

Sığ Sismik Yansıma Verilerinin Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Kesitine Dönüştürülmesi

Z. KANBUR¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isparta.

Özet: Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği derin sismik yansıma verilerine olduğu kadar sığ sismik yansıma verilerine de uygulanarak başarılı sonuçlar alınabilir. Bu çalışmada bu yargıyı test etmek için düz bir profil boyunca 0.2 saniye kayıt boyunda elde edilmiş 40 adet sığ sismik yansıma verisine bu teknik uygulanarak sismik veri 120 metrelik derinlik kesitine çevrilmiştir. Elde edilen görüntüde 120 metre derinliğe kadar olan tabakaların geometrisi ve bunlara ilişkin kıvrılma ve faylanma yapıları ortaya konmuştur. Atış kayıtlarında tespit edilen parabol bozulmalarının iyi derecede pozisyonlandırılarak görüntüye dönüştürülebildiği ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniğinin sığ sismik yansıma verilerine de başarılı bir şekilde uygulanabileceğini göstermiştir.

Conversion Of the Shallow Seismic Reflection Data By Pre-Stack Depth Migration Technique

Abstract: Applying Pre-stack Kirchhoff Depth Migration Technique to the shallow seismic reflection data may yield successful results as obtained from the deep seismic reflection data. In order to test this opinion the technique converted the data, which contain 40 seismic reflection records with 0.2 second record length and collected along straight profile, into the 120 meter depth section. The geometry of the layers and folding and faulting was revealed to depth of 120 meter in the image of the section. By comparing the fault plane emerged on the image with the corrupted parabola in seismic reflection records at the corresponding point, it is concluded that Pre-stack Kirchhoff Depth Migration Technique is capable not only in imaging the layers at their correct places but also in handling the parabola irregularity due to the fault structures and therefore it can be applied successfully to any shallow seismic reflection data too.

Keywords: Seismic reflection, Pre-stack Kirchhoff Depth Migration, Shallow seismic reflection data

Giriş

Sismik yansıma çalışmaları genel olarak üç safhadan oluşur. Bunlar yığma öncesi, yığma ve yığma sonrası veri işlemlerdir. Yığma öncesi veri işlemler genel olarak veriyi yığma işlemine hazırlamak ve sinyal gürültü oranını artırma amacı ile çeşitli filtreleme uygulamalarını içermektedir. Yığma işlemi belli geometrik düzeltme ile sismik yansıma verisinin sismik kesite dönüştürülmesidir ki bu çok temel bir işlemdir. Daha sonra kesitte geometriden dolayı ortaya çıkan bozuklukları ortadan kaldırmak ve kesiti derinlik ortamına çevirmek için migrasyon işlemi uygulanır. Sayılan bu işlemler sismik yansıma çalışmalarında standartlaşmıştır.

Bilinen yığma ile sismik yansıma veri işlemlerinin amaca uygun sonuç vermesi, yer içinde yarı yüzeyin özellikleri ile ilgili birtakım tahminlere bağlıdır. Sismik yığma prosesinde temel varsayım, ortam hızının yanal olarak kuvvetli bir değişim göstermediğidir. İşte bu varsayımı bozan ortamlarda

sismik kesitler tam olarak yorumlanamazlar ve dolayısıyla veriyi incelemek için daha gelişmiş tekniklerin kullanılması da gerekir.

Louie ve arkadaşları [1], 1977 de COCORP konsorsiyumu tarafından kaydedilen yansıma kayıtlarını yeni bir yaklaşımla değerlendirip yeni sonuçlar elde etmişlerdir. Bu kayıtlar oldukça yanal heterojenlik gösteren bir bölgede kayıt edilmiş ve kuvvetli yansımaların sismik yığma kesitlerinde aşağıda değinilen nedenlerden dolayı görüntülenemediği gözlenmiştir. Bunlar sismik kayıtlarda görülmesi mümkün fakat yığma işleminde problem olan negatif zaman kaymalarının (moveout) kayıtlarda görülebilmesidir ki bunlar eğimi çok yüksek yapıardan kaynaklanırlar. Bu yapılar düşey bir yüzeydir ve alıcılarımıza bu yüzeyden yansımalar gelmektedir. Bu tip varış örneklerini Louie ve diğerleri [1] çalışmalarında göstermişlerdir. Böyle varışların oluşturduğu negatif zaman kaymaları görülmesi durumunda açıkça normal sismik yığma işlemlerinde herhangi bir fiziksel anlamda yığma hızları kullanılarak yığma yapılamaz. Sismik yığma

işlemi onların uyumunu bozar ve kesitte görülmesini önler. Eğimi yüksek yapılardan oluşan yansımaların pozitif zaman kaymalı olanları yığma yapılabilirlerse de bu defada onların yerleri tamamen yanlış yerde görüntülenir. Bir diğer olgu ise yansıma noktalarının arazi hattı planı üzerinde olmaması durumudur. Böyle durumlarda yığma yansımalarını migrasyon uygulayarak doğru yerlerine çekmek mümkün olmaz.

Bahsettiğimiz bu olaylar sismik kayıta bulunabilir ve bunlar yorumlama açısından düşünüldüğünde sismik kayıtlarda en temel fiziksel sınırları temsil ederler. Yanal yönde heterojenlik gösteren yerlerde, fayların ılımlı dalım gösterdiği yapılarda ve bilinen sismik yansıma işlemlerinin umulan sonucu vermediği durumlarda Yığma Öncesi Derinlik Migrasyon tekniğini kullanarak yeni yorumlar elde edilebilir. Sismik kayıtlara direk uygulanan bu migrasyon tekniği ile on binlerce sismik iz takdir edilebilir bir zaman diliminde sismik kesitlere dönüştürülebilir.

Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği kullanılarak sismik yansıma verilerinden daha çok yorum alınabildiğini araştırmacılar yaptıkları araştırmalarla göstermişlerdir [1-5]. Bu çalışmanın amacı sismik yansıma kayıtlarına bu tekniği uygulayarak elde edilen sonuçların tekniğin sığ sismik yansıma verileri içinde kullanılabilceğini ve normal sismik yığma işlemlerinden elde edilen sonuçlara ilave yorum katabileceğini göstermektir. Bu amaçla sığ alanda kaydedilmiş 40 adet sismik yansıma kaydına Yığma Öncesi Kirchhoff Migrasyon Tekniğinin (Sismik Görüntüleme Tekniği) tüm aşamaları uygulanmış ve tekniğin uygulanışına ait bütün adımlar gösterilmiştir.

Jeoloji

Test amacıyla elde edilen sığ sismik yansıma verisi Geneva yakınlarında tamamen düz bir arazi üzerinde alınmıştır. Bu çalışmanın hedef kalınlığına ait çalışma alanı jeolojik sütun kesiti şu şekildedir. En altta lokal olarak “molasse” diye isimlendirilen tersiyer yaşlı marn uzanmaktadır. Bunun üzerine till uzanmakta en üste de bitkisel toprak bulunmaktadır [6]. Marn, içeriğide eşit miktarda kalsiyum karbonatla kili bulunduran pekişmemiş kaba topraktır. Till ise baskın olarak katmanlaşmamış, tasnif olmamış ve genellikle pekişmemiş esasen kill ve silt boyutunda taneler içeren ve aynı zamanda, kum, çakıl ve blok boyutunda malzemenin heterojen bir karışımından oluşmaktadır. Özellikle Marn-till dokunağında yüksek kontrastan

dolayı baskın yansıma parabollerinin oluşması beklenmektedir. Uygulanacak teknikle jeolojik yapıdan dolayı meydana gelen paraboller, ara yüzeyler şeklinde görüntülenip ve varsa bozucu etkiler ortaya çıkarılmaya çalışılacaktır.

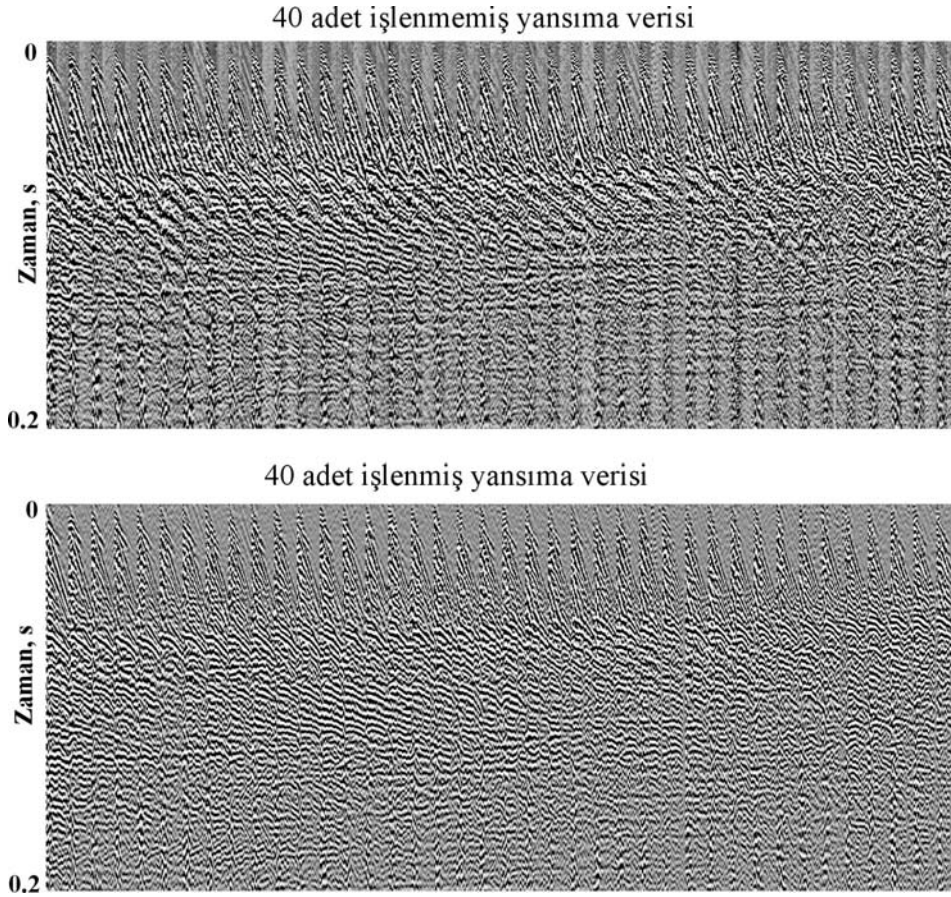
Sismik Veri

Bu çalışmada 24 kanalla alınmış örnek 40 adet sismik yansıma verisi kullanılmıştır. Veri 24 kanallı GEOMETRICS ES-2401 cihazıyla kaydedilmiş 2 m atış ve alıcı aralığına sahip, 0.2 ms örnekleme aralığı ile 0.25 s kayıt boyuna sahiptir. Maksimum ve minimum ofsetler 2 ve 48 metredir Veriye kazanım esnasında 200 Hz alçak geçişli ve 500 Hz yüksek geçişli filtre ve 50 Hz Notch filtre uygulanmıştır. Özellikleri belirtilen 40 adet yansıma verisine Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyonu uygulanarak veriler derinlik ortamı migrasyon kesitine çevrilmiştir. Bu özelliklere sahip veriden 0.08 s (geliş-dönüş zamanı) civarlarında yaklaşık olarak hesaplanan düzey çözünürlük 1 m ve yatay çözünürlük 7 metredir.

Sismik Veriye Uygulanan Ön İşlemler

Veriye uygulanan ön işlemler temel olarak ham verinin pencerelemesi, gain, filtreleme, mute ve yığma işlemlerinden oluşur. Sismik veriyi kirleten başlıca gürültü kaynakları yüzey dalgası, hava dalgası ve diğer uyumlu uyumsuz gürültülerdir. Veride ortaya çıkabilecek farklı olayların frekans karakterlerini saptamak için atış kayıtlarına eşit aralıklarla (20 Hz bant aralıklı) bant geçişli filtre uygulanmıştır. Bu işlemin amacı veride ortaya çıkan farklı olayların frekans bandını belirlemektir.

Yapılan frekans analizi sonucu sismik yansıma verisine 25-400 band-geçişli filtre uygulandığında en uygun sinyal gürültü oranı elde edildiği anlaşılmıştır. Filtre uygulanmış ve uygulanmamış atış kayıtları Şekil 1’de gösterilmiştir. Uygulanan band geçişli filtre sismik veriyi kirleten en önemli gürültü kaynaklarından olan ilk ve kırılma varışlarını bir miktar zayıflatsa da tamamen ortadan kaldıramamıştır. Bu varışlar Yığma öncesi migrasyon yapılmadan önce mute işlemiyle kayıttan çıkarılmıştır.



Şekil 1. Şekil 40 adet işlenmemiş (üstte) ve işlenmiş (altta) sismik yansıma verisini göstermektedir. Verinin özellikleri metin içerisinde anlatılmıştır.

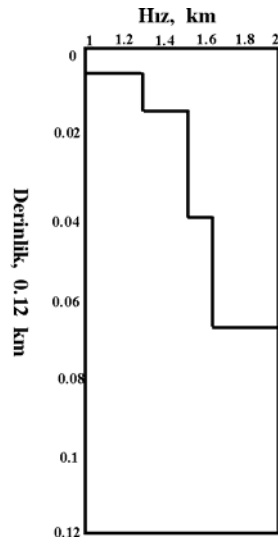
Yapılan frekans analizi sonucu sismik yansıma verisine 25-400 Hz band-geçişli filtre uygulandığında en uygun sinyal gürültü oranı elde edildiği anlaşılmıştır. Filtre uygulanmış ve uygulanmamış atış kayıtları Şekil 1’de gösterilmiştir. Uygulanan band geçişli filtre sismik veriyi kirleten en önemli gürültü kaynaklarından olan ilk ve kırılma varışlarını bir miktar zayıflatsa da tamamen ortadan kaldıramamıştır. Bu varışlar Yığma öncesi migrasyon yapılmadan önce mute işlemiyle kayıttan çıkarılmıştır. Ön işlemlerden geçirilen sismik yansıma verisine Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği için kullanılacak hız bilgisini elde etmek için öncelikle CMP (ortak orta noktaları) yığma tekniği kullanılarak yığma kesitleri elde edilmiştir. Sismik yansıma verilerimiz atış toplamaları (shot gathers) şeklindedir. “CMP yığma” terimi bir teknik ifadedir ve sismik atış toplamasında bulunan çoklu ofsetteki izleri sıfır ofsetli tek bir ize indirger [7,8]. Her toplamadaki iz gurubu sonra CMP yığma kesiti içerisinde toplanır. Bu işlem “normal kayma düzeltmesi (NMO) işlemi uygulanarak yapılır. Yapılan iş kullanılan hız modellerine göre her sismik toplamının (gather) zaman eksenini germe işleminden ibarettir.

NMO’nun seçiminde “yığma hızı” CMP ya da CDP (ortak derinlik noktaları) yığma için gereklidir. Bir hız modeli elde etmek için konvansiyonel hız analizi yapılmıştır. Çalışma alanının CDP yığma görüntülerini üretmek için ham atışa yada CMP toplamalarına belli bir aralıktaki hızlarla deneme yığma uygulamaları yapılmıştır. NMO yığma hızına uyan iyi bir ölçü CDP toplamalarının ofset üzerinde toplanmasıyla CDP’yi meydana getirerek yer hızı bulunmasıdır. NMO ve yer hızı birbirine ne kadar yaklaşırsa toplamada genlikler daha büyük olur. Bundan dolayı sabit hızda meydana çıkan baskın olaylar CDP yığmasında hızın en etkili olduğu ofset derinlik boşluğundaki yerleri temsil edecektir. Deneme hızları 1.0-2.2 km/sn ve 0.1 km/sn aralıklarla 12 yığma hızını temsil etmektedir. Bir orta nokta her iki alıcı yeri için hesaplanır. Çalışma alanının hız modelini üretmek için sabit CDP yığmalarından baskın ve uyumlu olaylar seçilir. 100 metre aralıklardaki sabit hızdaki yığmada orta nokta izleri seçilir. Bu şekilde elde edilen tüm sabit hız piklerinin kombinasyonundan elde edilen model hızların yumuşak yan geçişine izin verir. Daha sonra yığma programı birleştirilen piklerden elde edilen model kullanılarak çalıştırılır. Bu biçimde elde edilen

modelde hızda biraz yanal değişim ve derinlikle arttığı hesaba katılır. Bir iteratif işlemle her başarılı hız modeliyle yığma yapılır, incelenir, pikler yeniden seçilir ve tekrar yığma yapılır, böylece CDP yığma görüntüleri iyileştirilir. Son iterasyonda birleştirilmiş hız modelinde tüm ofset-hız derinlik noktaları arasında Dix ara hızları hesaplanarak seçilen piklerin kabul edilebilir olup olmadıkları kontrol edilmiştir [9]. Elde edilen yığma hızları ve bu hızlardan Dix formülü ile hesaplanan ara hızlar Tablo 2.4'te verilmiş ve Şekil 2'de grafikte gösterilmiştir.

Tablo 1. Sismik yığma işlemlerinde hız analizi sonucu elde edilen yığma ve ara hızlar.

Zaman (gidiş-geliş, s)	Hızlar (km)	
	Yığma	Ara
0.28	1.2	1.2
0.067	1.5	1.67
0.096	1.7	2.14
0.12	2.0	2.23



Şekil 2. Sismik hız analizinden elde edilen yığma hızlarından Dix formülü kullanılarak hesaplanan ara hızlar.

Kirchhoff Derinlik Migrasyonu

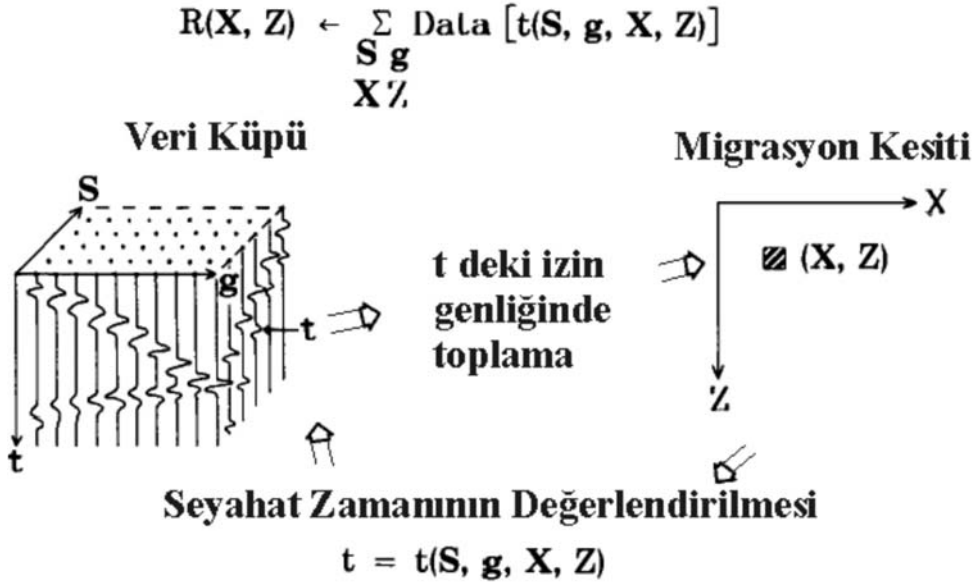
Bu çalışmada kullanılan teknik Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyonu tekniğidir. Burada yığma işlemi uygulanmadan önce işlenmemiş sismik yansıma kayıtlarına Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği uygulanmaktadır.

Tekniğin algoritması Kirchhoff toplama metodunu kullanır ve temel olarak üç kabule dayanır. Bunlardan birincisi Born yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda saçılan bir dalga alanı, sadece dalga oluşumunu etkileyen yavaş yavaş değişen büyük kısmıyla, materyalin özelliklerine bağlı olarak küçük ve ani değişimlerden kaynaklanan küçük kısmının süper pozisyonu şeklindedir [1]. Bu yaklaşım değişen geliş açılarında sahip saçılmış dalgaları doğrusallaştırır [10]. İkinci ön kabul, WKBJ yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, dalga oluşumu yolu boyunca ortam parametrelerinin çok yavaş değiştiği ön kabulünü yapar ve ortamı yüksek frekans ışını ile ilişkilendirerek dalga oluşmasına izin verir. Üçüncü kabule göre, kaynak ve alıcı, yansıtıcı derinliği ile göreceli olarak, yeterli uzaklıklarda olmalıdırlar. İkinci kabul de buna bağlıdır [1].

Bu üç yaklaşımla elde edilen sismik yansıma verisinin tek tek saçılma noktalarından gelen ışınların doğrusal bir süper pozisyon ile oluştuğu düşünülür. Bu süper pozisyonun ters çözümü için tomografik yaklaşım [11] kaydedilmiş yansımaların oluştuğu süperpoze olmuş ışınları basitleştirir. Dolayısıyla ortamın saçılma potansiyeli yüzey ve yansıtıcı yüzey arasındaki ışınların yayılma zamanlarına göre pozisyonlanan her kaynak-alıcı çiftiyle kaydedilen yansımaların toplamı şeklinde tahmin edilir. Bu üç yaklaşımla bu çalışmada kullanılan akustik yansıtıcının geometrik dağılımını görüntülemek için kullanılan Kirchhoff toplama işlemi *Jain ve Wren* [11]'in tanımladığı *McMechan ve Fuis* [12]'in kullandığı ve *Louie ve diğ.* [1]'in geliştirdiği bir yöntemdir.

Veri içerisinde gördüğümüz sismik dalga varış noktaları süperpozisyonla dizildikleri için migrasyon işlemide impuls yanıtının süperpozisyonu olmalıdır. Her bir sismik izin düşey eksenindeki zaman içerisinde her noktası için (x,z) kesitinde bir hiperbol oluşturulabilir. Genlik bu noktadaki izin genliği ile orantılı olacaktır. Dolayısıyla nerede kuvvetli varış varsa orada hiperbol şekillenecektir. Varışların olmadığı yerlerde model alanımıza herhangi bir hiperbol eklenmeyecektir. Şekil 3'te Kirchhoff Migrasyon işlemleri özetlenmiştir

Kirchhoff-Toplama Algoritması



Şekil 3. Şekil Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği'nin işlemlerini özetlemektedir. Şekil 2'de gösterilen hız modeli CMP yığma analizinde elde edilen yığma hızlarının Dix yaklaşımı [9] ile ara hızlara dönüştürülmesiyle elde edilmiştir. En iyi model elde edildikten sonra yayılma zamanları derinlik noktalarından aşağı ve yukarı her derinlik noktası için hesaplanır. Sismogramın bu zamandaki değeri bu derinlik noktasında kesit içerisinde toplanır: Kaydedilmiş her kaynak-alıcı çifti (s,g) için çeşitli derinlik kesitlerinde her (x,z) noktası için yayılma zamanları hesaplanır. Bu zaman noktasında kaydedilmiş izin genliği bu zamana karşı gelen derinlik noktasında toplanır. (Louie ve diğ. [1]'den değiştirilmiştir).

Eğer yanal ve düşey yönde hız değişimleri varsa bu durum yalnızca kaynak-alıcı, uzaklık ve derinliğin bir fonksiyonu olarak yayılma zamanının hesaplanmasını etkiler. Eğer her yüzey noktasından her derinlik noktasına yayılma zamanını kolayca hesaplayacak bir yol bulunabilirse o zaman bilinen bir hız alanına migrasyon yapılabilir. Bunu yapmak hızın yalnız derinlikle değişmesi durumunda kolay olacaktır.

Şekil 2'de gösterilen hız modelinden hesaplanan ve Şekil 4a'da gösterilen eğriler her bir derinlik noktasında eşit yayılma zamanlarının konturlarını göstermektedir. Hiperboller elipsoidal yayılma zamanları yüzeyi boyunca her izin projeksiyonuyla kesit içine ters çözüm yapılarak toplanır. Şekil 2'de gösterilen hız modeli gibi önceden belirlenen bir hız modeli ve zamanları belirlenmiş (Şekil 4a) her sismogramın genliği hızda çok kuvvetli yanal değişim gösteren yerlerdeki yapıların görüntülenmesine katkıda bulunur. Sismik yığma öncesi migrasyon tekniği eğim kabulünden bağımsızdır ve dolayısıyla doğru derinliği ve geometriyi ortaya koyan görüntüleme yapar.

Burada incelenecek verinin uzak-alanda (far-field) yüksek frekanslar içeren birincil akustik yansımalarından oluştuğu varsayılarak, ışın eşitliği kullanılarak geri-projeksiyonları (back-projections) hesaplanmaktadır. Bu kabullerin

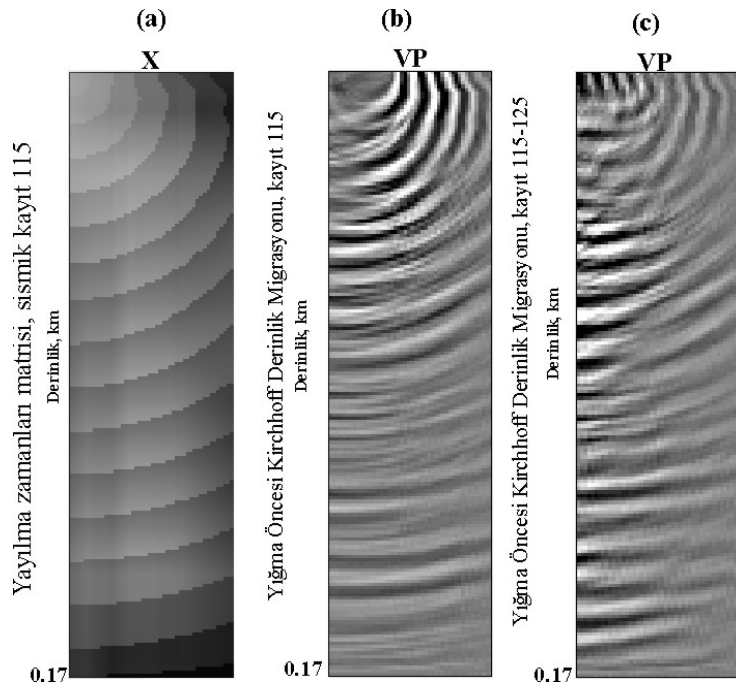
Kirchhoff Migrasyonundaki açılımı Yansıma Tomografisi olarak bilinir.

Yığma Öncesi Migrasyon tekniği derinlik noktalarında yanal hız değişimlerine dayandığı için çok iyi bir başlangıç hız modeline ve bu modelden hesaplanacak yayılma zamanlarına ihtiyaç duyar. Hız modeli değişik yollarla elde edilebilir. Eğer yansıma verisinde özellikle derin yansımalar hızla karşı yeterince hassaslık gösteriyorsa normal yığma işleminden elde edilen yığma hızlarından ara hızların hesaplanarak bu ara hızlardan bir model oluşturularak *Vidale*, [13]'in Sonlu Farklar Eşitliği ile yayılma zamanları hesaplanır. Bu hız modeli Kirchhoff Yığma Öncesi Algoritması için temel girdi olur. Model sismik yığma öncesi migrasyon işlemi esnasında yansıma veri hacmi içerisinde her noktadan aşağı ve yukarı yayılma zamanlarının doğru bir şekilde hesaplanmasına izin verir. Bu işlem esnasında hedef edinilen fay ve diğer yapıların doğru derinlik noktalarını resimlemek için yayılma zamanlarının doğru hesaplanması zorunludur [1-5].

Şekil 3'de özetlenen işleme göre tasnif edilmemiş sismogram izleri yayılma zamanlarını kaynaktan derinlik noktasına ve hız modeli içerisinde tekrar alıcıya gelmesi şeklinde hesaplanarak derinlik kesiti haritalanır. Yanal

heterojen ortamda dalga oluşumuna izin vermek için yayılma zamanının hesaplanması hızın değişken olduğu ortamda ışın izini şekillendirebilir [2]. Veri içerisinde yayılma zamanları her noktadan aşağı ve yukarı giderken bu zamandaki sismogramın değeri bu derinlik noktasında kesit içinde toplanır. Bu işlemin devamıyla uyumlu ve sürekli olaylar ortaya çıkarılarak derinlik kesitinde yapının varlığı ortaya konacaktır. Tomografik toplama, ya da varış zamanlarının toplanması herhangi bir sıralamada yapılabilir. (Kirchhoff toplama metodu, kaynağın geometrik düzenini, alıcı ve yansıtıcıyı zamanın bir fonksiyonu olarak kabul eder). Her izin her bir yayılma zamanı hesaplaması bir elipsin üç boyutlu projeksiyonu boyunca bir çok yansıma noktasını içerir. Belli bir zaman noktasında hesaplanmış tüm izlerin

tomografik toplamı her bir kaynak-alıcı çifti için hesaplanmış tüm elipslerin yerdeki yegane tanımına izin verecektir. Şekil 3’de gösterilen her kaynak-alıcı çifti için yayılma zamanı matrisinin hesaplaması Şekil 4a’da gösterilmiştir. Şekil 4b, Şekil 4a’da gösterilen yayılma zamanları hesaplanmış model kullanılarak, bir atış kaydındaki kaynak alıcı çiftinin tomografik toplamasını göstermektedir. Her bir zamanda her bir elipsin genlikleri toplanmıştır. Şekil 4c’de ise aynı model kullanılarak 5 atış kaydı için yapılan Kirchhoff tomografik toplaması gösterilmektedir. Kayıt sayısı arttıkça uyumlu varışların daha baskın bir şekilde ortaya çıktığı gözlenmektedir. Kirchhoff toplama metodu veride istenilen herhangi özel bir bölgeye de uygulanabilir.

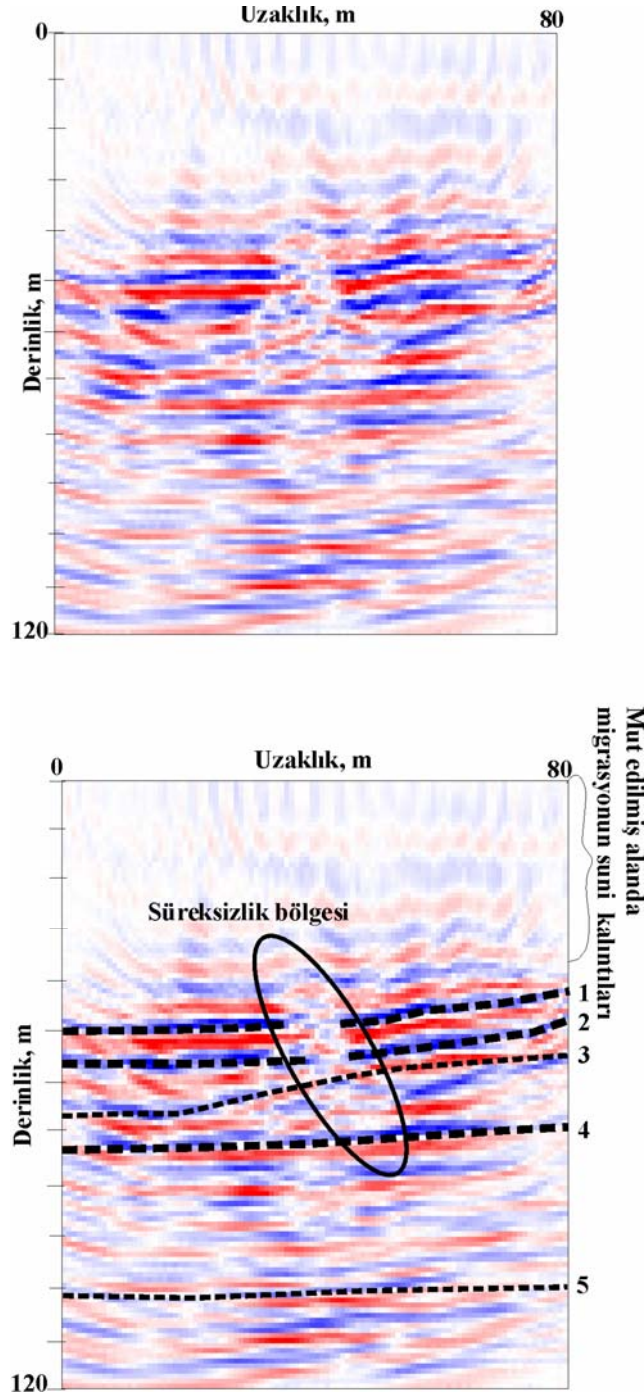


Şekil 4. Şekil 2’de ve Tablo 1’de görülen zaman ve hızlar yayılma zamanları kullanılarak tek bir atış kaydına Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniğinin uygulanması ile elde edilen kesit. (b) Aynı model kullanılarak 5 atış kaydına Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniğinin uygulanması ile elde edilen kesit.

Bulgular

Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyonu kesitlerinin elde edilmesi için izlenen ön işlemler yığma işlemi aşamasına kadar aynıdır. Bu aşamalardan sonra Yığma Öncesi Migrasyon için hız girdisi olarak daha önce

bahsedilen metotlarla hız yapısı çıkarılmaya çalışılacaktır. Elde edilen hız yapısının yayılma zamanları Vidale’in [13] sonlu farklar eşitliği yöntemiyle hesaplanmıştır.



Şekil 5. Çalışmada kullanılan toplam 40 adet sığ sismik yansıma verisine Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği uygulanarak elde edilmiş sismik görüntü.

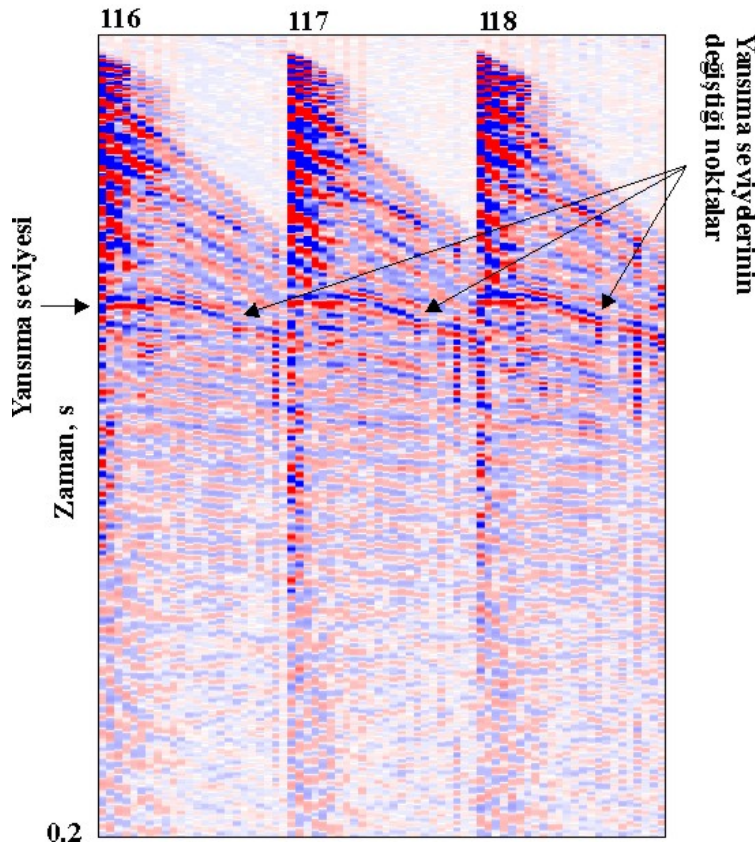
Elde edilen yayılma zamanları modeli Yığma Öncesi Derinlik Migrasyon Tekniği için bir hız modeli girdisi olarak kullanılmıştır. Şekil 4’de ara hızlardan hesap edilen yayılma zamanları matrisi, bir ve beş sismik kayda uygulanmış Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon kesiti örneği gösterilmiştir. İşleme giren sismik kayıt sayısı arttıkça kullanılan hız modelinin doğruluğuna bağlı

olarak veri içerisinde bu hıza uyan varışların genlikleri toplanarak bir uyum içerisinde görüntülenir. Şekilde 5 kayıt kullanılarak elde edilen kesit bir kayıt kullanılarak elde edilen kesitten yansıma seviyelerini göstermesi açısından daha iyi sonuç vermiştir.

Şekil 5’de ön işlemlerden geçirilen ve mute işlemi uygulanan toplam 40 adet sismik yansıma kaydına Kirchhoff Yığma Öncesi Derinlik Migrasyon Tekniği uygulanarak elde edilmiş kesit gösterilmiştir. Üstte yorumlanmamış kesit altta ise bu kesitin yorumlanmış şekli görülmektedir. Kesitte yansıma seviyelerine karşı gelen yer altı tabakaları verilen numaralarla belirtilmiştir. Veri 120m derinliğe kadar görüntülenmiş ve bu derinliğe kadar toplam 5 tabaka belirtilmiştir. Birinci ve ikinci tabaka sola doğru ılımlı bir eğimle yaklaşık 43-57 metreler arasında ortaya çıkmıştır. Üçüncü tabaka profilin sonunda ikinci tabaka seviyelerinden başlayarak daha eğimli ve deforme olmuş yaklaşık 67 metre derinliklere kadar inmiş ve kesitte daha zayıf bir görüntü sergilemektedir. Dördüncü tabaka 75 metrede kuvvetli beşinci tabaka 100 metrede zayıf bir şekilde görüntülenmiştir. bir yükselme olduğunu göstermektedir.

Şekil 6 da görüldüğü gibi kesitte göze çarpan bir diğer olay birinci ve ikinci tabakalarda meydana gelen deformasyondur. Tabakalar bir süreksizlik yüzeyi ile ayrılmış gözükmemektedir. Bozulma zonuna karşı gelen sismik kayıtlar Şekil 7’de gösterilmiştir. Sismik yansıma kayıtları dikkatle incelendiğinde (Şekilden görüldüğü gibi 116, 117 ve 118 numaralı kayıtlar) yaklaşık 0.135 saniyede (gidiş-geliş zamanı) ortaya çıkan yansıma parabollerinde 18. alıcıya denk gelen noktadan itibaren bir bozulma oluştuğu görülmektedir. Yansıma seviyelerinin bu şekilde ortaya çıkışı bu noktada varış zamanlarının kısalığı ve tabaka derinliğinin daha sığ olduğunu ve dolayısıyla tabakalarda

İşlenmiş sismik yansıma kayıtları



Şekil 6. Çalışmada kullanılan veri seti içerisinde yansıma parabollerinde ortaya çıkan düzensizliği gösteren 116, 117, 118 numaralı sismik yansıma kayıtları. Bu durum geometride meydana gelen değişmeden kaynaklanmıştır. Ara yüzeye ulaşan dalga varışları 18. jeofondan itibaren daha erken gelmeye başlamıştır.

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada doğrusal bir profil boyunca elde edilen 40 adet sığ sismik yansıma kaydına Yığma Öncesi Kirchhoff Derinlik Migrasyon Tekniği uygulanmış ve veri kayıtları sismik kesite çevrilerek derinlik ortamında görüntülenmiştir. Sonuçların elde edilmesinde sismik

yansıma verisine sismik işlemlerin bütün aşamaları uygulanmış bazı aşamalar gösterilmeyerek sadece sonuçları kullanılmıştır. Bu çalışmada sismik yığma kesiti gösterilmeyip sadece işlem aşamasında elde edilen sismik yığma hızları bu çalışma için kullanılmıştır.

Elde edilen Kirchhoff derinlik migrasyon görüntüsünde tabakalar ve bozucu yapılar ve onlara karşı gelen

derinlikler başarılı bir şekilde ortaya konmuştur. Bu görüntüde birinci ve ikinci tabakaların bir süreksizlik yüzeyi ile bozulması sismik kayıttaki sismik yansıma parabolünün düzenlerinin bozulduğu kayıtlar gösterilerek tekniğin bu bozulmalara karşı ne kadar hassas olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca sismik kayıtlarda gözlemlenebilen diğer yansıma seviyeleri de kesitte görüntülenmiştir.

Önceki çalışmalarda Yığma Öncesi Derinlik Migrasyon Tekniği derin yansıma verilerine uygulanarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir [1-5]. Bu çalışma da tekniğin sığ sismik yansıma verilerine de başarılı bir şekilde uygulanabileceği ve standart sismik uygulamalara ilaveten uygulandığında ek yorumlar elde edilebileceği gösterilmiştir.

Kaynaklar:

1. Louie, J. N., Clayton, R.W., Le Bras, R. J., "Three-dimensional imaging of steeply dipping structure near the San Andreas fault, Parkfield, California", *Geophysics*, **53**, (1988) 176-185.
2. Louie, J.N., Qin, J., "Subsurface imaging of the Garlock fault, Cantil Valley, California", *J. Geophys. Res.*, **96**, (1991), 14, 461-14,479.
3. Honjas, W., Louie, J.N., "Results of post pre-stack Migrations imaging the Hosgri fault, offshore Santa Maria Basin, CA.", *MSc Thesis*, Seismo lab., Univ. of Nevada, Reno, (1995).
12. Jain, S., Wren, A.E., "Migration before stack – procedure and significance:" *Geophysics*, **45**, (1980), 204-212.
13. Mcmechan, G.A., Fuis, G.S., "Rey equation migration of wide-angle reflections from southern Alaska." *J. Geophys. Res.*, **92**, (1987), 407-420.
14. Vidale, J. E., "Finite-difference calculation of travel times." *Bull., Seis. Soc. Am.*, **78**, (1988), 2062-2076.
4. Kanbur, Z., Louie, J. N., Chavez-Perez, Plank, G., Morey, D., Seismic Reflection Study of Upheaval Dome, National Park, Canyonlands, Utah, *J. Geophys. Res.-Planet.* **105**: (E4) (2000), 9489-9505.
5. Kanbur, Z., "Yığma öncesi migrasyon tekniği ile Marmara Denizi Tekirdağ Havzası yansıma verilerinin yorumlanması", Doktora Tezi, İstanbul Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (2002).
6. Morend, D.T, Pugin, A., Gorin, G.E., High resolution seismic imaging of outcrop-scale channels and an incised-valley system within the fluvial-dominated Lower Freshwater Molasse (Aquitania, Western Swiss Molasse Basin) Sedimentary geology [0037-0738] Morend (2002) vol: **149** iss: 4 pg: 245.
7. Claerbout, J.F., "Introduction to Imaging in Imaging the Earth's Interior", Blackwell Scientific Publication Inc. 238 Main Street Cambridge, MA 02142, (1985), USA.
8. Yılmaz, Ö., "Seismic data processing: Society of Exploration Geophysicists", (1987).
9. Dix, C.H., Reflection seismic crustal studies: *Geophysics*, **30**, 1068-1084, (1965).
10. Le Bras, R., "Methods of multiparameter inversion of seismic data using the acoustic and elastic Born approximations:" *Ph.D. thesis*, Calif. Inst. of Tech, (1985).
11. Le Bras, R., Clayton, R.W., "An iterative inversion of back-scattered acoustic waves", *Geophysics*, **53**, (1988), 501-508.