

SEFERİHİSAR-İZMİR JEOTERMAL ALANINDA ELEKTROMANYETİK-VLF YÖNTEMİNİN UYGULAMALARI

Taygun YILMAZ

Danışman: Doç. Dr. Meriç Aziz BERGE

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İzmir

AMAÇ

Bu çalışma kapsamında, Seferihisar-İzmir jeotermal alanında elektromanyetik-VLF (EM-VLF) yöntemi kullanılarak yüzeye yakın süreksizliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bölgedeki fay zonları ve iletken yapılar tespit edilerek bunlar jeolojik gözlemlerle tespit edilmiş olan faylar ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, EM-VLF yöntemi kullanılarak Cumalı, Tuzla ve Doğanbey sıcak su kaynakları çevresinde faylara bağlı olduğu düşünülen anomaliler tespit edilmiştir. Veriler, Fraser ve Karous-Hjelt filtreleri ve ters çözüm yöntemiyle değerlendirilerek bu anomalilere sebep olan yer altı yapıları hakkında yorumlar yapılmıştır.

ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ

Seferihisar-İzmir bölgesi, Batı Anadolu'nun aktif tektonik rejimi içerisinde yer almakta olup, genişleme tektoniğinin etkisi altında bulunmaktadır. Bölge, Büyük Menderes ve Küçük Menderes graben sistemleri ile ilişkilidir ve aktif fay hatları tarafından kontrol edilen jeotermal kaynaklara sahiptir. Çalışma alanında temel kayaç birimleri olarak Neojen yaşlı volkanik kayaçlar, metamorfik temel kayalar ve kireçtaşı birimleri bulunmaktadır. Özellikle bölgede gözlenen kırık ve fay hatları, sıcak su dolaşımını sağlayarak jeotermal sistemin verimliliğini artırmaktadır. Seferihisar fay zonu, bu bölgedeki en önemli jeolojik yapı olup, jeotermal akışkanların yüzeye çıkışını kolaylaştıran ana hatlardan biridir.

Drahor ve Berge (2006)'ye göre, Seferihisar bölgesindeki fay yapıları, genişleyen tektonik rejim ile doğrudan ilişkilidir ve bu faylar jeotermal akışkanların dolaşımına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Araştırmalar, bölgedeki ısı akısının ve termal anomalilerin aktif fay hatları boyunca yoğunlaştığını göstermektedir. Ayrıca, Neojen yaşlı volkanik kayaçların yüzeylenmesi ve metamorfik temel kayalar ile olan sınır ilişkileri, hidrotermal sistemlerin dinamik yapısını etkilemektedir.

GERÇEKLEŞTİRİLEN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Tez kapsamında, Drahor ve Berge (2006)'da verilen yöntemlere ait verilerden yalnızca EM-VLF yönteminin değerlendirmeleri ve sonuçları incelenmiştir. Söz konusu veriler şekilde gösterilen ölçüm profillerinde farklı frekanslar için toplanmıştır. Veriler öncelikle Fraser ve Karous-Hjelt filtreleriyle veri işlem aşamalarından geçirilmiş daha sonra ilgililenen ölçüm profilleri grafiklendirilmiştir. Ayrıca aynı ölçüm profilleri 2 boyutlu ters çözüm yöntemiyle değerlendirilerek yeraltına ait öz direnç dağılımı elde edilmiştir.

Veriler profiller üzerinde 100 metre ölçüm aralıklarında Güney – Kuzey doğrultuda ölçülmüştür. Profiller arası uzaklık 200 metredir. Ölçüm sahasındaki gerek topografik koşullar gerekse ölçüm almaya elverişli alanların durumu gözetilerek profiller farklı uzunluklarda belirlenmiştir. Ölçümler esnasında cihazın özelliği olan 3 ayrı ölçüm frekansından verilerin elde edilmesine özen gösterilmiştir. Bu kapsamda arazi ölçümleri esnasında kesintisiz veri ölçülebilen 20.3 kHz (Tavolara) frekansından gerçel (in-phase), sanal (quadrature) değerleri profiller boyunca ölçülmüş ve değerlendirmeye alınmıştır.

EM-VLF ölçülen gerçel ve sanal bileşen değerleri yeraltındaki iletkenlik değişimlerine bağlı olarak anomaliler sunmaktadır. Dolayısıyla yeraltındaki bu değişimlerin lokasyonlarının veriler üzerinde net bir şekilde tanımlanabilmesi için veri değerlendirme yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu yöntemler öncelikli olarak Fraser ve Karous-Hjelt filtreleme tekniklerini içermektedir. Bu filtreler kolaylıkla hesaplanarak veriler üzerine uygulanabilmekte ve elde edilen sonuçlar yine grafikler olarak sunulabilmektedir. Böylelikle anomali oluşturan yeraltı yapılarının konumları hakkında daha gerçekçi değerlendirmeler yapılabilmektedir.

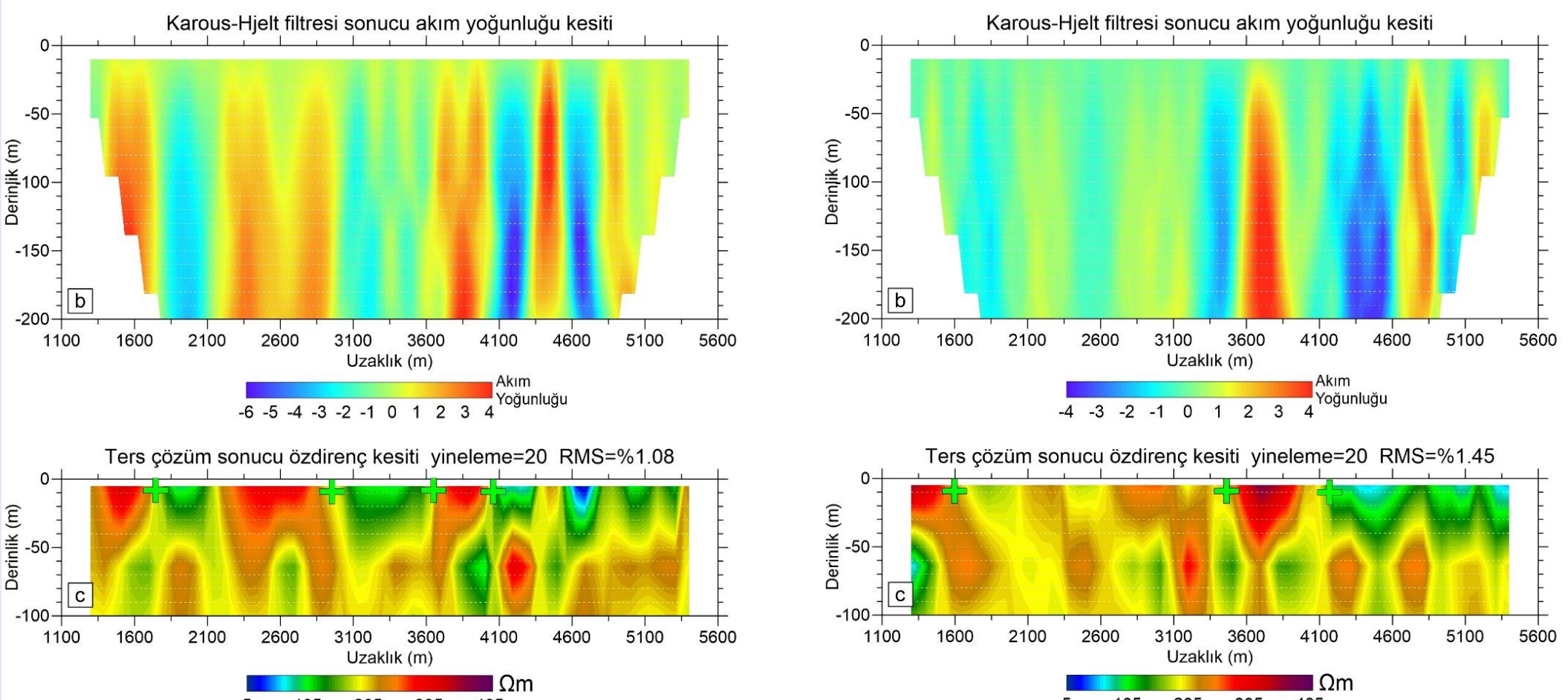
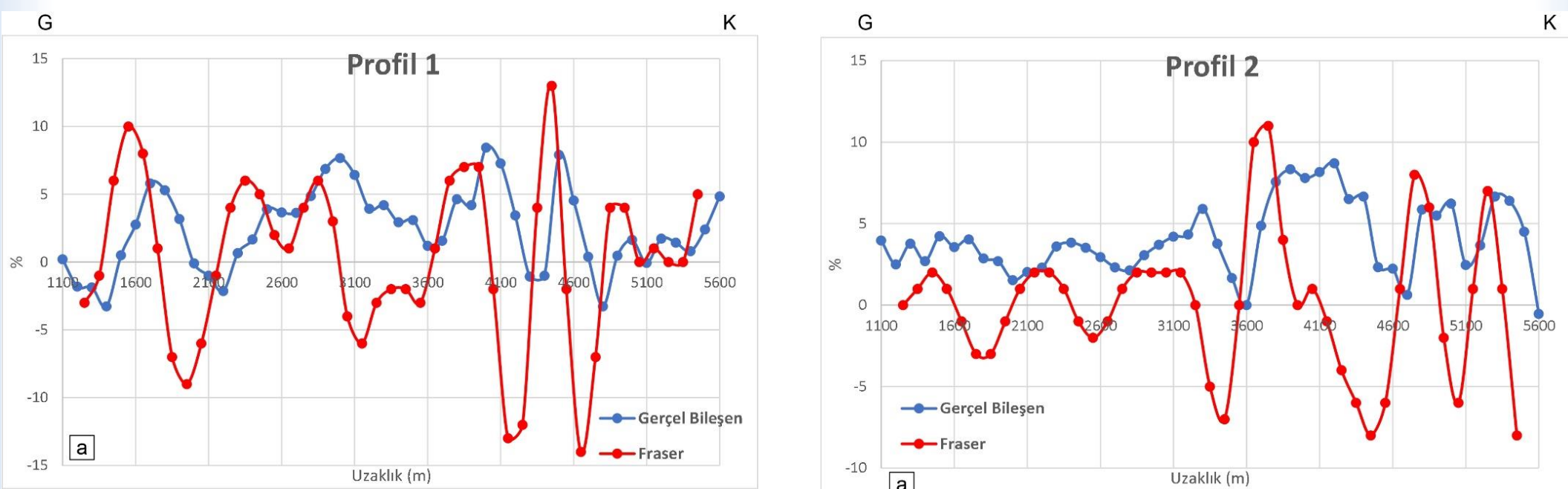
EM-VLF yönteminden yeraltının öz direnç dağılımına bağlı iki boyutlu bir görüntüsünü elde etmek ters çözüm değerlendirmeleriyle mümkün olmaktadır. Böylelikle anomaliye sebep olan yeraltı yapılarının hem lokasyon hem de derinlik bilgilerine ulaşmak mümkün olmaktadır. Bu da jeolojik yorumlamalarda bizlere kolaylık sağlamaktadır. Bu amaçla tez kapsamında Santos ve diğ. (2006) önermiş olduğu ters çözüm algoritmasından (Inv2DVLf) faydalanılmıştır. Bu algoritma gerçel ve sanal bileşen değerlerinden hareketle ve yinelemeli bir yaklaşımla yeraltının öz direnç dağılımını hesaplayabilmektedir.

JEOFİZİK ÇALIŞMALARIN SONUÇLARI

Seferihisar Jeotermal sahasında belirlenen örnek ölçüm profillerine ait filtreleme ve ters çözüm değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar grafikler ve 2 boyutlu kesitler olarak sunulmuştur. Daha sonra bu sonuçların üzerinden sahanın jeolojisiyle ilgili olarak jeolojik birimler ve olası süreksizliklere (faylar) ilişkin yorumlar yapılmıştır.



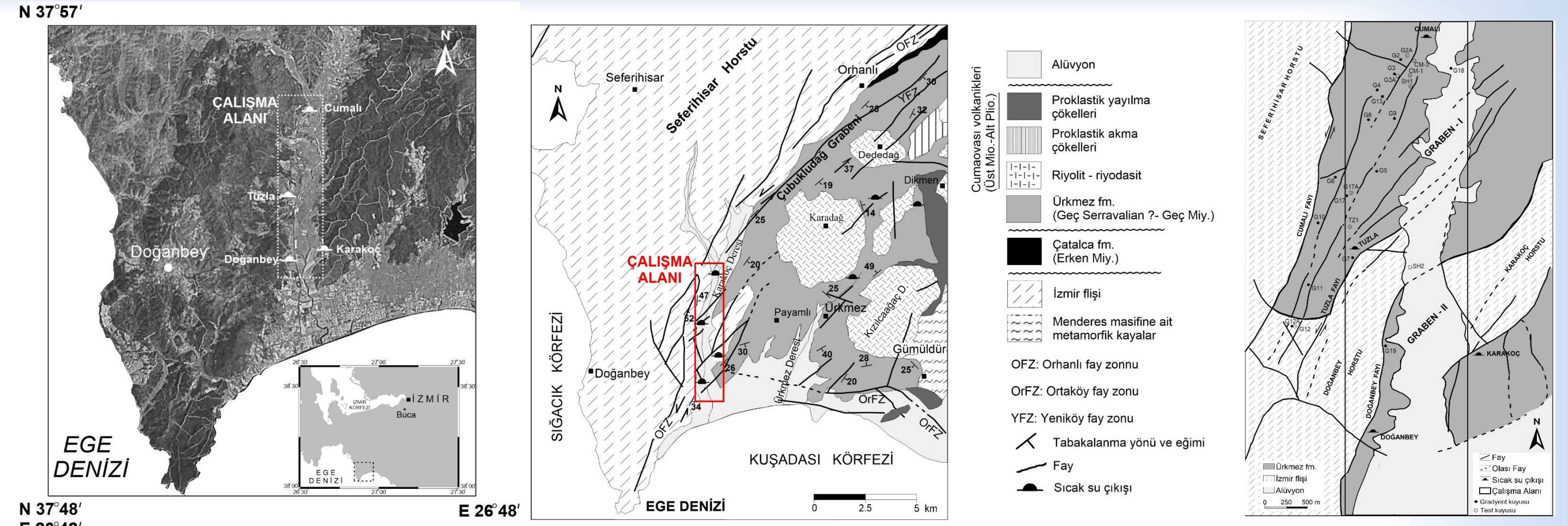
Profil 1 ve Profil 2'ye ait gerçel ve sanal bileşen değerlerinin değişimini gösteren grafikler.



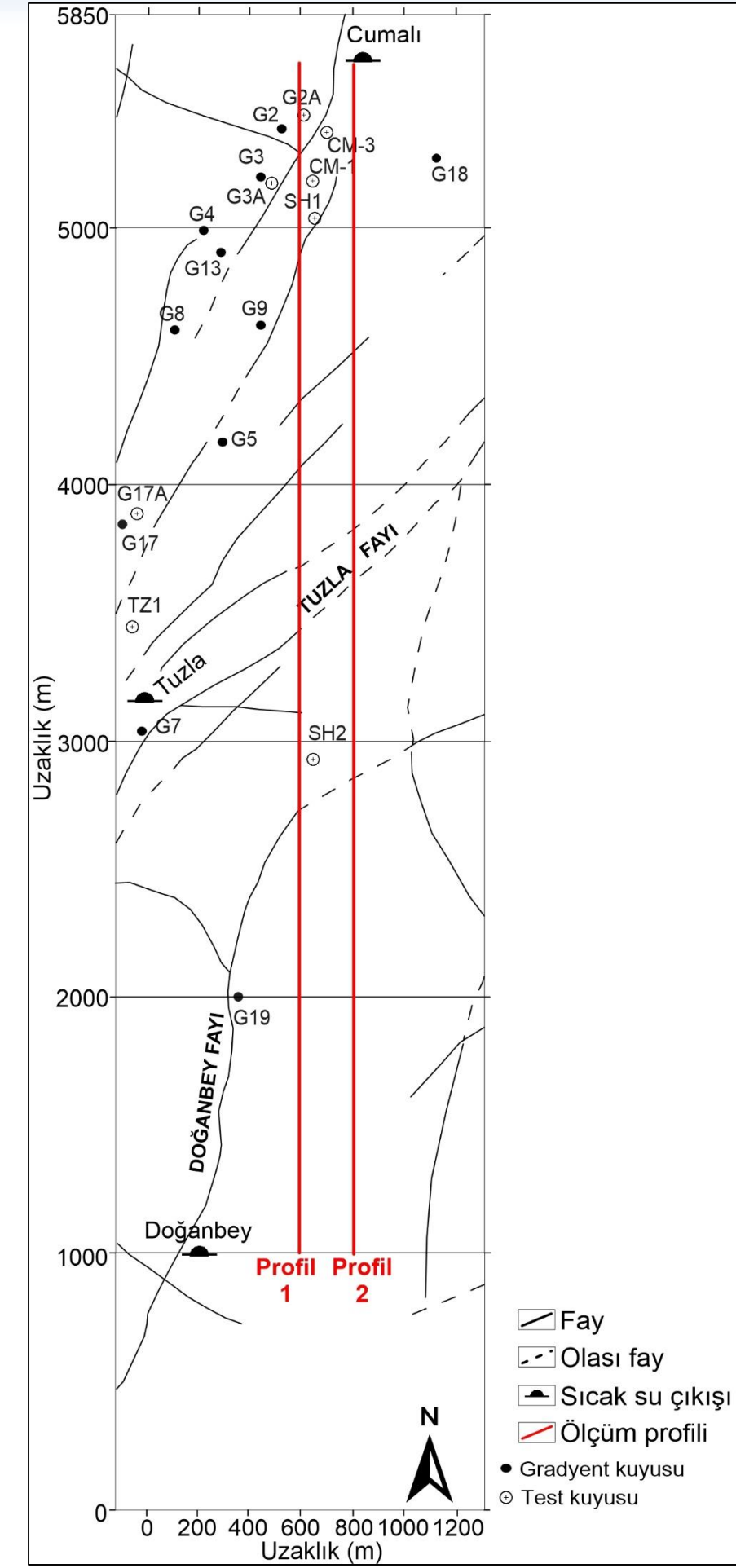
Profil 1 ve Profil 2'ye ait a) gerçel bileşen ve Fraser filtresi sonucu, b) gerçel bileşenden elde edilen Karous-Hjelt filtresi sonucu akım yoğunluğu kesiti ve c) gerçel ve sanal bileşenlerin ters çözümünden elde edilen öz direnç kesiti. "+" sembolleri süreksizliklerin yerini göstermektedir.

YÖNTEM

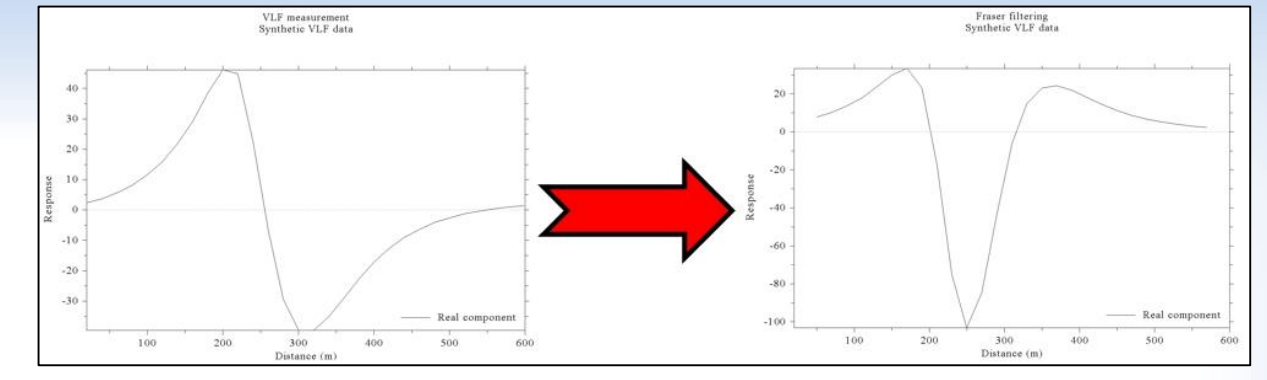
EM-VLF yönteminin çalışma prensibi, kaynak vericiden yayılan elektromanyetik alanların, araştırma yapılan noktalar çevresindeki süreksizlikler veya iletken bölgelerde uyardığı akımların yön ve şiddetindeki değişimlerin oluşturduğu sinyallerin kaydedilmesine dayanır. VLF vericileri, sabit duran ortalama 50-150m boyunda ve 100-1000kW gücünde dikey antenlerdir. Verici antenler yapı olarak bir ucu topraklanmış yüksek antenlerden oluşmaktadır. Düşey elektrik kutup gibi davranırlar. Vericilerde oluşan birincil manyetik alan (Hp) yatay yönde yayılmaktadır. Vericiyle çalışma alanları arasındaki büyük uzaklıklar nedeniyle düzlem dalga olarak kabul edilerek tekdüze ve sabit düşünülebilir.



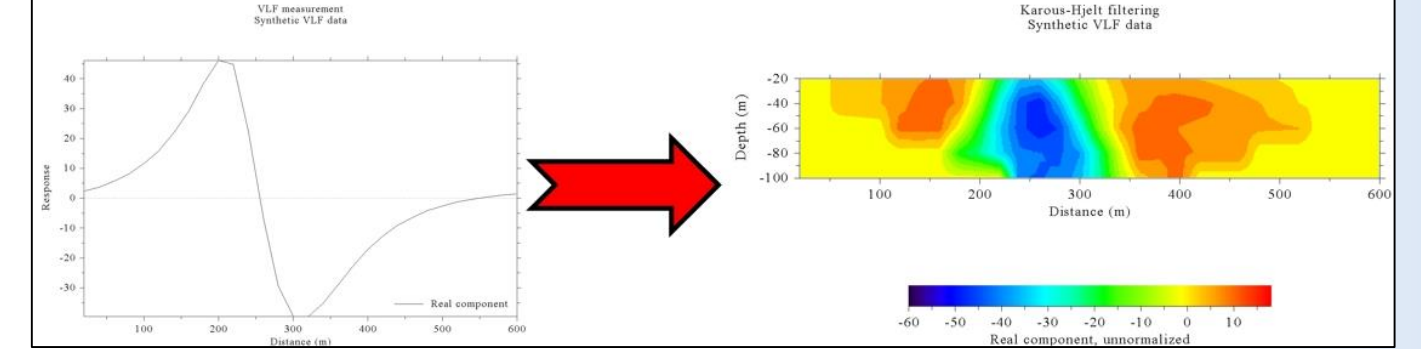
Çalışma alanını gösteren uydü görüntüsü, jeoloji haritası (Genç ve diğ., 2001'den düzenlenmiştir) ve Seferihisar jeotermal sahasının detaylı tektonik haritası (Eşder ve Şimşek 1975'ten düzenlenmiştir).



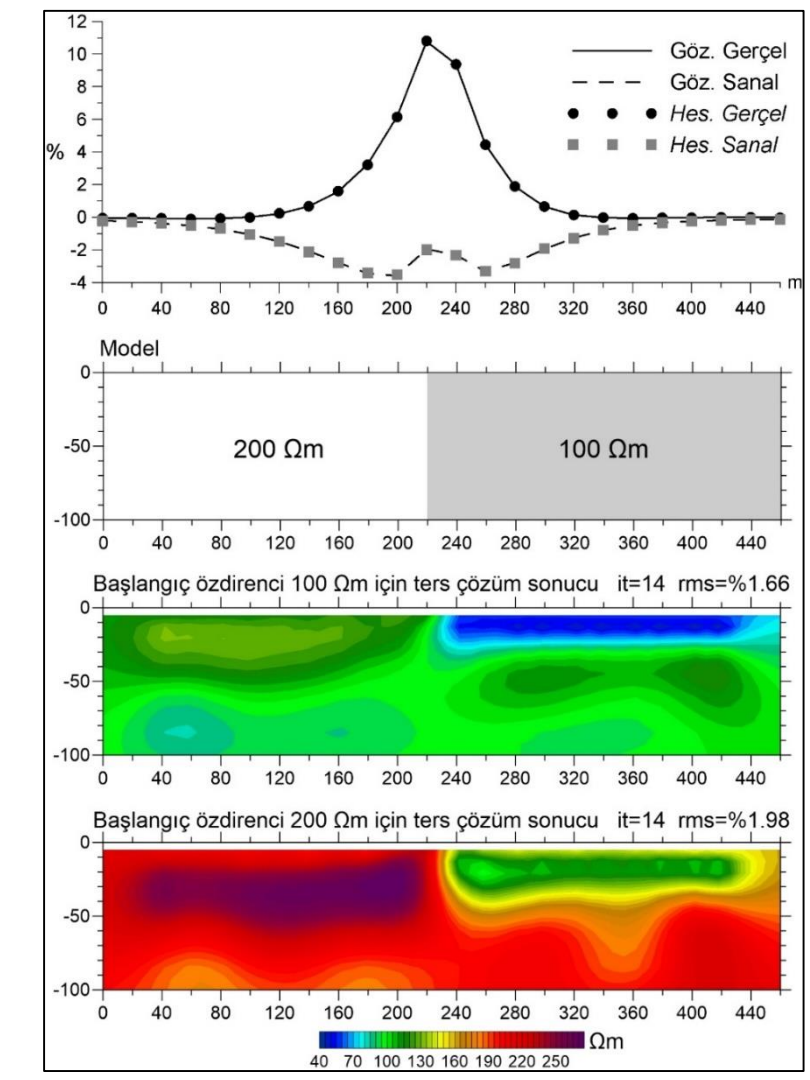
Çalışma alanındaki tez kapsamında kullanılan EM-VLF profilleri.



Örnek bir gerçel bileşen verisi için Fraser süzgeci sonucu (Pirttijarvi, 2004).



Örnek bir gerçel bileşen verisi için Karous-Hjelt süzgeci sonucu (Pirttijarvi, 2004).



Örnek bir gerçel ve sanal bileşen verisi için farklı başlangıç değerlerine göre elde edilen ters çözüm sonuçları (Berge ve diğ., 2018).

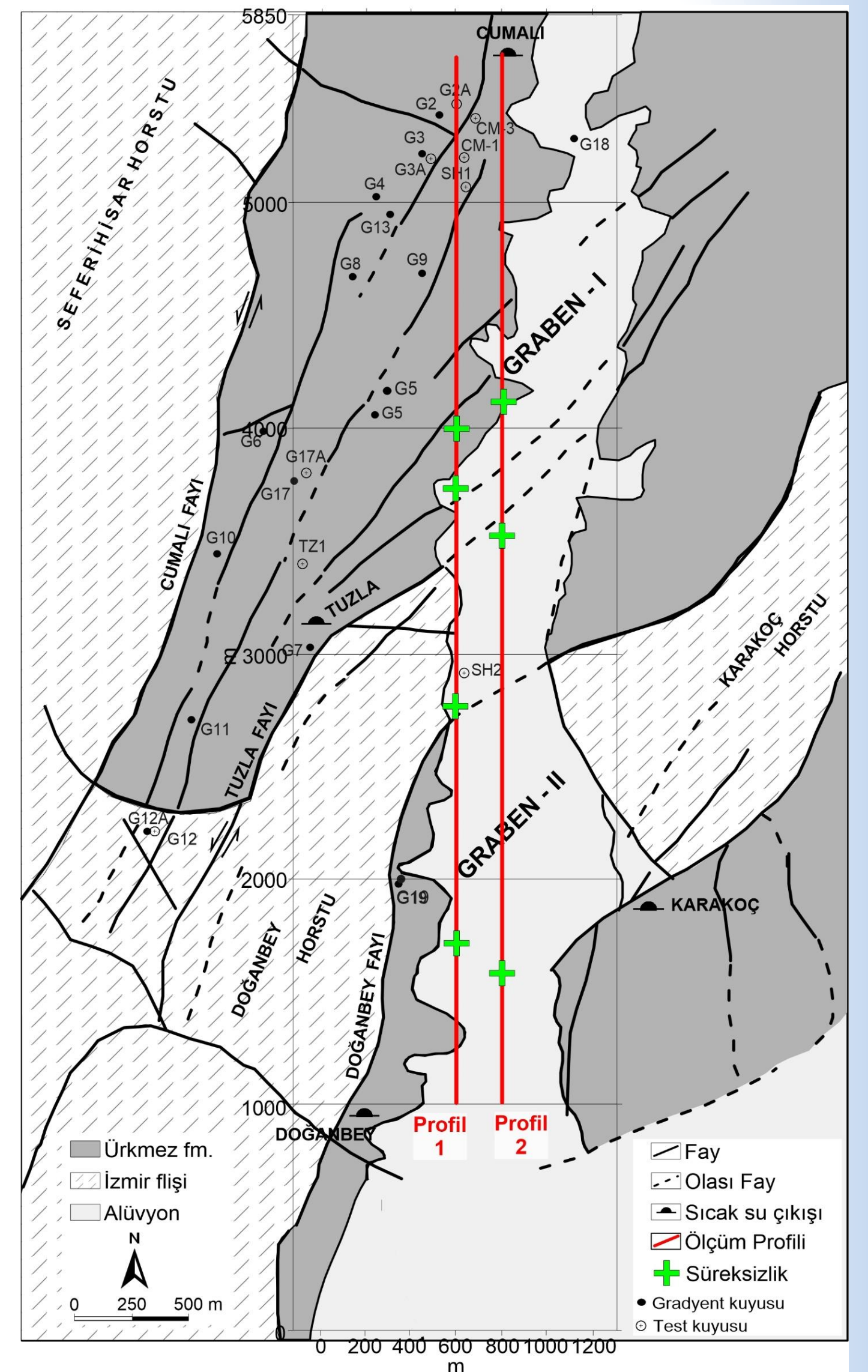
SONUÇLAR

Tez çalışması kapsamında Seferihisar-İzmir jeotermal sahasında Drahor ve Berge (2006) tarafından toplanmış olan EM-VLF verilerinden iki profile ait gerçel ve sanal bileşen değerlerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir ve yeraltındaki yapılara ve süreksizliklere ait yorumlamalar yapılmıştır. Buna göre;

- Fraser filtreleme tekniği ile yeraltındaki yapılardan kaynaklanabileceği düşünülen anomalilerin daha belirgin hale gelmesi sağlanmıştır.
- Karous-Hjelt filtresiyle ölçüm profillerine ait akım yoğunluğu kesitleri üretilmiştir.

- Ters çözüm değerlendirmesiyle ölçüm profilleri altındaki öz direnç değişiminin 2 boyutlu olarak görüntülenmesini sağlamıştır.
- Değerlendirmelere ait sonuçlar birlikte irdelendiğinde yeraltındaki iletkenlik değişimlerinin jeolojik yapılardaki süreksizlikler ile ilişkili olabileceği yorumlanmıştır.
- Profil 1'in 2800. metresinde jeoloji haritasındaki Doğanbey Fayı ile ilişkili bir süreksizliğin olduğu görülmektedir. Ancak aynı lokasyondan Profil 2 sonucu önemli bir değişim tespit edilmemiştir.
- Her iki profilin sonuçlarında, 3500 ile 4100 metreler arasında tespit edilen süreksizliklerin jeoloji haritasındaki Tuzla Fayı ve buna paralel faylara denk geldiği görülmektedir.
- Yine her iki profilin sonuçları 4500 metreden sonra kuzey yönünde jeolojik birimler veya faylar ile örtüşebilecek bir sonuç vermemiştir.
- Genel anlamda, ters çözüm ile yapılan değerlendirme sonuçlarının yorumlama aşamasında süreksizlik yerlerinin tespit etmekte filtreleme sonuçlarına göre daha kolaylık sağladığı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, çalışma alanında gerçekleştirilen EM-VLF ölçümleri ve değerlendirmeleri yüzeye yakın olası süreksizliklerin önemli bir bölümünü ortaya çıkarmakta başarılı bulunmuştur. Böylelikle bu tez çalışmasında, EM-VLF yönteminden elde edilen verilerin değerlendirme yaklaşımlarının bu tür araştırmalarda nasıl sonuçlar vereceği ortaya konmuştur.



Çalışma alanına ait jeoloji haritası ve profiller üzerinde tespit edilen süreksizliklerin lokasyonları.

KAYNAKLAR

- Berge MA, Drahor MG, Ongar A. 2018. Fay zonu araştırmalarında çok alçak frekans elektromanyetik yöntemin uygulamaları. 7. Yerelektrik Çalıştayı, 7-9 Mayıs 2018, Isparta.
- Drahor MG ve Berge MA. 2006. Geophysical investigations of the Seferihisar geothermal area, Western Anatolia, Turkey. Geothermics, 35, 302-320.
- Eşder T ve Şimşek S. 1975. Geology of Izmir (Seferihisar) Geothermal Area, Western Anatolia of Turkey: Determination of Reservoirs by Means of Gradient Drilling. Proceedings of the 2nd UN Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Francisco, 349-361.
- Genc CS, Altunkaynak S, Karacık Z, Yazman, M, Yılmaz Y. 2001. The Çubukludağ graben south of İzmir: its tectonic significance in the Neogene geological evolution of western Anatolia. Geodinamica Acta 14, 45-55.
- Pirttijarvi M. 2004. KHFFILT ver. 1.1a, Karous-Hjelt (pseudosections) and Fraser filtering of VLF data (real and imaginary).
- Santos FM, Mateus A, Figueiras J, Gonçalves MA. 2006. Mapping groundwater contamination around a landfill facility using the VLF-EM method—a case study. Journal of Applied Geophysics 60(2), 115-125.