUK ÇALIŞMALARI

Düşey ve geniş açılı sismik yansıma kayıtları ve model çalışmalarından Moho'nun güncel sismik özellikleri

belirlenmeyi ve yorumlanmaya çalışılır. Ayrırlılığın düşük olmasına karşın Moho'yla ilgili sonuçlar (Moho'nun derinliği, üst manto sürekliliği ve hız bilgisi gibi) kırılma verilerinden de elde edilebilir. Kırılma kayıtlarında alıcı aralığının genişliği, frekans içeriğinin düşüklüğü ve geliş açısının belirli aralıkta olması gibi olumsuz özelliklerinin yanında, sinyal/gürültü oranını iyileştirmek için sınırlı olsa veri-işlem uygulanabilir. Kısacası bunlar, Moho'nun yapısını belirlemede kırılmada görülen kısıtlamalardır. Bir diğer kısıtlama da Mohonun kritik açıdan küçük yansımalarının genelde kırılma kayıtlarında gözükmemesidir. Bunun nedeni de, yukarıda sayılan olumsuzlukların yanında diğer fazların baskın olması, PmP dalga formunun tanınmasını güçleştirmektedir. Bununla birlikte kırılma yönteminin iyi hız bilgisi ve kuvvetli ilk varışları kabuk çalışmalarındaki olumlu yönlerdir.

Yansıtma yöntemi ile kırılmadan farklı olarak frekans içeriği, yakın alıcı aralığı, geliş açısı ve gelişmiş veri-işlem teknikleri ile kabuk ve Moho değişik açıdan incelenir. Yansıtma yönteminin yüksek ayrırlılık özelliği, gelişmiş veri-işlem teknikleri ile sinyal/gürültü oranını iyileştirici yanları vardır. Derin kabuk çalışmaları için "yansıtma" ve "kırılma" yöntemlerinin karşılaştırılması Çizelge 1'de verilmiştir. Bu yöntemlerin birbirlerine göre üstünlükleri ve eksikliklerinde Çizelge 2'de verilmiştir.

Sismik Kabuk Çalışmalarında değişik yorumlar olmasına karşın, sismik yansıtma kesitleri için bazı genellemeler yapılabilir. Bunlar,

1) Orta ve alt kabuktaki kısa, süreksiz ve yay şeklindeki yansımalar karışık olarak katlanmış metamorfik kayalar,

2) Kuvvetli ve sürekli olaylar, düşük açılı faylar veya sığ seviyelerdeki tortulları tabakalaşmayı ve volkanikleri,

3) Sismik kayıtlardaki boş veya saydam bölgeler hayli eğimli katlanmış kayalardan gelen yansıtma enerjisini veya masif granitik plütonları,

4) Alt kabuktaki yansımalar ( $5^{\circ}$  den az) ya yatay metamorfik tabakalaşmayı ya da volkanik sokulumları gösterebilir.

5) Konrad süreksizliğini simgeleyen orta kabuk yansıtması ile ilgili tek bir olay yoktur.

6) Moho'dan gelen yansımalar çok değişik yoğunlukta ve karakterdedir. Bazı kayıtlar üzerinde açıkça görülebilen bir yansıtıcı, tamamen tabakalaşmış olarak, bazı yerlerde de yansıtıcı olmayan hayli bozuşmuş bir zon olarak görülebilir.

7) Büyük faylar, kabuğun tamamına veya büyük kısmına etki etmiş olarak kayıtlarda gözlemlenebilir (LE Picbon ve diğ. 1973).

### KALABRIA DERİN SİSMİK KABUK ÇALIŞMASI

Bütün bu bilgiler göz önünde bulundurularak Serre dağlarındaki (Güney Kalabria, İtalya) tamamen açığa çıkmış olan alt kabuğun jeofiziksel özelliklerini yerinde ince-

Çizelge 1. Derin Kabuk Çalışmaları için "Yansıtma" ve "Kırılma" Yöntemlerinin Karşılaştırılması.

Table 1. Comparison Refraction and Reflection Methods for Deep Seismic Studies.

YÖNTEM	İSTASYON ARALIĞI	FREKANS/DALGA BOYU	VERİ-İŞLEM	YORUM
Kırılma, geniş açılı yansıtma profili	2-10 km	1-10 Hz. / 06-6 km	Statik, Bant-geçişli süzgeçleme	Genlik ve yapay sismogram ile 1 veya 2B model
Düşeyce yakın yansıtma profili	0.03-0.2 km	10-30 Hz / 0.2-0.6 km	Statik, CDP stak, Ters Evrişim, Göç	Hız analizi sismik kesitlerin jeolojik yorumu 2 veya 3B model

Çizelge 2. Derin Kabuk Çalışmaları için Yansımaya ve Kırılma Yöntemlerinin Üstünlük ve Eksiklikleri.

Table 2. Advantages and Disadvantages of Refraction and Reflection Methods for Deep Seismic Studies.

YÖNTEM	EKSİKLİKLERİ	ÜSTÜNLÜKLERİ
Kırılma, geniş açılı yansımaya profili	Göreceli geniş istasyon aralığı,	Geniş bantlı sinyal,
	Yatay olarak ortalama hız yapısı,	Yansımaya ve kırılma katsayılarından dolayı iyi S/G oranı ve
	2B yorum için kompleks modelleme gerekmesi	ilk kırılmaların kullanılması,
	Düşük ayrırlılık.	İyi hız bilgisinin elde edilebilmesi.
Düşeye yakın yansımaya profili	Dar frekans bandı,	Çoklu katlama olanağı,
	Veri kalitesinin yüzey koşullarına bağlı olması,	Yüksek ayrırlılık,
	İyi hız bilgisinin gerekmesi,	2B yapısal yorum,
	Uyumlu ve rasgele gürültülerin gerçek yansımaları örtmesi	Çok fazla veri-işlem gerekmesi ve S/G oranının iyileştirilmesi.

lemek için 1990 yılında 30 km uzunluğundaki derin sismik profil gerçekleştirilmiştir. Bu düşeye yakın yansımaya çalışması olmakla birlikte P- ve S- dalgaların ilk kırılmaları kullanılarak hız bilgileri elde edilmiştir. Araziden alınan kayıtlarla laboratuvar verisin karşılaştırırken, aynı zamanda modelleme teknikleri ile bağlantı kurulmuş olur (Çiftçi ve diğ. 1993). Bu çalışmanın amaçları üç nokta üzerinde yoğunlaştırılabilir.

1) Kırılma yöntemiyle P- ve S- dalgalarının ilk kırılmaları kullanılarak iletim özellikleri (hızlar, Poisson oranı ve anisotropi) saptanabilir. Bunun için 30 km uzunluğunda değişik jeolojik birimlerden geçen ana profilin yanında, bu profili dik kesen, her biri yaklaşık 1 km uzunluğunda dört profil değişik petrolojik birimler üzerinde yerleştirilir. Bu profiller azimut-bağımlı hızların, tabakaların yatay ve düşey hız farklılıklarının yani sismik anisotropinin bulunmasına yarar.

2) P ve S dalga yansımaları ile litostratigrafik sınırların yansıtıcı özellikleri tanımlanabilir. Tektonik olarak yükselmiş fosil alt kabuğun evrimi ve güncel alt kabuğun konumu incelenebilir. Ölçülen basınç ve sıcaklık gradyanlarıyla düzeltilmiş örnek kayalık hızlarına dayalı laboratu-

var verileri ile kabuğun hız-derinlik fonksiyonu karşılaştırılabilir.

3) Derin kabuk yansımaları da aynı serimle kaydedilir. Böylelikle derin yansımaların karakterleri de; yansımalar keskin sınırlardan mı, lamineleşme var mı, tabaka içelikleri gibi özellikler aydınlatılabilir. Bu amaçlar etrafında aşağıdaki sorular yanıtlanmaya çalışılır.

Kayaç örneklerinin laboratuvar ölçümleri ile arazi verisi arasındaki ilişki nasıldır? Aralarında sistematik bir farklılık var mıdır? Küçük kayaç örnekleri büyük jeolojik birimleri tam olarak temsil edebilir mi?

-Jeolojik birimlerde ölçülen anisotropi değerleri nedir? P ve S dalga hızları arasındaki sistematik farklılıkların petrolojik yoruma katkısı nedir? Yüzeyleyen fosil alt kabuk ile güncel alt kabuk ve diğer yansıtıcılar arasındaki ilişki nasıldır? Tabaka sınırları ve Moho yansımalarında görülür mü?

### Kalabria Bölgesinin Jeolojisi

Jeofizik çalışmalardan önce arazi çalışmalarının ilk adımında ayrıntılı jeolojik bilgi elde edilmiştir. Böylelikle

jeolojik yapının ortaya konmasında ve çözümlemesinde bu bilgilerin tam olmasına çalışılmıştır. Kabuk çalışmaları kısa sürede ekonomik dönüşü olmadığından ve çok pahalıya mal olduklarından her istenildiği anda uygulama olanakları yoktur. Bu yüzden çok ayrıntılı ve uzun süreli uygulamayı gerektiren bir planlama ile amaçlara ulaşılır. Bu iki yönden gereklidir: birincisi, kabuk yapısı ile ilgili tüm bilgileri toplayıp en ekonomik olabilecek alana uygulamak, ikincisi de doğru değerlendirmeler için alıcı ve atış noktaları arasında bağlantının iyi kurulup çalışmada doğacak belirsizliklerin daha sonra giderilebilmesidir (Özdemir 1979).

Yüzeylemiş jeolojik birimler üzerinde atış noktaları ile sismik profiller Şekil 1'de görülmektedir. Yüzeylemiş alt kabuk kesiti temel olarak Alt Granülit-Priklasit ve Metapelit litostragrafik birimlerden oluşmuştur. Daha önden yapılan petrolojik ve deneysel petro-fiziksel çalışmalar ile çeşitli araştırmacılar bölgenin tam bir yüzeylemiş alt kabuk kesiti olduğunu göstermişlerdir (Schenk 1984, 1989, Del Moro ve diğ. 1986). Adriyatik mikro plakasının sınırı ile Alpin öncesi granülit fasiyes altında alt kabuğun açığa çıktığı iki yer vardır. Bunlar Kuzey İtalya'da Ivrea zonu ve Güney İtalya'da Calabria bölgeleridir. Calabria-Serre bölgesinde alt kabuğun açığa çıktığı yer 400 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Yüzeyleyen litolojik ardalama eğimli bir blok olarak asidik, mafik ve pelitik kayaların granülit ve amfibolit fasiyesler olarak metamorfizmaya uğramıştır. Alt kabuk Hersinyen metamorfizmasından (300 milyon yıl önce) sonra orta kabuğun için yerleşmiştir. Yüzeyleme ve eğimlenme Apenin orojenezi boyunca (25-10 milyon yıl önce) oluşmuştur (Kern ve Schenk 1985).

### Veri Toplama

Ana profil K-G yönünde, 30 km uzunluğunda ve yüzeyleyen kabuk kesitin tümünden geçecek şekilde seçilmiştir. Sismik hat doğrultusu jeolojik yapının tek düze olduğu doğrultuda değil, değiştiği yönde seçilmiştir. Bu hattın olabildiğince düz olmasına çalışılmakla beraber, yanal değişimlerin fazla olmadığı coğrafi koşulların elverdiği ölçüde profilin düz olduğu yerlerde en fazla 20 m civarında sapmalar olmuştur. Patlayıcılar ana profil için 5 ile 95 kg arasında değişen miktarlarda seçilmiştir. Atış noktaları A, B, ..., I ve dik profiller için Q1, Q2, Q3 ve Q4 atışları litolojik birimlerin sınırlarında gerçekleştirilmiştir. Yeterli sinyal/gürültü oranını verecek patlayıcı madde miktarı daha önceden yapılmış araştırmalardan ve ilk atışlar sırasında anında sahadaki değerlendirilmeler sonucu saptanmıştır. Şekil 2'de örnek olarak 1 atış noktasından, her üç serim için açılan kuyulardaki stratigrafik bilgi ile birlikte kullanılan patlayıcı miktarı ve derinlikleri verilmiştir. Veri-

len örnekte de görüldüğü gibi, büyük patlamalarda patlayıcılar bir kaç parçaya ayrılarak atış yapılmıştır. Bu amaçla 1 noktasındaki 11 atışında olduğu gibi, aynı noktada birden fazla kuyu açılmıştır. Kara atışlarında killi ve kumlu ortamlar içinde atış yapılması daha etkindir.

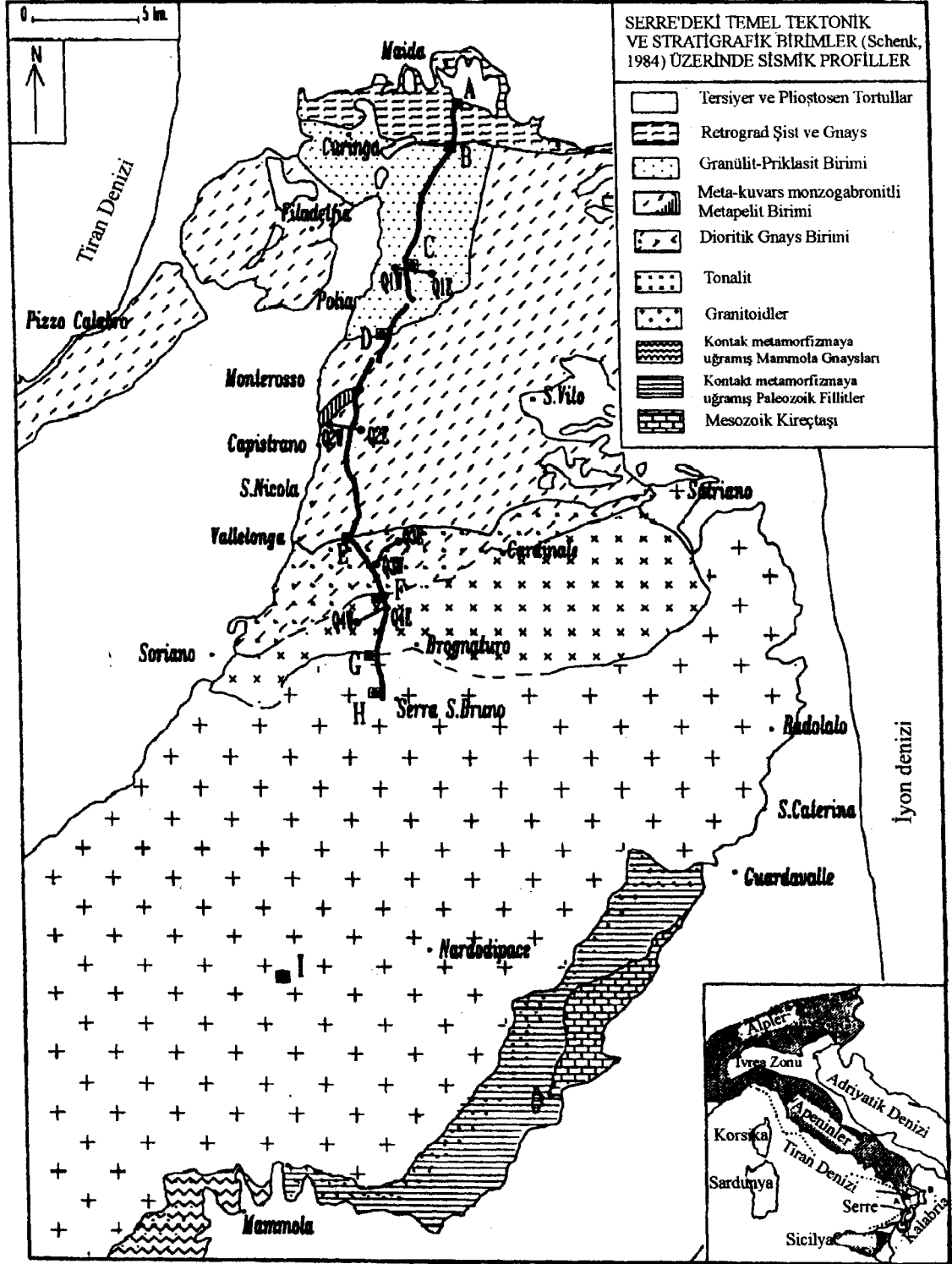
Sismik profil deniz seviyesinden 540 ile 930 metreler arasında yüksekliktedir (Şekil 3). Katlama sayısı yansıma için 1 ile 6 arasındadır. Çoğu atış noktası üçer kez ateşlenmiş olup A ve B atış noktasında iki kez ateşleme yapılmıştır. Bu karar, ilk alınan kayıtlardaki verilerin enerji ve frekans içerikleri incelendikten sonra izin alma, güvenlik ve kuyu ile ilgili lojistik sorunlardan dolayı alınmıştır. Genelde her serim için 9 ayrı kuyu noktasından atış yapılmıştır. Kırılma ve yansıma ölçümleri için ilk önce alıcılar (jeofonlar) ve kayıtçılar birinci serim için (layout I) yerleştirilmişler ve atışlar sırasıyla A'dan başlayarak I'ya kadar yapılmıştır. Sonra bütün alıcılar ve kayıtçılar ikinci serim (layout II) için hareket ettirilmişler ve yerleştirilmişlerdir. Atışlar C'den başlayarak I'ya kadar sırasıyla ateşlenmiştir. Aynı işlemler üçüncü serim (layout III) için de yinelenmiştir (Şekil 3).

### Serim

Tüm 384 tane jeofon grubunda üç bileşenli jeofonlar alıcı olarak kullanılmıştır. Jeofon grupları arasındaki uzaklık 80 m olarak seçilmiş ve her bir iz için 12'şer düşey ve yatay jeofon kullanılmıştır. Şekil 4'de alıcıların profiller üzerinde nasıl yerleştirildiği gösterilmiştir. Yatay X-bileşenli jeofonların (radyal-SV) başındaki kırmızı kısımları güneye bakacak şekilde, Y-bileşenli olanlar da batıya bakacak şekilde (transversal veya çapraz,SH) yerleştirilmişlerdir. Kabuk çalışmalarında yeterli sinyal/gürültü oranı için enerji iletimi sorunu olduğundan jeofon yerlerinin seçimi oldukça önemlidir. Çünkü verilerin yorumlanmasında ve az varsayım ile çok işlem yapmada işlerlik kazanır. Alıcı noktaları mümkün olduğu kadar taban kayaların olduğu yerlere konmuştur. Bu daha iyi S/G oranı eldesi için gereklidir. Alıcı noktaların altındaki yüzeye yakın yapı karmaşık olur ve iyi bilinmez ise, daha derinlerdeki yapıdan gelen sismik sinyallerin de yanlış yorumlanmasına neden olabilir. Aynı zamanda, alıcılar sıcak su kaynaklarının bulunduğu bölgelerden uzak konumlandırılmıştır. Çünkü bu durum kayıtlarda S/G oranını düşürebilir (Özdemir 1979).

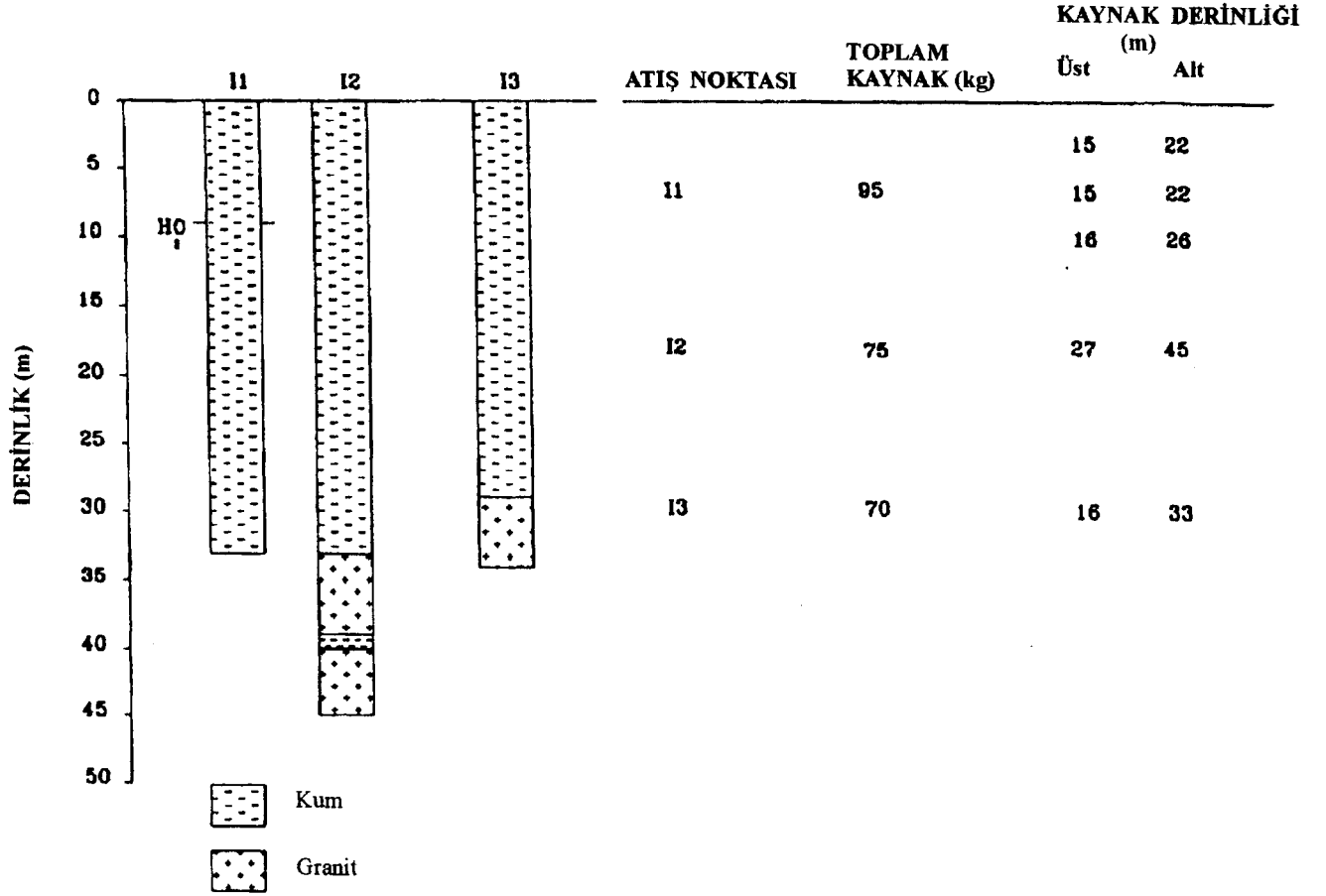
### Atış ve Kayıt

Profiller boyunca beş adet kayıtçı üç serimde kaydırılarak yerleştirilmiştir (Şekil 5). Kayıtçılardan birisi radyo sinyali ile atış işaretini vermesi (shot ignition), atış birimin-



Şekil 1. Calabria da yüzeylenmiş alt kabuk kesidi üzerinde Sismik pofillerin (kalın çizgi: ana pofil, ince çizgi: dik profiller Q1, Q2, Q3, Q4) ve atış noktalarının (ana profil için atış noktaları: A, B, C, D, E, F, G, H, I ve dik profiller için atış noktaları: Q1W, Q1E, Q2W, Q2E, Q3W, Q3E, Q4W, Q4E) konumu.

Fig. 1. The position of seismic profiles (thick line: main profile, thin lines: transversal profiles Q1, Q2, Q3, Q4) and shot points (shotpoints A, B, C, D, E, F, G, H, I for main profile and Q1W, Q1E, Q2W, Q2E, Q3W, Q3E, Q4W, Q4E for the transversal profiles) on the ontcropped lower crust section in Calabria.



Şekil 2. Atış noktası I ile ilgili kuyu ve dinamit bilgisi.

Fig. 2. The well and charge information about the shot point I.

den başlangıç zamanını almak (Time Break) ve diğer kayıt birimlerini bunu bildirmek (start of record) amacı ile yönetici (master) olarak kullanılmıştır. Kabuk çalışmasının başarıya ulaşması için alıcılar/alıcılara ve atışlar arasında iyi bir haberleşmenin olması şarttır. Çok uzun offsetler'de doğrudan haberleşmenin olmadığı durumlarda (telsiz haberleşmenin doğal engellerle veya elektromanyetik gürültünün baskın olduğu F2, C3, D3 atış noktalarında) atış işlemleri sayısal zaman alıcılı otomatik saat sistemleri (DCF) ile kontrol edilmiştir. Dört tane ana profili dik kesen (yaklaşık 1 km uzunluğunda) doğu-batı yönlü dik profillerde de ölçüm alınmıştır. Bu dik profillerin her biri de değişik litolojik birimler içerisinde konumlandırılmıştır. Buradaki amaç sismik anisotropiyi elde etmektir.

#### Veri İşlem

Ana profil için veri toplamada kullanılan değiştirgenler ise şu şekildedir:

enerji kaynağı: 10-95 kg arasında patlayıcı 25 atış noktasında,

384 kanal üç serim de ayrı ayrı,

iz aralığı 80 m, jeofon grubu: 12 düşey ve 12 yatay (6 radyal, 6 transversal),

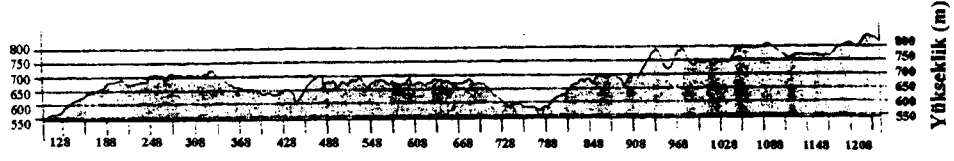
kayıtçılar: DFS IV-V-V-SN 338-SN 348,

örnekleme miktarı 2 ms (SN 348 için 4 ms),

kayıt uzunluğu 30 s,

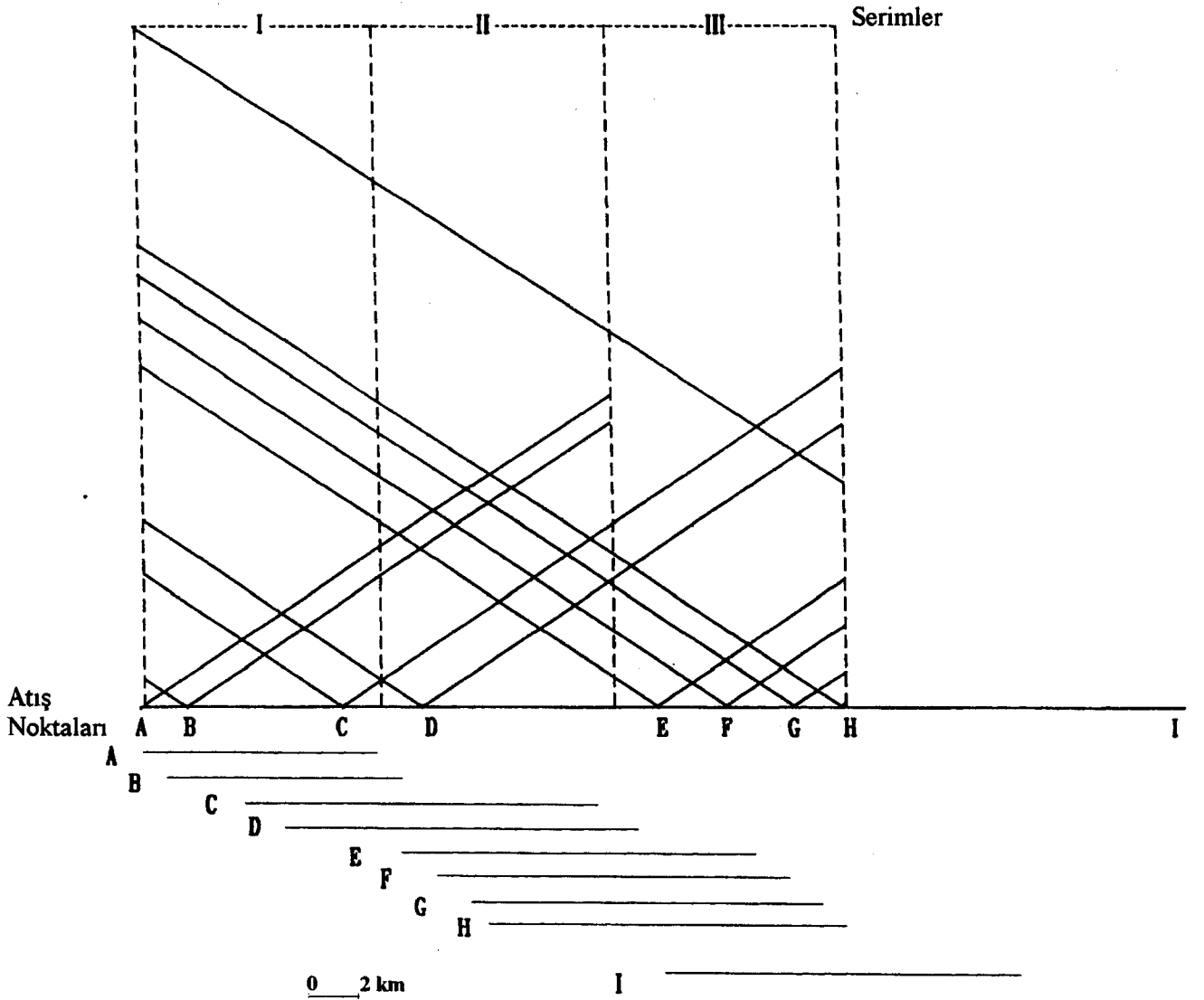
arazi süzgeçleri: Lcut yok (SN 348 için 8 Hz)-Notch 50 Hz-Hcut 125 Hz (SN 348 için 75 Hz) kullanılmıştır.

Yaklaşık 132 kayıt kütüğü örnekleme aralıkları 2 ile 4 msn ve manyetik teyp yoğunlukları 800 ile 6250 bpi arasında olmak üzere 30 s süreyle SEG B formatında kayıt edilmiştir. Veri-işlem basamakları, "demultiplex", kazanç giderme, antialiasing süzgeç, yeniden örnekleme, geometri tanımı, veri ayıklaması, sıralama işlemi, zaman düzeltmesi, polarite düzeltmesi, indirgeme düzlemi düzeltmesi, ortak



İlk Jeofon Grubu: 101  
Son Jeofon Grubu: 1250

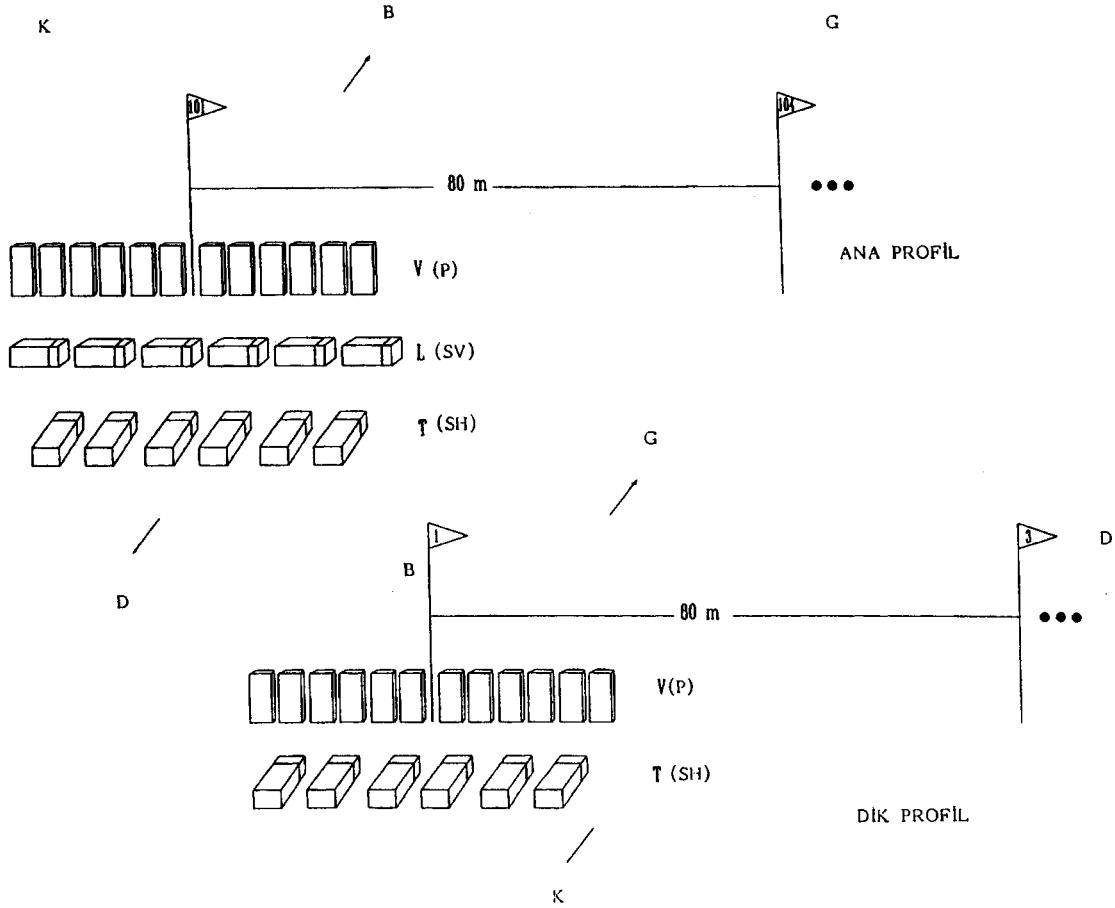
### Jeofon Grup Numaraları



Şekil 3. Tüm serimlerin yer aldığı Serre dağlarının topoğrafik kesiti ve sismik kırılma ve yansıma ölçümleri için kayıt şeması: Başlangıçta tüm kayıt ekipmanı serim 1 için yerleştirilir. A dan I'ya kadar bütün atışlar sırasıyla ateşlenir. Sonra aynı ekipmanlar serim 2 için kaydırılır ve bütün atışlar yapılır. Aynı işlem serim 3 için atışlar C den I'ya kadar sırası ile tekrarlanır. Böylece, yansıma için 6 katlamaya ulaşılır.

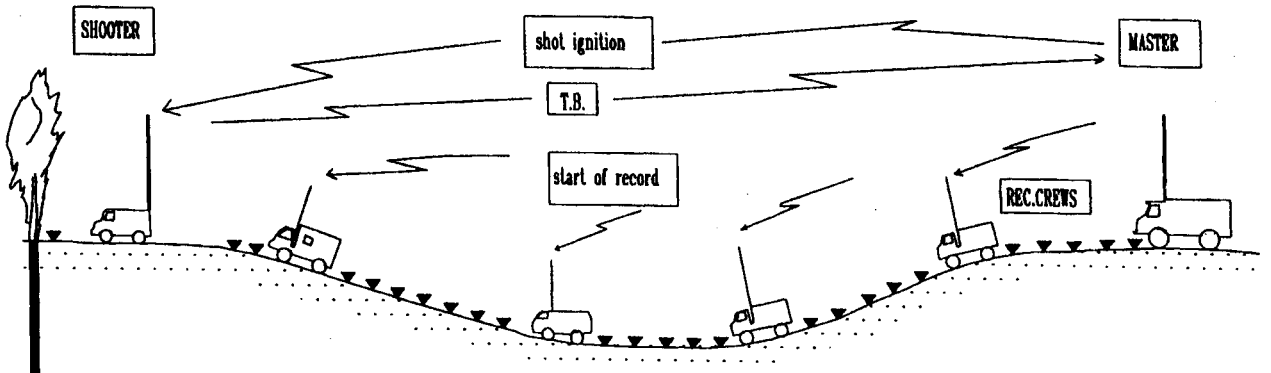
Fig. 3. The topographic section of the main line with all layouts on the Serre mountains and Observation scheme for refraction and reflection measurements. At first, recording equipments are deployed on layout 1 for shots A to I, are then moved to layout 2 to record repeatedly shots A to I and shots C to I were fired for layout 3. Thus, a 6 fold coverage for reflection was achieved.





Şekil 4. Ana ve dik profiller için her jeofon istasyonundaki 3 bileşenli alıcı dağılımı.

Fig. 4. Receiver configurations of the three components at each geophone station for the main and transversal profiles.



Şekil 5. Uzun teleskopik antenlerle Calabria Sismik kara işleminde haberleşme ve eşgüdüm. 5 kayıt laboratuvarı serim boyunca yerleştirilmiştir. Kayıtlardan biri "master" olarak telsiz ile atışı ateşlemiş ve "time-break" geldiğinde diğer kayıtçılar için kaydı başlatmıştır.

Fig. 5. Calabria Seismic land operations, communication and synchronization with long telescopic antennas. Five recording laboratories were located along the spread. One of the records operated as master, is able to trigger the shot by radio and to receive the time-break from the shot unit, and to start the other recording units.

atış ve bileşenler sıralaması (CSP), sinyal iyileştirme için değişik testler; spektral analiz, süzgeç testleri, kazanç fonksiyon testleri, ters evrişim testleri, iz bağdaştırma testleri, zaman ve ofset değişkenli süzgeç uygulaması, ortak atış kazanç sunumları, normal kayma zaman düzeltmeleri (NMO) ve sıfır açılımlı sismik kesit sunumu gibi hemen standart veri-işleme yakın bir sırada DISCO paket programı ile CONVEX CI vektör bilgisayarı ile gerçekleştirilmiştir.

### Laboratuvar ve Arazi Sismik Hızların Karşılaştırılması

Şekil 6'de bütün atışlara ait ilk kırılmalar ve veri kalitesi görülmektedir. İlk kırılmalar okunarak kırılma-veri seti hazırlanıp, buradan hız hesaplamaları yapılmıştır (Palmer 1980). Şekil 7'de ise bütün atış noktalarına ait zaman-uzaklık eğrileri gösterilmiştir. Burada pek çok atış noktasından sadece Şekil 8'de D atış noktasına ait SV kaydı, Şekil 9'da D atış noktasına ait SH kaydı görülmektedir. Bütün kayıtlara ait S ilk varışlarında okunduktan sonra hızlar hesaplanmıştır.

Kalabria için oluşturulan kuramsal kabuk modeli ise Şekil 10'da görülmektedir. Laboratuvarda İtli-İletim (Pulse-Transmission) aleti ile 1-2 Mhz doğal frekansı ile piezzo elektrik transduserlar kullanılarak arazide yüzeylenmiş kabuk kesiti üzerinden alınan kayaç örnekleri üzerinde hızlar hesaplanmıştır.  $V_p$  ve  $V_s$  ölçümleri yapılırken bir ayrıtı 43 mm olan küp şeklindeki örnekler üzerinde basınç ve gradyen için düzeltme yapılmıştır. Örneklerin bir tarafına verici diğer tarafında alıcı yerleştirilip, basınç ve gradyen için düzeltme yapılmıştır. Örneklerin bir tarafına verici diğer tarafında alıcı yerleştirilip, basınç için piston ile ısıtıcı ilede sıcaklık ayarlanmıştır (Kern ve Schenk, 1985). Arazi verilerinden hesaplanan hızlar ile kurulan modelden bulunan hızlar Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi arazi kayıtlarından saptanan hız değerleri 4600 ile 6400m/sn arasında değişmektedir. Laboratuvar değerleriyle karşılaştırıldığında farklılık gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar derinlikle beraber kayaç içeriklerinin değişimine bağlı olabileceği gibi, basınç ve sıcaklığın sismik hızları etkilemesi de olabilir. Elastik dalga yayılımı mikro parçalanmaya karşı duyarlıdır. P-dalga hızı artan basınçla birlik-

te ani olarak artar. Yaklaşık 200 MPa basınç üstünde hız ve basınç arasındaki ilişki yaklaşık doğrusaldır. Gözenek sıvısı da basınç değişimlerinde kabuk kayaçlarında önemli olabilir ve derinlikle hızın değişiminde etkilidir. Genelde, sismik hızlar yoğunlukla artarlar. Kalabria bölgesinde P-dalga hızı ile yoğunluk arasındaki kabuk kayaçları için ilişki katsayısı 0.88 dir. Hız-yoğunluk ilişkisi gravimetri ve sismik ölçümlerin modellenmesi ve yorumunda birlikte kullanılabilir. Kabukta ve üst mantodaki pek çok kayaç kristalografik yönlendirmeden, küçük ölçekteki çatlak ve kırıklardan, tabaka içeriklerinden dolayı anisotropiktir. Bunun anlamı fiziksel özelliklerin yönden yöne değişmesidir. Laboratuvar da dalga hızlarının belirlenmesinde, örnek kayaçın birbirine dik üç yön boyunca yapraklanma, çizgiselleşme gibi fabrik elementlerin yönlendmesi ile anisotropinin maksimum ve minimum derecelerde bulunmasını olanaklı kılar. Küçük ölçekteki çatlak yönlendmesi düşük basınçlarda anisotropi üzerinde temel etkindir.

200 MPa üstündeki basınç, kuru kayaçlarda düz çatlaklar etkindir (Kern ve Schenk 1985). Laboratuvar ve arazi ölçümlerindeki hız farklılaşmasındaki en önemli temel etken belki de yapısal nedenlerdir. Bunlarda bölgede var olan büyük faylardan kaynaklanmış olabilir (Schenk 1990). Q-dik profillerinin olduğu jeolojik birimlerde anisotropi 10% civarında saptanabilmiştir. Hız değerleri Hagedorn (1959) tekniği kullanılarak hesaplanmıştır.

### Sismik Kesitlerin Gösterimi

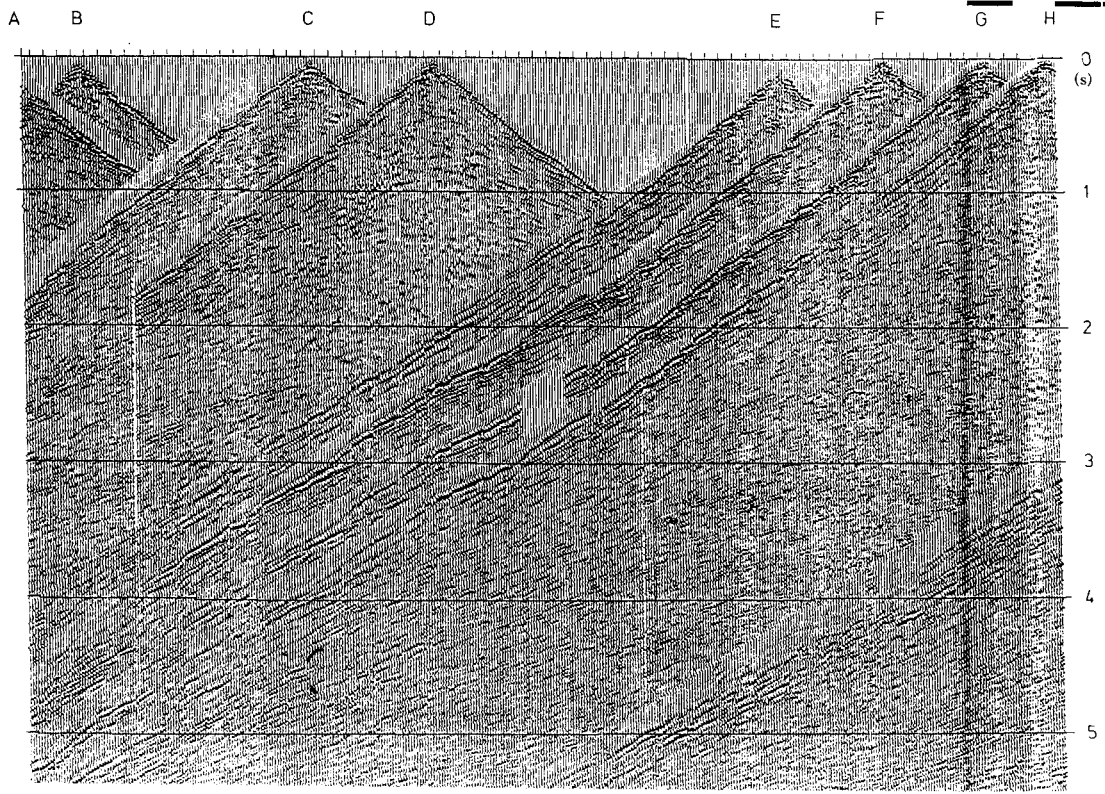
Uygulanan veri-işlem basamakları yukarıda açıklanmış bulunuyor. Bant-geçişli süzgeçler çoğunlukla sismik kayıtlarda bulunan "ground roll" ve yüksek frekanslı çevre gürültüsü için veri-işlemin değişik aşamalarında kullanılır. Eğer gerekli olursa ters evrişim öncesi de kullanılabilir. Dokuz atış noktasından sadece C'e ait kesitler gösterilmiştir. Şekil 11'de C (Z-düşey bileşen) atış noktasına uygulanan zaman ve uzaklık değişkenli bant-geçişli süzgeç aşağıdaki değiştirgenlerle sunulmuştur.

### Çizelge 3. Laboratuvar verisiyle Arazi Verisinin Karşılaştırılması.

Table 3. Comparison Laboratory Data and Field Data.

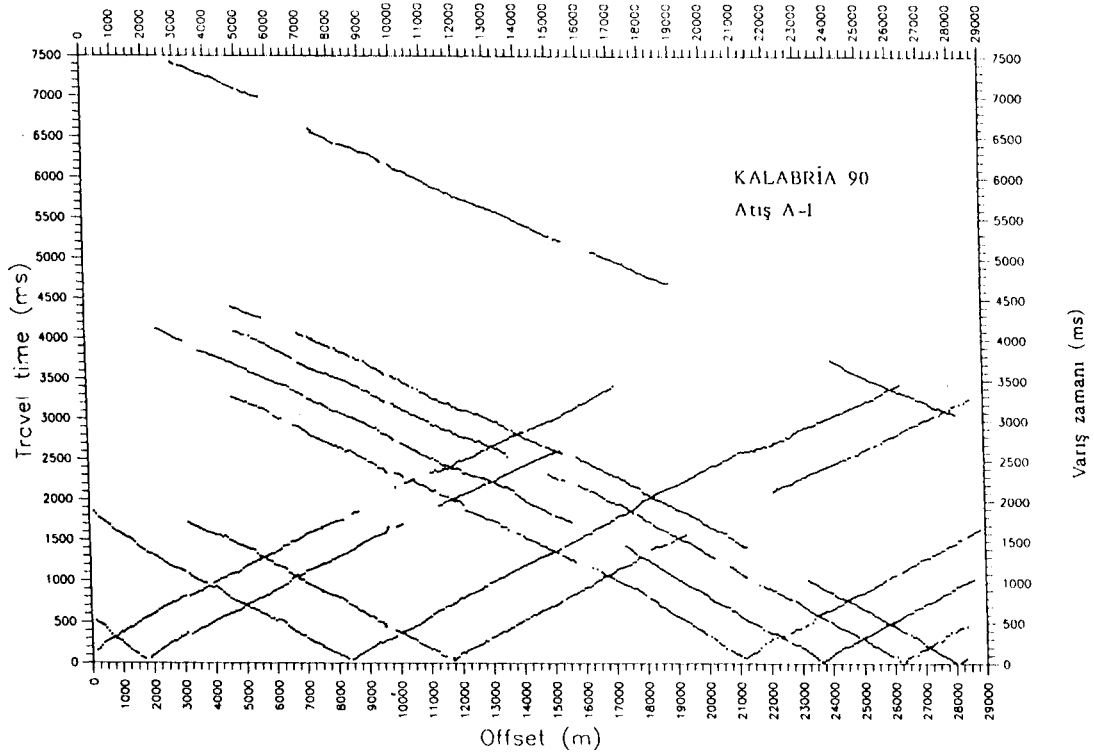
Felsik Granulit	$V_A=5800-6400$ m/s	$V_L=5800-6400$ m/s	Anisotropi % 10
Metapelit	$V_A=4700-6100$ m/s	$V_L=5900-7000$ m/s	Anisotropi yok
Diorotik Gnays	$V_A=5200-6100$ m/s	$V_L=5700-6200$ m/s	Anisotropi % 10
Tonalit	$V_A=5000-6000$ m/s	$V_L=5700-5800$ m/s	Anisotropi % 10
Granit	$V_A=4600-5700$ m/s	$V_L=5800$ m/s	

$V_A$  :Arazide ölçülen hız,  $V_L$  :Laboratuvar da ölçülen hız.



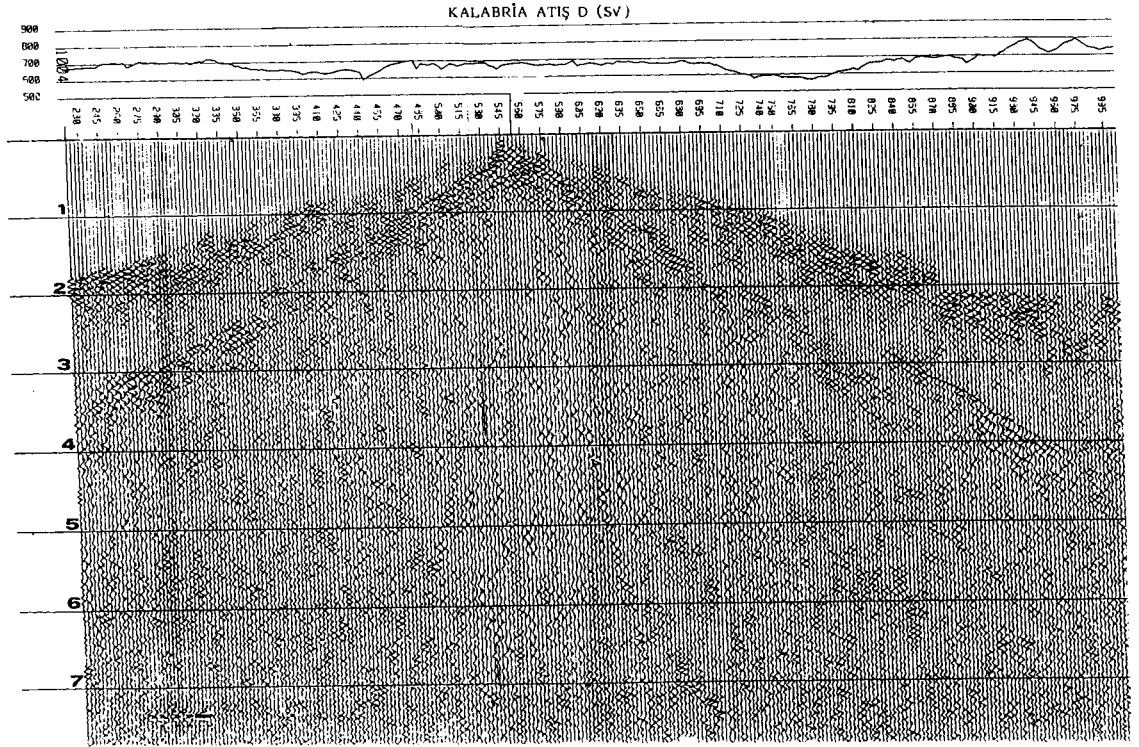
Şekil 6. Kuzeyden güneye ana profilde P-dalgalarının ilk varışları.

Fig. 6. P-wave first arrivals of the main line from the north to south.



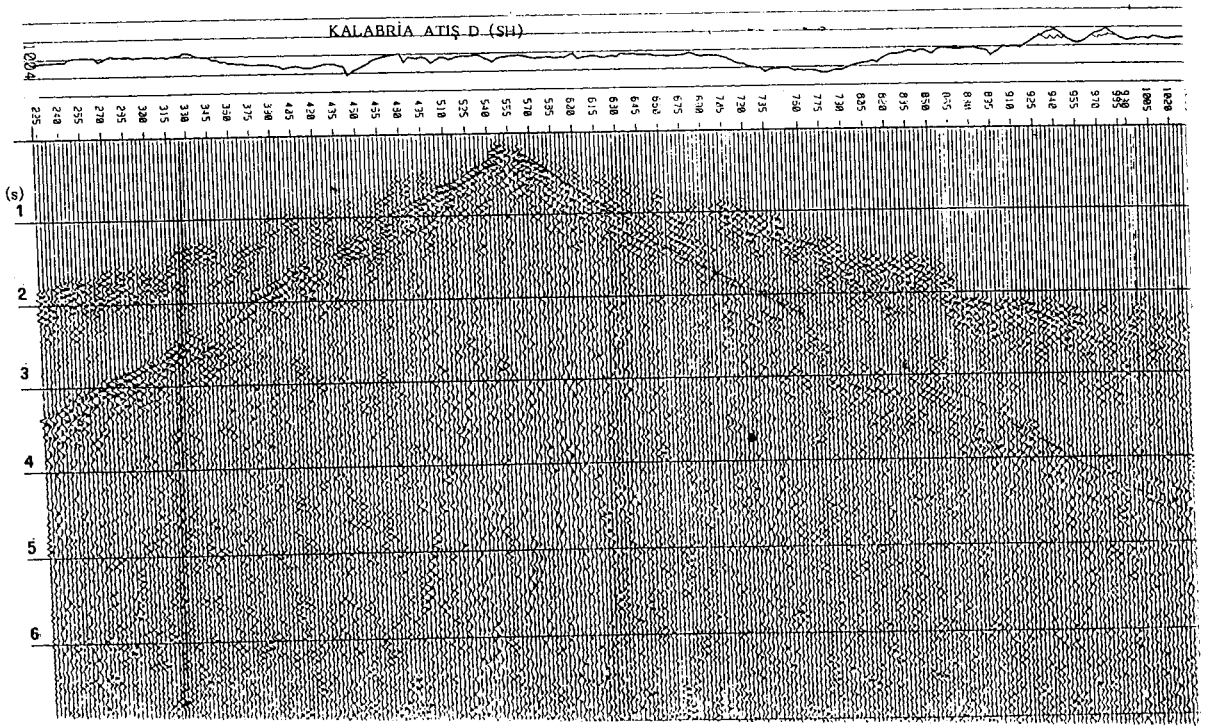
Şekil 7. Ana profilin bütün atış noktalarına ait zaman-uzaklık eğrileri.

Fig. 7. The travel times and distance curves for all shots of the main line.



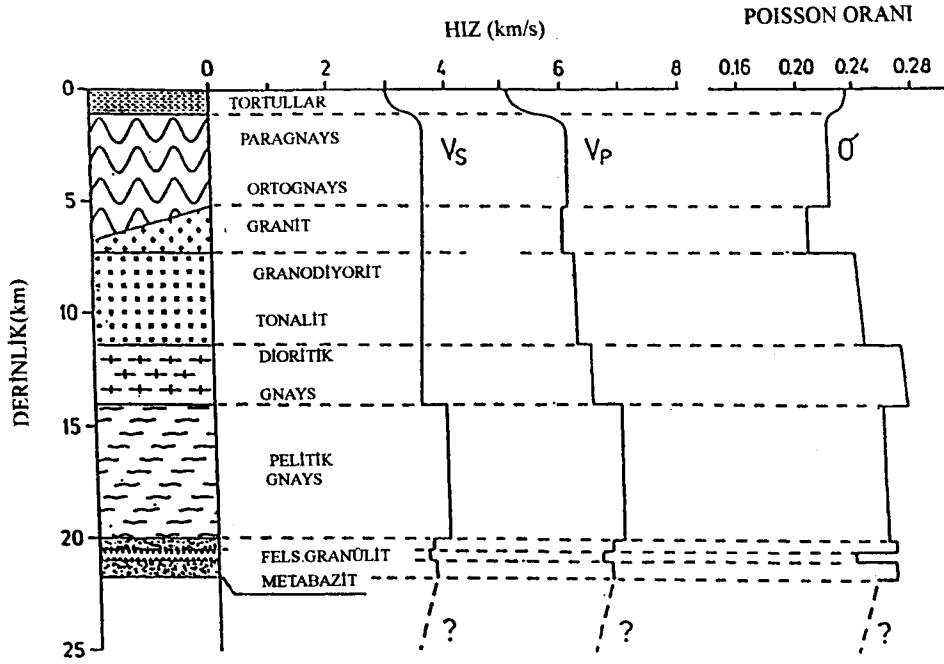
Şekil 8. Atış noktası D'nin SV (-X) kayıdı.

Fig. 8. The SV (-X) record of shotpoint D.



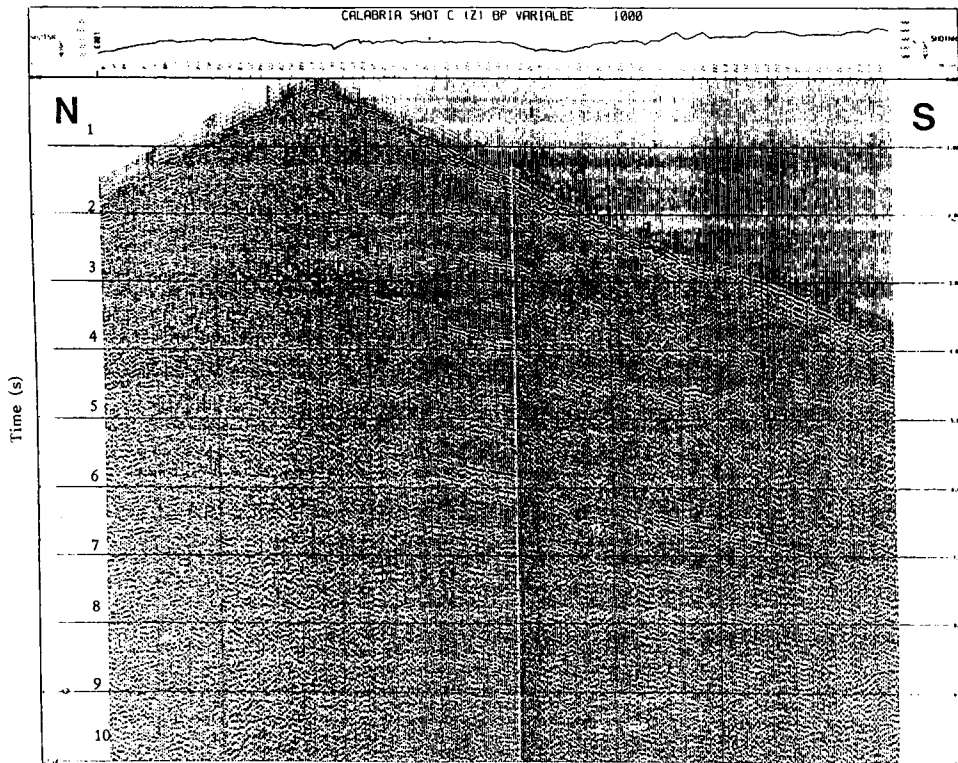
Şekil 9. Atış noktası D'nin SH (-Y) kayıdı.

Fig. 9. The SH (-Y) recording of shotpoint D.



Şekil 10. Yüzeylemiş ve eğimlenmiş Güney Kalabria kabuk kesitinden alınan kayaç örneklerin laboratuvar verisine dayalı olarak hız-derinlik fonksiyonları ve kuramsal düşey kabuk kesidi (Kern ve Shenk 1988'den).

Fig. 10. Hypothetical vertical crustal section and velocity-depth functions based on laboratory data of rock samples from the tilted exposed crustal section of southern Calabria. Velocites have been corrected for temperature and pressure gradients (from Kern and Schenk 1988).



Şekil 11. Offset ve zaman değişkenli bant-geçişli süzgeç ile atış C'nin düşey bileşeni (Z-).

Fig. 11. The vertical component (Z-) of shot C with offset and time variable bandpass filter.

- (a) Alıcı Yeri (REC LOC) 101-712:  
 -14-42 Hz (0-3400 ms),  
 -13-38 Hz (4200-4800 ms),  
 -10-28 Hz (5400-30 000 ms),  
 (b) Alıcı Yeri (REC LOC) 713-1252:  
 -12-38 Hz (0-4300 ms),  
 -10-28 Hz (5500-30 000 ms).

Süzgeç değiştirgenleri zaman ve uzaklıkta belirtilen yerler arasında ara değerleri bulunmuştur. Otomatik kazanç kontrolü (AGC) 1000 ms pencere uzunluğunda çizim öncesi uygulanmıştır. Kesit tüm profili kuzeyden (sol) güne (sağ) kapsamaktadır. Pratikte değişik tipte kazanç kriterleri kullanılmaktadır. Kazanç çoğunlukla sismik veriye sunum amacıyla uygulanır. Böylelikle AGC zayıf sinyalleri açığa çıkarmış olur. Bazende sinyal özelliğini bozabilir, bu yüzden dikkatli kullanılmalıdır. Örneğin hızlı bir AGC uygulamak kuvvetli yansımaların zayıf yansımalarından ayırtırmayı zorlaştırır. Şekil 12 bir önceki şekildeki Atış Noktası C'e iz bağdaşımı (trace mix) uygulanmış halidir. Bu adım veri-işlem sırasında her bir iz için hesaplamada epey zaman alır. Öncelikle pencere olarak her üç iz'de uygulanmış, daha sonrada pencere uzunluğu beş alınmış ama bu durumda kesitin üst kısımlarında bozulmalar gözlemlenmiştir.

Bundan sonraki adım ters evrişim olmuştur. Şekil 13 aynı kesite iğnecik ters evrişim uygulandıktan sonra görülmektedir. Bu kesitte ilk kırılmalarda içinde olmak üzere ve ilk kırılmaların yanında sığ yansımalarda verinin ayrımlılığı artmıştır. İğnecik ters evrişimi sismik verinin spektrumunu genişletip, izler daha fazla yüksek frekans enerji içermektedirler (Yılmaz, 1989).

Şekil 14'de sismik kesit AGC yerine göreceli genlikler korunarak sunulmuştur. Sismik enerjinin geometrik saçılmadan dolayı oluşan kayıpları karşılamak amacıyla genlikler 1'den (2 s'de) 4'e (22 s'de) doğrusal olarak artan bir faktör ile ölçeklendirilmiştir. Bu yansımaların gerçek değerini korur. Yerel gürültü veya alıcıların yer ile kavrama sorunları yüzünden bozulmuş bazı izler görülmektedirler. Atış noktası yakınlarındaki kuvvetli genliklerden dolayı kaynak yakınındaki sinyallerde aşırı büyümeler vardır. Bu tür sunum daha derindeki yansımaların yorumunda kullanılır.

Şekil 15 atış noktası C'nin NMO düzeltmesi yapıldıktan sonraki halidir. Burada yansıtıcı yüzeylerin yaklaşık görüntüsü zaman kesitinde görülmektedir. Uygun bir hızla varış zamanları derinliğe şimdi çevrilebilir (iyi bir yaklaşım: her bir saniye yaklaşık 3 km derinlik artımına karşılık

gelir). NMO düzeltmesinden sonra özellikle uzak offsetler'de üst kısımlarda olaylarda bir genişleme görülür.

Şekil 16'da Kalabria verisinin sıfır offsetli 3 iz bağdaşımı ile sismik kesiti görülmektedir. Daha önceki çalışmalardan da (Ferruci ve diğ. 1991) yararlanarak kabuk-manto sınırının 6.5-8 sn gidiş-geliş zamanı civarında bulunduğu şeklinde yorumlanmıştır. 1.5-4.5 s twt civarında bir düşük hız zonu gözlenmiştir. Daha derin yansımalarından da bazı sinyaller kayıtlarda gözlemlenebilmektedir.

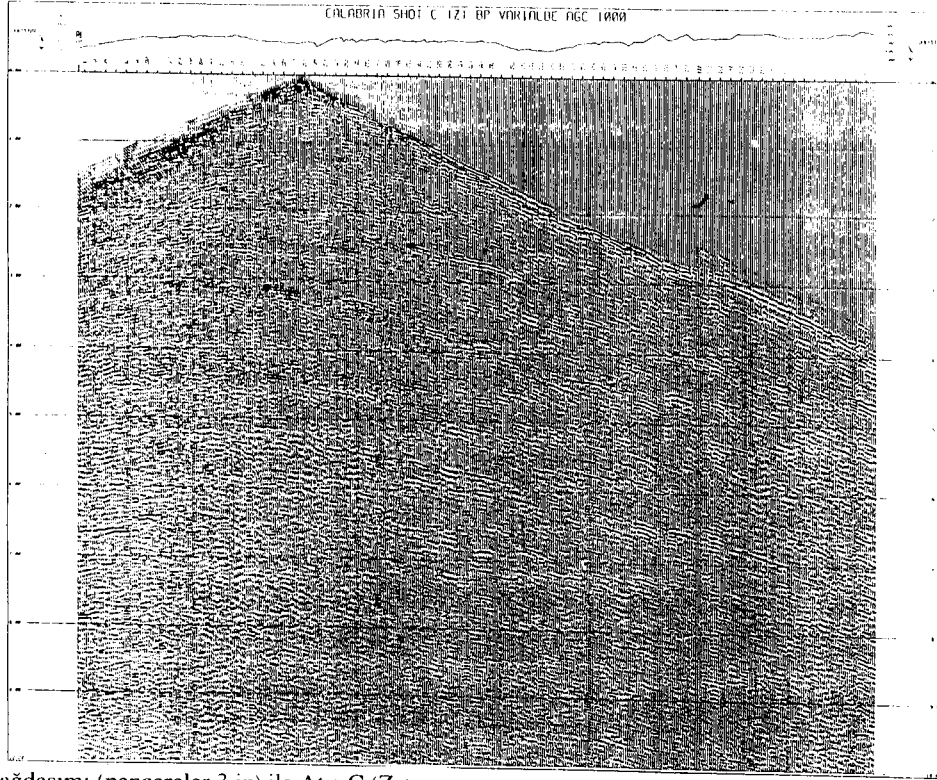
## YORUM VE ÖNERİLER

Kalabria (Serre) bölgesindeki bu çalışma kabuk yapısını ortaya koymak için çok geniş bir alanda, atış-alıcı geometrisinin karmaşık olmasına karşın iyi bir planlama ve haberleşme ile daha sondaki çalışmalara da öncülük etmek üzere başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu esnada jeolojik ve jeofiziksel çalışmalar başarıyla birleştirilmiştir. Yapılan ve yapılacak olan sismik çalışmalar ile ilişkilendirilmiştir. Sismik atış doğrultusu, açılım uzunluğu, kayıt noktalarının ve yöntemlerin seçimi jeolojik sorunu çözmeye yönelik olarak yapılmıştır. Sırasıyla değerlendirme yöntemlerinde, veri toplamada, alet-kaynak seçiminde ve iletişimde başarı sağlanmıştır.

Kısa sürede ekonomik dönüşü olmamasına ve çok pahalı olmasına karşın kabuk araştırmaları mağmatik sokuşumlar, düşük hız zonları ve derin fayların bulunması yanında ekonomik potansiyeli olan jeotermal enerji ve hidrokarbon kaynakların saptanmasında kullanılır.

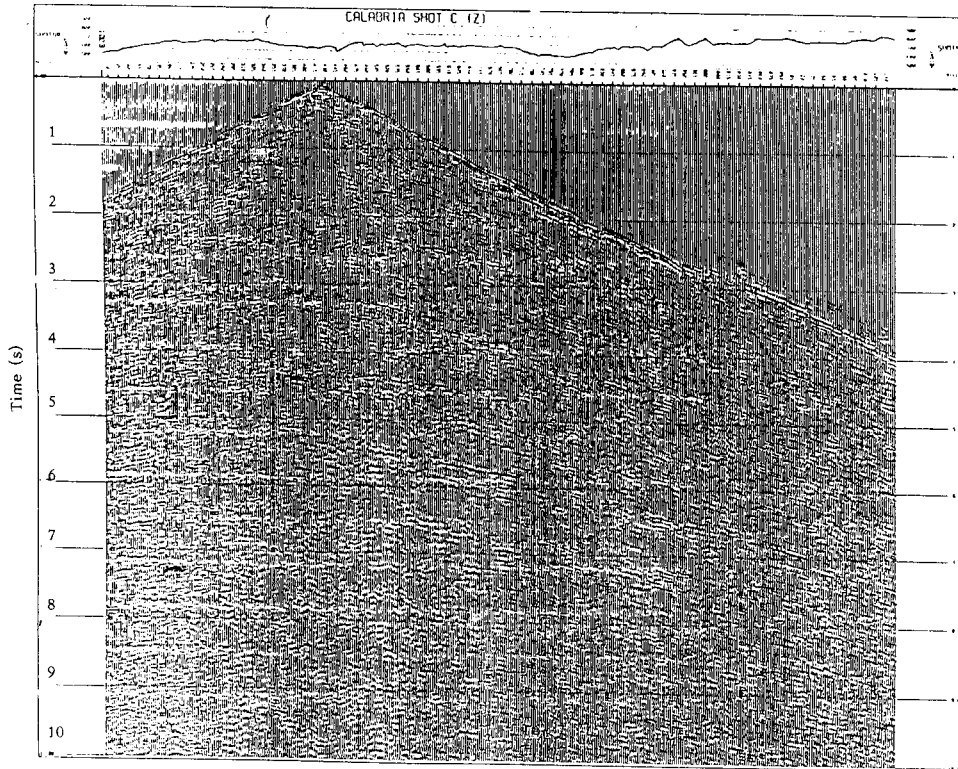
Çalışmalar sonucu anisotropi yaklaşık olarak % 10 civarında, laboratuvar ile yepinde yapılan hız ölçümleri arasında da % 20 lik bir hız farklılığı saptanmıştır. S- dalgalarının ilk kırılmaları tam olarak okunamamış olması nedeniyle Poisson oranlarının hesaplanmasında sorunlarla karşılaşmıştır.

Konrad süreksizliğini simgeleyen orta kabuk yansıması ile ilgili yorum yapılamamıştır. Fosil alt kabuk biriminin tabanında kesitin yüzeylemiş kuzey kısmından güneye doğru eğimli (yaklaşık 10°) bir düşük hız tabakası belirlenmiştir. Bu düşük hız tabakası büyük bir olasılıkla tektonik olarak yükselmiş ve eğimlenmiş alt kabuk kayaçları ile güncel üst kabuğun dokanağını işaret etmektedir. Bu zonun altında da kabuğa ait kuvvetli ve yanal olarak sürekli izlenen yansımalar düşey sismik kesit üzerinde de görülebilir. Kabuk-manto sınırı 6-8s civarında güneye doğru eğimli olarak görülmektedir. Bu yorum daha sonra yapılacak olan modelleme çalışmalarında başlangıç noktası olmuştur. Bunlar hız yapısı düz-ters çözüm modelleri ve gravite modellemesidir.



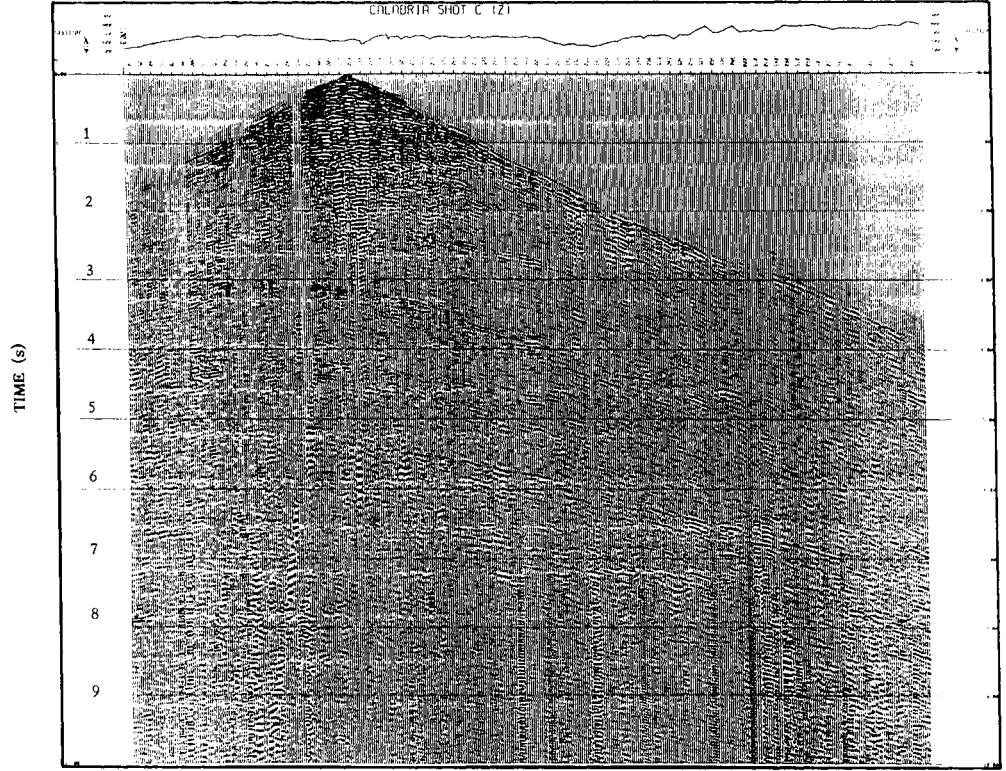
Şekil 12. İz bağdaşımı (pencereler 3 iz) ile Atış C (Z-).

Fig. 12. Shot C (Z-) with trace mixing (windows 3 traces).



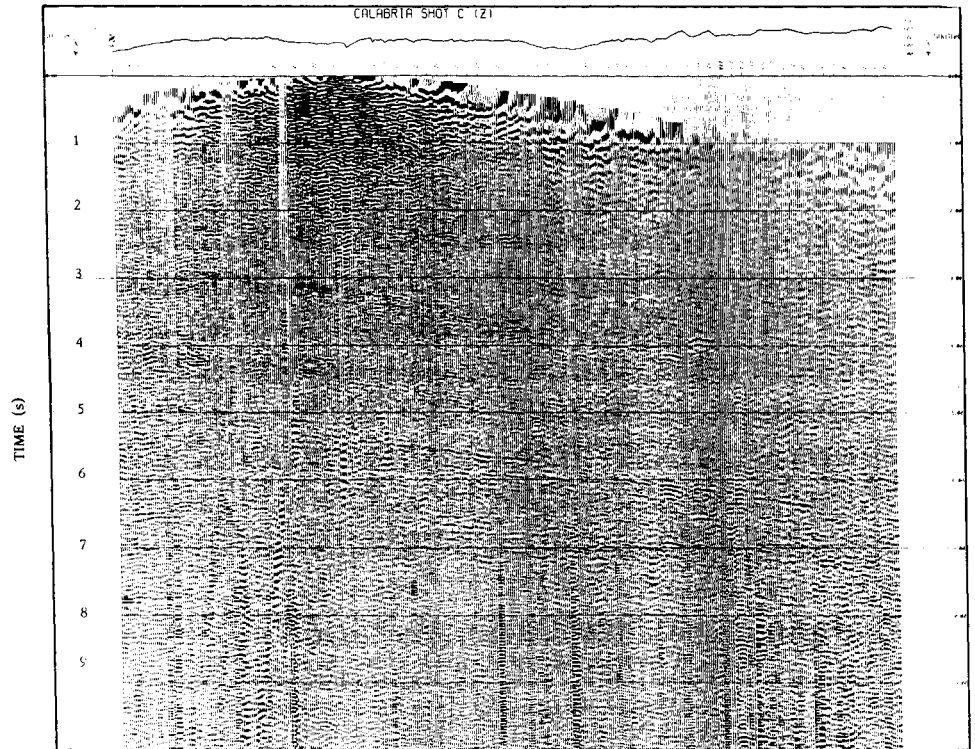
Şekil 13. Aynı şekil (12) iğnecik ters evrişiminden sonra.

Fig. 13. The same section of Fig. 12 plus a spike deconvolution.



Şekil 14. Atış C (Z-)'nin AGC yerine göreceli genliklerin korunmuş hali.

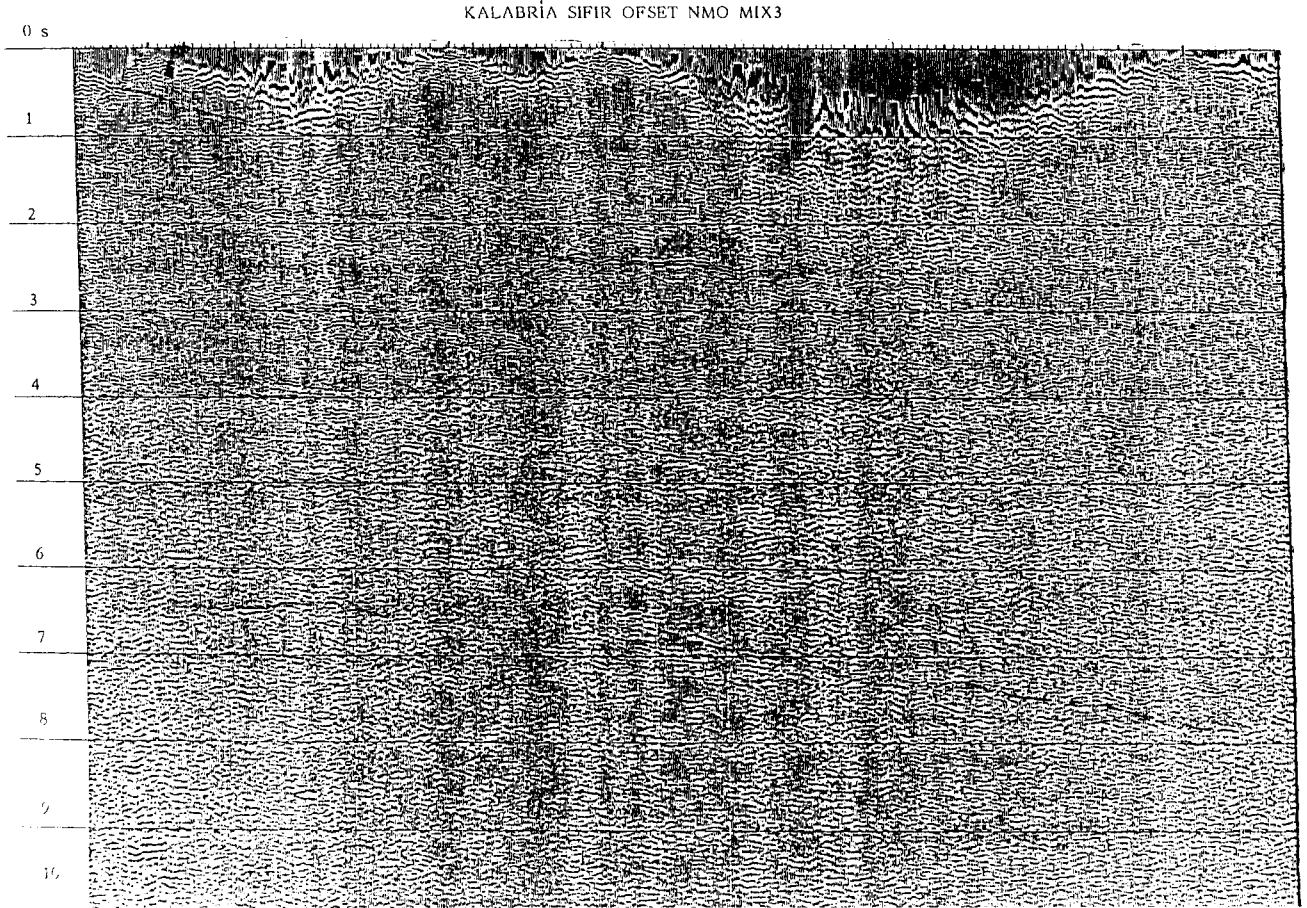
Fig. 14. Shot C (Z-) with the preserved relative amplitudes instead of applying an AGC.



Şekil 15. Atış C (Z-) NMO düzeltmesinden sonra.

Fig. 15. The shot C (Z-) with NMO-correction.





Şekil 16. Kalabria sıfır offsetli sismik kesidi.

Fig. 16. Zero-offset Seismic Section of Calabria.

#### KATKI BELİRTME

*Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi sırasında vermiş oldukları desteklerden dolayı Prof. Dr. Cc. Morelli'ye sonsuz teşekkürler (GÇ).*

#### KAYNAKLAR

Braile, L.W and Chiang, C.S. 1984, The Continental Mohorovicic Discontinuity: Results from Near-Vertical and Wide-Angle Seismic Reflection Studies, Department of Geosciens, Purdue University, West Lafayette, IN 47907.

Çiftçi, G., Ergün, M. ve Nicolich, R. 1993, Derin Sismik Çalışmalar ve Kalabria (Güney İtalya) Bölgesinin Tektonik Yapısı. Türkiye 13. Jeofizik Kurultayı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara, Türkiye.

Çiftçi, G. 1993, Deep Seismic Crustal Studies: Case Study from Calabria (Italy). Ph.D.Thesis, Dokuz Eylül university, İzmir.

Çiftçi, G. ve Michelini, A. 1994, Kübik Spline B-Ara Değer Bulma Yöntemi ile Tomografik Hız Çözümlemesi ve Derin Sismik Kabuku Verisine Uygulanması. Jeofizik 8, 3-13.

Del Moro, A., Pardini, G, Maccarrone, E, Rotture, A. 1986, Studio radiometrico Rb-Srdi granitoidi peraluminosi dell'arco Calabro-Peloritano-Rend. Socc. H. Mineral. Petrol., 38, 1015-1026.

Hagedoorn, J.G. 1959, The Plus-Minus Method of interpreting Seismic Refraction Sections. Geopys.Pros., 7, 158-182.

Ferrucci, F., Gaudiosi, G., Hirn, A. and Nicolich, R, 1991, Ionian Basin and Calabria Arcc: Some new elements from DSS data, Tectonophysics, 195, 411-419.

- Giese, P., Prodehl, C. and Stein, A. 1976, Explosion Seismology in Central Europe.
- Kern, H. and Schenk, V. 1985, Elastic wave velocities in rocks from a Lower Crustal section in Southern Calabria (Italy). *Physics of the earth and Planetary Interiors*, 40, 147-160.
- Kern, H and Schenk, V. 1988, A Model of velocity structure beneath Calabria Southern Italy, based on laboratory data. *Earth and Planetary Science Letters*, 87, 325-337.
- Le Pichon, X., Franccheteau, J. and Bennin, J. 1973, *Plate Tectonics*, Elsevier, Amsterdam.
- Nicolich, R. 1987, Crustal structures from seismic studies in the frame of the European Geotraverse (Southern Segment) and CROP Projecct. in: *The lithosphere in Italy*, *Advances in Earth Sciences Research*, Boriani, A., Bonafede, M. Piccardo, G. B and Vai, G.B and Vai, G.B. (eds), 1-47.
- Palmer, D. 1980, *The Generalized Reciprocal method of Seismic refraction interpretation*. SEG Publications, Tulsa, Oklahoma.
- Philip, H. 1988, Recent and Present Tectonics in Mediterranean Region, in: *Seismic Hazard in the Mediterranean Regions*, Bonnin, J. et al. (eds.), 283-300.
- Schenk, V. 1984, Petrology of felsic granulites, metapelites, metabasics, ultramafics and metacarbonates from Southern Calabria (Italy): Prograde metamorphism, uplift and cooling of a former lower crust. *Journal of Petrology*, 25, part 1, 255-298.
- Schenk, V. 1989, P -T-t path of the lower crust in the Hercynian fold belt of southern Calabria. in: *Evolution of metamorphic belts*, Daly, J.S., Cliff, R.A., Yardley, B.W.D. (eds.), *Geol. Soc.Spec.Publ.*, 43, 337-342.
- Schenk, V. 1990, The Exposed Crustal Cross Section of Southern Calabria, Italy: Structure and Evolution of a Segment of Hercynian Crust. in: *Exposed Cross-Sections of the Continental Crust*, Salisbury, M.H. Fountain, D.M. (eds.), 21-42.
- Özdemir, H. 1979, Yer Kabuğu araştırmalarında sismik uygulamalar. *Jeofizik*, VIII, 2, 39-52.
- Yılmaz, Ö. 1976, Türkiye'de derin sismik refleksiyon üzerine kısa bir not. *Türkiye Jeofizikçiler Derneđi Yayınları*, V. 3, 54-68.
- Yılmaz, Ö. 1989, *Seismic Data Processing*, SEG, Tulsa-OK.