

SİSMİK YANSIMA VERİLERİNDE YIĞMA ÖNCESİ DERİNLİK GÖÇÜ UYGULAMALARI: GÜNEY KARADENİZ ŞELF ALANI

PRESTACK DEPTH MIGRATION APPLICATIONS IN SEISMIC REFLECTION DATA: SOUTHERN BLACK SEA SHELF

Yeliz İşcan^{1*}, Neslihan Ocakoğlu², A. Oğuz Özel¹

¹*Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, Avcılar, 34850 İstanbul*

²*Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Maden Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Ayazağa Kampüsü,
Maslak, 34469 İstanbul*

Email: yeliziscan@gmail.com

Yayına Geliş (Recieved): 30.05.2018, Yayına Kabul (Accepted): 17.07.2018

*Sorumlu yazar/Corresponding author: yeliziscan@gmail.com

Öz

Bu çalışmada güney Karadeniz şelf alanından alınan çok kanallı bir sismik yansımaya hattına, yığma öncesi Kirchoff metodu ile derinlik göçü (PSDM) uygulanmıştır. Ham veriler PSDM uygulaması öncesi, atış gruplarındaki gürültülü izlerden, direk ve kırılma varışlarından, alçak ve yüksek frekanslı gürültülerden arındırılmıştır. Ortak derinlik noktası (CDP) gruplarında baskın olan tekrarlı yansımalar, yüzey bağımlı tekrarlı yansımaların giderilmesi (SRMA) tekniği ile bastırılarak verilerin sinyal/gürültü (S/G) oranı iyileştirilmiştir. PSDM uygulamasında başlangıç hızı için zaman ortamında üretilen hız fonksiyonları derinlik ortamı ara hızlarına dönüştürülmüştür. CDP gruplarında derine doğru tüm seviyelerin yatay hale getirilmesi için yinelemeli işlemler serisi uygulanmıştır. Her yinelemede; kalıntı kayma düzeltilmesi, ara tabakaların işaretlenmesi, grid tomografi ile ara hız modelinin güncellenmesi ve yığma öncesi PSDM uygulaması adımları uygulanmıştır. Yansımaya seviyeleri mümkün mertebe yatay hale getirildiğinde yineleme işlemine son verilerek, göç işlemi uygulanmış final sismik derinlik kesiti üretilmiştir. Derinlik kesiti Cide'nin doğu açıklarında deniz tabanından itibaren yaklaşık 2.5 km kalınlığında 4 farklı sismik ünitelerden oluşan çökel istifin varlığını ortaya koymuştur. Sahada sırt-havza yapıları, kıvrımlar ve faylar görülmüştür. Derinlik göç kesiti, zaman ortamı göç kesiti ile karşılaştırıldığında kesitin derinlik ortamında çözünürlüğünün artmış olduğu görülmüştür. Bu çalışma, PSDM yönteminin karmaşık jeolojik yapılarda yansımaların gerçek yerlerine taşınmasında başarılı sonuçlar ürettiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Yığma öncesi derinlik göçü, Sismik yansımaya, Güney Karadeniz şelfi.

Abstract

In this study, prestack depth migration (PSDM) with Kirchoff method were performed on multi-channel seismic reflection data from southern Black Sea shelf. The seismic noises with low and high frequencies were eliminated by editing, muting and filtering on the raw data before PSDM application. The dominant seafloor multiples on common-depth-point (CDP) gathers were attenuated by using SRMA technique. Thus, the signal/noise (S/N) ratio has been increased. The velocity function produced in time domain was transferred into depth domain to have the initial interval depth velocities for PSDM. Then, a series of iterative processes such as residual moveout correction, picking interlayers, updating the velocity section by using grid tomography and PSDM was applied to CDP gathers to flatten all reflection horizons through the depth. The iterations has been ended when all the seismic reflections were flattened as much as possible and final depth migrated seismic section was produced. The depth section revealed the presence of a sedimentary sequence of four different seismic units with a thickness of about 2.5 km in the eastern

offshore of Cide. In addition, the ridge-basin structures, folds and faults were observed. The correlation between depth migrated and time migrated seismic sections indicates that the resolution has been increased in depth domain. Thus, this study point out that PSDM produced successful results to move the reflections into their true positions in complex geological structures.

Key words: Prestack depth migration, Seismic reflection, Southern Black Sea Shelf.

GİRİŞ

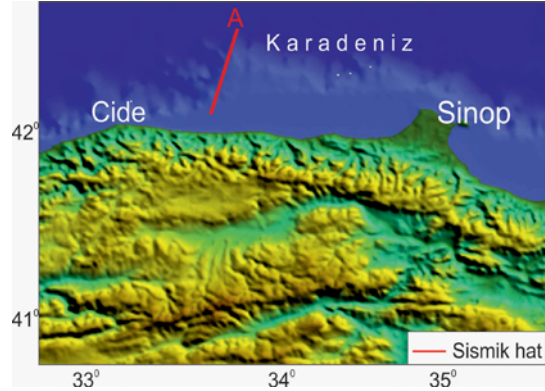
Sismik Göç işlemi yer içinde bir noktadan yansıyan ve kayıt edilen bir sinyalin gerçek yansıdığı noktaya taşınma işlemidir. Bu işlem 1920'lerden günümüze sismik yansıma verilerine yığma öncesi ve yığma sonrası uygulanmaktadır (Sheriff ve Geldart, 1995).

Yığma işlemi ile sismik yansıma atış verilerinden yola çıkılarak bir grup ön veri işleminden sonra yeraltının ilk kez sıfır ofsetli yansıma kesitine bir yaklaşım sağlanır. Sonraki aşamada yığma kesitindeki yansımalara ve saçılmalara gerçek yerlerine taşınması için sismik göç işlemi uygulanır. Sismik işlemlerde yeraltı homojen, izotrop, yatay tabakalı bir modeldir ve sismik hız yanal yönde dikkate değer bir değişim göstermez. Eğer yeraltında yanal yönde hız çok değişken veya karmaşık jeolojik yapılar mevcut ise (tuz domları, faylanmalar, bindirmeler ve kıvrımlar gibi) yığma sonrası göç işlemi çok başarılı olmayacaktır. Sadece eğim değişimi ile hız analizi sonucu elde edilen NMO hızları ortamı doğru temsil etmeyecek ve yanlış ara hızlar kullanılarak yapılan sismik göç işleminde derinlikler hatalı hesaplanacaktır ve sonuçta veri gerçek yansıdığı noktaya taşınmayacaktır.

Sözü edilen karmaşık yeraltı yapıları için yığma öncesi derinlik dönüşümü çözünürlüğü daha yüksek yeraltı kesitleri üretecektir. Diğer göç yöntemlerine göre pahalı ve uzun süreli bir yöntem olan bu işlem ile göç uygulanmamış bir yığma kesit gibi herhangi bir ara ürün elde edilmeden yeraltının derinlik kesiti hesaplanır. Yığma öncesi derinlik dönüşümünde (PSDM) hız fonksiyonu oldukça önemlidir.

Bu çalışmada yığma öncesi Kirchoff derinlik göç tekniği kullanılmıştır (Schneider, 1978; Gray and May, 1994; Bevc, 1997). Uygulama sahası olarak güney Karadeniz şelfinde Cide'nin doğu açıklarından çok kanallı bir sismik yansıma hattı seçilmiştir (Şekil 1). Şelf alanında jeolojik olarak oldukça yaşlı kayaların (zaman içerisinde çok fazla deformasyona ve değişime maruz kalmış) ve yapısal olarak karmaşık bir tektonizmanın (faylı ve kıvrımlı) varlığı önceki çalışmalarla ortaya konmuştur (İşcan, 2018; İşcan vd., 2018). Bu sebeple sahada

seçilen hatta yığma öncesi göç işlemi uygulanarak yeraltının derinlik ortamındaki görüntüsüne yüksek çözünürlüklü bir yaklaşım sağlanması amaçlanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı. Morfoloji haritası GEBCO verisinden üretilmiştir.

Figure 1. Study area. Morphology map was produced by GEBCO data.

SİSMİK YANSIMA VERİSİ

Yığma öncesi derinlik dönüşü için kullanılan çok kanallı sismik yansıma hattı Türkiye Petrolleri tarafından 1991 yılında İnebolu açıklarında toplanmıştır. Çok kanallı sismik yansıma verileri 240 kanallı, 2 msn örnekleme aralığı ile, 7 sn dinlenerek toplanmıştır. Veri toplamada alıcı derinliği 10 m, kaynak derinliği 7 m, atış aralığı 30 m, alıcı aralığı 15 m, minimum ofset 160 m, maksimum ofset 3725 m olarak seçilmiştir. Atış verilerden elde edilen ortak orta nokta (CDP) verileri 60 katlamalıdır.

SİSMİK YANSIMA VERİLERİNİN İŞLENMESİ

Çok kanallı sismik yansıma verisine uygulanan yığma öncesi derinlik dönüşümü İTÜ Jeofizik Mühendisliği Bölümü 'Nezihi Canitez Veri-İşlem Laboratuvarı'nda Paradigm firması 'Geodepth' yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

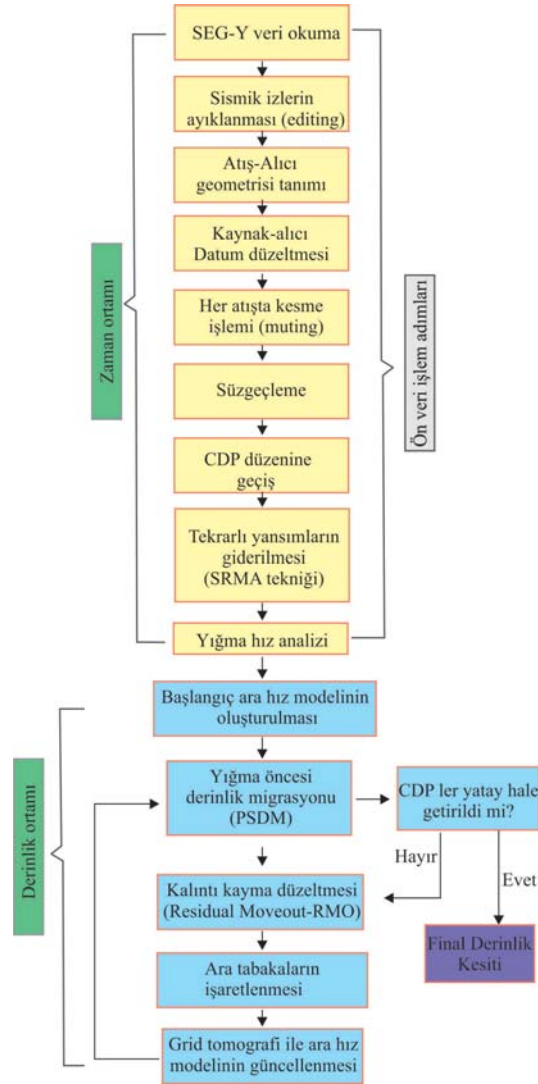
Bu çalışmada Kirchoff tekniği ile yığma öncesi derinlik göçü (PSDM) gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem yanal ve düşey anlamda hız değişimlerinin

belirgin olduğu karmaşık yapılarda 90° eğimlere kadar yansımaların doğru yerlerine taşınmasında başarılı sonuçlar vermektedir. Kirchoff göç tekniği, skaler dalga denkleminin integral çözümüne dayanmaktadır ve saçılma toplama yöntemini kullanmaktadır (Scheider, 1978; Yılmaz, 1987). Veri üzerinde saçılma hiperbolü boyunca genlikler toplanarak tek bir noktaya (apex) atanır. Yığma öncesi uygulamada her izdeki veri yarım daire yüzeyi boyunca göç ile taşınıp ve üst üste toplanarak, yakın ve uzak ofsetlerdeki olaylar gerçek yerlerine taşınır.

PSDM uygulamalarında ortama ait en doğru başlangıç hızı ile veri işleme geçmek yönteminin başarısı en önemli etkidir. Başlangıç ortam ara hızları idealde sondajlardan alınan sonik loglardan veya kuyu kontrol atışlarından elde edilir. Ancak bu verinin bulunmaması durumunda başlangıç hızı rutin veri işlem aşamalarından geçirilmiş veriye uygulanan yığma hız analizinden sağlanır. PSDM yönteminde başlangıç hız modeli her yinelemede güncellenerek yeraltına ait en doğru hız kesiti elde edilir.

PSDM ÖNCESİ ÖN VERİ İŞLEM ADIMLARI

Bu çalışmada PSDM uygulaması öncesi verinin sinyal/gürültü oranını iyileştirmek için bazı ön veri işlem adımları uygulanmıştır (Şekil 2). Ham veri grubu (Şekil 3a) ilk aşamada gürültülü izlerden ayıklanmıştır. Daha sonra hattın geometrisi tanımlanmış ve belirli derinliklerden çekilen kaynak ve alıcılar için datum düzeltmesi yapılmıştır. Atış gruplarında istenmeyen varışlar olarak görülen direk gelişler ve kırılmalar kesilmiştir. Daha sonra verilere band geçişli (Köşe frekansları; $F1=6$ Hz $F2=12$ Hz $F3=70$ Hz $F4=90$ Hz) 'Hamming' yumuşatma operatörü ile trapezoidal filtre uygulanmıştır. Verinin Nyquist frekansı $FN=250$ Hz, frekans bandı 5-120 Hz, hakim frekans ise yaklaşık 40 Hz'ler civarındadır. Filtreleme ile yüksek ve düşük frekanslı gürültüler veriden uzaklaştırılmıştır (Şekil 3b). Bu işlemden sonra atış veri topluluklarından, aynı noktadan yansımış sinyallerin bir araya getirilerek toplandığı ortak derinlik noktası (CDP) veri düzenine geçilmiştir.



Şekil 2. Yığma öncesi derinlik göç işlemi akış şeması. Figure 2. PSDM data processing flow chart.

Sismik verideki en önemli gürültü şelfin iç kesiminde sığ deniz tabanı ve hemen onun altındaki sedimanlardan kaynaklanan kuvvetli tekrarlı yansımalarıdır. Bu tekrarlı yansımalar başarılı bir PSDM için yüzey bağımlı tekrarlı yansımaların giderilmesi (SRMA) yöntemi ile veriden mümkün mertebe uzaklaştırılmıştır.

SRMA Yöntemi İle Tekrarlı Yansımaların Giderilmesi

Günümüzde SRMA yöntemi tekrarlı yansımaların bastırılmasında kullanılan en etkili yöntemlerden biridir (Verschuur, 1991 ve 1992).

Yöntemde kaynak ve alıcının aynı lokasyonda olduğu kabul edilir (sıfır ofset yaklaşım). Birincil yansımalar ve tekrarlı yansımalar arasındaki (moveout differences) eğim farklılıklarına ve tabakalar hakkında hız, kalınlık vb. ön bilgilere gerek duymaz. Tekrarlı yansımalar sismik veriden önkestirilir. Önkestirim operatörü frekans ortamında Taylor serisine açılarak hesaplanmaktadır. Buna göre operatör;

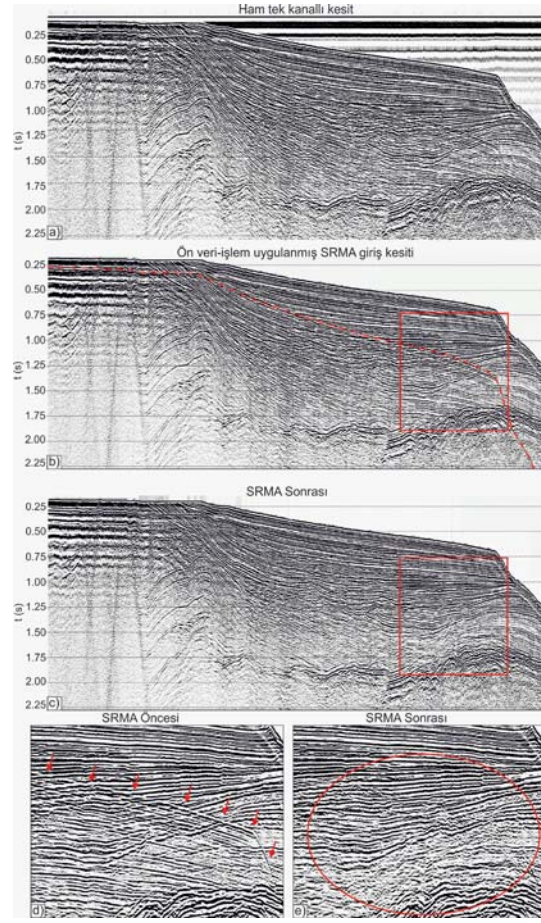
$$P_0 = P - \left(\frac{R}{S(w)}\right) [P]^2 + \left(\frac{R}{S(w)}\right)^2 [P]^3 - \left(\frac{R}{S(w)}\right)^3 [P]^4 + \dots \quad (1)$$

$$= T_0 + T_1 + T_2 + T_3 + \dots$$

şekindedir. Bağntı (1)'de, P_0 tekrarlı yansımalar bastırılmış veriyi, P sismik veriyi (CDP veri grubu), R yansıma katsayısını, $S(w)$ kaynak dalgacığını temsil eder. Birinci bağntı sadeleştirildiğinde elde edilen ikinci bağntıda T_0 sismik veriyi, T_1 ve artan değerleri ise birincil tekrarlı yansımadan başlayarak ikincil, üçüncül ve daha sonraki tekrarlı yansımaları göstermektedir. Denklemdaki birinci tekrarlı yansıma sismik verinin özilişkisinden hesaplanmaktadır.

Uygulamada SRMA yöntemi iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada tekrarlı yansımalar CDP verilerinden deniz tabanını temsil eden birincil yansımının varış zamanına eşit olacak şekilde derine doğru önkestirilerek modellenir. Kestirilen ilk tekrarlı yansımının genliği ve dalga şekli birincil yansımadan farklıdır. Genlikler birincil, ikincil, üçüncül ve sonraki tekrarlı yansımaların sayısı ile sistematik bir şekilde azalırken, polarite her tekrarlı yansımada terslenir. İkinci aşamada önkestirilen tekrarlı yansımaları içeren model veri grubu, gerçek veri grubundan çıkarılır. Bu işlem sonucunda, tekrarlı yansımalarından mümkün mertebe temizlenmiş, birincil yansımaları içeren sismik veri elde edilir.

SRMA ile tekrarlı yansımaların giderildiği CDP gruplarından elde edilen tek kanallı sismik kesit SRMA öncesi tek kanallı sismik kesit ile kıyaslanmıştır. Şekil 3b'de kırmızı kesikli çizgi ile gösterilen deniz tabanı ve onun altındaki sedimanlardan gelen tekrarlı yansımalar serisi, Şekil 3c'de SRMA yöntemi uygulamasından sonra başarılı bir şekilde bastırılmıştır.



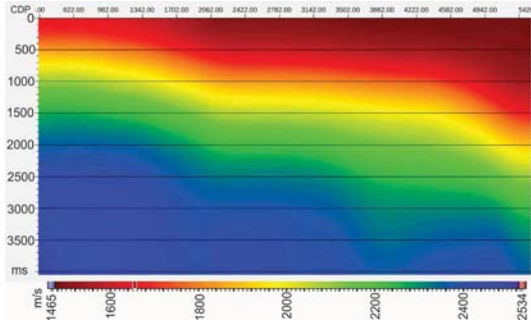
Şekil 3. a) Ham tek kanallı sismik kesit b) SRMA yöntemi uygulaması öncesi ve c) SRMA yöntemi uygulaması sonrası tek kanallı sismik kesit. d) Kare ile gösterilen alanın SRMA öncesi ve e) SRMA sonrası yakınlaştırılmış görüntüleri. Kırmızı oklarla gösterilen tekrarlı yansıma paketi SRMA sonrası ortadan kaldırılmıştır (kırmızı dairesel alan).

Figure 3. a) Single channel raw seismic section b) Single channel seismic section before and c) after SRMA method. d) Zoomed images before SRMA and e) after SRMA of the area shown with the square. The multiples with red-arrows were eliminated after SRMA (red circular area).

Uygulama sonrası verinin sinyal/gürültü oranı yükseltilecek çözünürlük artırılmıştır. Özellikle deniz tabanının yataydan derine doğru eğimlendiği alanda ayrımlılık artarak tabakalardan gelen birincil varışlara ait yansıma yüzeyleri daha belirgin hale gelmiş ve devamlılıkları takip edilebilmiştir. Öte yandan deniz tabanının yatay olduğu sığ sularda tekrarlı yansımalarla örtülmüş olan eğimli birincil yansımalar istenilen ölçüde ortaya çıkarılamamıştır.

PSDM UYGULAMASI

Ön veri işlem adımları ile mümkün mertebe gürültülerden arındırılan CDP verisine zaman ortamı yığma hız analizi uygulanmıştır. Elde edilen zaman ortamı RMS hız kesiti derinlik ortamı ara hızlarına dönüştürülerek PSDM için ilksel hız kesiti oluşturulmuştur (Şekil 4). Yöntemin başarısı bu ilksel hız bilgisine oldukça bağlıdır. Bu nedenle hatta ait en ideal hız fonksiyonlarının kullanılması önemlidir. İlksel hızlar 1465-2534 m/s aralığında seçilmiştir.



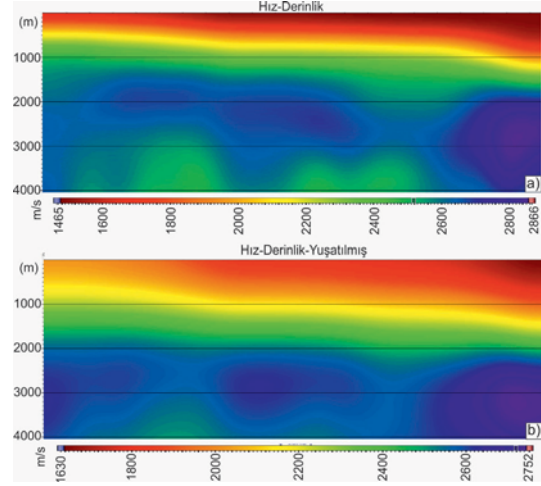
Şekil 4. Zaman ortamı RMS hız kesiti.
Figure 4. Time domain RMS velocity section.

Zaman ortamında RMS hız fonksiyonu derinlik ortamı ara hızlarına Dix denklemi ile (bağıntı 2) dönüştürülür (Şekil 5 a). Daha sonra hızlar kayan ortalama metodu ile yumuşatılır (Şekil 5 b). Kayan ortalama kullanılarak pencere boyu denemeler sonucunda 200/200 (örnek/iz sayısı) olarak belirlenmiştir.

$$V_{int_i}^2 = (V_i^2 t_i - V_{i-1}^2 t_{i-1}) / (t_i - t_{i-1}) \quad (2)$$

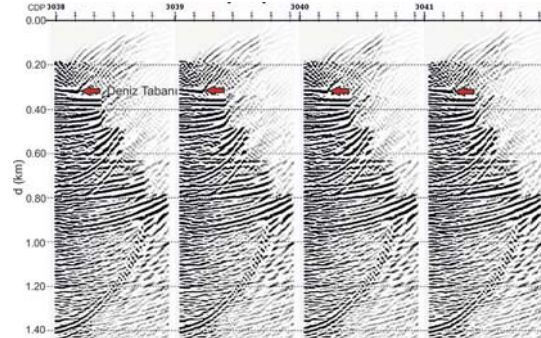
2 no'lu denklemde, V_{int} ara hızı, V RMS hızını, t varış zamanını, i ise tabaka sayısını göstermektedir.

PSDM uygulamasında yinelemeler yapılırken ilk tabakayı temsil eden su kolonunun ara hızı sabit tutulmuştur. Bu nedenle su kolonunun hızını tespit etmek için veriye çeşitli (1415 m/s, 1450 m/s, 1500 m/s vb.) sabit hız fonksiyonları ile PSDM uygulanmıştır. Bu uygulama sonucunda deniz tabanına ait yansımaları yatay hale getiren su hızının 1415 m/s olduğu görülmüştür (Şekil 6).

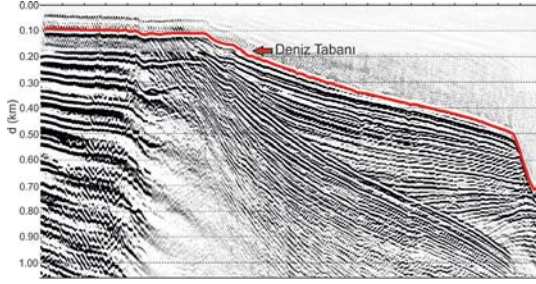


Şekil 5. a) RMS hızlarından dönüştürülen derinlik ortamı ara hız kesiti b) Yumuşatılmış derinlik ortamı hız kesiti.
Figure 5. a) Interval velocity section in depth domain calculated by RMS velocities in time domain. b) Smoothed interval velocity section in depth domain.

Daha sonra PSDM sonucu çıkan sismik kesit üzerinde deniz tabanı işaretlenmiştir (Şekil 7). İlksel hız kesitinde işaretlenen deniz tabanına kadar olan hızlar sabit 1415 m/s olarak alınmıştır (Şekil 8). Bu hız kesiti PSDM uygulamasının ilksel hız kesitidir ve bu kesit kullanılarak ilk derinlik kesiti elde edilir.

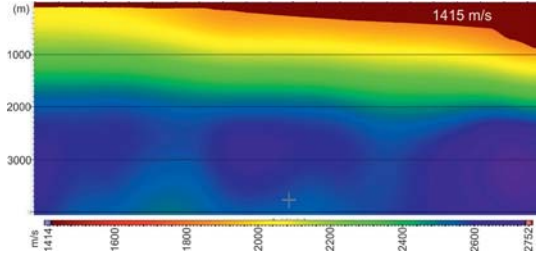


Şekil 6. Sabit su hızı (1415 m/s) ile PSDM uygulaması sonucu örnek CDP grupları.
Figure 6. CDP gathers after PSDM with constant water velocity (1415 m/s).



Şekil 7. Sabit su hızı (1415 m/s) ile PSDM uygulaması sonucu elde edilen derinlik kesiti.

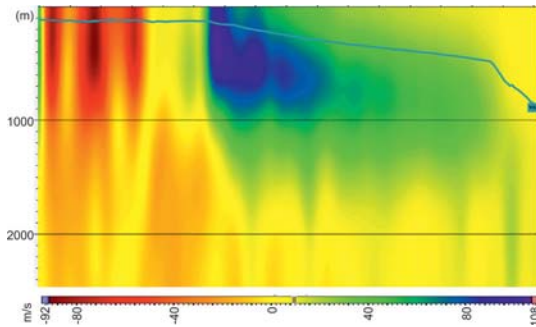
Figure 7. Depth section with constant water velocity (1415 m/s) after PSDM.



Şekil 8. Derinlik ortamında ilksel ara hız kesiti.

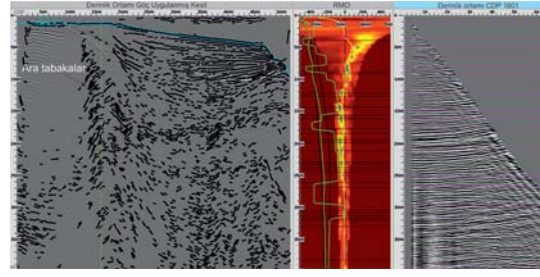
Figure 8. Primary interval velocity section in depth domain.

Bu aşamadan sonra ilksel hız modeli ile PSDM uygulaması sonucu elde edilen CDP'lere kalıntı kayma düzeltmesi (RMO-Residual Moveout) yapılmıştır. Seçilen düzeltme değerleri ile RMO kesiti oluşturulmuştur (Şekil 9). Daha sonra ilksel derinlik kesiti üzerinde otomatik olarak ara tabakalar piklenmiştir (Şekil 10). RMO kesiti ve ara tabakalar birlikte kullanılarak grid tomografi metodu ile hız kesiti güncellenmiştir.



Şekil 9. Normal Kayma Düzeltmesi (RMO) kesiti.

Figure 9. Residual Moveout Corection (RMO) section.



Şekil 10. Normal Kayma Düzeltmesi uygulaması ve ara tabakaların işaretlenmesi.

Figure 10. Residual Moveout correction and picking the interlayers.

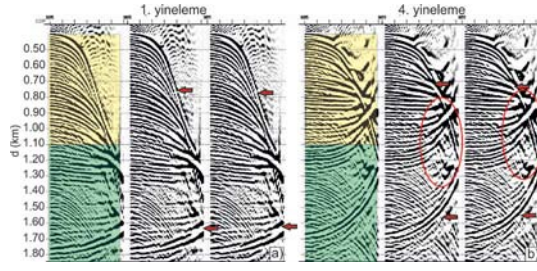
Grid tomografi metodu basit anlamda bir ışın izleme yöntemidir. Bu yöntemde ışın sismik izdir. Her sismik iz için hata değeri (3) bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntıda Δt hata değeri ve Δ_{ii} ise iz boyunca kümülatif hatadır. Grid tomografiye girdi olarak ara tabakalar ve RMO değerleri verilir.

$$\Delta t = \sum \Delta t_i \quad (3)$$

Sonuç olarak güncellenmiş hız kesiti elde edilir. Bu işleme CDP'lerdeki tüm yansımalar yatay hale gelene kadar yinelemeli olarak devam edilir ve sonuç olarak yeraltını temsil eden en doğru hız modeli elde edilmiş olur. Ancak uygulamada izler her zaman tam anlamıyla yatay hale getirilemeyebilir.

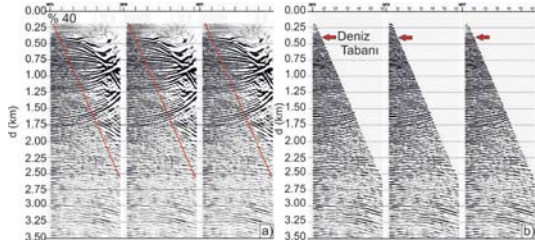
Bu çalışmada kullanılan verideki tekrarlı yansımalar tamamen giderilemediği için hızın güncellenmesinde soruna yol açmıştır. Şekil 11 incelendiğinde yaklaşık 1.10 km derinliklere kadar olan kısmın yinelemeler sonucu ilk yinelemeye göre daha yatay hale geldiği görülmektedir. Ancak, bu derinliğin altında bulunan baskın tekrarlı yansıma birincil yansımaların yatay hale gelmesine engel olmakta hatta ilk yinelemeye oranla yataylanmanın bozulmasına neden olmaktadır (Yaklaşık 1.6 km derinlikteki yansıma yüzeyleri, Şekil 11). Bu nedenle yinelemelerde daha ileriye gidilmeyip 4. yinelemedeki hız modeli final hız kesiti olarak kabul edilmiştir. Bu işlem sonucu uzak ofsetlerde oluşan gerilmiş yansıma seviyeleri %40 oranında yapılan kesme işlemiyle CDP'lerden atılmıştır (Şekil 12).

Son aşamada elde edilen nihai hız modeli ile yağma öncesi derinlik göçü uygulanmış ve final sismik kesit elde edilmiştir (Şekil 13).



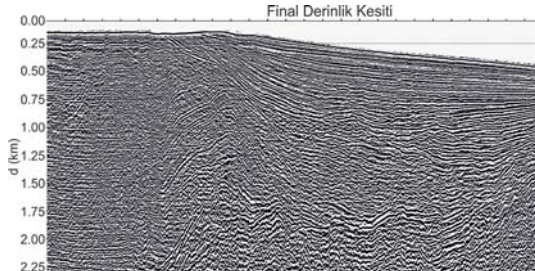
Şekil 11. a) 1. yineleme sonucu PSDM uygulanmış örnek CDP verileri b) 4. yineleme sonucu PSDM uygulanmış örnek CDP verileri.

Figure 11. a) CDP gathers after 1st iteration of PSDM b) CDP gathers after 4th iteration of PSDM.



Şekil 12. Kesme işlemi uygulaması.

Figure 12. Mute application.



Şekil 13. Yığılma öncesi derinlik göçü uygulanmış final sismik kesit.

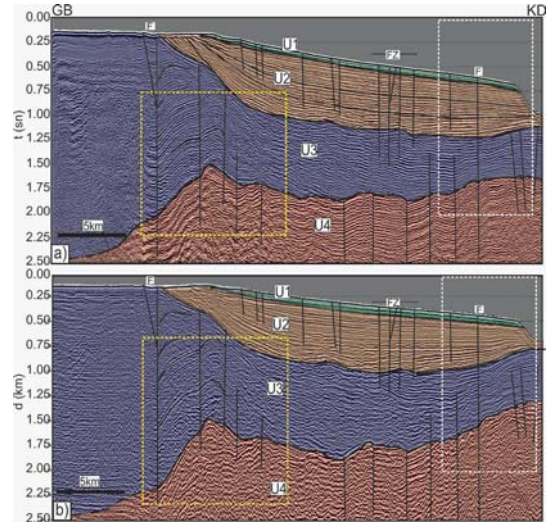
Figure 13. The final depth migrated seismic section after PSDM.

SONUÇLAR

PSDM işlemi sonucunda elde edilen yığılma öncesi derinlik ortamı sismik yansıma kesiti stratigrafik ve yapısal olarak yorumlanmıştır. Sonuçlar önceki çalışmalarla (İşcan, 2018) gösterilen hattın yığılma sonrası zaman ortamı göç kesiti ile kıyaslanmıştır (Şekil 14). Zaman ortamı göç kesitinde tekrarlı yansımaların bastırılması için yığılma sonrası önkestirim ters süzgeçlemesi uygulanmıştır.

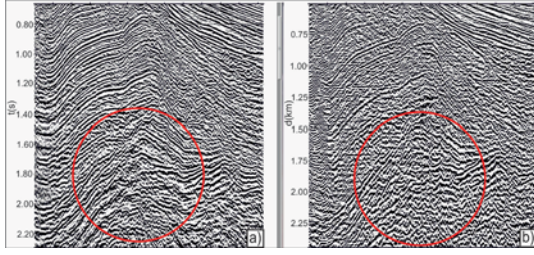
Zaman ortamı göç kesiti ile derinlik ortamı sismik göç kesiti arasında belirgin farklılık-

lar mevcuttur. PSDM ile yeraltı kesitine en doğru yaklaşım sağlanmıştır. Cide'nin doğu açıklarını temsil eden derinlik kesitinde stratigrafik olarak deniz tabanından itibaren yaklaşık 2.5 km kalınlığında dört farklı sismik ünitelerden oluşan çökel istifin depolandığı görülmüştür (İşcan, 2018; İşcan vd., 2018). Bu ünitelerden zaman ortamı göç kesitinde en altta yer alan ünitenin üst yüzey sırt-havza geometrisinin, derinlik ortamında daralan sırt ve genişleyen havza şeklinde devamlı olarak takip edildiği görülmüştür (Şekil 14 ve Şekil 15). Şelfin sonu ve şelf yamacı üzerindeki eğimli çökeller, eğim yukarı ve içeriye doğru taşınmıştır (Şekil 16). Öte yandan, şelfin eğimlenmeye başladığı deniz tabanı altındaki çökellerin sonlanmaları, SRMA uygulamasının sığlardaki bozucu etkisinden dolayı iyi takip edilememiştir. Yapısal anlamda dik açılı faylar derine doğru derinlik kesitinde daha net olarak takip edilebilmiştir. Fayların yaklaşık 90° eğimli olmasından dolayı PSDM uygulaması fayların eğimlerini etkilememiştir. Zaman kesitinde derinlerde hızdan oluşan hatalar mümkün mertebe giderilerek yansıma yüzeyleri daha belirgin ve takip edilebilir hale getirilmiştir. Bu durum kesitin derinlere doğru çözünürlüğünü arttırmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. a) Yığılma sonrası sismik göç uygulanmış yorumlu zaman kesiti b) Yığılma öncesi sismik göç uygulanmış yorumlu derinlik kesiti. F: Fay, FZ: Fay zonu, U: Sismik Ünite.

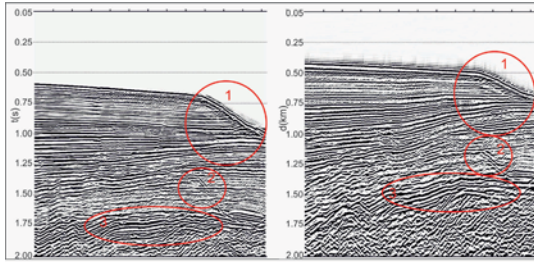
Figure 14. a) The interpreted time migrated seismic section after stack. b) The interpreted depth migrated seismic section before stack. F: Fault, FZ: Fault Zone, U: Seismic Unit.



Şekil 15. Yakınlaştırılmış a) zaman ortamı b) derinlik ortamı sismik göç kesitleri. Kırmızı daireler PSDM sonrası verinin çözünürlüğündeki artışı göstermektedir. Lokasyon Şekil 14’de sarı dikdörtgenler ile gösterilmektedir.

Figure 15. The zoomed migrated sections a) in time domain b) in depth domain. The red circles indicate the increase of the resolution after PSDM. The locations indicated in Figure 14 with yellow rectangles.

Hattın GB’sında ise deniz tabanında yüzeleşmiş olan oldukça deforme olmuş yaşlı kayaların yetersiz sismik hız bilgisi, PSDM uygulamasının bu alandaki başarısını düşürmüştür. Bu sahada varolan faylı kıvrım ekseninin GB’sında kalan açılı yansıma yüzeyleri iyileştirilememiştir (Şekil 14). Deniz tabanı tekrarlı yansımalarının oldukça baskın olması ve PSDM öncesi SRMA metodunun bu bölgeye gürültü katması bir diğer bozucu etki olmuştur. Öte yandan PSDM öncesi tekrarlı yansımaların giderilmesi için uygulanan SRMA yöntemi final derinlik kesitindeki birincil yansıma yüzeylerinin ayrımlılığını ve devamlılığını büyük oranda iyileştirmiştir (Şekil 16).



Şekil 16. Yakınlaştırılmış a) zaman ortamı b) derinlik ortamı sismik göç kesitleri. Kırmızı daireler (1, 2, 3) PSDM sonrası verinin çözünürlüğündeki artışı göstermektedir. Lokasyon Şekil 14’de sarı dikdörtgenler ile gösterilmektedir.

Figure 16. The zoomed migrated sections a) in time domain b) in depth domain. The red circles (1, 2, 3) indicate the increase of the resolution after PSDM. The locations indicated in Figure 14 with white rectangles.

Sonuç olarak tektonik anlamda karmaşık ve yanal yönde hız değişimin olduğu yeraltı yapılarında

yığılma öncesi derinlik göç işlemi, yığılma sonrası göç işlemine göre daha başarılı sonuçlar üretmektedir. Bu çalışmada olduğu üzere PSDM yöntemi ile yeraltının en doğru hız kesiti elde edilerek derinlik ortamında jeolojik olaylar olması gerektiği yerlerine taşınmıştır. Uygulamada PSDM öncesi sismik gürültülerin (özellikle tekrarlı yansımalar) giderilmesi başarılı bir derinlik kesiti için eldesi için oldukça önem taşımaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu makale, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliği Ana Bilim Dalı doktora tezlerini destekleme programı olan 54445 No’lu BAP Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma, İTÜ-TÜBİTAK 114Y057 No’lu Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, bu projenin gerçekleşmesinden dolayı İTÜ, TÜBİTAK ve TPAO kurum koordinatörlerine ve araştırmacılarına teşekkür ederler.

SUMMARY

In this study, prestack depth migration (PSDM) was applied to a multi-channel seismic reflection profile from the southern Black Sea shelf area by using Kirchhoff method. PSDM was carried out in ‘Paradigm’ software ‘Echos’ and ‘Geopdepth’ programs. The seismic noises with low and high frequencies were eliminated by editing, muting and filtering on the raw data before PSDM application. The dominant seafloor multiples on CDP gathers were attenuated by using surface related multiple elimination (SRMA) technique. Thus, the S/N ratio was improved and the resolution was increased.

To produce the initial interval depth velocity functions for PSDM, the conventional velocity analysis was performed in time domain and these functions were transferred into depth domain. Then, a series of iterative processes such as residual moveout correction, picking interlayers, the updating the velocity section by using grid tomography and prestack depth migration were applied to CDP gathers to flatten all reflection horizons through the deep. The velocities were updated for four times. The iterations ended when all the seismic reflections were flattened as much as possible and final depth migrated seismic section was produced.

The depth section revealed the presence of a sedimentary sequence of four different seismic units with a thickness of about 2.5 km in the eastern

offshore of Cide. Structurally, a complex tectonism was observed on the section with ridges-basins, folds and faults. According to comparison of the sections in time and depth domain with each other, it was clearly seen that the depth section provided an approach towards the real subsurface. On the top of the bottom seismic unit, the basins were widened and the ridges were narrowed in the depth section. On the shelf slope, migration has moved reflectors in the updip direction and it steepened and shortened them. The faults were well traced in the deeper part of the section since the resolution is better in the depth section. However, depth migration did not change the highly steep angle of the faults ($\sim 90^\circ$). The lack of primary reflections and effect of multiples caused low resolution at the shallow flat shelf plain where the older rocks were outcropped. Although the SRMA was performed in this area, the remnant noise of the deconvolution masked the inclined primary reflectors. On the other hand, SRMA attenuated the multiples on the shelf slope. Thus, it is strongly suggested that the multiple eliminations techniques i.e. SRMA technique should be applied to data before depth migration. PSDM is a useful method to produce successful results in the meaning of moving the reflectors into their true positions especially in complex geological structures.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bevc, D. 1997.** Imaging Complex Structures with Semi-recursive Kirchhoff Migration. *Geophysics*, 62, 577-588.
- GEBCO, 2010.** www.gebco.net, 7 Kasım 2012.
- Gray, S.H., and May, W.P., 1994.** Kirchhoff Migration Using Eikonal Equation Travel Times. *Geophysics*, 49, 124- 131.
- İşcan, Y., 2018.** Güney Karadeniz Şelfinde Cide-Sinop Açıklarının Batimetri ve Sismik Yansıma Verileri ile Araştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- İşcan, Y., Ocakoğlu, N., Kılıç, F., Özel, A.O., 2018.** Cide-Sinop açıkları'nın çok kanallı sismik yansıma verileri ile araştırılması, İstanbul Yerbilimleri Dergisi, C.28, S.1, SS 47-56.
- Sheriff, R.E., and Geldart, L.P., 1995.** *Exploration Seismology* v. New York, Cambridge University Press.
- Verchuur, D.J., 1991.** Surface-related multiple elimination: an inversion approach, Doktora Tezi, Delft Teknik Üniversitesi, Hollanda.

Verchuur, D.J., 1992. Adaptive surface-related multiple elimination, *Geophysics*, 57:1166-1177.

Yılmaz, Ö., 1987. *Seismic Data Processing*. Tulsa, USA, SEG.

