

# Zaman Ortamı Yapay Uçlaşma (Time Domain Induced Polarization) Yöntemi

## Yöntemin Esasları ve Kullanım Alanları

Yapay uçlaşma yöntemi, yer altına gönderilen akımın aniden kesilmesinden sonra ölçülen gerilim farkının aynı anda sıfıra düşmemesi ve belli bir süre azalarak devam etmesine neden olan yerin IP etkisini inceler. IP etkisine neden olan yer altındaki fiziko-kimyasal tepkimelerin kaynağı, metalik mineral varlığında oluşan metalik polarizasyon ve kil minerallerinin varlığında oluşan zar polarizasyonu olarak adlandırılır.

### Metalik Polarizasyon

Yer altına uygulanan elektrik akımı, kayalar içerisindeki gözeneklerde bulunan eriyiğin iyonları ile taşınır. Gözenekler içerisinde iyonların yolunun bazı metalik mineral parçaları ile kapanması durumunda, iyonlar mineral sınırında toplanır. Akım kesildiği anda iyonlar eriyik içindeki denge hallerine geri dönerler. İyonların bu hareketi yer altında uçlaşma etkisine neden olur. Bu metalik uçlaşma olarak olarak adlandırılır.

### Kil Polarizasyonu

Kayaç içerisinde bulunan kil parçacıkları negatif iyonlar ile yüklüdürler. Bu nedenle üzerlerinde pozitif iyonlardan oluşan bir iyon bulutu oluşur. Yer altında akım uygulandığında, bu iyon bulutu ve eriyikte bulunan tüm iyonlar eski konumlarında geri dönerler. Yer altında kil minerali varlığında gözlenen bu iyon hareketliliği yerin uçlaşmasına neden olur, bu durum kil polarizasyonu olarak adlandırılır.

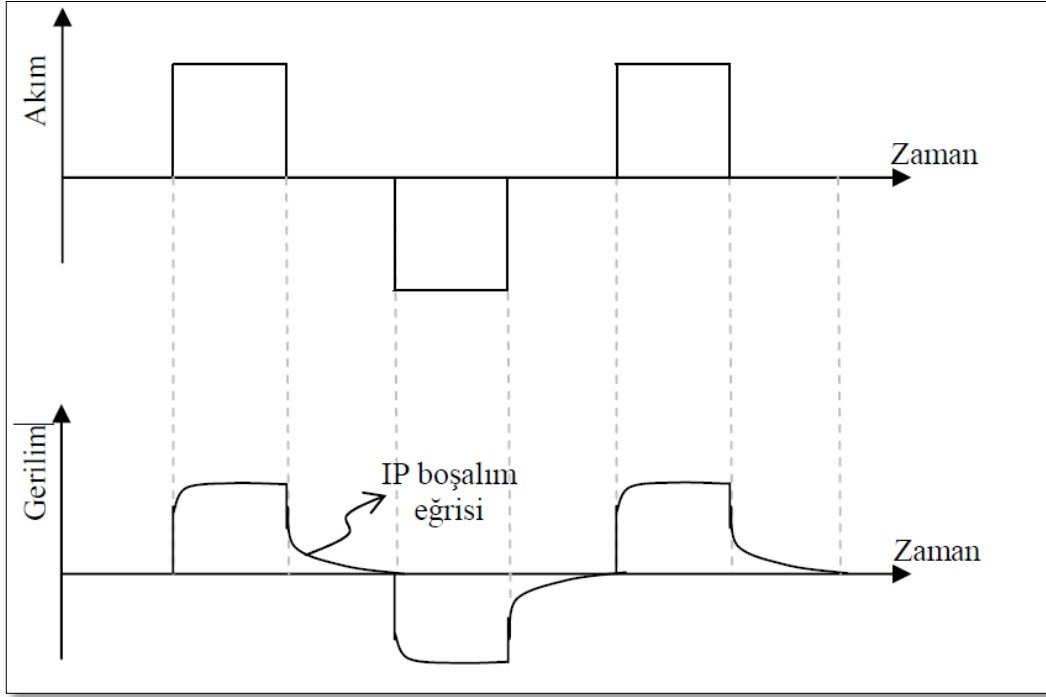
### Ölçülen Parametreler

Yapay uçlaşma yöntemi uygulaması sırasında t kadar süre akım verilir bu akımın yarattığı potansiyel fark ölçülmektedir. Akımın verildiği t süresi sonunda Görünür Özdirenç hesaplanmaktadır. Akımın kesilmesi anından itibaren t kadar süre boyunca, verilen akımın yer içinde yarattığı potansiyel farkın zamana bağlı değişimi ölçülmektedir. Bu ölçüm t kadar süreyi 20 pencereye bölerek 20 farklı zamanda anlık okuma ile yapılır. Bu değerlerin çizdirilmesi ile bir eğri ortaya çıkmaktadır. Yere uygulanan doğru akımın kesilmesinden sonra, ölçülen gerilim farkının aniden sıfıra düşmemesi ve belli bir süre azalması sonucu elde edilen gerilim eğrisi IP boşalım eğrisi olarak adlandırılır. (Şekil 1) Akımın kesik olduğu t süresi sonunda ise Şarjabilite hesaplanmaktadır.

**Görünür Özdirenç:** Görünür özdirenç değeri yere verilen akıma karşılık ölçülen gerilim farkından hesaplanır. (1)

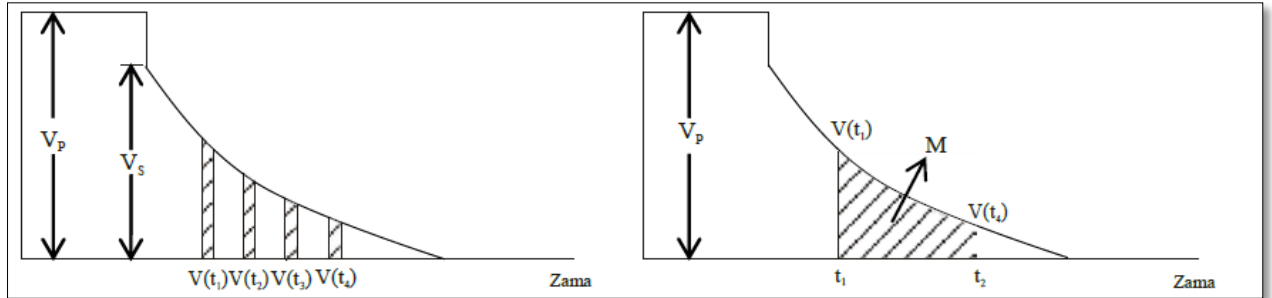
$$\rho = k * (\Delta/I) \quad (1)$$

$$k = 2\pi a n (n+1)$$



Şekil 1: IP Boşalım Eğrisi (Sönüm Eğrisi)

**Şarjabilite:** Şarjabilite değeri akım kesildikten sonra elde edilen sönüm eğrisinin  $t_1$  ve  $t_2$  zamanları arasında hesap edilen integral değerinin,(2) akım kesilmesinden hemen önceki akım değerine ( $V_p$ ) oranı olup birimi mV/V dur.



Şekil 2 : Şarjabilite hesaplanmasında kullanılan matematiksel yöntem

$$M = \frac{1}{V_p} \frac{\int_{t_2}^{t_1} V_s dt}{tr} \quad (2)$$

## Yapay Uçlaşma Yöntemi Kullanım Alanları

Yapay Uçlaşma Yöntemi arazide uygulanması sırasında eş zamanlı olarak, öz direnç ve şarjabilite parametrelerinin ölçülmesini sağlamaktadır. 2 boyutlu toplanan verinin matematik algoritmalar yardımı ile modellenmesi sonucu model kesitler elde edilmektedir. Öz direnç model kesitlerinden yer içinde yapının öz direnç değişimi izlenmekte ve yer içinde yapıların yatay ve düşey dağılımı, yapısal süreksizliklerin belirlenmesi, dokanakların tespitinde araştırmacıya bilgi sağlamaktadır. Elde edilen diğer bir kesit olan şarjabilite modeli sayesinde ise yer içinde bulunan sülfürlü yapıların (Pirit, Kalkopirit, Sfalerit, Galen vb.) yanal ve düşeydeki yayılımları konusunda bilgi sağlanmaktadır. Aynı zamanda Siyenit, şeyl ve killi birimler gibi bazı yapısal öğeler de şarjabilite değeri verebilmektedir. Bu nedenler ile yöntem Şarjabilite ölçümleri ile sülfürlü mineralizasyonun haritalanmasında, öz direnç verileri ile jeolojik yapıların dağılımlarının belirlenmesi ve süreksizliklerin ortaya çıkartılmasında kullanılmaktadır. Zaman ortamı YU verileri ile, şarjabilite etkisi veren mineralizasyonun kaynağı bilinmemektedir. Bu nedenle ekonomik olan cevherleşmeler ile olmayan cevherleşmelerin ayrımının yapılması oldukça güçtür.

## Veri Toplama ve Veri İşlem

Zaman ortamı yapay uçlaşma yöntemi arazi uygulaması sırasında göz önünde bulundurulması gereken parametreler ölçümün ve yorumlamanın kalitesine etki etmektedir. Öncelikli olarak profillerin konumu, profiller arası mesafe ve ölçüm aralığı gibi geometrik faktörlerin aranılan yapıya uygun şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Geometrik parametrelerin yanı sıra ölçümlerin sağlıklı yapılabilmesi açısından kullanılan araç gereçlerin (kablo, çelik elektrot, potansiyel elektrot vb. ) sağlıklı olması gerekmektedir. Doğru parametreler ile sağlıklı şekilde alınan verinin modellenmesi sonucu, ortaya konan yorumun başarıya ulaşması mutlak olacaktır.



Şekil 3 : IP Ölçümünde güç kaynağı olarak kullanılan, jeneratör

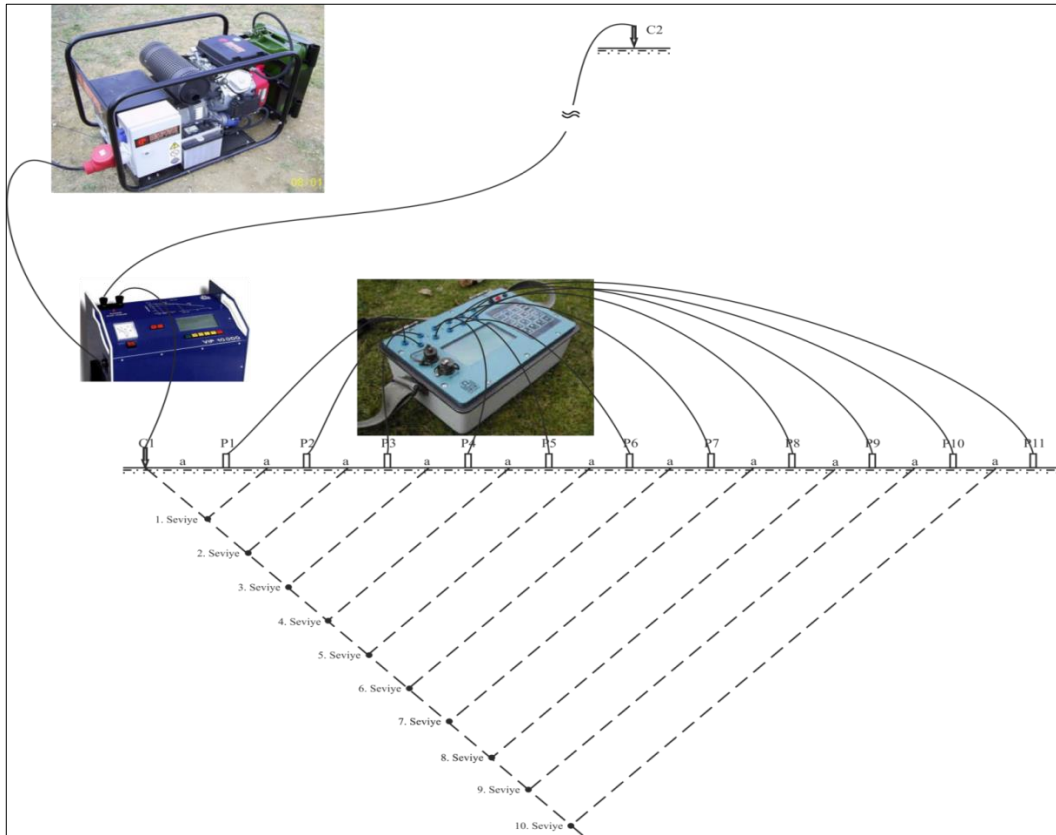


Şekil 4 : IP ölçümlerinde kullanılan kare dalga vericisi



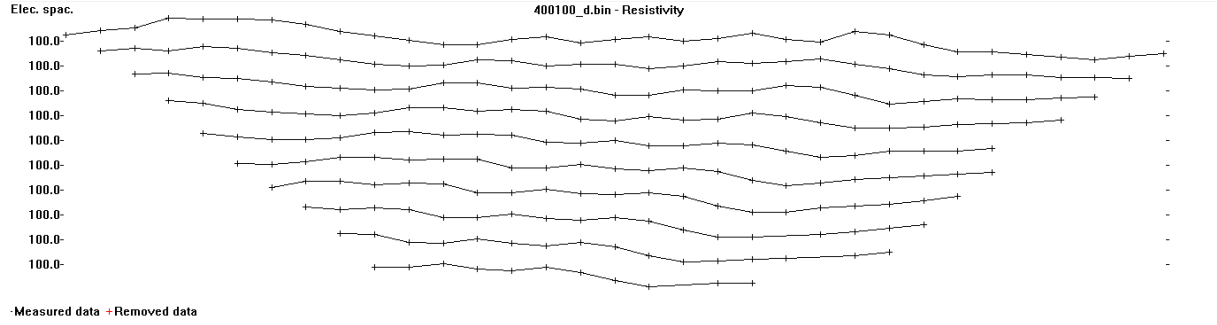
Şekil 5 : IP ölçümünde kullanılan, 10 kanallı kare dalga alıcısı

Arazide uygun geometride belirlenmiş olan profiller üzerinde arama hedefine uygun aralıklarla doğrusal şekilde dizilmiş akım noktalarından akım verilerek ve potansiyel elektrotlardan bu akımın yarattığı potansiyel fark ölçülmektedir. Elde edilen her seviyedeki veri kullanılan dizilim yöntemine göre yeraltında bir noktada tanımlanmaktadır. (Şekil 6)



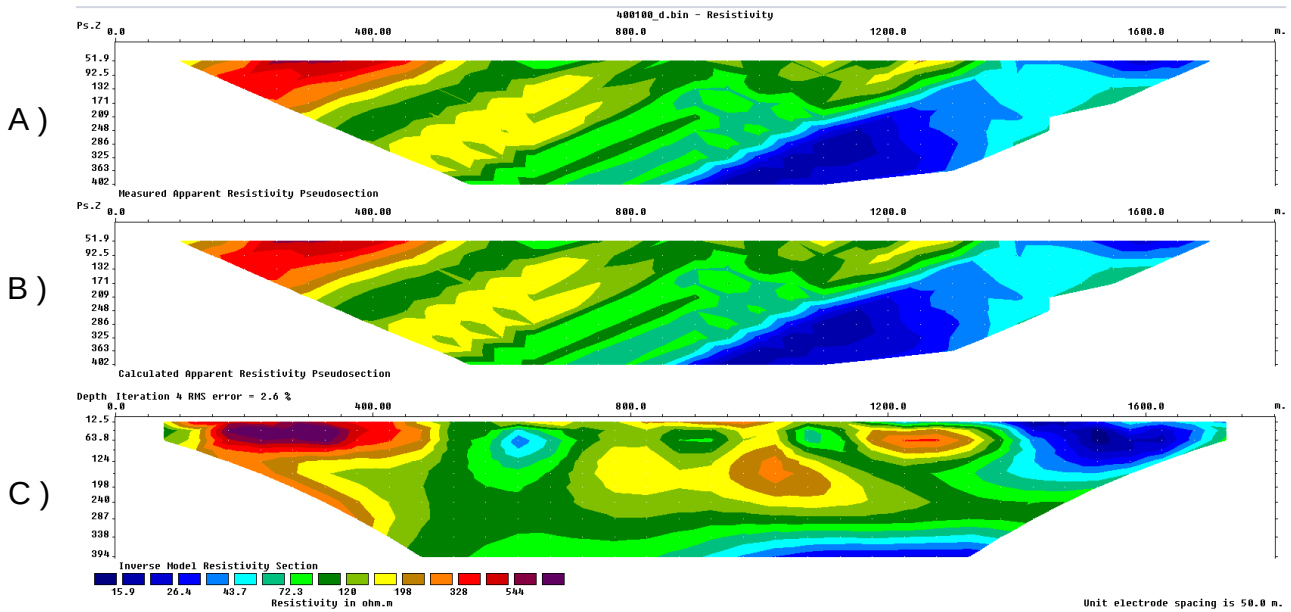
Şekil 6 : Pol-Dipol diziliminin arazideki yerleşimi

Bir noktada ölçü alındıktan sonra sistem kaydırılarak ölçü tekrarlanır ve ikinci bir veri seti oluşturulur. Profil sonunda ise yeraltında düşey bir düzlem üzerinde yanal ve düşeyde birden çok nokta için öz direnç ve şarjabilite ölçümleri elde edilmiş olunur. (Şekil 7)



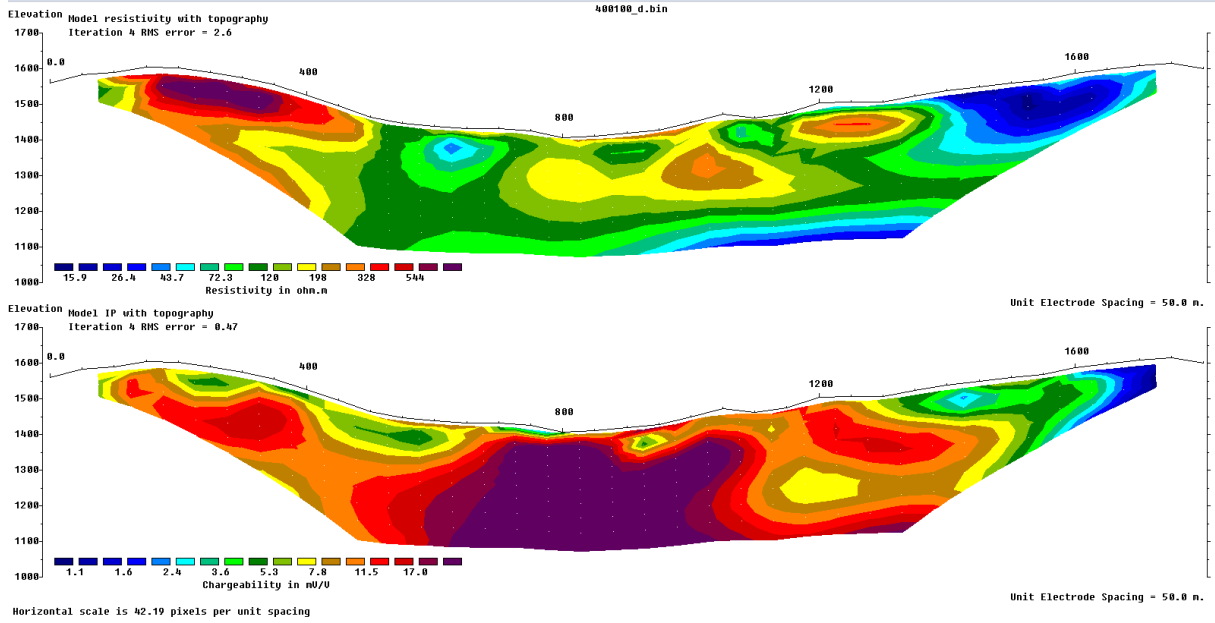
Şekil 7 : Profil sonunda elde edilen veri seti.

Verinin işlenmesi sırasında en önemli adım modelleme aşamasıdır. Uygulamada bir kuramsal modelden elde edilen kuramsal veri ile araziden sağlıklı şekilde alınan arazi verisinin karşılaştırılması yapılmaktadır. Bu iki veri seti birbirine belli oranda yakınsayana dek kuramsal başlangıç modeli değiştirilerek iterasyonlar yapılmakta, uyumun sağlandığı iterasyonda ise kuramsal model gerçek model olarak kabul edilmektedir. (Şekil 8)



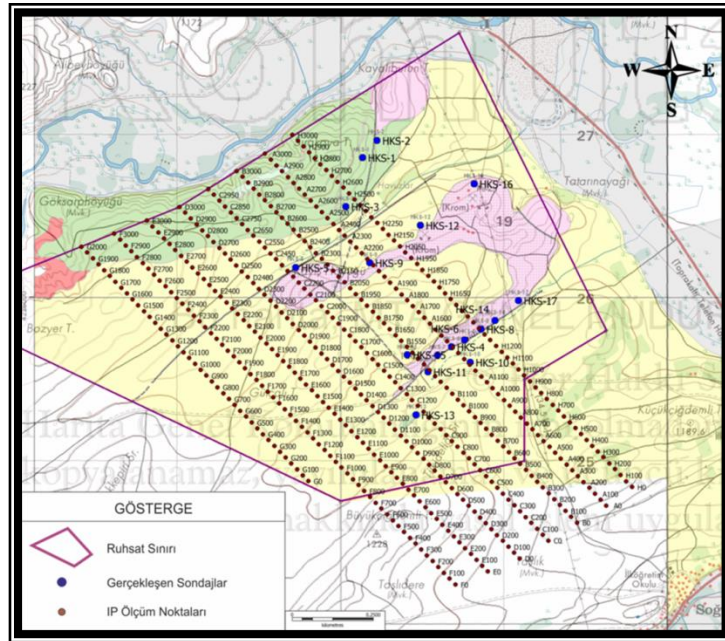
Şekil 8 : Modelleme aşamaları. A ) Arazi verisi B ) Kuramsal Veri  
C) Kuramsal başlangıç modeli

Modelleme sonucu elde edilen öz direnç ve şarjabilite kesitleri topografya ya uyumlu şekilde çizdirilerek sonuç çıktısı elde edilmektedir.



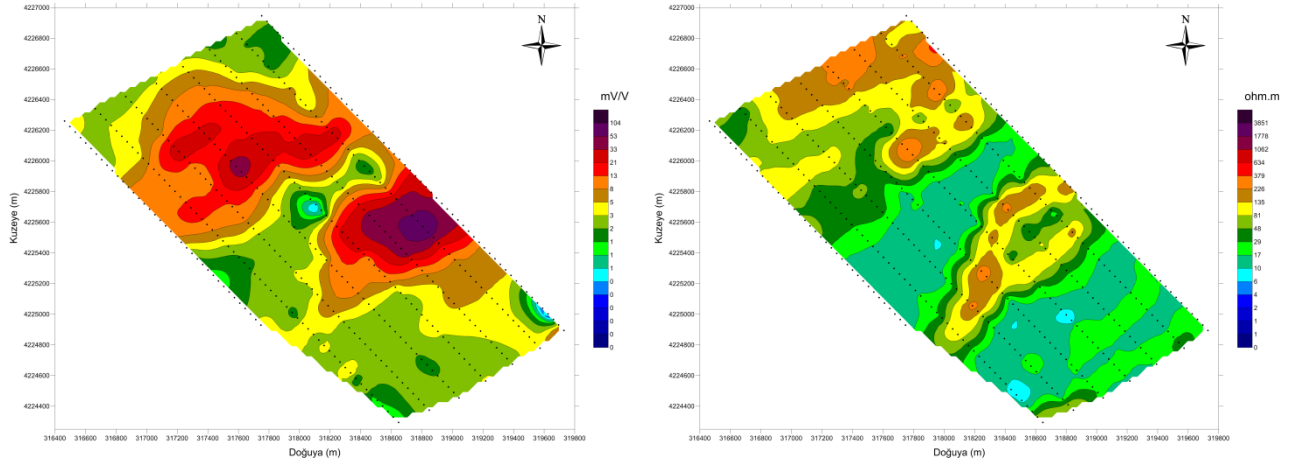
Şekil 9 : Modelleme sonucu elde edilen öz direnç ve şarjabilite kesitleri

Şekil 10 da verilen örnekteki gibi birbirlerine paralel şekilde uygun aralıklarla alınan profillerin aynı derinliğe sahip verileri birleştirilip çizdirildiğinde ise o seviyeye ait öz direnç ve şarjabilite seviye haritaları elde edilebilmektedir. (Şekil 11)



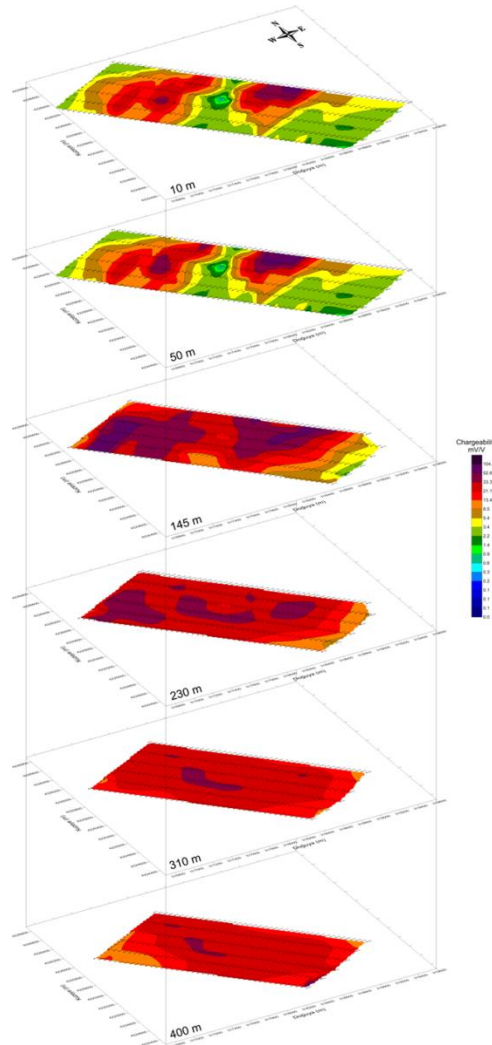
Şekil 10 : Seviye haritası çizdirebilecek profillerin birbirlerine göre durumuna örnek





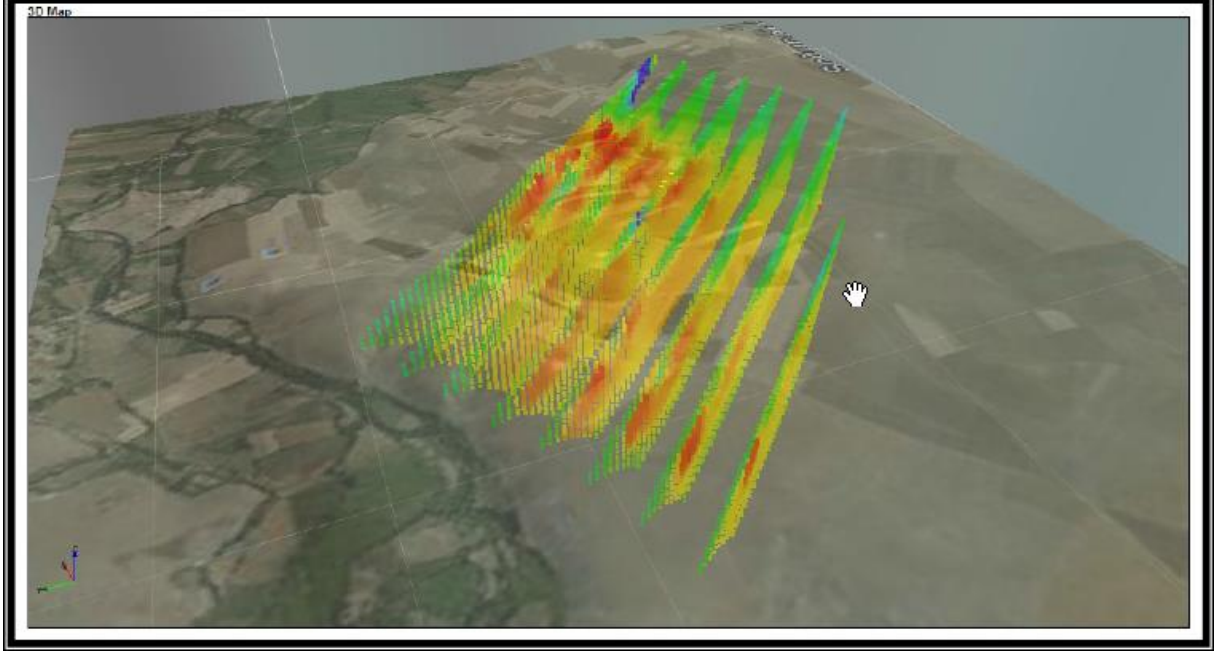
Şekil 11 : Ortak derinlikteki verilerin çizdirilmesi ile oluşturulan seviye haritaları

Elde edilen seviye haritalarını alt alta dizerek kat haritalarını oluşturmak mümkündür. Bu şekilde verilerin 3 yönlü dağılımlarını takip etmek ve devamlılığını ilişkilendirmek mümkün olacaktır.

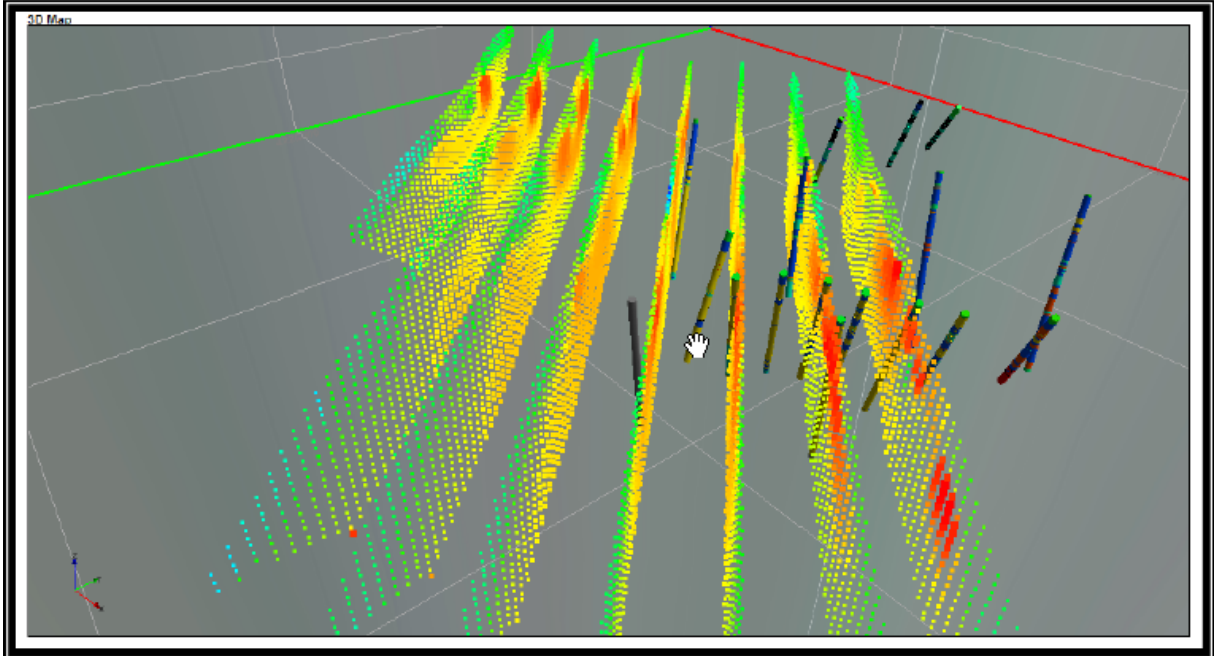


Şekil 12 : Seviye haritalarının alt alta dizilmesi ile oluşturulan kat haritaları

Elde edilen bütün bu verilerin coğrafi bilgi sistemleri tabanlı 3 boyutlu yazılımlar kullanılarak işlenmesi ile verilerin bütünsel analizi mümkün olmaktadır. Bu şekilde jeofizik veriler ile jeolojik verilerin birlikte değerlendirilmesi sonucu olabildiğince doğru yorumlar ortaya koymak mümkündür.

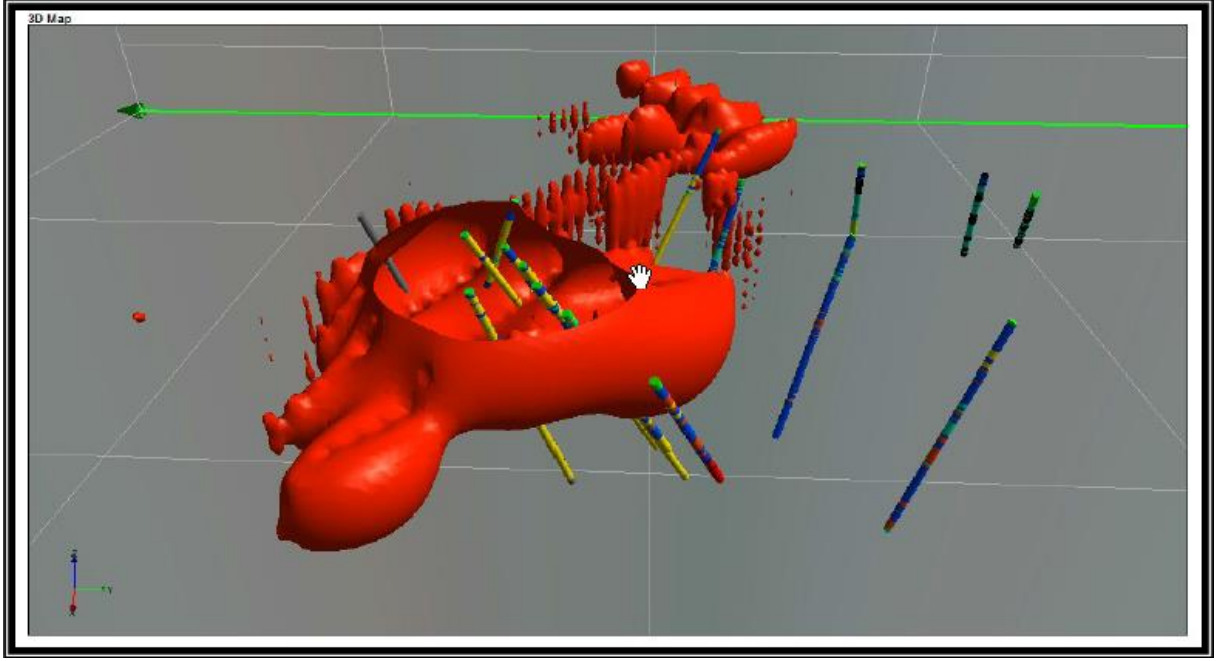


Şekil 13: Kesitlerin 3B görünümü

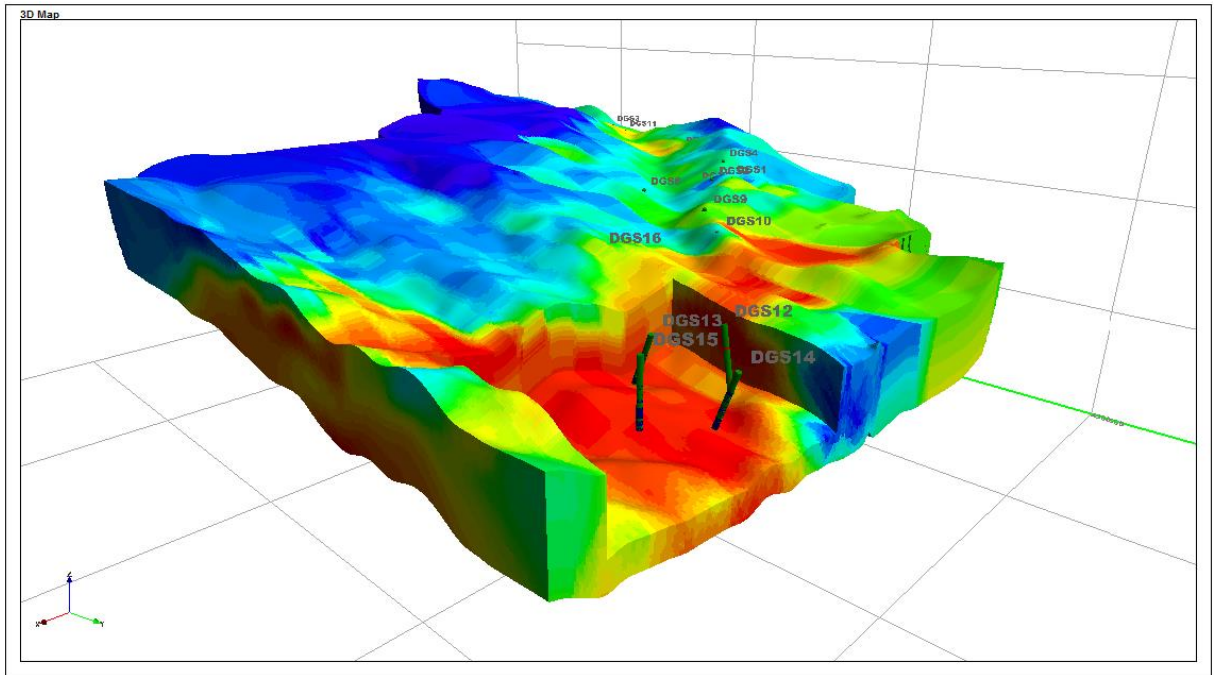


Şekil 14 : Kesitlerin 3B görünümü ve sondajlarla olan konumu





Şekil 15 : 3B konturlanmış yüksek şarjabilite zonlarının sondajlar ile ilişkisi



Şekil 16: Topografya uyumlu 3B Voxel modelin sondajlar ile olan ilişkisi