

## YIĞMA SONRASI SİSMİK NİTELEYİCİ ANALİZİ

Zafer ÖZER\* ve Turan KAYIRAN\*

ÖZ.- Hidrokarbon birikimleri bazen sismik veriye etki etmekte ve bu etkilere dayanarak ekonomik değeri olanlar belirlenebilmektedir. Bu etkilere dayanarak çok göze çarpanı ise genlikteki ani artımlardır. Hidrokarbon birikimleri yansımalarında yeterli değişimleri oluştururken, akustik empedanstaki değişimler bir çok sebepten oluşabilmektedir. Sismik veriden mümkün olan en çok bilgiyi sağlayabilmek için bütün özelliklerin incelenmesi ve kıyaslanması çabaları niteleyici analizlerinin temelini oluşturur. Öncelikli olarak genlik bilgisi ve diğer verilerden yararlanarak yorumla kolaylık sağlamak ve sismik veriyi daha ayrıntılı inceleyebilmek amacıyla sismik veri analizlerinden elde edilen her türlü bilgiye sismik niteleyiciler denilmektedir. Genlik, faz, frekans, polarite, hız bilgileri en kullanışlı olanlardır. Sismik niteleyiciler amaca göre anlık analizlerle ve yanal süreklilik ilişkilerinden, yığma öncesi ve sonrası, migrasyon öncesi ve sonrası, iki ve üç boyutlu sismik verilerden elde edilebilmektedir. Bu çalışmada, yığma sonrası çeşitli sismik niteleyiciler üretilmiş ve uygulamada ne gibi sonuçlar sağlayabileceği irdelenmiştir. Bunun için Trakya bölgesindeki iki boyutlu sismik veriden yararlanılmış jeolojide daha uyumlu analizler elde edilebilmek için veriye zaman migrasyonu işlemi yapıldıktan sonra niteleyici analizleri yapılmış ve normal kesitlere göre analizlerden elde edilebilecek bilgilerin yorumu yardımcı olacağı bu arada gaz içeren bir seviyenin daha açık bir biçimde belirlenebileceği gözlenmiştir.

### GİRİŞ

Sismik veri analizlerinden elde edilen her türlü bilgiye sismik niteleyiciler denilmektedir. Sismik niteleyiciler, yorumla kolaylık sağlamak ve sismik veriyi daha ayrıntılı inceleyebilmek için kullanılmaktadır. Sismik niteleyiciler, amaca göre anlık analizlerle ve yanal süreklilik ilişkilerinden, yığma öncesi ve sonrası, migrasyon öncesi ve sonrası, iki boyutlu ve üç boyutlu sismik verilerden elde edilebilmektedir. Anlık niteleyiciler, sismik izin karmaşık bir sinyalin gerçel kısmı olarak ele alınmasıyla elde edilen karmaşık izden elde edilmektedir.

Yansıma sismiğinde niteleyicilerin pratik uygulamaları Taner ve Sheriff (1977), Taner ve diğerleri (1979), Robertson ve Nogami (1984) tarafından gösterilmiştir. Bazı istatistiksel özellikler Vwhite (1991) tarafından, geometrik niteleyicilerin kullanılışı ise Rijks ve Jauffred (1991) tarafından gösterilmiştir.

Bu çalışmada TPAO Veri İşlem Merkezindeki SRC-ATTRIB programı ve dokümanları (Taner, 1992) ile (Özer 1999) yüksek lisans tezinden yararlanılmıştır. Çalışmada Trakya bölgesindeki sismik veri üzerinde niteleyici analizleri uygulamaları yapıldı sonuçları irdelenmektedir.

### Niteleyiciler

Birçok niteleyiciler sismik veriden oluşturulan analitik izin özelliklerinden elde edilmektedir. Çoğu niteleyicilerin sismikteki uygulamaları ve tanımları Taner (1992) tarafından gösterilmiştir. Burada, sadece bu çalışmadaki niteleyicilerden bahsedilecektir. Sismik veriden elde edilen analitik fonksiyon  $F(t)$ , gerçel bileşen  $f(t)$ , sanal bileşen  $g(t)$  ise,

$$F(t) = f(t) + ig(t) \quad (1)$$

şeklinde gösterilirse buradan elde edilen niteleyiciler ve özellikler şöyle açıklanabilir.

*Sismik iz zarfı*,- Sismik iz zarfı gerçel ve sanal bileşen değerlerinin karelerinin toplamının kare köküdür ve toplam enerjiyi gösterir. Bu nedenle bu niteleyiciye yansımaya gücü de denilmektedir.

$$E(t) = \sqrt{P^2(t) + G^2(t)} \quad (2)$$

Verilerdeki yansımaya olaylarının ayrıldığı yerlerde akustik empedans değişiminin büyüklüğünü göstermektedir. Yüksek yansımaya enerjisi genellikle komşu kaya tabakaların büyük litolojik değişimleri olduğu durumlarda örneğin uyumsuzluklarda, yapı sınırlarında çökelme ortamlarındaki keskin değişimlerde oluşmaktadır. Yüksek yansımaya enerjisi gaz etkisinin sebep olduğu durumlarda da oluşabilir. Tabakalardaki yanal kalınlık değişimleri yansımaları etkileyerek yansımaya enerjisinde tedrici olarak yanal değişimler şeklinde kendini gösterecektir. Bu niteleyici, akustik empedans kontrastlarının görülmesinde, uyumsuzluk yüzeylerinin belirlenmesinde, yapı sınırlarının tespitinde, yağma işlemi öncesi uzaklık genlik ilişkisinin tespitinde, olası hidrokarbonların tespitinde, porozite değişimlerinin incelenmesinde yararlı olabilir.

*Sismik iz zarfı ikinci türevi*,- Sismik iz zarfındaki analizlerde görülen yüksek enerjili zamanlarda zarfın tepesinin çözümlü olduğu bir ölçüsüdür ve zarfın en yüksek noktasını gösterir. Bu noktalar faz bilgisi olmadan asal ara yüzeyleri gösterir, zarftan daha yüksek ayrımlılığa sahiptir, yüzey sınırlarının belirlenmesinde yararlı olabilir.

$$D_{2emv}(t) = \frac{D_{emv}(t)}{dt} \quad (4)$$

*Anlık faz*,-Şeklinde tanımlanabilir. Bu niteleyici sismik verideki olayların devamlılığını göstermektedir ve genlik bilgisinden yoksundur. Yanal süreklilik ilişkisini, tabaka kalınlıklarının yavaş değişimi, yapısal şekillerin ayrıntılı görülmesini sağlayabilir.

$$P_n(x,t) = \tan^{-1} \left[ \frac{g(x,t)}{f(x,t)} \right] \quad (5)$$

*Anlık frekans*,- Fazın zamana bağlı değişimi anlık frekansı verir.

$$Freq(x,t) = \frac{\partial}{\partial t} \left[ ph(x,t) \right] \quad (6)$$

Anlık frekans, belirli yansımaya yüzeyleriyle belirli bilgiler verdiğinden, yani karakteristik bilgiler verebildiğinden faylarda yapıların nasıl devam ettiğini veya tabakalardaki değişimin tespitinde, ince tabakalanmaların görülmesinde, porozite hakkında fikir sahibi olmaya ay kırıklarının tespitinde faydalı olabilir.

#### jeoloji

Trakya havzası, kuzeyden Istranca, batıdan Rodop ve güneyden Menderes masifleri ile çevrili bir tersiyer havzasıdır. Trakya havzasieski kristalin masiflerin bugünkü kalıntıları arasında sıkışmış bir çökelme havzasıdır. Havzada çökeliimin orta Eosenin sonlarında başladığı düşünülmektedir. Bu havzada yer yer kapalı deniz ortamları gelişmiştir. Buradaki hızlı çökelimden sonra Kuzey Anadolu fay sisteminin oluşturduğu sıkıştırıcı kuvvetler bu fay sistemi ile 15-25 derece açılar yapan pek çok sayıda yırtmaç fay sistemini ve bu sisteme paralel antiklinalleri oluşturmuştur. Trakya havzasının birimlerini petrol jeolojisi açısından iki ana grupta toplamaktadır (Turgut ve diğerleri, 1983).

- 1- Tersiyer öncesi birimler: Bunlar genellikle ekonomik temelleri oluşturan ofiyolitler, yeşil şistler topluluğu, magmatikler ve çok az miktarda üst kretase çökelleridir.
- 1- Tersiyer çökelleri: Bunlar orta Eosenden Miyo-Pliocene kadar olan zaman aralığında çökelen ve kalınlıkları havza ortalarında 8000 m ye kadar ulaşan çökellerdir. Petrol jeolojisi açısından önemlidir.

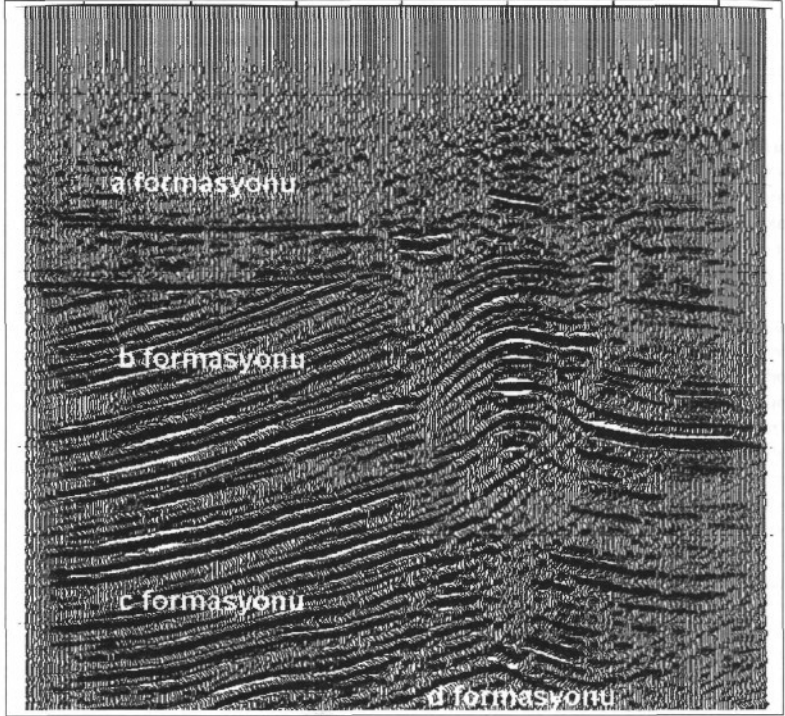
A formasyonu, havzanın orta ve kuzey bölgesinde geniş alanlarda yüzeyleyen bu formasyon yatay durumlu ve bozulmamış (kırılmamış) olup, diğer formasyonları diskordanslı olarak örtmektedir. Pliyosen Kuvaterner yaşta olan formasyon, havza ortasındaki grabenler ve yarı grabenler içinde 1700 m ye varan bir çökme birimi gösterse de normal olarak 500 m den daha kalın değildir. Bu tortular Tersiyer sonu kuvaterner başında KB-GD doğrultusunda gelişmiş olan genç grabenler içinde çökmüştür. A formasyonu genel niteliği ile karasal bir ortamı temsil ettiği belirtilmektedir. B formasyonu, üst oligosen yaşındaki bu formasyon gri-yeşil şeyl, kıltaşı, miltaşı ve kömür araldanmasından oluşmuştur. Litolojik özellikleri ile tamamen görsel bir ortam olduğu belirtilmektedir. Kalınlığı değişim göstermekte ve havzanın güneyinde sonlanmaktadır. C formasyonu, hafif birtransgresyonla başlamış ve daha sonra regresyon safhasının devamı ile gelişmiş dolayısıyla deltayik, fluvial ve görsel ortamları temsil eden C formasyonu, kumtaşı, şeyl ve miltaşı araldanmasından oluşmuştur. Bu formasyon üst oligosen yaşlı B formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmektedir. D formasyonu, alt ve orta oligosen yaşında olan bu formasyon görsel ve sahil yakını ortamlarında çökmüş ve yeşilimsi gri şeyllerden oluşup yer yer miltaşı ve tuf bantları içerdiği belirtilmektedir. Havzanın güney kısmında mostra veren bu formasyon 1000 m ye kadar varan bir kalınlığa sahiptir. C formasyonu ile uyumlu olarak örtülmüştür.

Gerçek veri üzerinde analizler

Bir sahadaki bütün veriyi niteleyici analizleri genellikle uygulanmamaktadır. Saha hakkında genel bir fikir oluşturulduktan sonra hedef noktalar tespit edilip bu bölge ve bu bölgeye yakın bir alandaki verilerin analizlerinden faydalanılma yoluna hem zaman hem de pratiklik açısından gidilmektedir. Bu çalışma-

da jeolojik bilgi ile sismik niteleyicilerden elde edilen neticelerin karşılaştırılabilmesi için ayrıntılı jeolojik verilerin bulunduğu bir bölgede yoğunlaşmıştır. Bu nedenle veri kalitesi nispeten iyi olan ve hidrokarbon üretimi yapılan Trakya havzasındaki iki boyutlu sismik veriler üzerinde çalışılmıştır (Özer ve diğerleri, 1998).

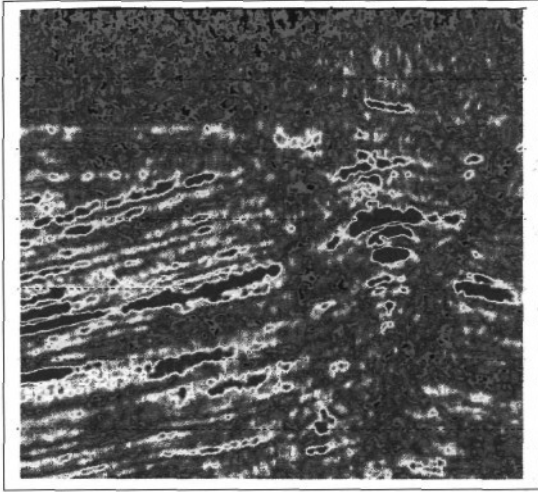
Şekil 1 de bu bölgedeki zaman göçü işlemi yapılmış sismik yansıma verisi görülmektedir. Bu veri üzerinde niteleyici analizleri uygulanmıştır. Sismik veri analitik düzleme taşındıktan sonra gerçel ve sanal kısımlardan yararlanılarak yansıma gücü enerji niteleyicisi elde edilmiştir (Şek. 2). Yansıma gücünde yansıma enerjisi yüksek olan yerler kırmızı renkle genlikleri daha düşük olan yerler ise maviye uzanan bir renk yelpazesi şeklinde gösterilmiştir. Bu analizde kıvrımlanmadan dolayı oluşan faylar ayrıntılı olarak tespit edilip kesit üzerine işlenmiştir. Yüksek enerjili yerler daha kesif yapıları temsil edebileceğinden, burada kırmızı renkli yerler porozitenin düşük olduğu, mavi renkli yerler ise gevşek zeminleri dolayısıyla porozitenin daha yüksek olduğu yerlere işaret edebilir. Yanal olarak renk değişimleri gaz etkisinden meydana gelen parlak noktalar (bright spot) gösterebilir. Bu veriden elde edilen anlık faz niteleyicisinde değerler derece olarak gösterilmektedir. Burada sarı renk sıfır derece, 120 derece kırmızı, -120 derece mavi renkle temsil edilmektedir. Bu niteleyiciyle yapının geometrisi, antiklinal ve süreksizlik yüzeyinin tespitinde faydalanılmıştır. B formasyonunun A formasyonu ile örtüldüğü uyumsuzluk yüzeyi anlık faz niteleyicisinde oldukça açık bir şekilde takip edilebilmektedir (Şek. 3). Ancak antiklinalın kesite göre doğru kesimde fay ile kesilen düzlemden sonraki yansıma karakterleri kesin olarak korele edilememektedir. Bu korelasyon iz zarfı niteleyicisinden ve frekans niteleyicisindeki benzer



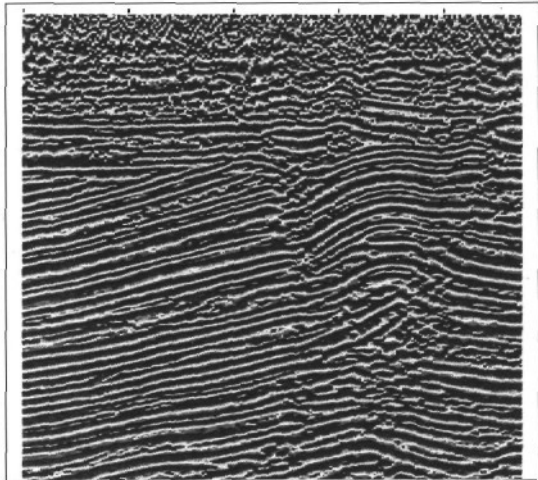
Şek. 1- Sismik veri: Trakya bölgesindeki sismik yansıma çalışması sonucunda bağlı genlik ilişkisini bozmadan veri işleme yapılarak elde edilen sismik yağma kesiti.

anomaliler çakıştırılarak sağlanmıştır (Şek. 2 ve 4). Yansıma gücünün ikinci türevi niteleyicisindeki anomaliler zaman olarak yansıma gücündeki değerlerle beklendiği gibi birebir çakışmakta ve değişimler daha hassas olarak incelenebilmektedir. Burada B formasyonu ile C formasyonundaki anomaliler gazın etkisine işaret edebilir (Şek. 5). Anlık faz niteleyicisinde görülen antiklinalin apekslerindeki faz atlaması yanal litolojik değişimden veya gaz etki-

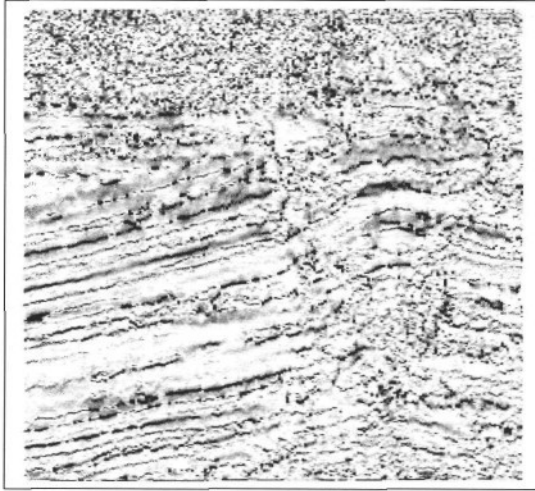
sinden olabilir. Burada antiklinalin apekslerinde özellikle B ve C formasyonlarının olduğu yerler ile diğer kısımlar arasında frekans niteleyicisinde görülen yanal değişimler dikkat çekmektedir. Anlık frekans niteleyicisinde düşük frekanslar mavi renkte yüksek frekanslar ise kırmızı renkte gösterilmektedir. Diğer niteleyicilerden görülen anomaliler frekans niteleyicisinde de görülmektedir.



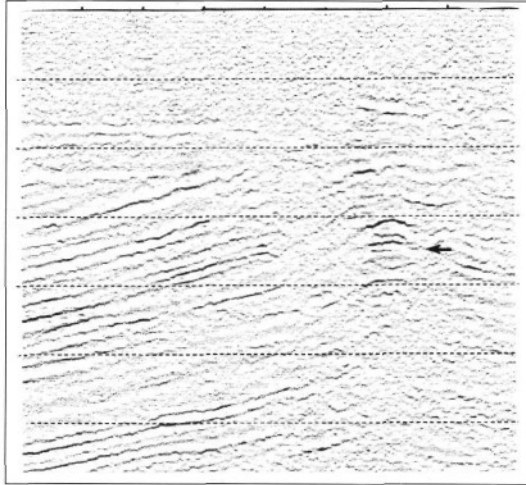
Şek. 2- İz zarfı: Şekil 1 deki yansıma verisi üzerine yapılan niteleyicide kırmızı renkler yüksek anomalileri maviye geçen renkler ise düşük anomalileri göstermektedir.



Şek. 3- Anlık faz: Renk atlamaları fazlardaki değişimleri göstermektedir.



Şek. 4- Anlık frekans: Kırmızı renkten yeşile doğru frekanslar yüksekte düşüğe geçmektedir.



Şek. 5- Iz zarfı ikinci türü: Bu niteleyici zarfın en yüksek değerlerinin çözünürlüğünü gösterir. Burada ok ile gösterilen gaz olduğu düşünülen noktada iyi netice vermektedir.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada temel niteleyicilerin iki boyutlu veri üzerinde uygulamaları yapıp sonuçları irdelenmiştir. Uygulamalardan sismik niteleyicilerden elde edilen bilgiler ışığında, sismik kesitte aralarında ayırım görülmeyen olayların daha ayrıntılı incelenebileceği tespit edilmiştir. Uygulama yapılan alanın jeolojisi diğer bilgilerle kıyaslamak amacıyla ön bilgi olarak verilmiş ve ekonomik değeri olan alanlar tespit edilmiştir. Bu bilgiler B formasyonu ve C formasyonunun ekonomik değeri olduğunu göstermektedir. Niteleyici analizlerinden direkt olarak tam bir stratigrafik yorum çıkartılmasında jeolojik ön bilgi ve kuyu bilgisinden yararlanarak yapılan analizler sonuca ulaşılmasında faydalı olmuştur. Sismik kesitte yapı takibinin zor olduğu kısımlarda özellikle yansıma gücü niteleyicisi analizinden yararlanarak antiklinalin doğudan ters bir fayla kesildiği kısımda yapının ne şekilde devam ettiği tespit edilmiştir. Anlık faz niteleyicisi analizinden B formasyonunun A formasyonu tarafından diskordan olarak örtüldüğü ayrıntılı olarak görülebilmektedir. Antiklinalin apekslerinde özellikle B ve C formasyonunun olduğu yerlerde niteleyici analizlerindeki belirtilen anomaliler gaz birikimi olduğuna işaret etmektedir. Faz ve frekans bilgisi ile yapının geometrik şekli ayrıntılı olarak tespit edilebilmekte ve yapıyla ilgili karakteristik bilgiler sağlanmaktadır.

*Yayına verildiği tarih. 27 Haziran 2000*

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Özer, Z. 1999, Yığma sonrası sismik niteleyiciler: Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniv. Fen Bilimleri Ens., 79 s. Ankara.
- . Özkan, A. ve Akalın, F., 1998, Seismic attributes and their contribution to interpretation: Presented at the 12<sup>th</sup> Petroleum Congress and Exhibition of Turkey in Ankara, Turkey.
- Rijks, E. J. H. ve Jauffred, J. C. E. M., 1991, Attribute extraction: An important application in any detailed 3D interpretation study: The Leading Edge, 10. no. 9, 11-19.
- Robertson, J. D. ve Nogami, H.H., 1984, Complex seismic trace analysis of thin beds: Geophysics, 49. 344-352.
- Taner, M.T., 1992, Attributes revisited (revised 1998): SRC-ATTRIB Program notes, Seismic Research Corporation. Houston.
- ve Sheriff, R. E., 1977, Application of amplitude, frequency and other attributes to Stratigraphic and hydrocarbon determination: in applications to hydrocarbon exploration. C. E. Payton, Ed., AAPG Memoir 26: Tulsa, Am. Assn. Petroleum Geologists. 301-327.
- : Koehler, F. ve Sheriff, R.E., 1979, Complex Seismic trace analysis: Geophysics, 44. 1041-1063,
- Turgut, S., Siyako, M. ve Dilki, A., 1983, Trakya havzasının jeolojisi ve hidrokarbon olanakları: Türkiye Jeoloji Kongresi Bülteni, 4. 35-36.
- White, R. E., 1991, Properties of instantaneous attributes: The Leading Edge, 10. no. 7. 26-32.