İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BATI KARADENİZ'DE GAZ HİDRAT ANOMALİLERİNİN AVO ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sinem YAVUZ

Anabilim Dalı : Jeofizik Mühendisliği

Programı : Jeofizik Mühendisliği

OCAK 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BATI KARADENİZ'DE GAZ HİDRAT ANOMALİLERİNİN AVO ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Sinem YAVUZ
505081409

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20 Aralık 2010
Tezin Savunulduğu Tarih: 21 Ocak 2011

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Emin DEMİRBAG (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Ruhi SAATÇILAR (TÜBİTAK)
Doç. Dr. Hülya KURT (İTÜ)

OCAK 2011

Babama,

ÖNSÖZ

Batı Karadeniz'de Gaz Hidrat anomalilerinin AVO analizi ile incelenmesi amaçlayan bu çalışma İTU Fen Bilimleri Enstitüsü Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalına Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Tez konumun seçiminden sonuçlandırılmasına dek benden yardım ve yönlendirmelerini esirgemeyen Sayın Danışman Hocam, Prof. Dr. Emin Demirbağ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Sismik verilerin kullanım izni için MTA Genel Müdürlüğüne, Disco – Focus paket programı ve güncellemeleri için Paradigm Ltd.'ye teşekkür ederim. AVO analizinde, Matlab programı kod yazılımı ve sonuçların yorumlanması aşamalarındaki katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Ayşe Kaşlılar-Şişman' a ve sismik veri işlem aşamasındaki katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Caner İmren' e teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında bana destek olan Yüksek Jeofizik Müh. Burçak Baydar ve Jeofizik Müh. Serdar Demirel olmak üzere bütün arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Hayatımda hiçbir zaman benden destek ve şefkatini esirgemeyen aileme ve tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Aralık 2010

Sinem Yavuz

Jeofizik Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vii**
KISALTMALAR ..... **ix**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xi**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiii**
ÖZET ..... **xv**
SUMMARY ..... **xvii**
1. GİRİŞ **1**
2. GAZ HİDRAT ARAŞTIRMASINA YÖNELİK SİSMİK VERİ İŞLEM **5**
2.1 Ön İşlemler 8
2.1.1 Geometri tanımlama 10
2.1.2 İstenmeyen alanların atılması 10
2.1.3 İz ayıklama 13
2.1.4 Datum düzeltmesi 13
2.2 CDP Düzenine Geçilmesi 14
2.3 Çoklu CDP Sıralama 16
2.4 DMO Düzeltmesi 22
2.4.1 Hız modeli tanımlama 24
2.4.2 NMO düzeltmesi 25
2.4.3 DMO düzeltmesi 26
2.4.4 NMO düzeltmesinin geri alınması 27
2.5 Hız Analizi ve NMO Düzeltmesi 28
2.6 Genlik Kazancı 31
2.7 Dalgacık Şekli Belirlenmesi 35
2.8 AVO Analizi için Çoklu CDP'lerin Seçimi 39
3. AVO ANALİZİ VE DÜZ ÇÖZÜM MODELLEME **43**
3.1 AVO Analizi 45
3.1.1 Zoeppritz ve Shuey yaklaşım denklemleri 46
3.1.1.1 Zoeppritz denklemleri 46
3.1.1.2 Shuey yaklaşım denklemi 48
3.1.2 Genliklerin farklı yöntemlerle analizi 50
3.1.2.1 Pik okuma yöntemi 51
3.1.2.2 Enerji hesaplanma yöntemi 52
3.1.2.3 Alan hesaplama yöntemi 53
3.1.3 AVO denklemi parametrelerinin kestirimi 55
3.2 AVO Analizi İstatistikleri 56
3.3 Düz Çözüm Modelleme 59
3.3.1 Model oluşturulması 59
3.3.2 Model değerlendirilmesi ve yorumlanması 61
4. TARTIŞMALAR VE SONUÇLAR **63**

KAYNAKLAR **65**
EKLER **69**
ÖZGEÇMİŞ **147**

KISALTMALAR

AVO : Amplitude versus Offset
BSR : Bottom Simulating Reflector
CDP : Common Depth Poith
CMP : Common Mid-Point
DMO : Dip Move Out
DSDP : Deep Sea Drilling Project
İTÜ : İstanbul Teknik Üniversitesi
MTA : Maden Tetkik Arama
NMO : Normal Move Out
ODP : Ocean Drilling Project
RMS : Root Mean Square
SEG : Society of Exploration Geophysicist

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1: Sismik veri toplama ve AVO analizi parametreleri 3
Çizelge 2.1: Sismik Veri İşlem Akış Şeması..... 8
Çizelge 2.2: Seçilen çoklu CDP'lerin BSR Seviyesi Zaman Aralığını ve Her çoklu CDP'den Okunmayan İz Numaralarını Gösteren Çizelge..... 40
Çizelge 3.1: Matlab programıyla hazırlanan ve AVO analizi için kullanılan kodun akış şeması 50
Çizelge 3.2: 32. çoklu CDP'de ki BSR Seviyesinde Pik Okuma, Enerjinin ve Alanın Hesaplanması Yöntemleriyle Elde Edilen AVO parametreleri 57
Çizelge 3.3: 32. çoklu CDP'de ki BSR Seviyesinde Pik Okuma, Enerjinin ve Alanın Hesaplanması Yöntemleriyle Elde Edilen AVO parametreleri istatistikleri..... 58
Çizelge 3.4: Matlab programıyla hazırlanan ve Modelleme için kullanılan kodun akış şeması 61

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Çok kanallı sismik hatların yerlerini gösteren lokasyon haritası 2
Şekil 2.1: Damcı, 2004 tarafından işlenen sismik migrasyon kesidi 6
Şekil 2.2: Damcı, 2004 tarafından işlenen sismik migrasyon kesidinde BSR belirlenen bölgenin yakınlaştırılmış hali 7
Şekil 2.3: Örnek atış verisi (1. atış) 9
Şekil 2.4: 698 numaralı atış verisi 9
Şekil 2.5: Geometri tanımlaması için oluşturulan job dosyası 10
Şekil 2.6: İstenmeyen alanların atılması için oluşturulan job dosyası 11
Şekil 2.7: İstenmeyen alanların atılmasından sonra elde edilen atış kesidi (1. Atış) 12
Ş**ekil 2.8:** İstenmeyen alanların atılmasından sonra elde edilen atış kesidi (698. Atış) 12
Şekil 2.9: İz ayıklama işlemi için oluşturulan job dosyası 13
Şekil 2.10: Datum düzeltmesi için oluşturulan job dosyası 13
Şekil 2.11: Ortak Yansıma noktalarının oluşumu ve düzeni 14
Şekil 2.12: CDP düzenine geçiş için oluşturulan job dosyası 15
Şekil 2.13: 1370. CDP'nin görünümü 16
Şekil 2.14: 7 numaralı hattın genel spektral analizi 17
Şekil 2.15: Sismik çözünürlük bilgileri 18
Şekil 2.16: Çoklu CDP düzenine geçiş için oluşturulan job dosyası 19
Şekil 2.17: Collect modülü koşturulması sonrası 97. çoklu CDP görünümü 20
Şekil 2.18: Sort modülü koşturulması sonrası 97. çoklu CDP görünümü 20
Şekil 2.19: 97. çoklu CDP görünümü 21
Şekil 2.20: 125. çoklu CDP görünümü 22
Şekil 2.21: DMO düzeltmesi 23
Şekil 2.22: Tanımlanan Hız Haritası 24
Şekil 2.23: Hız Tanımlama için oluşturulan job dosyas 25
Şekil 2.24: NMO düzeltmesi için oluşturulan job dosyası 25
Şekil 2.25: NMO düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü 26
Şekil 2.26: DMO düzeltmesi için oluşturulan job dosyası 26
Şekil 2.27: DMO düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü 27
Şekil 2.28: NMO düzeltmesinin geri alınması için oluşturulan job dosyası 27
Şekil 2.29: 97. çoklu CDP için Hız Analizi Gösterimi 29
Şekil 2.30: Hız Analizi için oluşturulan job dosyası 29
Şekil 2.31: 97. çoklu CDP için Hız Analizi Gösteriminde uygulanan NMO 30
Şekil 2.32: NMO düzeltmesi için oluşturulan job dosyası 30
Şekil 2.33: NMO düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü 31
Şekil 2.34: 97. çoklu CDP'de Genlik Düzeltmesi Öncesi Genlik Analizi 33
Şekil 2.35: Genlik düzeltmesi için oluşturulan job dosyası 34
Şekil 2.36: 97. çoklu CDP'de Genlik Düzeltmesi Sonrası Genlik Analizi 34
Şekil 2.37: Genlik düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü 35
Şekil 2.38: Pozitif yansıma katsayılı bir sınırdan minimum ve sıfır fazlı dalgacıkların

normal ve ters polariteli yansımaları 36
Şekil 2.39: 97. çoklu CDP 70. Kanalda Deniz Tabanı Yansıması 37
Şekil 2.40: 97. çoklu CDP 70. Kanalda BSR Yansıması 37
Şekil 2.41: Genlik düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü 38
Şekil 2.42: Çalışma alanının renklendirilmiş görünümü 38
Şekil 2.43: BSR seviyesi için veri kesilmesi ve mlf formatında yazdırılması 39
Şekil 2.44: Matlab programında çizdirilen BSR seviyesi 39
Şekil 2.45: Matlab programında çizdirilen BSR seviyesi 40
Şekil 2.46: 7 numaralı hattın çalışma yapılan alanının migrasyon kesiti 41
Şekil 3.1: 97. çoklu CDP Matlab Programı ile çizdirilmesi 44
Şekil 3.2: Snell Yasası 46
Şekil 3.3: Shuey Yaklaşımı 49
Şekil 3.4: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için Pik Okuma Yöntemiyle belirlenen genliklerin çizdirilmesi 51
Şekil 3.5: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için Enerji Hesaplanması Yöntemiyle hesaplanan genliklerin çizdirilmesi 53
Şekil 3.6: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için Alan Hesaplanması Yöntemiyle hesaplanan genliklerin çizdirilmesi. 55
Şekil 3.7: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için 3 Yöntemle Elde Edilen Değerlerin İkinci Üçlü Kayan Ortalama İşleç Sonrası AVO Parametrelerinin Hesaplanması 56
Şekil 3.8: 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için 3 Yöntem ile Elde Edilen Sıfır Ofset ve Eğim Değerlerinin Frekans Histogramı 58
Şekil 3.9: Ortamı Temsil Eden Model 59
Şekil 3.10: Sismik Parametrelerin Frekans Histogramı 62
Şekil 3.11: Ortamı Temsil Eden ve Model Yansıma Katsayıları 62
Şekil A.1: 103 çoklu CDP'de BSR seviyesinin siyah ve kırmızı renklerle Matlab programında çizdirilmesi 87
Şekil B.1: Seçilmeyen 15 BSR seviyesi için 3 farklı yöntemle genkliklerin çizdirilmesi 102
Şekil B.2: Seçilen 31 BSR seviyesi için 3 farklı yöntemle çizdirilen genliklerin ve AVO parametrelerinin belirlendiği grafiklerin görünümü 145

BATI KARADENİZ'DE GAZ HİDRAT ANOMALİLERİNİN AVO ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

ÖZET

Gaz hidrat günümüzde diğer hidrokarbon kökenli enerji kaynaklarına alternatif olarak gösterilen önemli bir enerji kaynağıdır. Batı Karadeniz bölgesinde Akçakoca-Kurucaşile arasında 1998 yılında toplanan sismik verilerin detaylı incelenmesiyle bazı hatlarda bölgede gaz hidrat varlığını işaret eden BSR seviyesine rastlanılmıştır. Bu çalışma kapsamında BSR seviyesinin en belirgin olarak görüldüğü sismik hattın AVO analizine hazırlanması amacıyla özel olarak sismik veri işlem yapılmıştır. Bu veri işlemin ardından belirgin olarak BSR tespit edilen çoklu CDP'ler (super gather) seçilerek BSR'ın bulunduğu ortamın sismik parametrelerini belirlemek amacıyla AVO analizi yapılmıştır.

Gaz hidrat; ethan, methan veya propan gibi düşük molekül ağırlıklı gazlar ile su moleküllerinin bileşiminden oluşan buz benzeri kristalleri olan katı bir maddedir. Yüksek basınç ve düşük sıcaklık koşullarının hâkim olduğu termobarik ortamlarda oluşan gaz hidratların yüksek büyüme faktörü hidrat katı fazında büyük miktarlarda gaz depolayabilmelerine olanak sağlar. Gaz hidratlar karalarda genellikle kutuplarda toprakaltı donmuş tabakalarda (permafrost), denizlerde genellikle 500 m ve daha fazla su derinliğine sahip derin denizel alanlarda deniz tabanına yakın sedimanlarında bulunurken uygun termodinamik koşullardaki kıta yamaçlarında da gaz hidrat izine rastlanılmaktadır.

Gaz hidratlar, hidrokarbon rezervlerinin doğrudan göstergesi olmalarıyla birlikte varlıkları önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Gerek kıtasal yamaçlardaki tortullarda neden olabilecekleri heyelanlar sebebiyle riskler gerekse diğer hidrokarbon enerji kaynaklarının sondaj ve üretiminde yaratabilecekleri risklerden dolayı varlıklarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Çok büyük bir yüzdeyle derin denizel alanlarda bulunan gaz hidratların varlığının belirlenmesi günümüze kadar Okyanus Sondaj Projeleri ve Derin Deniz Sondaj Projeleri ile onaylanmıştır. Geniş alanlardaki varlıklarının daha etkili ve daha ucuz belirlenmesi çok kanallı sismik yansıma verileri ile gerçekleşebilmektedir. Çok kanallı sismik yansıma verileri ile kolayca belirlenebilen BSR gaz hidrat varlığının doğrudan ve en önemli kanıtıdır. Gaz hidratların bulunduğu yapı içerisinde deniz tabanı altında bulunan ve hidrat içeren sedimanlar ile bu sedimanların hemen altında bulunan ve gaza ve suya doygun sedimanlar ve bu iki birim arasında deniz tabanına paralel, ters polariteye sahip güçlü yansıtıcı niteliği olan ve BSR diye adlandırılan faz sınırı bulunmaktadır.

MTA, İTÜ ve Cambridge Üniversitesi ekibinin MTA Sismik-1 gemisi kullanarak 1998 yılında Akçakoca-Kurucaşile toplanan sismik yansıma verilerinin işlenmesiyle oluşturulan kesitler detaylı olarak incelendiğinde 7 numaralı hatta belirgin olarak BSR seviyesi gözlemlenmiştir. Bu seviyenin daha etkin bir şekilde belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada hattın verisi AVO analizine uygun hale getirmek amacıyla özel olarak işlenmiştir. Sonrasında BSR seviyesinin net olarak

gözlemlendiği çoklu ortak yansıma noktaları seçilerek bu noktalar üzerinde AVO (Amplitude-versus-offset) "Genlik-açılım" analizi yapılmıştır. Bu analizden elde edilen bulgular düz çözüm modelleme yaklaşımı kullanılarak BSR bulunan ortamın sismik parametreleri kestirilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma kapsamında sismik yansıma verilerinin daha önceden bölge tektoniğini belirlemek amaçlı işlenmesiyle oluşturulan migrasyon kesitleri detaylı olarak incelendiğinde 7 numaralı hatta belirgin olarak BSR seviyesi gözlemlenmiştir. Bu seviyeyi daha detaylı belirlemek amacıyla öncelikle hattın ham verisinde Disco/Focus 5.0 paket programıyla hattın geometri bilgisi oturtularak gerekli ön sismik veri işlemler yapılmıştır ve atış düzeninden CDP düzenine geçilmiştir. Daha sonra CDP'ler tek tek incelenerek hatta belirgin olarak görünen BSR'ın bulunduğu bölge kesip alınarak Fresnel zonu da göz önünde bulundurularak 9 izden oluşan CDP düzeninden 72 izden oluşan çoklu CDP düzenine geçirilmiştir. Böylelikle incelenen seviyenin sürekliliği ve genlik değişiminin belirlenmesi daha kolay hale getirilmiştir. AVO analizi için hazırlanan veride bir sonraki aşamada sabit hızlar tanımlanarak DMO düzeltmesi yapılarak detaylı hız analizi yapılmıştır. Bu analiz sonrasında elde edilen hız değerleri ile NMO düzeltmesi yapılmıştır. Son aşamada küresel açılım düzeltmesi de yapılarak veri AVO analizine uygun hale getirilmiştir. Tüm bu işlemler sırasında yapılan analizler için seçilen parametrelerde belirginleştirilmek istenen BSR'ın dalgacık formunu kaybetmemesi ve gerçeğe en yakın genlik değerlerine ulaşması hedeflenmiştir.

Veri işlemi tamamlanan kesitte AVO analizi için sinyal/gürültü oranın yüksek olan, BSR'ın diğer yansıma seviyeleri ile karışmadığı ve genlik değişiminin belirgin olarak gözlemlendiği çoklu CDP'ler seçilmiştir. Bu CDP'ler de Matlab programı yardımıyla gerekli düzeltmeler yapılarak düzenlenmiştir. Daha sonra belirlenen BSR seviyesinin genlik değerleri ilk değerlere göre normalize edilerek kayan ortalama işlece sokulmuştur. Elde edilen genlik değerlerinin ofsete bağlı değişim grafikleri çizdirilerek Zoepptriz denklemlerine dar açılardaki ofsetler için türetilen yaklaşım denklemleri kullanılarak gerekli sıfır ofsete karşılık gelen genlik değerleri ve eğim bilgileri elde edilmiştir. Her seçilen çoklu CDP için Zoeppritz yaklaşım denkleminin çözümünden elde edilen sismik parametreler ortamın gaz hidrat potansiyeli açısından değerlendirilmiştir.

Uygulanan veri işlem sonrasında oluşturulan çoklu CDP'ler de BSR seviyesinin tespiti daha kolay hale getirilip bu seviyedeki genlik değişiminin sürekliliği belirginleştirilmiştir. Hat boyunca aralıklarla deniz tabanının 0.20 saniye altında devam eden ve deniz tabanının şekline benzeyen BSR seviyesi bulunmuştur. Bu seviyede, BSR'ında özelliği olan ve veri işlem aşamasında yapılan hız analiziyle de onaylanan hız düşüşüne rastlanılmıştır. AVO analizi ile Zoeppritz yaklaşım denklemlerinde kullanılacak veriler elde edilmiş ve düz çözüm modelleme ile ortamın BSR bakımından sismik parametrik yapısı değerlendirilmiştir.

EXAMINATION OF THE GAS HYDRATE ANOMALIES BY AVO ANALYSIS AT WESTERN BLACK SEA, TURKEY

SUMMARY

Gas hydrate is an important alternative source of energy to the other hydrocarbon-based energy sources today. At Western Black Sea, BSR level indicating existence of gas hydrate in some seismic lines were observed by detailed study of the collected seismic data between Akçakoca-Kurucaşile in 1998. In this study, seismic data processing is carried out specifically for the seismic line that BSR level is seen as the most prominent for the AVO analysis. After the data processing, AVO analysis is carried out on the CDP super gathers to identify the seismic parameters of the medium that BSR is significantly identified.

Gas hydrate is solid material that has ice-like crystals and is consist of a low molecular weight gases such as ethan, methane or propane. Gas hydrates are seen in high pressure and low temperature conditions dominated environments and their high-growth factor allows them to store large amounts of gases in hydrate solid phase factor. In land, Gas hydrates are usually seen in the pole permafrost's and in deep-sea areas those have a water depth of 500 m and more, they are seen usually in marine sediments close to the sea bottom. Also trace of gas hydrate is encountered in the continental slopes while appropriate thermodynamic conditions are available.

Gas hydrates, a direct indicator of hydrocarbon reserves, is seen as an important energy source. They may cause landslides in the sediments of continental slopes and the other risks due to drilling and production of hydrocarbon energy sources, determination of gas hydrates has a great importance. Determination of the presence of too large a percentage of gas hydrates in deep marine areas is approved by the Ocean Drilling Projects and the Deep Sea Drilling Projects. Determination of gas hydrates in large areas with multi-channel seismic reflection data is more effective and cheaper. BSR can easily be determined with multi-channel seismic reflection data and is seen the direct and the most important evidence of the existence of gas hydrate. There are hydrates bearing sediments at the bottom of the sea floor and under these sediments there are gas and water saturated sediments parallel to the seabed within the structure of gas hydrates. In between these two units, there is a phase boundary is called BSR which has reverse polarity and a strong reflective features.

In 1998, MTA, ITU and Cambridge University team collected the seismic reflection data by MTA Seismic-1 at Kurucaşile- Akcakoca, Black sea Turkey. In the processing of that data, they observed a significant level of BSR in line 7 while generated cross-sections were examined in detail. In this study data of the line were made as a special order to optimize the AVO analysis in the aim of more effective determination of this level. After that, the CDP super gathers are chosen that the BSR level of clearly observed and AVO analysis is done of these CDP super gathers. The

findings of this analysis are used to made forward modelling approach to estimate the seismic parameters of the seismic environment.

In the examination of the line 7 which was created in the aim to determine the scope of regional tectonics the processing of previous seismic reflection data, bsr level is clearly observed. Primarily, in the raw data of the line by setting the geometry information of the Disco – Focus 5.1, necessary pre-seismic data processing and sorting to CDP order is done for determining of the reflection level in detail. After that, by the examination of CDPs in detail, muting of the area that BSR level is obviously seen and considering the Fresnel Zone, 9 traced CDPs are sorted to 72 traced CDP super gathers. By this way it's become easier to determine of the continuity and variation of amplitudes. In the data that was prepared for the AVO analysis, after the correction DMO by definition of the velocities, detailed velocity analysis has been done. After this analysis, NMO correction has been done with these velocities. In the last stage, by spherical divergence correction our data has become available for AVO analysis.

During all these processes, it is aimed parameters that chosen for analysis that applied to make precise of the requested wavelet shape of BSR not to lose its shape and get more correct values.

In the processed seismic section AVO analyse that is completed for CDP super gather which has high signal / noise ratio, BSRs not mixed with other reflections and clearly observed variation of amplitudes, were chosen. CDP super gathers are organized using Matlab programme with necessary corrections. After that, determined BSRs amplitude values are normalized to first values and moving mean average is applied. Obtained amplitude variations versus offset are graphed and approximation equations derived for narrow angles from Zoeppritz equations are used to get necessary zero offset amplitude values and slope values. Seismic parameters derived from Zoeppritz approximation equation solutions for every chosen CDP super gathers, evaluated for domain's gas hydrate potential. Determination of BSR reflection in CDP super gathers obtained after seismic data process has become easier and also continuity of the variation of amplitudes has become highlighted. BSR level is found along the line 0.2 sec below the sea bottom and has shape like sea bottom. In this level, velocity decreases which are property of the BSRs and approved with velocity analysis in the seismic processing were observed. The values are observed that to use in Zoeppritz approximation equations by AVO analyse and seismic parametric structure of the domain is evaluated in view of BSR by forward modelling approximation.

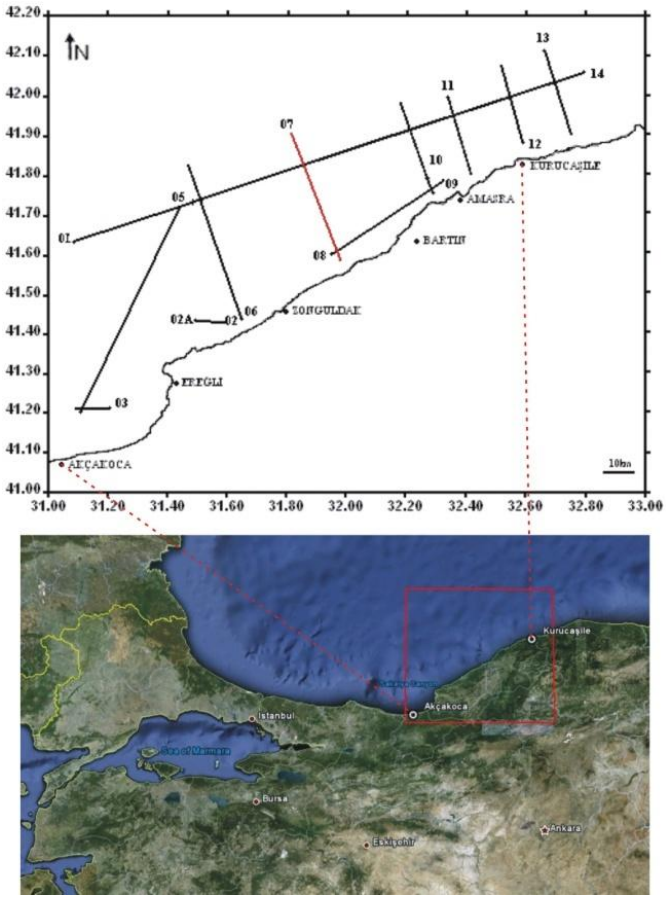
1. GİRİŞ

Gelişen teknolojiyle birlikte dünya genelinde sürekli artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla devleşen sanayileşmenin gerektirdiği enerji ihtiyacı uluslararası gündemin en önemli başlıklardan biridir. Enerji sektörünün günümüz ihtiyaçları doğrultusunda hızla büyüdüğü göz önünde bulundurulduğunda hidrokarbon kökenli enerji kaynakları gerek oluşumsal ve kimyasal gerekse sağladığı enerji miktarlarıyla dünya enerji kaynakları listesinde büyük bir paydaya sahiptir. Artan enerji ihtiyacı ile birlikte dünya enerji kaynaklarının rezervleri incelendiğinde ortaya çıkan tabloda kömür, petrol ve doğalgaz gibi yaygın olarak tüketilen hidrokarbon kökenli enerji kaynaklarına alternatif aranması noktasında birçok ülkeyi birleştirmiştir. Dünya genelinde yapılan birçok hidrokarbon kaynakları değerlendirme çalışmasında ortaya konulmuştur ki; gaz hidratlardan elde edilebilecek doğal gaz ile sağlanan enerji bu yüzyılın en önemli enerji kaynaklarından biri olacaktır. Bu durum birçok uluslararası petrol ve doğal gaz şirketinin bu olası büyük enerji kaynağı için araştırma ve üretim projeleri başlatmalarına neden olmuştur (Dutta ve Dai, 2009).

Gaz hidrat; ethan, methan veya propan gibi düşük molekül ağırlıklı gazlar ile su moleküllerinin bileşiminden oluşan buz benzeri kristalleri olan katı bir maddedir. Yüksek basınç ve düşük sıcaklık koşullarının hâkim olduğu termobarik ortamlarda oluşan gaz hidratların yüksek büyüme faktörü hidrat katı fazında büyük miktarlarda gaz depolayabilmelerine olanak sağlar ki bu oran 1 m^3'lük hidrat başına yaklaşık olarak 164 m^3 gaz demektir (Grauls, 2000). Gaz hidratlar karalarda genellikle kutuplarda toprakaltı donmuş tabakalarda (permafrost), denizlerde genellikle 500 m ve daha fazla su derinliğine sahip derin denizel alanlarda deniz tabanına yakın sedimanlarında bulunurken uygun termodinamik koşullardaki kıta yamaçlarında da gaz hidrat izine rastlanılmaktadır.

Gaz hidratlar, hidrokarbon rezervlerinin doğrudan göstergesidir ve varlıkları önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra gerek kıtasal yamaçlardaki tortullarda neden olabilecekleri heyelanlar sebebiyle oluşabilecek tsunami gibi riskler (Çiftçi, 2000) gerekse diğer hidrokarbon enerji kaynaklarının sondaj ve üretiminde

yaratabilecekleri risklerden dolayı varlıklarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Sain ve diğ., 2000). Çok büyük bir yüzdeyle derin denizel alanlarda bulunan gaz hidratların (Grauls, 2000) varlığının belirlenmesi günümüze kadar ODP'ler (Ocean Drilling Project) "Okyanus Sondaj Projeleri" ve DSDP'ler (Deep Sea Drilling Project) "Derin Deniz Sondaj Projeleri" ile onaylanmaktaydı. Geniş alanlardaki varlıklarının daha etkili ve daha ucuz belirlenmesi ise çok kanallı sismik yansıma verileri ile gerçekleşebilmektedir (Sain ve diğ., 2000). Çok kanallı sismik yansıma verileri ile kolayca belirlenebilen BSR (Bottom Simulating Reflector) "Tabana Benzeyen Yansıtıcı" gaz hidrat varlığının doğrudan ve en önemli kanıtıdır. Gaz hidratların bulunduğu yapı içerisinde deniz tabanı altında bulunan ve hidrat içeren sedimanlar ile bu sedimanların hemen altında bulunan gaza ve suya doygun sedimanlar ve bu iki birim arasında deniz tabanına paralel, ters polariteye sahip, güçlü yansıtıcı niteliği olan ve BSR diye adlandırılan faz sınırı bulunmaktadır.



Şekil 1.1: Çok kanallı sismik hatların yerlerini gösteren lokasyon haritası. Tez kapsamında çalışılacak 7 numaralı hat kırmızı ile gösterilmiştir.

Bu çalışma kapsamında İstanbul Teknik Üniversitesi, Cambridge Üniversitesi ve Maden Tetkik Arama işbirliğiyle MTA Sismik – 1 gemisi kullanılarak Eylül 1998 tarihinde Batı Karadeniz'de LEG K 989 çalışmasında toplanan çok kanallı sismik yansıma verileri kullanılmıştır. Şekil 1.1'de ki Lokasyon haritasında görülen 7 numaralı hatta tespit edilen BSR seviyesinin incelenmesi amacıyla bu veriler özel sismik veri işlemden geçirilip AVO (Amplitude versus offset) " Genliğin ofsetle değişimi" analizine uygulanarak ortamın sismik parametreleri düz çözüm modelleme ile incelenmiştir.

Çizelge 1.1: Sismik veri toplama ve AVO analizi parametreleri

	7 numaralı hat
Atış Aralığı (m)	50
Atış Sayısı	746
Grup Aralığı (m)	12,5
Kanal Sayısı	72
Minimum Ofset (m)	150
Maksimum Ofset (m)	1038
CDP Aralığı (m)	6,25
Maksimum Katlama	9
CDP Sayısı	6040
CDP Super Gather Sayısı	263
CDP Super Gather İz Sayısı	72
Hat Uzunluğu (m)	38288
Örnekleme Aralığı (ms)	2
Kayıt Uzunluğu (ms)	8000
Veri Boyutu (MB)	887

BSR seviyesinin incelemesi amacıyla detaylı olarak incelenen 7 numaralı hattın migrasyon kesidi önceden tamamlanmış olup (Damcı, 2004), bu keside sırasıyla ön veri işlem aşamaları, CDP (Common Depth Point) "Ortak Yansıma Noktası" oluşturulması, hız analizi, NMO düzeltmesi (Normal move out) "Statik düzeltme", genlik düzeltmesi, yığma ve migrasyon işlemleri uygulanmıştır. Bu kesit üzerinde tespit edilen BSR seviyesi için bu çalışma yapılmış olup bu çalışmadaki sismik veri parametreleri Çizelge 1.1'de gösterilmiştir. 7 numaralı kesidin çok kanallı ham

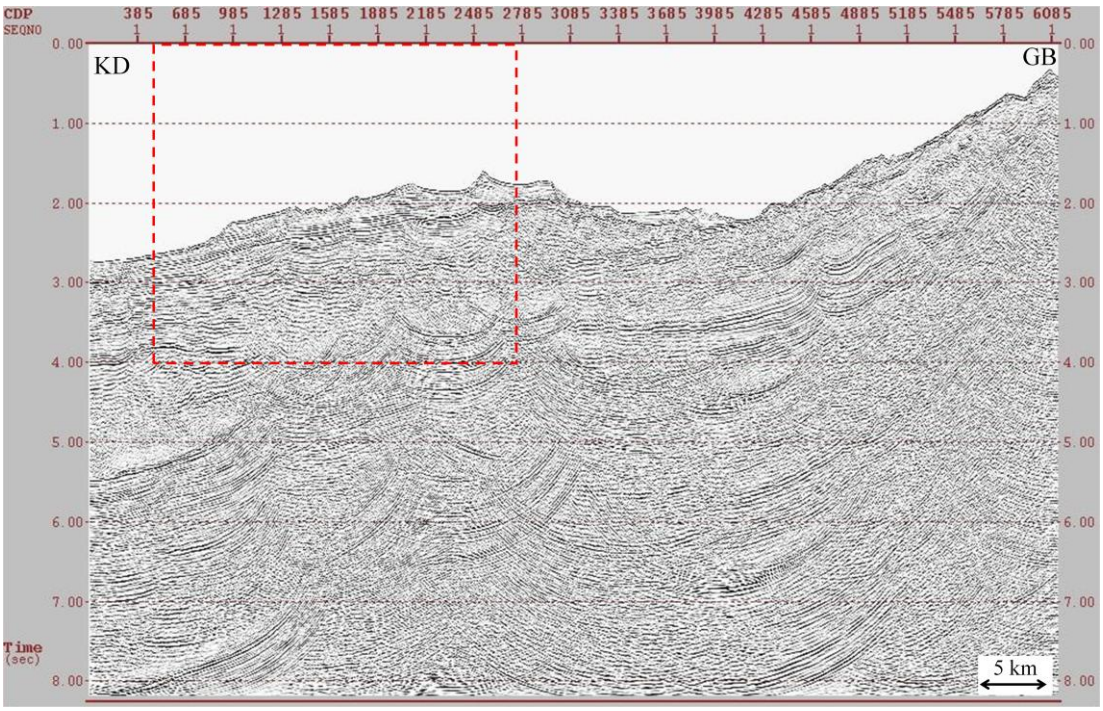
sismik verisine BSR seviyesinin yansıma açısı ile değişimini daha izlenebilir olması, verinin daha kaliteli hale getirilmesi ve sinyal / gürültü oranının maksimum düzeye çekilmesi amacıyla yapılan Disco – Focus paket programıyla özel sismik veri işlem uygulanmıştır. Bu veri işlem sırasında, veri işlem adımlarının seçimi, BSR seviyesinin sinyal şeklinin ve kalitesinin korunmasına dikkat edilerek yapılmıştır. Sismik veri işlem sonrası yapılan detaylı incelemeler ile tespit edilen BSR seviyelerinin AVO analizi için Zoeppritz denklemleri ve yaklaşımları incelenmiştir. Shuey yaklaşımı hidrokarbon kaynakların yansıma katsayılarından AVO analizi ile elde edilen sıfır ofset ve eğim değerlerinin modellenmesinde yakın ofset değerleri için en uygun yaklaşım olduğundan bu çalışmada kullanılmıştır. Bu yaklaşım ile tespit edilen tüm BSR seviyelerine Matlab programında yazılan kod yardımıyla AVO analizi yapılmış ve sıfır ofset / P empedans ve eğim değerleri hesaplatılmıştır. Bu değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle belirlenen ortamı temsil eden sıfır ofset / P empedans ve eğim değerleri ile BSR seviyesi için yine Matlab programında yazılan kod yardımı ile düz çözüm modelleme yapılarak ortama ait sismik parametreler elde edilmiştir.

2. GAZ HİDRAT ARAŞTIRMASINA YÖNELİK SİSMİK VERİ İŞLEM

Sismik yöntemler temel olarak, elastik dalgaların ortam içerisinde yayılımının farklı jeolojik birimleri saptanması kullanılması esasına dayanır. Bu yöntemde kullanılan temel üç bileşen sırasıyla elastik dalga üretiminde kullanılan kaynak, kaynakta üretilen ve jeolojik birimlerden yansıyan dalgaları kaydeden belirli bir düzende bulunan bir seri alıcı ve alıcılara gelen dalgaların genlik ve zamanlarını kaydeden ölçüm cihazıdır. Bu yöntem kaynaktan yayılan sismik dalgaların takip ettiği ışın yollarına göre "Sismik Yansıma" ve "Sismik Kırılma" adı altında iki ana bölüme ayrılır. Sismik yansıma yöntemi karalarda ve denizlerde iki veya üç boyutlu daha derin ve ayrıntılı yapısal ve stratigrafik kesitlerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında denizde yapılan sismik yansıma çalışması ile elde edilen çok kanallı sismik yansıma verileri kullanılmıştır.

Uygulamalı sismik yöntemlerde toplanan sismik yansıma verilerin değerlendirme aşamasına gelebilmesi için yapılan işlemlere sismik veri işlem ismi verilmektedir. Sismik veri işlem çalışmaları genel olarak üç aşamadan oluşup sırasıyla yığma, yığma öncesi ve yığma sonrası işlemleri olarak isimlendirilmektedir. Yığma işlemine hazırlanan ham veri sinyal / gürültü oranını arttırmak amacıyla geometrinin tanıtılması, filtreleme, hız analizi ve diğer bazı düzeltmelerle işlenmektedir. Yığma işleminde sismik yansıma verileri belirli geometride düzeltmesi ile sismik keside dönüştürülür. Yığma sonrası işlemlerde ise yığma işlemi ile elde edilen sismik kesitlerde geometri sebebiyle çıkabilecek bozuklukları ortadan kaldırmak ve zaman ortamındaki kesitleri derinlik ortamına geçirmek amacıyla migrasyon işlemi uygulanmaktadır. Şekil 2.1'de görülen 7 numaralı hatta ait sismik kesit bu çalışma öncesinde oluşturulmuş olup (Damcı, 2004) bu migrasyon kesidine sırasıyla ön veri işlem aşamaları, CDP oluşturulması, hız analizi, NMO düzeltmesi, genlik düzeltmesi, yığma ve migrasyon işlemleri uygulanmıştır. Kuzeybatı Güneydoğu yönelimli yaklaşık 38 kilometrelik bu kesitin güneydoğusunda 500 msn seyahat zamanında başlayan deniz tabanı kesidin kuzeybatısında 2800 msn seyahat zamanlarına kadar derinleşmektedir. Kayıt uzunluğu 8000 msn olan kesitte yapılan

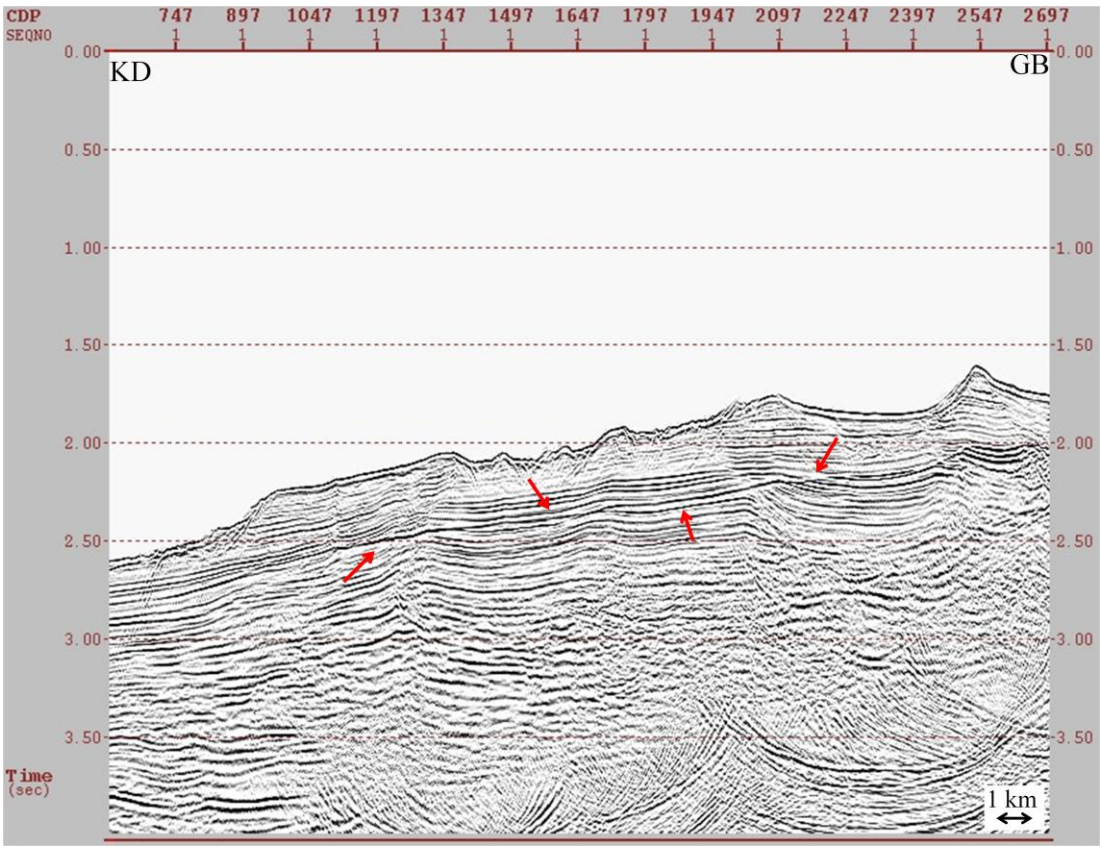
incelemeler sonucunda yaklaşık olarak 600 – 2700 numaralı CDP'ler arasında bulunan yaklaşık 13 kilometrelik bir alanda ve deniz tabanının yaklaşık 35 – 40 msn altında BSR sevisine rastlanılmıştır. Bu çalışma kapsamında incelenen 7 numaralı hattın migrasyon kesitinde saptanan BSR seviyesinin bulunduğu bölge daha detaylı incelemesi amacıyla Şekil 2.2'de görüldüğü gibi belirlenen alanda 4000 msn seyahat zamanına kadar kesilerek küçültülmüştür.



Şekil 2.1: Damcı, 2004 tarafından işlenen sismik migrasyon kesidi. Çalışma alanı, kırmızı çerçeve içerisinde gösterilmektedir. Düşey abartma 3'tür.

BSR seviyesinin incelenmesi ve ortama ait sismik parametrelerin bulunması için yapılacak olan AVO analizine geçilmeden önce yapılan sismik veri işlem aşamaları genel sismik veri işlem aşamalarından farklılıklar göstermektedir. Literatürde hidrokarbon kaynakların belirlenmesi ve incelenmesi için yapılacak AVO analizleri öncesi yapılması gereken sismik veri işlem için akış şemaları Ostrander (1984), Chiruris (1984), Long and Richgels (1985), Yu (1985), Todd (1986) (Castagna, 1993) ve Yılmaz (2008) tarafından farklı şekillerde oluşturulmuştur. Bu çalışmaların tamamındaki sismik veri işlem akışındaki farklılıklar karmaşık ve eğimli yer altı yapılarının belirlenmesinde oluşan durumların farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Şekil 2.2'de belirlenen bölgedeki BSR seviyesinin AVO analizine hazırlanması amacıyla yapılan veri işlemin akış şeması Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Yapılan tüm

veri işlemler Disco – Focus 5.1 paket programında gerçekleştirilmiş olup eğimli yapı içerisinde bulunan BSR seviyesinin incelenmesinde uygulanan tüm aşamalar daha önceden belirtilen kaynaklardakinden farklılık göstermektedir. Bu aşamalarda BSR seviyesinin genliklerinin sürekliğinin arttırılması esnasında sismik verideki sinyal / gürültü oranı arttırılmaya çalışılırken sinyal şeklinin korunmasına ve verideki kayıpların en aza çekilmesine dikkat edilmiştir.

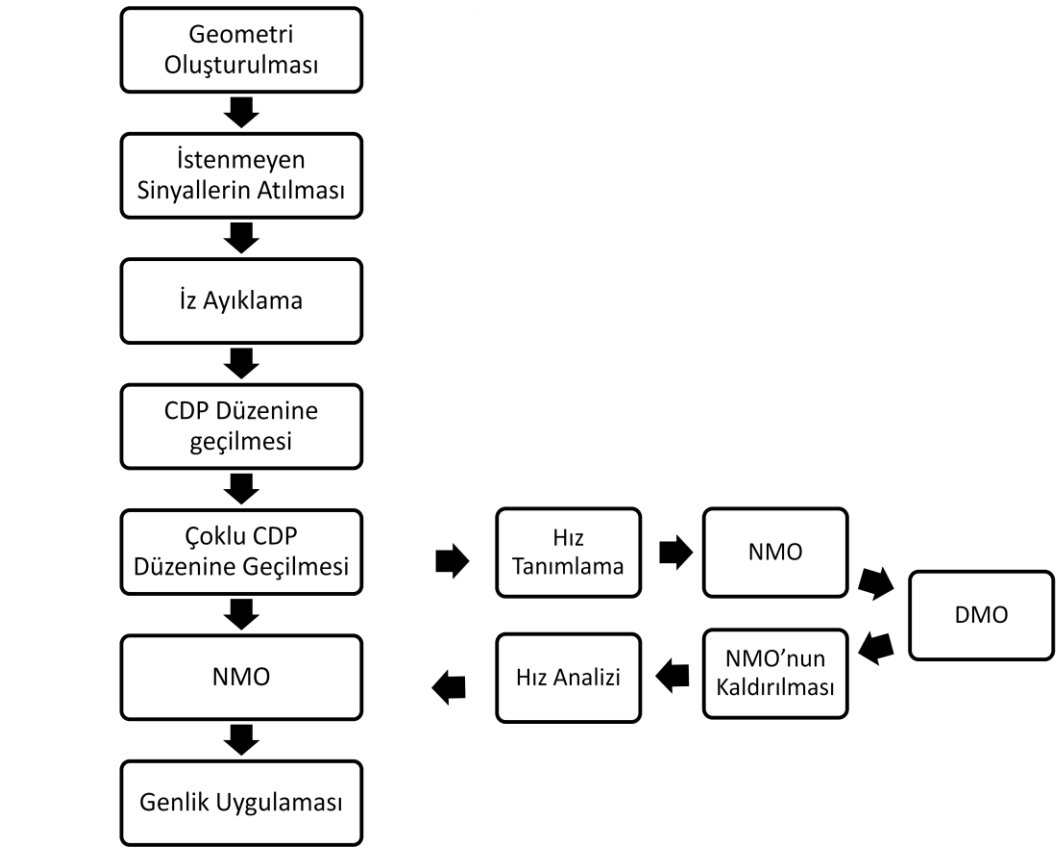


Şekil 2.2: Damcı, 2004 tarafından işlenen sismik migrasyon kesidinde BSR belirlenen bölgenin yakınlaştırılmış hali. BSR seviyesi kırmızı oklarla gösterilmiştir.

Veri işlem aşamalarının seçiminden önce Damcı, 2004 tarafından yapılan veri işlem bilgileri detaylı olarak incelenmiştir. Oluşturulmuş olan CDP'lerin detaylı incelenmesinin ardından verinin kalitesi, BSR seviyesinin hangi zaman ve ofset aralıklarında bulunduğu, BSR seviyesinin genlik değişimi ve sürekliliği tespit edilmiştir. Veri boyuna ve hangi CDP aralıklarında kesileceğine böylelikle karar verilmiştir. Ham veri Damcı, 2004 tarafından yapılan çalışmada örnek düzeltme (demultiplex) işlemlerinden geçtiği için kasette dsk formatında bulunmaktadır. 746 atışın yapıldığı ve 2 milisaniye örnekleme aralığında ve 72 kanalda kaydedilen veri

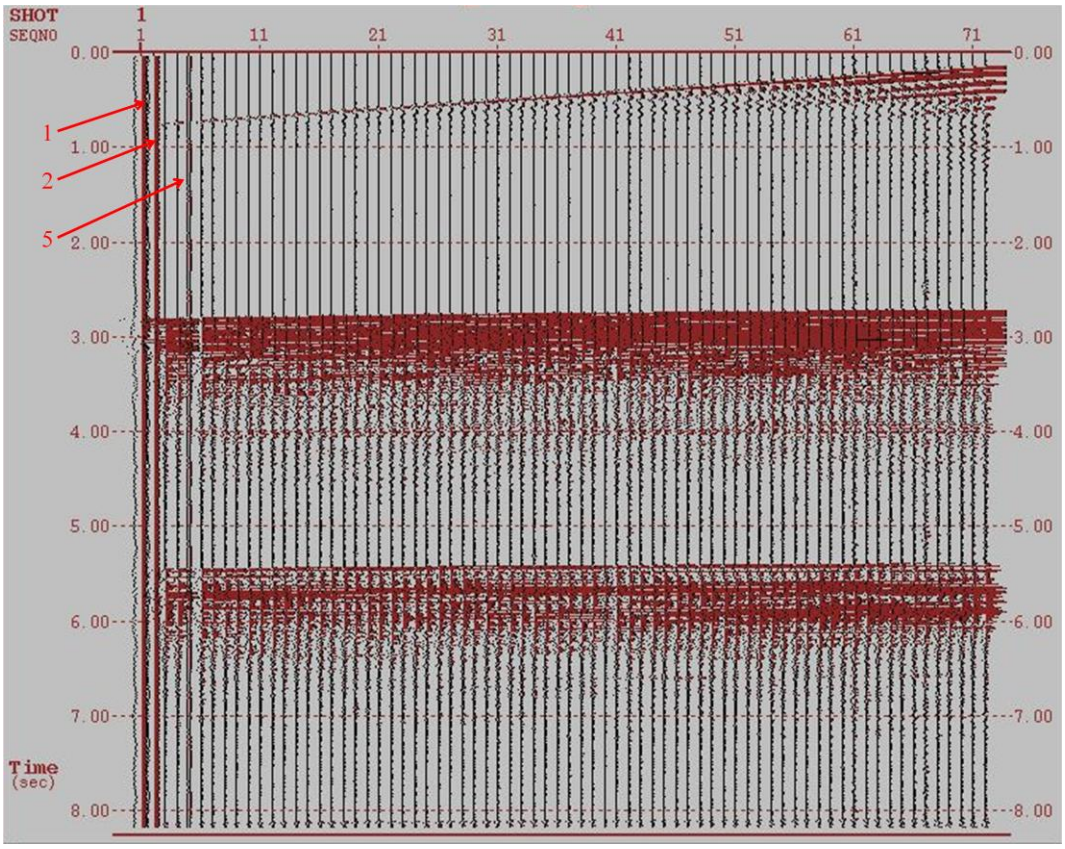
Disco – Focus paket programına okutulup kaydedildikten sonra sırasıyla Çizelge 2.1'de kaydedilen veri işlem aşamalarından geçirilmiştir. Bu çalışmada uygulanan veri işlem aşamalarına örnekler 1370. CDP veya eşdeğeri olan 97. çoklu CDP üzerinden verilecektir.

Çizelge 2.1: Sismik Veri İşlem Akış Şeması

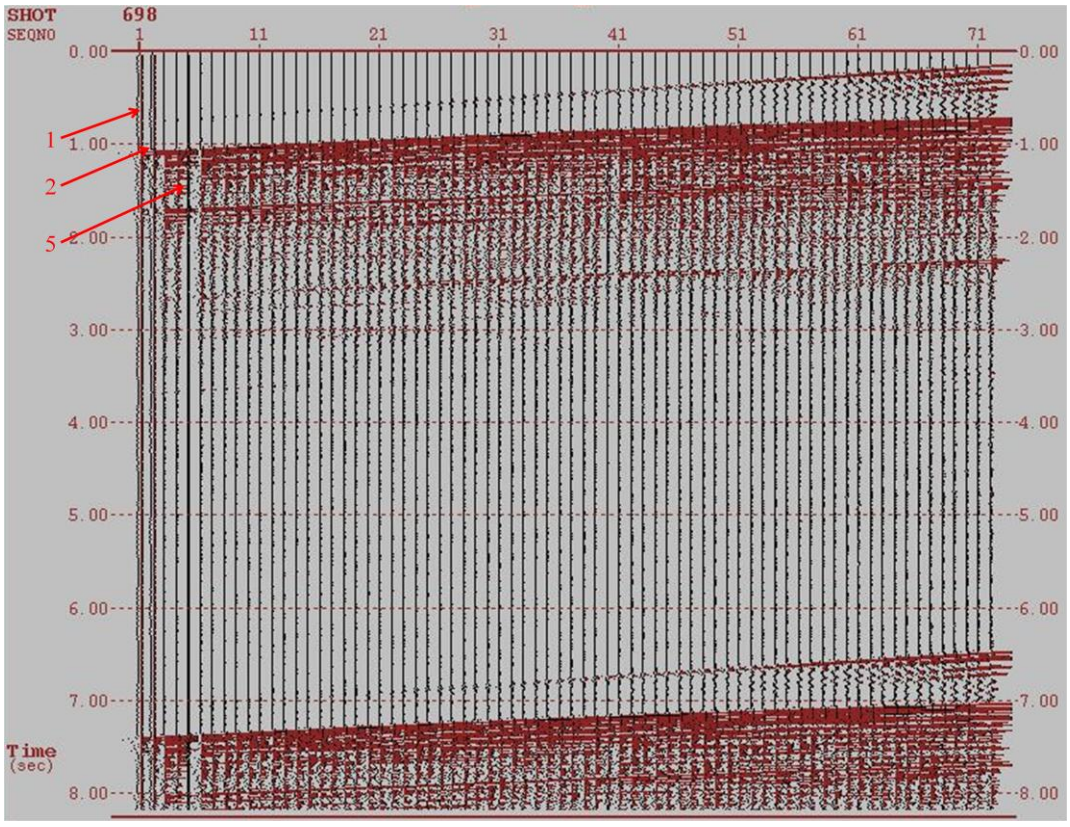


2.1 Ön İşlemler

Kasette bulunan çok kanallı sismik ham veri dsk formatında Disco – Focus paket programında okutulup kaydedilmiştir. Tüm atışlar tek tek incelendikten sonra 1., 2. ve 5. kanallarda ve 698. atışta 6 sn seyahat zamanından sonra bozukluk tespit edilmiştir. Sırasıyla geometrinin oluşturulması, istenmeyen alanların atılması (mute), iz ayıklama ve datum düzeltmesi yapılması gerekli ön işlemler olarak belirlenmiştir. Şekil 2.3'te örnek olarak ilk atış verisi ve Şekil 2.4'te bozukluk tespit edilen 698. atış verisi görülmektedir. Bunlara ek olarak iki şekilde de bozuk olan 1., 2. ve 5. kanallar belirgin olarak görülmektedir.



Şekil 2.3: Örnek atış verisi (1. atış). 1., 2. ve 5. atışlar kırmızı oklarla gösterilmiştir.



Şekil 2.4: 698 numaralı atış verisi. 1., 2. ve 5. atışlar kırmızı oklarla gösterilmiştir.

2.1.1 Geometri tanımlama

Sisteme kaydedilen verinin geometri bilgilerinin oluşturulması için Şekil 2.5'te görüldüğü üzere oluşturulan line, pattern, source ve profile modülleriyle oluşturulan job dosyası kullanılmıştır. Bu modülde atış aralığı, ofset, kanal sayısı ve diğer bilgiler tanıtıldıktan sonra başlıkların oluşturulması için gerekli bilgilerde eklenmiştir. Bu job dosyasının koşturulmasının ardında 7 numaralı hattın geometrik bilgisi sisteme tanıtılmış olup gerekli atış numarası, ofset gibi bilgileri içeren sismik iz başlıklarını oluşturması sağlanmıştır. Böylelikle atış düzeninden CDP düzenine geçişte her atışın doğru yerlerinde olmasını sağlayacak atış – alıcı geometrisi tanımlanmıştır. Burada kullanılan line modülü atış ve ofset bilgilerinden oluşan doğrultuyu sisteme tanıtırken, pattern modülü ofset ve atış aralığından oluşan model bilgilerini oluşturmaya yardım etmektedir. Kullanılan source modülüyle ise pattern modülüyle oluşturulan model bilgisinin line modülü ile oluşturulan hat bilgisi üzerine oturtulması sağlanmaktadır. Son modül olarak kullanılan profile modülü yardımıyla veri tabanına tanıtılan geometri bilgisiyle birlikte sismik iz başlıklarının oluşturulması sağlanır.

```
*call   line    stations
locn    1       lxy     0       0       0
repeat  3067    12.5    0
cdp     1               1
*call   pattern 777     yes     short
spread  72      72      -150.0  -12.5   0       0
*call   source  dxdy
shot    1       84      0       0       777
thru    698     4
shot    699     2880    0       0       777
thru    746     4
*call   profile         72                      shot
noupdat
selev
```

Şekil 2.5: Geometri tanımlaması için oluşturulan job dosyası

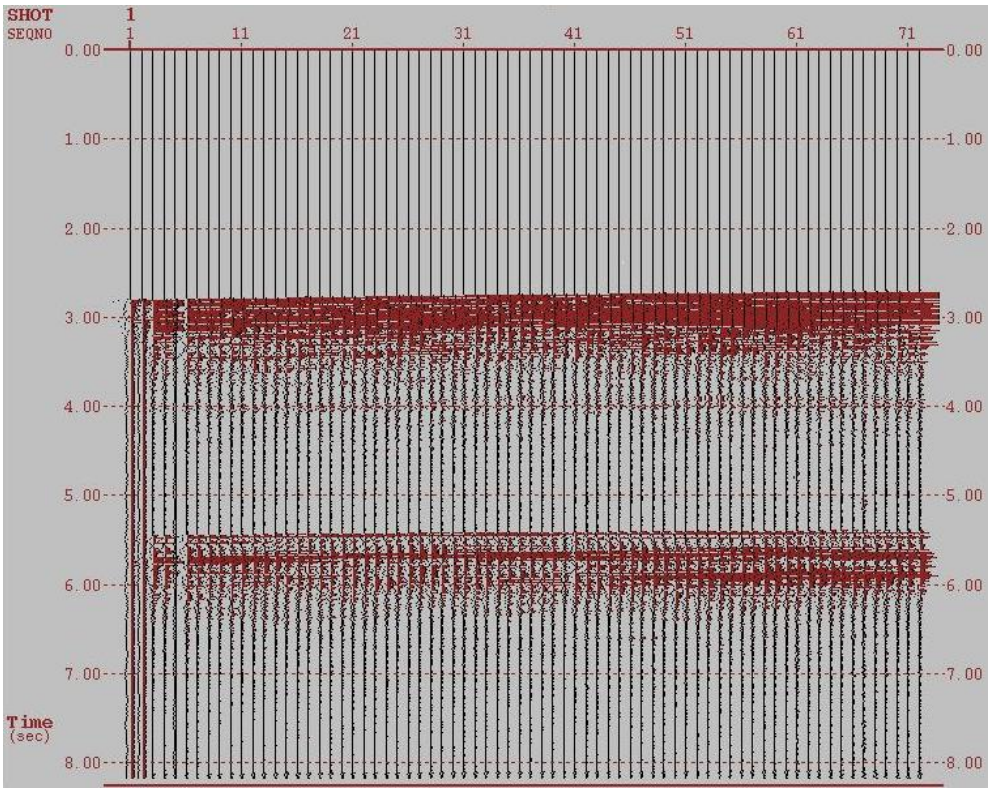
2.1.2 İstenmeyen alanların atılması

Atış verilerinin incelenmesiyle belirlenen deniz tabanı üzerinde bulunan direk kırılma verisinden ve 698. atışta 6 sn seyahat zamanı altında belirlenen bozukluktan kurtulmak amacıyla istenmeyen alanların atılması (mute) işlemi uygulanmıştır. Bu işlem yapılırken oluşturulan job doyası Şekil 2.6'da ki gibi olup mute modülü kullanılmıştır. Temel olarak bu modül belirli zaman aralıkları arasında genlik

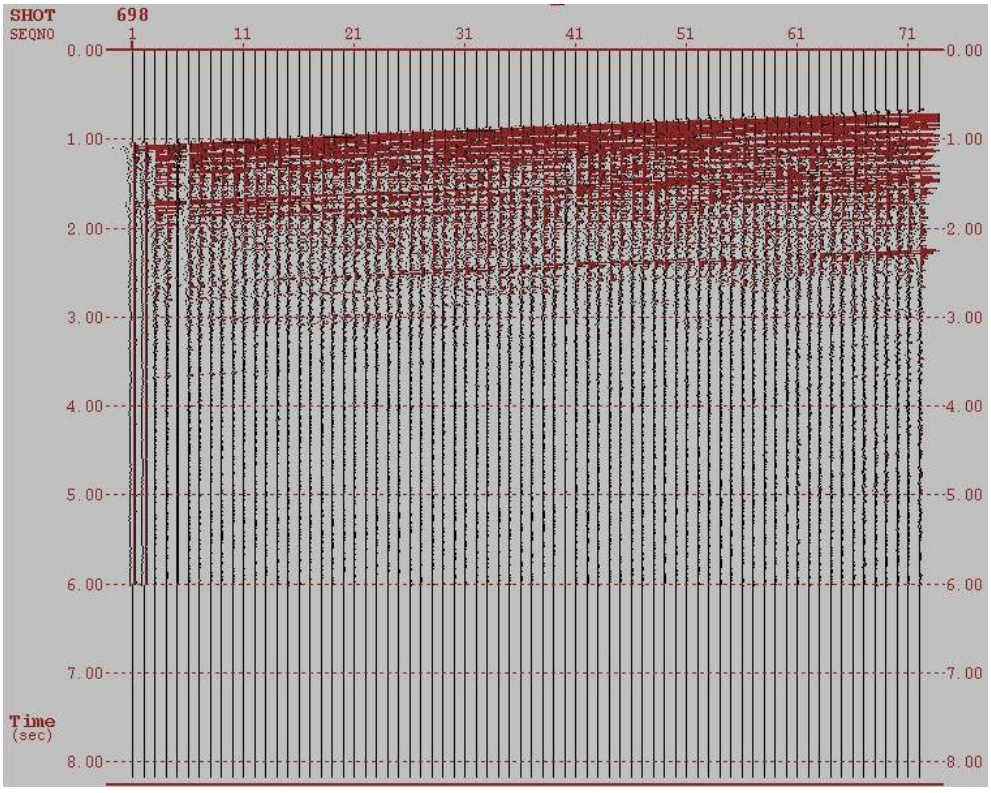
değerlerinin sıfırlanması sağlamaktadır. Bu modül, 5 atış aralıkla 72 izlik atışlarda ki 6 pencerede deniz tabanı için belirlenen seyahat zamanın pik edilmesi ile diğer izler için deniz tabanının program tarafından yaklaşık olarak belirlemesi ele deniz tabanı üzerinde kalan veri değerlerini sıfırlanmıştır. Bu modülde "on" komutu belirlenen seyahat zamanının üzerindeki veriyi kapatırken "off" komutu ile girilen seyahat zamanın altındaki verilerin kapatılması sağlanmıştır. Bu modül ile oluşturulan job dosyası koşturularak bozuk veriler atılmıştır ve gürültü yaratabilecek önemli bir kısım elemine edilmiştir. Bu aşama verinin sinyal / gürültü kalitesinin arttırılmasında büyük önem taşımaktadır. İstenmeyen alanların atılmasından sonra elde edilen atış kesitlerin görünümü Şekil 2.7'de görüldüğü gibi olup deniz tabanı üzerindeki veri tamamen kapatılmıştır. Özel olarak 698. atış için 6 sn den sonraki verinin atılmış hali ise Şekil 2.8'de görülmektedir. Şekil 2.7'de atış dosyasında da görüldüğü gibi asıl veri içeriğinin deniz tabanı ile başlayıp yaklaşık olarak 1500 – 2000 milisaniyelik zaman aralığında görüldüğü belirlenmiştir. 1. atış için 5500 milisaniyelerde başlayan tekrarlı yansımanın veriyi büyük ölçüde maskelediği tespit edilmiştir. Bu sonuç daha sonraki veri işlem aşamalarının seçiminde ve veri işlem esnasında göz önünde bulundurulmuştur.

```
*CALL   MUTE    SHOT    seqno   0.0
ON      1
1       2790    7       2772    15      2756    32      2730
49      2706    72      2686
ON      5
1       2784    14      2754    28      2732    44      2708
59      2690    72      2676
ON      10
1       2776    11      2752    25      2726    42      2704
56      2686    72      2672
.       .       .       .       .       .       .       .
.       .       .       .       .       .       .       .
.       .       .       .       .       .       .       .
ON      735
2       836     25      650     44      506     63      382
72      336
ON      740
1       786     19      626     38      484     55      360
72      284
ON      746
1       756     15      646     31      526     48      436
62      390     72      378
*if
list    shot
698
*call   mute    shot    seqno   0.0
off     698
1       6000    72      6000
*reset
```

Şekil 2.6: İstenmeyen alanların atılması için oluşturulan job dosyası



Şekil 2.7: İstenmeyen alanların atılmasından sonra elde edilen atış kesidi (1. Atış)



Şekil 2.8: İstenmeyen alanların atılmasından sonra elde edilen atış kesidi (698. Atış)

2.1.3 İz ayıklama

Sismik yansıma verilerinin toplanması sırasında alıcı gruplarında oluşabilecek aletsel bozukluklar sismik veri üzerinde büyük ama düzenli gürültüler yaratmaktadır. Bu bozuklukların tespiti basit olup bozuk alıcı gruplarından kaydedilen verinin sıfırlanmasıyla giderilebilmektedir. Tüm atış verilerinin incelenmesiyle tespit edilen bozuk kanallarda (1., 2. ve 5. kanallar) kaydedilen veri edit modülü ile oluşturulan ve Şekil 2.9'da gösterilen job dosyasının koşturulması ile tüm atışlarda kapatılmıştır. Bu modülde basit bir modül olup gerekli atış sayısı ve bozuk kanal numara bilgilerinin girilmesi ile çalışmaktadır.

```
*call   edit    shot    seqno
sel     1       746     kill
1       2       5
```

Şekil 2.9: İz ayıklama işlemi için oluşturulan job dosyası

2.1.4 Datum düzeltmesi

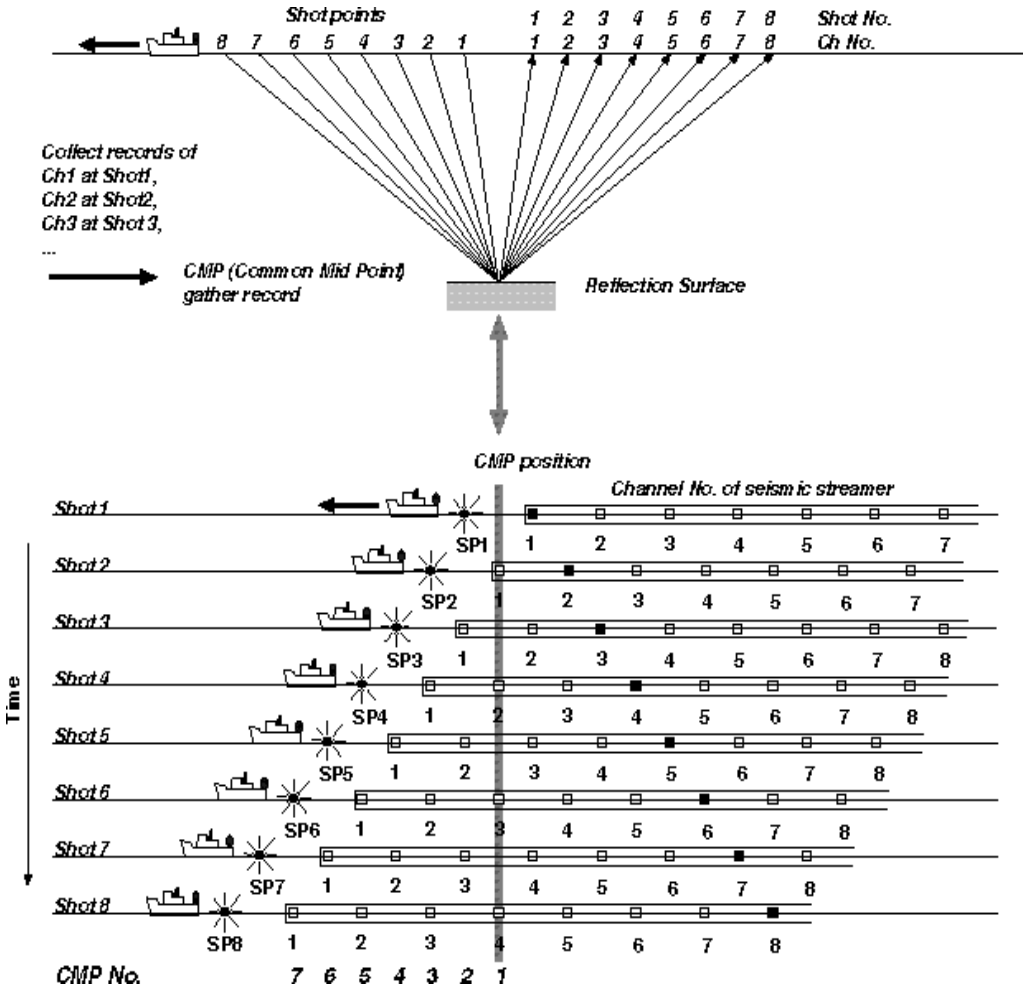
Denizde yapılan sismik çalışmalarda verilerin toplanması esnasında kullanılan alıcı kablosu (streamer) su yüzeyinin belirli bir mesafede altında veri toplanan geminin belirli mesafe arkasından sarkıtılarak çekilir. Bu alıcı kablosu ile kaydedilen verinin yapılan atışlardan, dalgalardan ve diğer bozucu etkilerden etkilenmemesi için batırıldığı mesafe veri işlem esnasında dikkate alınarak yansıma zamanı kayıtlarında bozukluk olmaması için datum düzeltmesi uygulanır. Headput modülü yardımı ile girilen, alıcı kablosunun batırıldığı su derinliği değerinin yanı sıra kanal sayısı bilgisi bu modül için yeterlidir. Daha sonra kullanılan static modülü yardımı ile headput modülüyle tanıtılan bilgilerin düzeltmelerinin yapılması sağlanır. Şekil 2.10'da bu çalışmada kullanılan veride 10 m su derinliği için yapılan datum düzeltmesinde kullanılan job dosyası görülmektedir.

```
*call   headput datum   store
input   seqno
data    1       10
data    72      10
*call   static  datum   apply
```

Şekil 2.10: Datum düzeltmesi için oluşturulan job dosyası

2.2 CDP Düzenine Geçilmesi

Atış düzeninde bulunan verinin bir sonraki aşama için ortak yansıma noktası (CDP) düzenine geçirilmesi gerekmektedir. Şekil 2.11'de görüldüğü gibi belirli atış ve alıcı aralığı ile toplanan sismik veride ortak yansıma noktalarından gelen ve farklı alıcılarla kaydedilen yansıma bilgilerini içermektedir. Bu düzene geçildiğinde oluşturulan geometri bilgisinden faydalanılarak tüm sismik izler aynı ortak yansıma noktasından gelmesi dikkate alınarak gruplandırılır. Bu gruplandırma sayesinde aynı CDP'de ki sismik izlerin ortalaması alınarak tek bir sismik ize indirgenmesi ile yapılan yığma işlemi ile verinin sinyal / gürültü oranında artış sağlanmaktadır. Şekil 2.11'de görüldüğü gibi eğer yansıtıcı yüzeyler eğimli değilse ve bu yüzeylerde yanal hız değişimi yoksa o zaman ortak derinlik noktası ortak yansıma noktası haline gelmektedir.



Şekil 2.11: Ortak Yansıma noktalarının oluşumu ve düzeni (Url-1, 2010)

CDP'lerde bulunan iz sayısı katlama sayısı olarak adlandırılır ve denklem 2.1'de görüldüğü gibi hesaplanır. Yapılacak çalışmanın amacı doğrultusunda maliyette göz önünde bulundurularak optimum düzeyde belirlenir. K.S katlama sayısını, K kanal sayısını, G grup aralığını ve A atış aralığını göstermektedir. Bu çalışma kapsamında oluşturulan CDP'lerdeki maksimum katlama sayısı yapılan hesaplamayla 9 olarak bulunmuştur.

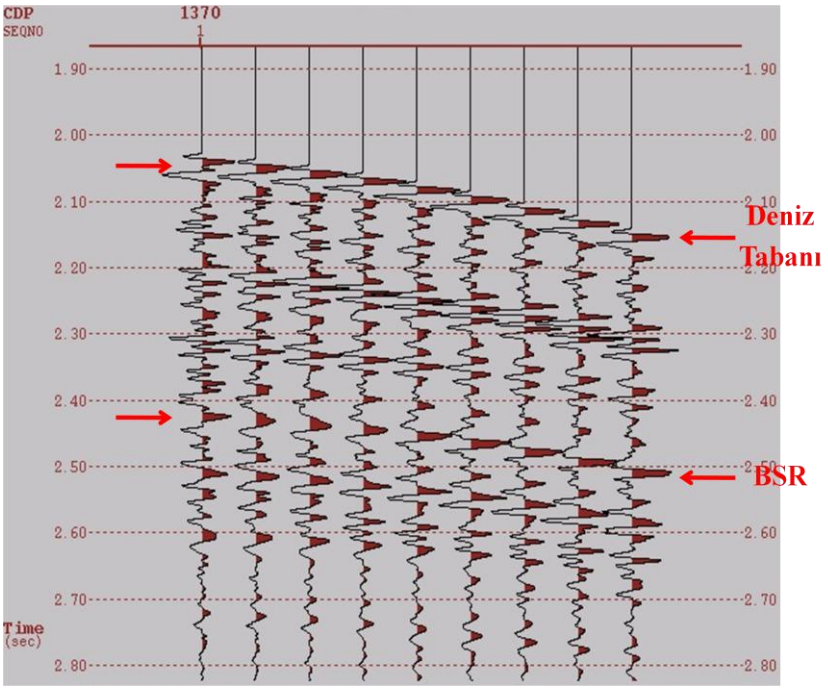
$$K.S = \frac{K \times G}{2 \times A} \qquad \textbf{(2.1)}$$

CDP düzenine geçişte kullanılan job dosyası Şekil 2.12'de gösterilmekte olup bu aşamada kullanılan modül sort olarak isimlendirilmektedir. Sort modülünde girilmesi gereken çalışma alanı değeri ve maksimum katlama sayısı önceden hesaplanmıştır. Çalışma alanı değeri Denklem 2.2'de verilmiş olup Ç çalışma alanını gösterirken K.S katlama sayısını ve K kanal sayısını temsil etmektedir. 649 olarak hesaplanan çalışma alanı değeri ve 9 olan maksimum katlama sayısı değeri ile oluşturulan bu job dosyası ile yapılacak CDP düzenine geçiş işleminde, sismik izlerin ana sıralama ölçütü CDP iken alt sıralama ölçütü ofsettir. Dosyanın koşturulması ile geçilen CDP düzeninde 1370. CDP'nin görünümü Şekil 2.13'de görüldüğü gibi olup deniz tabanı 2 saniye seyahat zamanının hemen altında başlarken bu çalışma kapsamında incelenen BSR seviyesi bu şekilde 2.4 saniye seyahat zamanının hemen altında görülmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda genel olarak tüm CDP'lerde BSR seviyesinin deniz tabanının 35 – 40 milisaniye seyahat zamanı altında takip edilebildiği tespit edilmiştir.

$$Ç = \left\langle K.S \times K \right\rangle + 1 \qquad \textbf{(2.2)}$$

```
*call   sort     9        649
major   cdp
minor   offset
```

Şekil 2.12: CDP düzenine geçiş için oluşturulan job dosyası



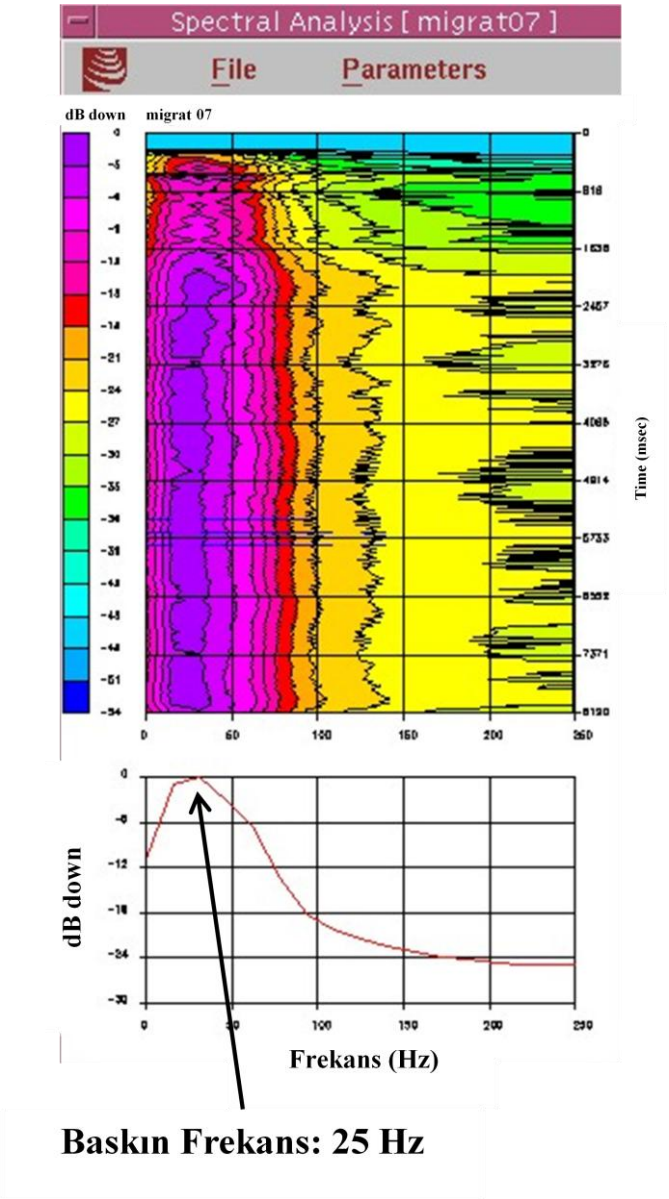
Şekil 2.13: 1370. CDP'nin görünümü

2.3 Çoklu CDP Sıralama

Bu çalışma için en önemli veri işlem aşamalarından biri olan çoklu CDP düzenine geçiş, genel olarak AVO analizine hazırlanan veriler için uygulanan bir aşamadır. AVO analizinde temel olarak genliğin ofsetle değişimi inceleneceğinden katlama sayısı arttırmaya yönelik olarak uygulanan bu aşamada, CDP grupları arasındaki mesafe, CDP grubu içinde sismik izler arasındaki ofset ve Fresnel zonu dikkate alınarak daha yüksek sayıda sismik izlerden oluşan çoklu CDP'ler için sıralanır. Fresnel zonunun belirlenmesi bu sıralamadaki en önemli aşamaların ilkidir. Fresnel zonu yanal çözünürlüğü belirleyen çembersel alan olup yansıtıcı yüzeyin derinliğine, bu yansıtıcı yüzeyin üzerindeki hıza ve baskın frekansa bağlı olarak değişir (Yılmaz, 2008). Çoklu CDP'ye geçişte bu zonun hesaplanması için gerekli baskın frekansı belirlemek amacıyla 7 numaralı hatta yapılan spektral analiz Şekil 2.14'de gösterilmiş olup baskın frekans 25 Hz olarak belirlenmiştir. Şekil 2.14'de görülen spektral analizde genliğin desibel cinsinden değerinin frekansla değişimi renkli ve grafiksel olarak gösterilmektedir. Fresnel zonunun yarıçapının hesaplandığı denklem Denklem 2.3'de görülmekte olup bu denklemde r Fresnel zonu yarıçapını, v hızı, t_0 yansıtıcının bulunduğu zaman ve f baskın frekansı göstermektedir. Fresnel zonu

yarıçapı bu aşamada deniz tabanı için yaklaşık 2,5 saniye seyahat zamanında 1500 m/sn su hızında 25 Hz baskın frekans değeri ile 235 metre olarak bulunmuştur.

$$r = \frac{v}{2}\sqrt{\frac{t_0}{f}} \qquad \textbf{(2.3)}$$

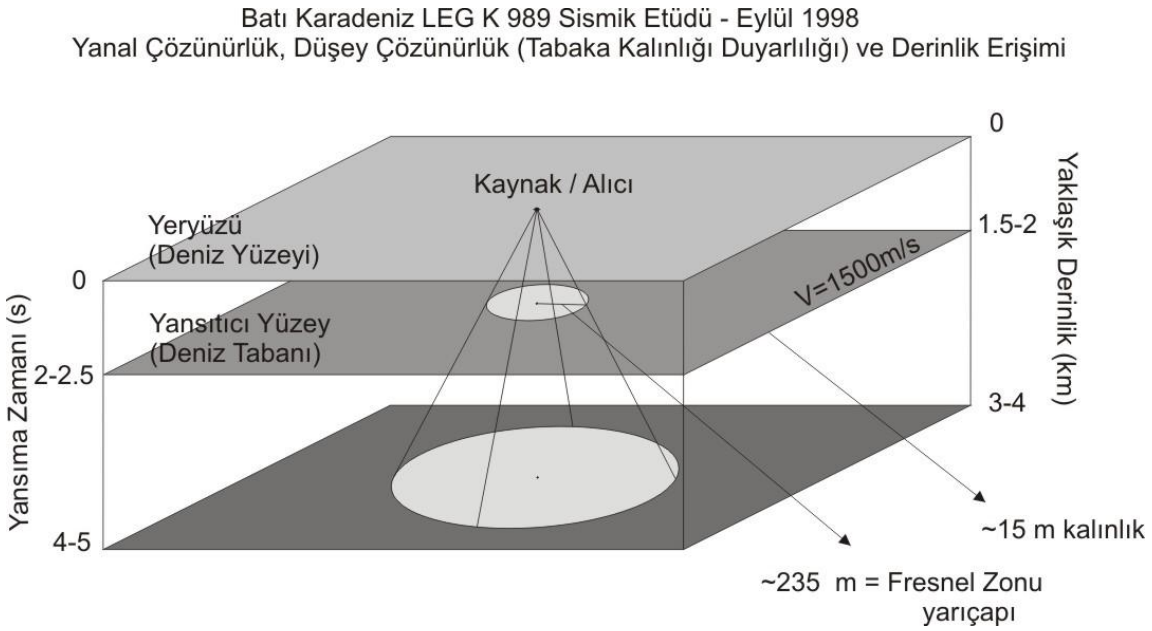


Şekil 2.14: 7 numaralı hattın genel spektral analizi

Bu aşamada veri incelemesinde sismik çözünürlük belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma için hangi sınırlar içerisinde, hangi derinlikte ve ne boyutta bir alanın ayırt edilebileceğini tespit etmek için yapılan hesaplamalarla Şekil 2.15

oluşturulmuştur. Burada dalga boyunun hesaplanması Denklem 2.4'te gösterilmektedir. Dalga boyunu hesaplanmasıyla belirlenen düşey çözünürlük (tabaka kalınlığı duyarlılığı) Şekil 2.15'te gösterilmiştir. λ ile gösterilen dalga boyu, v ile gösterilen ve deniz suyu için 1500 m/sn olarak alınan su hızı için f ile gösterilen ve 25 Hz değerine sahip baskın frekans için 15 m olarak hesaplanmıştır.

$$\lambda = \frac{v}{f} \qquad \textbf{(2.4)}$$



Şekil 2.15: Sismik çözünürlük bilgileri

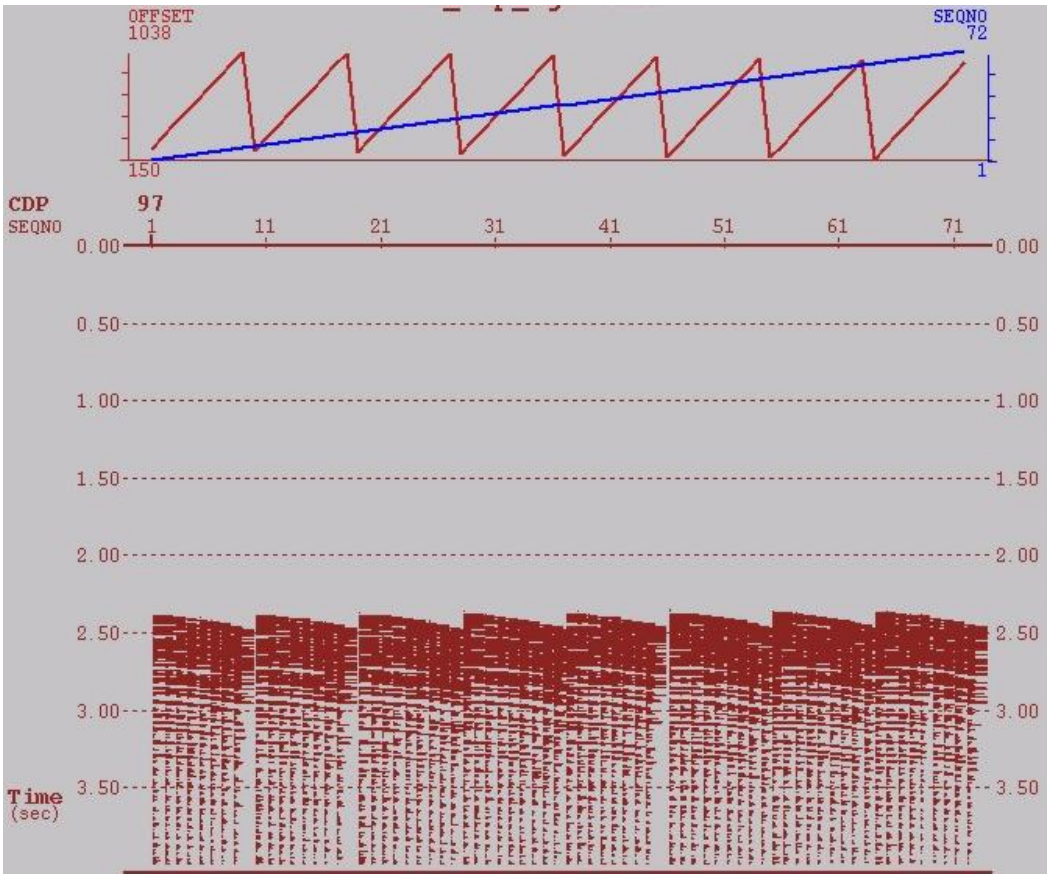
Sismik çözünürlüğün gösterildiği Şekil 2.15'ten de anlaşıldığı gibi, bu çalışma için deniz tabanında ayırt edebileceğimiz alanın yarıçapı 235 metre iken yine bu seviyede görebileceğimiz tabakanın kalınlığı 15 metredir. Derinliğin artışı ile birlikte bu çözünürlük değerlerinin artarken, bu alan içerisinde yanal çözünürlüğe ait detay elde etmek imkânsızdır. Buradan yola çıkışla oluşturulmuş CDP'ler incelendiğinde maksimum 9 katlama sayısına sahip CDP gruplarının arasındaki mesafenin 6,25 metre olduğu göz önünde bulundurularak 150 metre minimum ofset ve 1037,5 metre maksimum ofset değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. 8 CDP'nin bir araya getirilmesi ile oluşacak çoklu CDP'lerin 43,75 metrelik kapsama alanı, Fresnel zonu yarıçapı altında kalacağından, AVO analizine hazırlanan veride böyle bir işlem

yapmanın sismik çözünürlükte hiçbir fark yaratmayacağı belirlenmiştir. Bunun aksine AVO analizi için büyük önem taşıyan yansımalardaki genliklerin izlenebilirliğinin arttırılacağı kesinleştirilmiştir. Bu aşamada CDP düzenine geçişin ardından tüm CDP'lerde ve Damcı, 2004 tarafından oluşturulan sismik migrasyon kesitinde yapılan detaylı incelemelerde belirlenen BSR seviyesinin yaklaşık derinliği ve bulunduğu aralık göz önünde tutularak programın daha hızlı çalışmasını da göz önünde bulundurarak CDP'ler 597 – 2700 aralığında 4000 milisaniye seyahat zamanına kadar kesilmiştir (Şekil 2.2). Çoklu CDP düzenine geçiş için job dosyasında yine sort modülü kullanmıştır. Şekil 2.16 da görülen bu job dosyasında kullanılan collect modülüyle öncelikle 150 – 1038 metre ofsetler arasındaki 8 CDP bir araya getirilmiştir. Daha sonra 9 maksimum katlama sayısına sahip 8 CDP'den oluşacak 72 ize sahip çoklu CDP için çalışma alanı, Denklem 2.2 kullanılarak 5185 olarak hesaplanmıştır ve oluşturulan job dosyasındaki sort modülünde yine ana grup olarak CDP ve alt grup olarak ofset seçilmiştir.

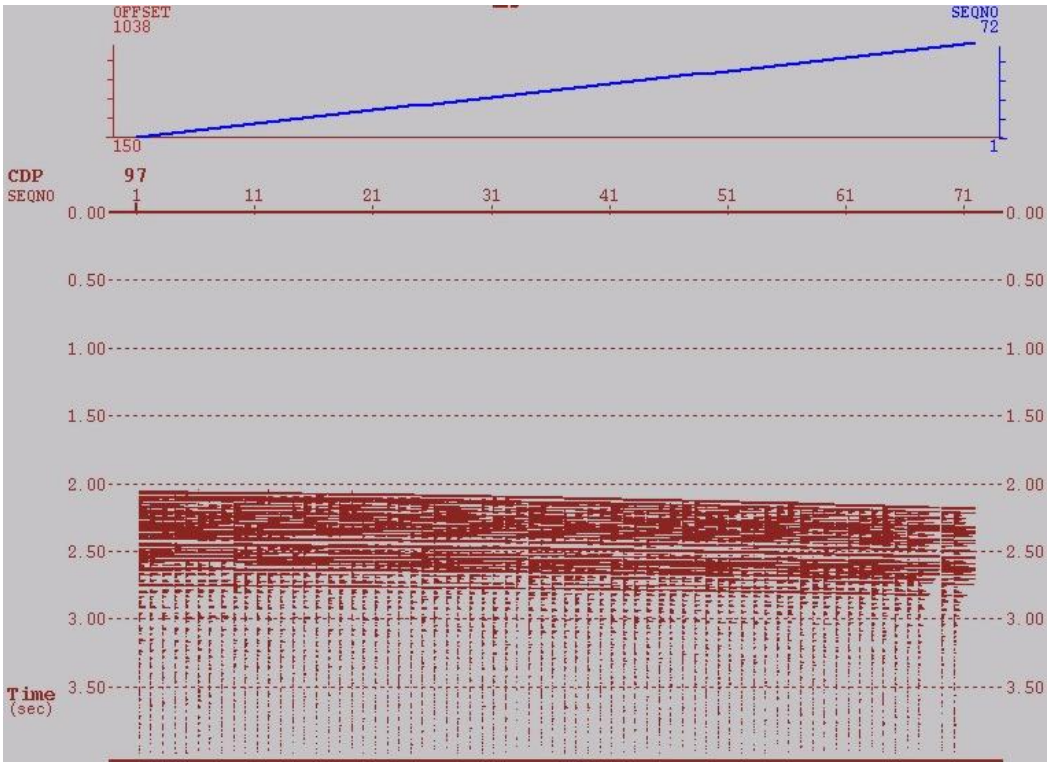
```
ensmble cdp     4000
597     2700
*call   collect 8               1       1       CDP
*call   sort    72      5185
major   cdp
minor   offset
```

Şekil 2.16: Çoklu CDP düzenine geçiş için oluşturulan job dosyası

Toplanan 8 CDP'den oluşan çoklu CDP'lere örnek olarak 97. çoklu CDP için görünüm Şekil 2.17'de ki gibidir. Burada 2,5 saniye seyahat zamanın altında bulunan deniz tabanı, toplanmış 8 CDP grubunun yan yana paket olarak diziliminde görülürken şeklin üst kısmında bulunan ve izler için ofset değişimi gösteren grafikte her CDP grubu için kendi içerisinde ofsetin arttığı görülmektedir. Şekil 2.18'de ise istenen aralıklarda kesilen ve toplanan CDP gruplarının ofsete göre dizilmiş hali 97. çoklu CDP görülmektedir. 72 sismik izden oluşan bu çoklu CDP'de ofsetin sismik iz ile değişimini gösteren grafik şeklin hemen üst kısmında bulunmaktadır. Görüldüğü üzere oluşturulan tüm çoklu CDP'lerde ofset 150 – 1037,5 m arasında 72 iz için 12,5 m aralıklarla artan şekilde sıralandırılmıştır. Tüm CDP'ler bu iki aşamadan oluşan job dosyanın koşturulmasıyla CDP düzeninden çoklu CDP düzenine geçirilmiştir ve çalışma alanı kapsamında bulunan 2104 CDP, 263 çoklu CDP olarak tekrardan düzenlenmiştir.

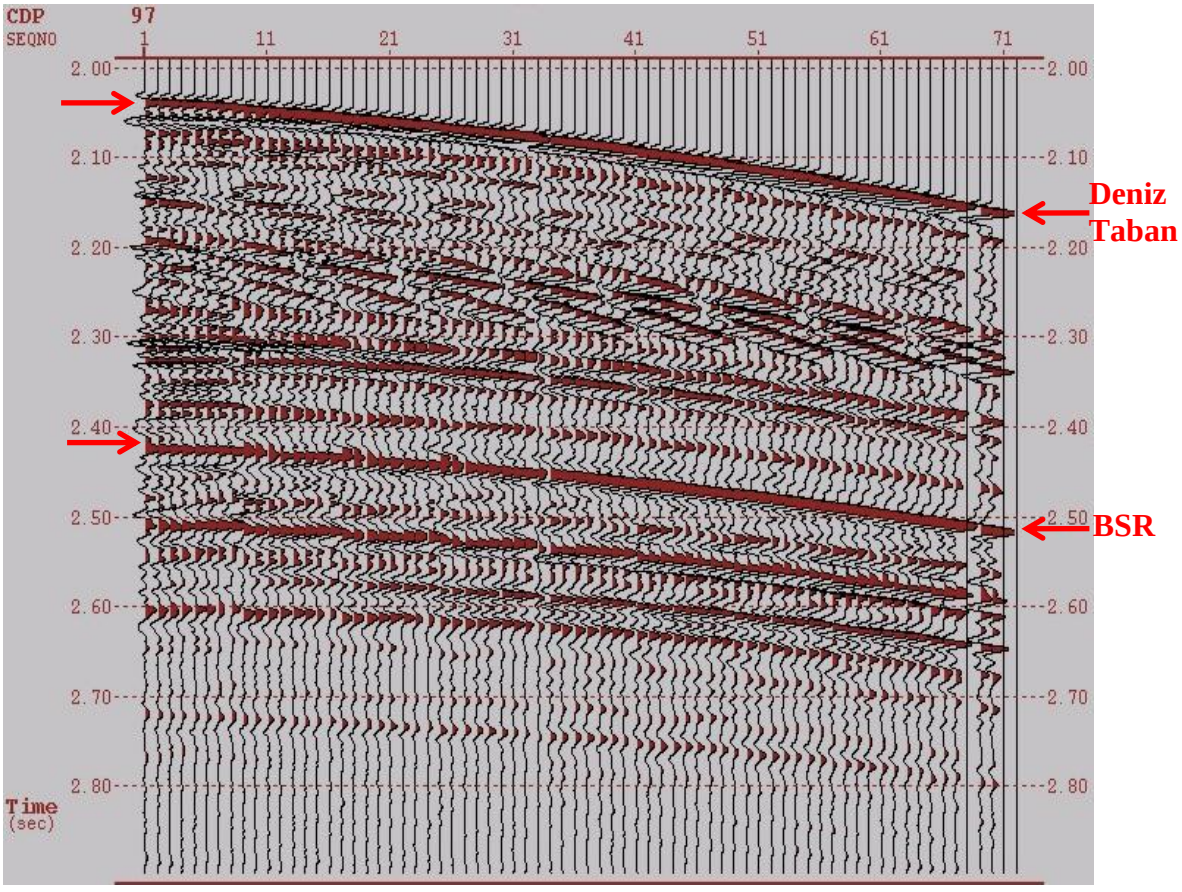


Şekil 2.17: Collect modülü koşturulması sonrası 97. çoklu CDP görünümü

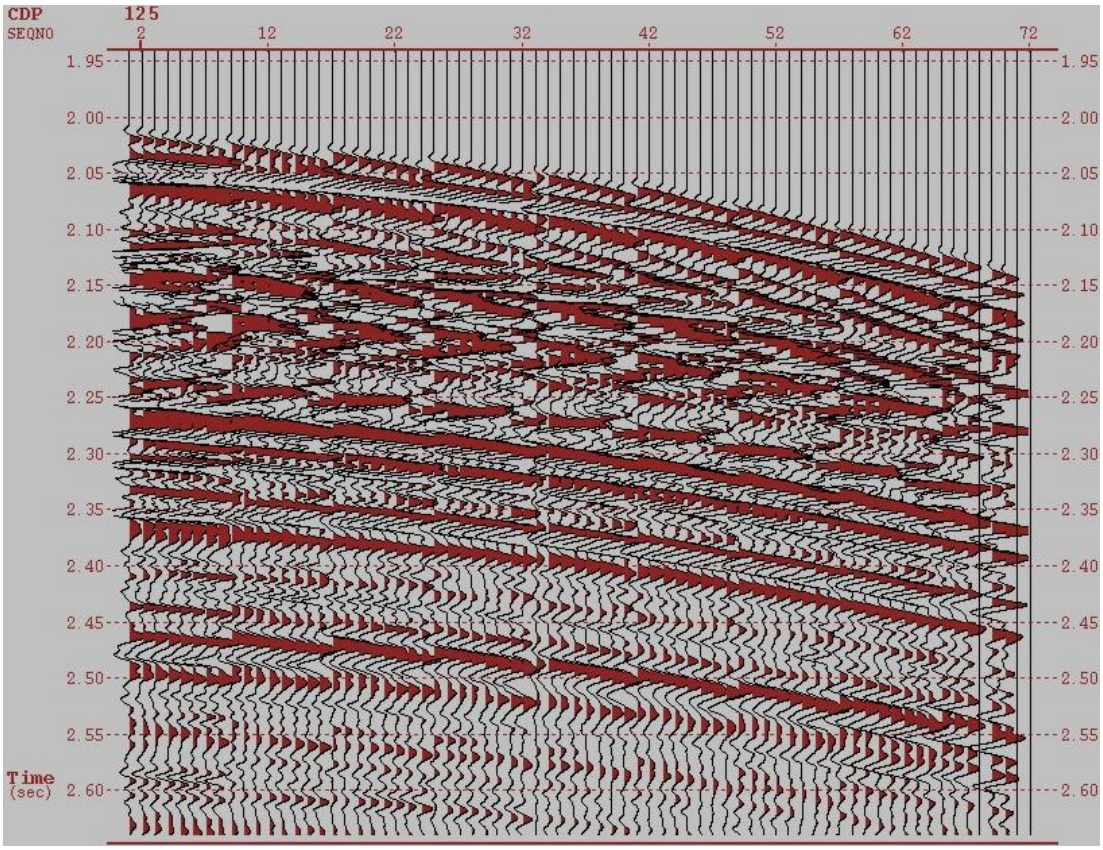


Şekil 2.18: Sort modülü koşturulması sonrası 97. çoklu CDP görünümü

Tüm çoklu CDP'lerin oluşturulmasının ardından BSR seviyesindeki genlik değişiminin izlenebilirliğinin arttırıldığı tespit edildikten sonra oluşturulan 263 tane çoklu CDP detaylı olarak incelenmiştir. 97. çoklu CDP'nin görünümü Şekil 2.19'da ki gibi olup 2 saniye seyahat zamanının hemen altında başlayan deniz tabanı ve 2,4 saniyelerin hemen altındaki güçlü genliklere sahip BSR yansıması belirgin olarak gözlemlenmektedir. Tüm çoklu CDP'lerde ki özellikle deniz tabanı altındaki 1 saniyelik yansıma seviyeleri incelendiğinde fark edilmiştir ki yansıma seviyelerinin yatay olmaması sebebiyle yansıma zamanı farklılıklarından dolayı görülen basamak şekline sahip bozukluklar bulunduğu tespit edilmiştir. Şekil 2.20'de gösterilen 125. çoklu CDP bu yansıma zamanı farklılıkların belirgin olarak görüldüğü çoklu CDP'lerden biridir. 125. çoklu CDP'de deniz tabanı yansımada dahil olmak üzere 2 – 2.7 saniyeler arasında bulun tüm yansıma seviyelerinde basamak şekilli atlamalara neden olan ve tabakaların eğimli olmasından kaynaklanan bozukluk belirgin olarak gözlemlenmiştir. Tüm çoklu CDP'lerin incelenmesinden sonra bu tip bir bozukluğun incelenen alanın genelinde görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2.19: 97. çoklu CDP görünümü

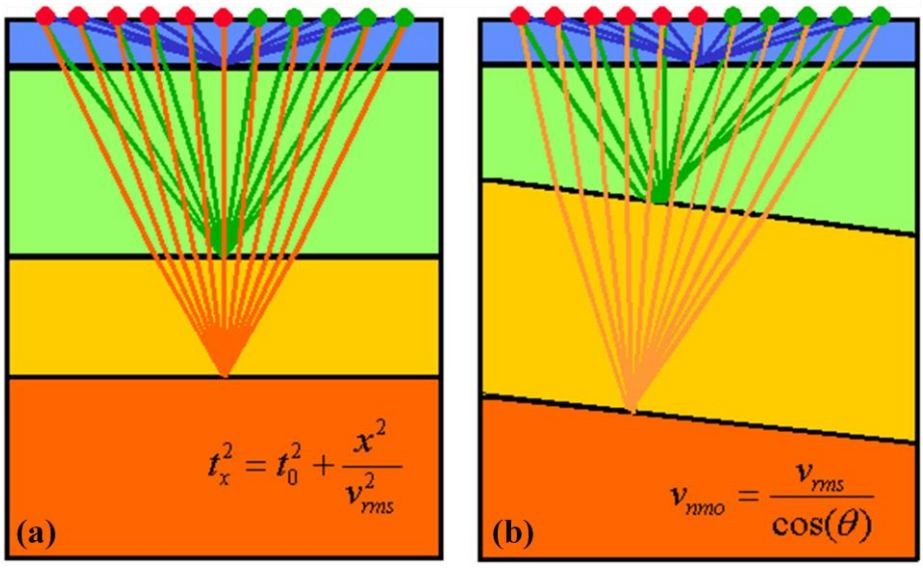


Şekil 2.20: 125. çoklu CDP görünümü

2.4 DMO Düzeltmesi

Çoklu CDP düzenine geçilmesinin ardından yapılan incelemelerde tespit edilen yansıma zamanı farklılıklarından dolayı oluşan bozukluğun giderilmesi amacıyla DMO (Dip Move Out) "Eğim Kayması" düzeltmesi yapılmasına karar verilmiştir. DMO işlemi temel olarak CDP düzeninde bulunan veri için eğimli tabakalarda gelen yansımaları yansıma zamanın oluşturacakları farklılıkları düzelterek yansımamaları gerçek yerlerine taşımak için yapılan düzeltme işlemidir. Diğer bir değişle, sismik veriden oluşturulan ortak yansıma noktalarını gerçek ortak derinlik noktasına dönüştürme işlemine DMO denilmektedir (Deregowski, 1981). Bu aşamada yapılacak DMO düzeltmesi için bir takım işlem gerekmektedir. Öncelikle temel olarak veri üzerine NMO düzeltmesinin uygulanması ile yansıma hiperbollerinin düzeltilmesinin ardından DMO düzeltmesine geçilebilmektedir. NMO – DMO kombinasyonu bize sıfır ofset olmayan görüntülemenin sıfır ofset düzlemine çekilmesine yardım etmektedir (Yılmaz, 2008). Şekil 2.21'de DMO düzeltmesinin

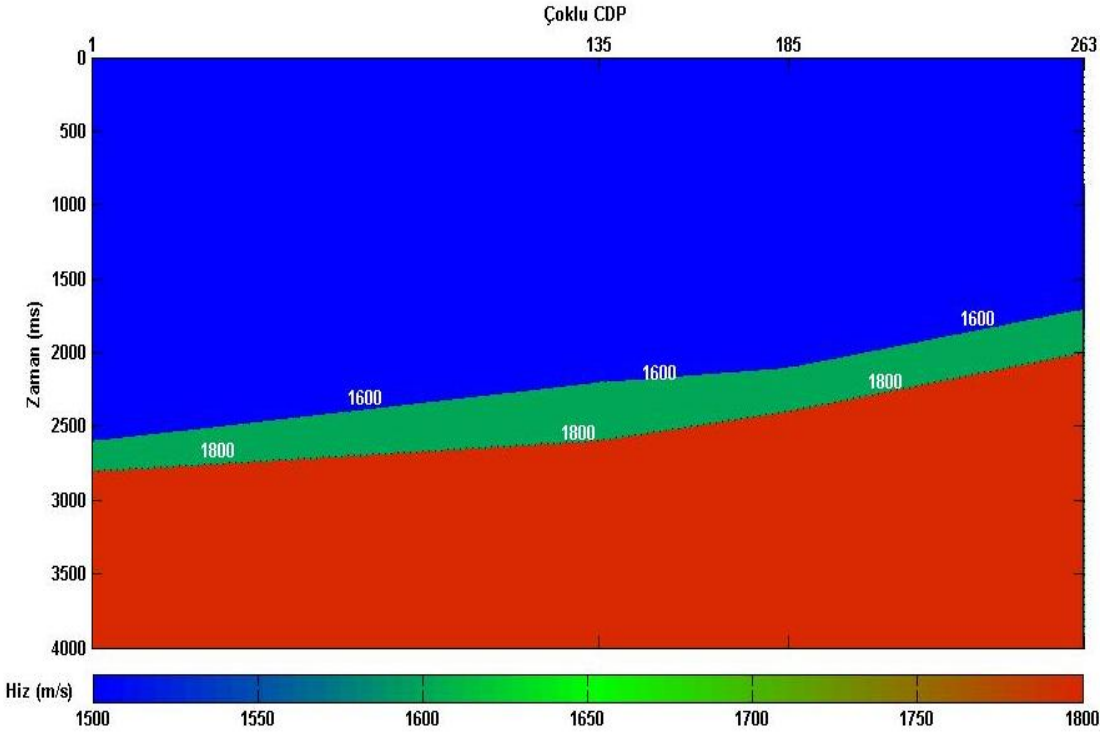
temelini anlatan basit ve açıklayıcı bir şekil bulunmaktadır. Şekil 2.21'de (a) bölümündeki yapıda kaydedilecek sismik yansımalar aynı noktada farklı zamanda olurken (b) bölümündeki yapıda kaydedilecek sismik yansımalar farklı noktalarda farklı zamanlardadır. Bu farklılıkların sebebi (a) bölümündeki yapının yatay tabakalardan, (b) bölümündeki yapının eğimli tabakalardan oluşmasıdır. Bu iki modelde de kırmızı noktalar ile yapılan atışlarda toplanan veri yeşil noktalarla gösterilen alıcılarda kaydedilmektedir. Şekil 2.21'de (a) bölümündeki modelde oluşturulan CDP gruplarındaki yansıma hiperbollerine uygulanacak NMO düzeltmesi ile tabakalar gerçek noktalarına taşınmaktadır. NMO düzeltmesi kullanılan RMS (Root Mean Square) "Ortalama Karekök" olarak tanımlanan hızların belirlenmesiyle yapılmaktadır. Ancak (b) bölümündeki yapıda görülen eğimli tabakaların CDP'ler üzerinde gerçek yerlerine taşınması için, kullanılan program yardımıyla verinin NMO ve RMS hızları belirlenerek DMO düzeltmesi yapılması gerekmektedir. Bu iki işlem için kullanılan temel formüller Şekil 2.21'de yapıların sağ alt köşelerinde gösterilmiştir. Bu formüllerde verilen t_x , x ofsetteki seyahat zamanını , t_0 , sıfır ofsetteki seyahat zamanını, x , atış – alıcı arasındaki ofseti, v_{rms} , RMS hızını, v_{nmo} , NMO hızını ve θ tabakanın eğim açısını göstermektedir. Bu aşamada DMO düzeltmesi yapılması için dört aşamalı bir veri işlem yapılmıştır. Bu aşamalar sırasıyla hız tanımlama, NMO düzeltmesi, DMO düzeltmesi ve NMO düzeltmesinin geri alınmasıdır.



Şekil 2.21: DMO düzeltmesi (Url-2, 2010)

2.4.1 Hız modeli tanımlama

DMO düzeltmesi için gerekli ilk aşama olan hız tanımlamasında NMO düzeltmesi yapabilmek için sisteme hız bilginin girilmesi sağlanmaktadır. Yapılan incelemeler sonucu deniz tabanına kadar 1500 m/sn, deniz tabanı ve BSR yansımasının gözlemlendiği aralığa 1600 m/sn ve BSR yansımasından sonraki derinliğe 1800 m/sn hızlar tanımlanması uygun görülmüştür. Bu aşama için oluşturulan job dosyasında Şekil 2.23'de gösterilmekte olup define modülünden yararlanılmıştır. Bu tanımlama esnasında 2 tabakalı bir model tasarlanmış olup dört farklı CDP noktasında 3 pencerede hız tanımlaması yapılmıştır. İlk pencere 1 – 135 çoklu CDP aralığı, ikinci pencere 135 – 185 çoklu CDP aralığı ve son pencere 185 – 263 çoklu CDP aralığı ile sınırlandırılmaktadır. Bu pencerelerde farklı seyahat zamanlarında bulunan tabakaların yansıma zamanlarına 2 tabakalı modelde belirlenen hızlar atanarak oluşturulan job dosyası koşturulması ile vel07 olarak isimlendirilen RMS hızları veri tabanına tanıtılarak veri NMO aşaması için hazır hale getirilmiştir. Bu aşamada tanımlanan hızlar ile yapılacak NMO işlemi ileriki aşamalarda geri alınacağı için yaklaşık değerlere sahip olması çok büyük farklılıklar yaratmamaktadır. Tanımlanan hızlar Matlab programında oluşturulan hız haritası Şekil 2.22'de gösterilmiştir.



Şekil 2.22: Tanımlanan Hız Haritası

```
*call   define  cdp             inv     vel07   tvrms   line07
handvel 1                       4000
0       1500    2600    1600    2800    1800
handvel 135                     4000
0       1500    2200    1600    2600    1800
handvel 185                     4000
0       1500    2100    1600    2400    1800
handvel 263                     4000
0       1500    1700    1600    2000    1800
```

Şekil 2.23: Hız Tanımlama için oluşturulan job dosyası

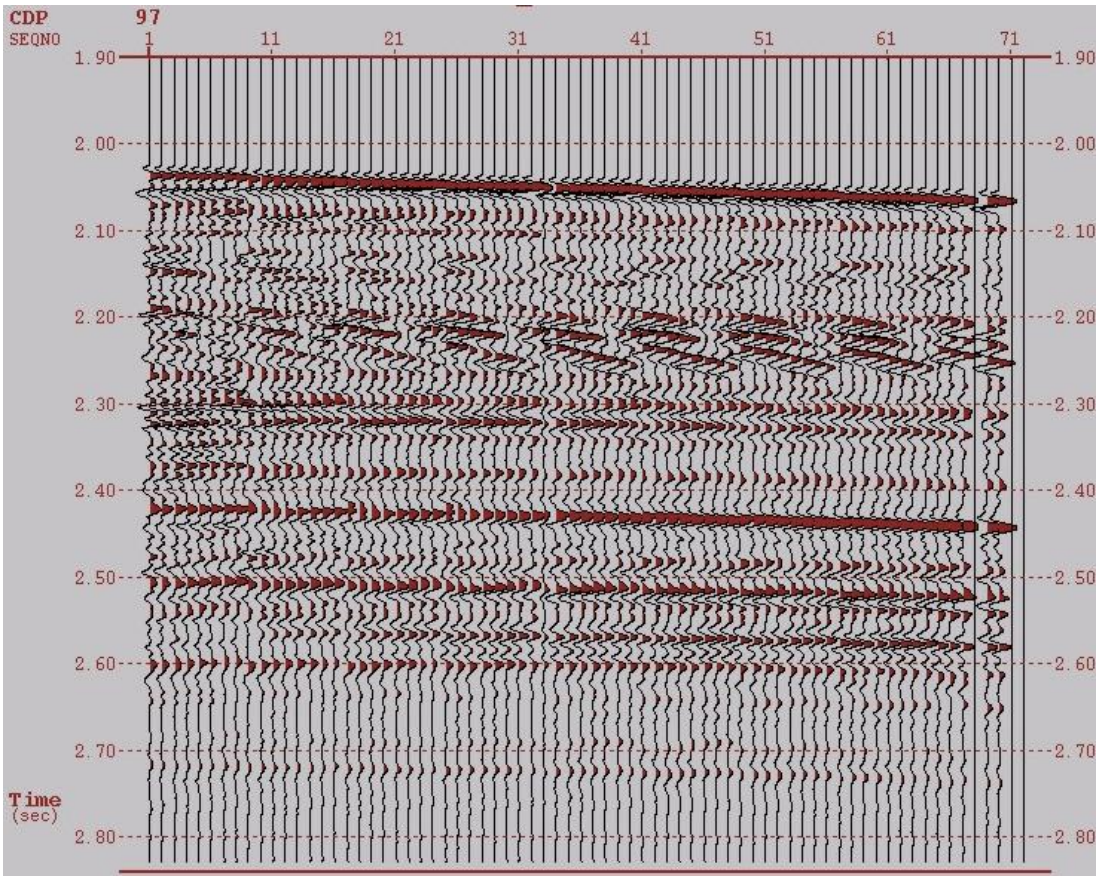
2.4.2 NMO düzeltmesi

NMO düzeltmesi ofset farklılıklarından dolayı oluşan yansıma zamanı farklılıkları sebebiyle CDP'lerde görülen hiperbol şekilli yansımaları gerçek yerlerine taşınması amacıyla uygulanan düzeltmedir. Bu düzeltmede kullanılan hızlar RMS hızları olup düzeltmenin en doğru ve etkili şekilde yapılabilmesi için dalga yayınım hızlarının en doğru şekilde belirlenebilmesine bağlıdır. NMO düzeltmesi için kullanılan temel formül Şekil 2.21'de verilerek DMO düzeltmesinin tanımlandığı şeklin (a) bölümünün alt kısmında yapılmıştır. Bu aşamada uygulanacak olan NMO düzeltmesinde bir önceki aşamada tanımlanan hızlardan yararlanılmış olup Şekil 2.24'de gösterilen job dosyasından faydalanılmıştır. Bu dosyada kullanılan nmo modülü için gerekli bilgi, veri tabanına tanıtılan hızlara verilen vel07 adlandırılmasıdır.

```
*call   nmo     vel07   line07  nomute
```

Şekil 2.24: NMO düzeltmesi için oluşturulan job dosyası

Uygulanan bu düzeltmeden sonra tüm çoklu CDP'lerde yapılan incelemelerin ardından tabakalara ait dalga yayınım hızlarının olması gerektiğinden yüksek değerlere sahip olduğu için yansıma hiperbollerinin gerçek yerlerinin yaklaşık olarak 20 – 30 milisaniye aralığında daha altında görüldüğü tespit edilmiştir. Bu farklılık, DMO düzeltmesinden sonra NMO düzeltmesinin geri alınması ile yapılacak detaylı hız analizinde çok büyük değişimlere neden olmayacağına karar verildiğinden, göz ardı edilecek miktarlarda bulunmuştur. Şekil 2.25'de 97. çoklu CDP'nin NMO düzeltmesinden sonraki hali gösterilmiş olup, bu 20 – 30 milisaniyelik zaman farklılığı deniz tabanı ve diğer tüm yansımalarda gözlemlenmektedir.



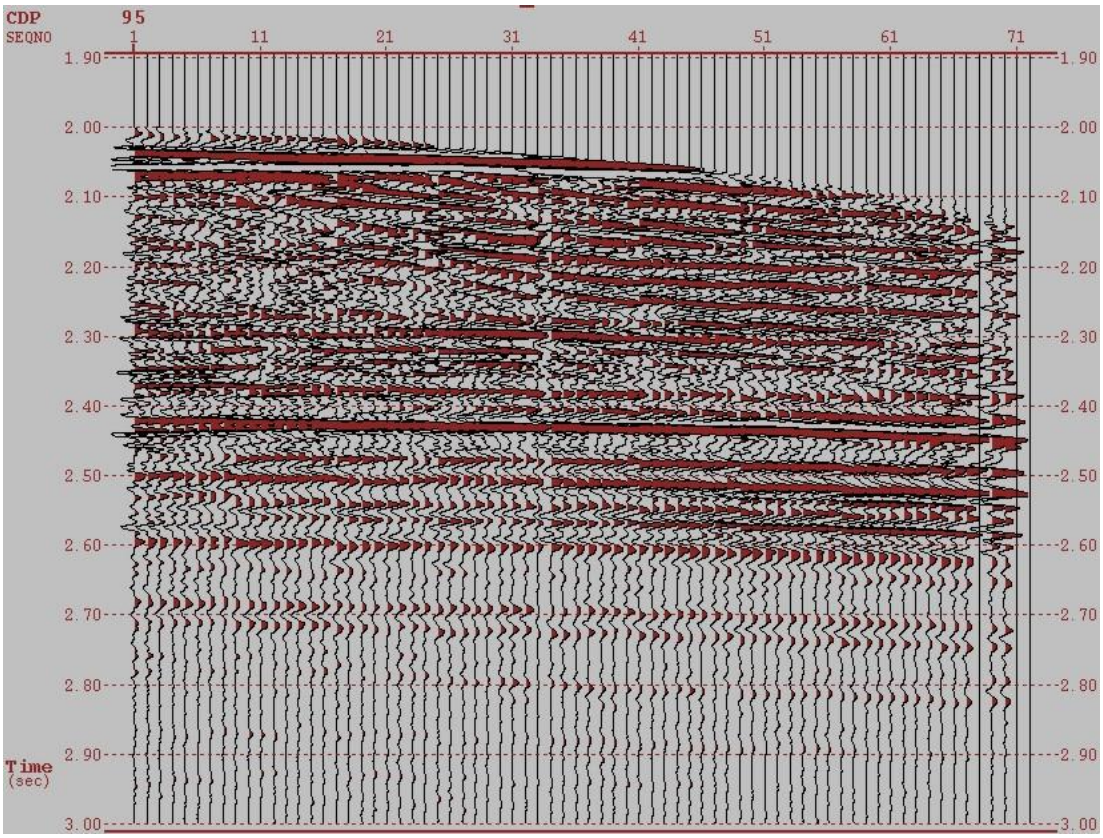
Şekil 2.25: NMO düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü

2.4.3 DMO düzeltmesi

Bu aşamada daha önceden temeli anlatılan DMO düzeltmesi için gerekli job dosyası oluşturularak cmpdmo isimli modül kullanılmıştır. Bu modülde girilmesi gereken bilgiler CDP aralığı, ofset, atış aralığı ve çoklu CDP sayısının üzerinde herhangi bir rakamdır. Bu bilgiler ile oluşturulan job dosyası Şekil 2.26'da gösterilmiş olup bu dosyanın koşturulmasının ardından elde edilen çoklu CDP'lerde yansıma yüzeylerinde gözle görülür bir düzelme elde edilmiştir. Bu job dosyasının koşturulması ile yapılan düzeltmenin ardından elde edilen ve Şekil 2.27'de örnek olarak gösterilen 95. çoklu CDP'de yansıma seviyelerinin seyahat zamanları olması gereken yerlerde görülmektedir.

```
*call   cmpdmo  6.25     286
offset  150     12.5
```

Şekil 2.26: DMO düzeltmesi için oluşturulan job dosyası



Şekil 2.27: DMO düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü

2.4.4 NMO düzeltmesinin geri alınması

DMO işleminin ardından eğimli tabakalardan dolayı oluşacak bozuklukların giderilmesi ile birlikte daha önceden uygulanan NMO düzeltmesi geri alınmıştır. Bir sonraki aşamada yapılacak detaylı hız analizi için gerekli olan bu aşama için kullanılan job dosyası Şekil 2.28'de gösterilmiş olup nmo modülünden yararlanılmıştır. Bu job dosyasında diğer NMO düzeltmesinde kullanılan bilgilere ek olarak nmorem komutuyla kaldırma işlemi gerçekleşmektedir. NMO düzeltmesinin kaldırılması ile DMO düzeltmesi tamamlanmıştır ancak tanımlanan tüm hızlar ve uygulanan NMO düzeltmesi sadece DMO düzeltmesi için gerekli olup bir sonraki aşamaya geçişte veri üzerinde doğrudan herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

```
*call   nmo     vel07   line07  nmorem
```

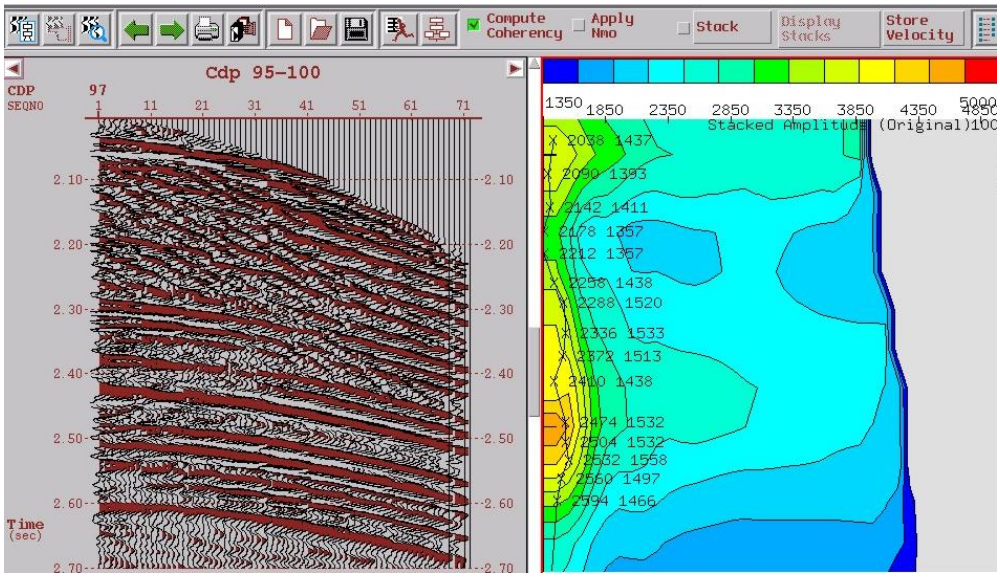
Şekil 2.28: NMO düzeltmesinin geri alınması için oluşturulan job dosyası

2.5 Hız Analizi ve NMO Düzeltmesi

Yansıma yüzeylerinden kırılan veya yansıyan sismik dalgaların dalga yayınım hızlarının belirlendiği aşamaya hız analizi denilmektedir. Tabakaların yerlerinin doğru olarak belirlenmesinde büyük önem taşıyan bu aşamada analizi yapılan dalga yayınım hızı genel olarak jeolojik yapı ve kayaç bileşimi etkisiyle değişiklik gösterir. Bu aşamada CDP gruplarında elde edilen yansıma hiperbollerine programlar tarafından otomatik olarak hesaplanan hiperbollerin çakıştırılması ile yansıma yüzeylerine hızlar tayin edilir. Girişimli yapılar, tekrarlı yansımalar ve iki boyutlu verilerde üçüncü boyutun etkisi gibi faktörler bu analizi güçleştiren faktörlerdir. Bu tip faktörlerin hız analizinin doğruluğunu olumsuz yönde etkilerken benzerlik fonksiyonu yardımıyla daha doğru sonuçlara ulaşılabilmektedir. Belirli zaman aralıklarıyla programlar tarafından belirli hızlar için haritalandırılan benzerlik fonksiyonu çoğu zaman renklendirilerek yansıma seviyelerine atabilecek hızlarla hesaplanan sinyallerin gerçek sinyallerle örtüşme miktarını belirtmektedir.

Bu çalışma kapsamında gelinen bu aşamada oluşturulan 263 çoklu CDP üzerinde 5 çoklu CDP'lik aralıklarla yapılan hız analizinde her grup için yaklaşık 7 – 19 arasında değişen sayılarda belirlenen yansıma seviyelerine hız değerleri atanmıştır. Benzerlik fonksiyonları dikkate alınarak yapılan bu analizde toplam 53 noktada hız analizi yapılmıştır. 97. çoklu CDP için yapılan hız analizi Şekil 2.29'da görülmektedir. Disco – Focus programında interaktif olarak yapılan bu analizde oluşturulan job dosyası Şekil 2.30'da ki gibi oluşturulurken veldef07 ismiyle veritabanına kaydedilmiştir. Bu analiz esnasında yine interaktif olarak görüntülenen NMO sonuçları sürekli olarak kontrol edilerek yapılan analizin doğruluğunun arttırılması sağlanmıştır. Bu aşamada yapılan analiz sırasında interaktif olarak yapılan yığma işlemi çoklu CDP üzerinde hatalı olarak çalıştığı fark edildiğinde buradan elde edilebilecek sonuçlar göz ardı edilmiştir. Ayrıca beşli gruplar halinde yapılan hız analizi esnasında daha detaylı ve doğru hızlar atanması amacıyla seçilen her beş çoklu CDP'de atanan hız değerleri teker teker kontrol edilerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bir önceki aşamada yapılan DMO düzeltmesinin olumlu sonuçları ve tekrarlı yansımaların üzerinde kalan bölgede çalışılması hız analizini kolaylaştırmış olup özellikle eğimli bir yapıya sahip hat üzerinde görünen girişimler ve üçüncü boyut etkisi yansıma seviyesine hız atanmasında güçlükler yaratmıştır. Yapılan hız analizi esnasında tüm çoklu CDP'lerde deniz tabanında başlayan ve BSR

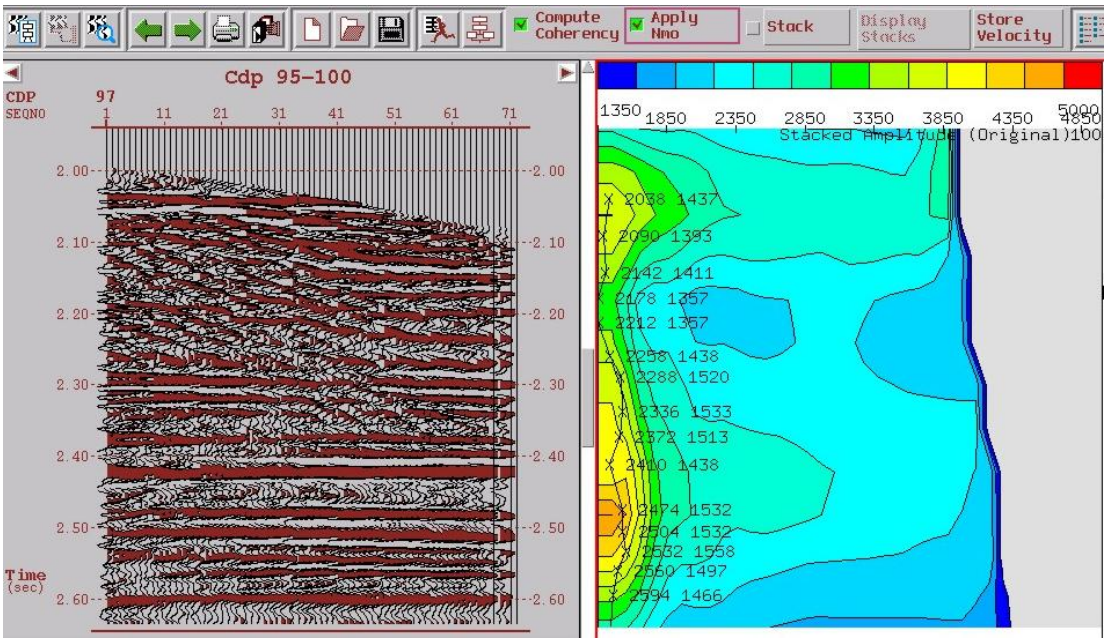
yansımasına kadar olan yansıma seviyelerinde hız artışı tespit edilirken BSR seviyesinde ise yaklaşık 50 m/sn civarında hız düşüşü belirlenmiştir. Litolojik bir sınır olan BSR seviyesinin bulunduğu jeolojik yapı içerisinde üzerinde bulunan, hidrata doygun zon ile bu zonun altında bulunan gaz ve suya doygun zon sebebiyle bu tip bir hız düşüşü vermesi beklenen bir sonuç olarak dikkate alınmıştır.



Şekil 2.29: 97. çoklu CDP için Hız Analizi Gösterimi

```
*CALL    IN      4000
SRCHSTR
/export/home/emin/sinem/dsk_files/*
FILNAM
/export/home/emin/sinem/dsk_files/6_nmorem07.dsk
ORDER    FILE
RANGE    192     192      1       1
*CALL    VELDEF  CDP                       VELDEF07          line07
HANDVEL  3
2576     1505.7  2606     1497    2708     1522.9  2742     1583.5
2800     1548.9  2868     1531.6  2902     1548.9  2962     1497
3004     1557.5  3048     1401.9  3076     1427.8  3748     1547
3780     1560.6
HANDVEL  8
2558     1488.4  2592     1488.4  2622     1505.7  2688     1462.4
2720     1479.7  2780     1497    2858     1522.9  2892     1566.2
2960     1583.5  3042     1652.7  3768     1567.4  3800     1560.6
.        .       .        .       .        .       .        .
.        .       .        .       .        .       .        .
.        .       .        .       .        .       .        .
HANDVEL  253
1844     1479.7  1904     1445.1  1982     1453.8  2008     1436.5
2038     1462.4  2068     1479.7  2114     1497    2236     1514.3
HANDVEL  258
1720     1455.8  1756     1445.1  1824     1420.5  1934     1471.1
1960     1393.2  2018     1427.8  2130     1384.6  2316     1411.7
HANDVEL  262
1740     1588    1862     1464.6  1974     1420.5  2000     1394.1
2030     1385.3  2062     1411.7  2166     1455.8  2196     1464.6
2318     1632.1
```

Şekil 2.30: Hız Analizi için oluşturulan job dosyası

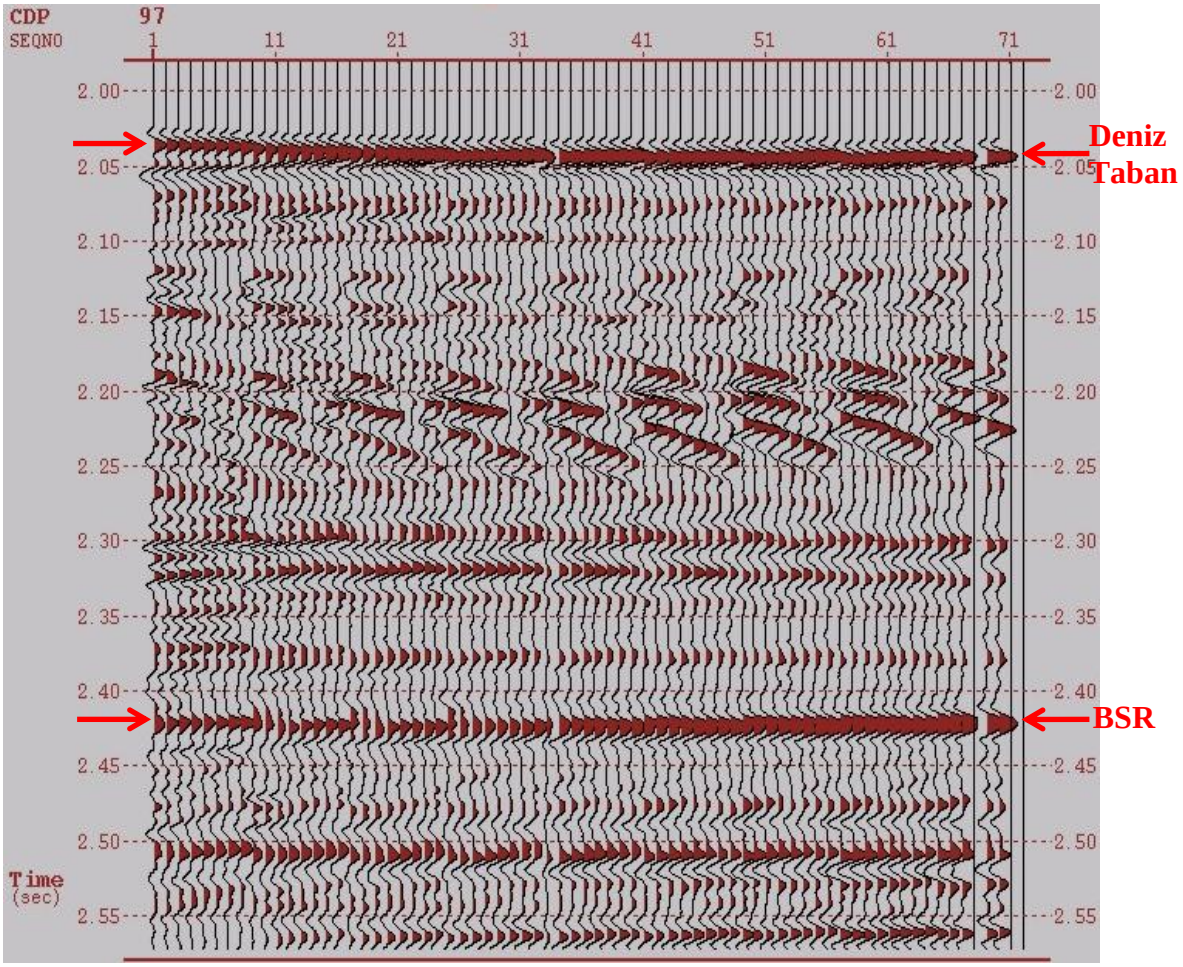


Şekil 2.31: 97. çoklu CDP için Hız Analizi Gösteriminde uygulanan NMO

Hız analizi çalışması esnasında her çoklu CDP grubu için interaktif olarak yapılan NMO düzeltmesi 97. çoklu CDP için Şekil 2.31'de gösterilmiştir. Yapılan tüm interaktif kontrollerle yansıma seviyelerine atanan sismik hızların doğruluğuyla ilişkili olarak bu seviyelerin gerçek yerlerine taşınıp taşınmadığı belirlenmiştir. Hız analizinin tamamlanmasının ardından ve Şekil 2.32'de gösterilen job dosyasının da yardımıyla tüm veriye NMO düzeltmesi uygulanmıştır. Uygulanan bu işlemden sonra tüm çoklu CDP'ler detaylı olarak incelenmiştir. NMO düzeltmesi sonucunda uzak ofsetlerde ve sığ derinliklerde oluşması gereken bozukluk çok büyük oranlarda görünmediğinden ve AVO analizi yapılacak BSR seviyesini kesinlikle etkilemeyeceği belirlendiğinden elde edilen sonuçlar yeterli görülmüştür. Bu aşamanın ardından elde edilen 97. çoklu CDP'nin görünümü Şekil 2.33'de ki gibi olup tüm yansıma seviyeleri gerçek yerlerine taşınmıştır. Bu şekilde deniz tabanı 2 saniye seyahat zamanının altında görülmekte olup BSR seviyesi 2,4 saniye seyahat zamanın altında ve ofsetle birlikte belirgin genlik artışı ile dikkat çekmektedir.

```
*call   nmo     veldef07 line07 nomute
```

Şekil 2.32: NMO düzeltmesi için oluşturulan job dosyası



Şekil 2.33: NMO düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü

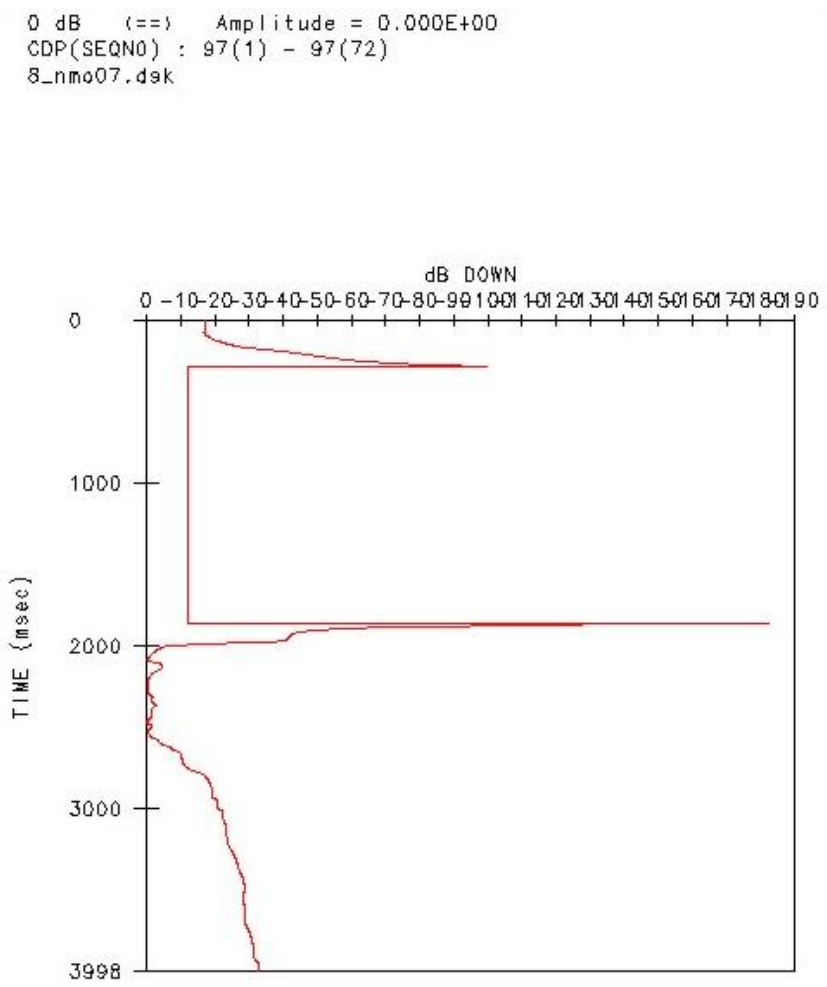
2.6 Genlik Kazancı

Sismik yöntemlerle yapılan çalışmalarda kaydedilen sismik yansımaların göreceli genlikleri çok çeşitli faktörlerden etkilenirler. Bu etkiler sebebiyle kaydedilen sismik iz genlikleri gerçek değerlerinden, etki altında kaldığı faktörlerle ilişkili olarak farklı oranlarda kaydedilmelerini sağlar. Sismik kaynağın gücü, küresel yayılım ve saçılım etkisi, yansıtıcı yüzeyin özellikleri, soğurulma (atenüasyon) ve ortamda bulunan gürültü bu olumsuz etkiler arasında sayılabilir. Bu aşamada AVO analizi sırasında BSR seviyesinin ofsete bağlı genlik değerlerinin değişimi inceleneceğinden genliklerin olması gereken değere yakınsaması AVO analizinde ulaşılacak sonuçların doğruluğuna doğrudan etki edecektir. Bu aşamada yapılacak düzeltmelerde sayılan bozucu etkilerden kontrollü olarak düzeltmesi yapılabilecek iki düzeltme dikkate alınmıştır ve bunlar sırasıyla küresel açılım ve soğurulma etkisidir.

Sismik yöntemlerde sismik kaynakla üretilen sismik dalga küresel şekle sahiptir. Üç boyutlu ortamda ilerleyen bu kaynak dalga ortam içerisinde yayıldıkça kaynakta oluştuğu anda sahip olduğu enerji küresel dalga cephesinde dalga cephesinin yarıçapının karesiyle orantılı biçimde dağılarak azalır. Bu durumda kaynakta üretilen dalgada birim alana düşen enerji miktarı bu yarıçapın karesiyle ters orantılıyken, üretilen dalganın genliği de aynı şekilde bu yarıçapla ters orantılıdır. Kaynak dalgacığın ulaştığı mesafe ile genliğinin azalması durumuna küresel açılım etkisi denmektedir. Aynı zamanda bu dalgacığın yayınım yönüyle ilişkili ve ortamın soğurulma özelliklerine bağlı olarak genliklerde azalma gözlemlenir (Yılmaz, 2008).

Bu aşamada öncelikle soğurulmanın etkisinin incelendiğinde, tespit edilen BSR seviyesinin incelenen alan boyunca deniz tabanının 35 – 40 milisaniye seyahat zamanı altında görülmekte olup bu iki birim arasında bulunan yansıma birimlerindeki soğurulma etkisi göz ardı edilebilir boyutlarda bulunmuştur. Ancak, yüksek su derinliği değerleri sebebiyle oluşabilecek soğurulmanın etkisi dikkate alınarak suyun soğurulma etkisi incelenmiştir. Bilindiği üzere soğurulmayı kontrol eden Q değeri deniz suyu için 63000'e eşit olduğundan (Schön, 1998) ve $1/Q$ yani soğurulma çok küçük değerlere sahip olacağından, soğurulma için yapılan düzeltme bu aşamada göz ardı edilmiştir.

Küresel açılım etkisinin giderilmesi için bu aşamada düzeltme yapılması gerektiğinden tüm çoklu CDP'ler üzerinde belirli aralıklar genlik analizi yapılarak genlik değerlerindeki düşüş tespit edilmiştir. Şekil 2.34'de 97. çoklu CDP için NMO sonrası yapılan genlik analizi gösterilmektedir. Tüm çoklu CDP'lerde deniz tabanının 0,6 – 0,8 saniye seyahat zamanlarının altında başlayan ve üstel bir şekilde artan genlik düşüşü tespit edilmiştir. Ayrıca 4 saniye seyahat zamanına kadar kesilen 7 numaralı hattın kuzeybatısında 3,5 – 4 saniye seyahat zamanlarında güçlü yansıma seviyesi belirlenmiştir. Tüm verilerin bu yansımadan olumsuz olarak etkilenmemesi için BSR seviyesinin de bu yansıma seviyesine oranla çok sığ bir bölümde olması göz önünde bulundurularak veri 3,5 saniyelere kadar kesilmiştir. Disco – Focus programında bu aşamada üstel genlik düzeltmesi en uygun genlik düzeltmesi olarak belirlenmiştir. Tüm çoklu CDP'lerin genlik düzeltmesinin yapılması gereken aralıkların tespiti için tekrar incelenmesinden sonra eğimli olan hattın jeolojik birimleri de göz önünde bulundurularak bu analizin 8 ayrı noktada 7 pencere için yapılmasına karar verilmiştir.

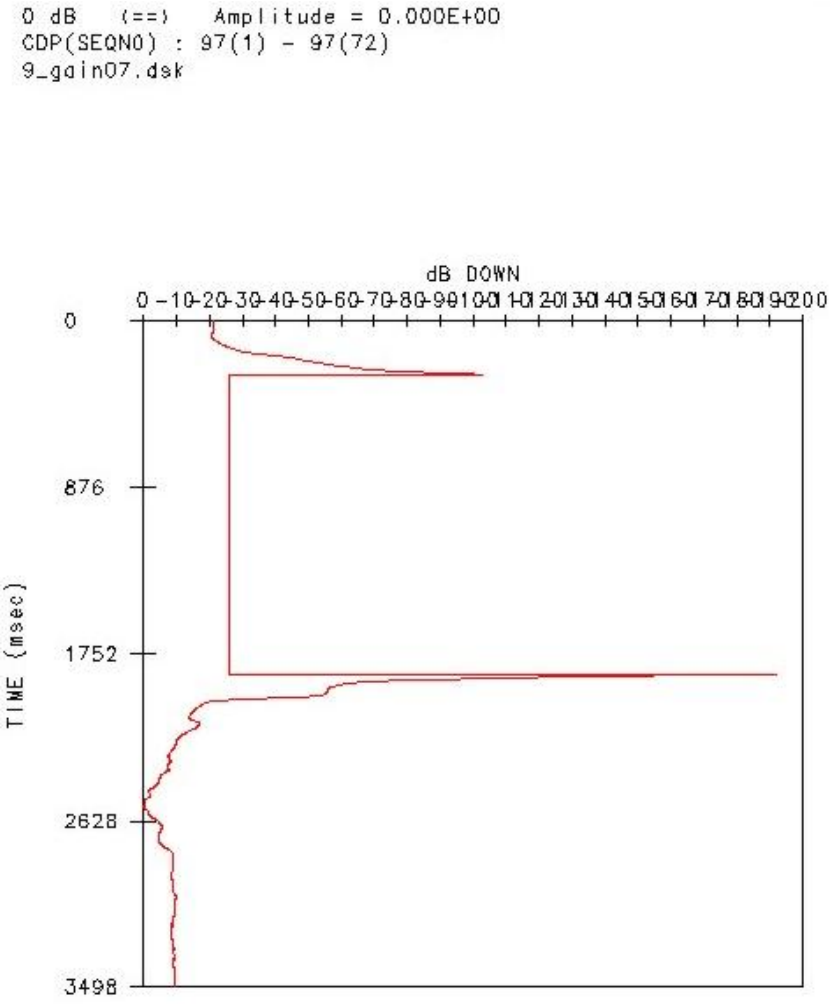


Şekil 2.34: 97. çoklu CDP'de Genlik Düzeltmesi Öncesi Genlik Analizi

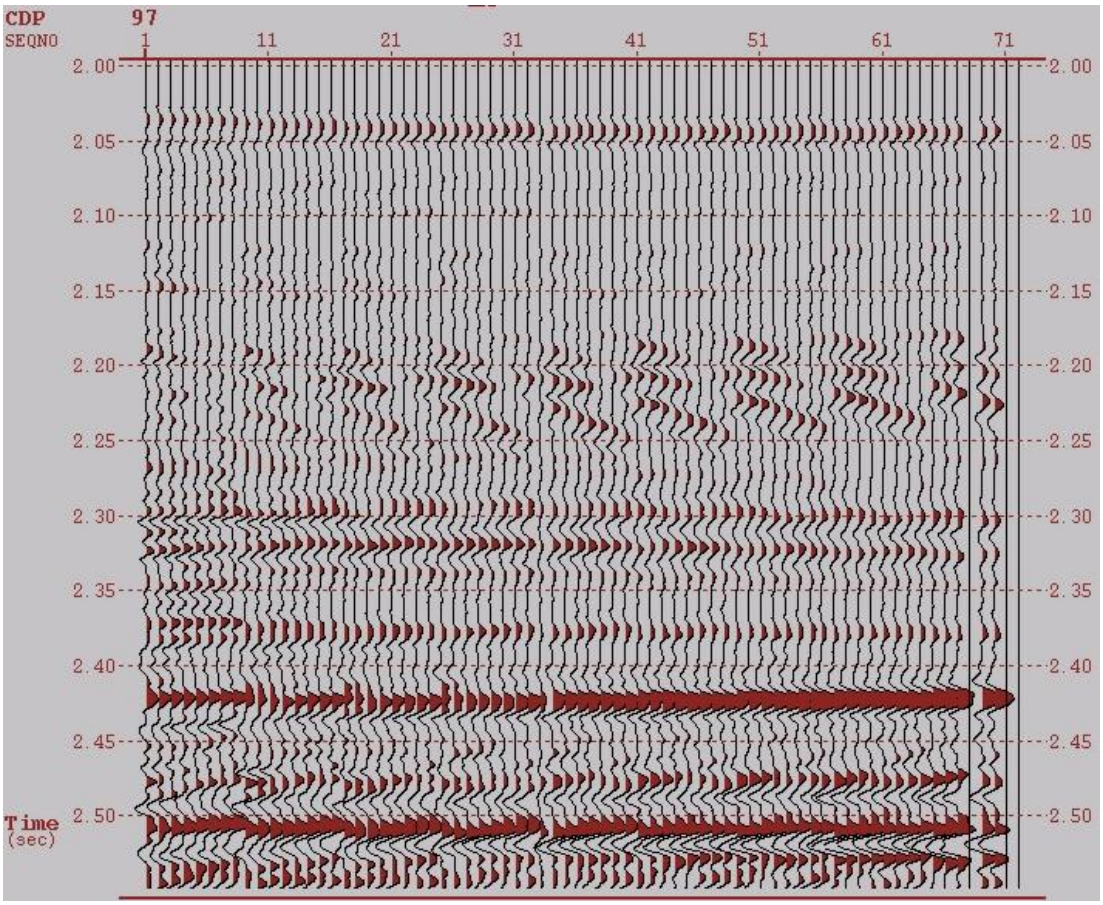
Uygulanan genlik analizi için oluşturulan job dosyası Şekil 2.35'de görüldüğü gibi olup 7 pencerede düzeltme yapılan genlikler için 2 farklı zaman aralığı belirlenmiştir. Bu analiz öncesi 0 – -10 desibel aralığından başlayan genlikler -40 – -50 desibellere düşerken 97. çoklu CDP için gösterilen genlik analizinin bulunduğu Şekil 2.36'da görüldüğü gibi 0 – -10 desibel aralığına sıkıştırılmıştır. Job dosyasına girilen değerlerin doğruluğu interaktif olarak çok farklı değerlerin girilerek sınanması sonucuyla arttırılmıştır. Genlik düzeltmesinin ardından tüm çoklu CDP'ler üzerinde yapılan incelemelerle genliklerin daha düzgün hale getirildiği sonucuna ulaşılmış ve bu veri işlemlerin dışında başka bir düzeltme yapılmamasına karar verilmiştir. Genlik düzeltmesi uygulaması sonrası 97. çoklu CDP'nin görünümü Şekil 2.37'de görüldüğü gibi olup bu düzeltme öncesine ve deniz tabanı yansımasına kıyasla, BSR seviyesi genliklerinde belirgin artış şekilde net olarak görülmektedir. AVO analizi için önemli olan bu aşamada başarılı sonuç elde edilmiştir.

```
*call    gain     cdp      exp
gate     5
2550     3100     18       3100     3500     10
gate     45
2250     2900     22       2900     3500     13
gate     85
2100     2850     22       2850     3500     10
gate     125
2000     2800     27       2800     3500     11
gate     150
2150     2700     22       2700     3500     9
gate     190
1750     2700     27       2700     3500     8
gate     230
1700     2500     28       2500     3500     8
gate     255
1650     2500     24       2500     3500     6
```

Şekil 2.35: Genlik düzeltmesi için oluşturulan job dosyası



Şekil 2.36: 97. çoklu CDP'de Genlik Düzeltmesi Sonrası Genlik Analizi



Şekil 2.37: Genlik düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü

2.7 Dalgacık Şekli Belirlenmesi

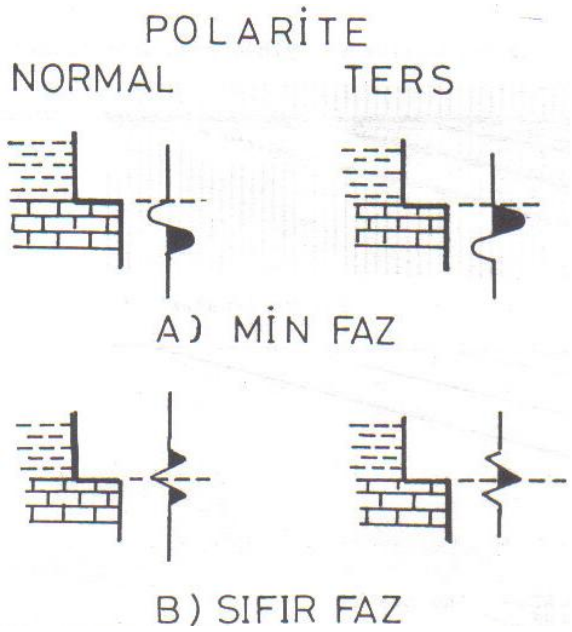
Sismik yöntemlerde kaydedilen sismik izler, temel olarak üretilen kaynak dalgacığının ile yansıma seviyelerinin akustik empedans farklılıklarıyla orantılı yansıma katsayıları konvolüsyonu ile oluşur. Akustik empedans (Z), ortamın sismik dalga hızı (v) ve yoğunluğunun (ρ) çarpımı şeklinde Denklem 2.5'te gösterildiği gibi ifade edilmektedir. İki ortam arasındaki sismik parametre farklılıklarından dolayı oluşan akustik empedans farklılıklarıyla ilişkili olarak oluşan yansıma ve iletim katsayıları Denklem 2.6'da ve Denklem 2.7'de verilmiştir. Bu denklemlerde yansıma katsayısı R, iletim katsayısı T, ilk ortamın akustik empedansı Z_1 ve ikinci ortamın akustik empedansı Z_2 şeklinde gösterilmiştir.

$$Z = v.\rho \qquad \textbf{(2.5)}$$

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \qquad \textbf{(2.6)}$$

$$T = \frac{2Z_2}{Z_2 + Z_1} \qquad \textbf{(2.7)}$$

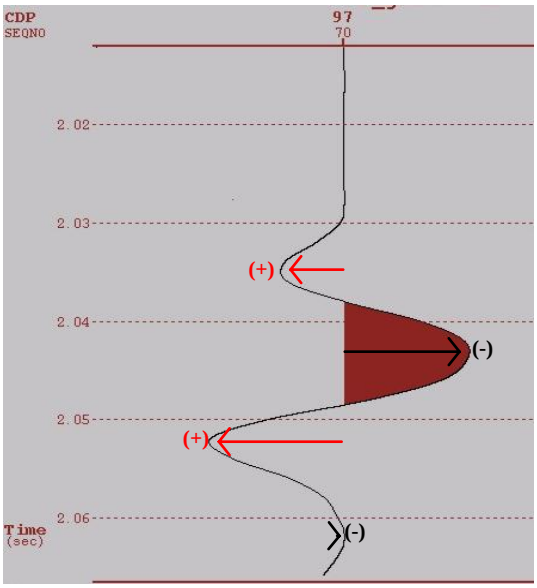
Kaydedilen sismik yansımalar yansıma katsayısı farkına bağlı olarak farklı iki polaritede olabilirken kaynak dalgacığının şekline bağlı olarak farklı iki fazda olabilir. SEG (Society of Exploration Geophysicist) tarafından bu yansımaların polaritelerinin belirlenmesinde belirli bir standart getirilmiştir. Bu standarda göre (Us, 2005) polaritelerin ve fazların sınıflandırılması Şekil 2.38'de görüldüğü gibi yapılmaktadır. Bu kapsamda üst tabakanın akustik empedansı alt tabakanın akustik empedansından düşükse sismik dalgacık pozitif yansımaya sahiptir ve normal polaritelidir. Ancak, alt tabakanın akustik empedansı üst tabakanın akustik empedansından küçükse dalgacık negatif yansımaya sahiptir ve ters polaritelidir.



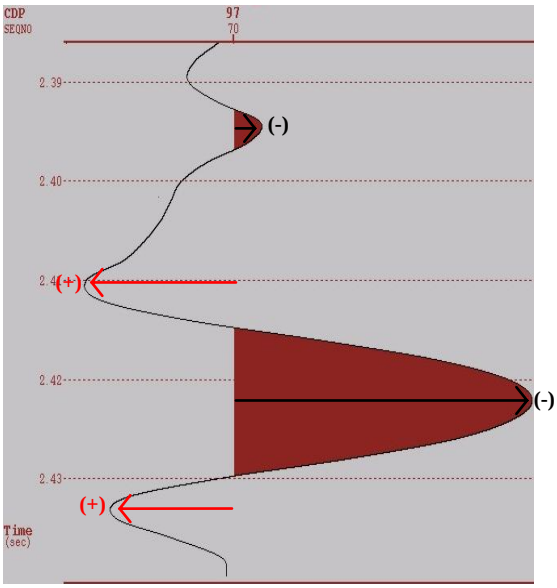
Şekil 2.38: Pozitif yansıma katsayılı bir sınırdan minimum ve sıfır fazlı dalgacıkların normal ve ters polariteli yansımaları (Us, 2005)

Bu çalışma kapsamında kullanılan kaynak dalgacığının belirli bir atış grubundaki hava tabancalarıyla üretilmiştir. 97. çoklu CDP için 70. kanalda deniz tabanı

seviyesinde kaydedilen sismik yansıma, Şekil 2.39'da gösterilmiş olup pozitif yansıma katsayısına sahip normal polariteli bir yansıma olduğu belirlenmiştir. Bu belirlemede yaklaşık 1500 m derinlikteki deniz tabanının sismik hız ve yoğunluk değerlerinin yaratacağı akustik empedansın çok yüksek ihtimalle pozitif olması gerekliliği göz önünde bulundurulmuştur. Buradan yola çıkışla Şekil 2.40'ta gösterilen 97. çoklu CDP için 70. kanalda kaydedilen BSR seviyesinin deniz tabanı seviyesinde kaydedilen sismik yansımanın dalgacık şekli ile kıyaslandığında negatif yansımaya dolayısıyla ters polariteye sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı kanal için 97. çoklu CDP'de deniz tabanı ve BSR seviyesinin yansımalarının genlik değerlerinin (+) pozitif ve (-) negatif yaptığı yerler oklar yardımıyla Şekil 2.39'da ve Şekil 2.40'ta gösterilmiştir.

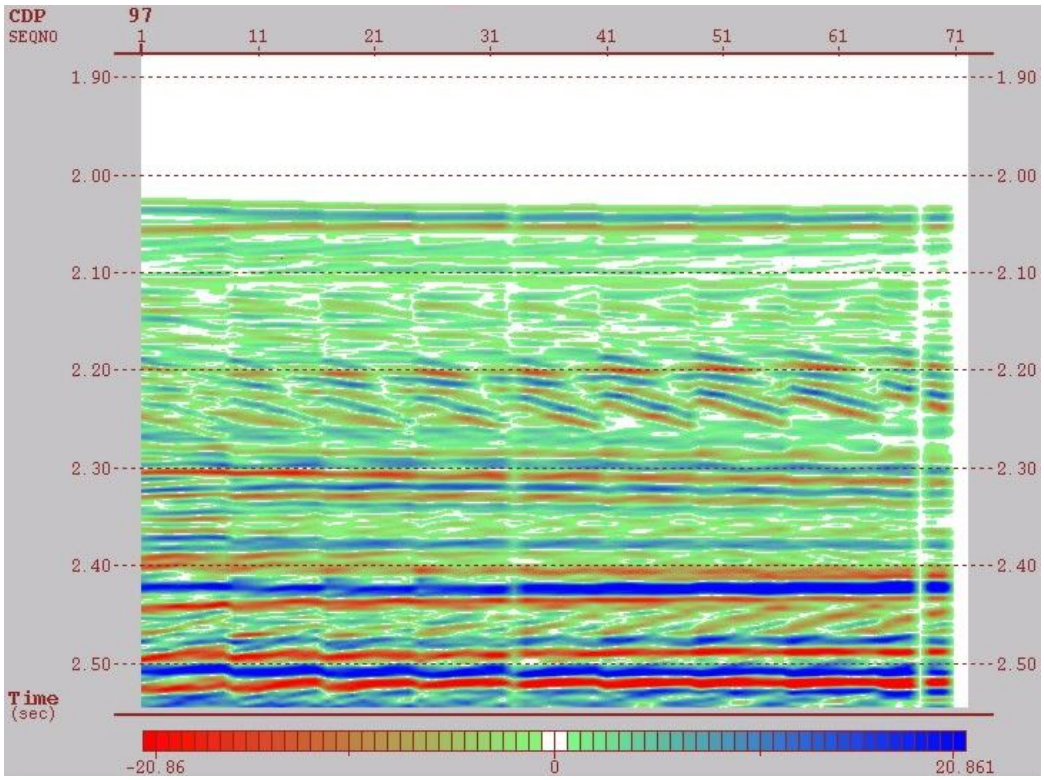


Şekil 2.39: 97. çoklu CDP 70. Kanalda Deniz Tabanı Yansıması

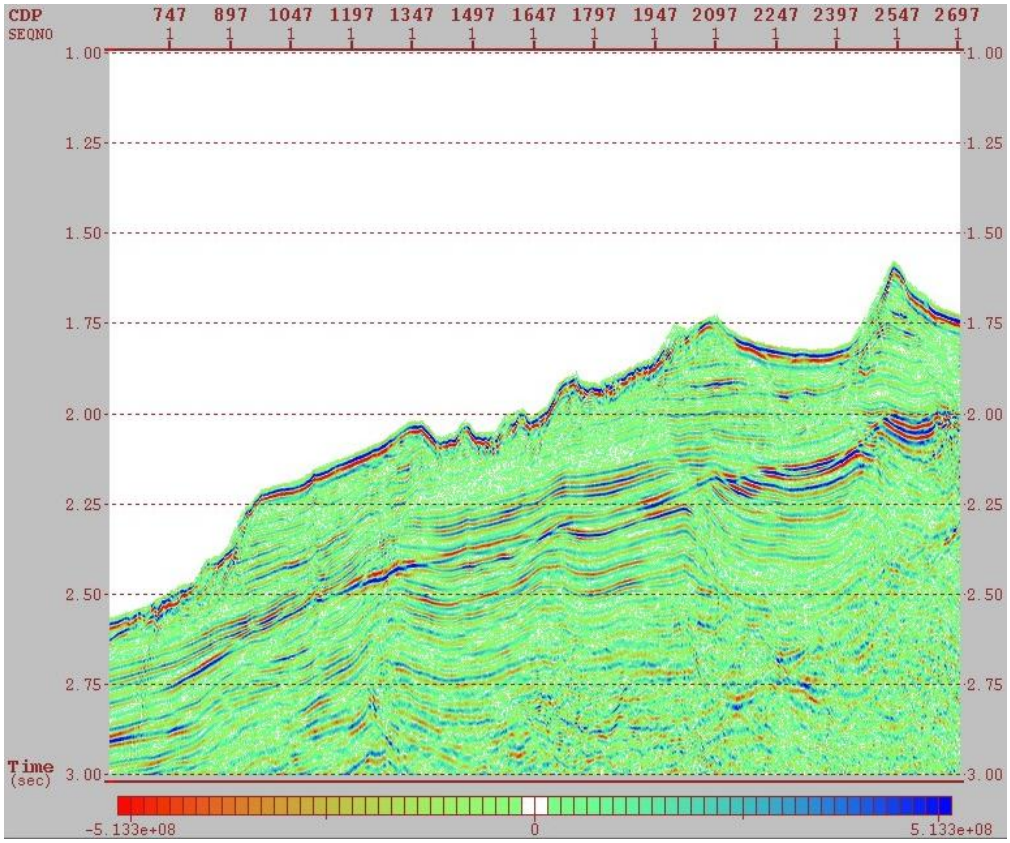


Şekil 2.40: 97. çoklu CDP 70. Kanalda BSR Yansıması

Bu belirlemeden sonra Şekil 2.41 de görülen 97. çoklu CDP'nin renklendirilmiş görünümü incelendiğinde, deniz tabanına kıyasla ve BSR seviyesindeki yansımanın ters polariteye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Daha sonra Şekil 2.42'de görülen tüm çalışma hattının renklendirilmiş görünümü kontrol edildiğinde BSR seviyesindeki polarite terslenmesi tüm hat genelinde deniz tabanının 35 – 40 milisaniye seyahat zamanı altında görüldüğü belirlenmiştir. Buradan hız analizinde elde edilen sonucunda desteğiyle BSR seviyesinde bu litolojik yapının özelliği gereği hız düşmesi yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 2.41: Genlik düzeltmesi sonrası 97. çoklu CDP görünümü



Şekil 2.42: Çalışma alanının renklendirilmiş görünümü

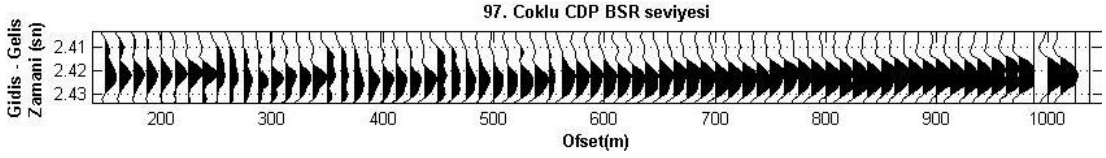
2.8 AVO Analizi için Çoklu CDP'lerin Seçimi

Sismik veri işlem ile yapılan düzeltmelerin ardından tüm hat boyunca belirli aralıkla AVO analizi için uygun BSR seviyeleri tespit edilmiştir. Bu aşamada BSR seviyelerine yakın ve güçlü yansıtıcıların girişim yapmadığı, BSR seviyelerindeki sürekliliğin gözlemlendiği ve sinyal / gürültü kalitesi iyi olan 103 çoklu CDP seçilmiştir. Seçilen bu çoklu CDP'ler için Disco – Focus programında oluşturulan ve Şekil 2.43'te örneği görülen job dosyaları kullanılmıştır. Bu 103 job dosyasında print modülü kullanılarak her bir job dosyası için seçilen çoklu CDP'de ki BSR seviyesinin zaman aralığı belirlenmiştir. Job dosyalarının koşturulmasıyla oluşturulan ve mlf formatında olan veri dosyaları sistemden komut istemi yardımıyla kurulan bağlantı ile Windows ortamına aktarılmıştır.

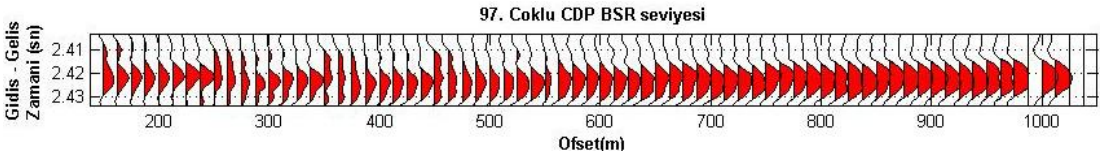
```
*IF
RANGE   CDP     97      97
*IF
RANGE   CHAN    1       72
*call   print   2404    2434
*reset
*reset
```

Şekil 2.43: BSR seviyesi için veri kesilmesi ve mlf formatında yazdırılması

Bu seçim sırasında A1 formatında büyütülen 7 numaralı hattın inceleme yapılan alanında BSR seviyeleri her çoklu CDP için belirlenmiş ve bu çoklu CDP'lerde ki BSR seviyeleri sistemden kontrol edilmiştir. Çalışma alanını ve BSR seviyesinin Şekil 2.46'da gösterilmiştir. Seçilen 103 çoklu CDP için sistemden alınan veriler Matlab programına uygun dat formatına sokulması için gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra kullanılan rutin yardımıyla EK A.1'de ve 97. çoklu CDP için Şekil 2.44'te ve 2.45'te görüldüğü gibi farklı renklerle çizdirilmiştir. Daha sonra bu seviyelerin detaylı olarak incelenmesiyle bu sayı AVO analizi için 32 ye düşürülmüştür.



Şekil 2.44: Matlab programında çizdirilen BSR seviyesi (Genlikler siyah renklidir)

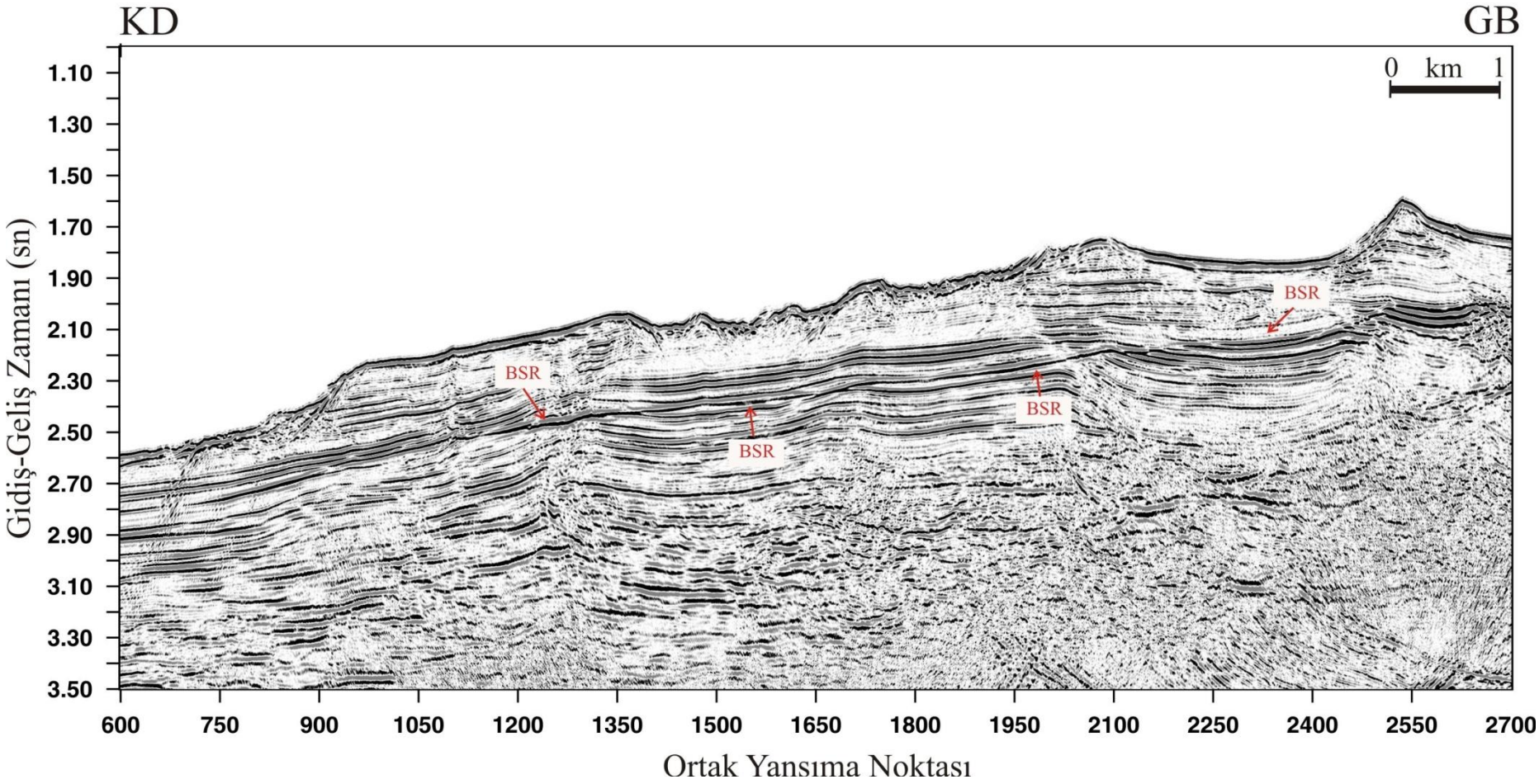


Şekil 2.45: Matlab programında çizdirilen BSR seviyesi (Genlikler kırmızı renklidir)

AVO analizi yapılması belirlenen 32 çoklu CDP için zaman aralıklarını ve okunmayan izleri gösteren Çizelge 2.2'den yapılan hesaplamayla bu analiz esnasında kullanılacak verinin toplam verinin %90'ı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2.2: Seçilen çoklu CDP'lerin BSR Seviyesi Zaman Aralığını ve Her çoklu CDP'den Okunmayan İz Numaralarını Gösteren Çizelge

Çoklu Cdp Numarası	Veri alınan zaman aralığı(ms)	Çoklu CDPden Okunmayan İz Numaraları
15	2762 - 2782	1 - 8, 33, 68, 71, 72
16	2756 - 2784	33, 68, 71, 72
43	2604 - 2624	33, 68, 71, 72
58	2528 - 2556	33, 68, 71, 72
70	2492 - 2520	33, 68, 71, 72
71	2484 - 2514	33, 68, 71, 72
72	2480 - 2508	6 - 9, 33, 68, 71, 72
79	2460 - 2490	33, 68, 71, 72
86	2426 - 2456	33, 68, 71, 72
87	2422 - 2450	33, 68, 71, 72
88	2420 - 2450	33, 68, 71, 72
89	2418 - 2448	33, 68, 71, 72
90	2418 - 2448	33, 68, 71, 72
94	2410 - 2448	1 - 12, 33, 68, 71, 72
95	2412 - 2440	33, 68, 71, 72
97	2404 - 2434	33, 68, 71, 72
98	2404 - 2434	33, 68, 71, 72
104	2398 - 2428	33, 68, 71, 72
133	2324 - 2362	33, 68, 71, 72
149	2288 - 2316	33, 68, 71, 72
157	2270 - 2300	33, 68, 71, 72
158	2264 - 2294	33, 68, 71, 72
159	2264 - 2294	33, 68, 71, 72
160	2260 - 2290	1 - 10, 33, 68, 71, 72
163	2250 - 2280	1 - 10, 33, 68, 71, 72
174	2218 - 2248	33, 68, 71, 72
191	2176 - 2204	33, 68, 71, 72
212	2144 - 2174	1 - 10, 33, 68, 71, 72
214	2142 - 2170	1 - 11, 33, 68, 71, 72
217	2138 - 2166	1 - 8, 33, 68, 71, 72
218	2134 - 2164	1 - 10, 33, 68, 71, 72
219	2132 - 2160	1 - 8, 33, 68, 71, 72



Şekil 2.46: 7 numaralı hattın çalışma yapılan alanının migrasyon kesiti. BSR seviyesi kırmızı oklarla işaret edilmiş olup 2,5 kat düşey abartılıdır.

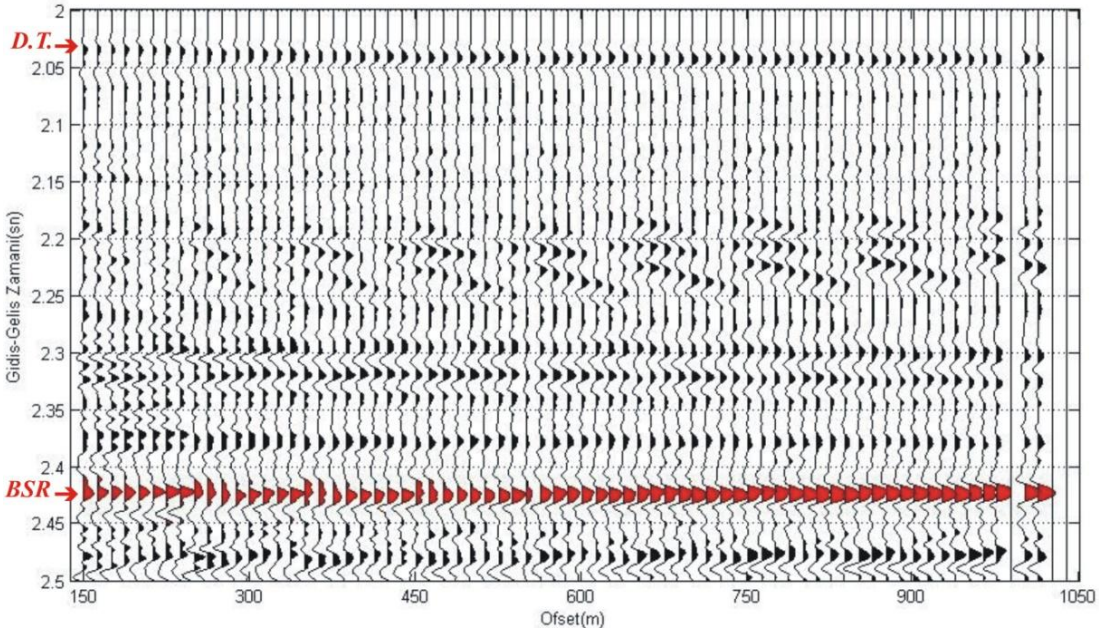
3. AVO ANALİZİ VE DÜZ ÇÖZÜM MODELLEME

Sismik yöntemlerde incelenen ortamın fiziksel yapısının belirlenmesi, bazı daha detaylı araştırmalar gerektirmektedir. Bunun için geliştirilen yöntemlerden biri olan AVO analizi, genliğin ofsetle değişimini incelerken bu analiz ile yapılan işlemler sonucunda incelenen ortamın sismik parametreleri elde edilir. Temeli Zoeppritz denklemlerine dayanan bu analizde (Zoeppritz, 1919) veri işlemi tamamlanmış CDP'ler üzerinde incelenmesi amaçlanan yansıma seviyeleri genliklerinin ofsetle değişimi grafiklendirilir. Bu grafiklerde çizdirilen genlik değerleri y-ekseninde ve ofset değerleri x-ekseninde olmak üzere, genlik değerlerine çakıştırılacak doğrunun y-ekseninde kestiği değer yani sıfır ofset veya P empedans değeri ve yine çakıştırılan doğrunun eğimi (gradyanı) AVO parametreleri olarak adlandırılır. Bu parametrelerden Zoeppritz veya yaklaşım denklemlerinde düz çözüm veya ters çözüm gibi metotlar kullanılarak incelenen ortamın sismik parametrelerine dair bilgi edinilir.

Bulundukları jeolojik yapı içerisinde, hidrokarbon kökenli enerji kaynaklarının sismik parametreleri genellikle ortamın sismik parametrelerinden büyük farklılıklar göstermektedir. Bu sebeple sismik izlerde belirgin yüksek genlik değerleri ile saptanmaları kolaydır. Ancak bu yapıların yığma öncesi CDP ortamında detaylı olarak incelenmeleri bu yapıların sismik parametreleri hakkında daha detaylı bilgi vermektedir. Bu aşamada yapılan incelemelerde AVO analizi en uygun analiz olup sismik parametrelerin tayininde kilit bir rol üstlenmektedir. Hidrokarbon kökenli olan gaz hidratların varlığının ve bulunduğu yapı içersindeki fiziksel özeliklerinin belirlenmesinde BSR seviyesi önemli bir yere sahiptir. BSR yüksek hidrat içeren zonlar ile gaz ve suya doygun zonlar arasında bir faz sınırı olup litolojik bir birimdir (Kvenvolden, 1999). Hidrat içeren zonların yüksek dalga yayınım hızı ve yoğunluk değerleri ile gaz ve suya doygun zonların düşük hız ve yoğunluk değerleri BSR seviyesinin ofset ile artan yüksek genlik değerleri ile sismik kayıtlarda belirlenmesini sağlar. AVO analizi ile BSR seviyesinin incelenmesi sismik parametre değerlerinin

belirlenmesinde olumlu sonuçlar verdiği (Andreassen, 1997) birçok çalışmayla onaylanmıştır.

Bu çalışma kapsamında oluşturulan, bu analizine özel veri işlemi tamamlanan ve Şekil 3.1'de 97. çoklu CDP için görünümü Matlab programında çizdirilmiş olan seçilmiş 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri üzerinde çalışılmıştır. Üç aşamalı seçim işleminden geçirilerek belirlenen bu çoklu 32 CDP'nin 3 farklı metotla genlik değerlerinin grafiklendirilmesinin ardından her grafiğe çakıştırılan doğrular yardımıyla elde edilen AVO parametreleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme ile elde edilen sonuçlar yardımıyla incelenen ortamı temsil eden bir adet AVO parametresi çifti belirlendikten sonra ortamın sismik parametrelerini belirlemek amacıyla düz çözüm modelleme yaklaşımından faydalanılmıştır.



Şekil 3.1: 97. çoklu CDP Matlab Programı ile çizdirilmesi. (D.T. deniz tabanı ve BSR seviyesi kırmızı renklerle işaret edilmiş olup bu seviye kırmızı ile renklendirilmiştir.)

Sismik veri işlemin ardından 263 çoklu CDP'den 32 tanesi 3 aşamalı elemeden geçirilerek seçilmiştir. İlk aşama, Disco – Focus ve kağıt üzerinde BSR seviyelerine yakın ve güçlü yansıtıcıların girişim yapmadığı, BSR seviyelerindeki sürekliliğin gözlemlendiği ve sinyal / gürültü kalitesi iyi 103 çoklu CDP'lerin seçimden oluşmaktadır. İkinci aşama ise Matlab programında kullanılan rutin yardımıyla çizdirilen BSR seviyelerinin farklı genliklerde ve farklı ölçeklerde görüntülenmesi

sonucu 47 tane çoklu CDP için eleme yapılması aşamasıdır. Son aşamada ise 3 farklı yöntemle tüm genliklerin grafiklendirilerek bu sayının 32 ye düşürülmesinden oluşur. Genliklerin grafiklendirilmesi aşamasında kullanılan 3 yöntem ise sırasıyla genliklerde pik seçimi, enerji ve alan hesaplanması yöntemleridir. Ayrıca bu yöntemler ile hesaplanan genlik değerleri üçlü kayan ortalama işleçten geçirilmiştir. Bu aşamalarla yapılan AVO analizi için Matlab programında kod yazılmış olup, bu kod 32 çoklu CDP'nin her birinde farklılıklar göstermektedir. Elde edilen AVO parametrelerinden ortamın sismik parametrelerine geçişte bu çalışma için en uygun yaklaşım olarak Shuey yaklaşımı belirlenmiştir ve düz çözüm modelleme için Matlab programında bu yaklaşımdan faydalanılmıştır.

3.1 AVO Analizi

Sismik yansıma yöntemi ile kaydedilen verilerden yeraltı modelinin oluşturulması için gerekli sismik parametrelerin kestirimi uzun yıllar boyunca önemli bir araştırma konusu olmuştur. Yeraltı yapısına ait P dalga hızı, S dalga hızı ve yoğunluk parametreleri, gelişen teknoloji ile birlikte sismik araştırmalardaki yazılımsal, donanımsal ve aletsel gelişmelere rağmen hala kesin olarak saptanamamaktadır. Fiziksel açıdan çok karmaşık olan yeraltı yapısının belirlenmesi için araştırmalar hala devam etmektedir. Ayrıca bu parametrelerin kestirimi için birçok analiz ve bu analizlerde farklı yapılar için farklı yaklaşımlar yapılmak zorunluluğu da halen devam etmektedir.

Hidrokarbonların laboratuar ortamlarında belirlenen sismik parametreleri ile sismik izlerde yaratacakları yansıma farklılıkları, ofset artışıyla birlikte artan genlikler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, özellikle hidrokarbon aramalarında belirtilen zorunluluklar sebebiyle en çok tercih edilen analiz AVO analizidir. Genliğin ofsetle değişimini inceleyen bu analizin temeli ise Zoeppritz denklemlerine dayanmaktadır. Zoeppritz denklemleri karmaşık matris takımlardan oluştuğu için farklı durumlardaki farklı çalışmalar için farklı araştırmacılar tarafından amaca yönelik farklı birçok yaklaşım denklemi geliştirilmiştir. Shuey yaklaşımı hidrokarbon kaynakların yansıma katsayılarından AVO analizi ile elde edilen sıfır ofset ve eğim değerlerinin modellenmesinde yakın ofset değerleri için en uygun yaklaşımlardan biridir. Bu çalışma kapsamında incelenen ofsetlerin 30 derecelik kritik açıların

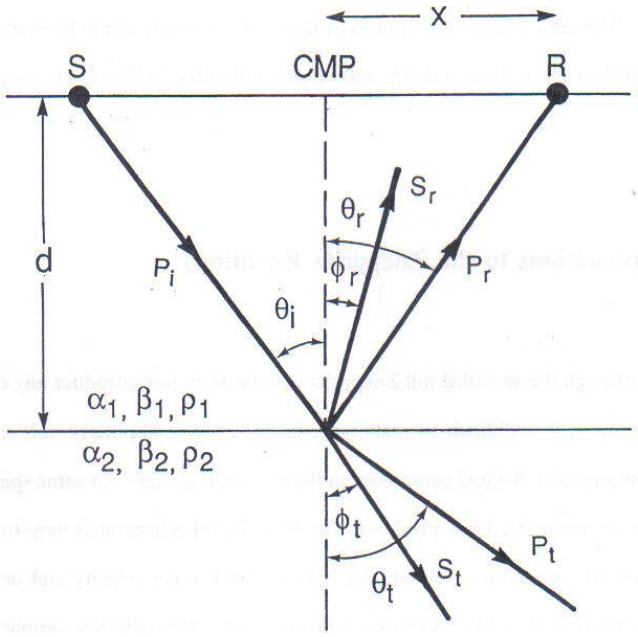
altında yaklaşık olarak 15 – 25 dereceler arasında bulunması sebebiyle Shuey yaklaşım denklemi kullanılacaktır.

3.1.1 Zoeppritz ve Shuey yaklaşım denklemleri

Bu çalışma kapsamında yapılan AVO analizi temelini oluşturan Zoeppritz denklemleri ve çalışma amacı doğrultusunda en uygun yaklaşım olarak belirlenen Shuey yaklaşım denklemleri ilerleyen bölümlerde anlatılmıştır. Ayrıca bu denklemler modelleme ve analiz sonuçlarını değerlendirme aşamasında kullanılmıştır.

3.1.1.1 Zoeppritz denklemleri

Temeli sırasıyla Dalga Denklemi, Hooke Denklemi, Elastik Dalga Denklemi Süreklilik Denklemi, Düzlem Dalga Denklemi ve Snell Yasasına dayanan (Yılmaz, 2008) Zoeppritz denklemleri katı – katı ve izotrop bir ortamda ara yüzeyde oluşan sismik yansıma ve kırılma özelliklerini tarif eden denklemdir. Karmaşık bir matris takımından oluşan bu denklemler için katı – katı ve izotrop bir ortamda Snell Yasası doğrultusunda gelen P düzlem dalgasının kırılarak ve yansıyarak oluşturduğu ışın geometrisi Şekil 3.2'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.2: Snell Yasası

Bu şekilde sırasıyla; S kaynak noktası, R alıcı noktasını, CMP (Common Mid-Point) "Ortak Yansıma Noktası" kaydedilen ortak yansıma noktasını, x ortak yansıma

noktası ve alıcı arası mesafeyi, P_i gelen P dalgasını, P_r kırılan P dalgasını, P_t yansıyan P dalgasını, S_r kırılan S dalgasını, S_t yansıyan S dalgasını temsil etmektedir. Ayrıca θ_i P dalgasının geliş açısını, θ_r kırılan P dalgasının kırılma açısını, θ_t yansıyan P dalgasının yansıma açısını, ϕ_r kırılan S dalgasının kırılma açısını, ϕ_t yansıyan S dalgasının yansıma açısını temsil etmektedir. Bu katı – katı ve izotrop model için tanımlanan ortam parametreleri ise sırasıyla α_1 ve α_2 ilk ve ikinci ortama ait P dalgası hızları, β_1 ve β_2 ilk ve ikinci ortama ait S dalgası hızları ve ρ_1 ve ρ_2 ise ilk ve ikinci ortama ait yoğunluk değerleri şeklinde tanımlanmıştır.

$$\frac{\sin\theta_i}{\alpha_1}=\frac{\sin\theta_r}{\alpha_1}=\frac{\sin\theta_t}{\alpha_2}=\frac{\sin\phi_r}{\beta_1}=\frac{\sin\phi_t}{\beta_2} \qquad \textbf{(3.1)}$$

Tüm bu değerlerin birbirleriyle ilişkisinden oluşan Snell Yasası için oluşturulan denklemler Denklem 3.1'de görüldüğü gibi olup Zoeppritz denklemleri buradan yola çıkışla bu iki ortama ait P ve S dalgaları için kırılma ve yansıma katsayılarının hesaplanmasını sağlamaktadır. Denklem 3.2'de görülen Zoeppritz Denklemlerinin türetildiği matris takımının ilk kısmındaki 4x4 lük matris takımında üst 2 satır ve 4 sütunun ortamda kırılan ve yansıyan açıların trigonometrik fonksiyonları bulunmaktadır. Ayrıca bu matris takımının ilk kısmının alt 2 satır ve 4 sütununda ise ortamın sismik parametreleri trigonometrik ifadelere katılmaktadır. İkinci 4x1 lik matriste ise görüldüğü gibi P ve S dalgalarının yansıma ve iletim katsayıları bulunmaktadır. Genel olarak bu matris, sismik parametreler ile trigonometrik fonksiyonların kombinasyonundan oluşmuş olup görüldüğü üzere herhangi birimin genel sonuçtaki etkisinin kestiriminin yapılması çok zordur.

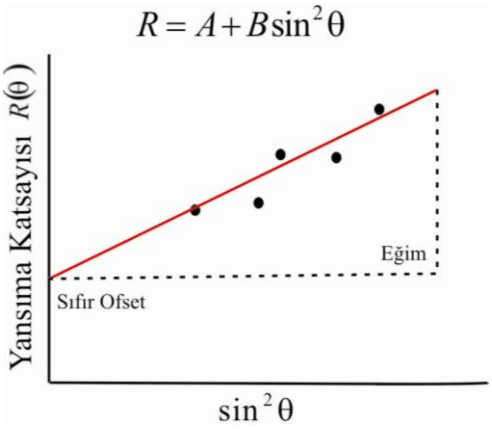
$$\begin{bmatrix} \sin\theta_i & \cos\phi_r & \sin\theta_t & \cos\phi_t \\ -\cos\theta_i & \sin\phi_r & -\cos\theta_t & -\sin\phi_t \\ \sin 2\theta_i & \frac{\alpha_1}{\beta_1}\cos 2\phi_r & \frac{\rho_2\beta_2{}^2\alpha_1}{\rho_1\beta_1{}^2\alpha_2}\sin 2\theta_t & -\frac{\rho_2\beta_2\alpha_1}{\rho_1\beta_1{}^2}\cos 2\phi_t \\ \cos 2\phi_r & -\frac{\beta_1}{\alpha_1}\sin 2\phi_r & -\frac{\rho_2\alpha_2}{\rho_1\alpha_1}\cos 2\phi_t & -\frac{\rho_2\beta_2}{\rho_1\alpha_1}\sin 2\phi_t \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_p \\ R_s \\ T_p \\ T_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin\theta_i \\ -\cos\theta_i \\ \sin 2\theta_i \\ -\cos 2\phi_r \end{bmatrix} \qquad \textbf{(3.2)}$$

Yansıma sismiğinde, sismik parametrelerin rolü ile ilgili genel yorum yapabilmek ve gözlenen yansıma genliklerinden bu parametreleri veya kombinasyonlarını kestirebilmek için tam Zeoporitz denklemlerine zaman ortamında yaklaşımlar yapılmıştır (Demirbağ, 1990). Bu yaklaşımların tamamı kritik açılarda geçerlidirler. Aki-Richard yaklaşımından (1980) düzenlenen Shuey yaklaşımı (1985) bu çalışma için kullanılacaktır.

3.1.1.2 Shuey yaklaşım denklemi

Shuey yaklaşım denklemleri, Aki-Richard (1980) yaklaşım denklemlerinden türetilmiştir. Aki-Richard yaklaşım denklemlerinde ortalama ve diferansiyel S dalgası hızları, ortalama ve diferansiyel Poisson oranıyla değiştirilmiştir. Aki-Richard denklemlerinde ilişkili parametrelerdeki diferansiyel değişimlerin katkısı gözlemlenirken, Shuey yaklaşım denklemlerinde ise farklı geliş açısı aralıklarındaki diferansiyel değişimlerin katkısı gözlemlenmektedir. Shuey yaklaşım denklemleri, Aki-Richard yaklaşım denklemleri terimlerinin gruplandırılmasıyla oluşturulmuş olup bu gruplar geliş açılarının aralıklarına göre normal, orta ve geniş açılardaki yansıma değişimleri olarak adlandırılır. Bu yaklaşımda kritik açı 30 derecedir. Shuey yaklaşım denkleminin basit ifadesi Denklem 3.4'te verilmiş olup son terim geniş açılı ofsetlere karşılık gelmektedir. Bu durumda normal ve orta açılı ofsetlerle toplanan verilerde veriye göre düşünüldüğünde son terim ihmal edilebilir. Son terimin ihmal edilmesiyle oluşan $R(\theta) = A + B\sin^2\theta$ şeklindeki doğrusal denklemin yansıma katsayılarının açı ile değişiminin çizdirildiği denklemdeki karşılığı Şekil 3,3'te ki gibi olup bu denklemin A parametresi sıfır ofset (P empedans) değerine eşitken B parametresi çakıştırılan doğrunun eğimi ile ifade edilmektedir. Bu çalışma için tüm hat boyunca incelenen çoklu CDP'lerde ki BSR seviyeleri için hesaplanan P dalgası geliş açısı değerleri 15 – 25 dereceler arasında değişiyor olması kritik açının altında değerlere sahip olunduğunu gösterip, tüm analiz ve modelleme $R(\theta) = A + B\sin^2\theta$ denklemiyle yapılacaktır.

$$R(\theta) = A + B\sin^2\theta + C\left(\tan^2\theta - \sin^2\theta\right) \quad \textbf{(3.4)}$$



Şekil 3.3: Shuey Yaklaşımı

Shuey yaklaşım denklemlerinin $R(\theta) = A + B\sin^2\theta$ denklemine indirgenmesinin ardından Wiggins ve diğ. (1984) ve Spratt ve diğ. (1984) tarafından türetilen yansıma katsayısı denklemi Denklem 3.5'te ki gibidir. Bu denklemde α iki ortamın P dalga hızlarının ortalamasını, β iki ortamın S dalga hızlarının ortalamasını ve ρ iki ortamın yoğunluklarının ortalamasını göstermektedir. Ayrıca $\Delta\alpha$ iki ortam arasındaki P dalgası hızı farkına, $\Delta\beta$ iki ortam arasındaki P dalgası hızı farkına ve $\Delta\rho$ iki ortam arasındaki yoğunluk farkına eşittir.

$$R(\theta) = \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha} - \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)\right] + \left\{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha} - \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)\right] - 8\frac{\beta^2}{\alpha^2}\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta\beta}{\beta} + \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)\right]\right\}\sin^2\theta + \left[2\frac{\beta^2}{\alpha^2}\frac{\Delta\rho}{\rho} - \frac{1}{2}\frac{\Delta\rho}{\rho}\right]\sin^2\theta \quad \textbf{(3.5)}$$

Yansıma katsayısının açı ile değişimini gösteren Denklem 3.5'ten yola çıkarak sıfır ofset (P empedans) yani A değerlerini ve eğim yani B değerlerini sırasıyla Denklem 3.6'da ki ve 3.7'de ki gibi elde edilir.

$$A = \left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha} - \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)\right] \quad \textbf{(3.6)}$$

$$B = \left\{\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta\alpha}{\alpha} - \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)\right] - 8\frac{\beta^2}{\alpha^2}\left[\frac{1}{2}\left(\frac{\Delta\beta}{\beta} + \frac{\Delta\rho}{\rho}\right)\right]\right\}\left[2\frac{\beta^2}{\alpha^2}\frac{\Delta\rho}{\rho} - \frac{1}{2}\frac{\Delta\rho}{\rho}\right] \quad \textbf{(3.7)}$$

3.1.2 Genliklerin farklı yöntemlerle analizi

Öncelikle AVO analizi için daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde etmek adına farklı yöntemlerle genliklerin değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Bu yöntemler sırasıyla; genliklerde pik seçimi, enerji ve alan hesaplanması yöntemleridir. Son seçim aşamasında, 47 tane çok CDP'den 32 tane çoklu CDP seçimi esnasında yine bu 3 yöntem kullanılarak yapılan seçimin doğruluğu arttırılmıştır. Bu aşamada Matlab programında yazılan kodun akış şeması Çizelge 3.1'de ki gibi olup her 32 çoklu CDP için bu kodda gerekli düzeltmeler ve değişiklikler yapılmıştır. Seçilmeyen 15 çoklu CDP için bu 3 yöntemle ve kod yardımıyla genlikleri grafiklendirilmiştir. Bu grafikler EK B.1'de verilmiş olup ofset ile genlik değişimi bu 15 çoklu CDP için belirlenememiştir.

Çizelge 3.1: Matlab programıyla hazırlanan ve AVO analizi için kullanılan kodun akış şeması

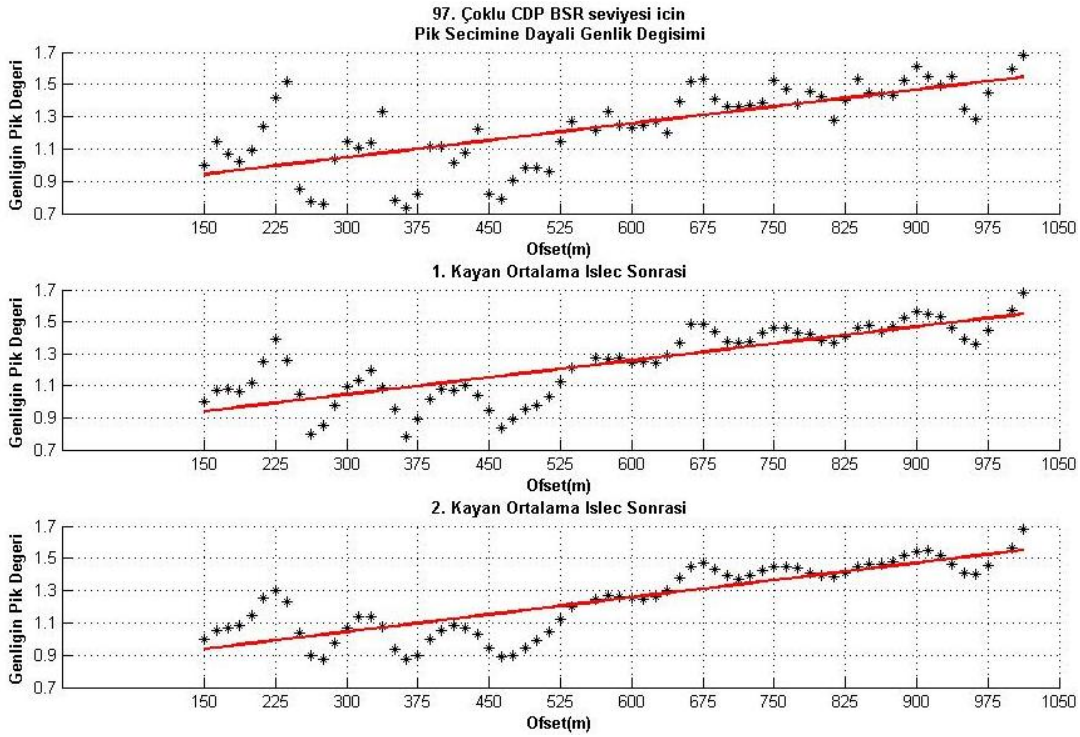


Matlab programında AVO analizi için hazırlanan kodda (Çizelge 3.1) öncelikle BSR seviyeleri için genlik verilerinin Matlab programına tanıtılması sağlanmıştır. Belirlenen zaman aralığındaki genlik bilgilerinden oluşan veri dosyaları dat formatındadır. Bu verilerin tanıtılmasının ardından kullanılan rutinde kullanılan bilgiler sırasıyla; ofset değeri, başlangıç zamanı, örnekleme aralığı, alıcı aralığı ve görüntüleme bilgileridir. 32 BSR seviyesi bu rutin yardımıyla bu bilgiler ile

çizdirilmiştir. Daha sonra 3 farklı yöntem için genlikler üçlü kayan ortalama işleç uygulamaları öncesi ve sonrası değerleri grafiklendirilerek elde edilen son grafikler için AVO parametreleri hesaplatılmıştır.

3.1.2.1 Pik okuma yöntemi

AVO analizi için belirlenmek istenen AVO parametrelerinin genlik değerlerinden hesaplatılması için uygun görülen ilk yöntem pik okuma yöntemidir. Bu yöntemde Matlab programında girilen kod ile yansıma seviyelerindeki 72 sismik iz için sinyallerin genlik değerinin pik yaptığı noktadaki genlik değeri belirlenmektedir. Bu genlik değerlerinin ofsetle değişiminin normalize edilmiş hali Şekil 3.4'te ilk grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için gösterilmektedir. Kod içerisinde bir sonraki aşamada üçlü kayan ortalama işleç uygulaması için gerekli düzenlemeler yapılmış olup pik okuma yöntemiyle belirlenen değerler bu uygulamadan geçirilmiştir. Tüm değerler 150 m ofset için normalize edilmiştir. Şekil 3.4'te ikinci grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için pik okuma yöntemiyle elde edilen değerlerin ilk üçlü kayan ortalama işleç uygulaması sonrası görünümü bulunmaktadır.



Şekil 3.4: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için Pik Okuma Yöntemiyle belirlenen genliklerin çizdirilmesi. İlk grafik bu yöntem yardımıyla belirlenen genlik değerlerinin ofsetle değişimini, ikinci grafik ilk üçlü kayan ortalama işleç sonrası bu değerlerin ofsetle değişimini ve üçüncü grafik ise ikinci üçlü kayan ortalama işleç sonrası değerlerden oluşmaktadır.

Şekil 3.4'te görüldüğü üzere değerlerin daha düzgün ve yumuşak bir dağılım göstermesi sağlanılmıştır. İkinci üçlü kayan ortalama işleç uygulaması ile genlik değerleri istenilen dağılımı göstermiş olup bunun grafiklendirilmesi Şekil 3.4'te ki son grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için gösterilmektedir. Bu 3 grafik üzerine çakıştırılan doğrular ile genliğin ofsetle değişimi kesin olarak belirlenmiştir ve bu işlem sonucunda oluşturulan son grafik AVO parametrelerinin belirlenmesi için hazır hale getirilmiştir. Bu aşamalar sırasıyla ve Matlabda yazılan koddaki gerekli değişiklik ve düzeltmelerle 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için tek tek yapılmıştır ve elde edilen grafikler 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi dışında kalan 31 tanesi EK B.2'de verilmiştir.

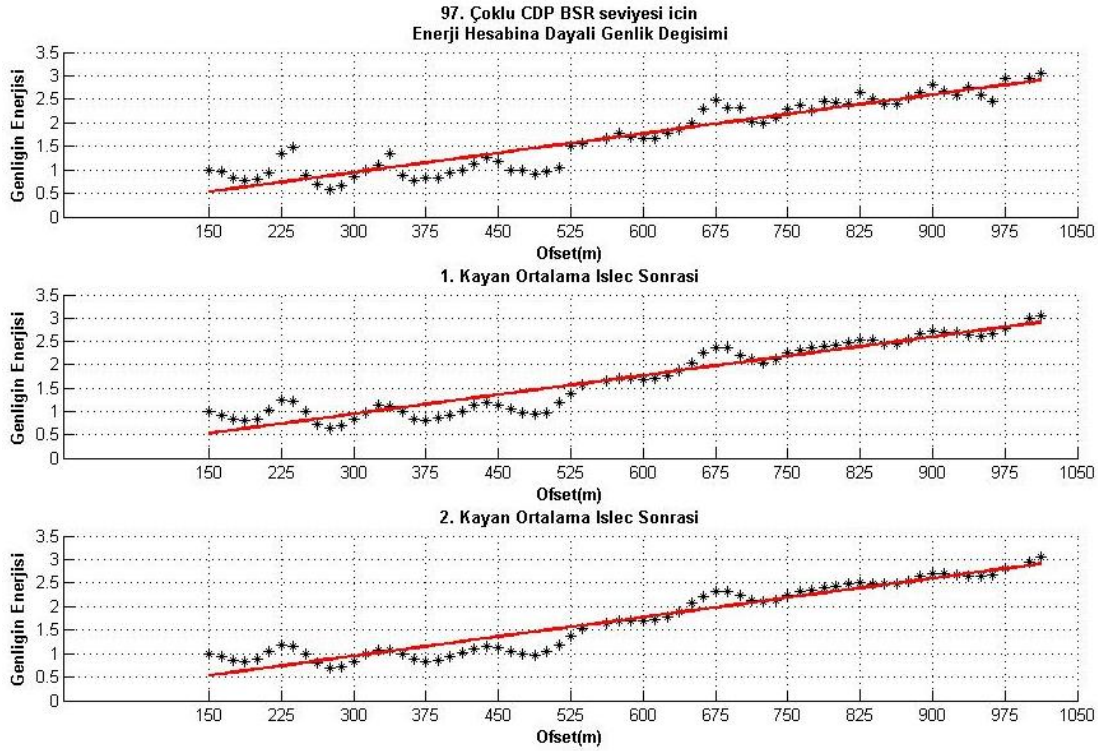
3.1.2.2 Enerji hesaplanma yöntemi

AVO analizi için belirlenmek istenen AVO parametrelerinin genlik değerlerinden hesaplatılması için uygun görülen ikinci yöntem ise genliğin enerjisinin hesaplanması yöntemidir. Bu yöntemde Matlab programında girilen kod ile yansıma seviyelerindeki 72 sismik iz için sinyallerin genlik değerlerinin enerjileri tüm zaman aralığı için hesaplatılmıştır. Enerjinin hesaplanması için Denklem 3.8, AVO analizi için kullanılan koda eklenmiş olup bu denklemdeki birimler sırasıyla; E enerjiyi, $x(t)$ zamana bağlı sinyalin fonksiyonunu, t_1 sinyalin başlangıç zamanını ve t_2 sinyalin bitiş zamanını göstermektedir.

$$E = \int_{t_1}^{t_2} x(t)^2 dt \qquad \textbf{(3.8)}$$

Hesaplanan enerji değerlerinin ofsetle değişiminin 150 m ofsette normalize edilmiş hali Şekil 3.5'te ilk grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için gösterilmektedir. Kod içerisinde bir sonraki aşamada enerji hesaplanması yöntemiyle belirlenen değerler bu üçlü kayan ortalama işleç uygulamasından geçirilmiştir. Şekil 3.5'te ikinci grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için enerji hesaplanması yöntemiyle elde edilen değerlerin, ilk üçlü kayan ortalama işleç uygulaması sonrası görünümü bulunmaktadır. Bir önceki yöntemde olduğu gibi enerji değerlerinin daha düzgün ve yumuşak bir dağılım göstermesi sağlanılmıştır. Son aşamada ikinci üçlü kayan

ortalama işleç uygulaması ile genlik değerleri istenilen dağılımı göstermiş olup bunun grafiklendirilmesi Şekil 3.5'te son grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için gösterilmektedir. Yine bu 3 grafik üzerine çakıştırılan doğrular ile genliğin ofsetle değişimi kesin olarak belirlenmiştir ve bu işlem sonucunda oluşturulan son grafik AVO parametrelerinin belirlenmesi için hazır hale getirilmiştir. Bu yöntem için de tüm aşamalar sırasıyla ve Matlabda yazılan koddaki gerekli değişiklik ve düzeltmelerle 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için tek tek yapılmıştır ve elde edilen grafikler 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi dışında kalan 31 tanesi EK B.2'de verilmiştir.



Şekil 3.5: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için Enerji Hesaplanması Yöntemiyle hesaplanan genliklerin çizdirilmesi. İlk grafik bu yöntem yardımıyla belirlenen genlik değerlerinin ofsetle değişimini, ikinci grafik ilk üçlü kayan ortalama işleç sonrası bu değerlerin ofsetle değişimini ve üçüncü grafik ise ikinci üçlü kayan ortalama işleç sonrası değerlerden oluşmaktadır.

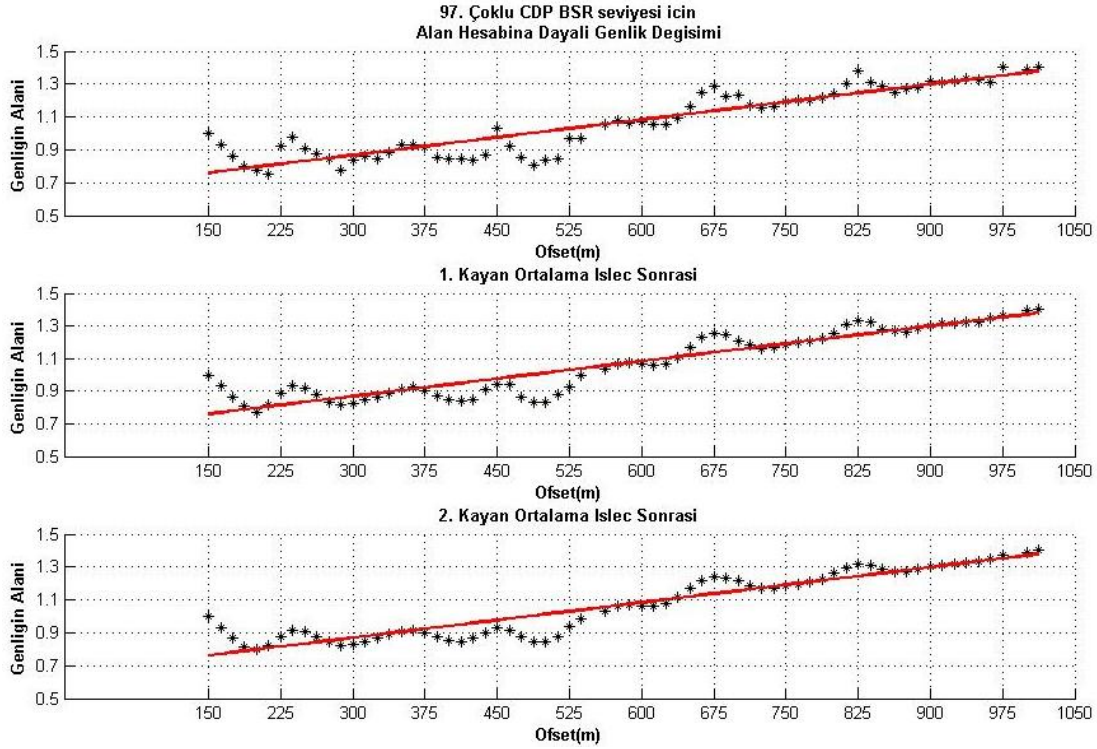
3.1.2.3 Alan hesaplama yöntemi

AVO analizi için belirlenmek istenen AVO parametrelerinin genlik değerlerinden hesaplatılması için uygun görülen son yöntem ise genliğin alanın hesaplanması yöntemidir. Bu yöntemde, Matlab programında girilen kod ile yansıma

seviyelerindeki 72 sismik iz için sinyallerin genlik değerlerinin pozitif alanlarının tüm zaman aralığı için hesaplatılmıştır. Alanın hesaplanması için öncelikle kodda yapılan değişiklik yardımıyla genliklerin negatif değerleri sıfırlanmış olup daha sonra tüm zaman aralığında pozitif değerlerden oluşan alan integral alınmasıyla hesaplanmıştır. Birim örnekleme aralığında alan hesaplanması için gerekli düzeltmelerde yapıldıktan sonra bu tüm değerler 150 m ofset için normalize edilmiştir.

Şekil 3.6'da ilk grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için birim örnekleme aralığındaki alanın ofsetle değişimi gösterilmiştir. Sonraki aşamada bu yöntemle belirlenen değerler bu üçlü kayan ortalama işleç uygulamasından geçirilmiştir. Şekil 3.6'da ikinci grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için alan hesaplanması yöntemiyle elde edilen değerlerin, ilk üçlü kayan ortalama işleç uygulaması sonrası görünümü bulunmaktadır. Diğer iki yöntemde olduğu gibi alan değerlerinin daha düzgün ve yumuşak bir dağılım göstermesi sağlanılmıştır. Son aşamada yine ikinci üçlü kayan ortalama işleç uygulaması ile bu değerlerin istenilen dağılımı göstermiş olup bunun grafiklendirilmesi Şekil 3.6'da son grafikte 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için gösterilmektedir. Son olarak 3 grafik üzerine çakıştırılan doğrular ile genliğin ofsetle değişimi kesin olarak belirlenmiştir ve bu işlem sonucunda oluşturulan son grafik AVO parametrelerinin belirlenmesi için hazır hale getirilmiştir.

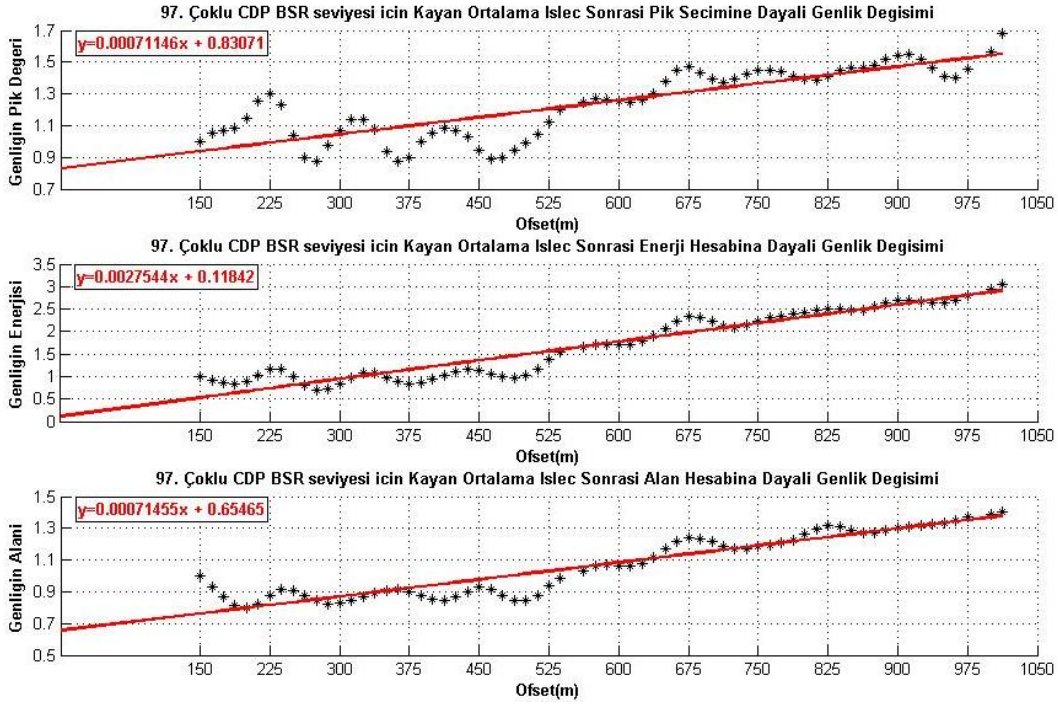
Diğer yöntemlerde olduğu gibi bu yöntemde de tüm aşamalar sırasıyla ve Matlabda yazılan koddaki gerekli değişiklik ve düzeltmelerle 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için tek tek yapılmıştır ve elde edilen grafikler 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi dışında kalan 31 tanesi EK B.2'de verilmiştir.



Şekil 3.6: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için Alan Hesaplanması Yöntemiyle hesaplanan genliklerin çizdirilmesi. İlk grafik bu yöntem yardımıyla belirlenen genlik değerlerinin ofsetle değişimini, ikinci grafik ilk üçlü kayan ortalama işleç sonrası bu değerlerin ofsetle değişimini ve üçüncü grafik ise ikinci üçlü kayan ortalama işleç sonrası değerlerden oluşmaktadır.

3.1.3 AVO denklemi parametrelerinin kestirimi

AVO analizinde AVO parametrelerinin belirlenmesi için gelinen son aşamada Şekil 3.7'te 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için görüldüğü gibi pik okuma, enerjinin ve alanın hesaplanması yöntemleriyle elde edilen değerlerin ikinci üçlü kayan ortalama işleç sonrası grafikleri kullanılmıştır. Matlab programında yazılan kodda bu 3 grafikte normalize edilmiş değerlerin üzerlerine doğru çakıştırılması sağlanmıştır. Daha sonra çakıştırılan bu doğruların kodda yapılan düzeltmelerle y-ekseni kestiği nokta yani sıfır ofset veya P empedans ve eğim değerleri hesaplattırılmıştır. Bu değerler Şekil 3.7'te 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için grafiklerin sol üst kısmında bulunan ve kırmızı renkle gösterilen değerlerdir. AVO parametrelerinin hesaplandığı grafikler 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için tek tek elde edilmiştir ve 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi dışında kalan 31 tanesi EK B.2'de verilmiştir.



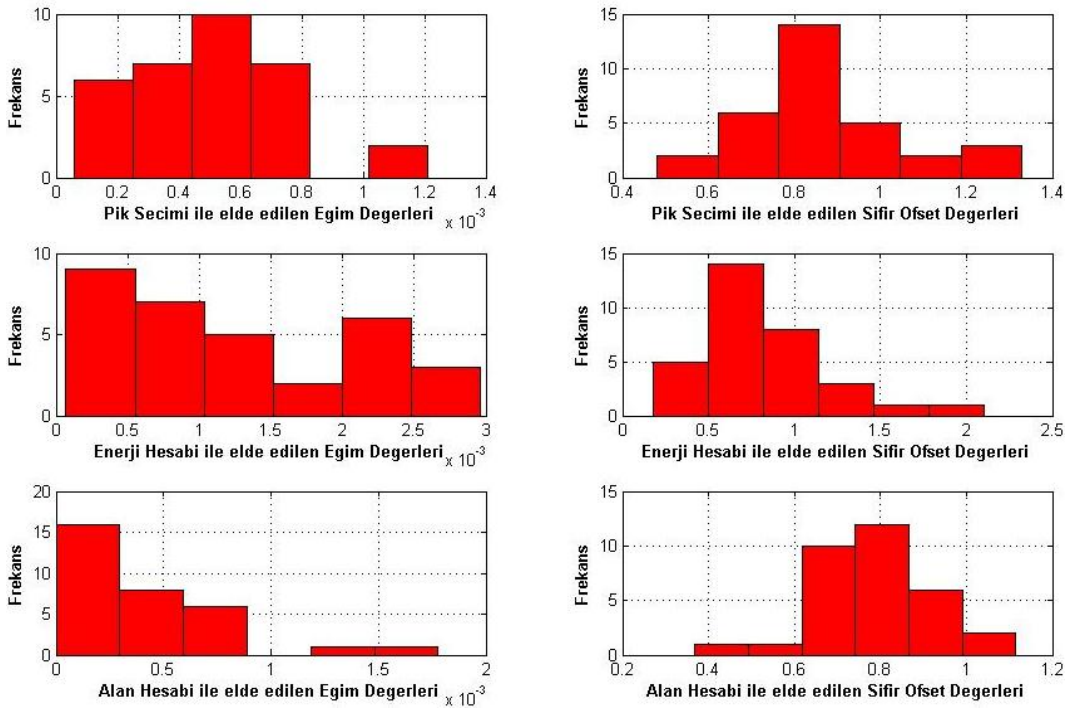
Şekil 3.7: 97. çoklu CDP'de ki BSR seviyesi için 3 Yöntemle Elde Edilen Değerlerin İkinci Üçlü Kayan Ortalama İşleç Sonrası AVO Parametrelerinin Hesaplanması

3.2 AVO Analizi İstatistikleri

AVO analizinin ardından elde edilen tüm değerler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için pik okuma, enerjinin ve alanın hesaplanması yöntemleriyle elde edilen sıfır ofset (P empedans) ve eğim değerleri Çizelge 3.2'de gösterilmektedir. Bu değerlerin hangi aralıklarda hangi dağılımları gösterdiğinin belirlemek için öncelikle 3 ayrı yöntem ve 2 ayrı değer için 6 tane frekans histogramı çizilmiştir ve Şekil 3.8'de gösterilmiştir. Pik okuma yöntemiyle elde edilen sıfır ofset değerleri 0,9 değeri etrafında, enerji hesaplanması yöntemiyle elde edilen sıfır ofset değerleri 0,7 ve alan hesaplanması yöntemiyle elde edilen sıfır ofset değerleri 0.8 değeri etrafında düzgün dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Buradan sıfır ofset değerlerinden elde edilen sonuçların tutarlı ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ancak eğim değerlerinin 3 farklı yöntem için oluşturulan frekans histogramlarında farklı değerlerde farklı dağılımlar gösterdiği tespit edildiğinden, bu değerlerin sıfır ofset değerlerine kıyasla daha az tutarlı ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 3.2: 32. çoklu CDP'de ki BSR Seviyesinde Pik Okuma, Enerjinin ve Alanın Hesaplanması Yöntemleriyle Elde Edilen AVO parametreleri

Çoklu Cdp Numarası	pik egim	pik sifir ofset	enerji egim	enerji sifir ofset	alan egim	alan sifir ofset
15	0,000235720	1,32980	0,000751980	0,89321	0,000258580	0,68043
16	0,000205840	1,11850	0,000358960	0,81919	0,000184070	0,85726
43	0,000583660	0,62190	0,001288000	0,17933	0,001777300	0,36876
58	0,001123100	1,01020	0,002964400	1,24790	0,000833750	0,92512
70	0,000370540	0,80883	0,001037800	0,83218	0,000555940	0,83829
71	0,000168920	0,73777	0,000068651	0,92643	0,000044587	0,90494
72	0,000452790	0,80572	0,000534990	0,82319	0,000035791	0,88806
79	0,000595510	0,77839	0,002858300	0,45996	0,000755820	0,84133
86	0,000809710	1,12560	0,001633000	0,91624	0,000433600	0,79823
87	0,000720210	0,66645	0,001313400	0,33737	0,000389700	0,72122
88	0,000643690	0,78070	0,000836940	0,41237	0,000143650	0,73790
89	0,000575160	0,96732	0,000652270	0,61193	0,000684290	0,65284
90	0,000110350	0,95709	0,000155040	0,75346	0,000085869	0,79685
94	0,000226810	0,89136	0,000444700	1,02010	0,000103140	0,76500
95	0,000386810	0,86062	0,000438380	0,61686	0,000176640	0,78107
97	0,000711460	0,83071	0,002754400	0,65343	0,000714550	0,65465
98	0,000464710	0,48087	0,001685600	0,24514	0,000605800	0,78232
104	0,000274430	1,01170	0,000410180	0,71167	0,000449420	0,80521
133	0,000345270	1,24430	0,002106700	1,23740	0,000428550	1,02660
149	0,001210100	0,68950	0,002209800	1,47360	0,001211300	0,91469
157	0,000513950	0,84909	0,002054800	0,54341	0,000280380	0,78546
158	0,000513290	0,87413	0,002138100	0,86730	0,000566000	0,86668
159	0,000716790	0,81715	0,000409160	0,84169	0,000211440	0,73994
160	0,000510990	0,82718	0,001006200	0,51163	0,000345750	0,66089
163	0,000765750	0,88607	0,001107400	0,71869	0,000741850	0,67789
174	0,000571890	0,96580	0,001177200	0,73200	0,000056624	0,90693
191	0,000057941	0,85746	0,000640300	0,66141	0,000291120	0,76513
212	0,000262300	0,66213	0,000877410	0,60079	0,000092321	0,64322
214	0,000318400	0,69903	0,000410710	0,63256	0,000152160	0,61749
217	0,000400690	0,84239	0,000998920	1,33830	0,000000185	0,83955
218	0,000741000	0,68979	0,002173800	0,65990	0,000321730	0,73327
219	0,000534150	1,19960	0,002081500	2,10090	0,000116070	1,11530



Şekil 3.8: 32 çoklu CDP'de ki BSR seviyeleri için 3 Yöntem ile Elde Edilen Sıfır Ofset ve Eğim Değerlerinin Frekans Histogramı

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda yine Matlab programı yardımıyla Çizelge 3.2'de gösterilen tüm değerlerden hesaplatılan istatistiksel bilgiler Çizelge 3.3'te gösterilmiştir. Minimum, maksimum, ortalama, medyan, mod, standart sapma değerlerinin gösterildiği bu çizelge frekans histogramları ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir. Düz çözüm modelleme aşamasına geçişte ortamı temsil eden A katsayısı yani sıfır ofset (P empedans) değeri ve B katsayısı yani eğim değeri için belirlenmesinde en uygun değer olarak bu değerlerin ortalama değerlerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 3.3: 32. çoklu CDP'de ki BSR Seviyesinde Pik Okuma, Enerjinin ve Alanın Hesaplanması Yöntemleriyle Elde Edilen AVO parametreleri istatistikleri

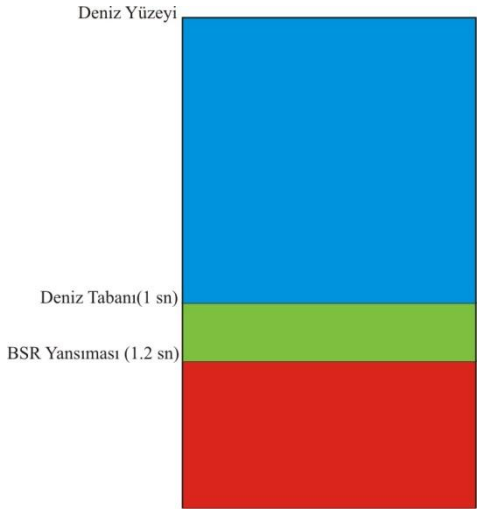
statistics	pik egim	pik sifir ofset	enerji egim	enerji sifir ofset	alan egim	alan sifir ofset
min	0,000057941	0,48087	0,000068651	0,17933	0,000000185	0,36876
max	0,001210100	1,32980	0,002964400	2,10090	0,001777300	1,11530
mean	0,000503810	0,87147	0,001236800	0,79311	0,000407750	0,78414
median	0,000512140	0,84574	0,001022000	0,72535	0,000306430	0,78389
mode	0,000057941	0,48087	0,000068651	0,17933	0,000000185	0,36876
std	0,000266470	0,18795	0,000834050	0,37936	0,000380010	0,13570
range	0,001152200	0,84893	0,002895700	1,92160	0,001777100	0,74654

3.3 Düz Çözüm Modelleme

AVO analizinin son aşaması olan düz çözüm modelleme aşamasında Matlab programında yazılan kod yardımıyla ortam parametrelerinin Shuey yaklaşımı ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle ortamı temsil eden bir model oluşturulup (Şekil 3.9) bu model üzerinden istatistiksel değerlendirme sonucu elde edilen ve ortamı temsil eden A katsayısı (sıfır ofset değeri) ve B katsayısı (eğim) değerinden yansıma katsayısı hesaplanmıştır. Daha sonra Matlab programında yazılan kod yardımıyla 10000 farklı değerde hesaplanan A ve B katsayıları ile yansıma katsayıları hesaplanıp bu iki değerden hata hesabı yapılmıştır. En küçük hata için yapılan sıralandırmanın ardından ortamın sismik parametreleri elde edilmiştir.

3.3.1 Model oluşturulması

Seçilen 32 çoklu CDP'nin incelenmesinin ve çalışma alanında gözlemlenen BSR seviyesinin bulunduğu jeolojik yapı göz önüne alınarak Şekil 3.9'da görülen model oluşturulmuştur. Bu modelde deniz yüzeyinin 1 saniye altı deniz tabanı olarak alınırken deniz tabanının 0,2 saniye altında BSR seviyesi olarak belirlenmiştir. Bu modelde yansıma katsayılarının hesaplanması için deniz yüzeyine hız analizi sonuçları da göz önünde bulundurularak 1450 m/sn ve deniz tabanı ile BSR seviyesi arasına 1500 m/sn hız atanmıştır.

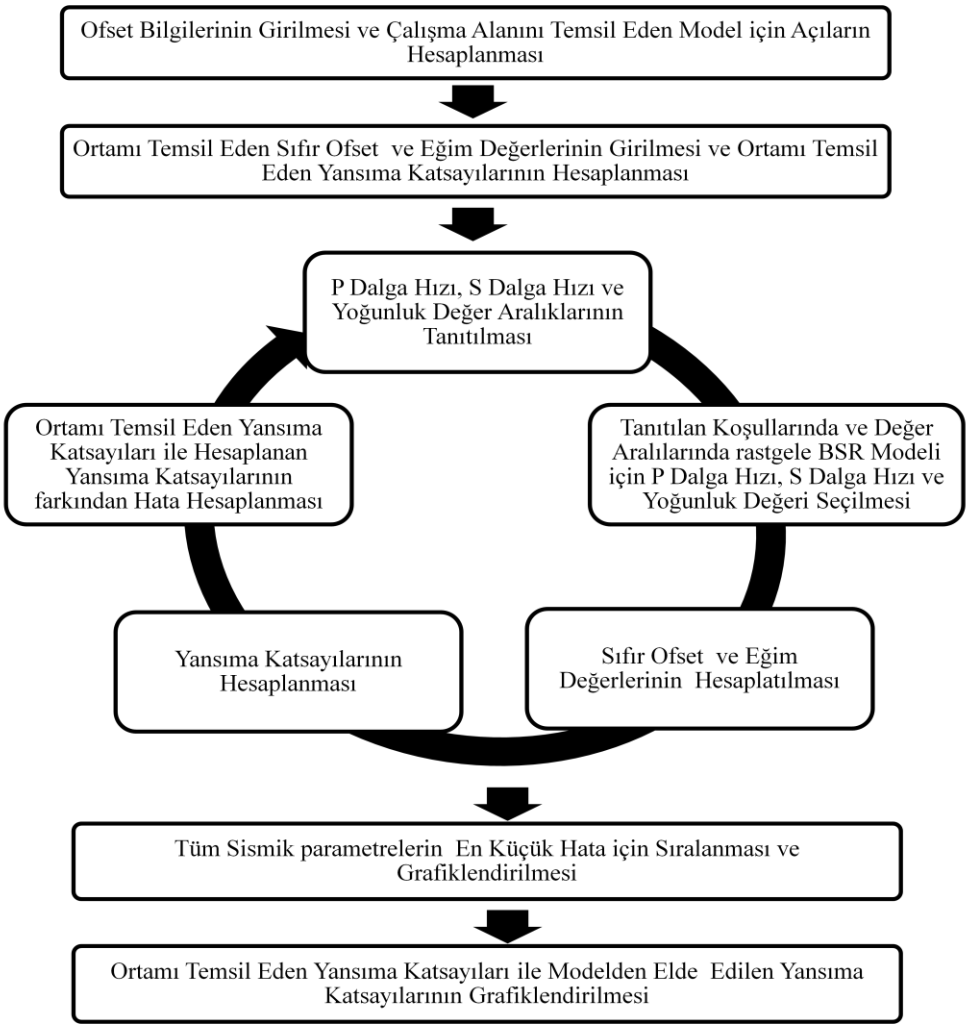


Şekil 3.9: Ortamı Temsil Eden Model

Matlab programında hazırlanan ve akış şeması Çizelge 3.4'te gösterilen kodda öncelikle ofset bilgilerinin girilerek çalışma alanını temsil eden model için açıların hesaplatılmıştır. Ortamı temsil eden sıfır ofset ve eğim değerlerinin ve açıların tanıtılmasının ardından ortamı temsil eden yansıma katsayıları hesaplanmıştır. Daha sonra oluşturulan döngü ile P dalga hızı, S dalga hızı ve yoğunluk değer aralıklarının tanıtılmıştır. Ortamı temsil eden sıfır ofset değeri 0,8 ve eğim değeri 0,0005 olarak alınmıştır. P dalgası için 0 – 3500 m/sn ve S dalgası için 0 – 2000 hız aralığı seçilirken yoğunluk için 1,7 – 2,7 g/cm^3 lük bir aralık seçilmiştir. Bu aşamadaki seçimlerden önce, sedimanter birimler için bu değerlerin modellenmesi yapılan birçok çalışma (Sain, 2000, Andreassen, 1997, Ostrander,1982 ve Castagna,1985) araştırılmasının ve incelenmesinin ardından bu aralıklar belirlenmiştir. Daha sonra yapılan araştırmalarda sedimanter birimler içinde sismik parametrelerin birçok denklemle ilişkilendirildiği görülmüş olup bu ilişkilendirmelerden bu aşamada yararlanılmamasına karar verilmiştir (Castagna, 1985). Daha sonra BSR seviyesinin altındaki ortam için seçilen sismik parametrelerin üst ortam parametrelerinden büyük olması koşulu programa tanıtılmıştır. Tanıtılan bir diğer koşul ise S dalga hızlarının P dalga hızlarından küçük olması koşuludur. Daha bu model için sonra 10000 tane rastgele dalga hızı, S dalga hızı ve yoğunluk değeri seçilmesi sağlanıp bu değerler ile sıfır ofset ve eğim değerleri hesaplatılmıştır. Hesaplanan sıfır ofset, eğim ve açı değerleri ile yansıma katsayılarının hesaplanmasının ardından ortamı temsil eden yansıma katsayıları ile farkı alınarak hata hesabıyla döngü tamamlanmıştır. Tüm sismik parametrelerin en küçük hata için sıralanması ve grafiklendirilmesi ile elde edilen sonuçlar değerlendirilip ortamın sismik parametreleri belirlenmiştir.

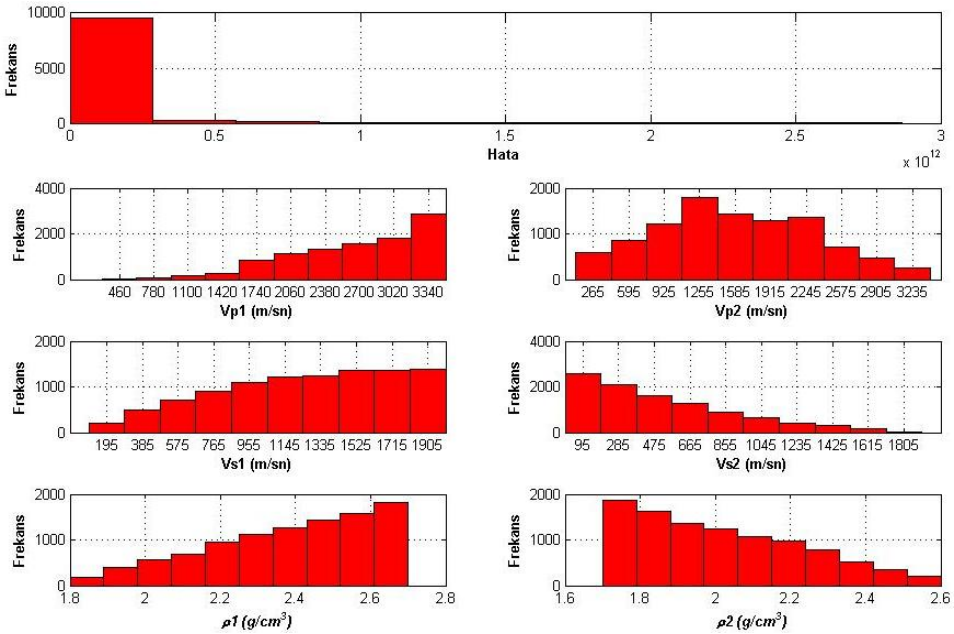
Matlab kodunun çalıştırılmasının ardından elde edilen A (sıfır ofset) değerleri ile ortamı temsil eden sıfır ofset değerleri karşılaştırıldığında büyük farklılıklar bulunmuştur. Bu aşamada gerçek sıfır ofset değerlerinin göreceli değerler olması ve mutlak değerlerinin belirlenememesinden dolayı bu değerler ile karşılaştırma yapılamayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Hem model hem de ortamı temsil eden değerin sıfır ofset değerleri normalize edilerek bu sorun göz ardı edilmiştir. İstatistiksel çalışma ile ortaya koyulan sonuç doğrultusunda daha tutarlı ve güvenilir olan sıfır ofset değerlerinin etkisi elemine edilirken, daha az tutarlı ve güvenilir olan eğim değerleri ile modellemeye gidilmiştir.

Çizelge 3.4: Matlab programıyla hazırlanan ve Modelleme için kullanılan kodun akış şeması



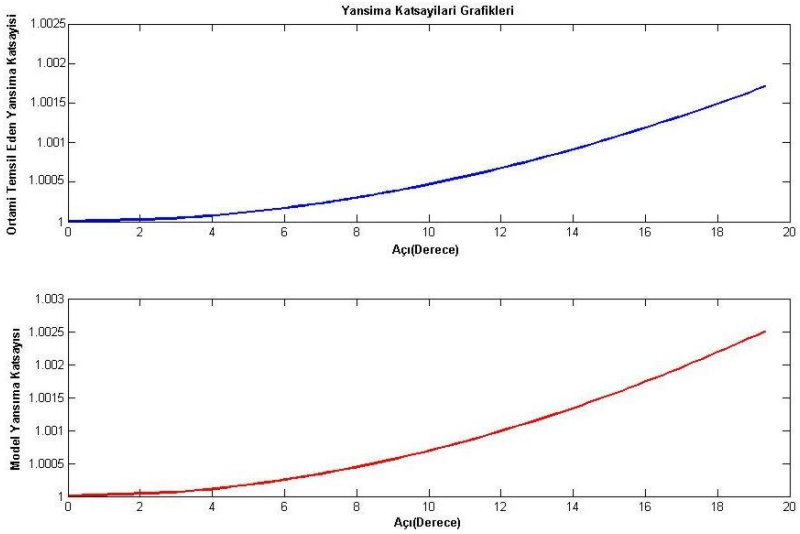
3.3.2 Model değerlendirilmesi ve yorumlanması

Ortamı temsil eden modelin ofset, derinlik, yansıma açısı, sıfır ofset, eğim değerleri belirlendikten sonra Matlab programında ki kodda (Çizelge 3.4) tanıtılmıştır. Shuey yaklaşım denklemleri kullanılarak ortam parametrelerinden oluşan model yansıma katsayı için gerekli denklemlerinde tanıtılmasının ardından 10000 değer için program çalıştırıldı. Buradan elde edilen sonuçlardan hatanın kare ortalaması hesaplatılarak bu tüm değerler en küçük hata değeri için sıralatıldı. Bu işlem sonucunda hesaplanan en küçük hata değeri $6{,}049132.10^{15}$ olarak elde edilirken bu hata değeri için bulunan ortama ait sismik parametreler ilk ortam için P dalga hızı 2400 m/sn, S dalga hızı 1800 m/sn ve yoğunluk 2,7 g/cm^3 iken ikinci ortam için P dalga hızı 1700 m/sn, S dalga hızı 1400 m/sn ve yoğunluk 1,9 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Tüm değerlerden oluşan frekans histogramları Şekil 3.10 da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Sismik Parametrelerin Frekans Histogramı

Frekans histogramlarında hata, 1. ortam ve 2. ortam parametrelerinin dağılımları görülmektedir. İlk ortam için bulunan değerler düzgün bir artış gösterirken 2 ortam için P dalgasında ki normal dağılım dışında azalan değerler göstermektedir. Elde edilen P ve S dalgalarının hız değerleri beklenen değerler olup az tutarlı eğim değerleri üzerinden yapılan modelleme sonucu elde edilen yoğunluk değerleri beklenen yüksek değerlerdedir. Bu değerlerden yola çıkışla çizdirilen açıya bağlı yansıma katsayıları Şekil 3.11'de gösterilmektedir. Değişimin küçük oranlarda olması hata payını küçük değerlerde çıkmasına sebep olmuştur.



Şekil 3.11: Ortamı Temsil Eden ve Model Yansıma Katsayıları

4. TARTIŞMALAR VE SONUÇLAR

Batı Karadeniz'de Akçakoca-Kurucaşile arasında 1998 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Cambridge Üniversitesi ve Maden Tetkik Arama işbirliğiyle MTA Sismik – 1 gemisi kullanılarak yapılan çalışmanın sismik yansıma verileri kullanılmış olup bu veriler gerekli sismik veri işlem ile AVO analizine hazırlanmıştır. Yapılan sismik veri işlem esnasında CDP düzeninden çoklu CDP düzenine geçiş, AVO analizi için çok büyük öneme sahip olduğu belirlenmiştir. çoklu CDP düzenine geçirilen verilerde yapılan hız analizinin detaylı ve doğru olması ayrıca büyük bir önem taşımaktadır. Bu iki aşamada olumlu sonuçlar elde edilmesi sismik verinin sinyal / gürültü oranını arttırmış olup yansıma seviyeleri sürekliliklerini daha iyi belirlenebilir hale getirmiştir. Diğer bir önemli veri işlem aşaması olan DMO düzeltmesi ile yansıma zamanı farklılıkları düzeltilmiştir. Bu aşamada elde edilen başarı hız analizinin doğruluğunu doğrudan etkilemiştir. Sismik veri işlemde son önemli aşama olan genlik düzeltmesi de diğer işlemler aşamalar gibi başarıyla sonuçlandırılmış olup elde edilen olumlu sonuçlar ile BSR seviyelerinin AVO analizi için seçim aşamasına gelinmiştir.

BSR seviyesinin dalgacık şeklinin belirlenmesi ve BSR seviyelerinin seçimi aşamaları, genlik düzeltmesinin olumlu sonuçlanması ile daha kolay bir hale gelmiştir. BSR seviyesinin dalgacık şeklinin belirlenmesinde, BSR seviyelerine yakın ve güçlü yansıtıcıların girişim yapmaması, BSR seviyelerindeki sürekliliğin gözlemlenmesi ve sinyal / gürültü kalitesi iyi olması göz önünde bulundurulmuştur. Deniz tabanı yansımasına kıyasla BSR seviyesinin negatif yansıma katsayısına dolayısıyla ters polariteye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçtan yola çıkılarak BSR seviyesinde hız ve yoğunluk düşmesi olduğu belirlenmiştir. Bu tespit, BSR seviyesinin önemli bir özelliği olup varlığının doğrudan tespiti anlamına gelmektedir BSR seviyelerinin seçimi aşamasında Şekil 2.46'da görüldüğü gibi hattın incelenen alanının büyük bir bölümünde deniz tabanına paralel, deniz tabanın yaklaşık 0,2 saniye altında deniz tabanını taklit eden yapıda olan BSR seviyesi belirlenmiştir. Bu seçimde 263 çoklu CDP üç aşamalı elemeden geçirilmiştir. İlk aşamada Disco –

Focuc programında seçim yapılarak tespit edilen 103 BSR seviyesinin verisi Windows ortamına aktarılmıştır. Matlab programında yazılan kod ve rutin ile bu 103 BSR seviyesi çizdirilerek AVO analizi için 47 BSR seviyesi belirlenmiştir. Son aşamada AVO analizi için belirlenen pik okuma, enerjinin ve alanın hesaplanması yöntemleriyle, ofsetle genlik değişimleri çizdirilen BSR seviyelerinin sayısı 32'ye düşürülmüştür.

AVO analizinde öncelikle Zoeppritz denklemleri incelenerek bu analiz için en uygun yaklaşım olarak Shuey yaklaşımı belirlenmiştir. Ortam için açıların hesaplanmasıyla Shuey yaklaşım denklemlerinde kritik açılara ulaşılmadığının belirlenmesinin ardından bu denklemler basitleştirilerek doğru denklemi olarak kullanılmıştır. Kullanılan doğru denkleminde katsayıların sıfır ofset ve eğim değerlerine eşit olduğu belirlenip bu doğru denklemlerinin ortamın sismik parametreleri cinsinden denklikleri saptanmıştır. Başlangıç olarak AVO analizinde 32 BSR seviyesi için üç farklı yöntemle genliklerin ofsetle değişi çizdirilmiştir ve bu değerlerin üzerine doğrular çakıştırılmıştır. Bu doğruların denklemlerinin belirlenmesi ile AVO parametreleri belirlenmiş olup elde edilen sıfır ofset ve eğim değerleri istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Bu istatistiksel çalışma sonucunda sıfır ofset değerlerinin tutarlı ve güvenilir olduğu, bunun aksine eğim değerlerinin daha az tutarlı ve güvenilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Son aşamada yapılması planlanan modelleme için Matlab programında yeni bir kod yazılmıştır. Bu kodda modellenen ortam için gerekli bilgiler ve Shuy yaklaşım denklemleri girilmiştir. Ortam parametrelerinin rastgele ve çok sayıda atanmasıyla koşturulan model sonucunda BSR seviyelerden belirlenen sıfır ofset değerlerinin göreceli değerler olması modelleme aşamasında kullanılamayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Daha az tutarlı ve güvenilir olan eğim değerleri üzerinden yapılan modelleme ile ortam parametreleri ilk ortam için P dalga hızı 2400 m/sn, S dalga hızı 1800 m/sn ve yoğunluk 2,7 g/cm^3 iken ikinci ortam için P dalga hızı 1700 m/sn, S dalga hızı 1400 m/sn ve yoğunluk 1,9 g/cm^3 olarak bulunmuştur.

KAYNAKLAR

Andreassen, K., Hart, P. E. ve MacKay, M., 1997, Amplitude versus offset modeling of the bottom simulating reflection associated with submarine gas hydrates. Marine Geology, 137, 25-40.

Angerer, R. H. ve Richgels, H. J., 1990. Reservoir states and elastic parameters: Factors which affect reflection AVO: 60nd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, Vol. 9, 1537-1538.

Burianyk, M. ve Pickford S., Calgary, 2000. Amplitude-Vs-Offset and Seismic Rock Property Analysis: A Primer, CSEG Recorder, Vol. 25, No. 9, 4-14.

Castagna, J. P., 1993. AVO–Tutorial and Review, in *Offset-dependent reflectivity–Theory and Practice of AVO Analysis*, Vol 8 of Investigations in Geophysics Series, 3-36, Eds. Castagna, J. P. and Backus, M. M., Soc. Expl. Geophys., Tulsa.

Castagna, J. P., Batzle, M. L. ve Eastwood, R. L., 1985. Relationships between compressional-wave and shear-wave velocities in elastic silicate rocks, Geophysics, Vol. 50, No. 4, 571-581.

Castagna, J. P., Batzle, M. L. ve Kan, T. K., 1993. Rock physics–The link between rock properties and AVO response, in *Offset-dependent reflectivity–Theory and Practice of AVO Analysis*, Vol 8 of Investigations in Geophysics Series, 135-171, Eds. Castagna, J. P. and Backus, M. M., Soc. Expl. Geophys., Tulsa.

Çifçi, G., Dondurur, D. ve Ergün, M., 2002. Sonar and High Resolution Seismic Studies in the Eastern Black Sea Basin, Turkish Journal of Earth Sciences, Vol. 11, 61-81.

Costain, J. K. ve Çoruh, C., 2004. Basic theory of exploration seismology, Elsevier's Handbook of geophysical exploration. Seismic exploration, 0950-1401, v. 1, Elsevier, Amsterdam.

Damcı, E., 2004. Bartın-Amasra açıklarında deniz sismiği verilerinin derinlik ortamında göç uygulamaları ve bölge jeolojisi ile ilişkilendirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Deregowski, S. M., and F. Rocca., 1981. Geometrical optics and wave theory of constant offset sections in layered media. Geophysical Prospecting 29:374-406.

Demirbağ, E., 1990. Estimation of Seismic Parameters from Multifold Seismic Reflection Data by Generalized Linear Inversion and Bootstrapping, *PhD Thesis*, Virginia Tech, Blacksburg, VA.

Dey-Sarkar, S. K., Svatek, S. A. ve Crewe, O. V., 1986. Prestack analysis: data processing: 56nd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Expanded Abstracts, Vol. 5, 339-341.

Domenico, S. N., 1974, Effect of water saturation on seismic reflectivity of sand reservoirs encased in shale: Geophysics. 39,759-769.

Dondurur, D., 2009. Deniz Sismiğinde Veri İşlem, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Egitim Yayınları, No:11, Kızılay, Ankara.

Downton, J. E., Russell, B. H. ve Lines, L. R., 2000. AVO for managers: pitfalls and solutions, CREWES Research Report- Vol.12, 46.

Dutta, N. C. ve Dai, J., 2009. Exploration for gas hydrates in a marine environment using seismic inversion and rock physics principles, The Leading Edge, Vol. 28, No:7, 792-802.

Dvorkin, J., Nur, A., Uden, R. ve Taner, T., 2003. Round Table: Rock physics of a gas hydrate reservoir, The Leading Edge, Vol. 22, No:9, 842-847.

Fatti, J. L., Smith, G. C., Vail, P. J., Strauss, P. J., ve Levitt, P. R., 1994. Detection of gas in sandstone reservoirs using AVO analysis: A 3-D seismic case history using the Geostack technique, Geophysıcs, Vol: 59, No: 9, 1362-1376.

Gadallah, M. R. ve Fisher, R. L., 2005, Applied seismology : a comprehensive guide to seismic theory and application**,** Pennwell, Tulsa, OK.

Grauls, D., 2001. Gas hydrates: importance and applications in petroleum exploration. Marine and Petroleum Geology, Vol. 18, 519-523.

Kvenvolden, K. A., 1993. Gas hydrate - geological perspective and global change. Reviews of Geophysics, Vol. 31, 173–187.

Kvenvolden, K. A., 1999. Potential effects of gas hydrate on human welfare. Proceedings of the National Academy of Science, Vol. 96, 3420-3426.

Martinez, R., 1992. Constrained Seismic Data Processing Sequence for AVO Analysis Including a Case History: 62nd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophy., Expanded Abstracts, Vol. 11, 835-838.

Max, M. D., ve Dillon, W. P., 1998. Oceanic methane hydrate: the character of the Blake Ridge hydrate stability zone and the potential for methane extraction. Journal of Petroleum Geology, Vol. 21, 343-357.

Milkov, A.V., ve Sassen, R., 2002. Economic geology of offshore gas hydrate accumulations and provinces. Marine and Petroleum Geology, Vol. 19, 1-11.

Ostrander, W. J., 1982, Plane-wave reflection coefficients for gas sands at nonnormal angles of incidence: 52nd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophy., Expanded Abstracts, Vol. 1, 216-218.

Parlaktuna, M., ve Erdoğmuş, T., 2001. Natural Gas Hydrate Potential of the Black Sea. Energy Sources,Vol. 23, 203-211.

Resnick, J. R., 1988. Seismic data processing for amplitude-versus-offset analysis: 58nd Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., Vol. 7, 1354.

Rutherford, S. R. ve Williams, R. H., 1989, Amplitude-versus-offset variations in gas sands, Geophysics, Vol. 54, 680-688.

Pride, S. R., J. M. Harris, D. L. Johnson, A. Mateeva, K. T. Nihei, R. L. Nowack, J. W. Rector, H. Spetzler, R. Wu, T. Yamamoto, et al., 2003, Permeability dependence of seismic amplitudes: The Leading Edge, 22, 518–525.

Sain, K., Minshull, T. A., Singh, S. C. and Hobbs, R. W., 2000. Evidence for a thick free gas layer beneath the bottom simulating reflector in the Makran accretionary prism. Marine Geology, 164, (1-2), 3-12.

Schön, J. H., 1998. Physical Properties of Rocks: Fundamentals and Principles of Petrophysics, Oxford, OX, UK : Pergamon, 1998, 2nd ed . Handbook of geophysical exploration. Seismic exploration ; v. 18, 287

Spratt, R. S., Goins, N. R., and Fitch, T. J., 1984. Pseudo-Shear — The analysis of AVO: in Offset-dependent reflectivity — theory and practice: Soc. Expl. Geophys.

Shipley, T. H., Houston, M. H., Buffler, R. T., Shaub, F. J., McMillen, K. J., Ladd, J. W., ve Worzel, J. L., 1979, Seismic evidence for widespread possible gas hydrate horizons on continental slopes and rises, American Association of Petroleum Geologists Bulletin, Vol. 63, 2204-2213.

Shuey, R.T., 1985, A simplification of the Zoeppritz equations: Geophysics, Vol. 50, 609-614.

Ursenbach, C. P., 2002. Optimal Zoeppritz Approximations, CREWES Research Report. Vol. 14, 1-10.

Us, E., 2005. Sismik Yöntemler ve yorumlamaya Giriş, TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayın No:2, İstanbul

Wiggins, R., Kenny, G. S., and McClure, C. D., 1984. A method for determining and displaying the shear-wave reflectivities of a geologic formation: European patent application (Mobil Oil Corporation).

Yilmaz, O., 2008. Seismic Data Processing–DVD: processing, inversion, and interpretation of seismic data**,** Investigations in Geophysics No: 10, Ed. Stephen M. Doherty, Society of Exploration Geophysicists, Tulsa, OK.

Yu, G., 1985, Offset-amplitude variation and controlled-amplitude processing, Geophysics, Vol. 50, 2697-2708.

Zoeppritz, K., 1919, Erdbebenwellen VIIIB, On the reflection and propagation of seismic waves: Göttinger Nachrichten, I, 66-84.

Focus v5.0. Applications and Modules, References Manual and User's Guide **.** *Paradigm Geophysical*.

Focus v5.0. References Manual**.** *Paradigm Geophysical*.

Focus v5.0. User's Guide **.** *Paradigm Geophysical*.

Url-1 <*http://www.gsj.go.jp/~tana/hydrate/seismic/cdp.concept.gif, 2010*>, alındığı tarih 20.04.2010.

Url-2 < *http://www.xsgeo.com/course/acq.htm,2010*>, alındığı tarih 20.04.2010.

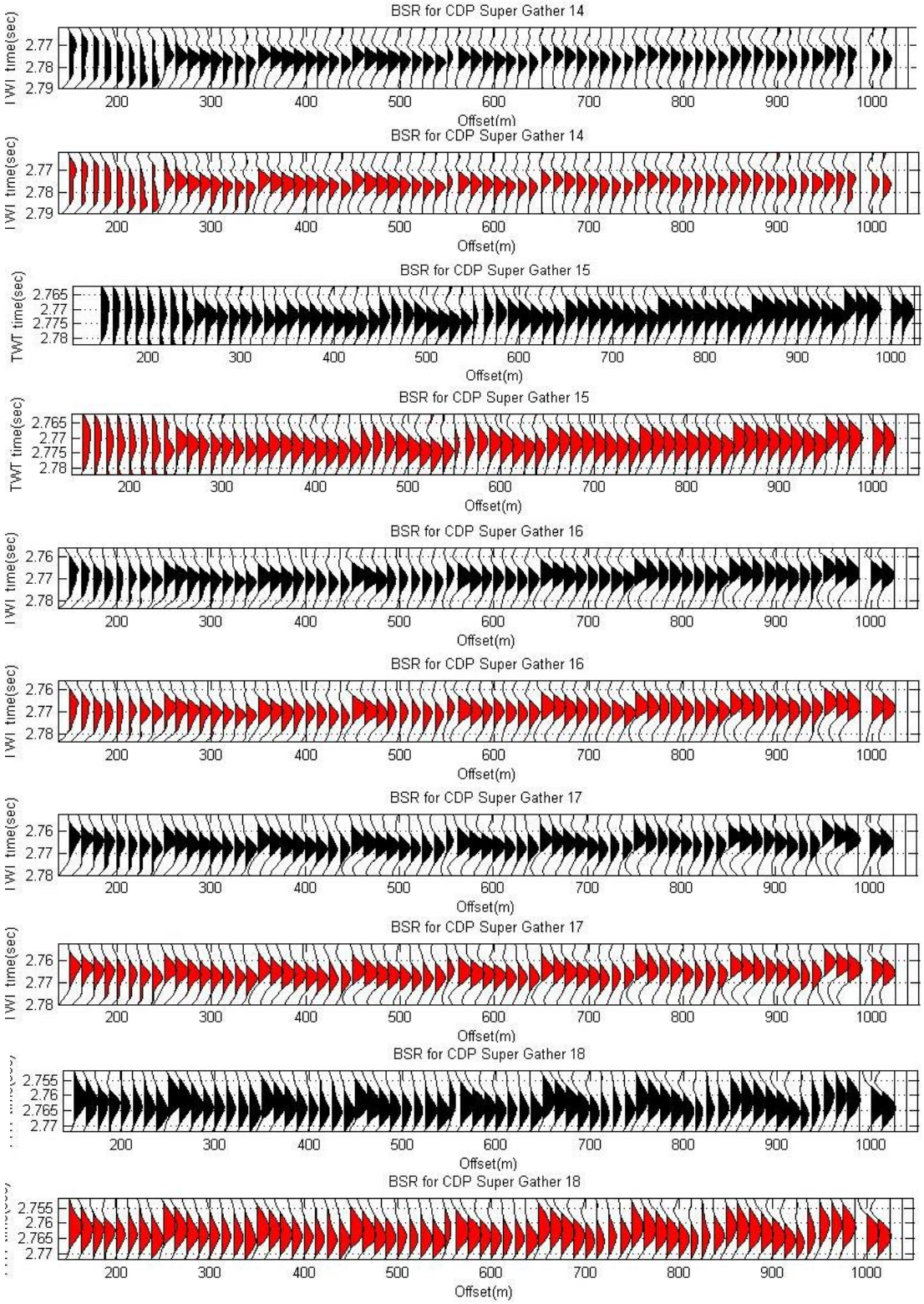
EKLER

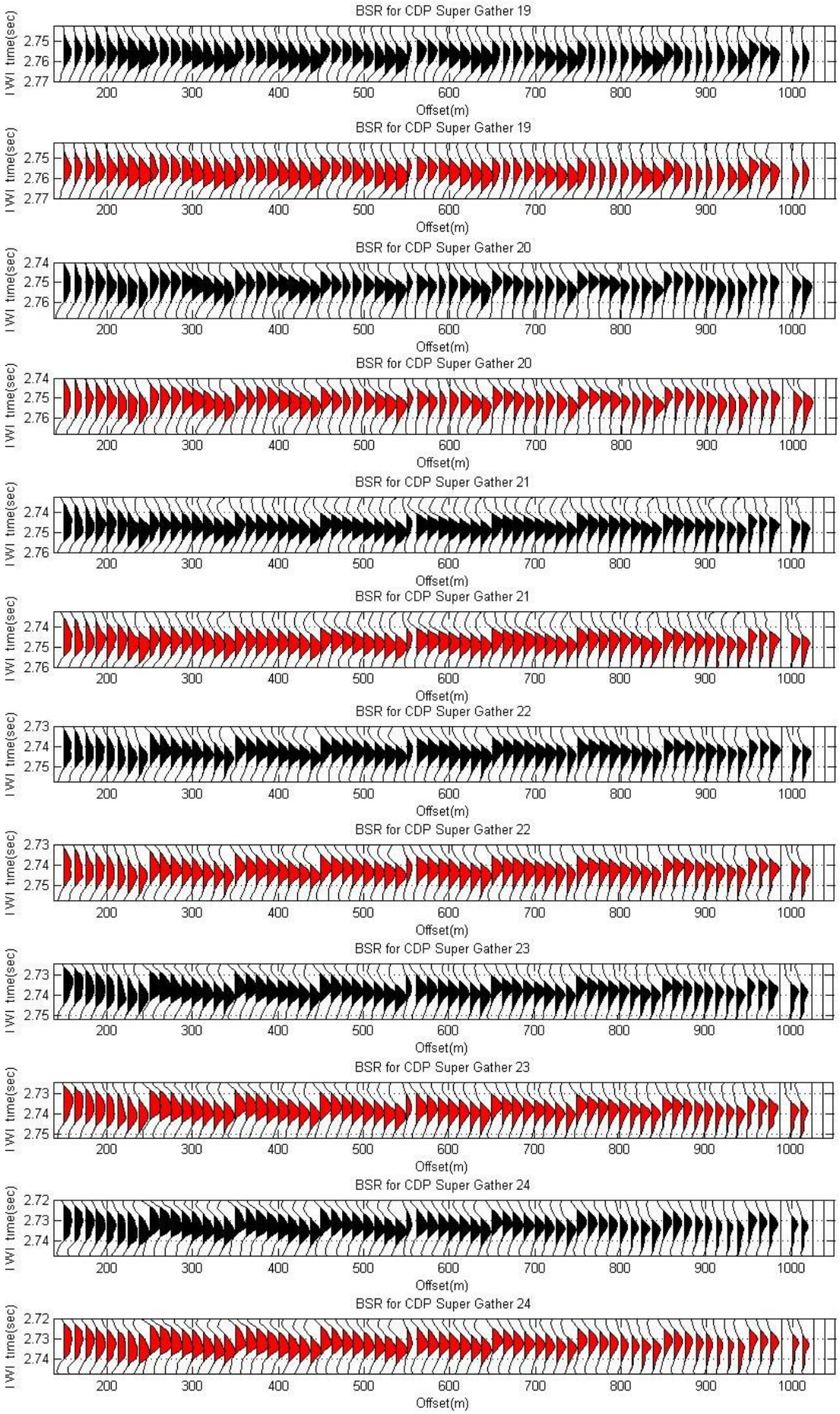
EK A.1 : 103 çoklu CDPde BSR seviyesinin Matlab programında çizdirilmesi

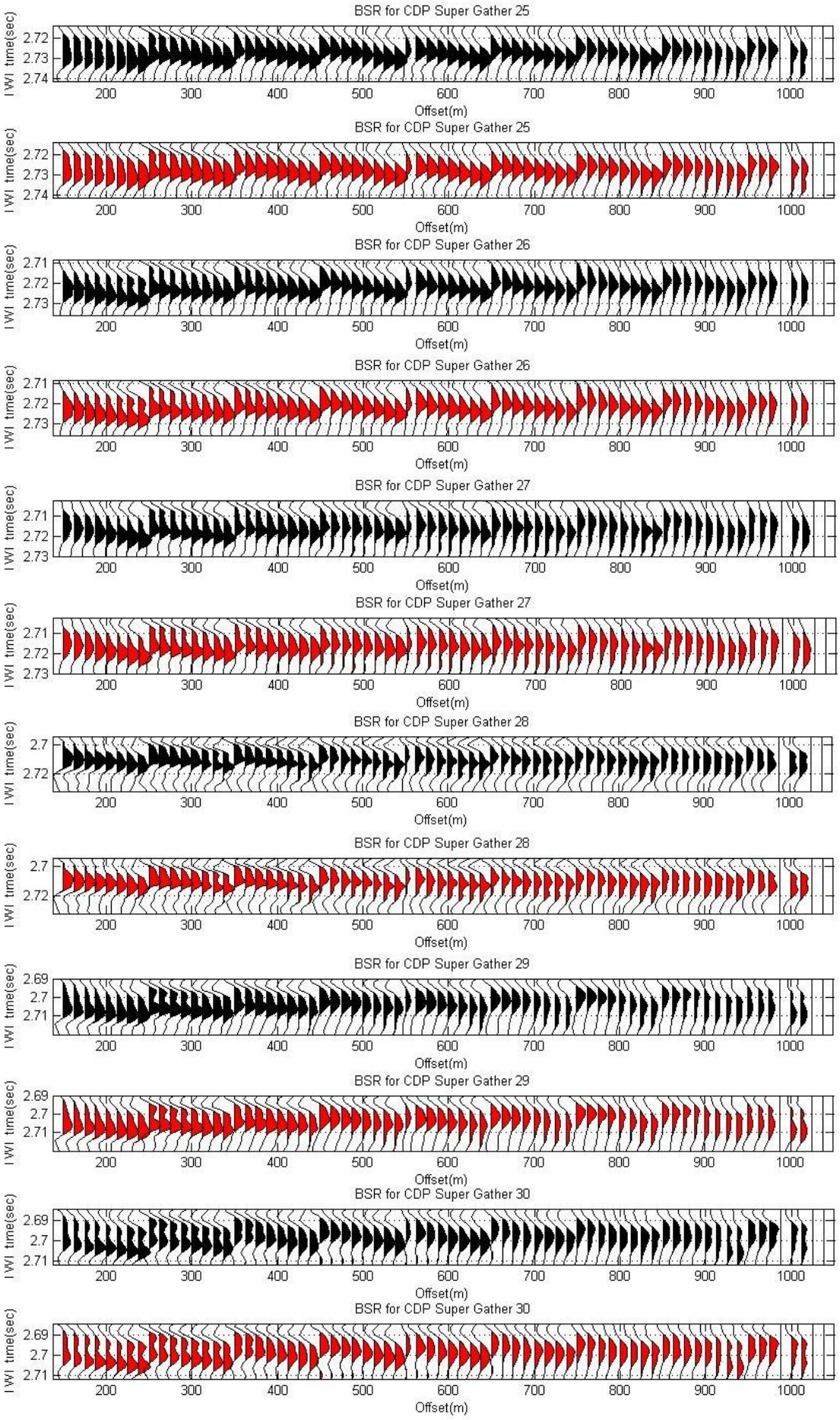
EK B.1 : Seçilmeyen 15 BSR seviyesi için 3 farklı yöntemle genkliklerin çizdirilmesi

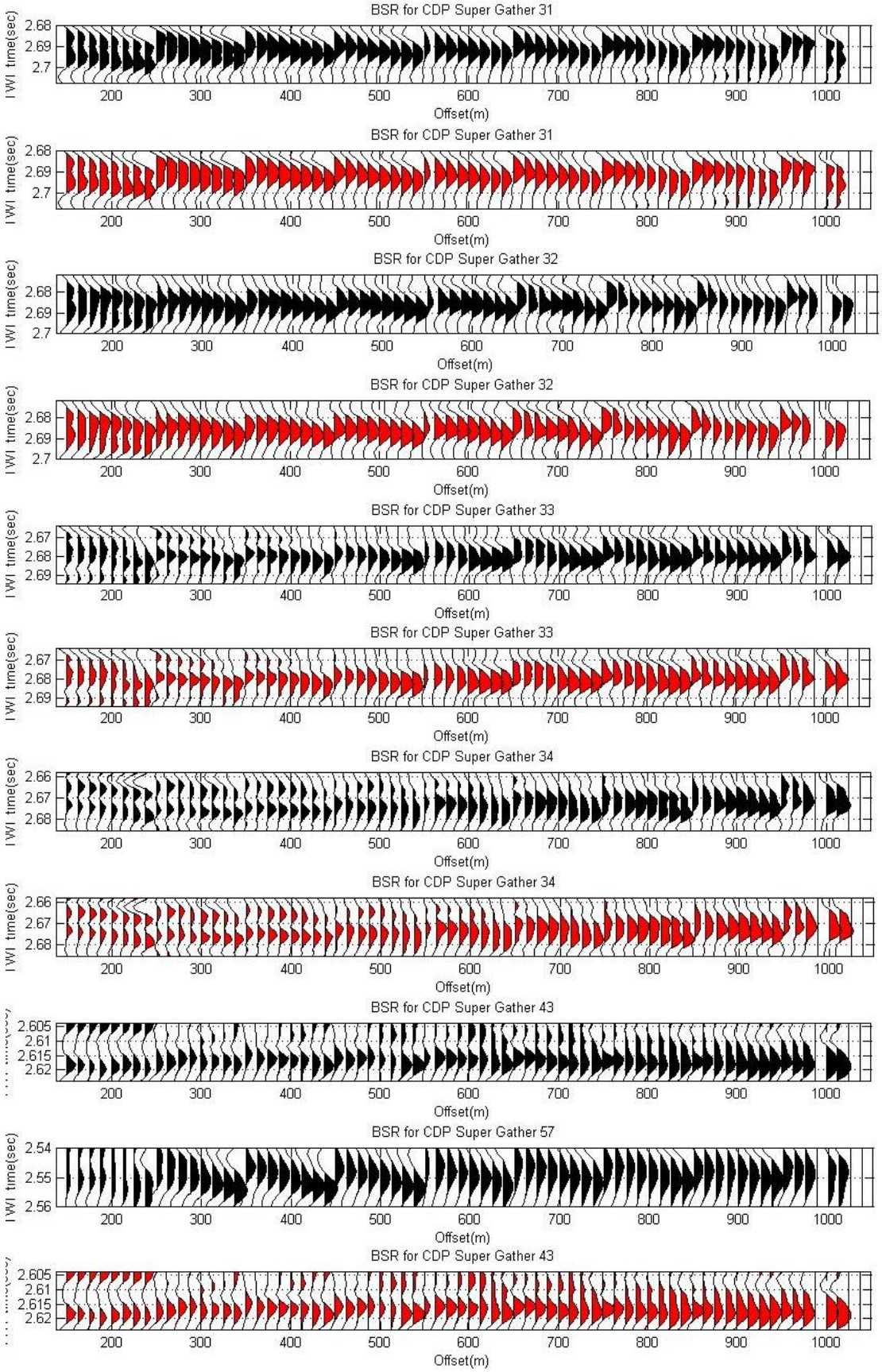
EK B.2 : Seçilen 31 BSR seviyesi için 3 farklı yöntemle çizdirilen genkliklerin ve AVO parametrelerinin belirlendiği grafiklerin görünümleri

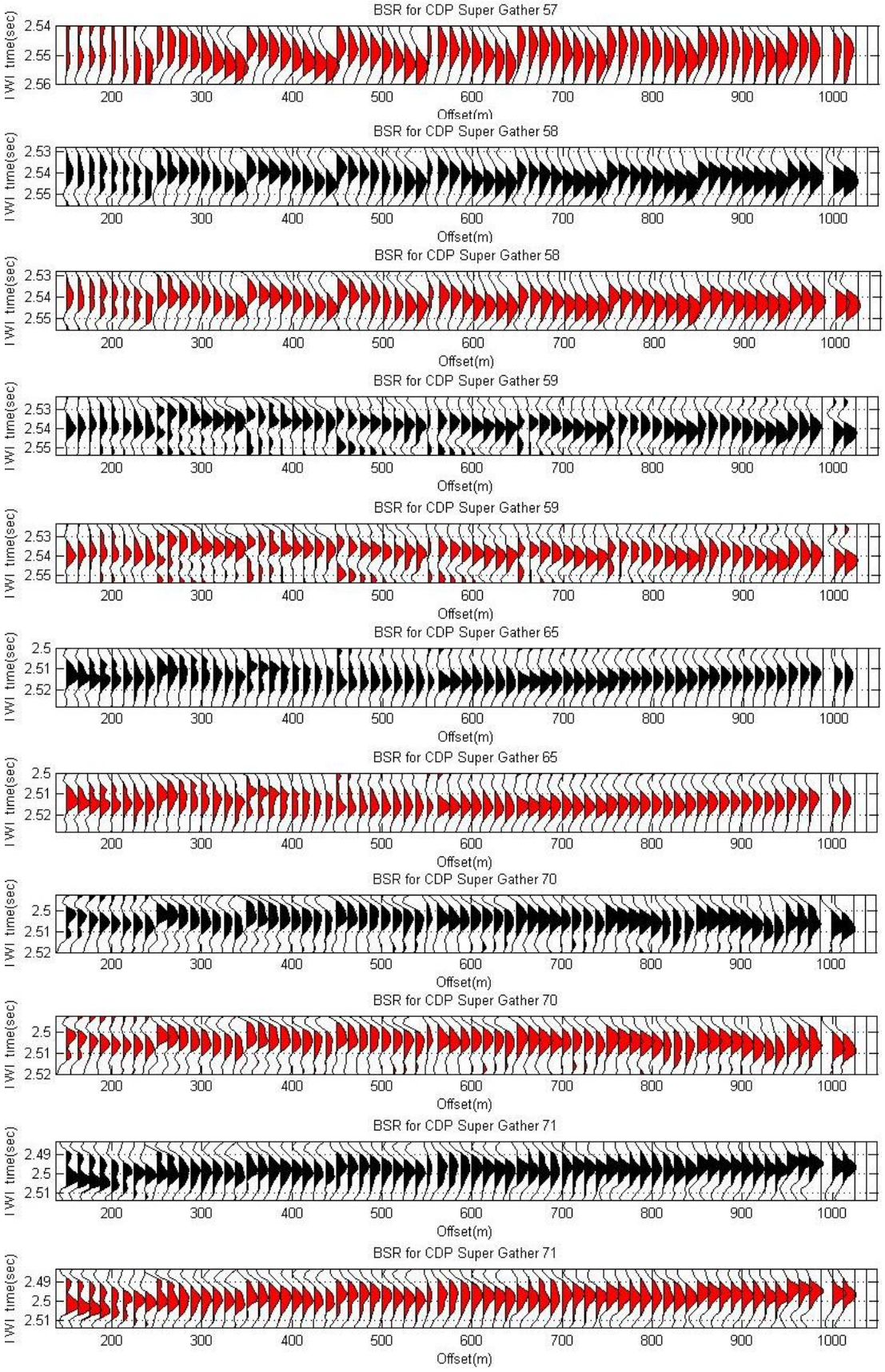
EK A.1

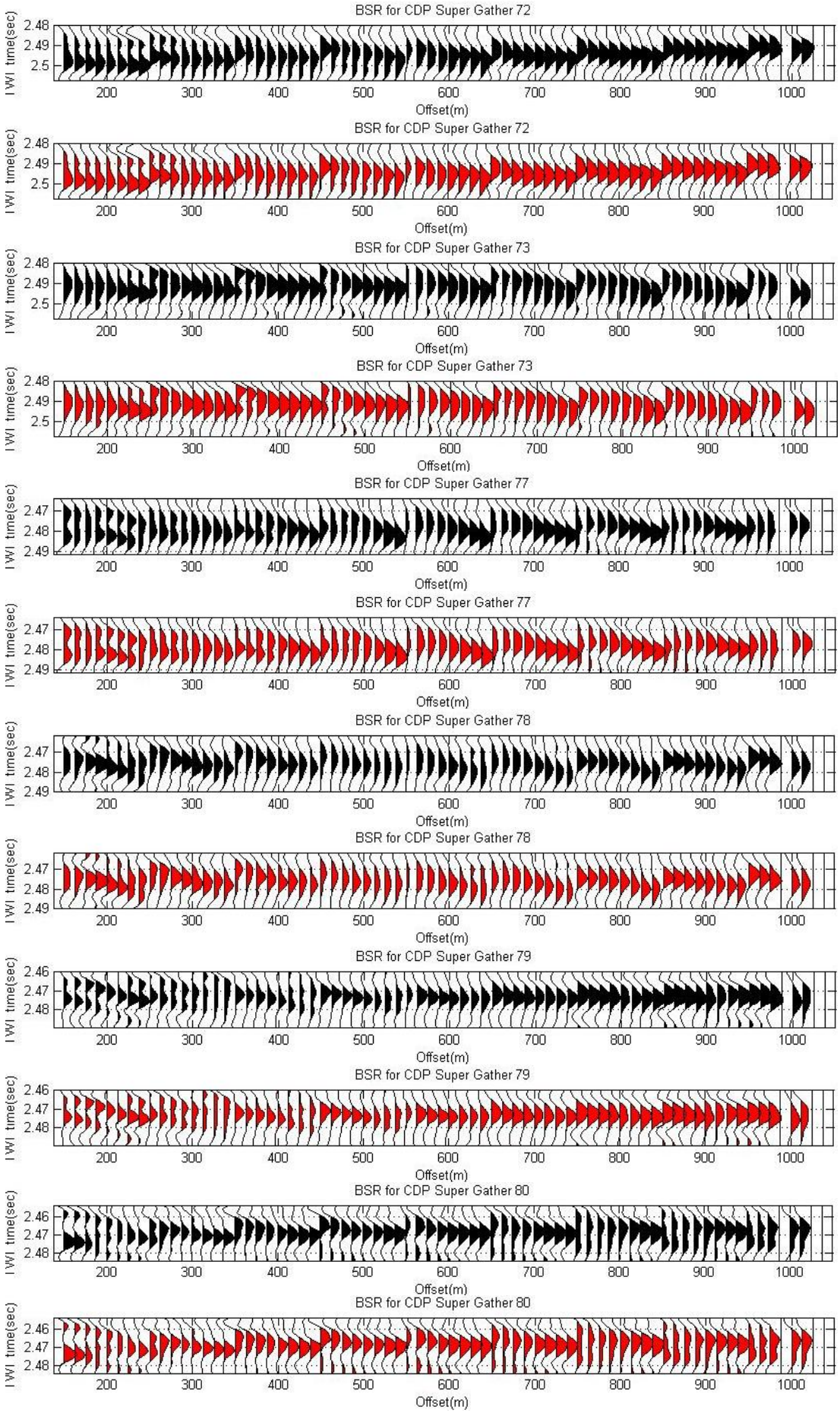

BSR for CDP Super Gather 14
TWT time(sec)
2.77
2.78
2.79
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 14
TWT time(sec)
2.77
2.78
2.79
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 15
TWT time(sec)
2.765
2.77
2.775
2.78
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 15
TWT time(sec)
2.765
2.77
2.775
2.78
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 16
TWT time(sec)
2.76
2.77
2.78
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 16
TWT time(sec)
2.76
2.77
2.78
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 17
TWT time(sec)
2.76
2.77
2.78
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 17
TWT time(sec)
2.76
2.77
2.78
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 18
2.755
2.76
2.765
2.77
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 18
2.755
2.76
2.765
2.77
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

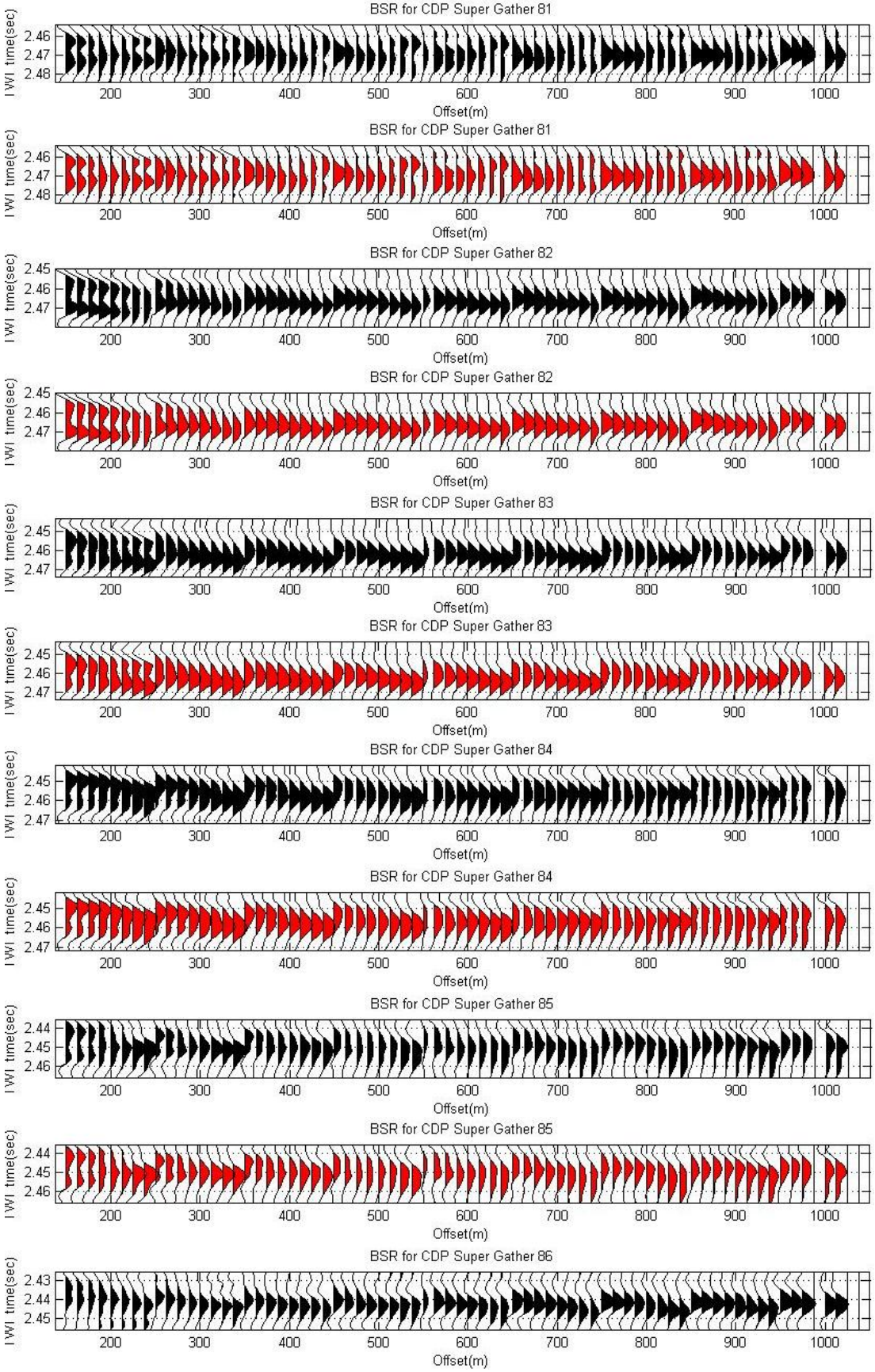

BSR for CDP Super Gather 19
IWI time(sec)
2.75
2.76
2.77
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 19
IWI time(sec)
2.75
2.76
2.77
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 20
IWI time(sec)
2.74
2.75
2.76
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 20
IWI time(sec)
2.74
2.75
2.76
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 21
IWI time(sec)
2.74
2.75
2.76
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 21
IWI time(sec)
2.74
2.75
2.76
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 22
IWI time(sec)
2.73
2.74
2.75
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 22
IWI time(sec)
2.73
2.74
2.75
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 23
IWI time(sec)
2.73
2.74
2.75
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 23
IWI time(sec)
2.73
2.74
2.75
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 24
IWI time(sec)
2.72
2.73
2.74
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 24
IWI time(sec)
2.72
2.73
2.74
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

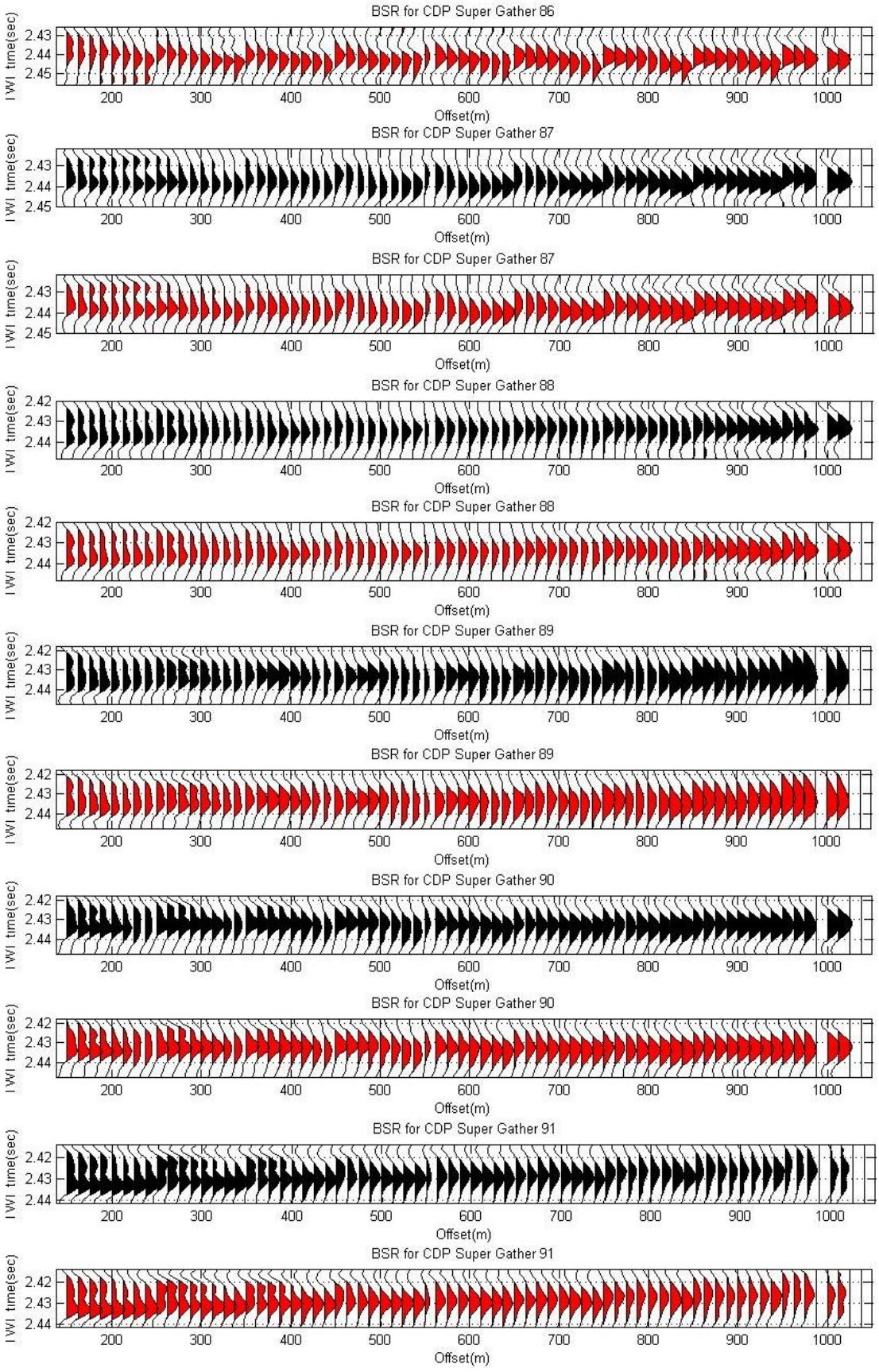

BSR for CDP Super Gather 25
TWT time(sec)
2.72
2.73
2.74
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 25
TWT time(sec)
2.72
2.73
2.74
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 26
TWT time(sec)
2.71
2.72
2.73
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 26
TWT time(sec)
2.71
2.72
2.73
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 27
TWT time(sec)
2.71
2.72
2.73
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 27
TWT time(sec)
2.71
2.72
2.73
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 28
TWT time(sec)
2.7
2.72
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 28
TWT time(sec)
2.7
2.72
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 29
TWT time(sec)
2.69
2.7
2.71
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 29
TWT time(sec)
2.69
2.7
2.71
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 30
TWT time(sec)
2.69
2.7
2.71
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 30
TWT time(sec)
2.69
2.7
2.71
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

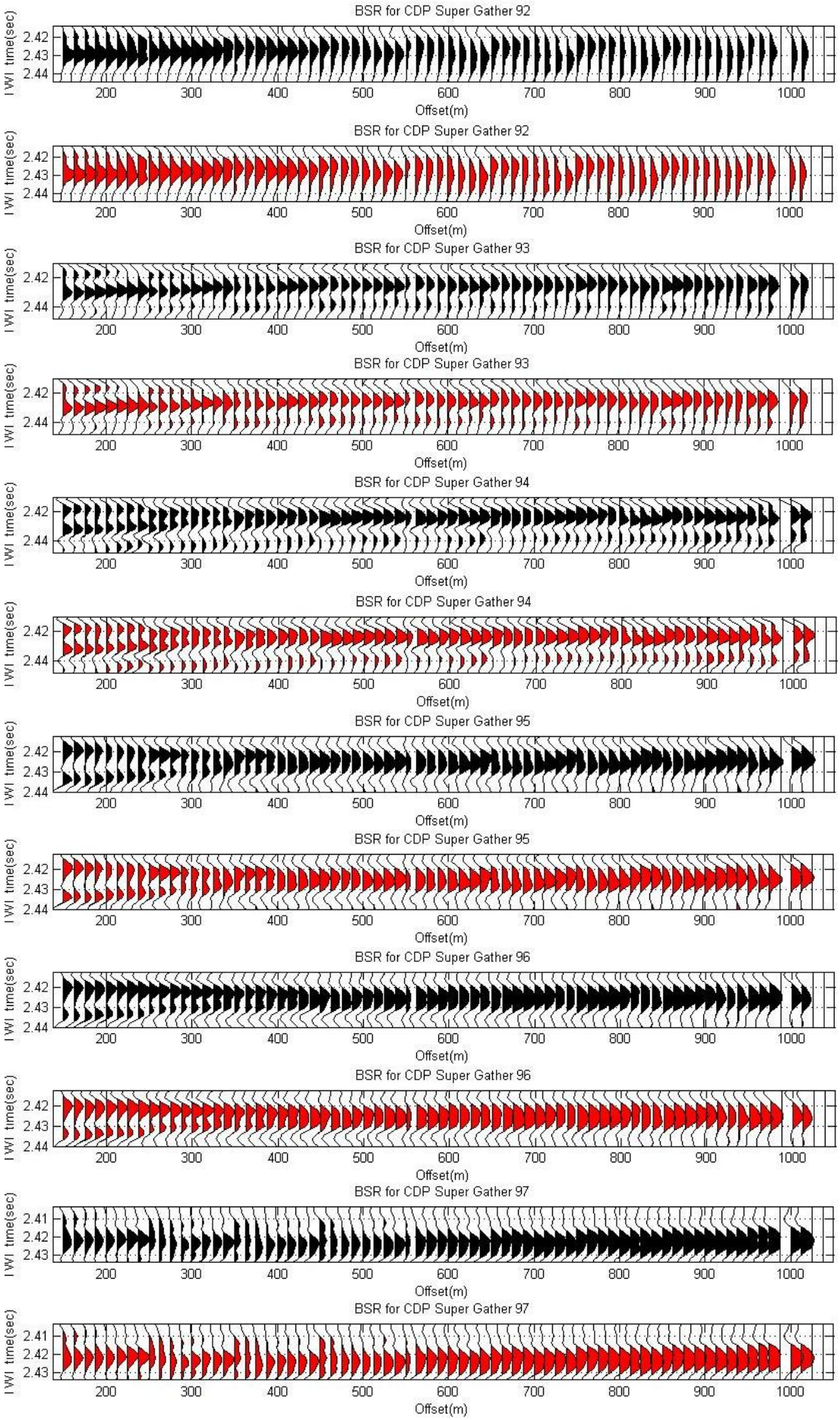

BSR for CDP Super Gather 31
IWI time(sec)
2.68
2.69
2.7
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 31
IWI time(sec)
2.68
2.69
2.7
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 32
IWI time(sec)
2.68
2.69
2.7
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 32
IWI time(sec)
2.68
2.69
2.7
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 33
IWI time(sec)
2.67
2.68
2.69
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 33
IWI time(sec)
2.67
2.68
2.69
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 34
IWI time(sec)
2.66
2.67
2.68
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 34
IWI time(sec)
2.66
2.67
2.68
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 43
IWI time(sec)
2.605
2.61
2.615
2.62
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 57
IWI time(sec)
2.54
2.55
2.56
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 43
IWI time(sec)
2.605
2.61
2.615
2.62
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

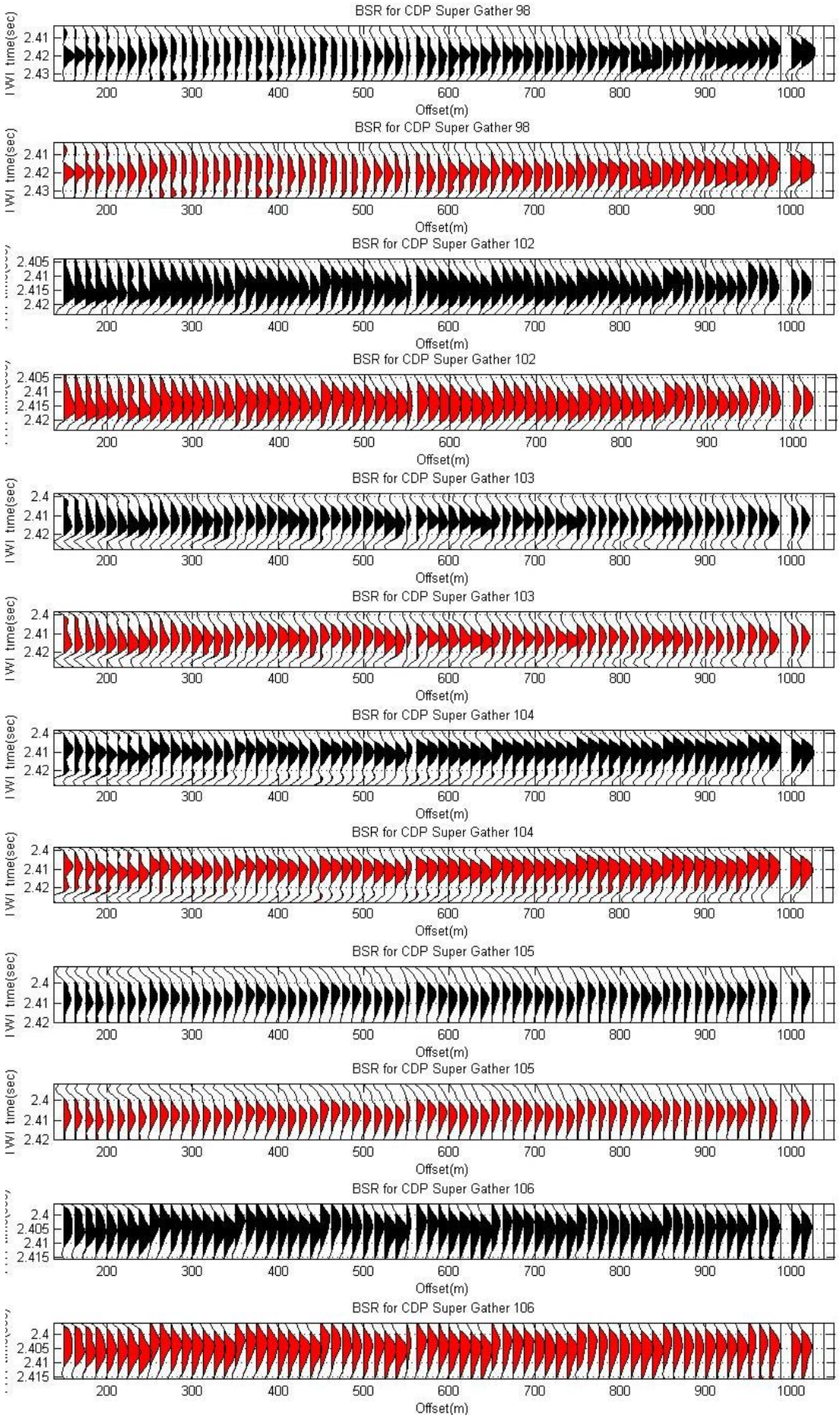

BSR for CDP Super Gather 57
IWI time(sec)
2.54
2.55
2.56
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 58
IWI time(sec)
2.53
2.54
2.55
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 58
IWI time(sec)
2.53
2.54
2.55
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 59
IWI time(sec)
2.53
2.54
2.55
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 59
IWI time(sec)
2.53
2.54
2.55
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 65
IWI time(sec)
2.5
2.51
2.52
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 65
IWI time(sec)
2.5
2.51
2.52
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 70
IWI time(sec)
2.5
2.51
2.52
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 70
IWI time(sec)
2.5
2.51
2.52
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 71
IWI time(sec)
2.49
2.5
2.51
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 71
IWI time(sec)
2.49
2.5
2.51
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)

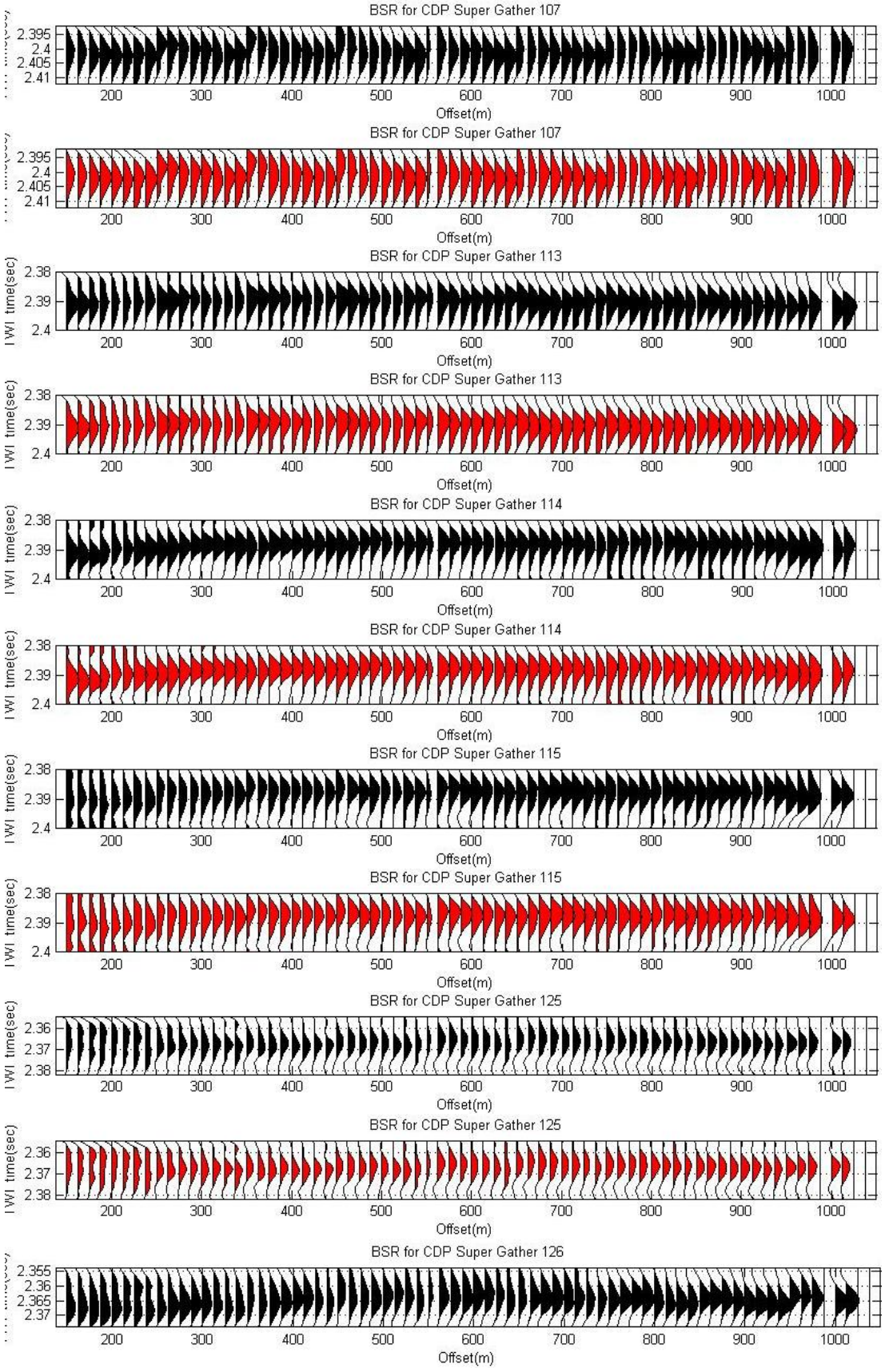

BSR for CDP Super Gather 72
IWI time(sec)
2.48
2.49
2.5
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 72
IWI time(sec)
2.48
2.49
2.5
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 73
IWI time(sec)
2.48
2.49
2.5
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 73
IWI time(sec)
2.48
2.49
2.5
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 77
IWI time(sec)
2.47
2.48
2.49
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 77
IWI time(sec)
2.47
2.48
2.49
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 78
IWI time(sec)
2.47
2.48
2.49
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 78
IWI time(sec)
2.47
2.48
2.49
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 79
IWI time(sec)
2.46
2.47
2.48
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 79
IWI time(sec)
2.46
2.47
2.48
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 80
IWI time(sec)
2.46
2.47
2.48
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 80
IWI time(sec)
2.46
2.47
2.48
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

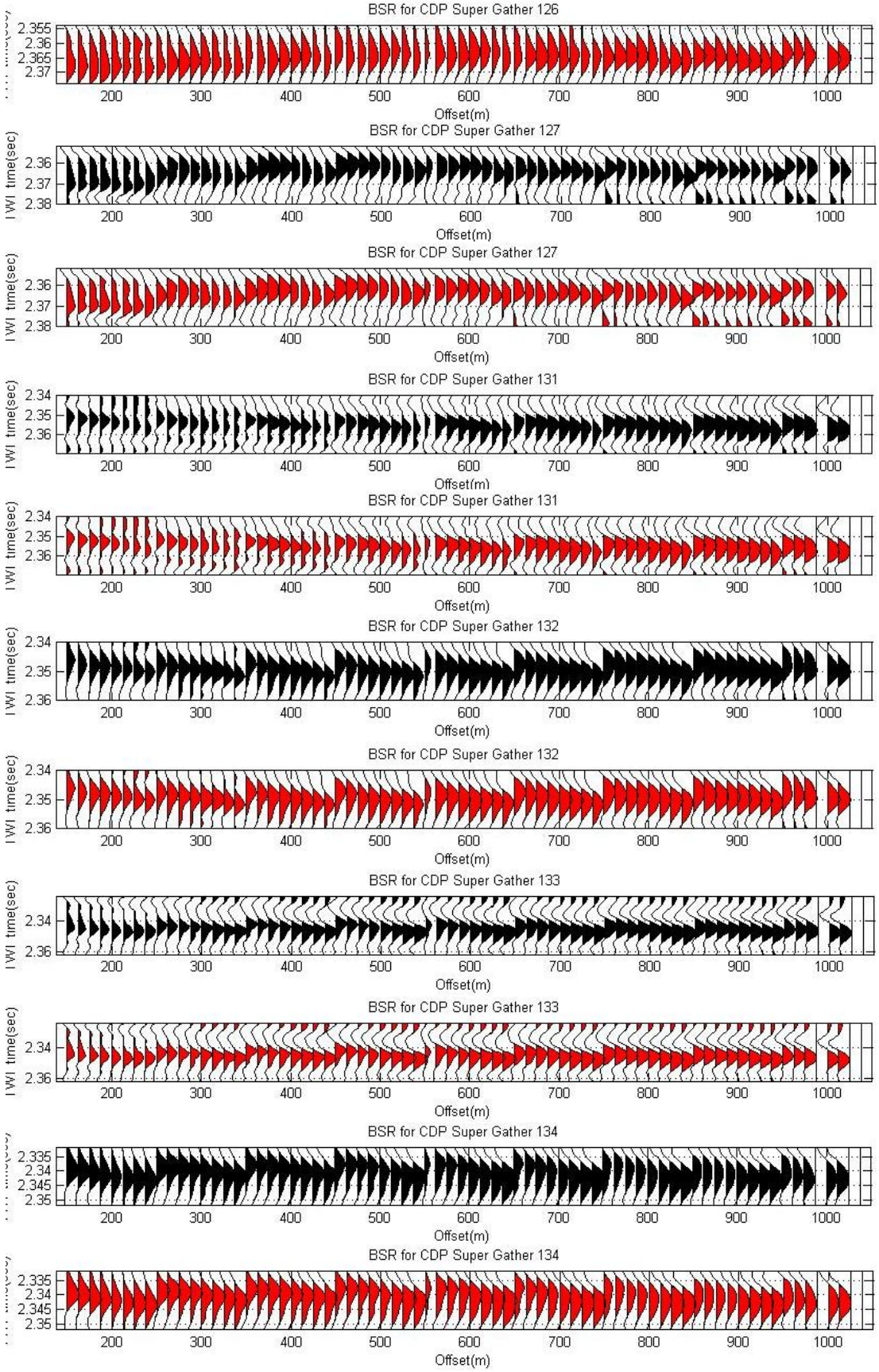

BSR for CDP Super Gather 81
TWT time(sec)
2.46
2.47
2.48
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 81
TWT time(sec)
2.46
2.47
2.48
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 82
TWT time(sec)
2.45
2.46
2.47
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 82
TWT time(sec)
2.45
2.46
2.47
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 83
TWT time(sec)
2.45
2.46
2.47
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 83
TWT time(sec)
2.45
2.46
2.47
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 84
TWT time(sec)
2.45
2.46
2.47
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 84
TWT time(sec)
2.45
2.46
2.47
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 85
TWT time(sec)
2.44
2.45
2.46
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 85
TWT time(sec)
2.44
2.45
2.46
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 86
TWT time(sec)
2.43
2.44
2.45
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

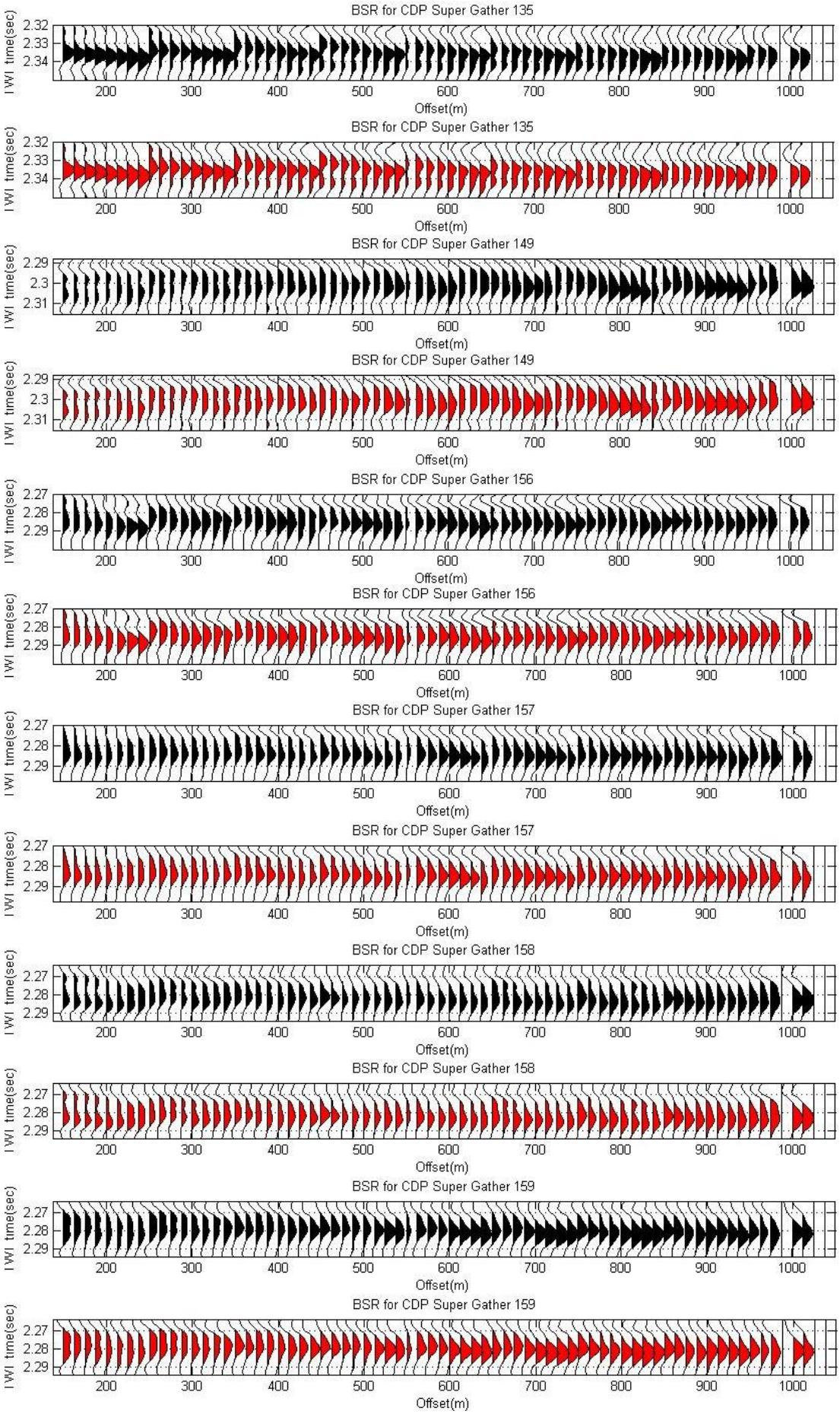

BSR for CDP Super Gather 86
BSR for CDP Super Gather 87
BSR for CDP Super Gather 87
BSR for CDP Super Gather 88
BSR for CDP Super Gather 88
BSR for CDP Super Gather 89
BSR for CDP Super Gather 89
BSR for CDP Super Gather 90
BSR for CDP Super Gather 90
BSR for CDP Super Gather 91
BSR for CDP Super Gather 91
IWI time(sec)
Offset(m)

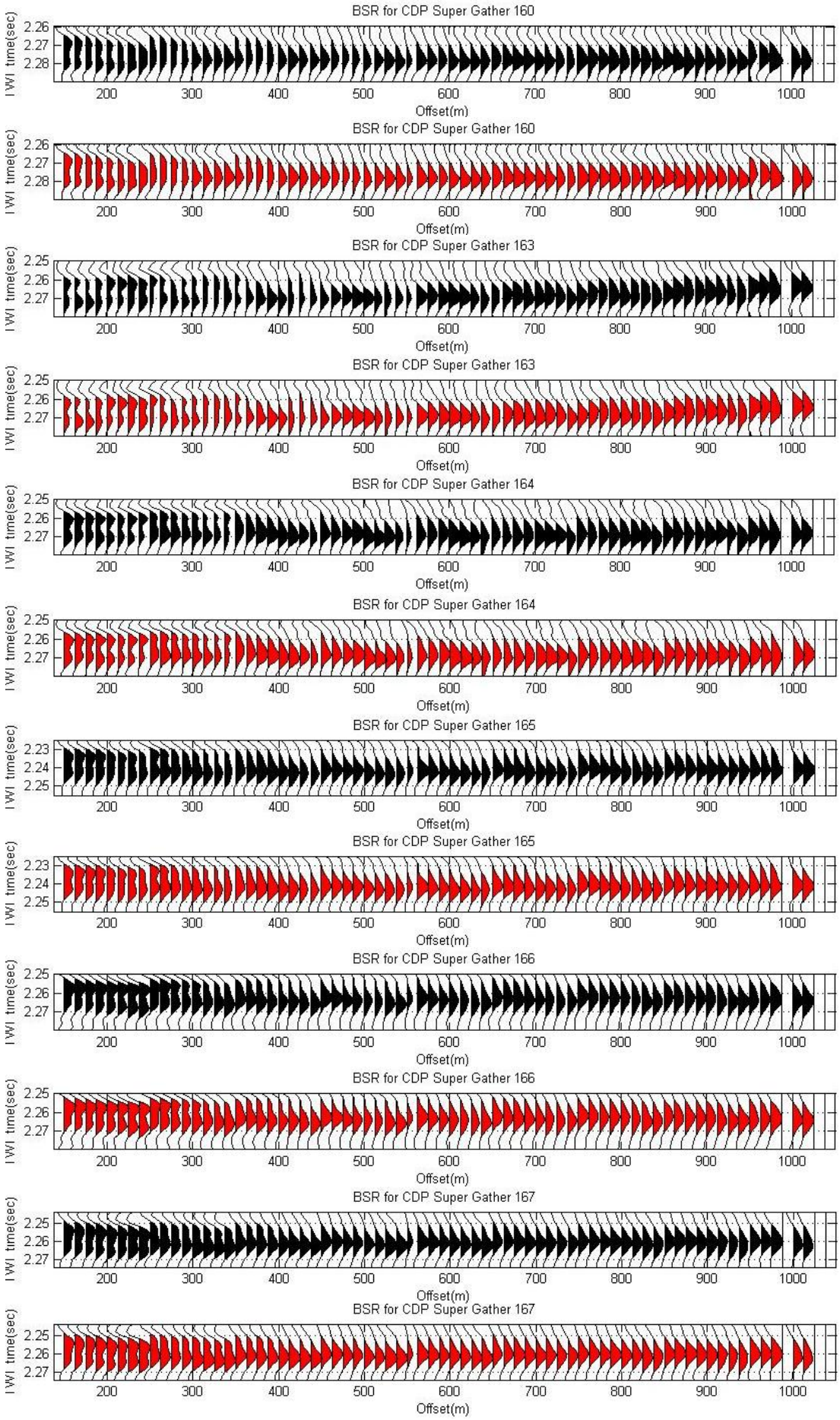

BSR for CDP Super Gather 92
TWT time(sec)
2.42
2.43
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 92
TWT time(sec)
2.42
2.43
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 93
TWT time(sec)
2.42
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 93
TWT time(sec)
2.42
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 94
TWT time(sec)
2.42
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 94
TWT time(sec)
2.42
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 95
TWT time(sec)
2.42
2.43
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 95
TWT time(sec)
2.42
2.43
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 96
TWT time(sec)
2.42
2.43
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 96
TWT time(sec)
2.42
2.43
2.44
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 97
TWT time(sec)
2.41
2.42
2.43
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 97
TWT time(sec)
2.41
2.42
2.43
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

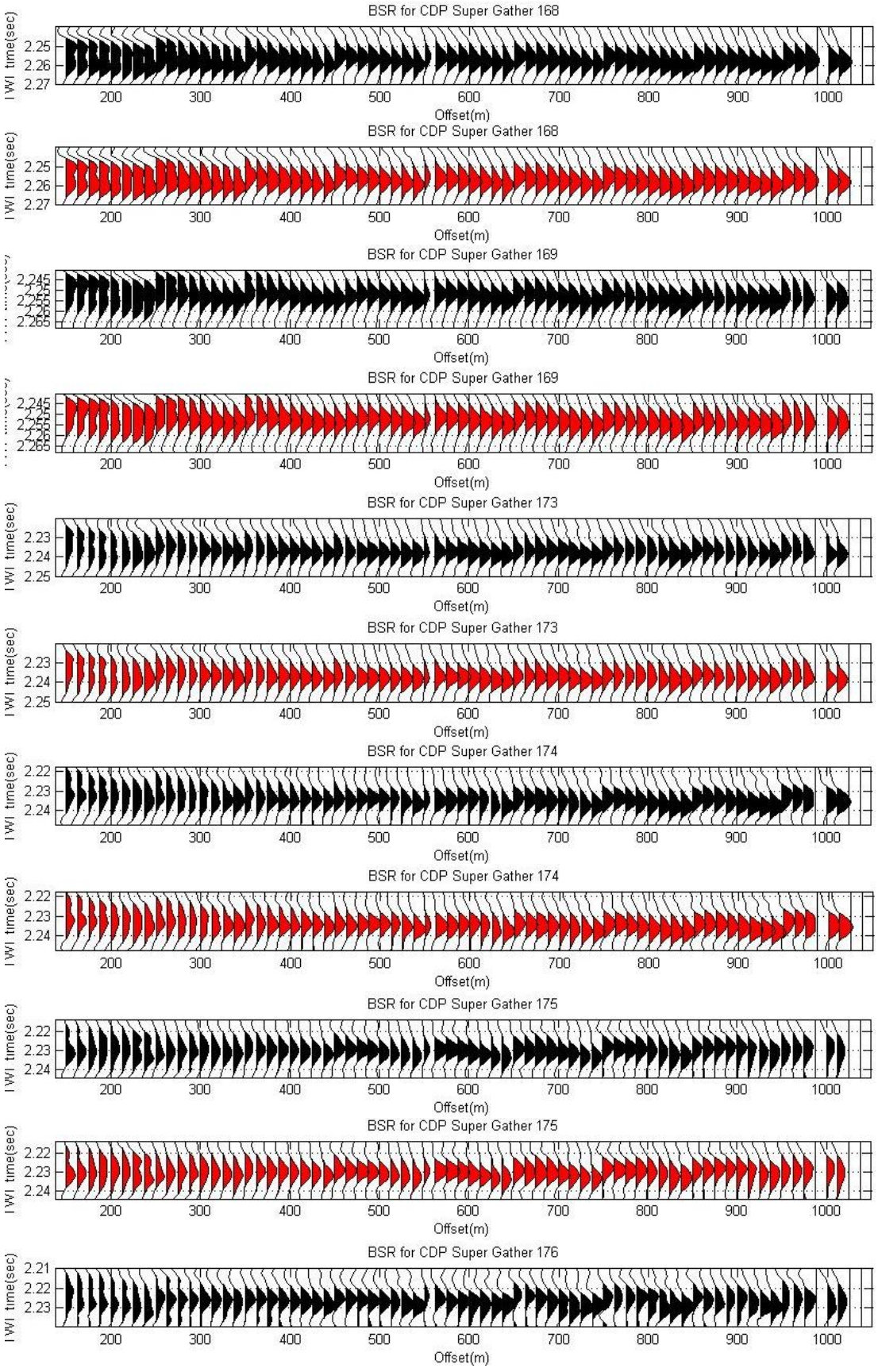

BSR for CDP Super Gather 98
IWI time(sec)
2.41
2.42
2.43
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 98
IWI time(sec)
2.41
2.42
2.43
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 102
2.405
2.41
2.415
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 102
2.405
2.41
2.415
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 103
IWI time(sec)
2.4
2.41
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 103
IWI time(sec)
2.4
2.41
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 104
IWI time(sec)
2.4
2.41
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 104
IWI time(sec)
2.4
2.41
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 105
IWI time(sec)
2.4
2.41
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 105
IWI time(sec)
2.4
2.41
2.42
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 106
2.4
2.405
2.41
2.415
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 106
2.4
2.405
2.41
2.415
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

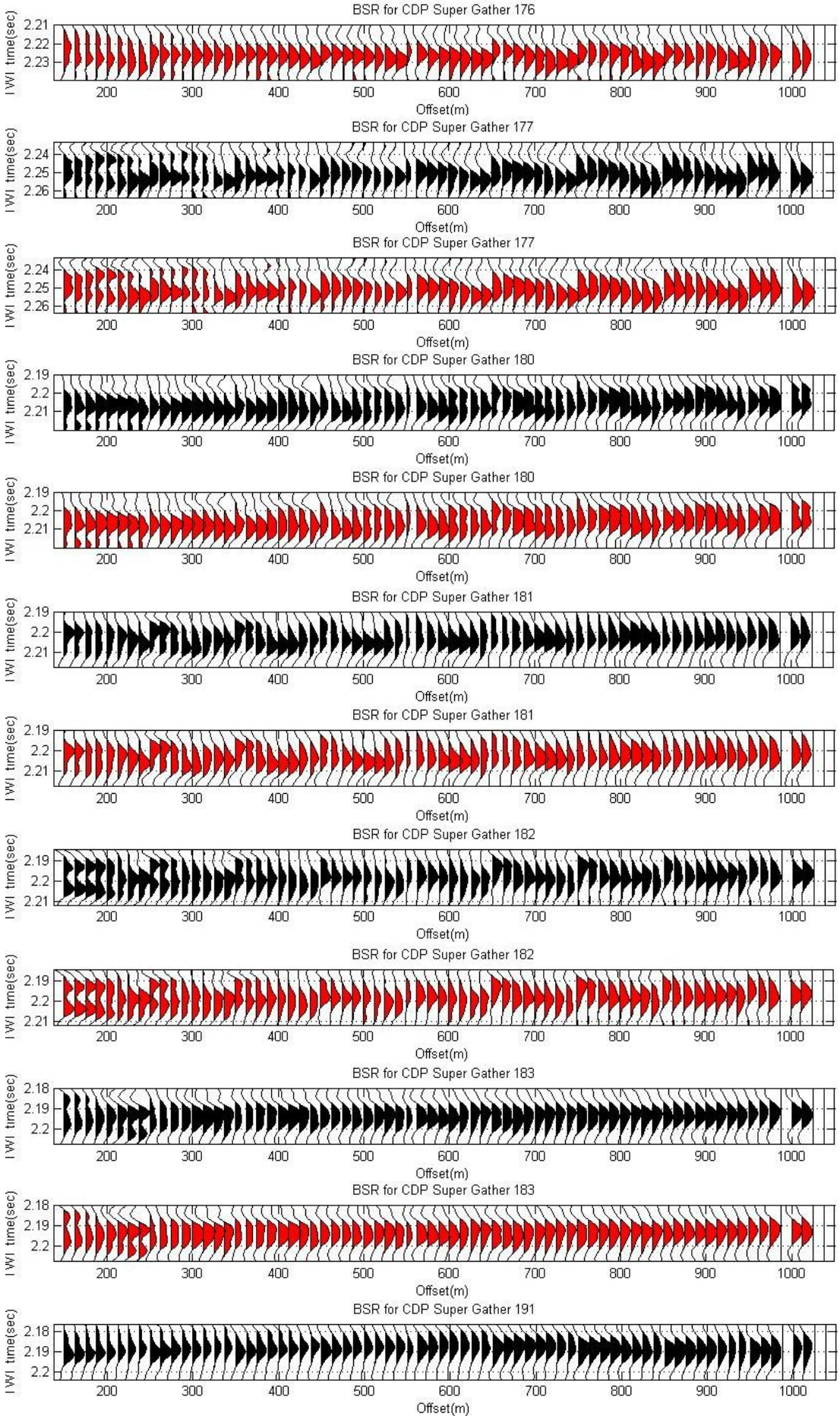

BSR for CDP Super Gather 107
2.395
2.4
2.405
2.41
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 107
2.395
2.4
2.405
2.41
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 113
TWT time(sec)
2.38
2.39
2.4
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 113
TWT time(sec)
2.38
2.39
2.4
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 114
TWT time(sec)
2.38
2.39
2.4
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 114
TWT time(sec)
2.38
2.39
2.4
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 115
TWT time(sec)
2.38
2.39
2.4
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 115
TWT time(sec)
2.38
2.39
2.4
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 125
TWT time(sec)
2.36
2.37
2.38
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 125
TWT time(sec)
2.36
2.37
2.38
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 126
2.355
2.36
2.365
2.37
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)

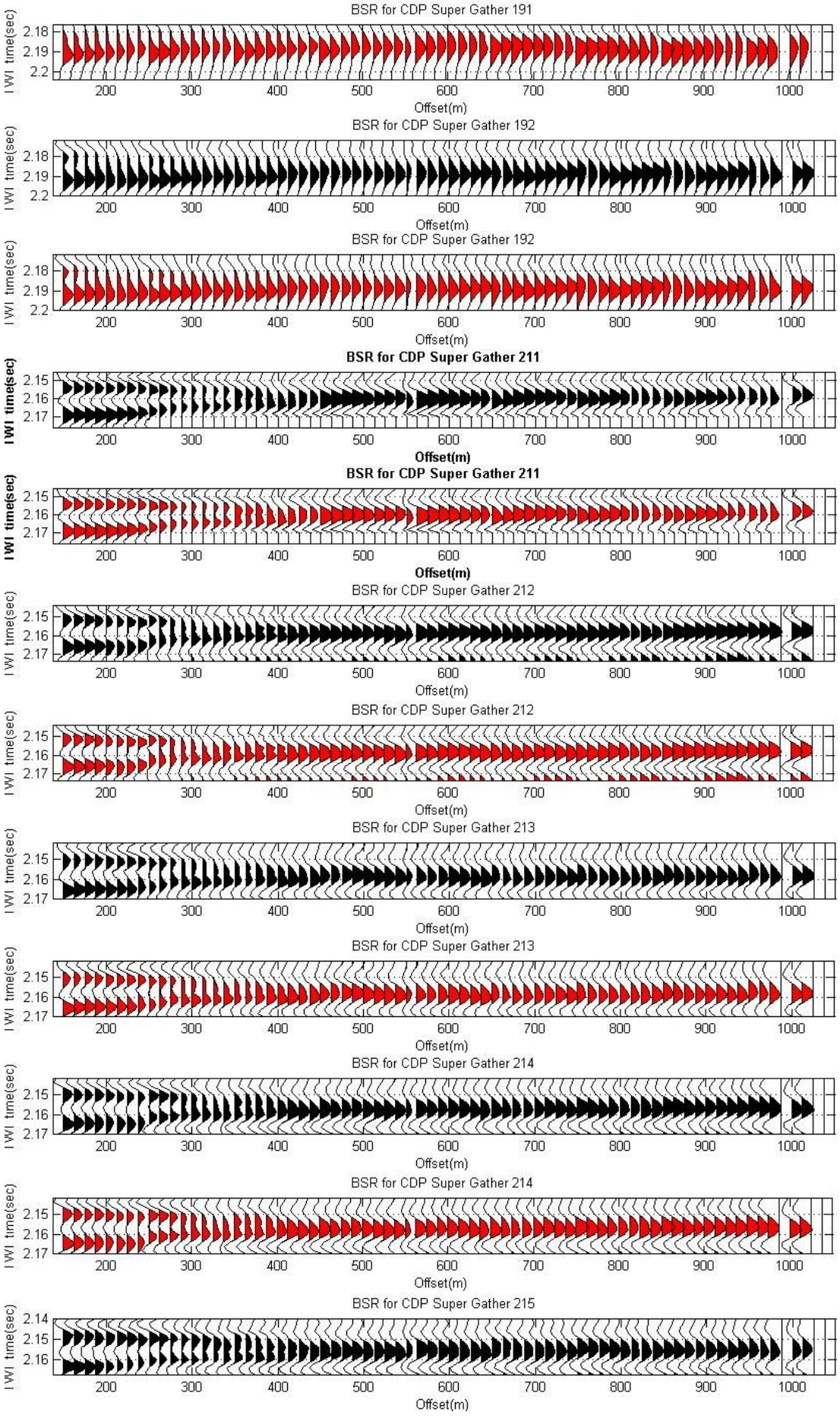

BSR for CDP Super Gather 126
2.355
2.36
2.365
2.37
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 127
TWT time(sec)
2.36
2.37
2.38
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 127
TWT time(sec)
2.36
2.37
2.38
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 131
TWT time(sec)
2.34
2.35
2.36
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 131
TWT time(sec)
2.34
2.35
2.36
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 132
TWT time(sec)
2.34
2.35
2.36
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 132
TWT time(sec)
2.34
2.35
2.36
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 133
TWT time(sec)
2.34
2.36
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 133
TWT time(sec)
2.34
2.36
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 134
2.335
2.34
2.345
2.35
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 134
2.335
2.34
2.345
2.35
200 300 400 500 600 700 800 900 1000
Offset(m)

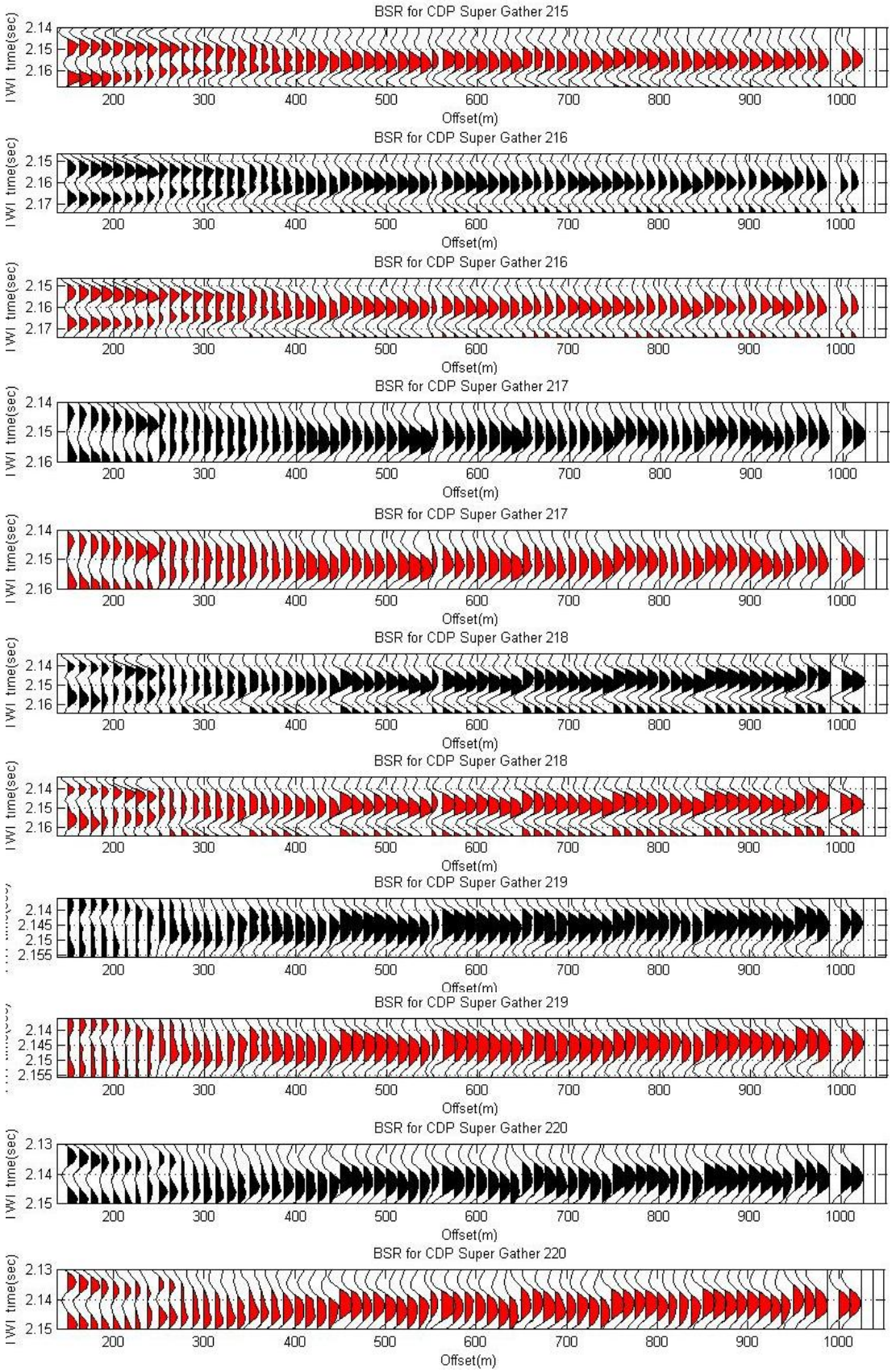

BSR for CDP Super Gather 135
BSR for CDP Super Gather 135
BSR for CDP Super Gather 149
BSR for CDP Super Gather 149
BSR for CDP Super Gather 156
BSR for CDP Super Gather 156
BSR for CDP Super Gather 157
BSR for CDP Super Gather 157
BSR for CDP Super Gather 158
BSR for CDP Super Gather 158
BSR for CDP Super Gather 159
BSR for CDP Super Gather 159
IWI time(sec)
Offset(m)


BSR for CDP Super Gather 160
IWI time(sec)
2.26
2.27
2.28
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 160
IWI time(sec)
2.26
2.27
2.28
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 163
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 163
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 164
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 164
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 165
IWI time(sec)
2.23
2.24
2.25
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 165
IWI time(sec)
2.23
2.24
2.25
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 166
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 166
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 167
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 167
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

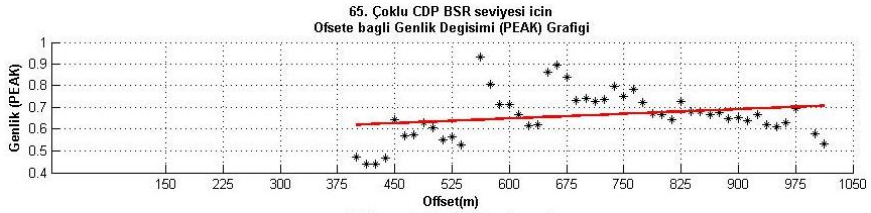

BSR for CDP Super Gather 168
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 168
IWI time(sec)
2.25
2.26
2.27
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 169
2.245
2.265
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 169
2.245
2.265
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 173
IWI time(sec)
2.23
2.24
2.25
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 173
IWI time(sec)
2.23
2.24
2.25
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 174
IWI time(sec)
2.22
2.23
2.24
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 174
IWI time(sec)
2.22
2.23
2.24
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 175
IWI time(sec)
2.22
2.23
2.24
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 175
IWI time(sec)
2.22
2.23
2.24
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 176
IWI time(sec)
2.21
2.22
2.23
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)

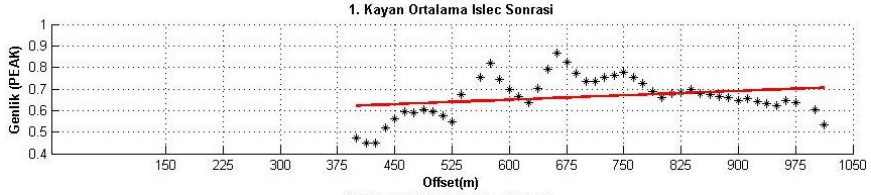

BSR for CDP Super Gather 176
TWT time(sec)
2.21
2.22
2.23
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 177
TWT time(sec)
2.24
2.25
2.26
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 177
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 180
TWT time(sec)
2.19
2.2
2.21
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 180
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 181
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 181
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 182
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 182
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 183
TWT time(sec)
2.18
2.19
2.2
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 183
TWT time(sec)
Offset(m)
BSR for CDP Super Gather 191
TWT time(sec)
Offset(m)

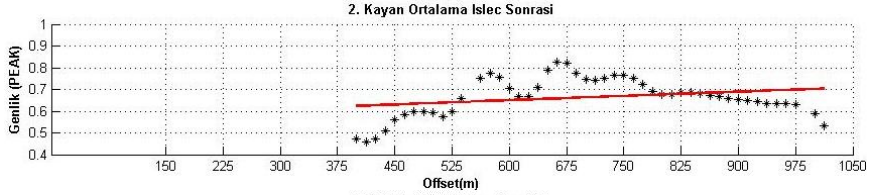

BSR for CDP Super Gather 191
BSR for CDP Super Gather 192
BSR for CDP Super Gather 192
BSR for CDP Super Gather 211
BSR for CDP Super Gather 211
BSR for CDP Super Gather 212
BSR for CDP Super Gather 212
BSR for CDP Super Gather 213
BSR for CDP Super Gather 213
BSR for CDP Super Gather 214
BSR for CDP Super Gather 214
BSR for CDP Super Gather 215
IWI time(sec)
Offset(m)

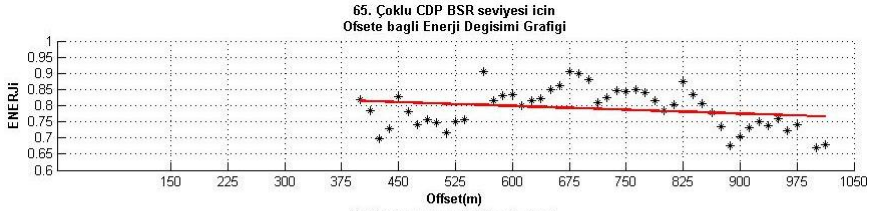


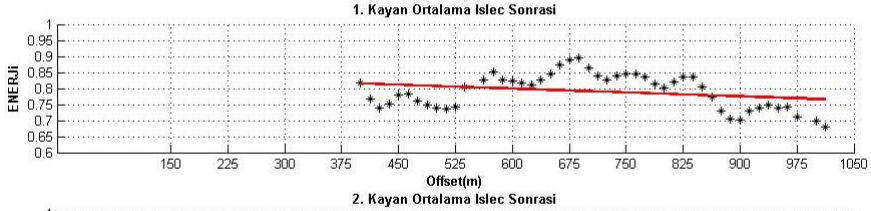
Şekil A.1: 103 çoklu CDP'de BSR seviyesinin siyah ve kırmızı renklerle Matlab programında çizdirilmesi

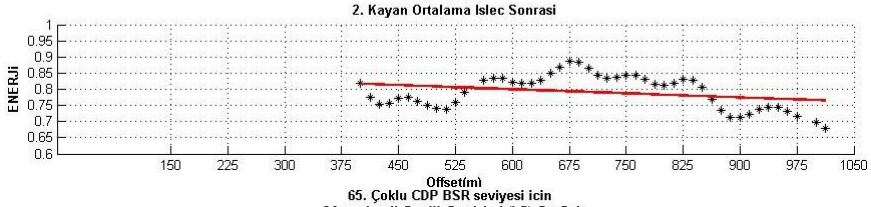

65. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

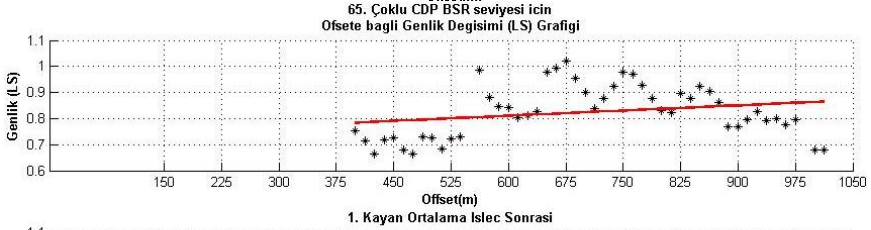

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

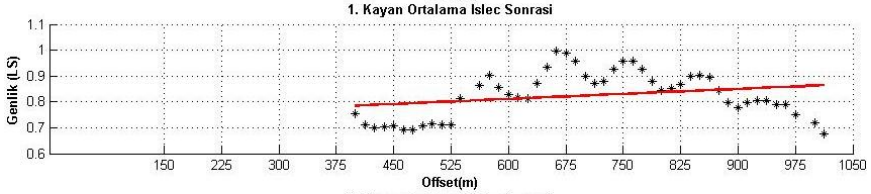

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

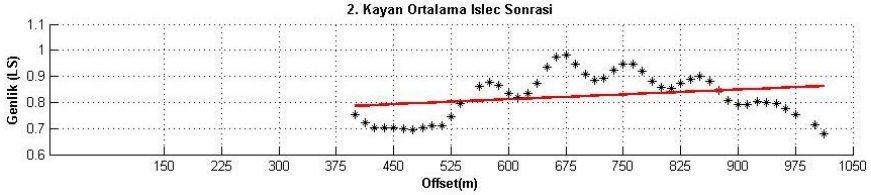

65. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

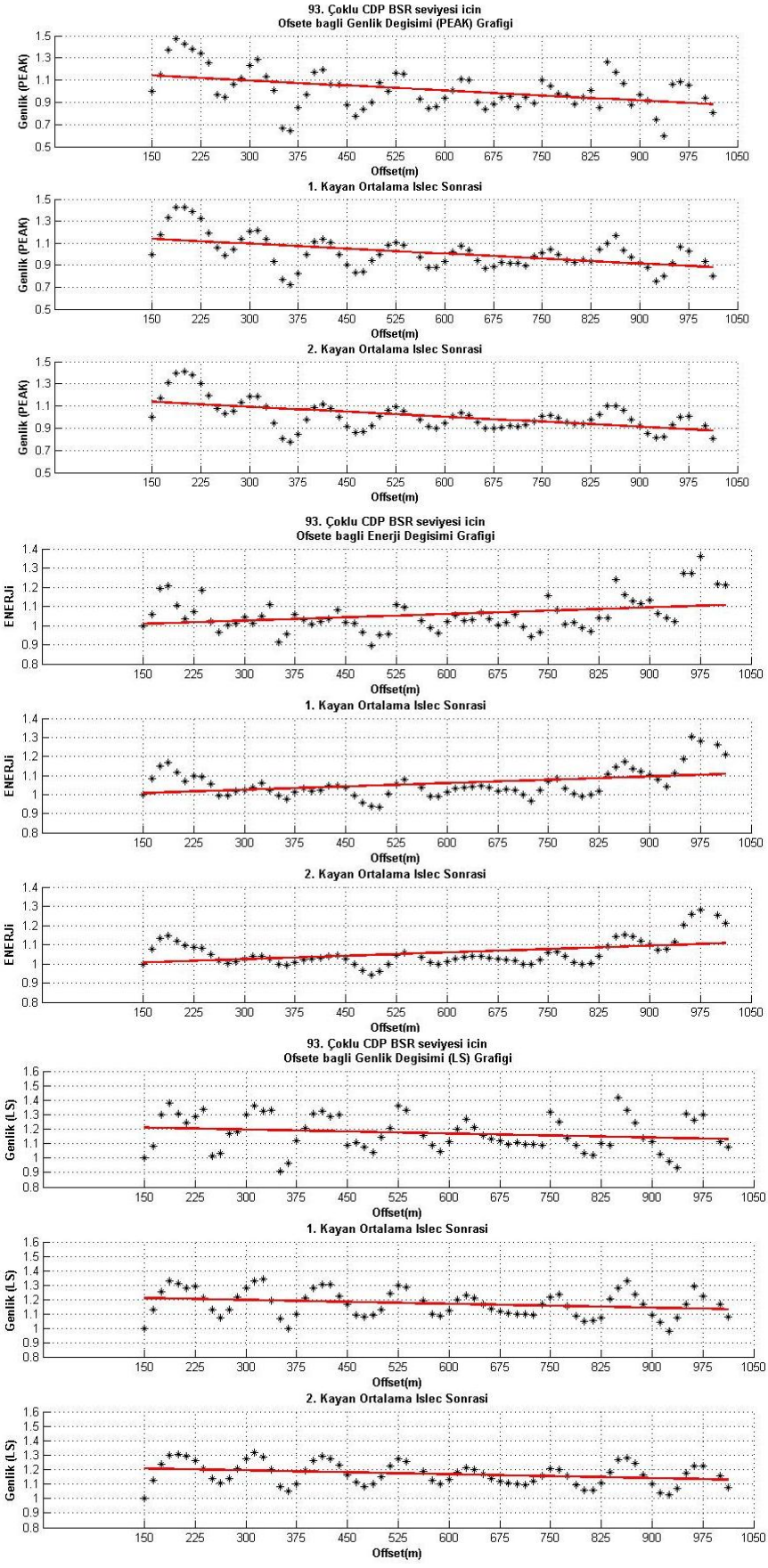

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

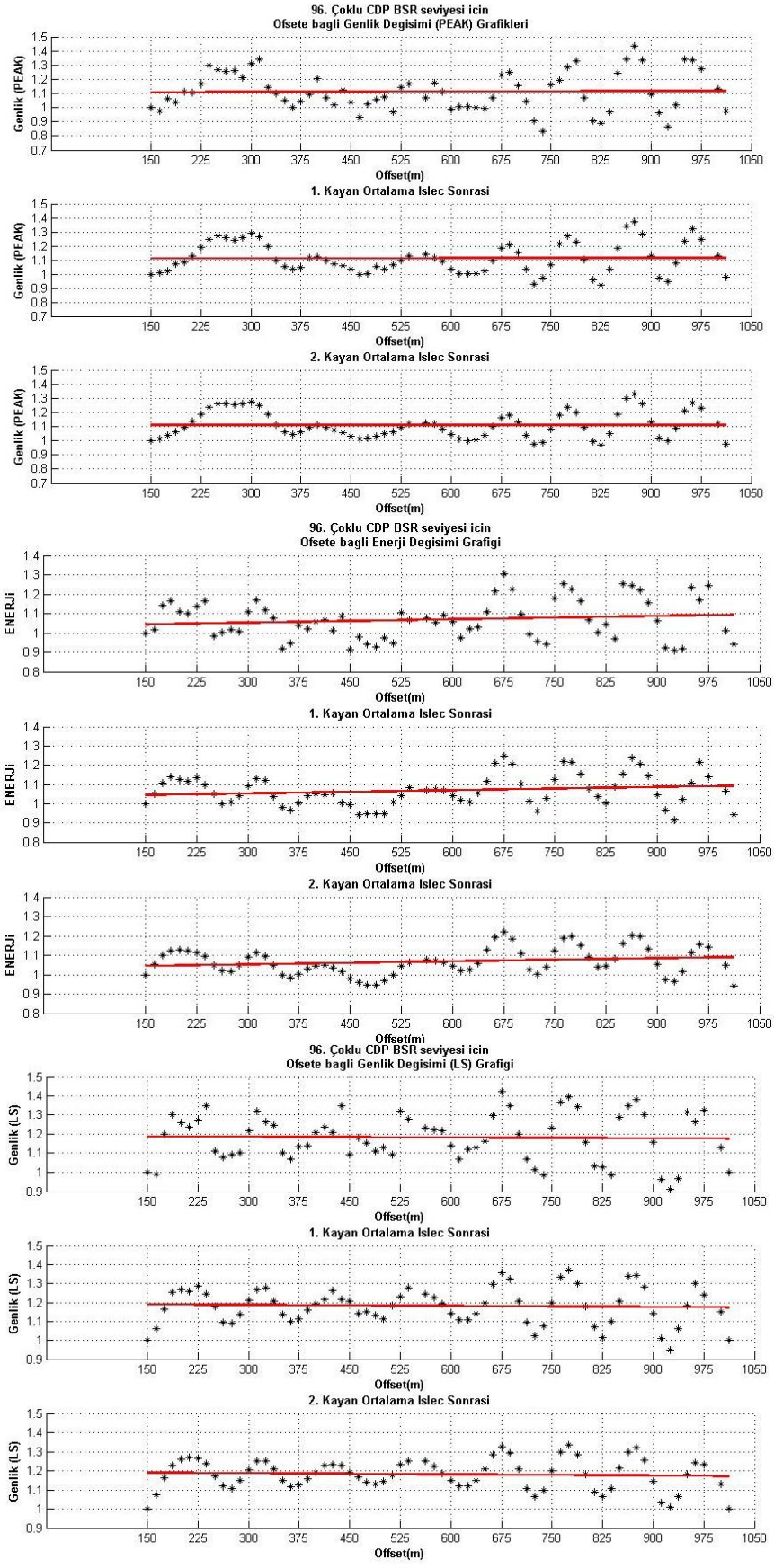

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

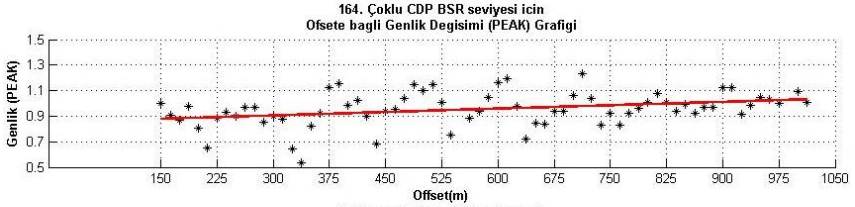

65. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)

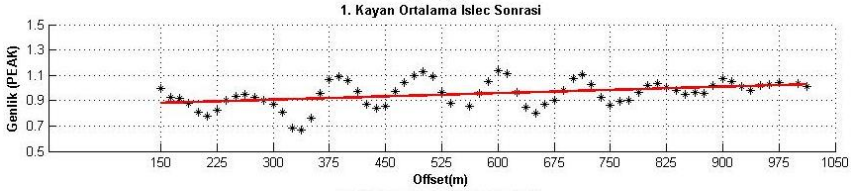

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

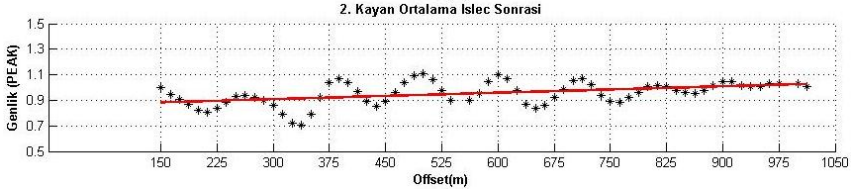

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

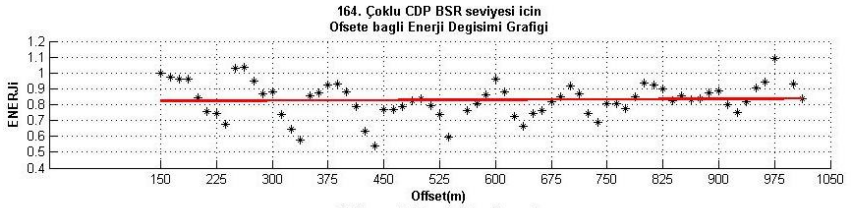

93. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
93. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
93. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

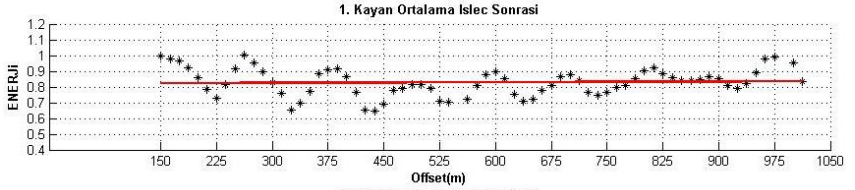

96. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafikleri
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
96. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
96. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

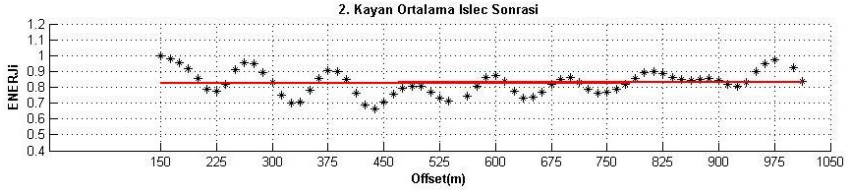

164. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

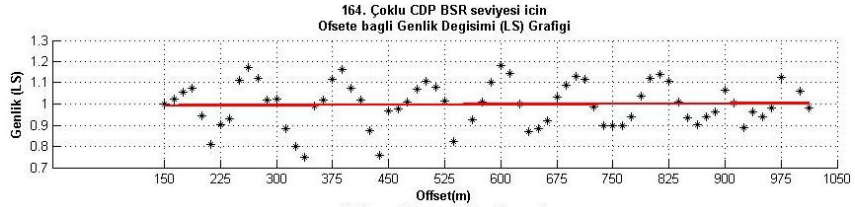

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

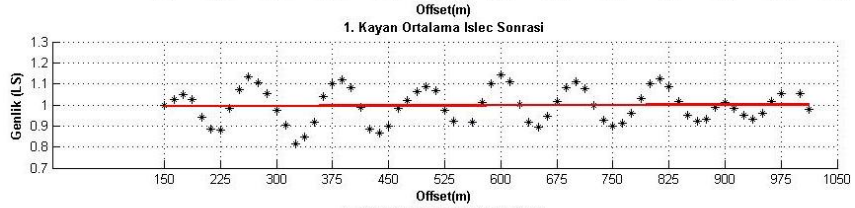

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

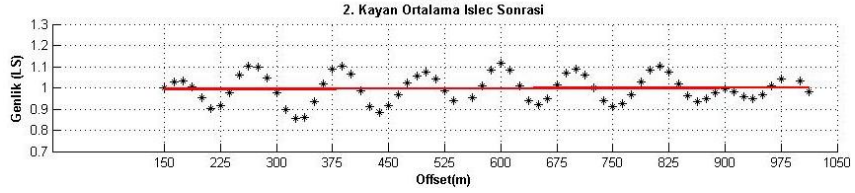

164. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

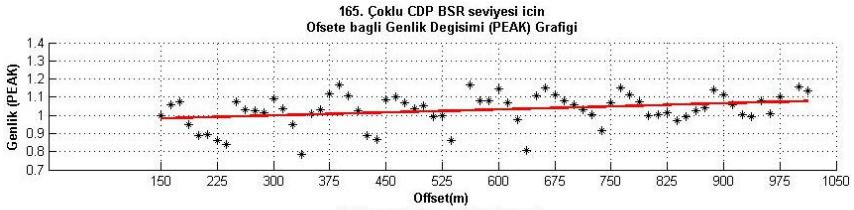

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

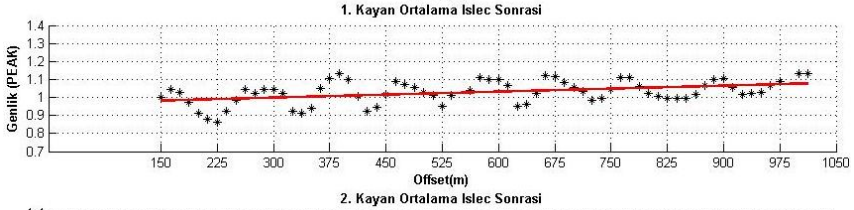

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

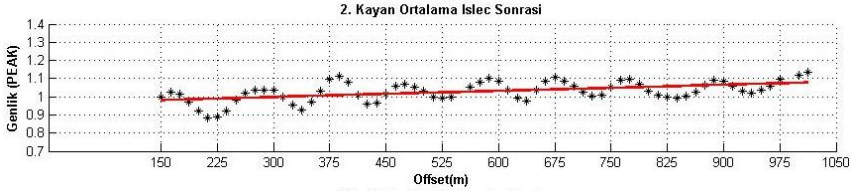

164. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)

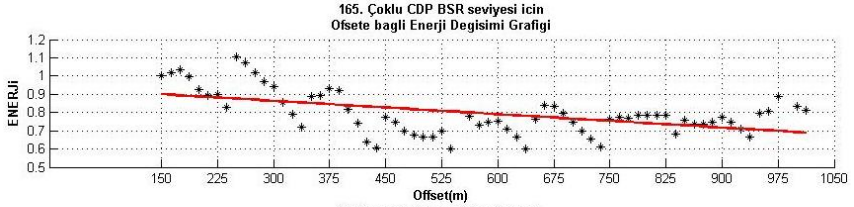

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

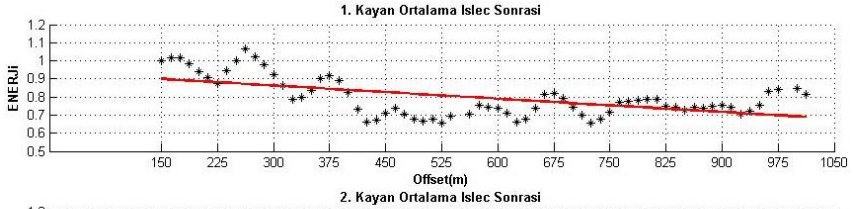

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

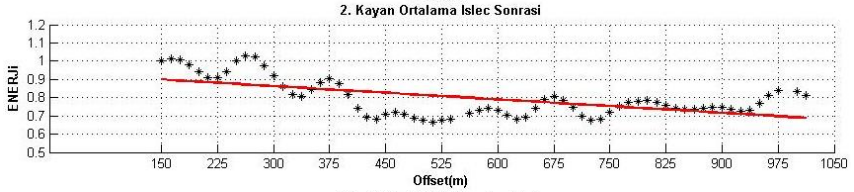

165. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

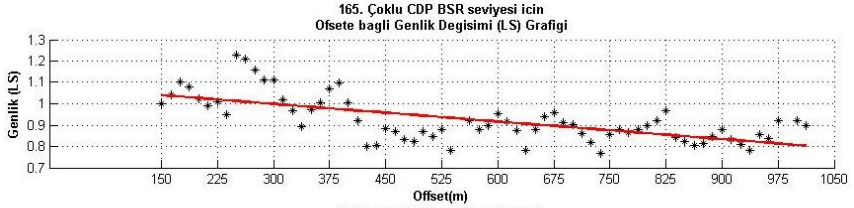

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

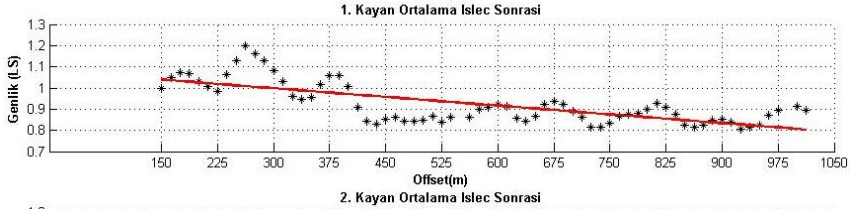

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

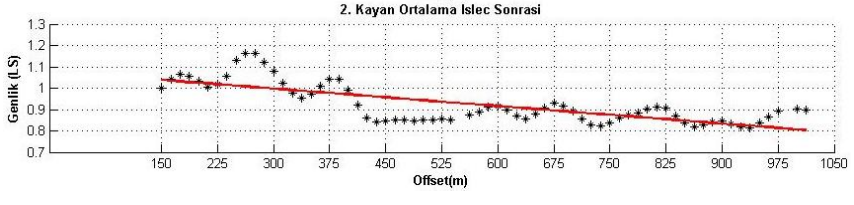

165. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

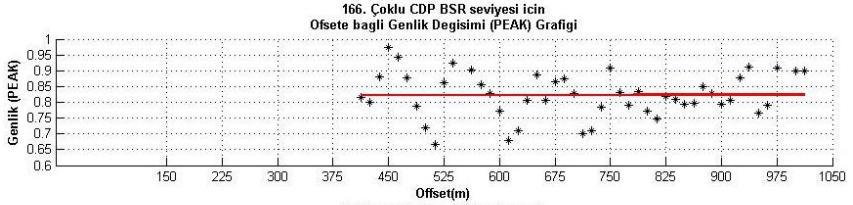

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

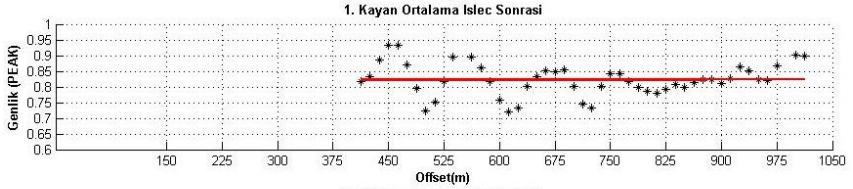

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

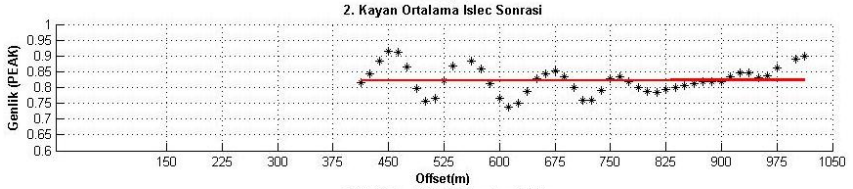

165. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)

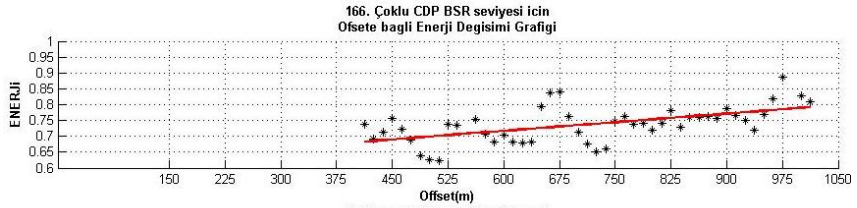

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

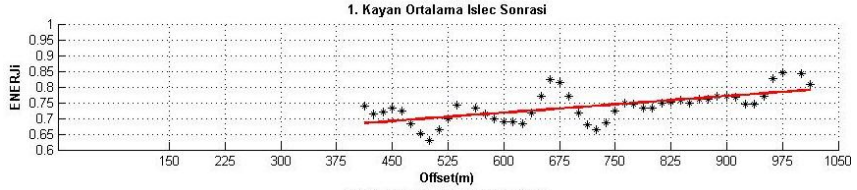

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

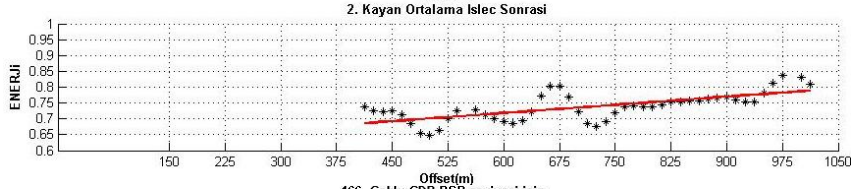

166. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)


1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

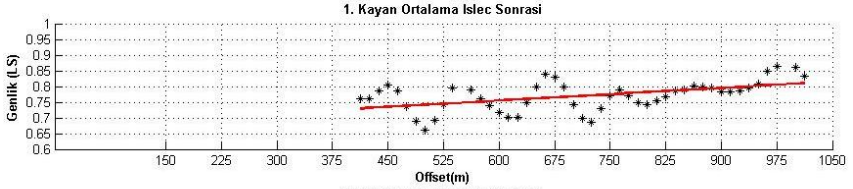

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

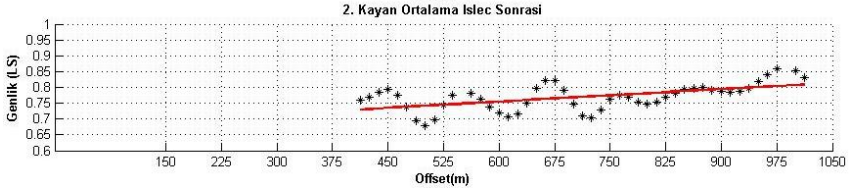

166. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

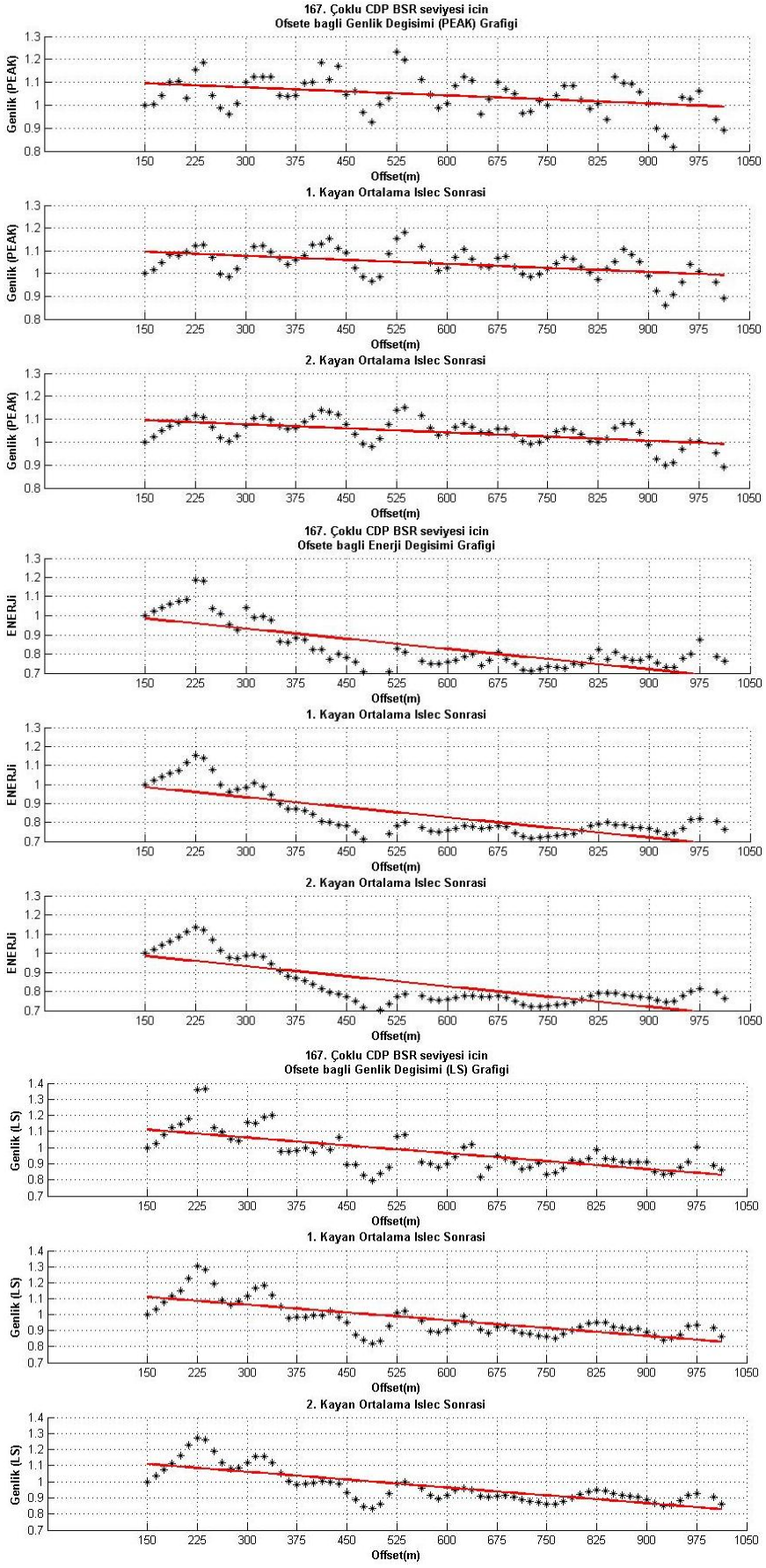

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

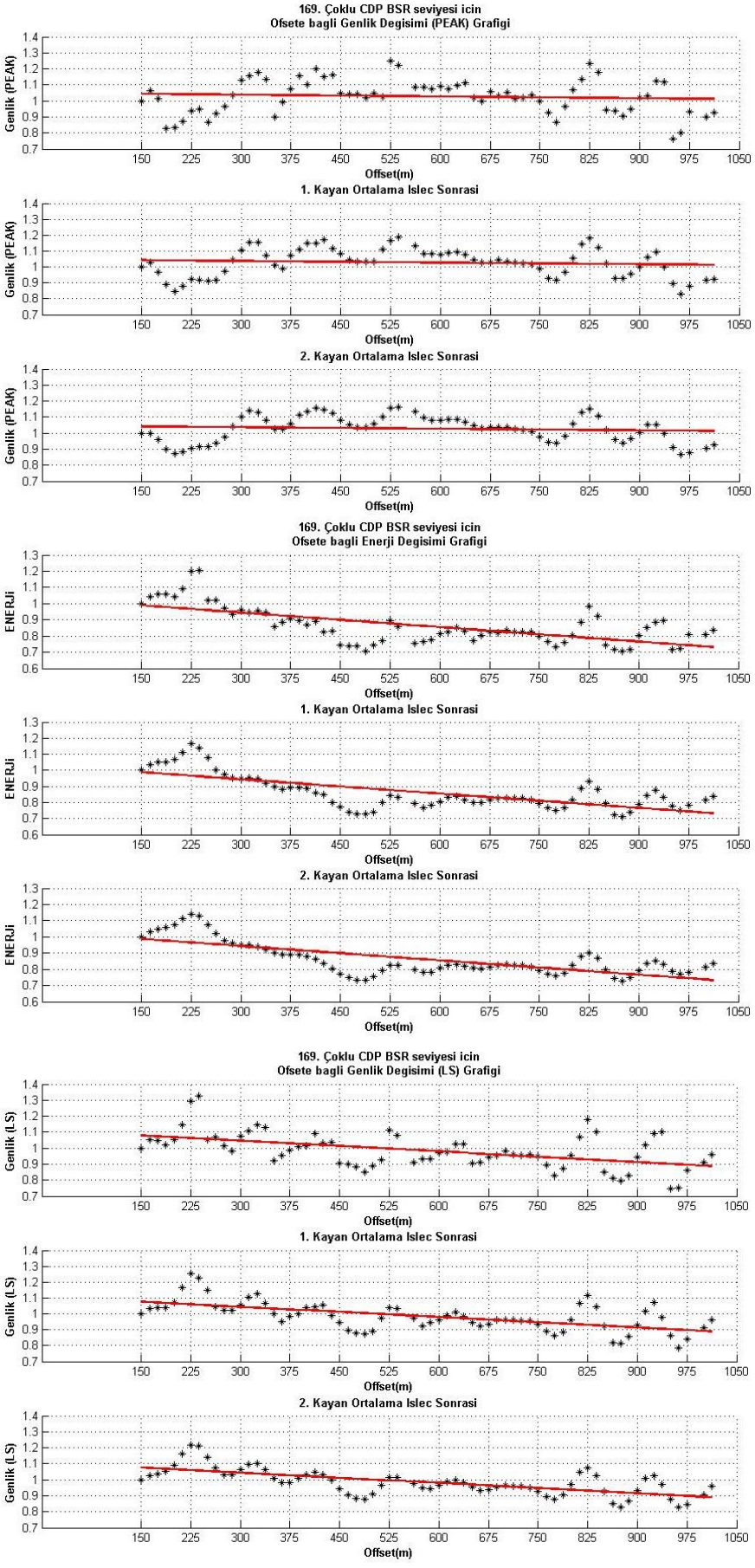

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

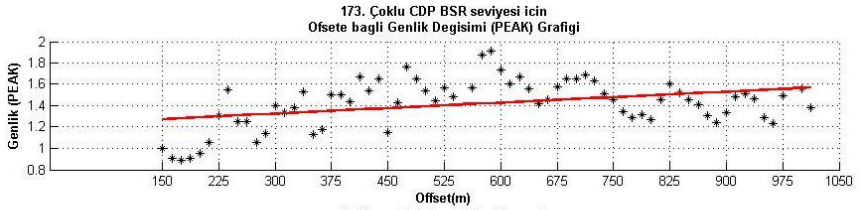

166. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)

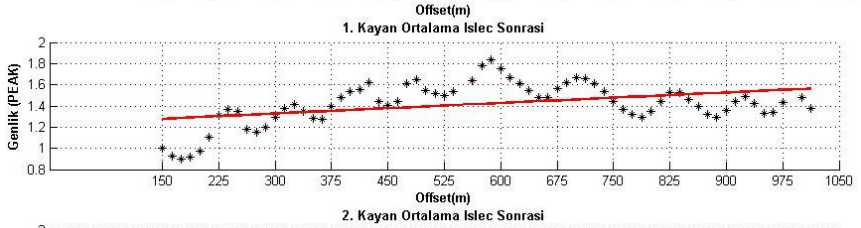

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

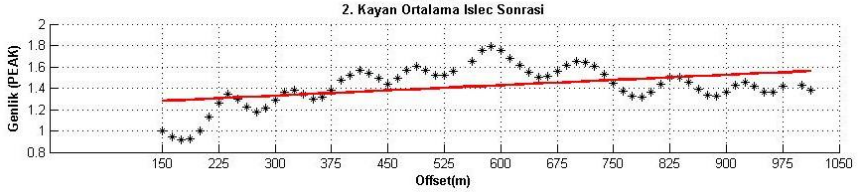

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

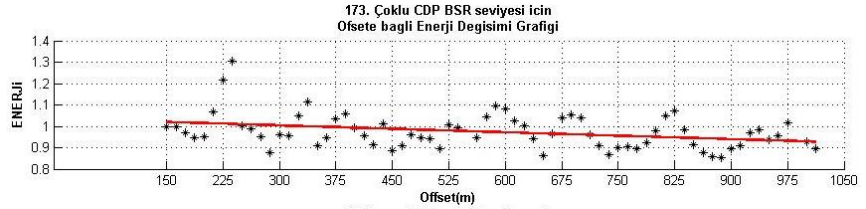

167. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
167. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
167. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

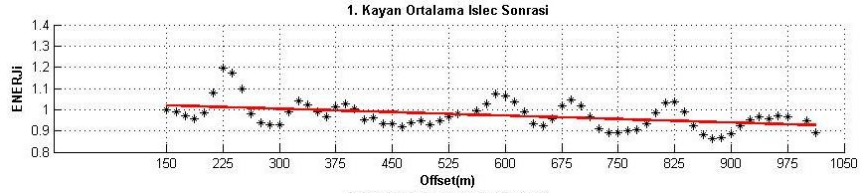

169. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
169. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
169. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

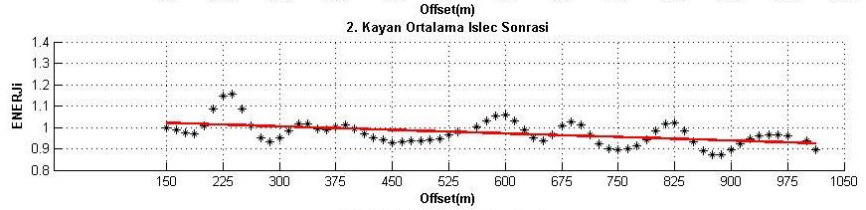

173. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

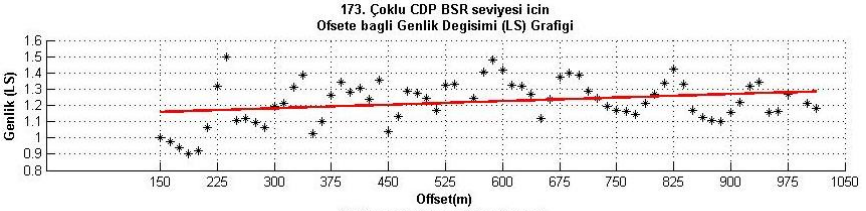

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

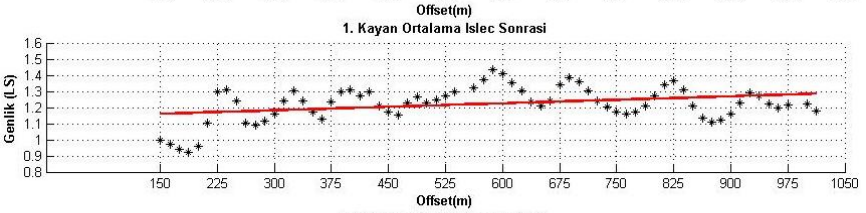

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

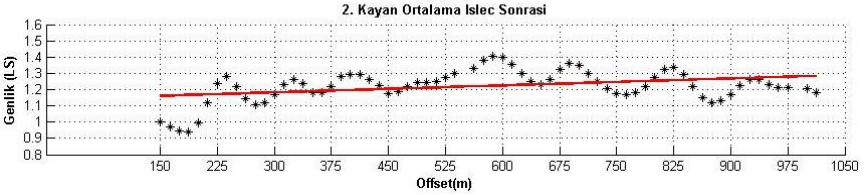

173. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

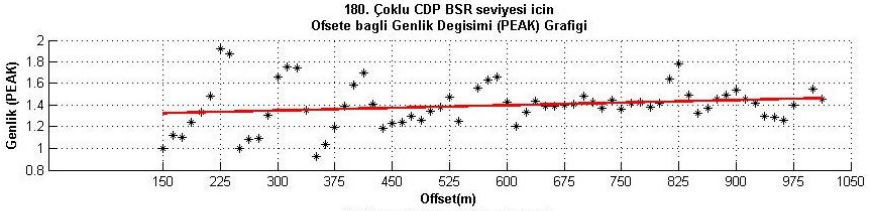

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

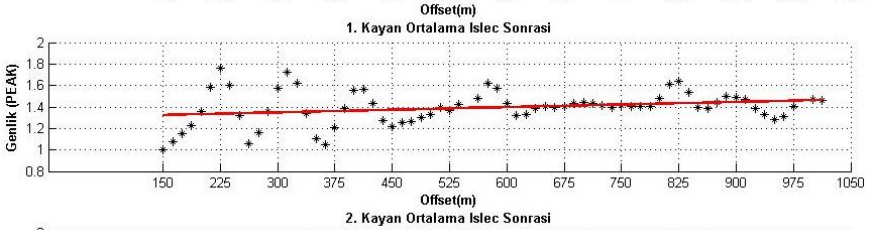

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

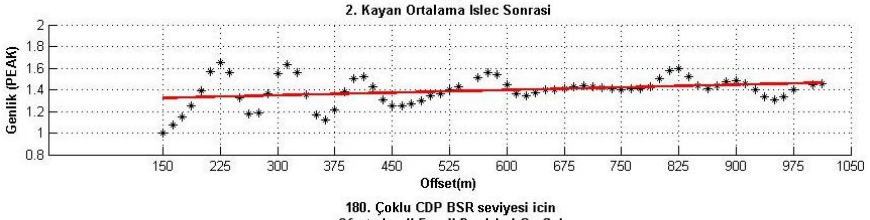

173. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)

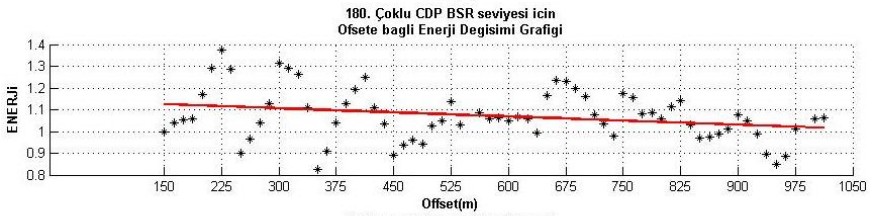

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

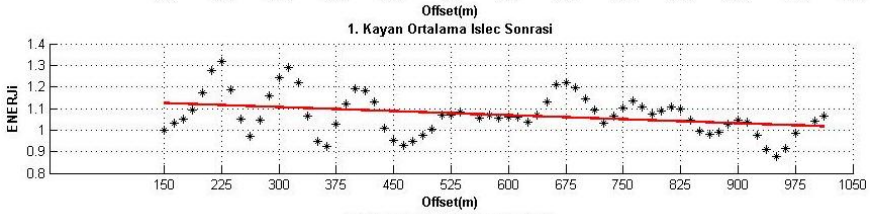

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

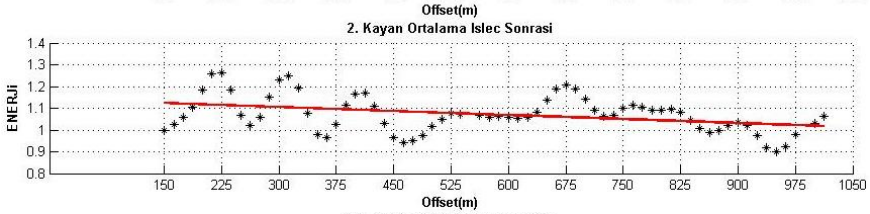

180. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

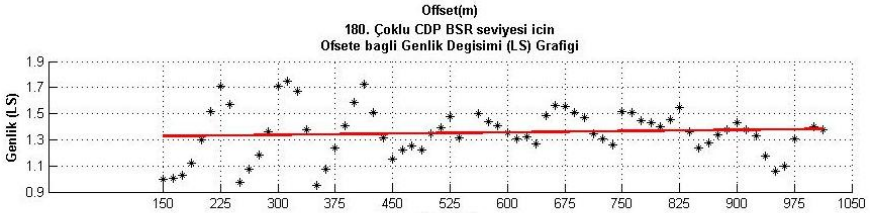

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

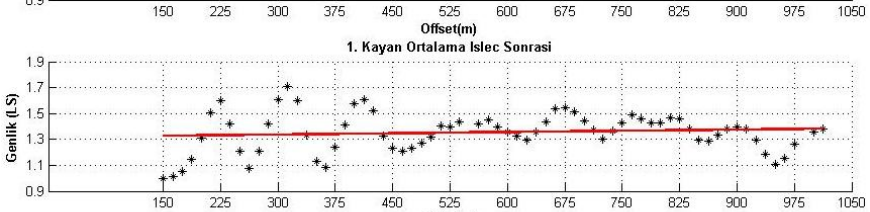

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

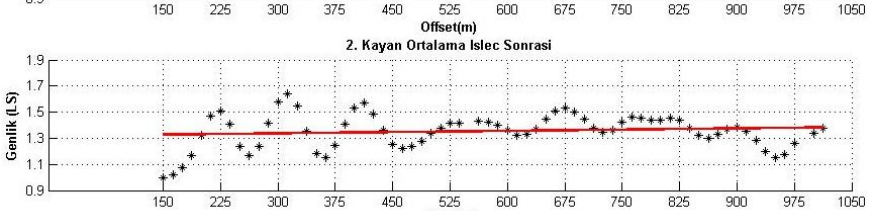

180. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

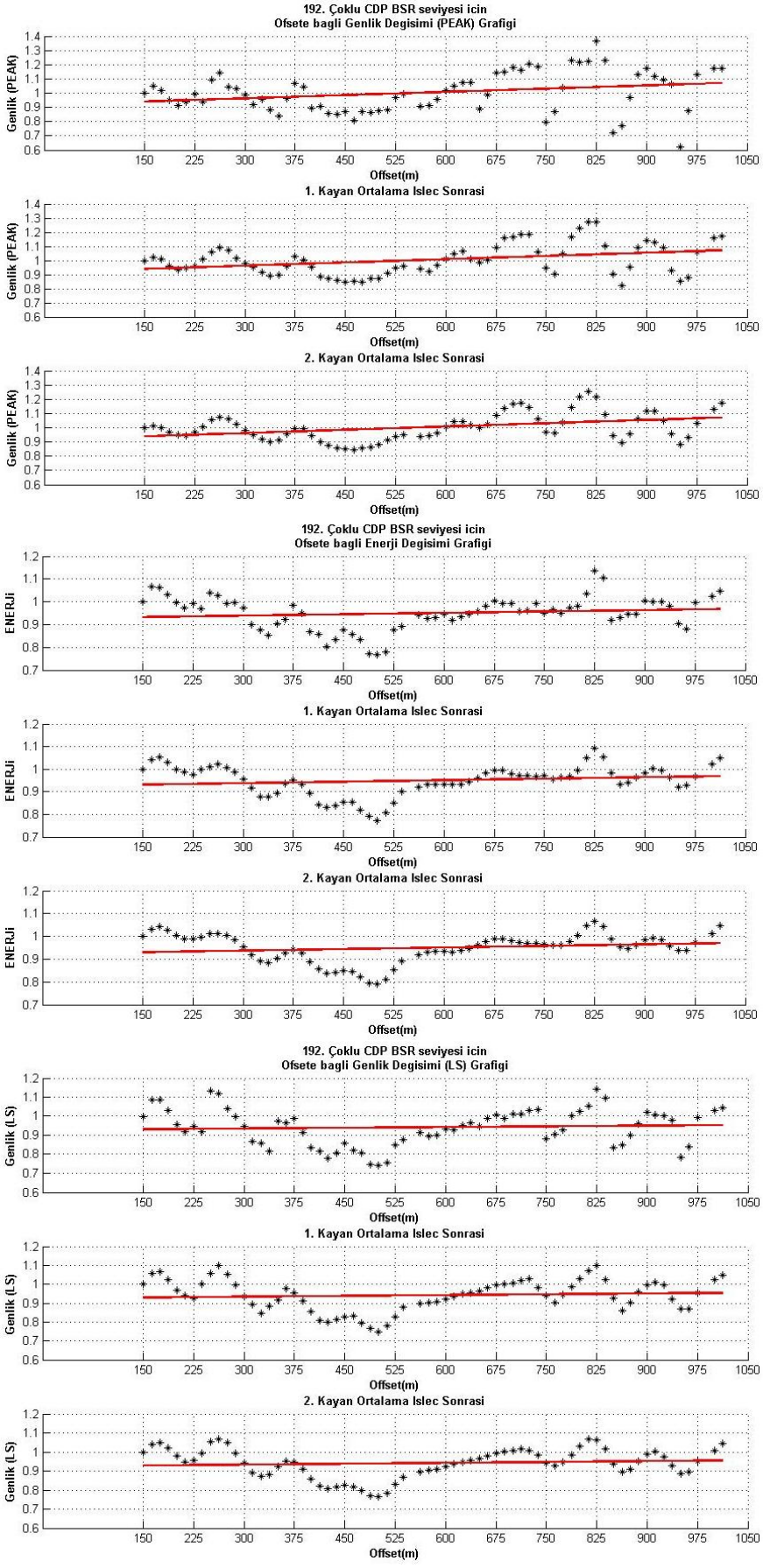

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

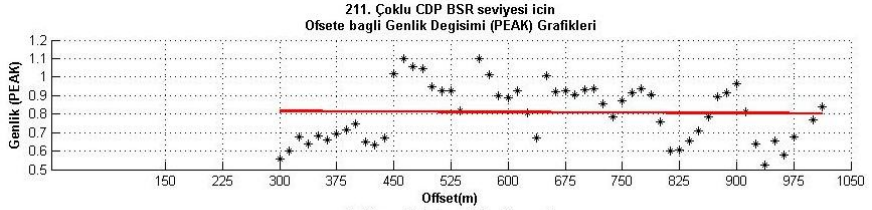

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

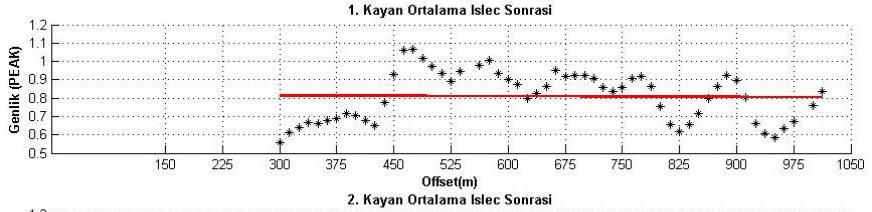

180. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)

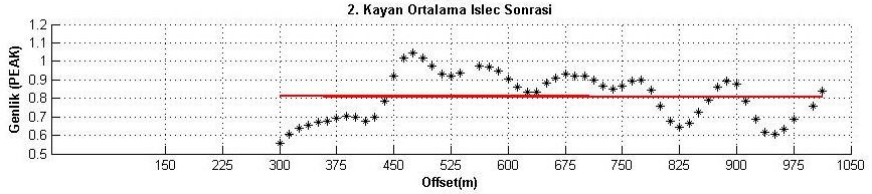

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

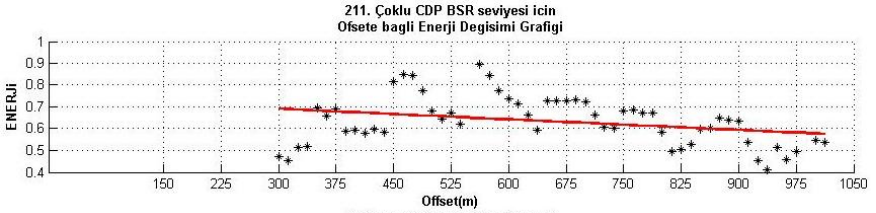

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

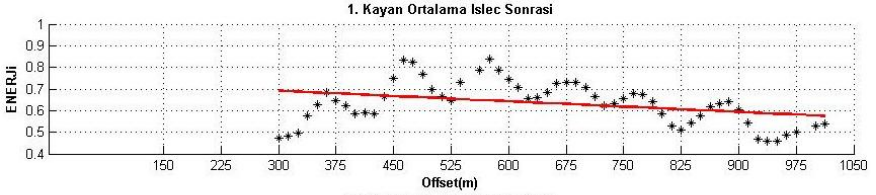

192. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
192. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
192. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

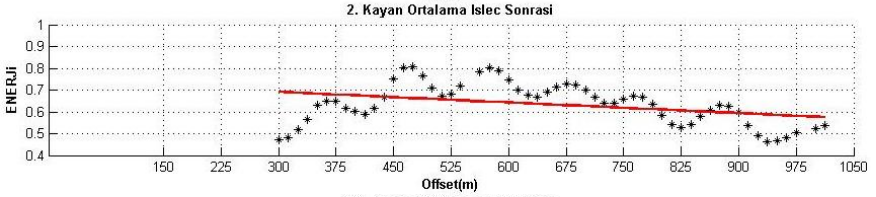

211. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafikleri
Genlik (PEAK)
Offset(m)

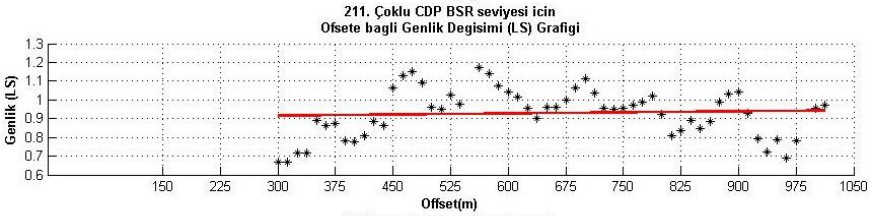

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

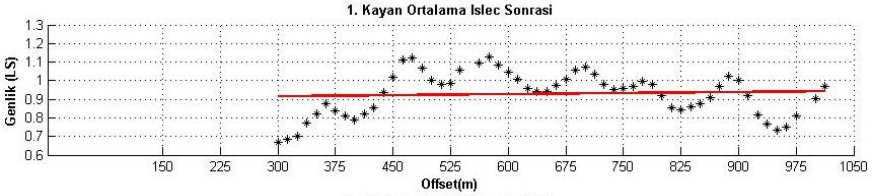

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)

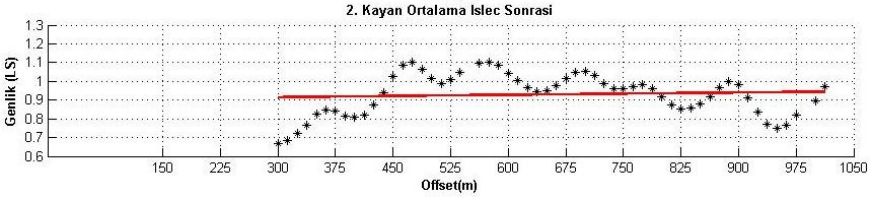

211. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)

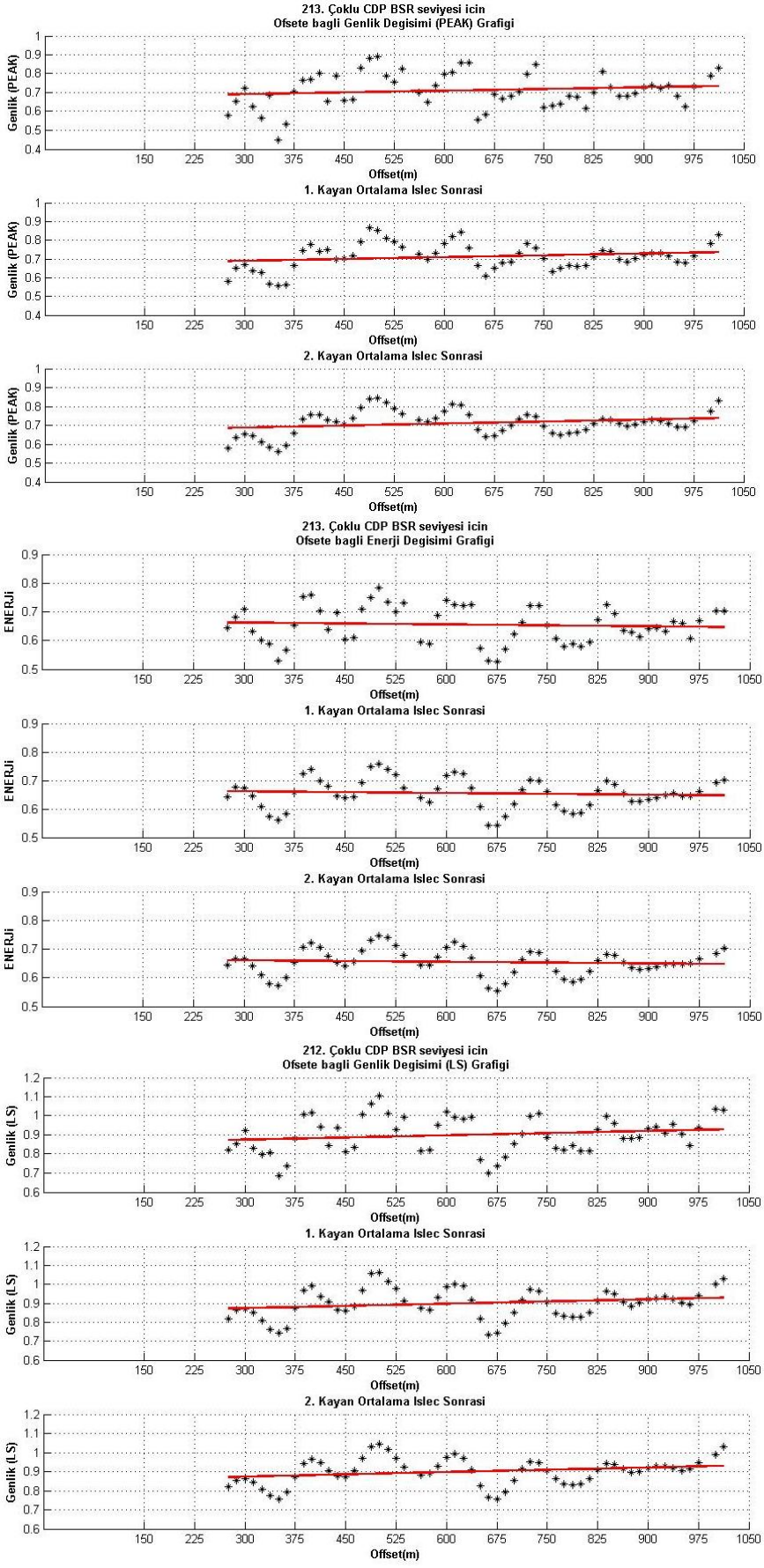

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

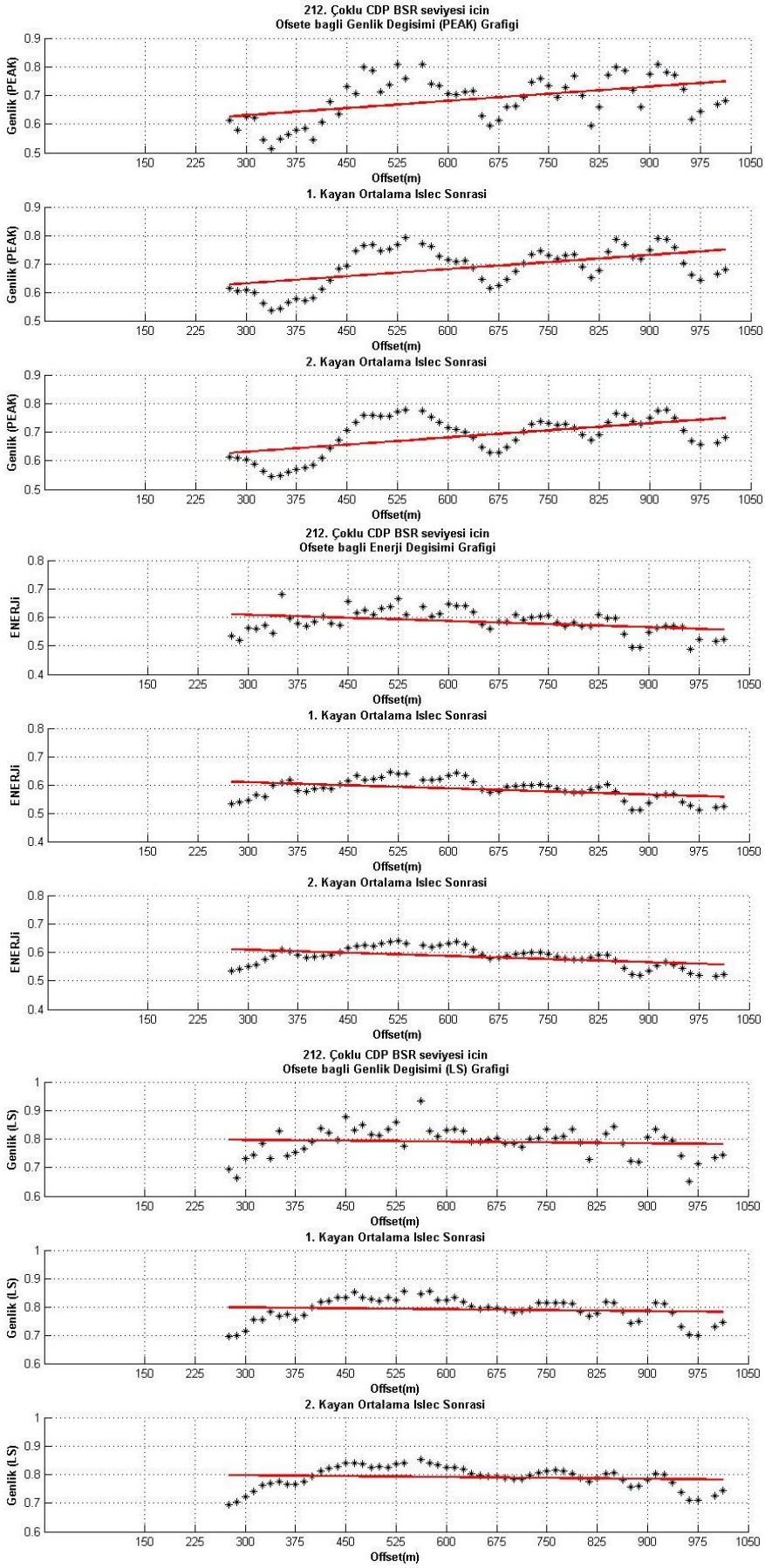

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)

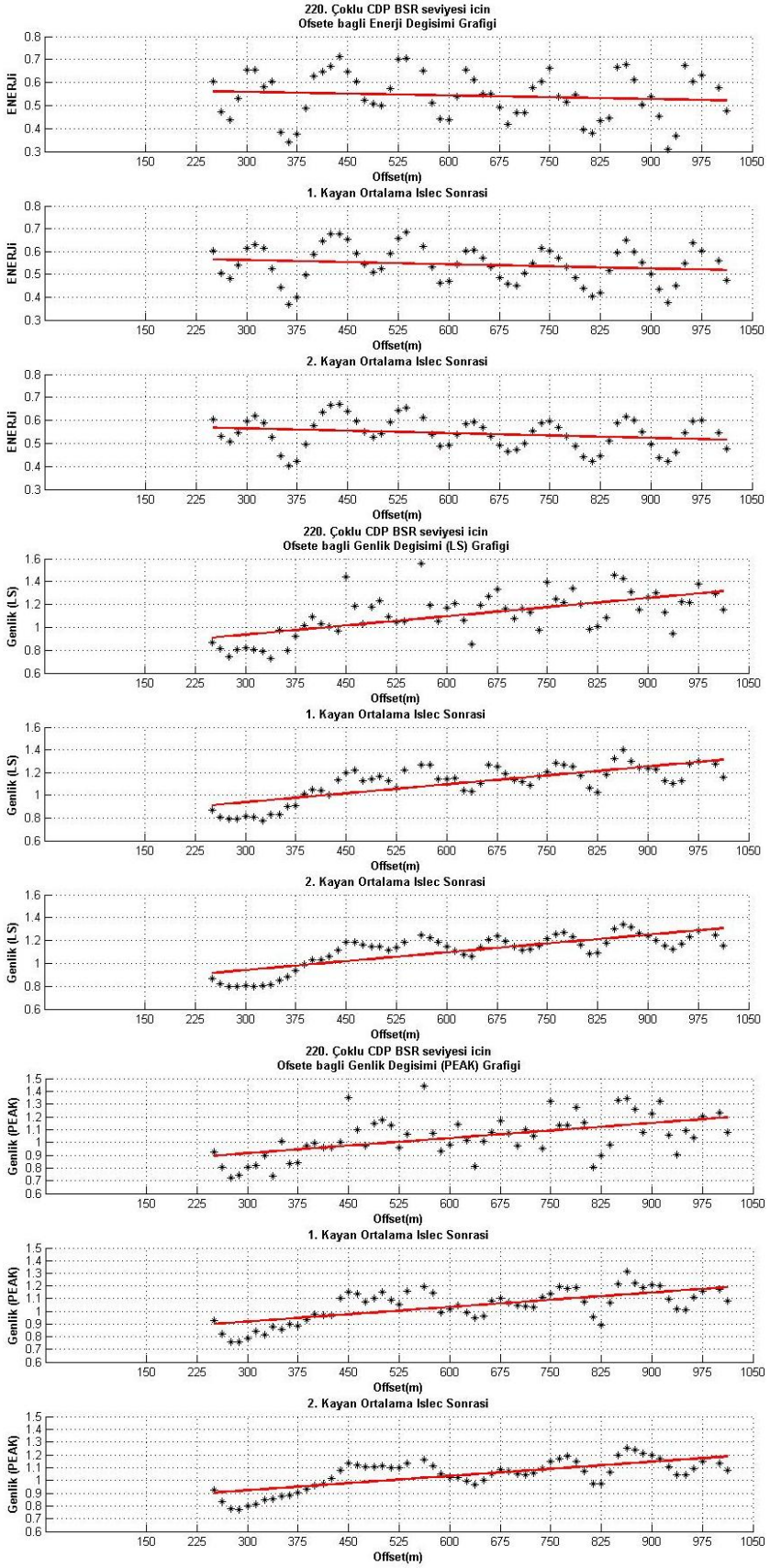

211. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)


1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

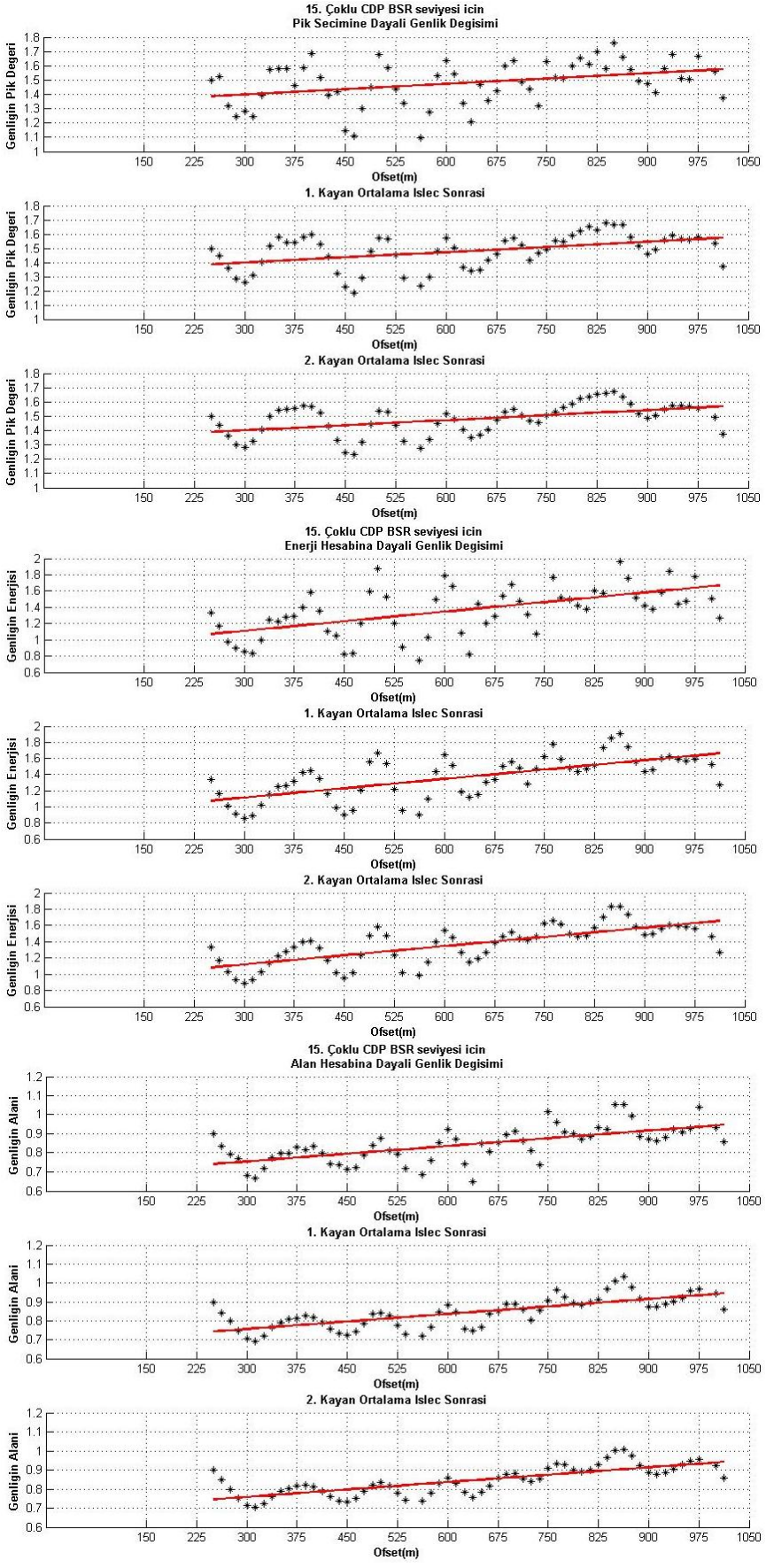

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

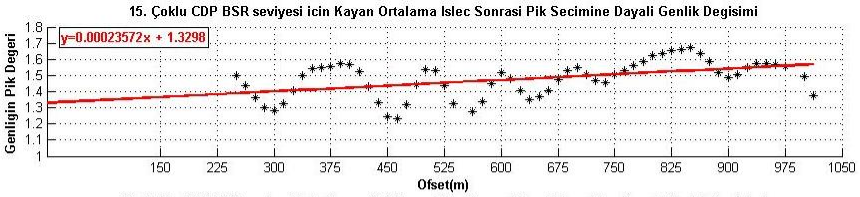

213. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
213. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
ENERJi
Offset(m)
212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genlik (LS)
Offset(m)

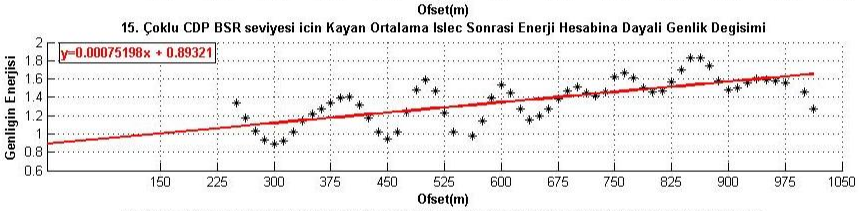

212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (PEAK) Grafigi
Genlik (PEAK)
Offset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Enerji Degisimi Grafigi
ENERJi
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Ofsete bagli Genlik Degisimi (LS) Grafigi
Genlik (LS)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi

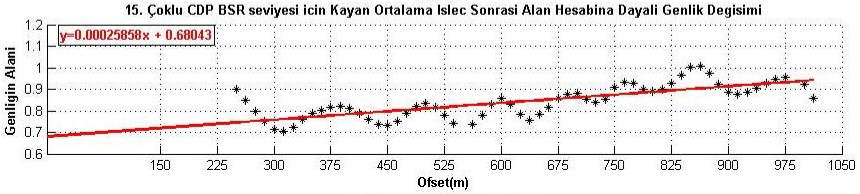


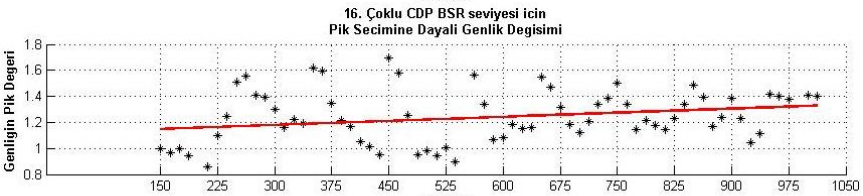
Şekil B.1: Seçilmeyen 15 BSR seviyesi için 3 farklı yöntemle genkliklerin çizdirilmesi

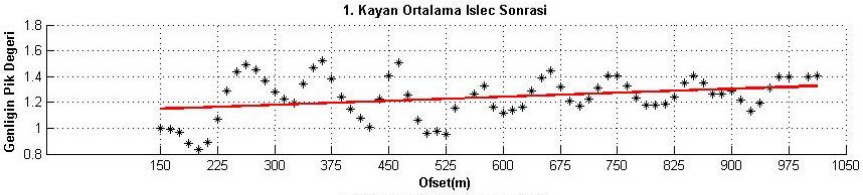

15. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
15. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
15. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

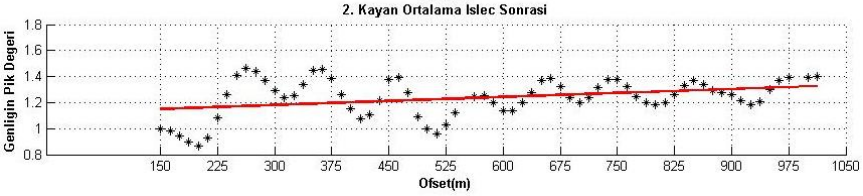

15. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00023572x + 1.3298
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

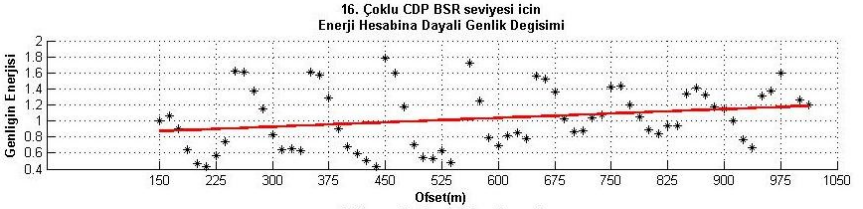

15. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00075198x + 0.89321
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

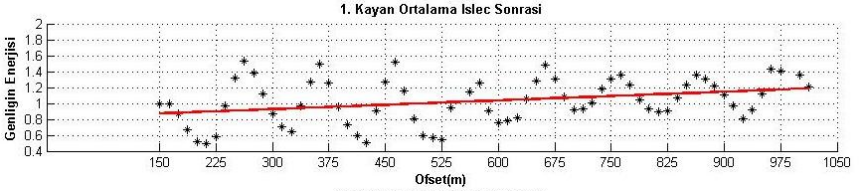

15. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00025858x + 0.68043
Genligin Alani
Ofset(m)

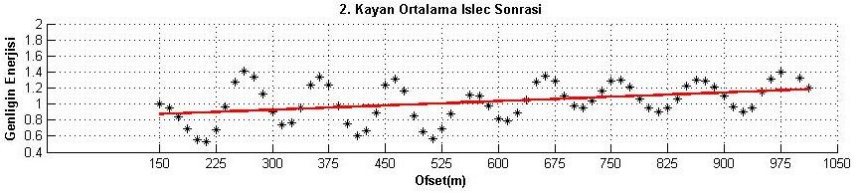

16. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

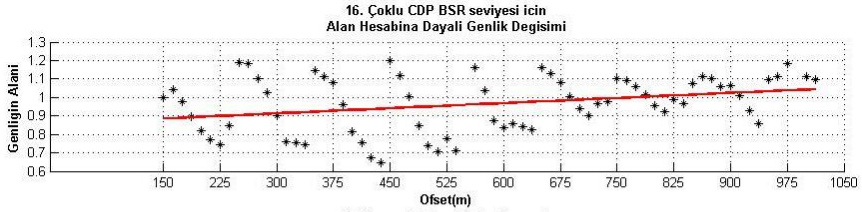

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

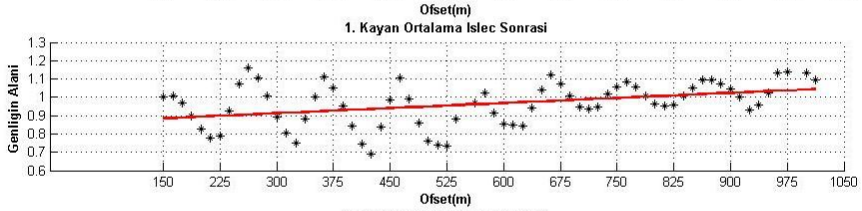

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

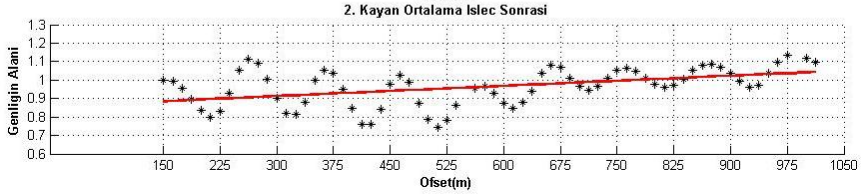

16. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

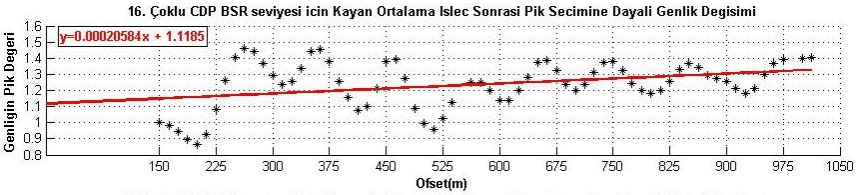

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

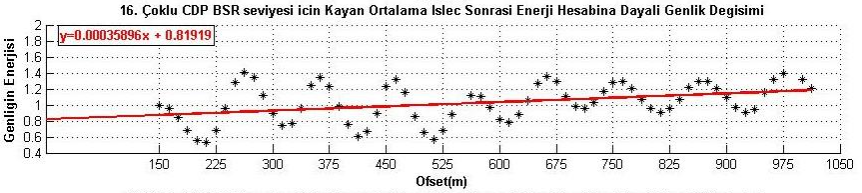

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

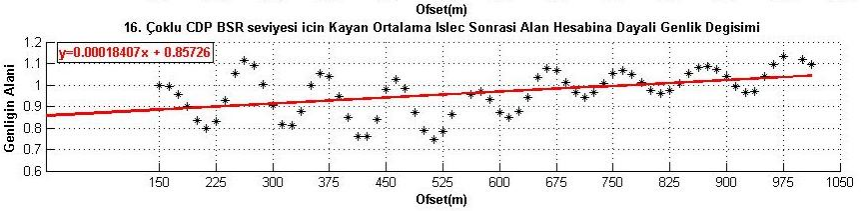

16. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

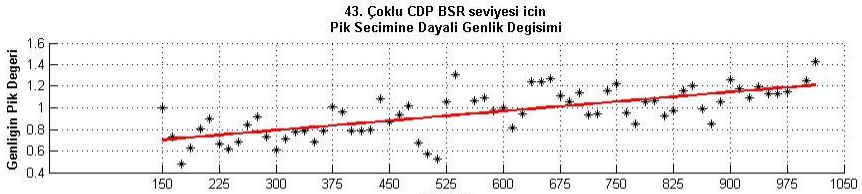

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

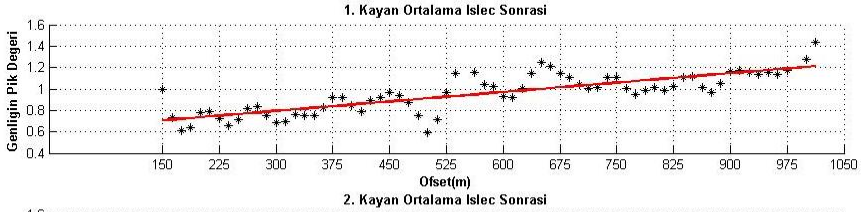

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

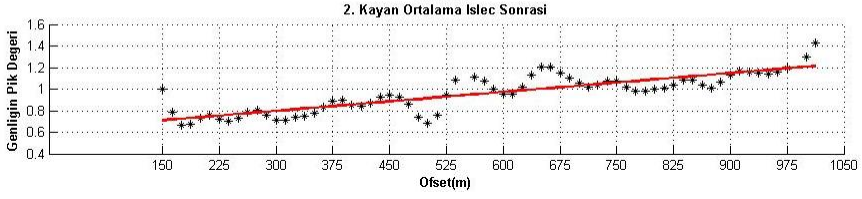

16. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00020584x + 1.1185
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

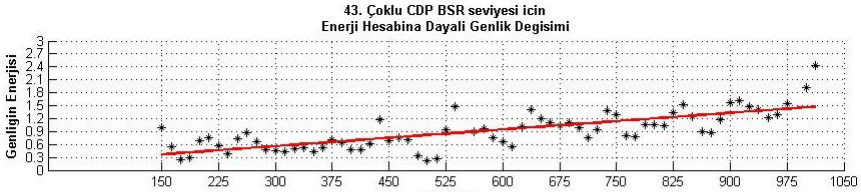

16. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00035896x + 0.81919
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

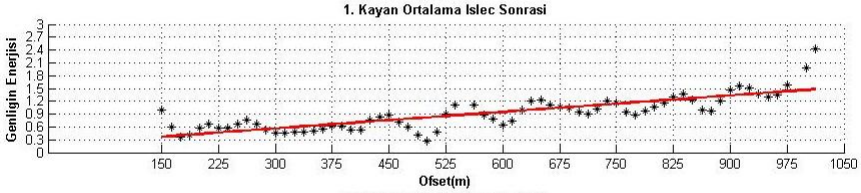

16. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00018407x + 0.85726
Genligin Alani
Ofset(m)

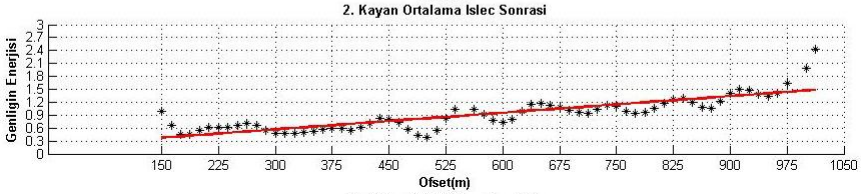

43. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

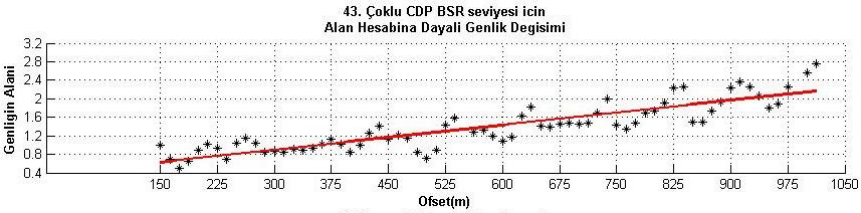

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

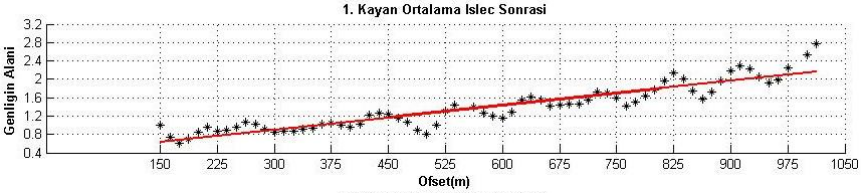

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

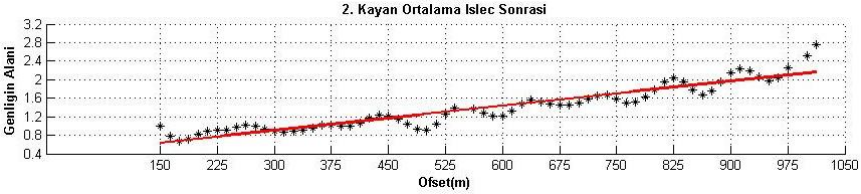

43. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

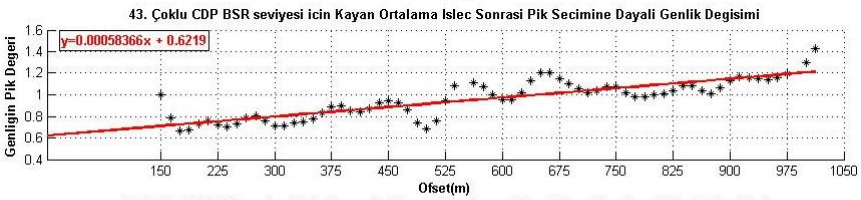

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

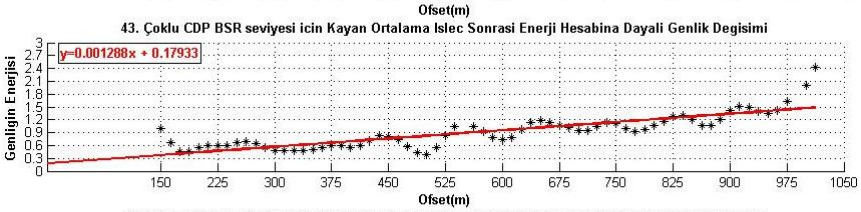

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

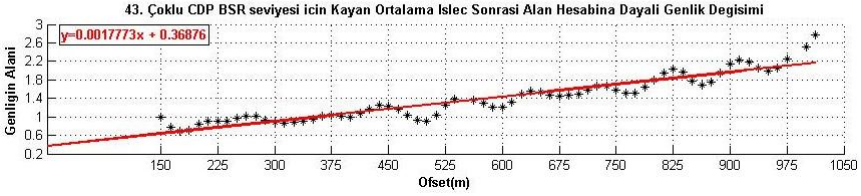

43. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

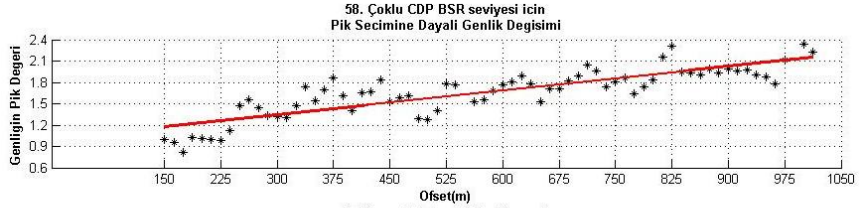

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

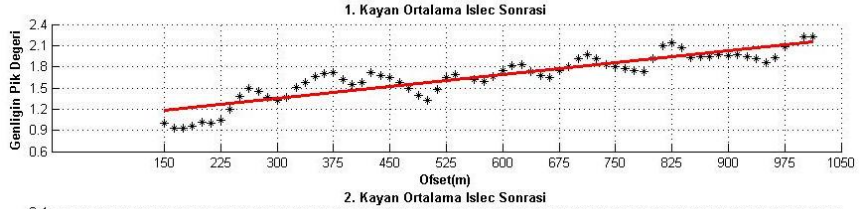

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

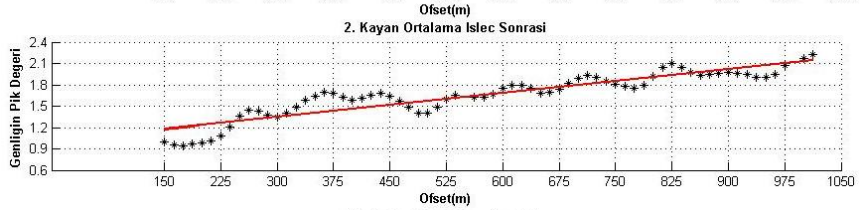

43. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00058366x + 0.6219
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

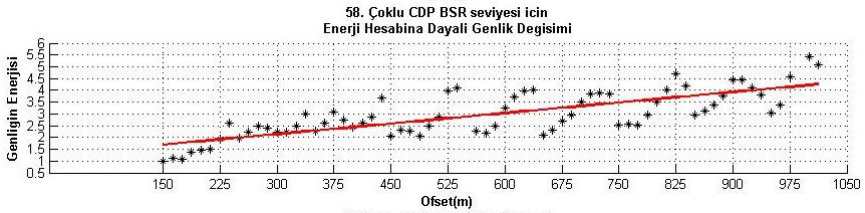

43. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.001288x + 0.17933
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

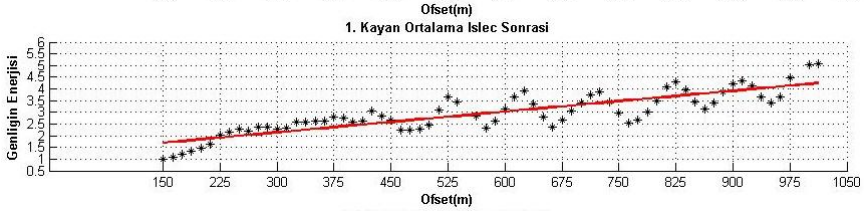

43. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0017773x + 0.36876
Genligin Alani
Ofset(m)

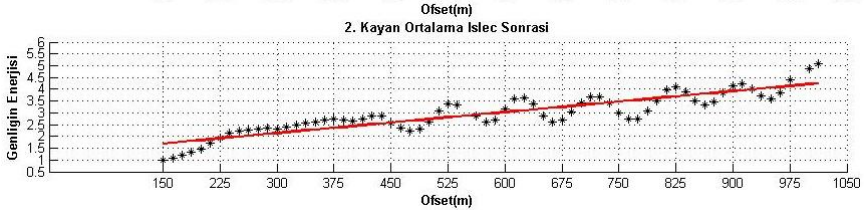

58. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

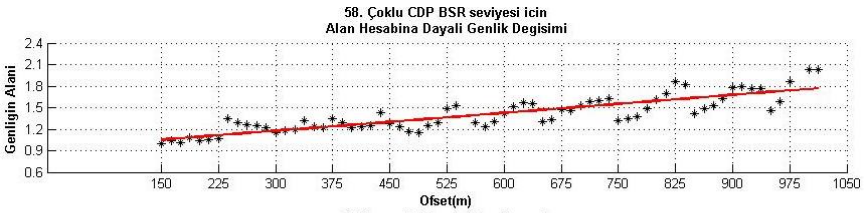

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

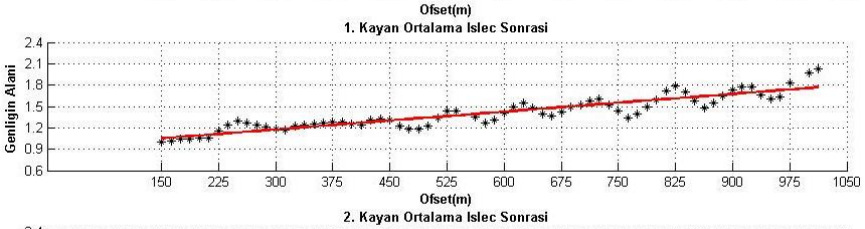

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

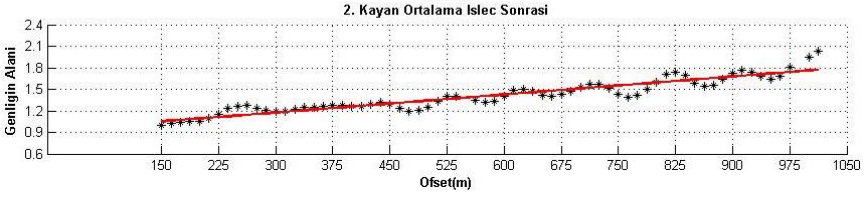

58. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

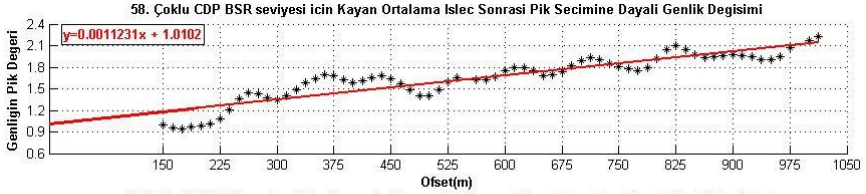

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

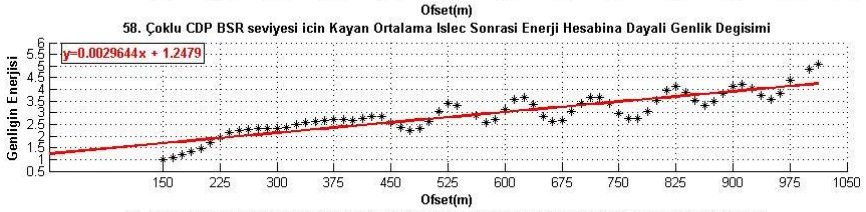

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

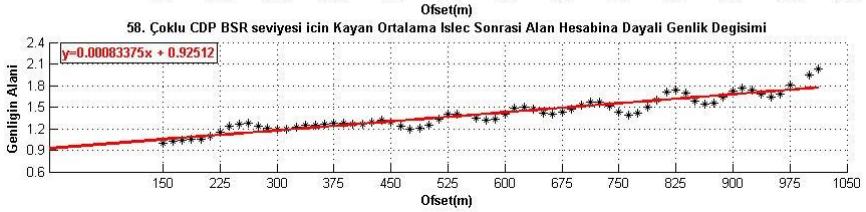

58. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

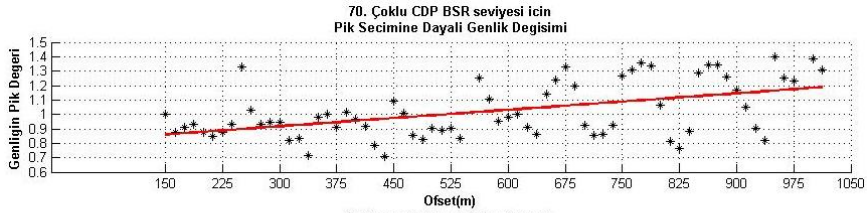

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

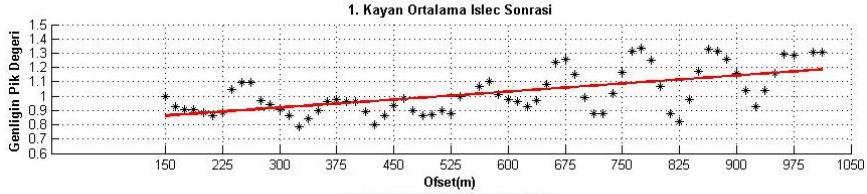

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

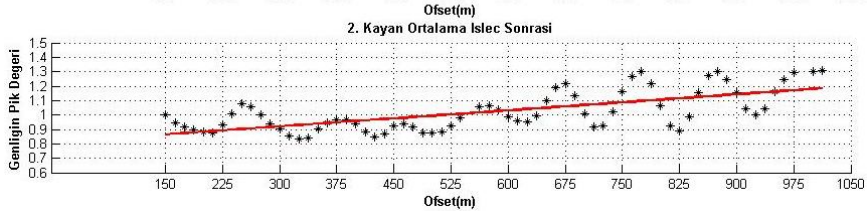

58. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.0011231x + 1.0102
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

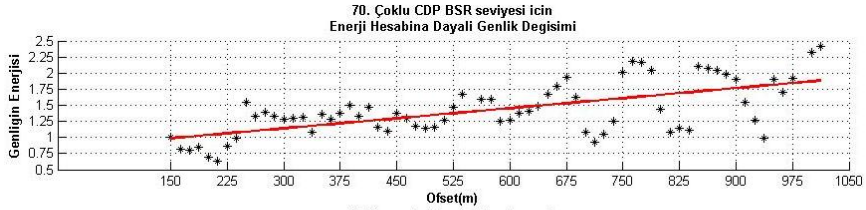

58. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0029644x + 1.2479
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

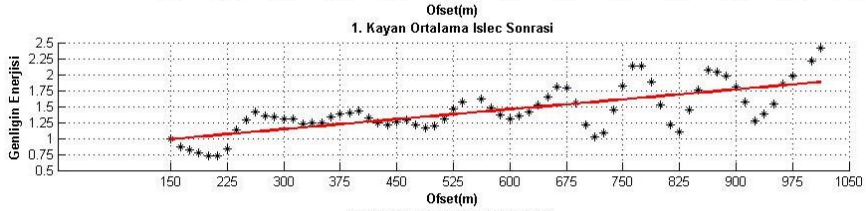

58. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00083375x + 0.92512
Genligin Alani
Ofset(m)

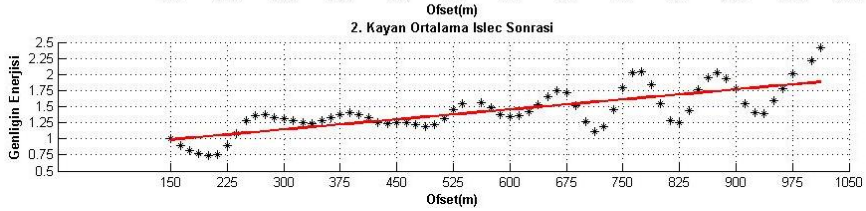

70. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

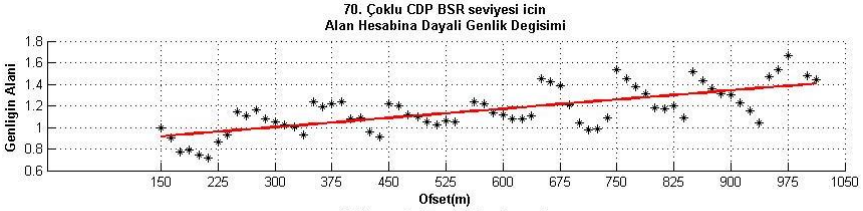

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

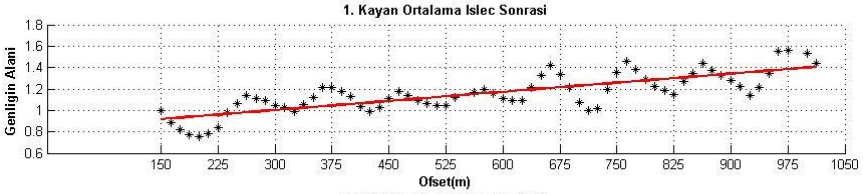

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

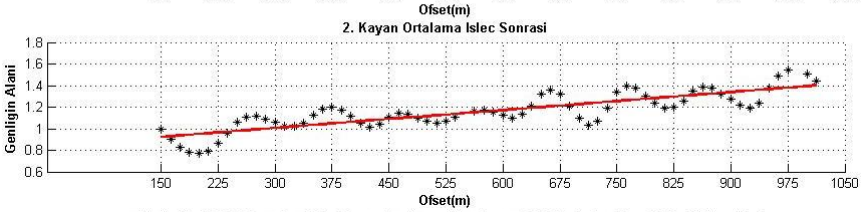

70. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

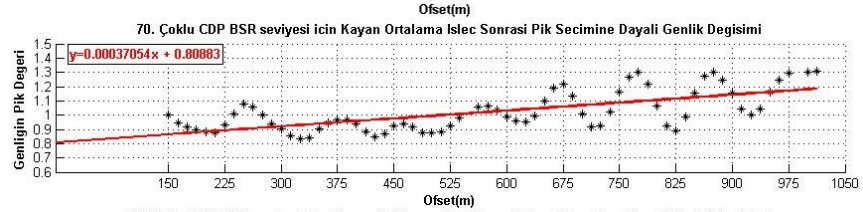

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

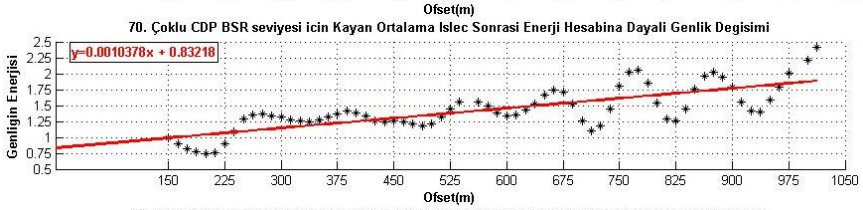

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

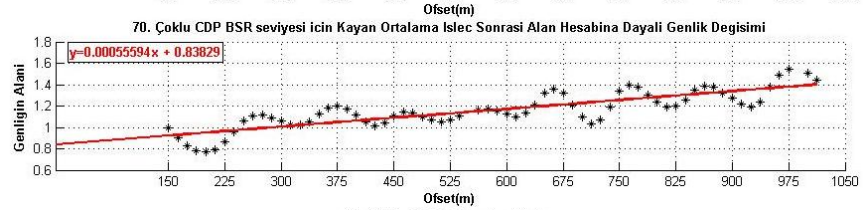

70. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

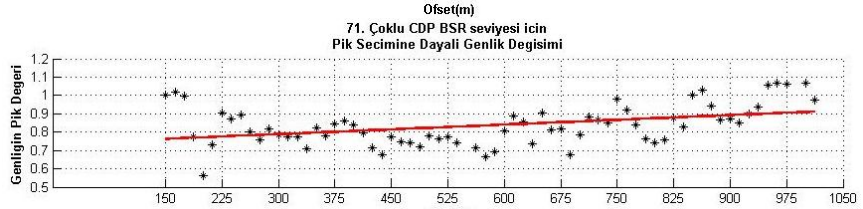

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

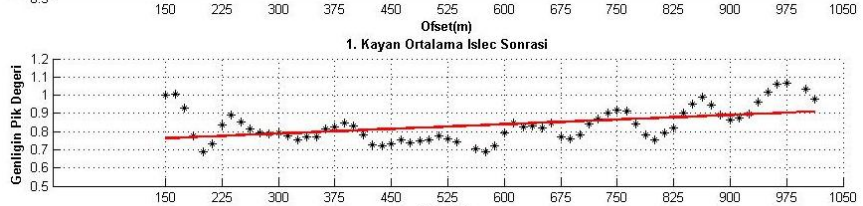

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

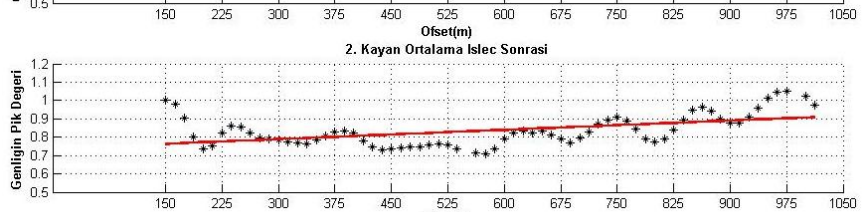

70. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00037054x + 0.80883
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

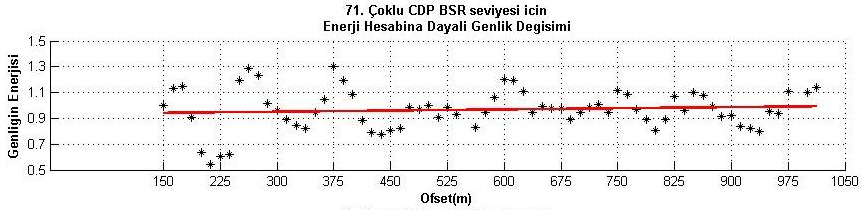

70. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0010378x + 0.83218
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

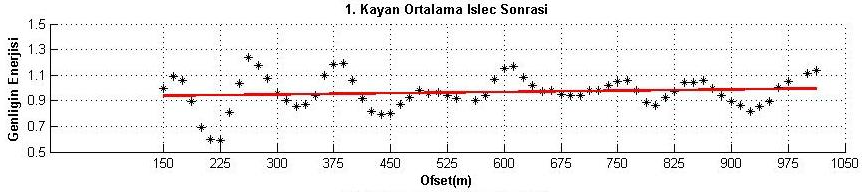

70. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00055594x + 0.83829
Genligin Alani
Ofset(m)

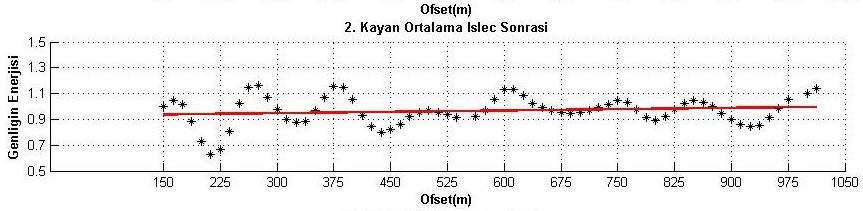

71. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

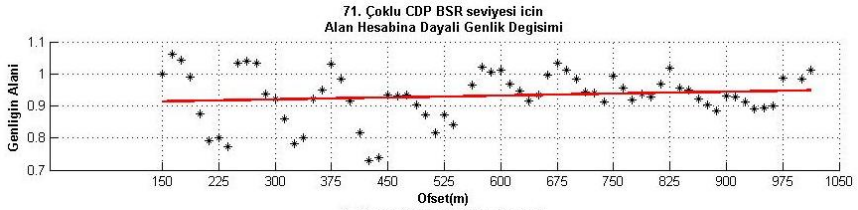

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

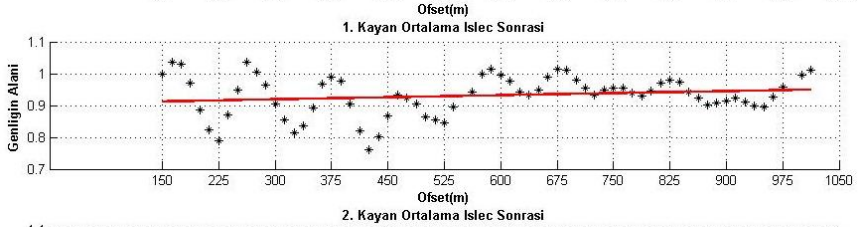

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

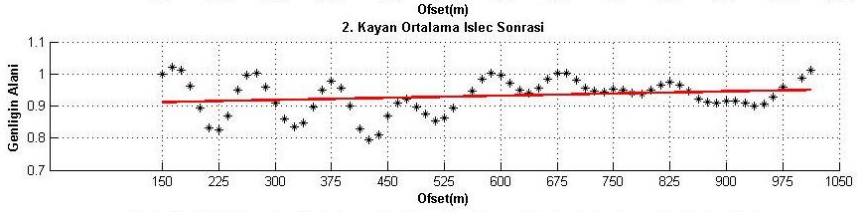

71. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

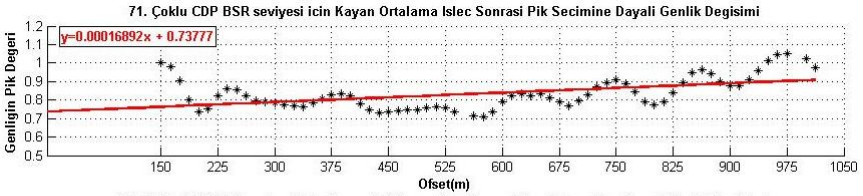

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

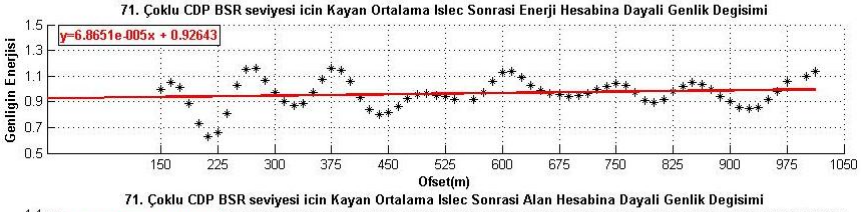

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

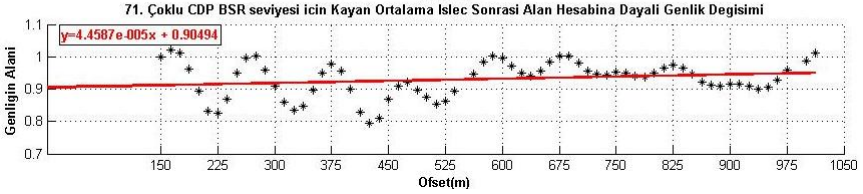

71. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

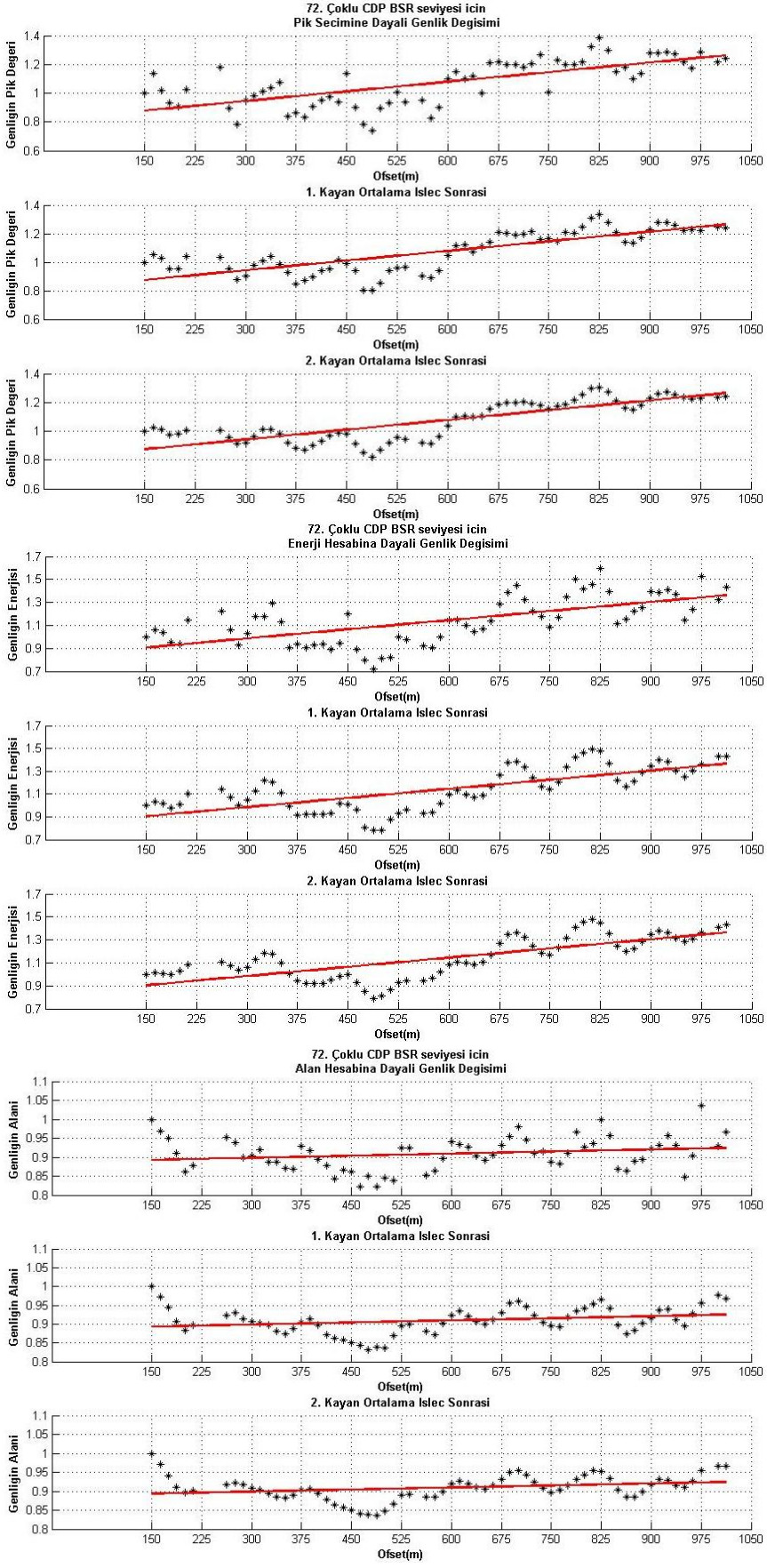

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

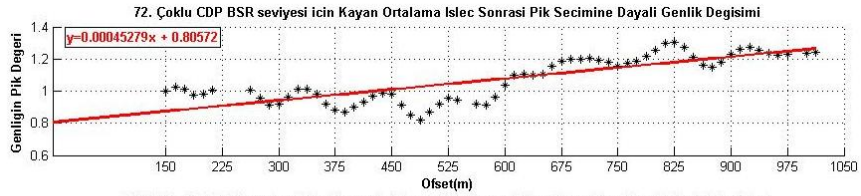

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

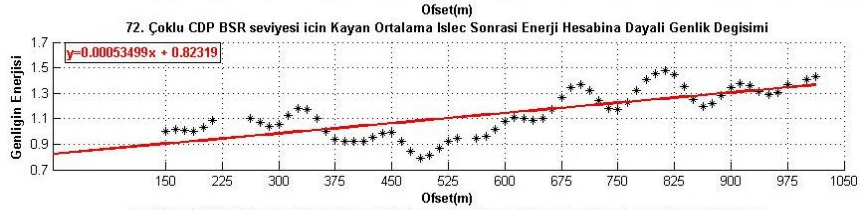

71. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00016892x + 0.73777
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

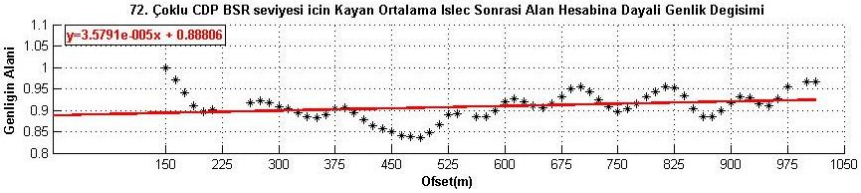

71. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=6.8651e-005x + 0.92643
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

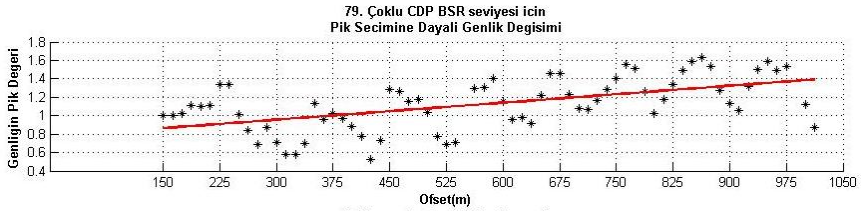

71. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=4.4587e-005x + 0.90494
Genligin Alani
Ofset(m)

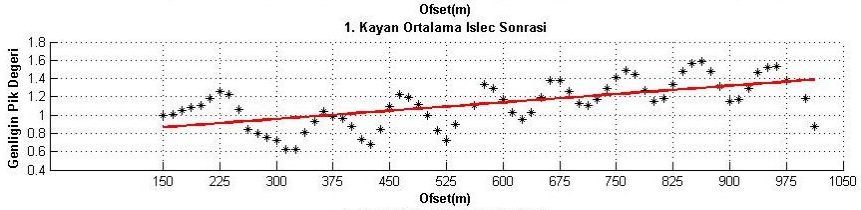

72. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
72. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
72. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

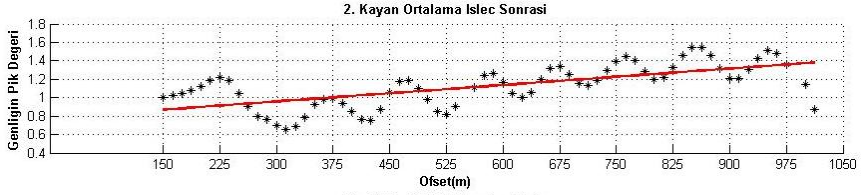

72. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00045279x + 0.80572
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

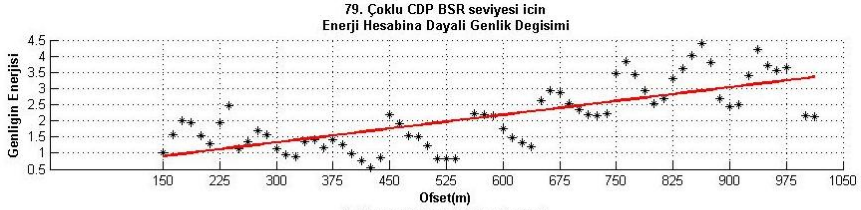

72. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00053499x + 0.82319
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

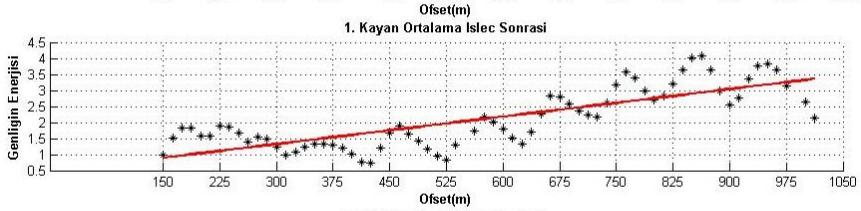

72. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=3.5791e-005x + 0.88806
Genligin Alani
Ofset(m)

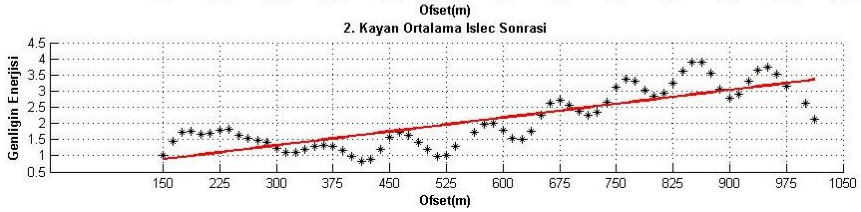

79. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

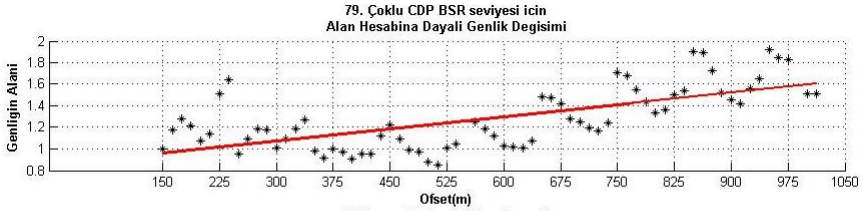

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

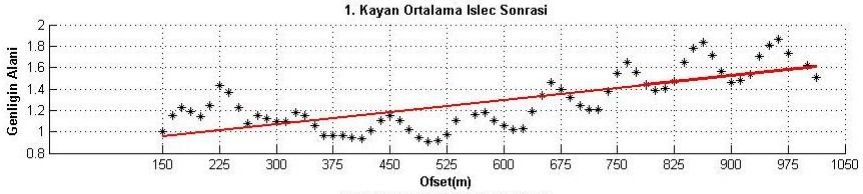

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

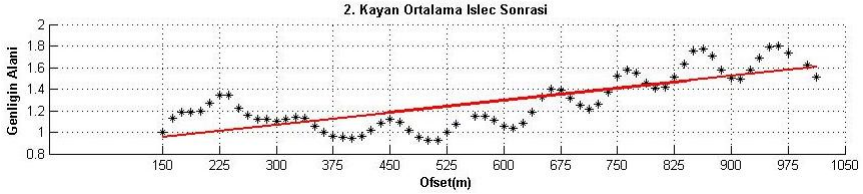

79. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

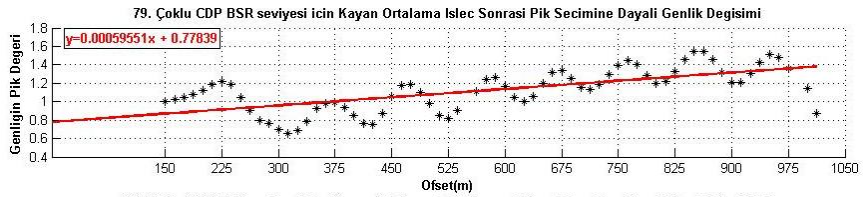

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

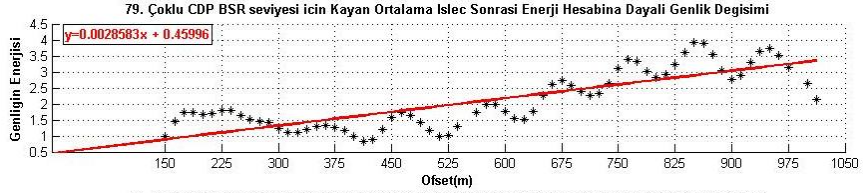

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

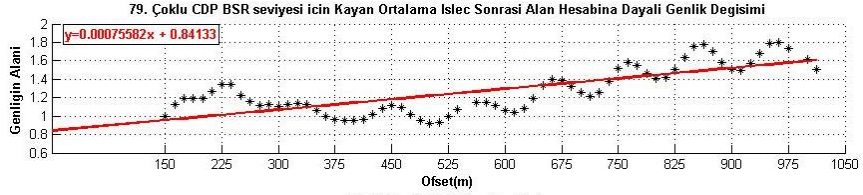

79. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

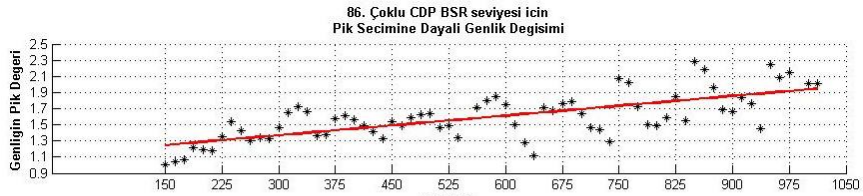

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

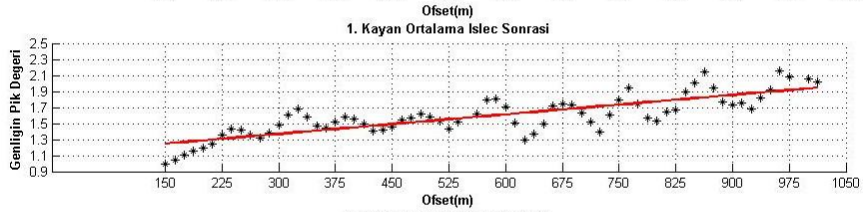

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

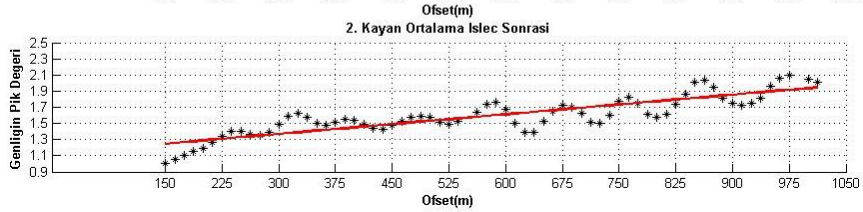

79. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00059551x + 0.77839
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

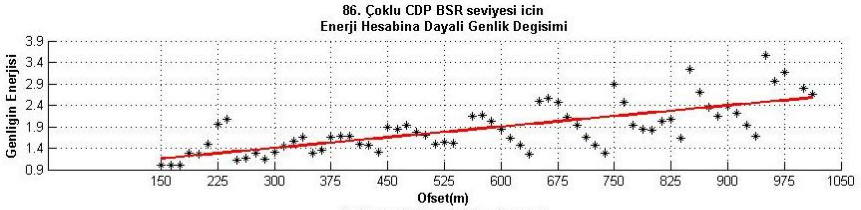

79. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0028583x + 0.45996
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

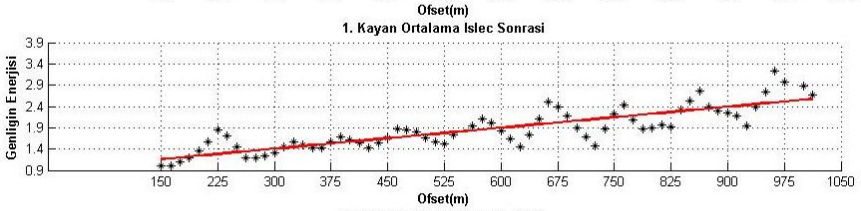

79. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00075582x + 0.84133
Genligin Alani
Ofset(m)

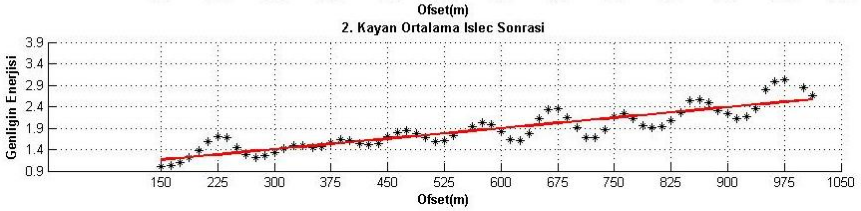

86. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

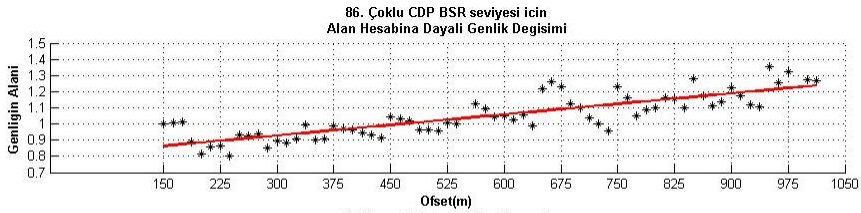

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

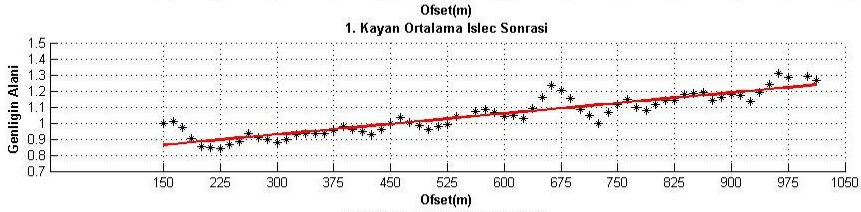

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

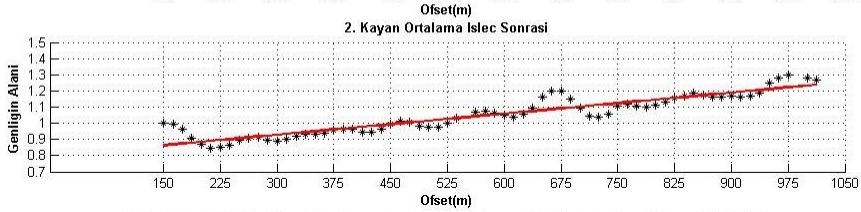

86. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

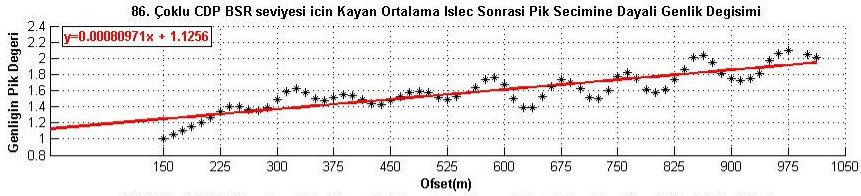

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

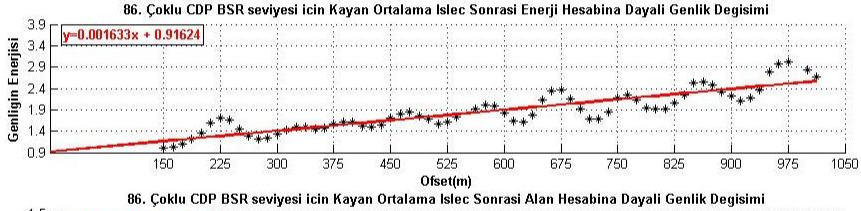

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

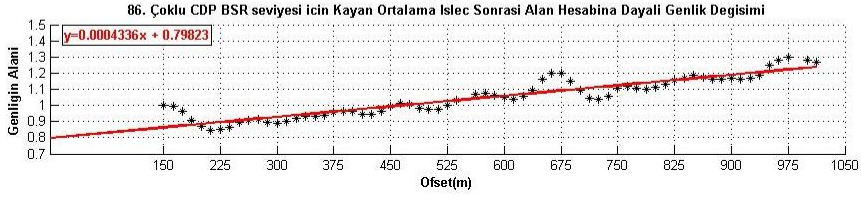

86. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

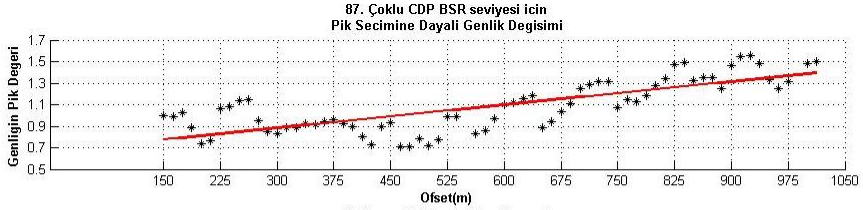

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

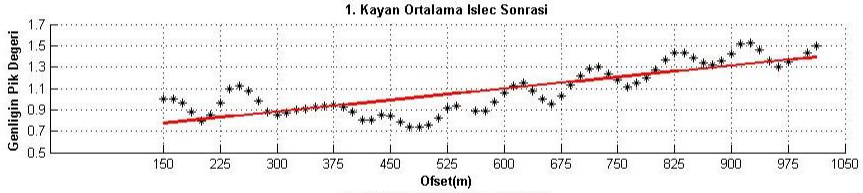

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

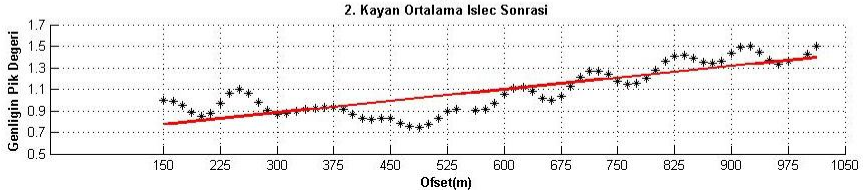

86. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00080971x + 1.1256
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

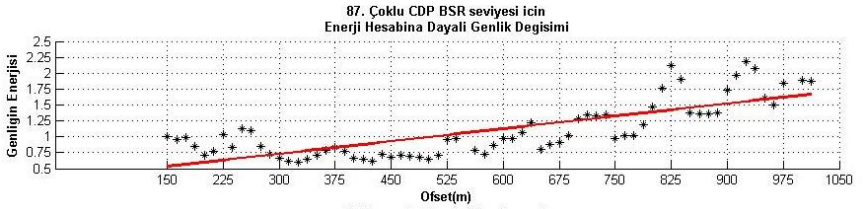

86. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.001633x + 0.91624
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

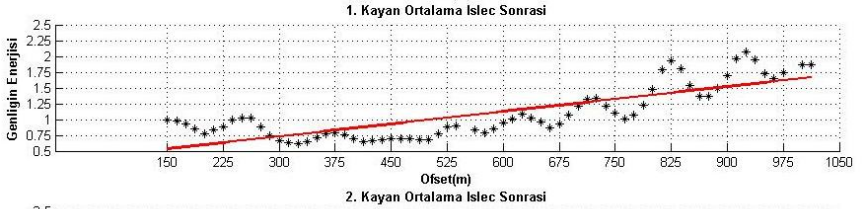

86. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0004336x + 0.79823
Genligin Alani
Ofset(m)

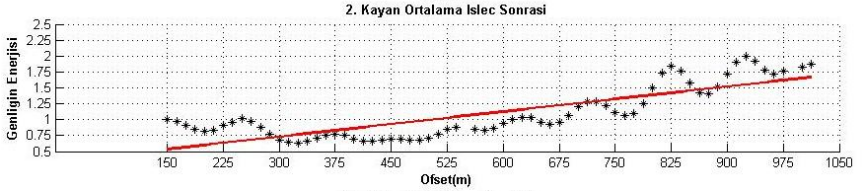

87. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

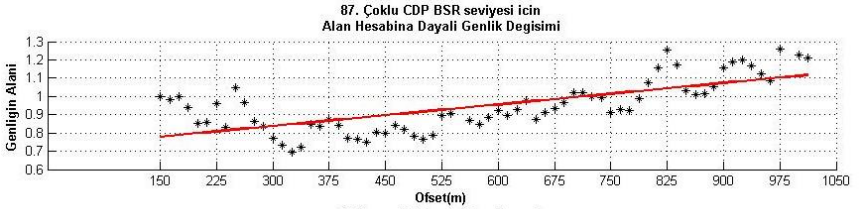

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

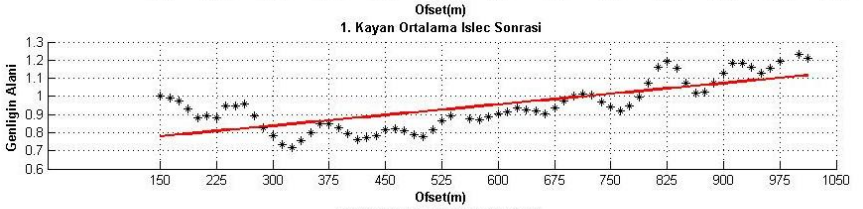

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

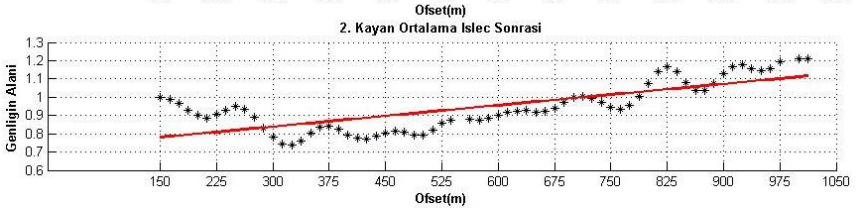

87. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

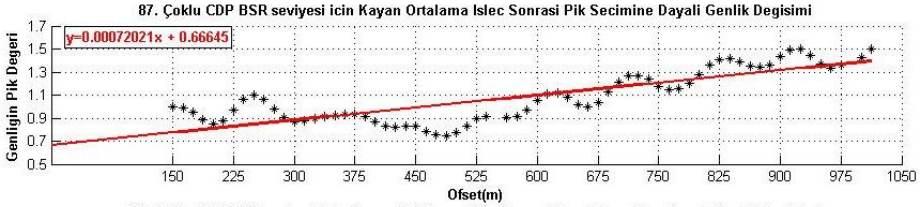

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

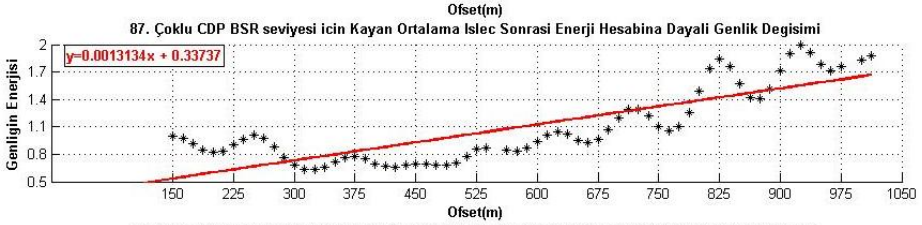

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

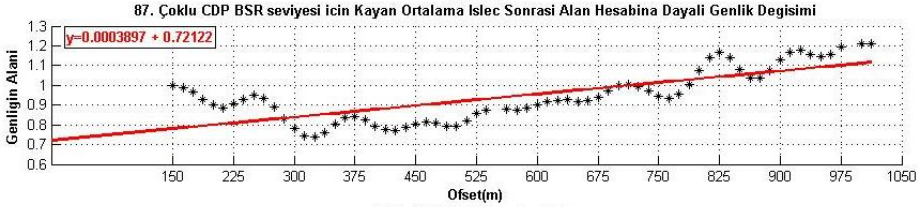

87. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

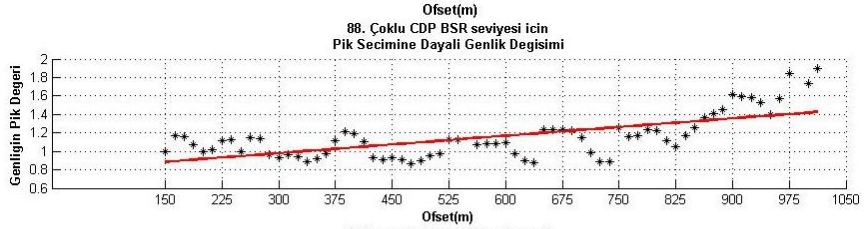

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

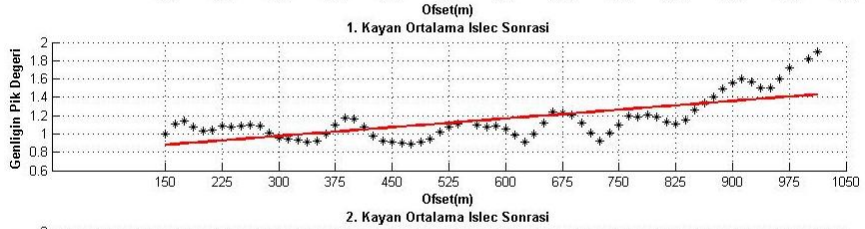

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

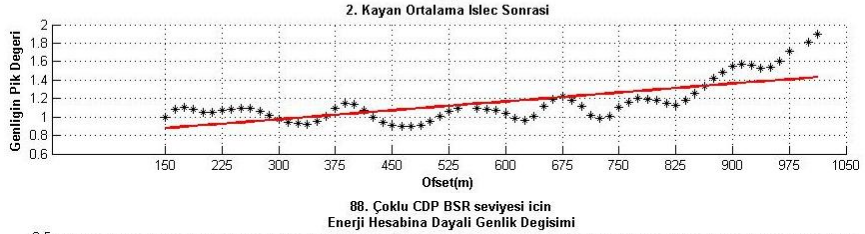

87. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00072021x + 0.66645
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

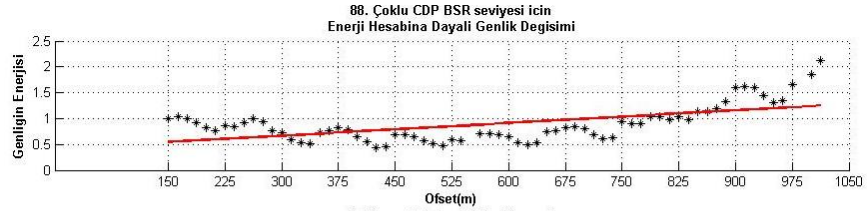

87. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0013134x + 0.33737
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

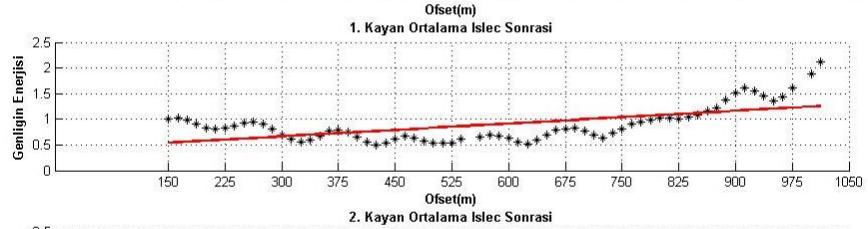

87. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0003897 + 0.72122
Genligin Alani
Ofset(m)

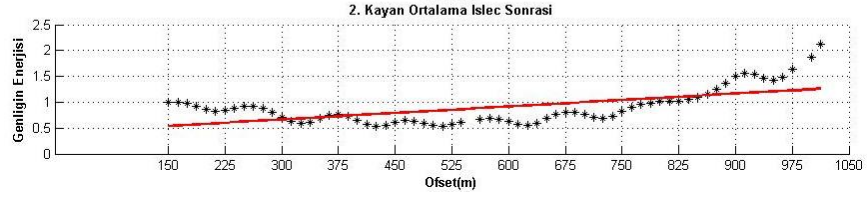

88. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

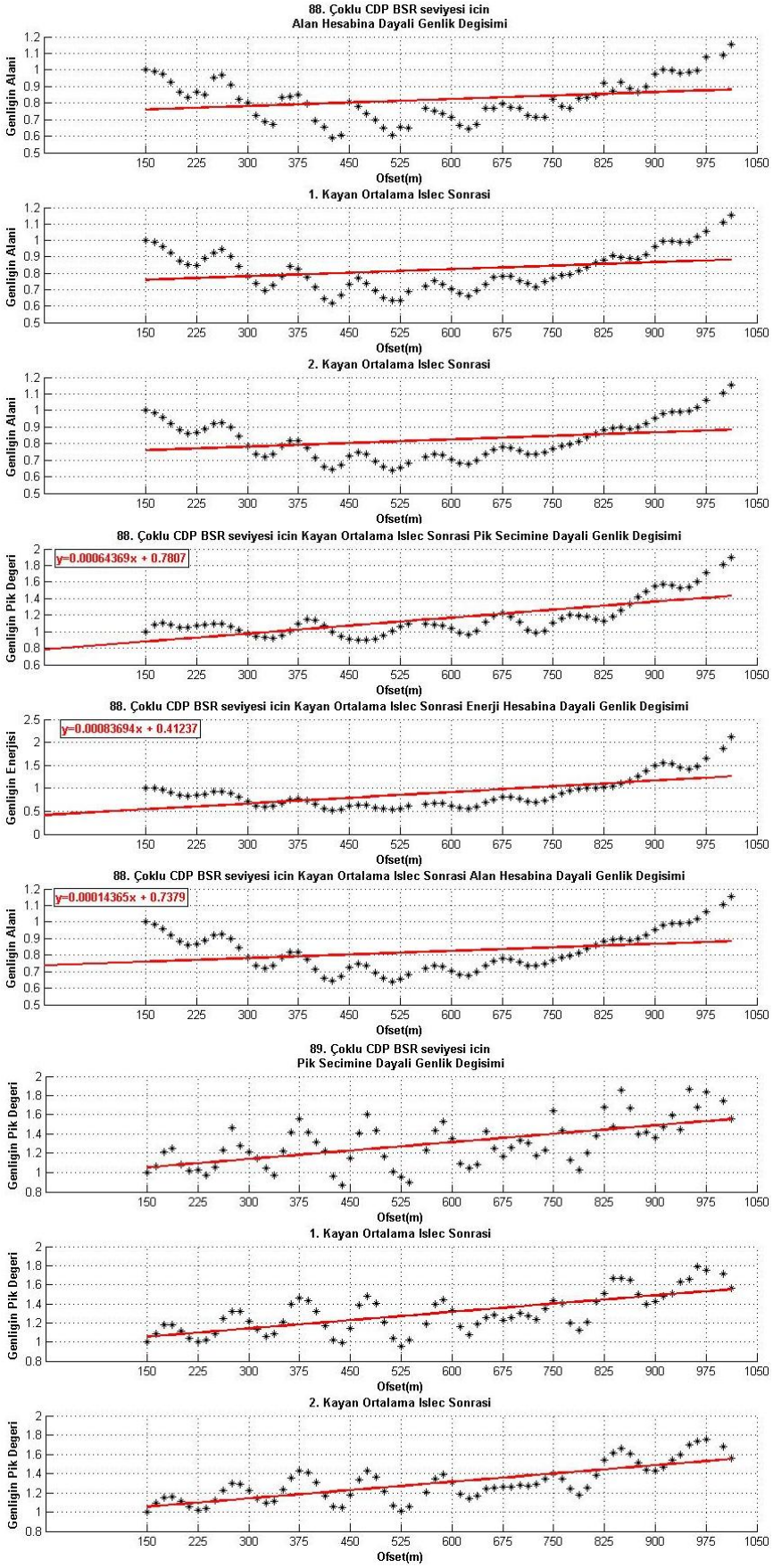

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

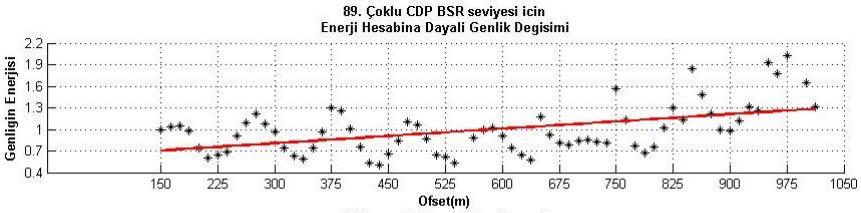

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

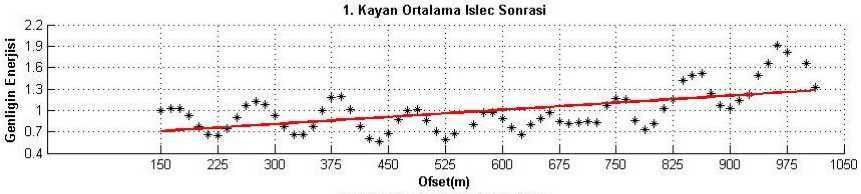

88. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

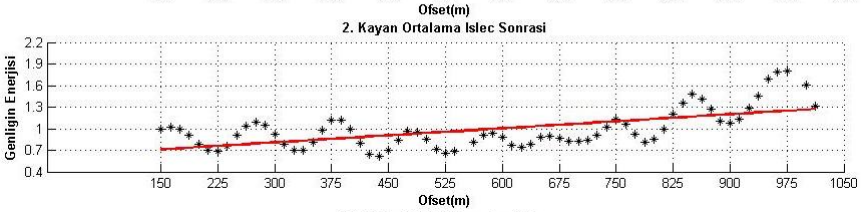

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

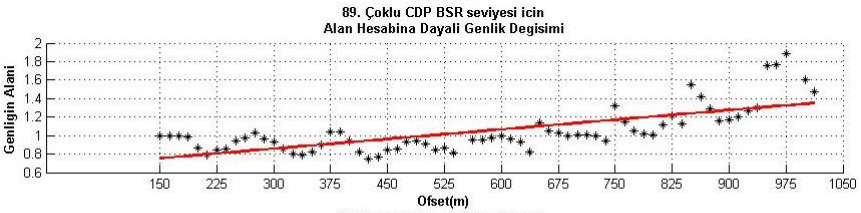

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

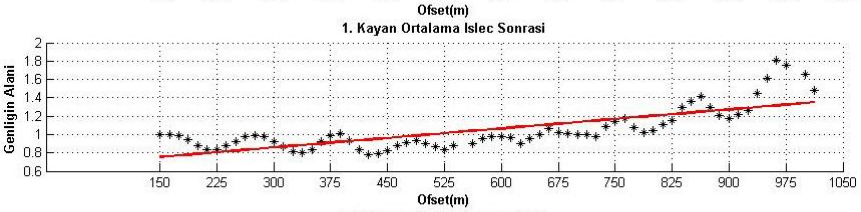

88. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
88. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00064369x + 0.7807
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
88. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00083694x + 0.41237
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
88. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00014365x + 0.7379
Genligin Alani
Ofset(m)
89. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

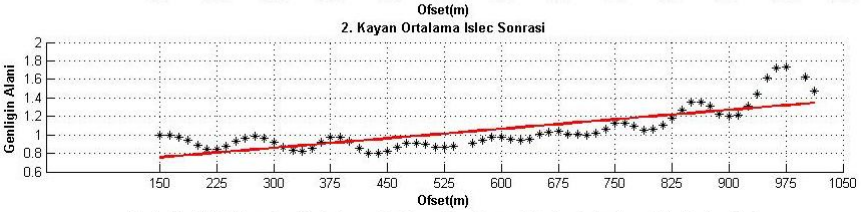

89. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

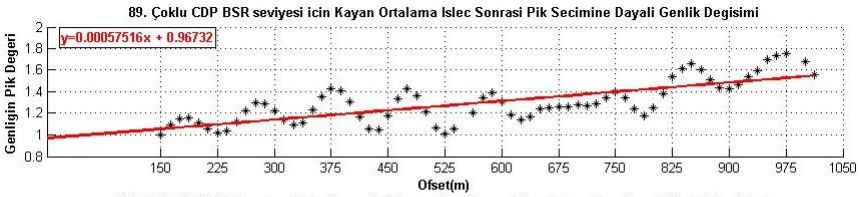

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

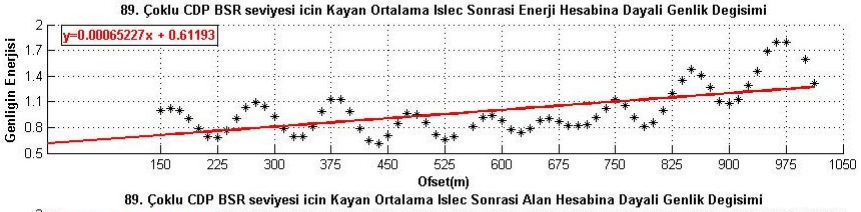

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

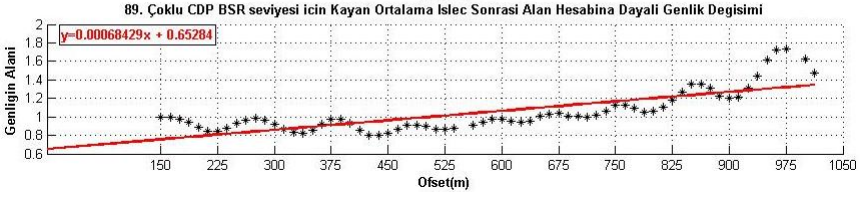

89. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

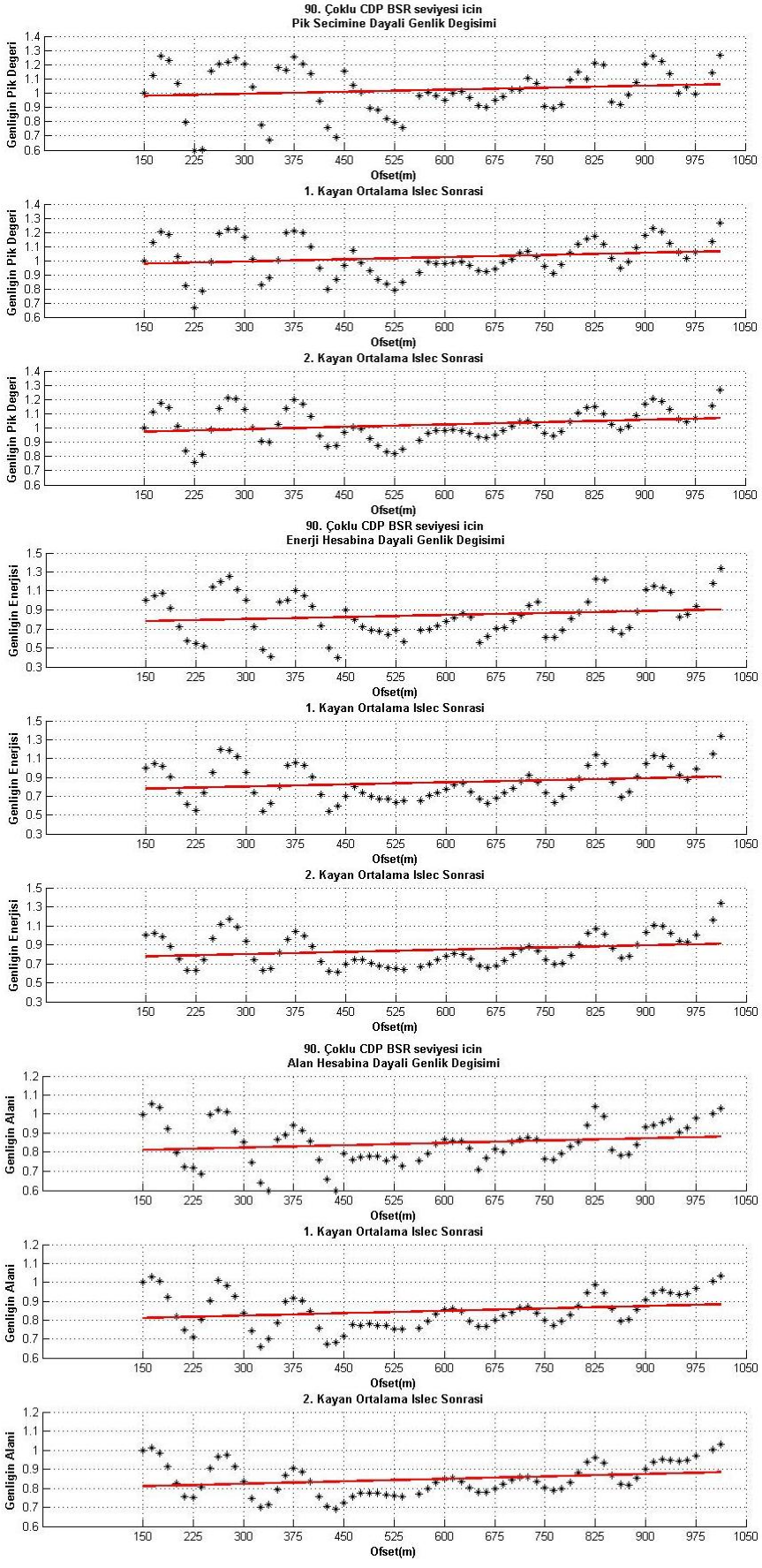

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

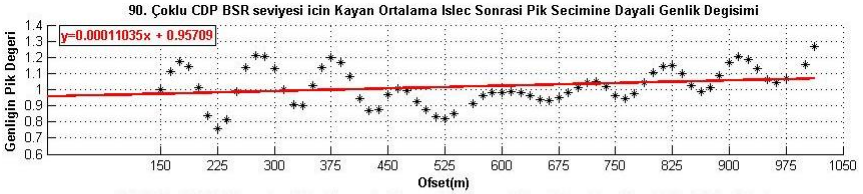

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

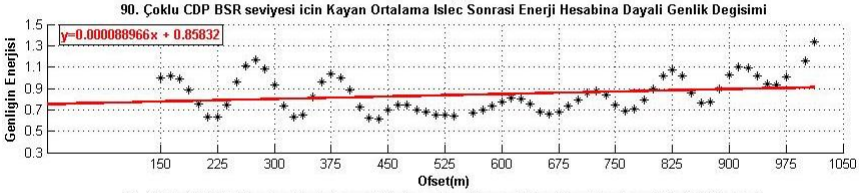

89. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00057516x + 0.96732
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

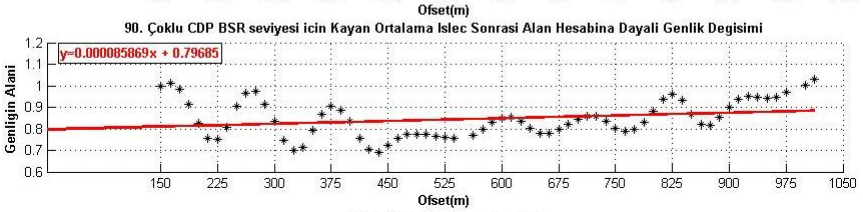

89. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00065227x + 0.61193
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

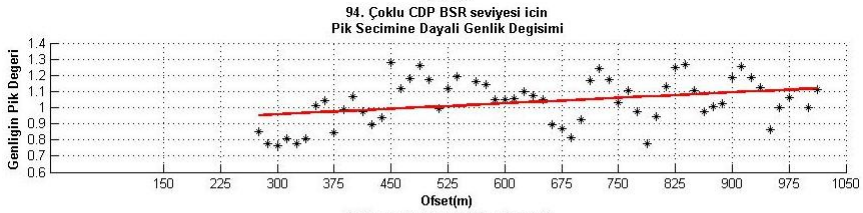

89. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00068429x + 0.65284
Genligin Alani
Ofset(m)

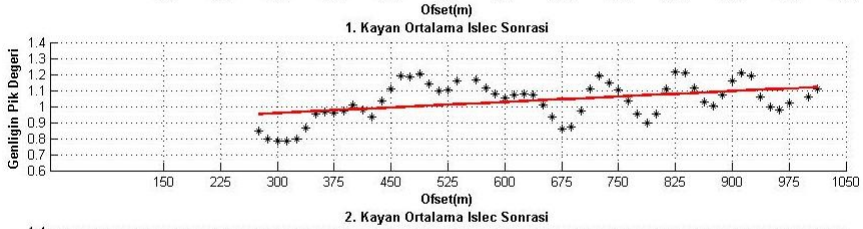

90. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
90. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
90. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

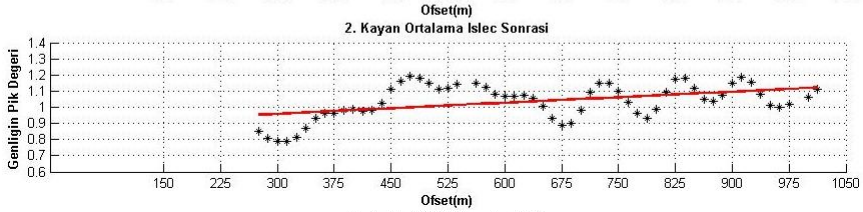

90. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00011035x + 0.95709
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

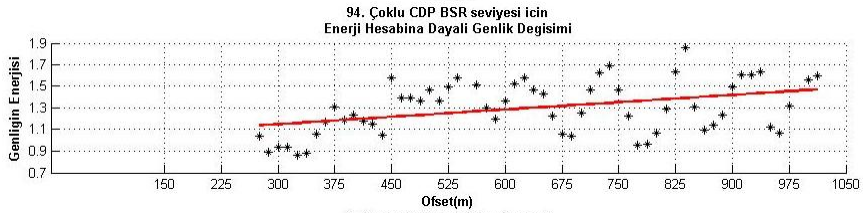

90. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.000088966x + 0.85832
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

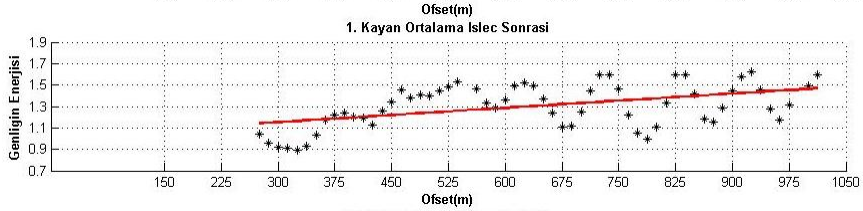

90. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.000085869x + 0.79685
Genligin Alani
Ofset(m)

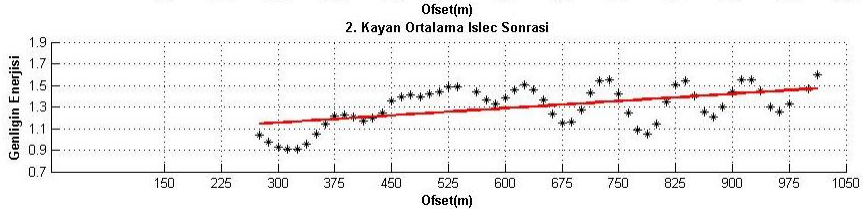

94. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

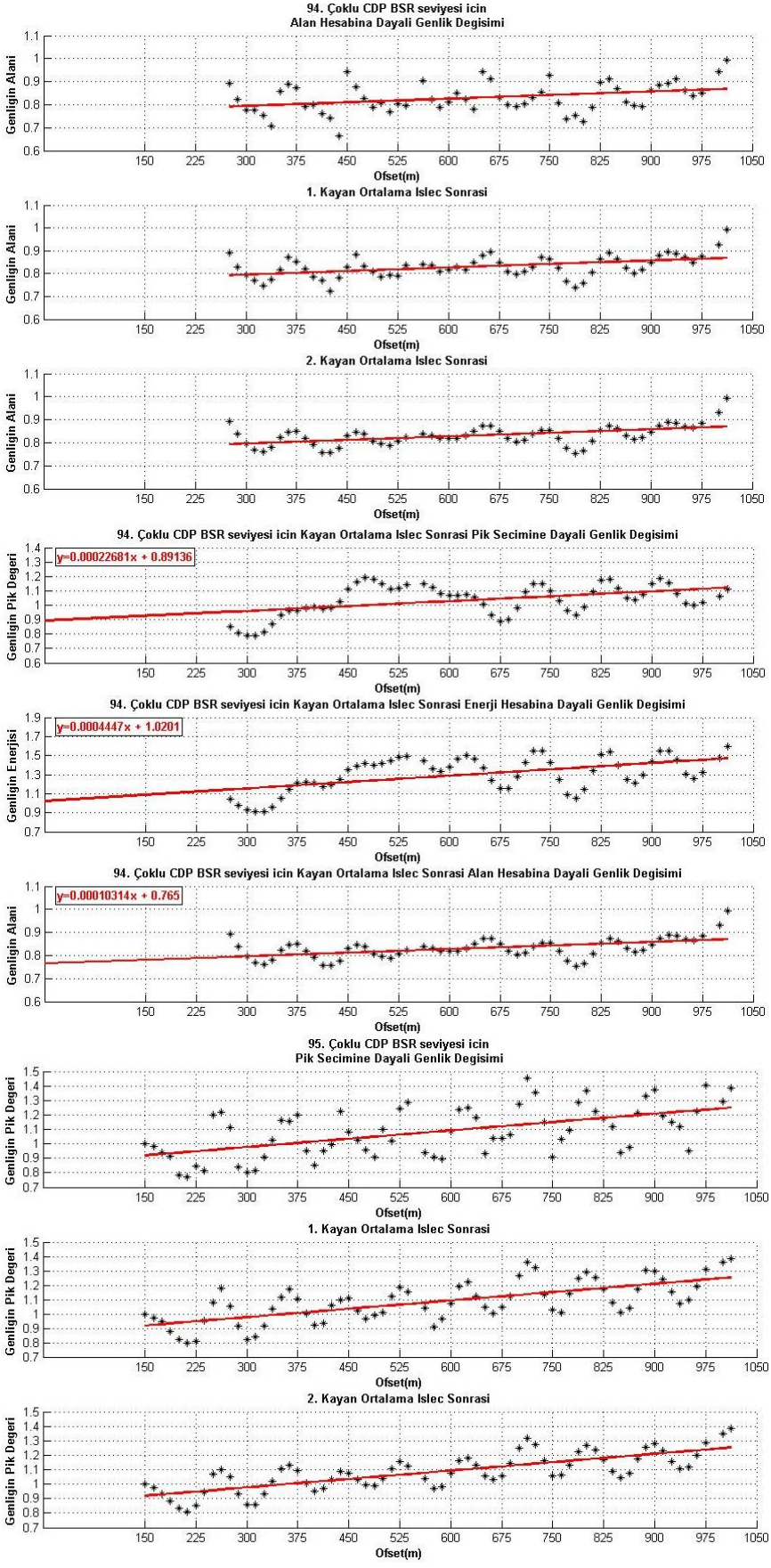

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

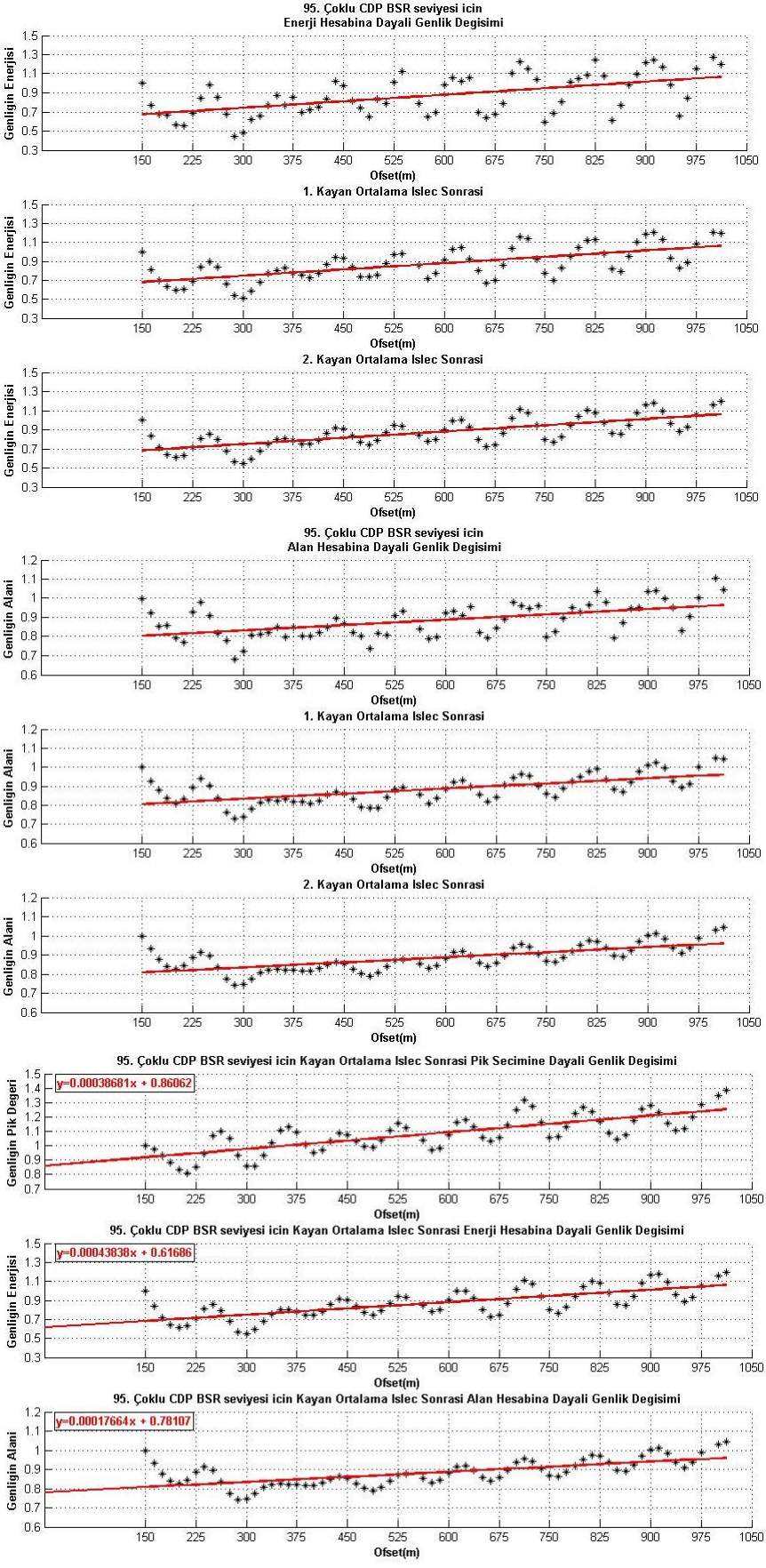

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

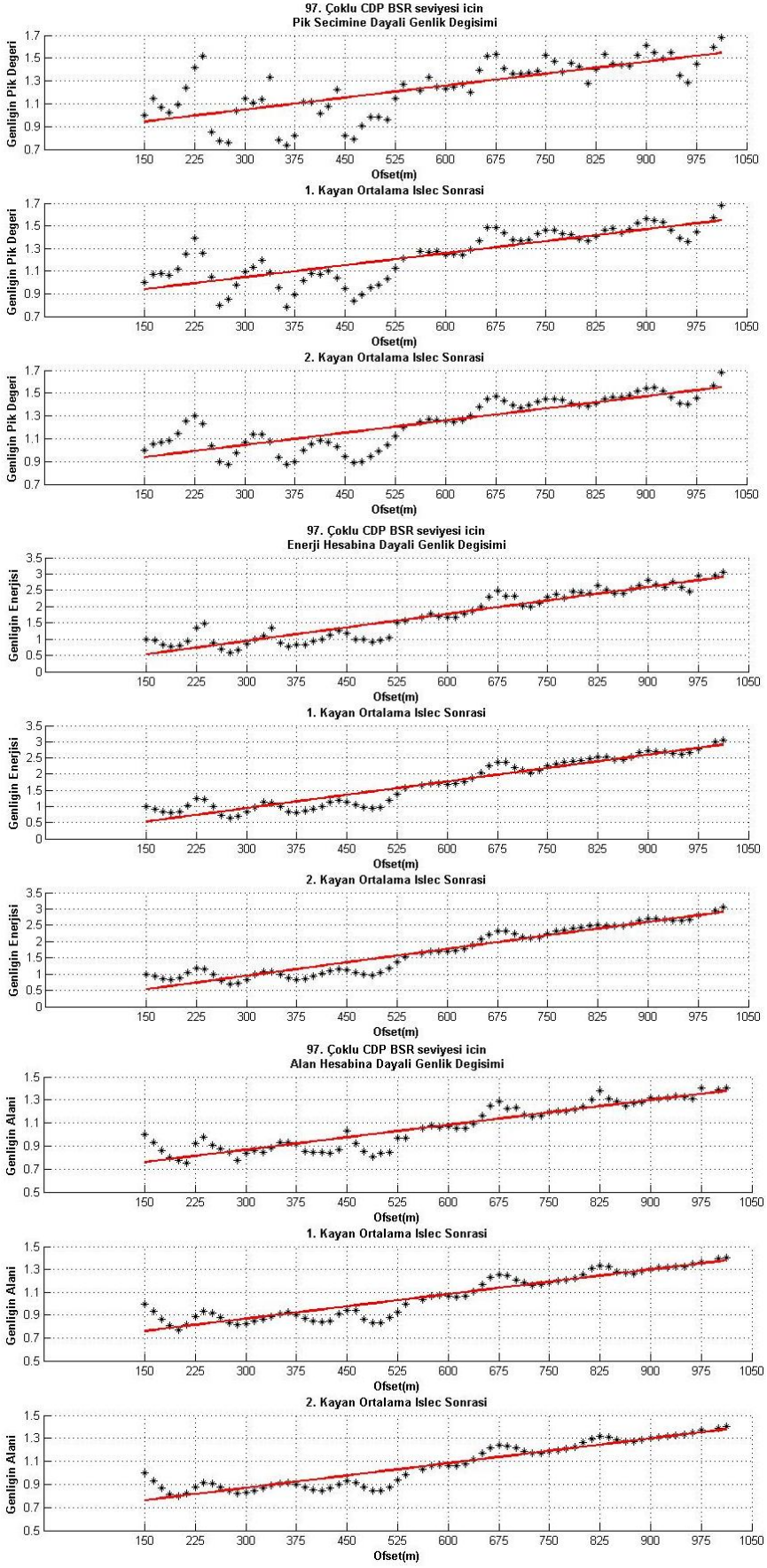

94. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

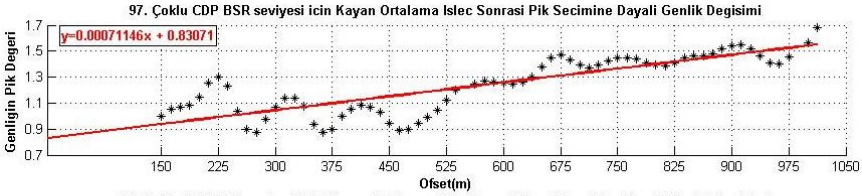

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

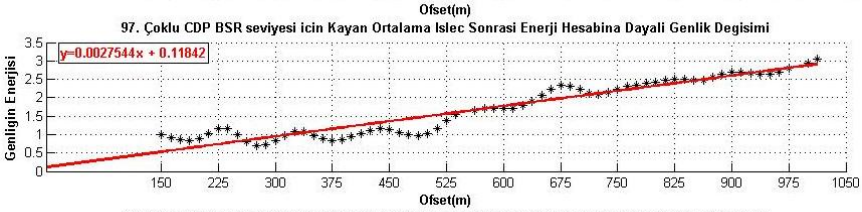

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

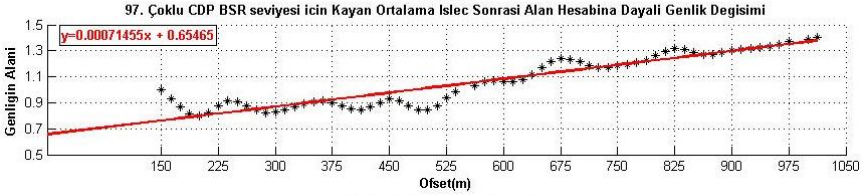

94. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
94. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00022681x + 0.89136
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
94. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0004447x + 1.0201
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
94. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00010314x + 0.765
Genligin Alani
Ofset(m)
95. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

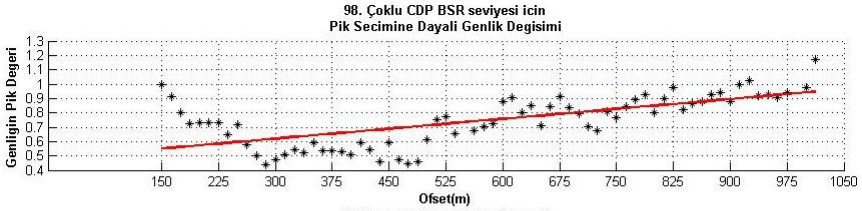

95. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
95. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
95. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00038681x + 0.86062
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
95. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00043838x + 0.61686
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
95. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00017664x + 0.78107
Genligin Alani
Ofset(m)

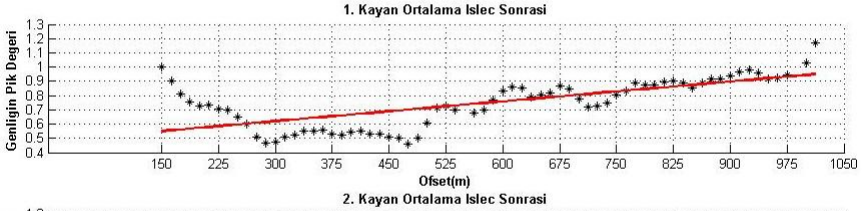

97. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
97. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
97. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

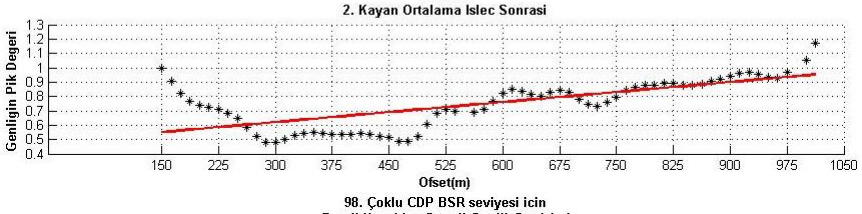

97. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00071146x + 0.83071
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

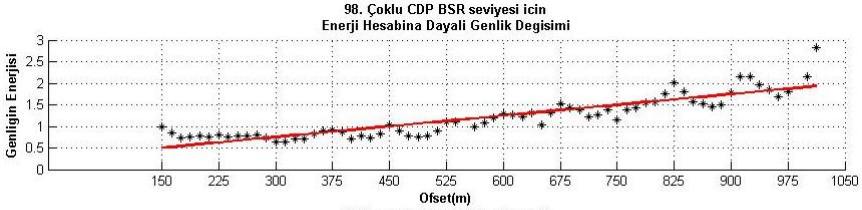

97. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0027544x + 0.11842
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

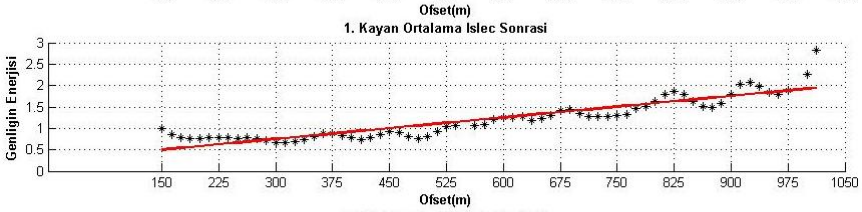

97. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00071455x + 0.65465
Genligin Alani
Ofset(m)

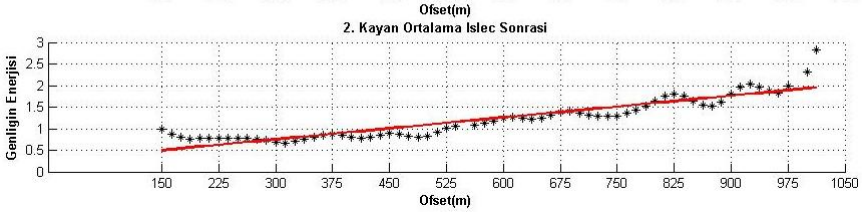

98. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

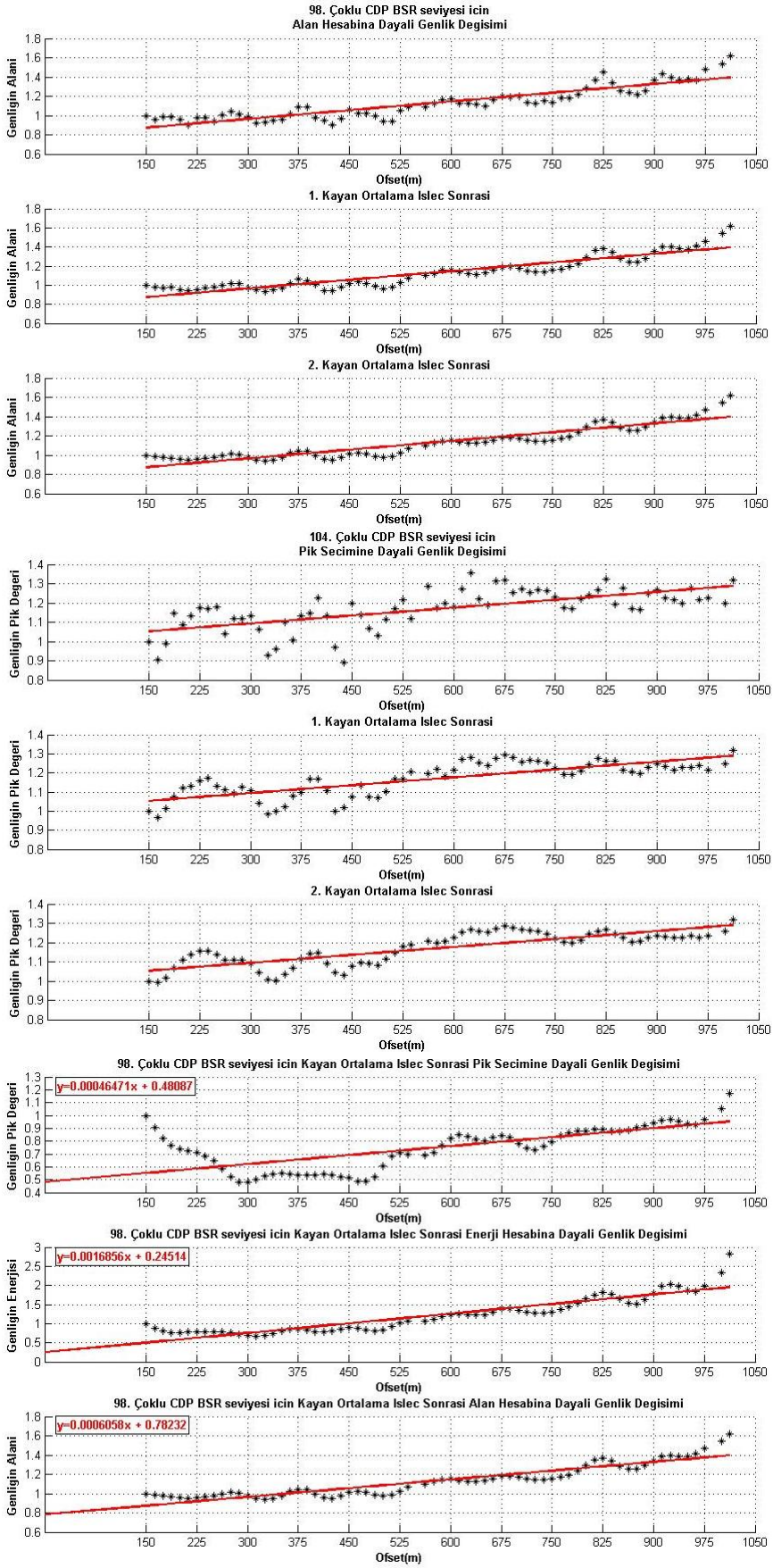

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

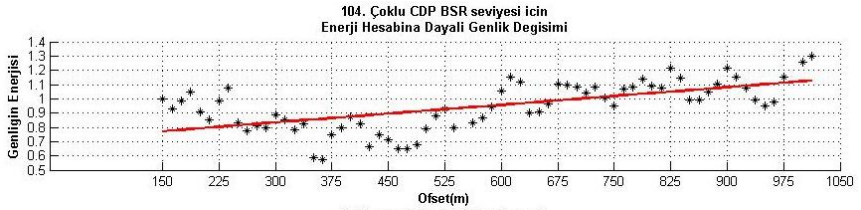

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

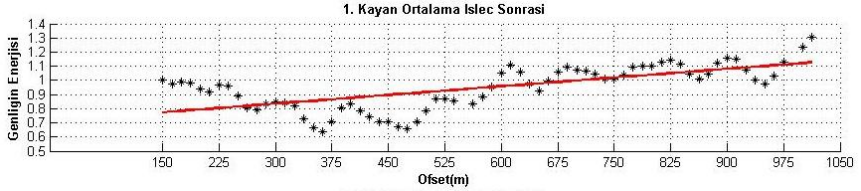

98. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

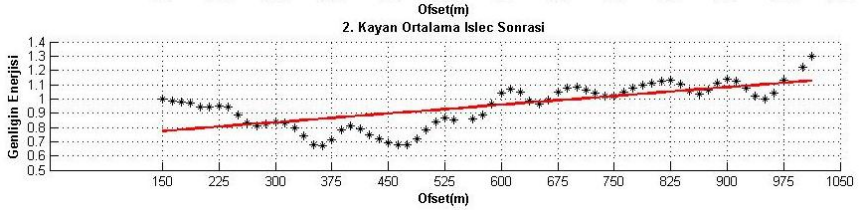

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

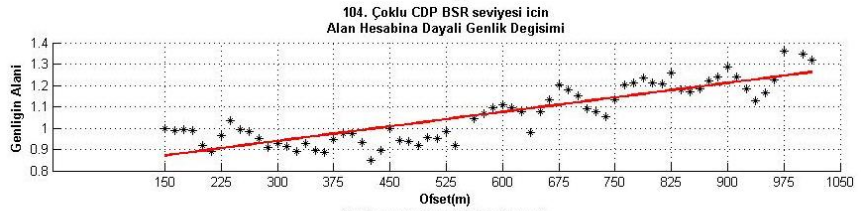

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

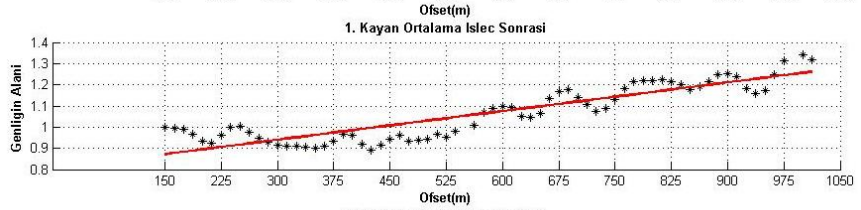

98. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
104. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
98. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00046471x + 0.48087
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
98. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0016856x + 0.24514
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
98. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0006058x + 0.78232
Genligin Alani
Ofset(m)

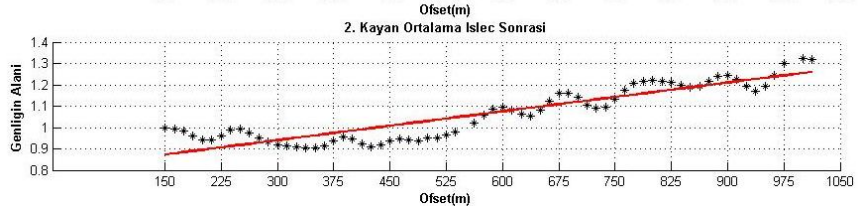

104. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

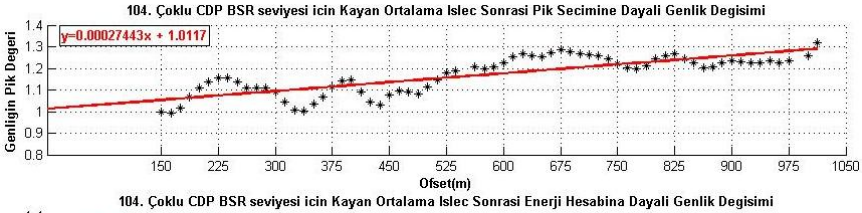

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

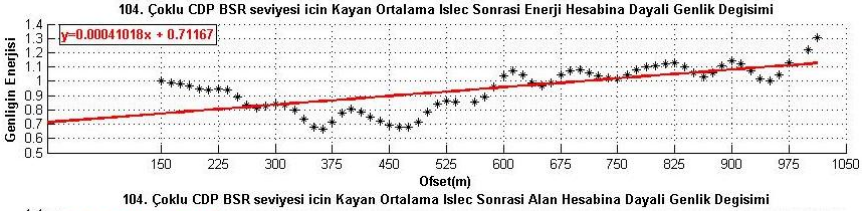

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

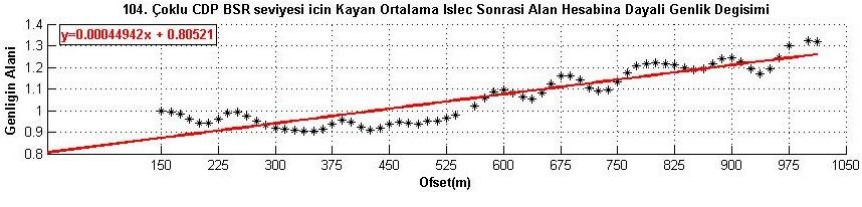

104. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

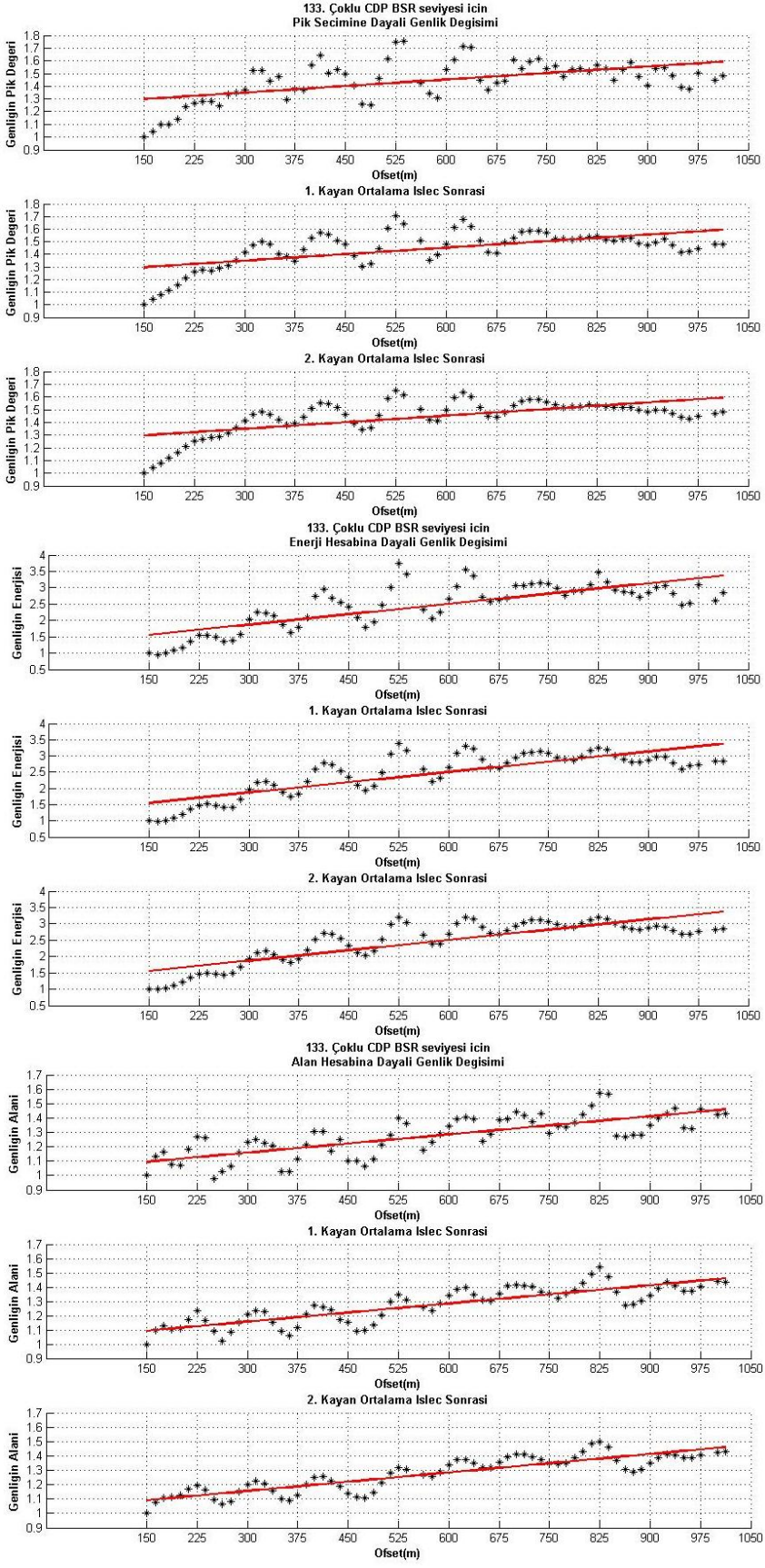

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

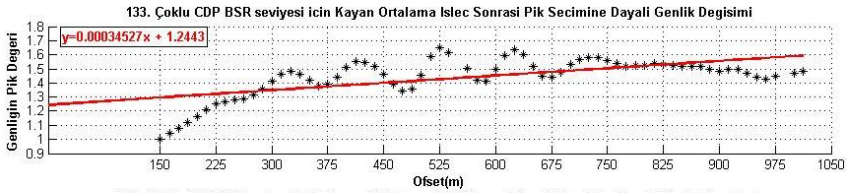

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

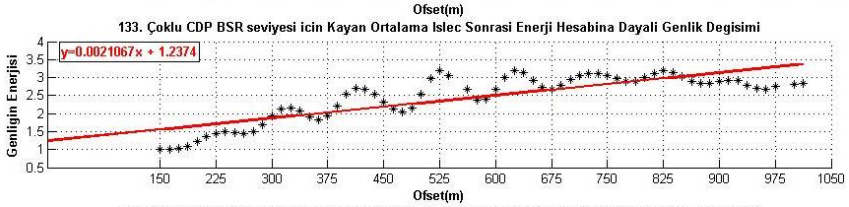

104. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00027443x + 1.0117
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

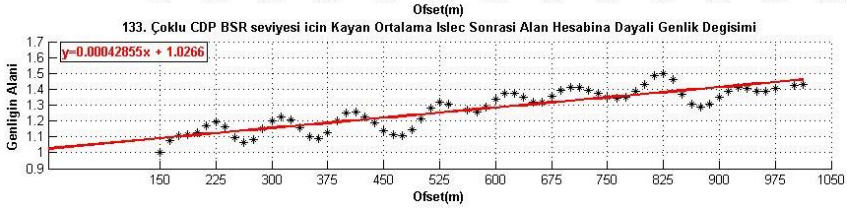

104. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00041018x + 0.71167
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

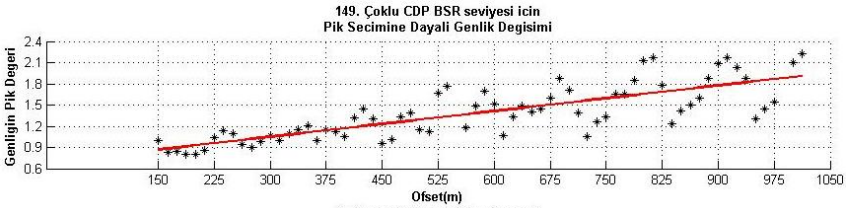

104. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00044942x + 0.80521
Genligin Alani
Ofset(m)

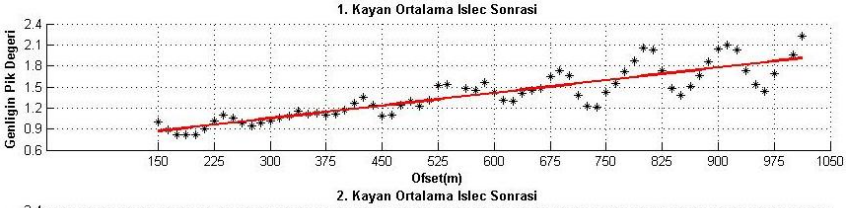

133. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
133. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
133. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

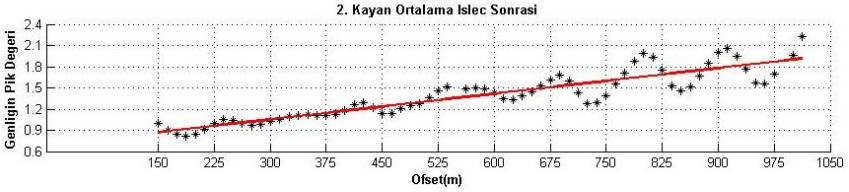

133. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00034527x + 1.2443
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

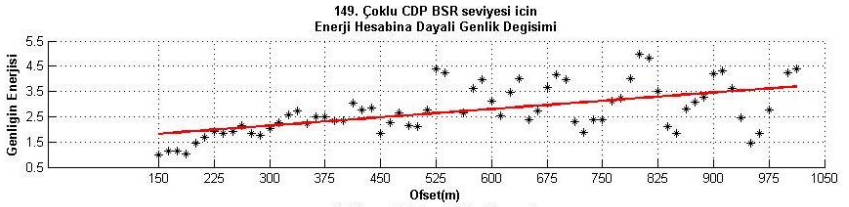

133. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0021067x + 1.2374
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

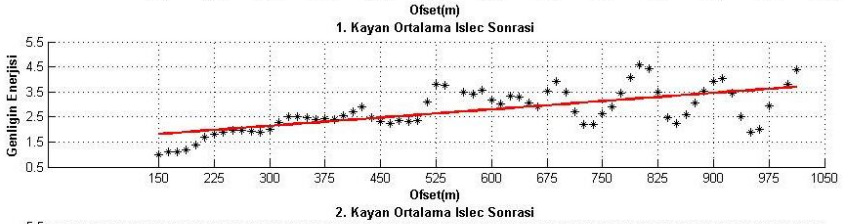

133. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00042855x + 1.0266
Genligin Alani
Ofset(m)

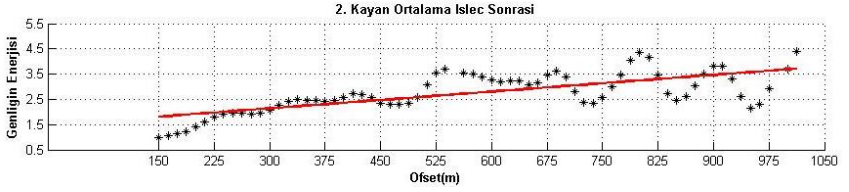

149. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

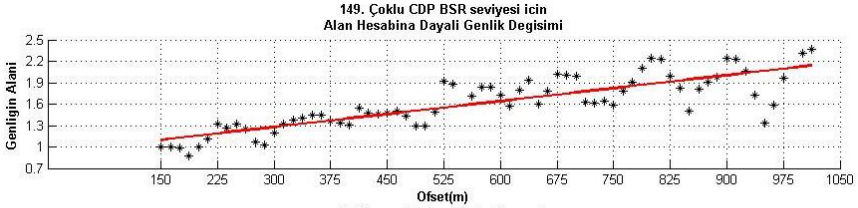

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

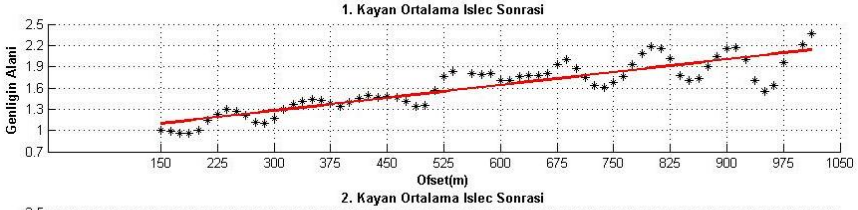

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

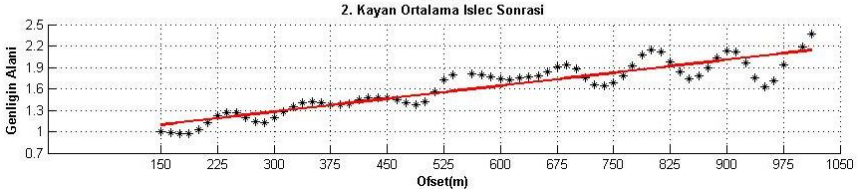

149. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

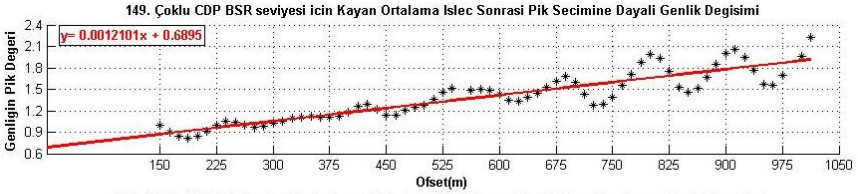

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

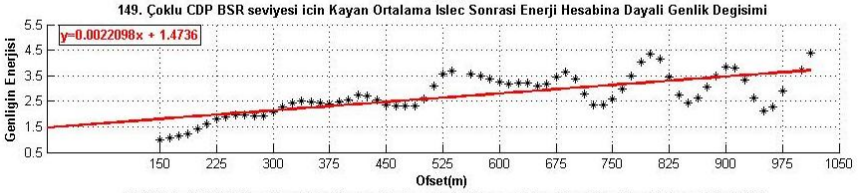

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

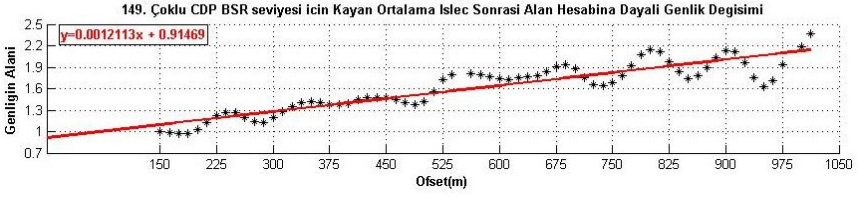

149. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

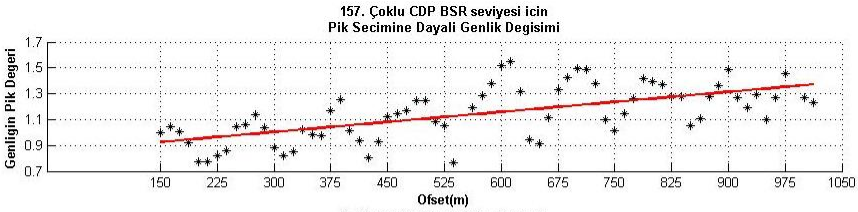

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

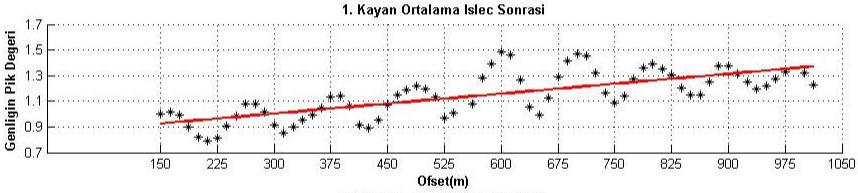

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

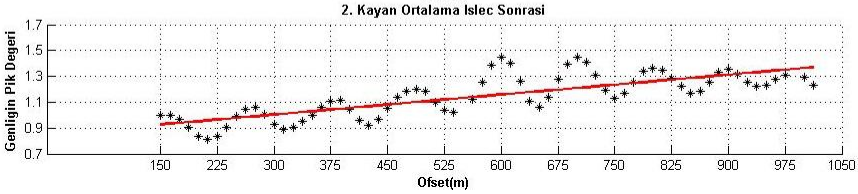

149. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y= 0.0012101x + 0.6895
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)


149. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0022098x + 1.4736
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

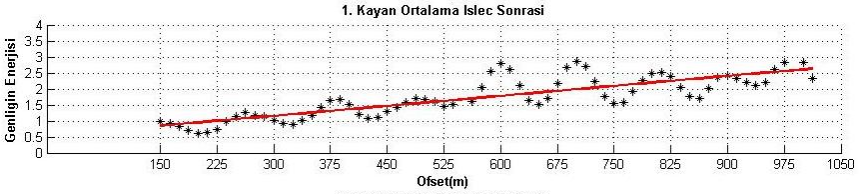

149. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0012113x + 0.91469
Genligin Alani
Ofset(m)

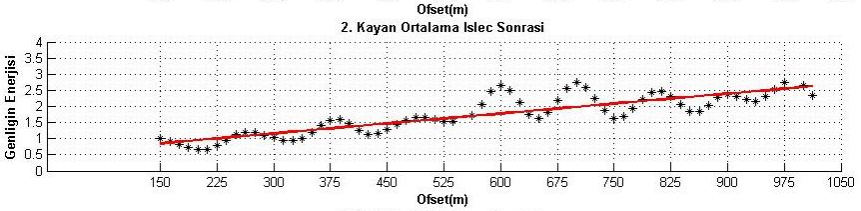

157. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

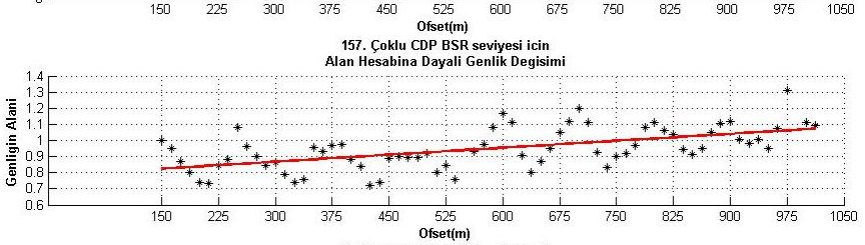

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

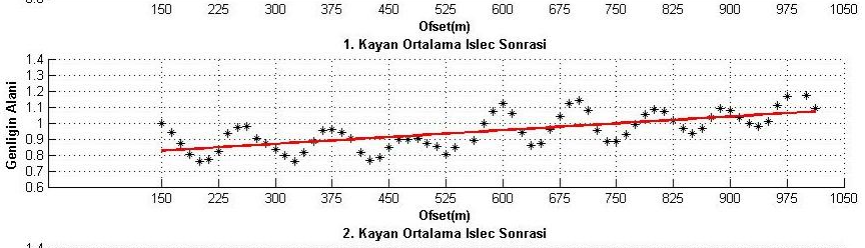

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

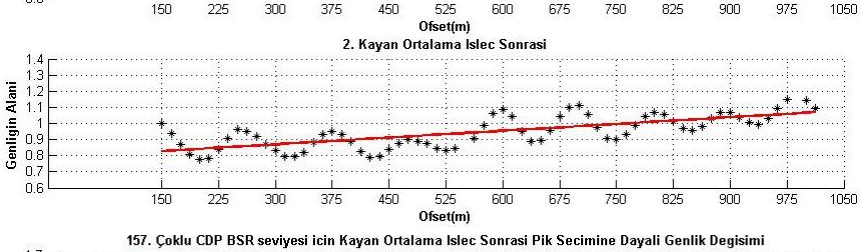

157. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

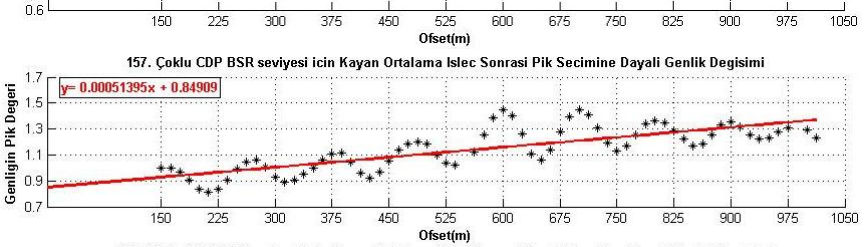

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

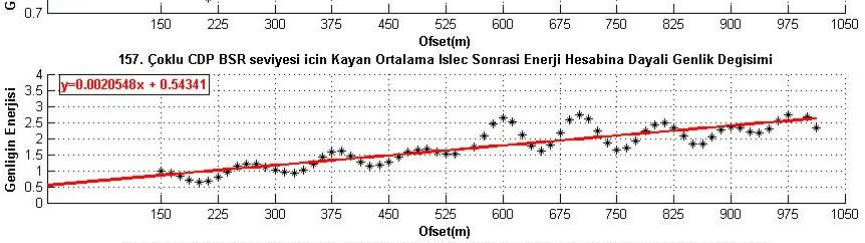

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

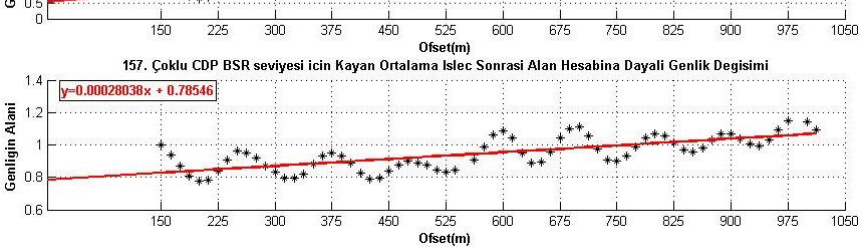

157. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

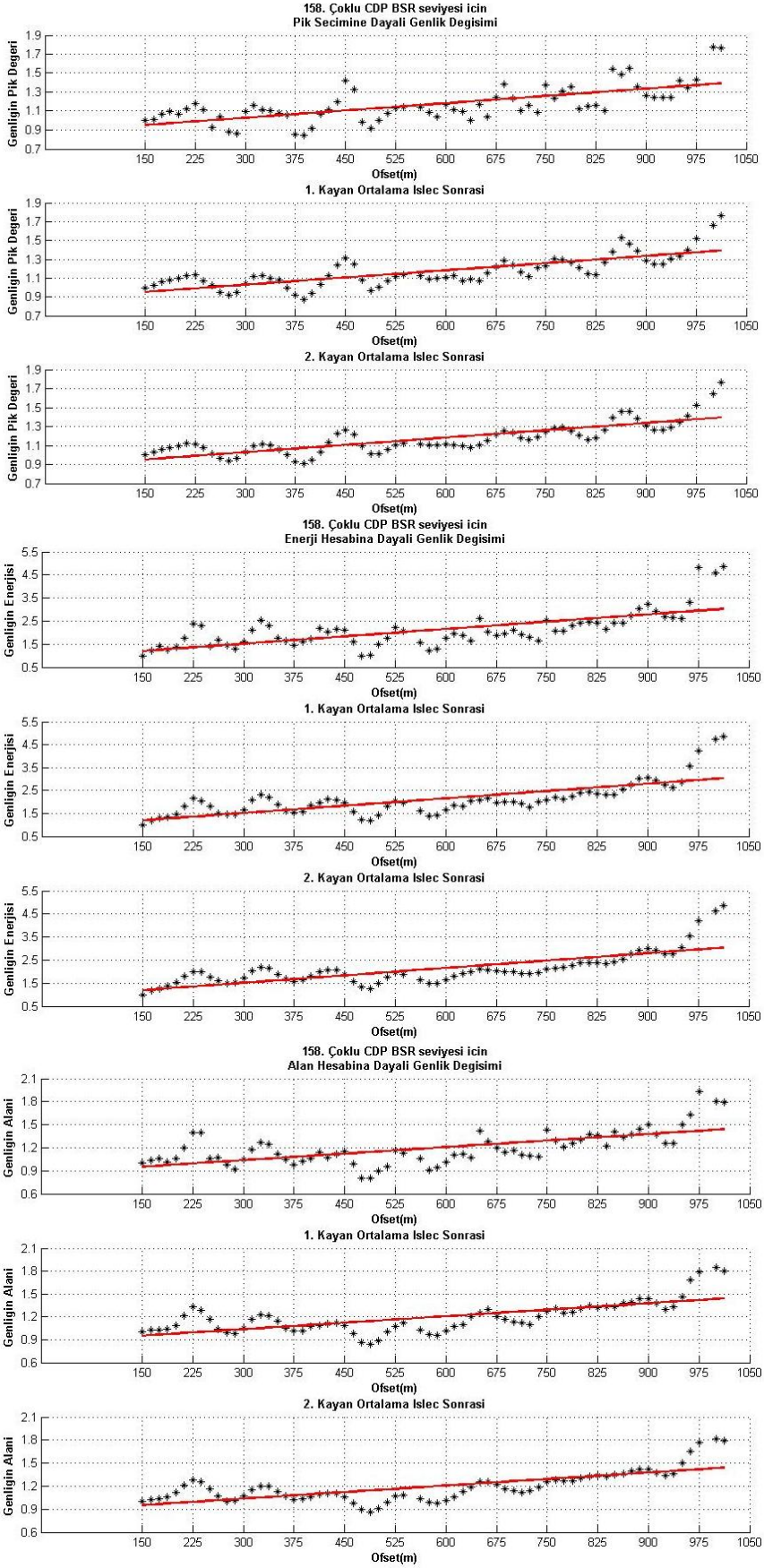

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

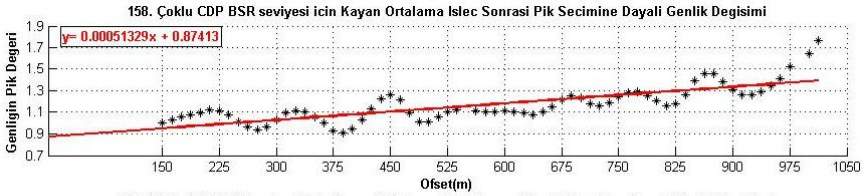

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

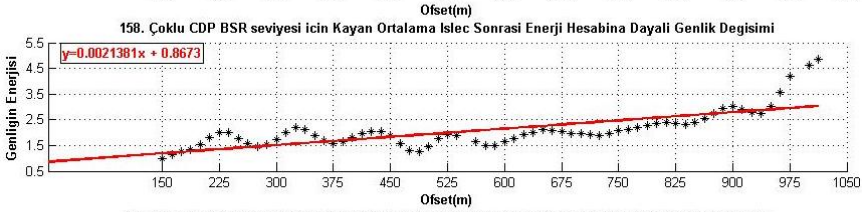

157. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y= 0.00051395x + 0.84909
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

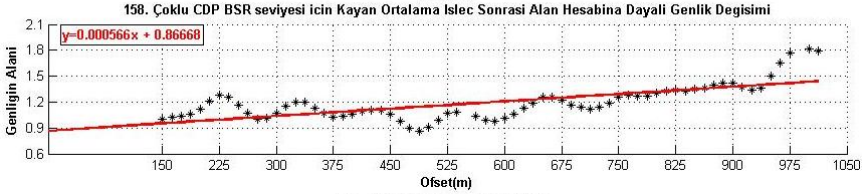

157. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0020548x + 0.54341
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

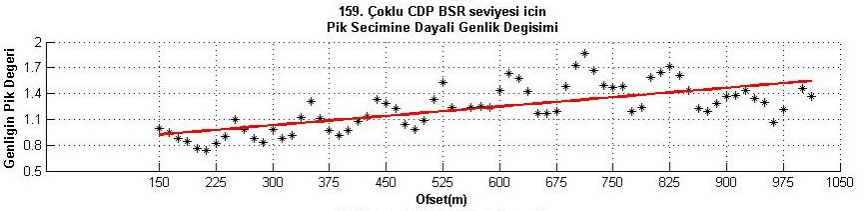

157. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00028038x + 0.78546
Genligin Alani
Ofset(m)

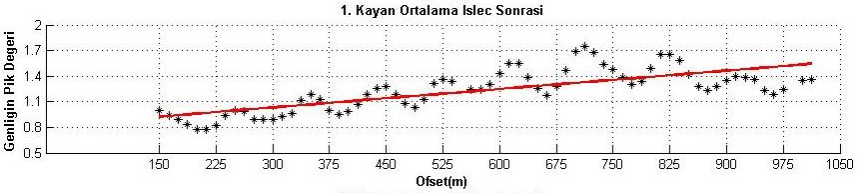

158. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
158. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
158. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

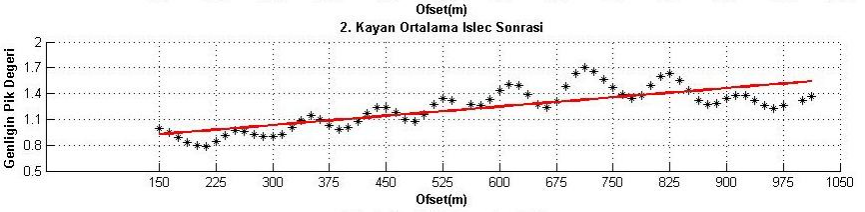

158. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y= 0.00051329x + 0.87413
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

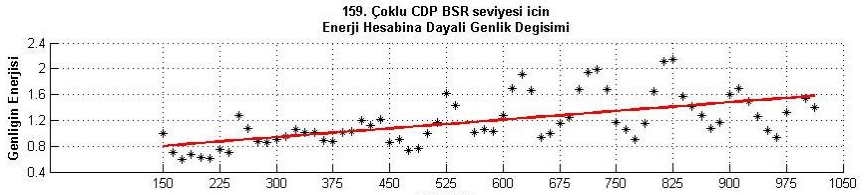

158. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0021381x + 0.8673
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

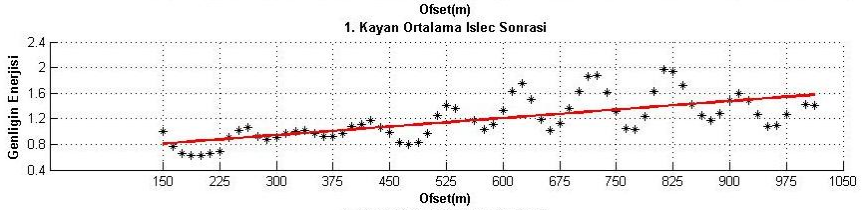

158. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.000566x + 0.86668
Genligin Alani
Ofset(m)

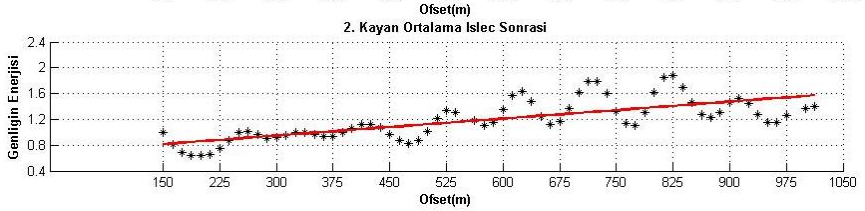

159. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

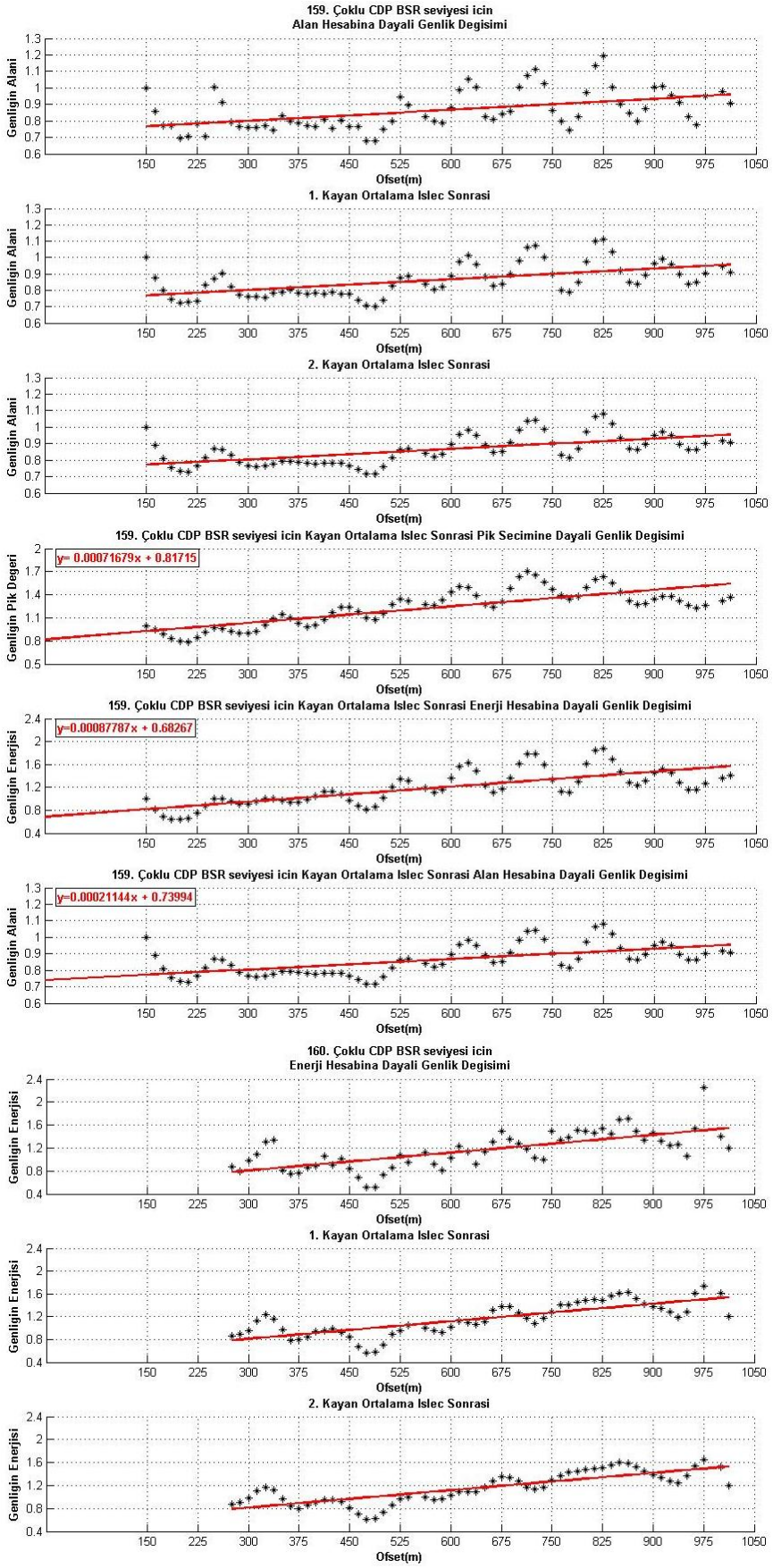

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

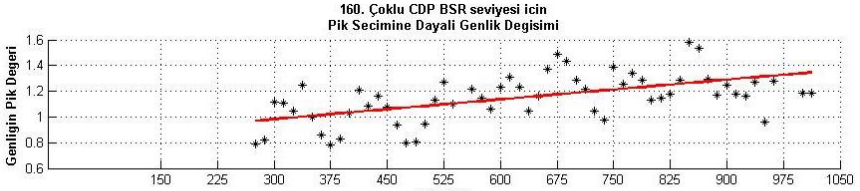

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

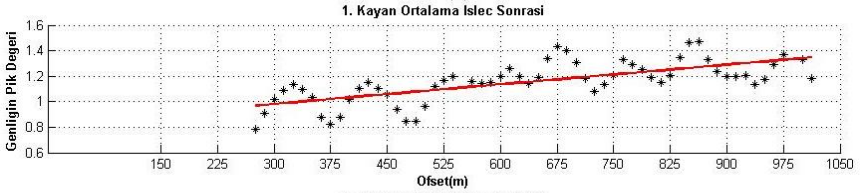

159. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

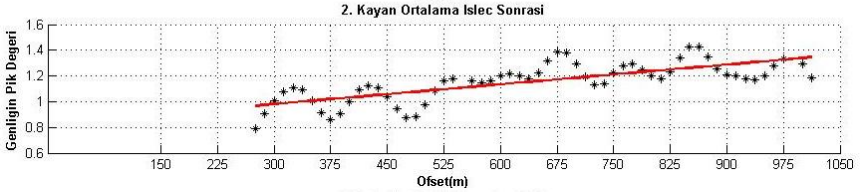

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

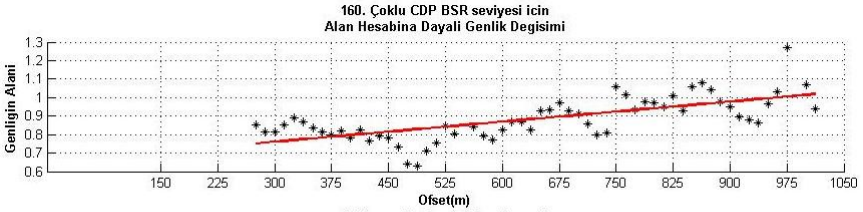

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

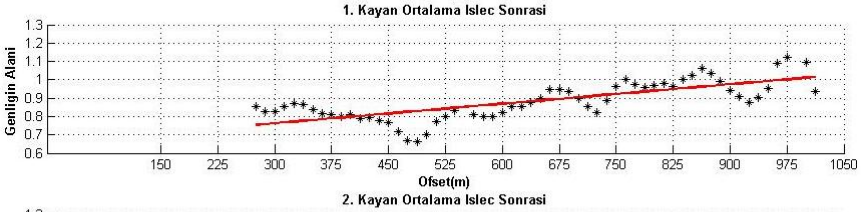

159. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
159. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
y= 0.00071679x + 0.81715
159. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
y=0.00087787x + 0.68267
159. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00021144x + 0.73994
160. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi

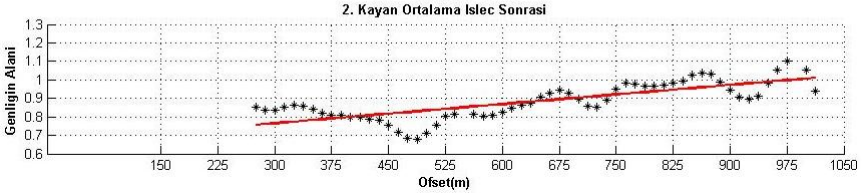

160. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

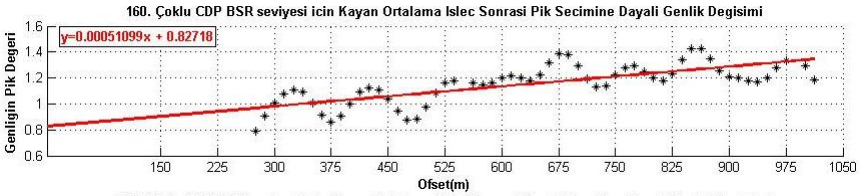

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

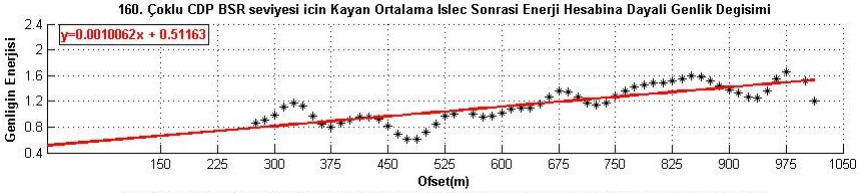

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

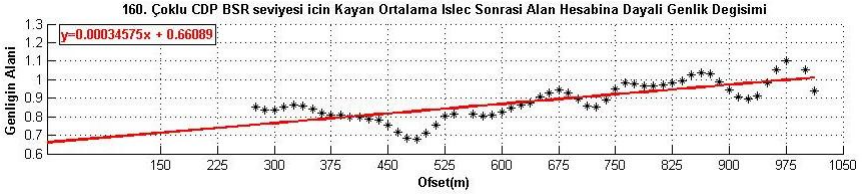

160. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

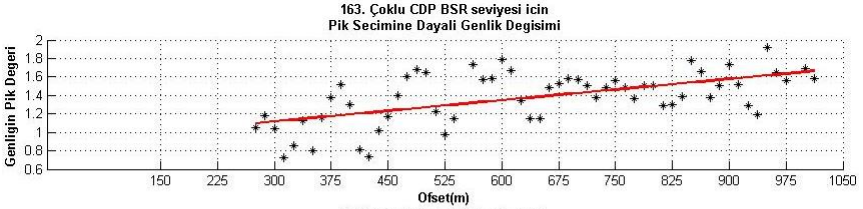

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

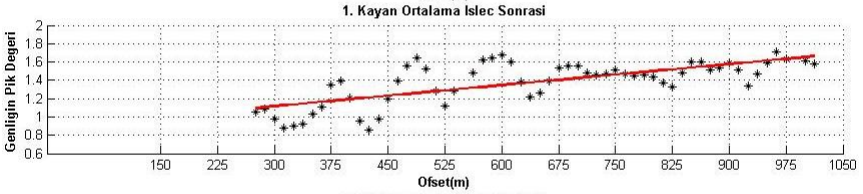

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

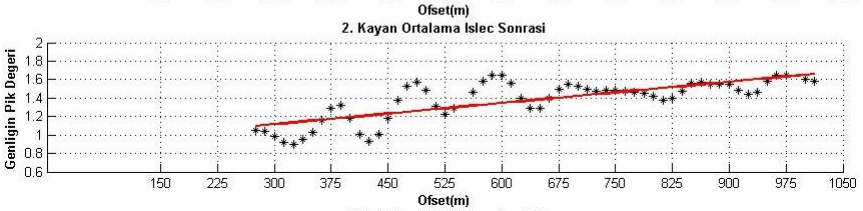

160. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00051099x + 0.82718
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

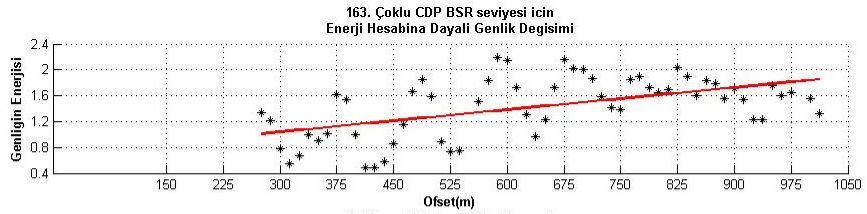

160. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0010062x + 0.51163
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

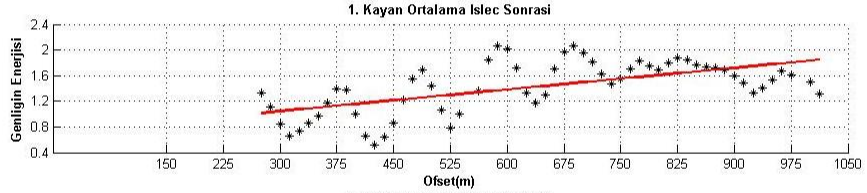

160. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00034575x + 0.66089
Genligin Alani
Ofset(m)

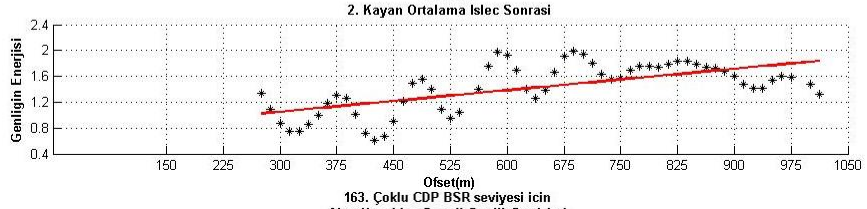

163. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

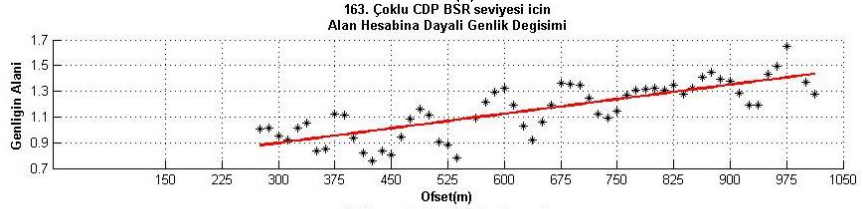

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

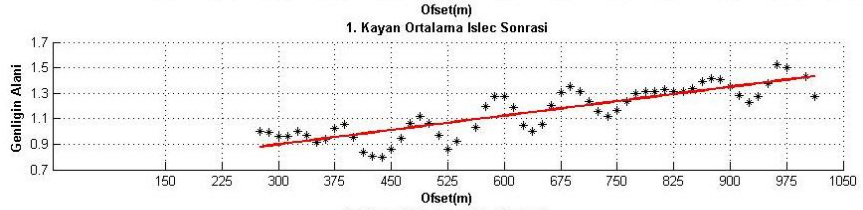

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

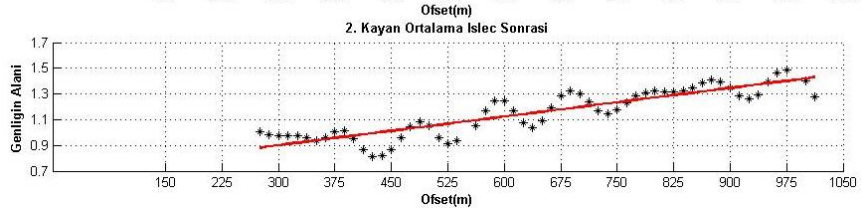

163. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

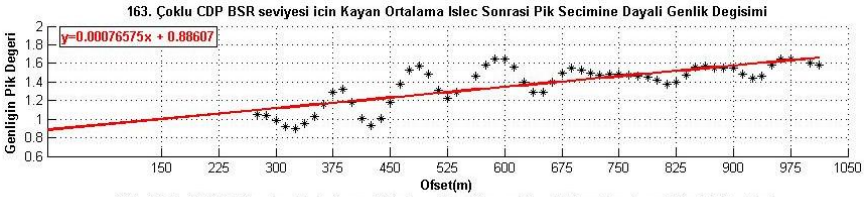

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

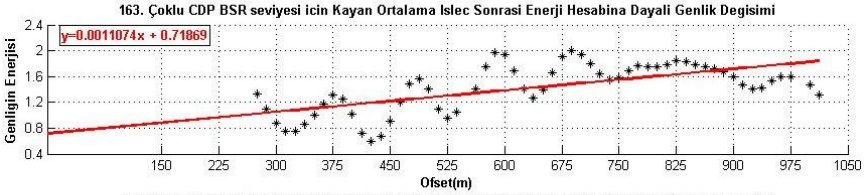

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

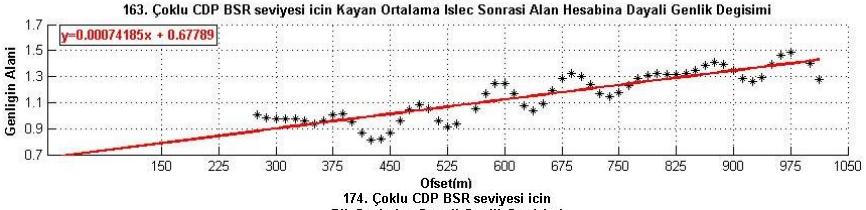

163. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

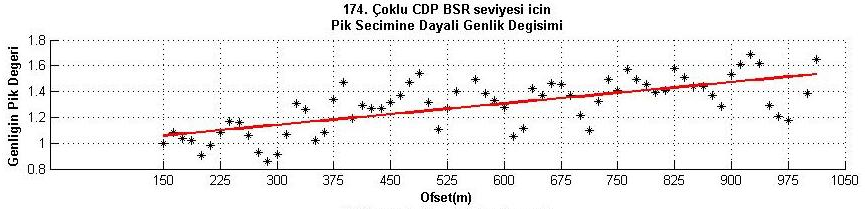

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

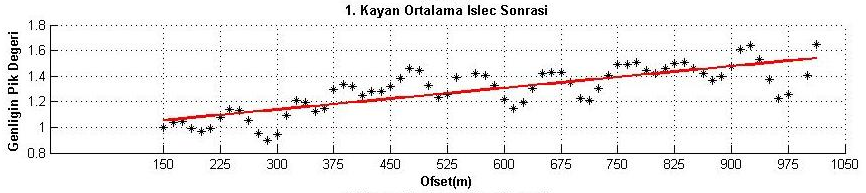

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

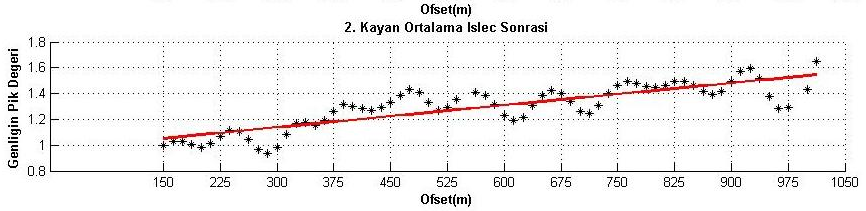

163. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00076575x + 0.88607
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

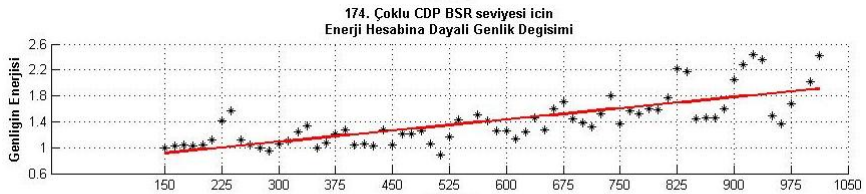

163. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0011074x + 0.71869
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

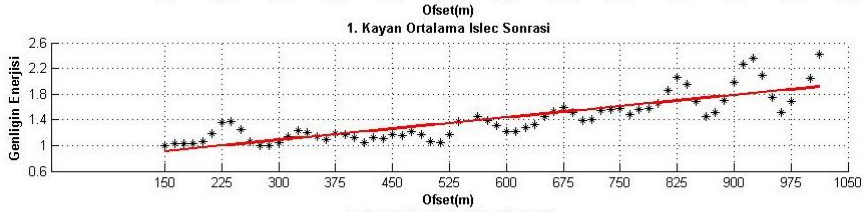

163. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00074185x + 0.67789
Genligin Alani
Ofset(m)

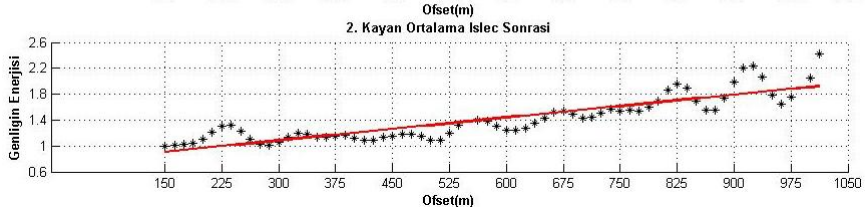

174. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

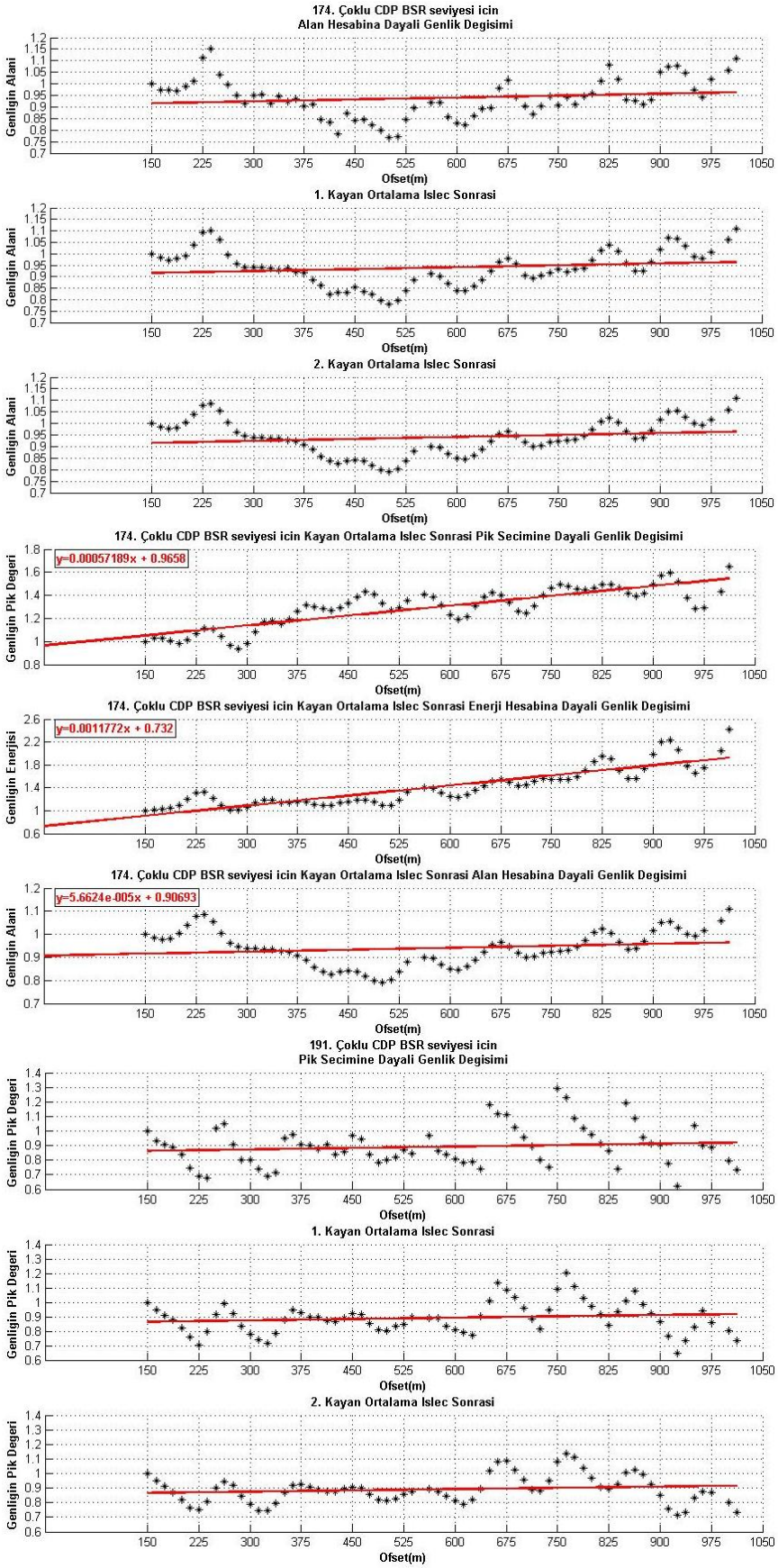

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

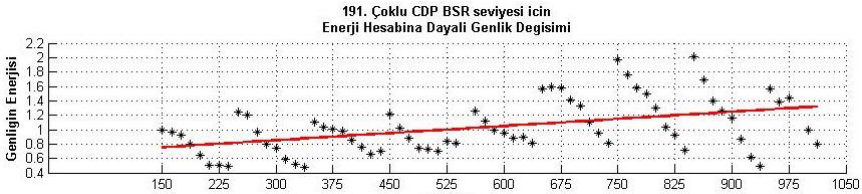

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

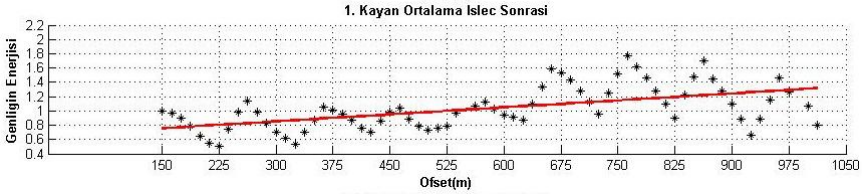

174. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

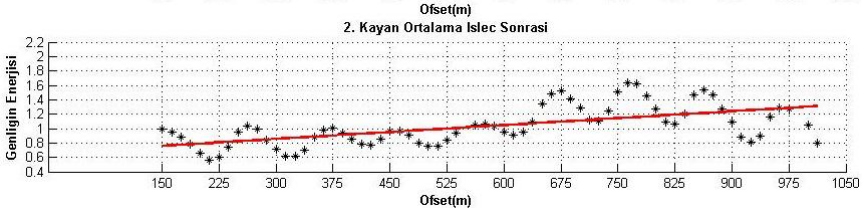

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

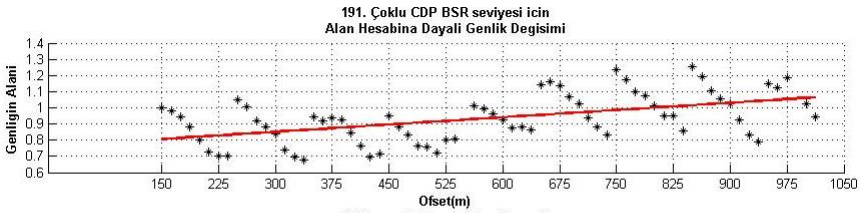

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

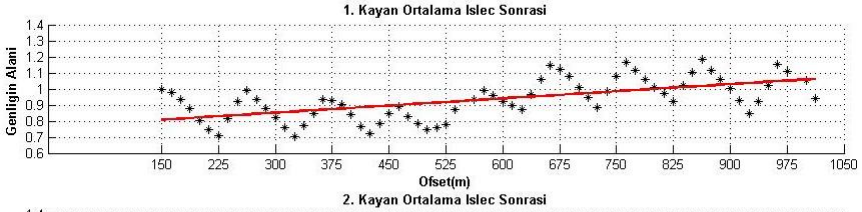

174. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
174. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00057189x + 0.9658
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
174. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0011772x + 0.732
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
174. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=5.6624e-005x + 0.90693
Genligin Alani
Ofset(m)
191. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

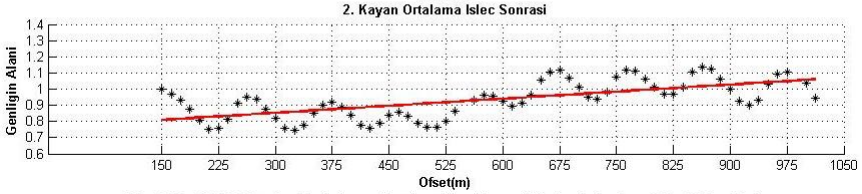

191. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

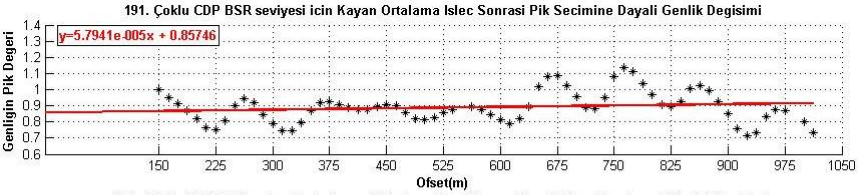

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

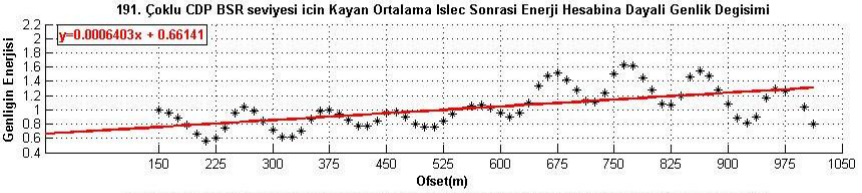

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

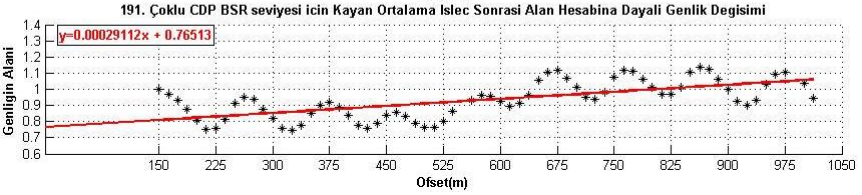

191. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

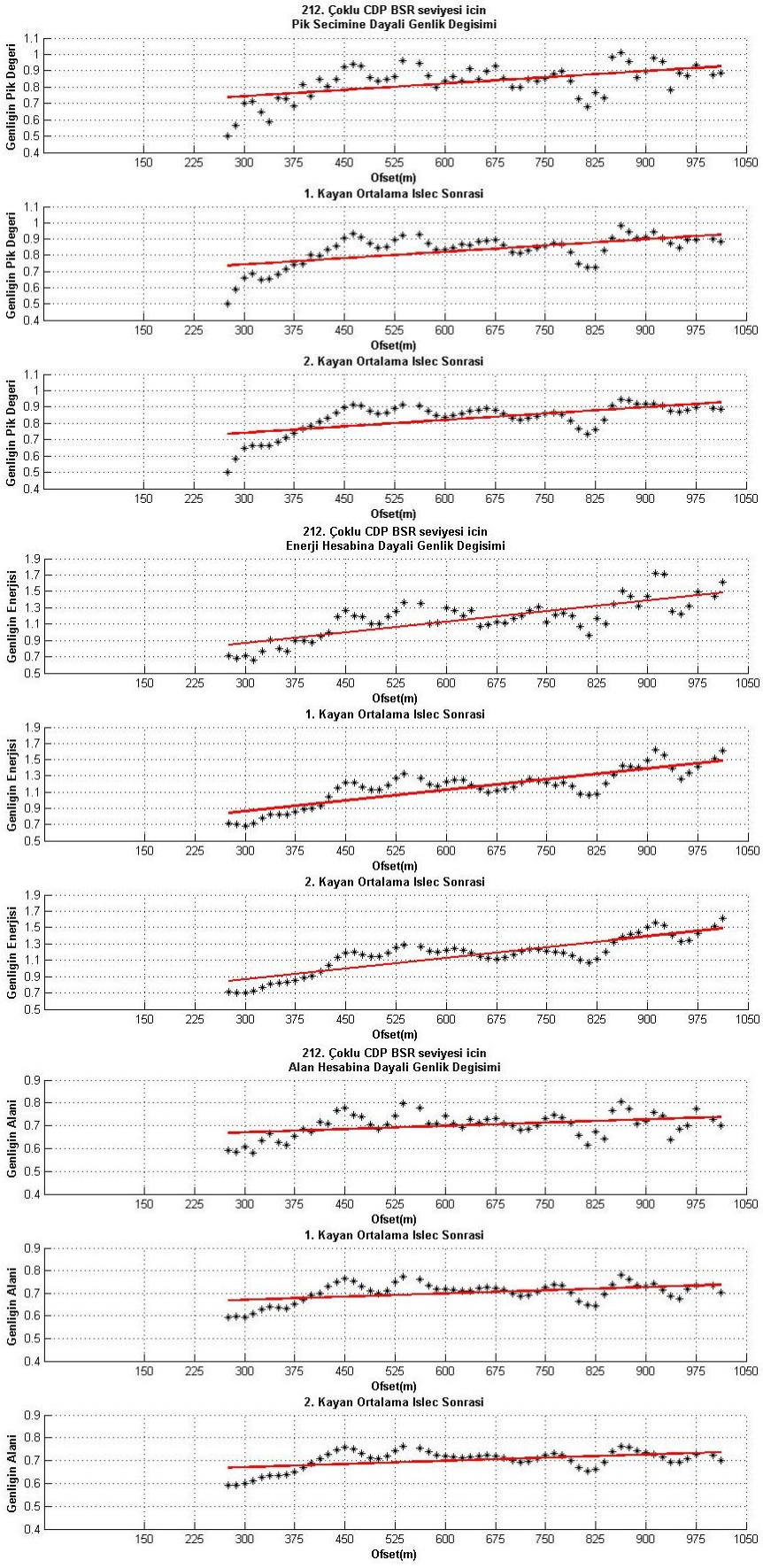

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

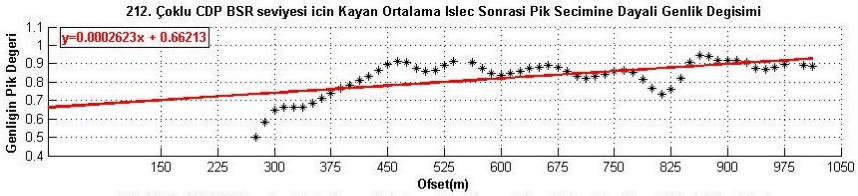

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

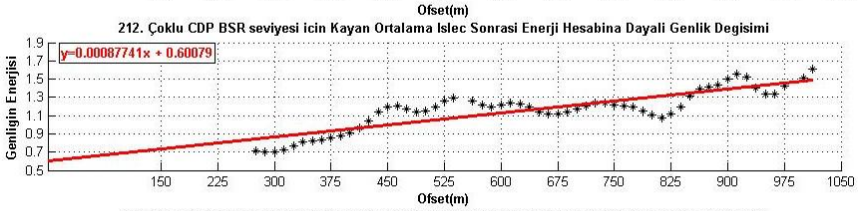

191. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=5.7941e-005x + 0.85746
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

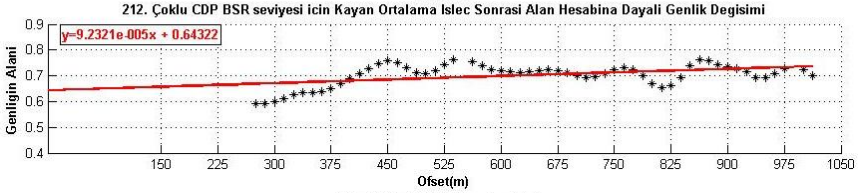

191. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0006403x + 0.66141
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

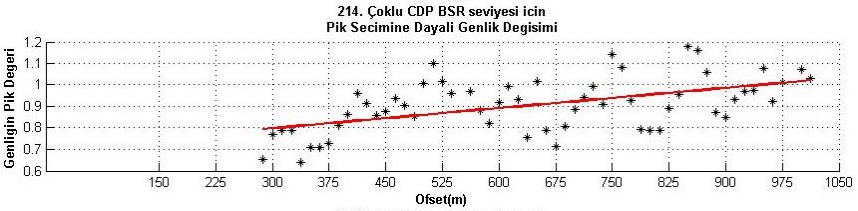

191. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00029112x + 0.76513
Genligin Alani
Ofset(m)

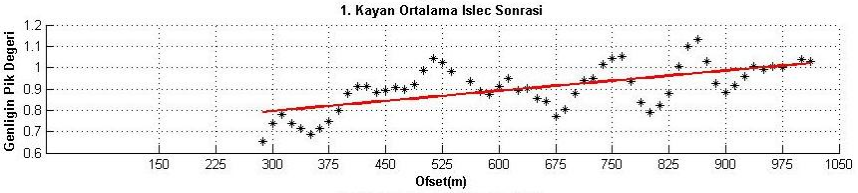

212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

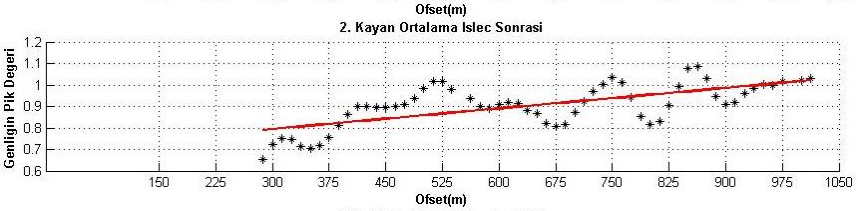

212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.0002623x + 0.66213
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

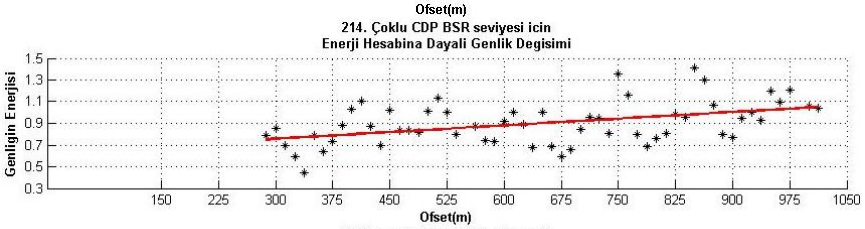

212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00087741x + 0.60079
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

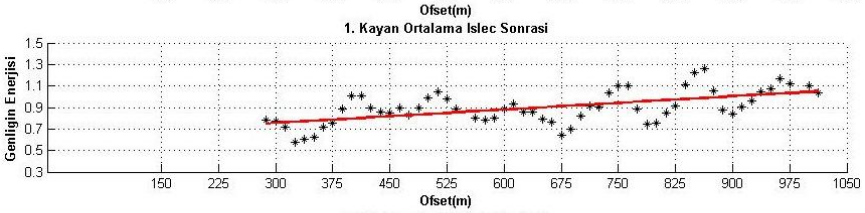

212. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=9.2321e-005x + 0.64322
Genligin Alani
Ofset(m)

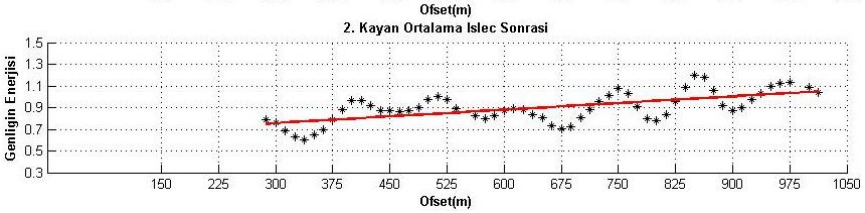

214. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

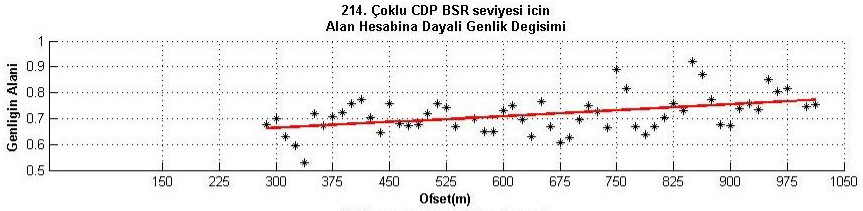

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

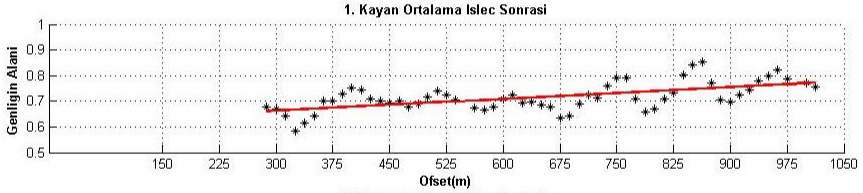

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

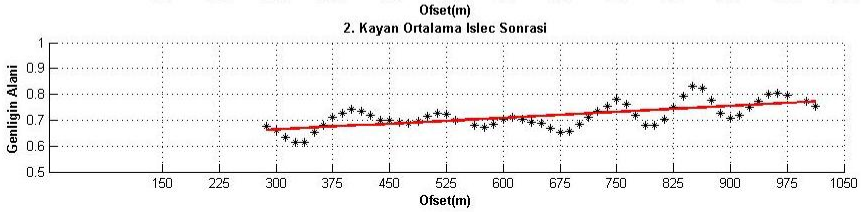

214. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

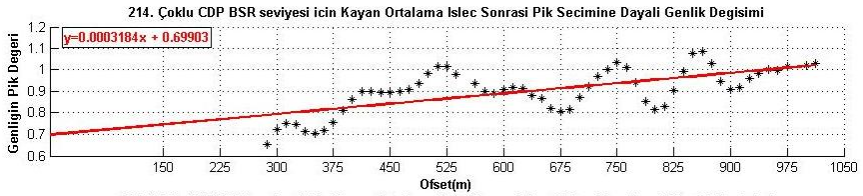

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

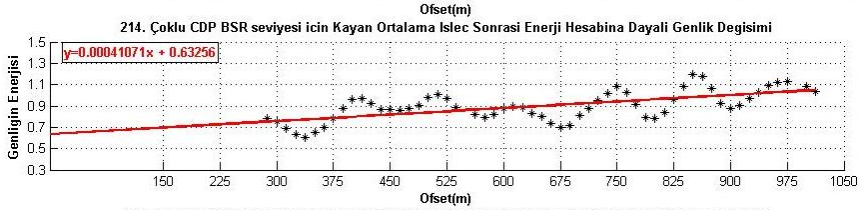

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

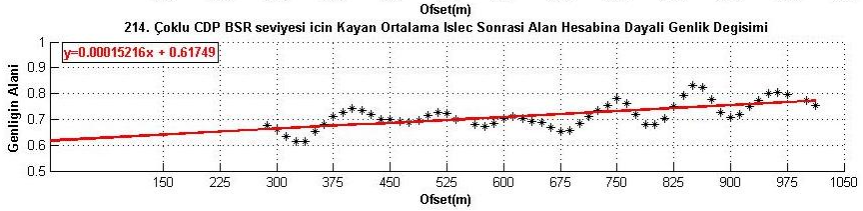

214. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)

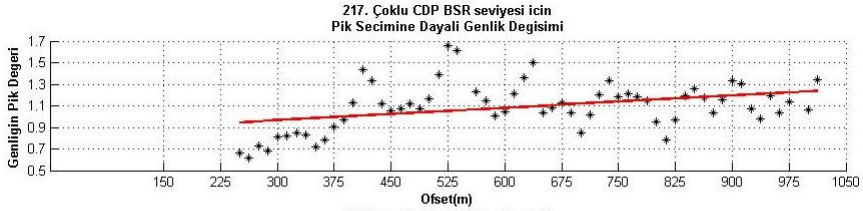

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

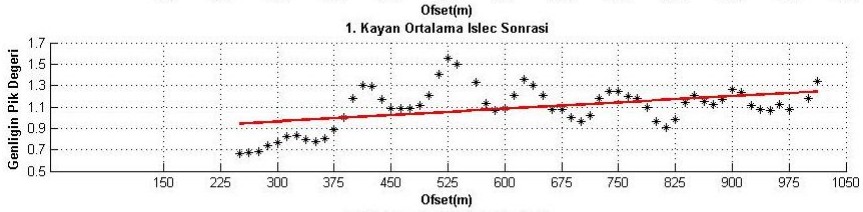

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

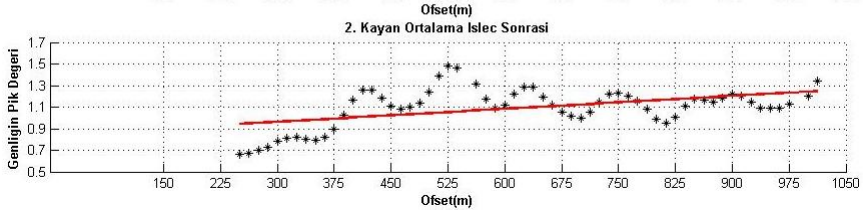

214. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.0003184x + 0.69903
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

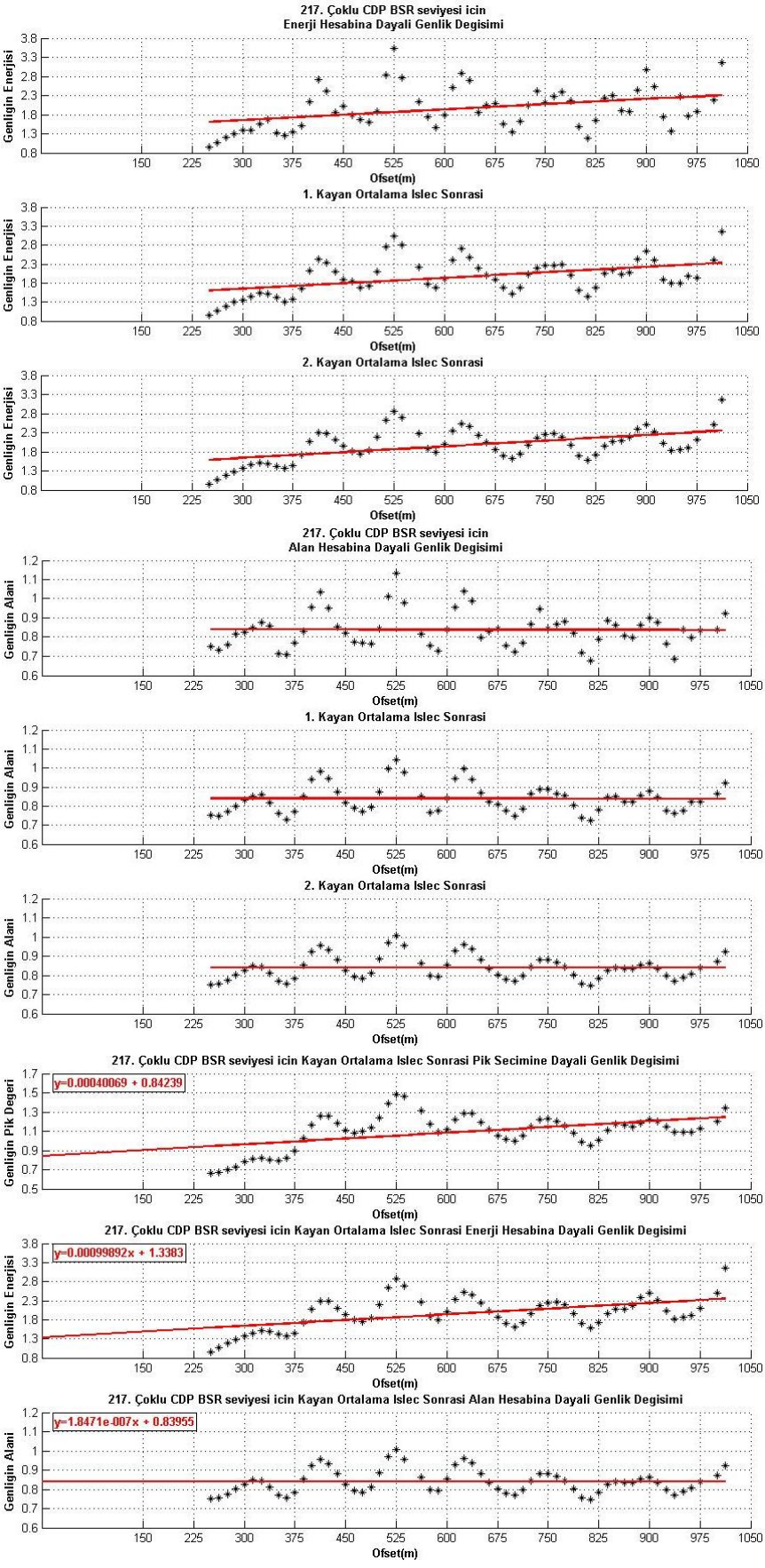

214. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00041071x + 0.63256
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

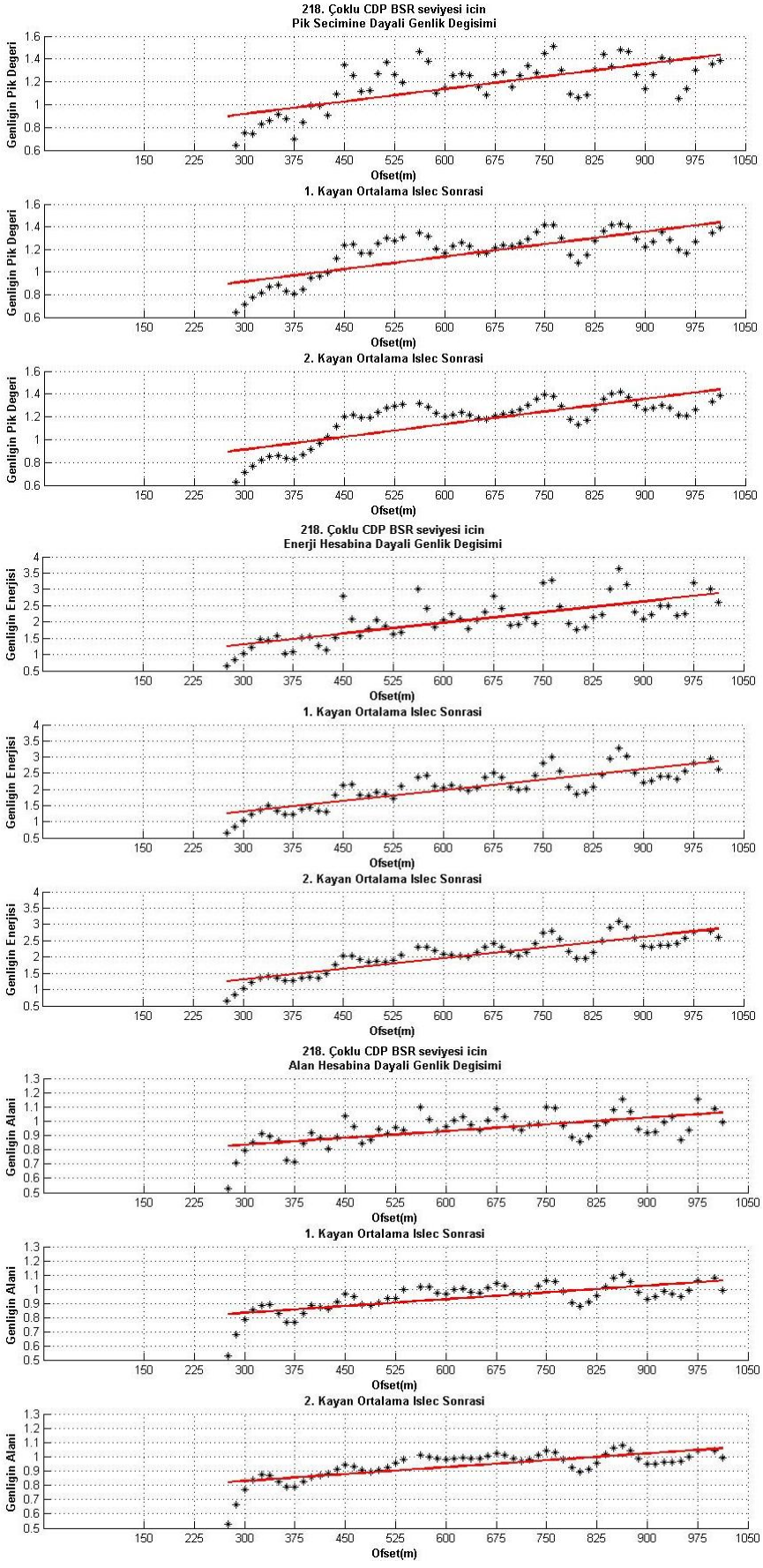

214. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00015216x + 0.61749
Genligin Alani
Ofset(m)

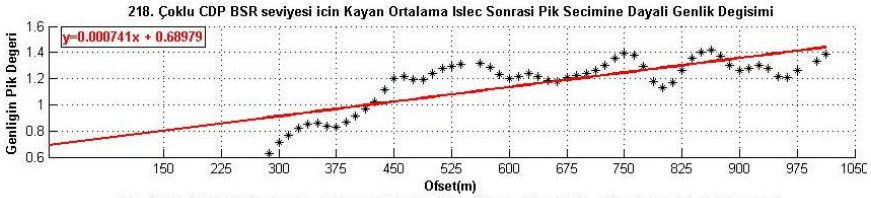

217. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

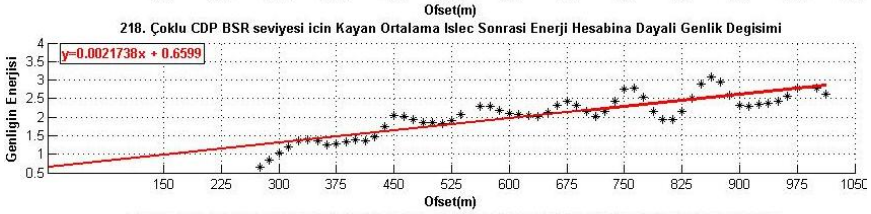

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

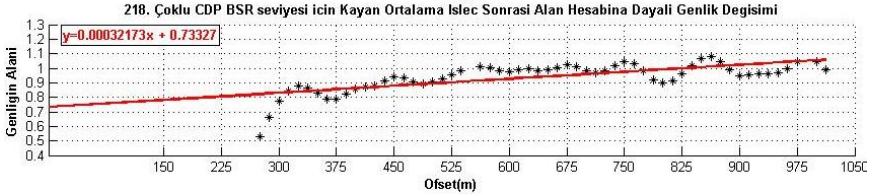

2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

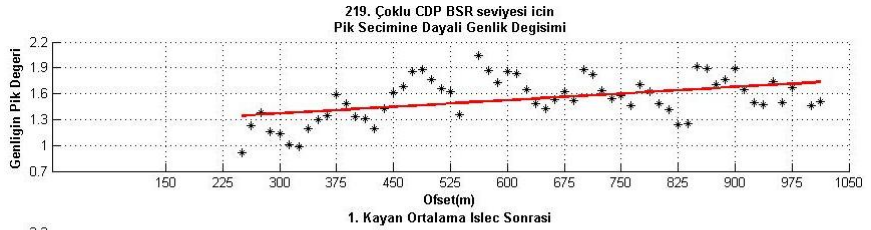

217. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
217. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
217. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.00040069 + 0.84239
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
217. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00099892x + 1.3383
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
217. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=1.8471e-007x + 0.83955
Genligin Alani
Ofset(m)

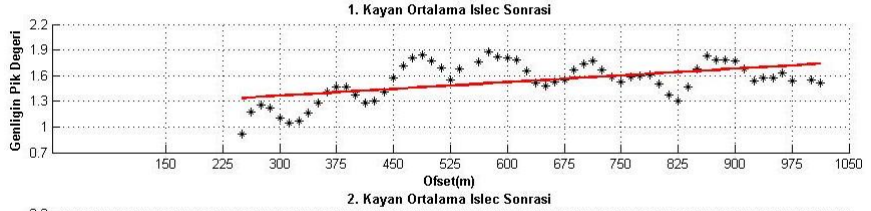

218. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)
218. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)
218. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Alani
Ofset(m)
1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)
2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Alani
Ofset(m)

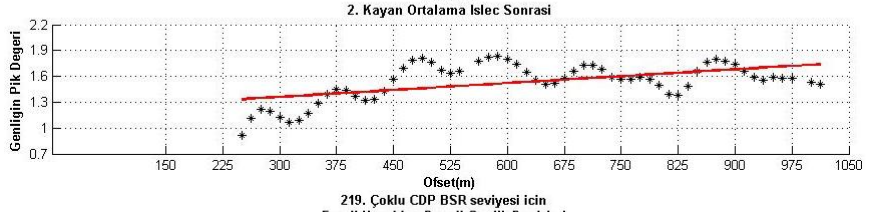

218. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
y=0.000741x + 0.68979
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

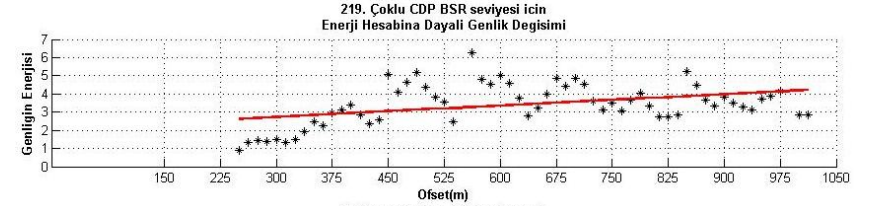

218. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.0021738x + 0.6599
Genligin Enerjisi
Ofset(m)

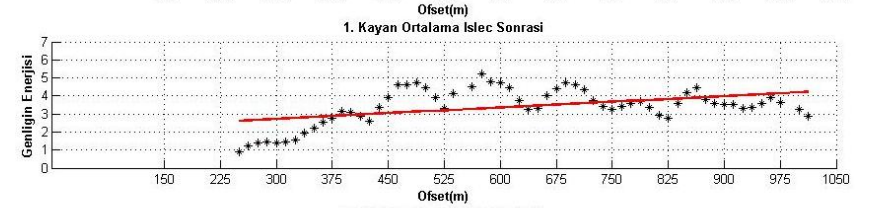

218. Çoklu CDP BSR seviyesi icin Kayan Ortalama Islec Sonrasi Alan Hesabina Dayali Genlik Degisimi
y=0.00032173x + 0.73327
Genligin Alani
Ofset(m)

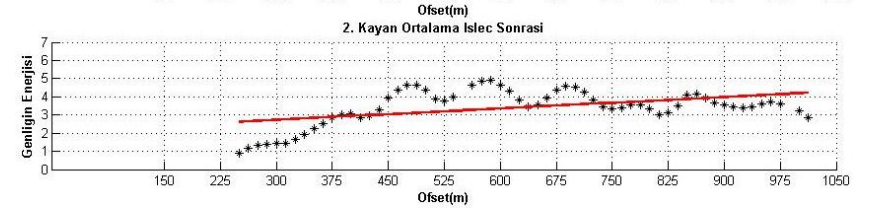

219. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Pik Secimine Dayali Genlik Degisimi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)

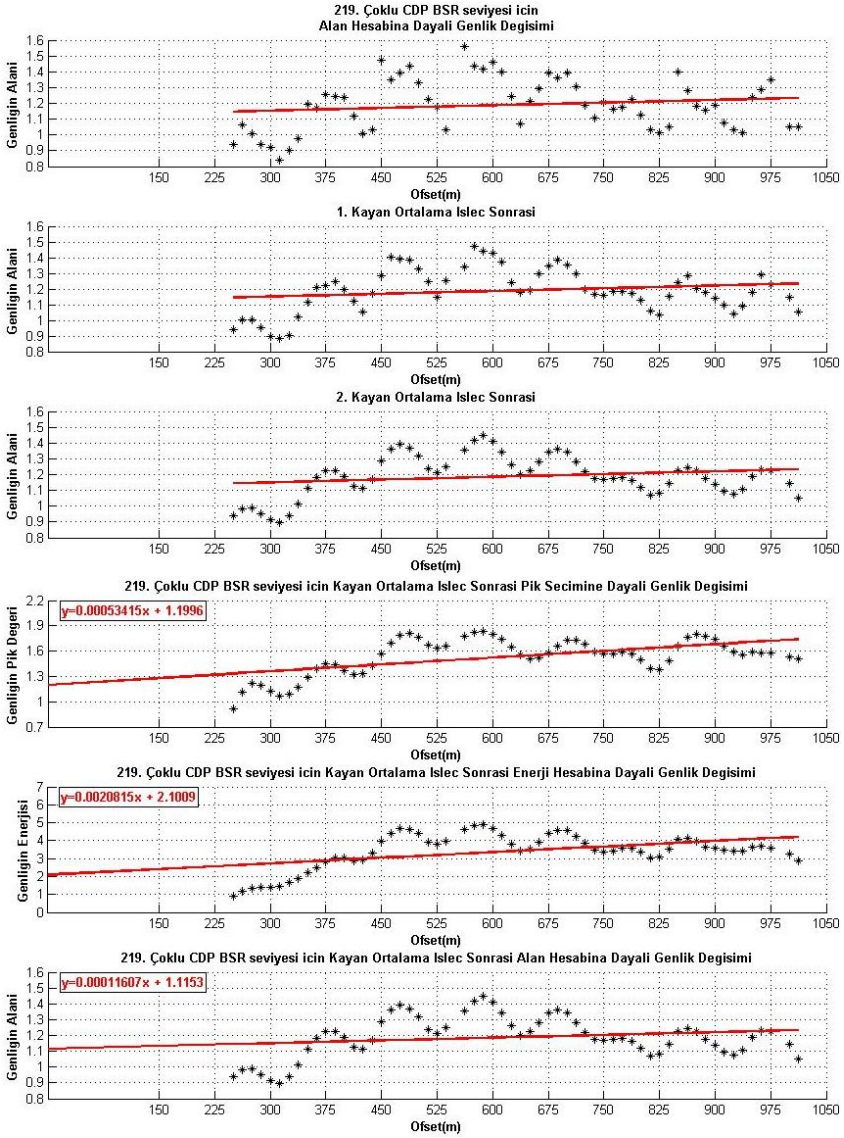

1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)


2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Pik Degeri
Ofset(m)


219. Çoklu CDP BSR seviyesi icin
Enerji Hesabina Dayali Genlik Degisimi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)


1. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)


2. Kayan Ortalama Islec Sonrasi
Genligin Enerjisi
Ofset(m)



Şekil B.2: Seçilen 31 BSR seviyesi için 3 farklı yöntemle çizdirilen genliklerin ve AVO parametrelerinin belirlendiği grafiklerin görünümü

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Sinem Yavuz

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 11.01.1983

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği

Yayın Listesi:

- **Yavuz, S.** and Demirbag E., 2011. Examination of the Gas Hydrate Anomalies by Avo analysis at Western Black Sea, Turkey. The 19th International Geophysical Congress and Exhibition of Turkey, 23 – 26 November 2010, Ankara – Turkey. Extended Abstracts, 243 – 247.

- **Yavuz, S.** and Demirbag E., 2011. Examination of the Gas Hydrate Anomalies by Avo analysis at Western Black Sea, Turkey. Hydrocarbon Reservoir Imaging and Characterization-Issues and Challenges in Southeast Asia (Focusing on the Solutions), 29 November – 01 December 2010, Kuala Lumpur – Malaysia. Abstracts Book.