



MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi

<https://www.mta.gov.tr/mtayerbilimleri/>



Polatlı (Ankara) Macun Mahallesi'nde çok elektrotlu rezistivite ve SP yöntemleri ile yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi

Cihan YALÇIN^{a*} ve Ali KARAN^b

^aSRG Mühendislik Danışmanlık Ltd Sti., Denizli, Türkiye

^bYgh Mühendislik San. Tic. Ltd. Şti., Mersin, Türkiye

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler:

Elektrik öz direnç tomografisi,
Doğal potansiyel, Akifer,
Polatlı-Macun, Jeofizik
yöntemler.

ÖZ

Bu çalışmada, Ankara ili Polatlı ilçesi Macun Mahallesi sınırları içerisinde yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesine yönelik olarak çok elektrotlu elektrik öz direnç tomografisi (ERT) ve doğal potansiyel (SP) yöntemleri uygulanmıştır. Çalışma alanında jeolojik birimlerin yatay ve düşey yayılımı ile akifer potansiyelinin ortaya konulabilmesi amacıyla dört adet ölçüm profili oluşturulmuştur. Elde edilen ERT kesitlerinde yüzeyde yüksek öz dirençli bazalt ve tüf birimleri, altında ise orta öz dirençli karasal kırıntılı sedimanter birimler tespit edilmiştir. Doğal potansiyel ölçümleri, düşük öz direnç zonları ile uyumlu olarak pozitif anomaliler göstermiştir. Çalışma sonucunda, karasal kırıntılı birimlerin lokal olarak önemli bir akifer potansiyeline sahip olduğu belirlenmiş, kil seviyelerinin ise yeraltı suyu akışını sınırlandırdığı görülmüştür. Yapılan değerlendirmeler, benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar vermiştir. Bu araştırma, çalışma alanındaki yeraltı suyu potansiyelinin jeofizik yöntemlerle belirlenmesine katkı sağlamaktadır. Elde edilen verilerin ilerleyen aşamalarda yapılacak sondaj çalışmaları ile desteklenmesi önerilmektedir.

Gönderim Tarihi: 28.03.2025

Kabul Tarihi: 19.06.2025

Keywords:

Electrical resistivity
tomography, Equipotential,
Aquifer, Polatlı-Macun,
Geophysical methods.

ABSTRACT

The present study used multi-electrode electrical resistivity tomography (ERT) and self-potential (SP) techniques to assess groundwater potential in the Macun Neighborhood of Polatlı District, Ankara Province. Four measurement profiles were established to elucidate the horizontal and vertical distribution of geological units and aquifer potential within the research region. In the ERT sections, high-resistivity basalt and tuff units were detected at the surface, whereas medium-resistivity terrestrial clastic sedimentary units were seen underneath. The eigenpotential measurements indicated positive anomalies aligned with the low resistivity zones. The research concluded that the terrestrial clastic units had considerable aquifer potential locally. However, clay levels restrict groundwater flow. The assessment findings align with comparable research. This research aids in assessing groundwater potential in the studied region via geophysical techniques. Further drilling experiments should corroborate the acquired results.

Received Date: 28.03.2025

Accepted Date: 19.06.2025

1. Giriş

Su kaynakları, özellikle tarımsal üretimin yoğun olduğu bölgelerde sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olarak kabul edilmektedir. Dünya

genelinde artan nüfus, iklim değişikliği ve düzensiz yağış rejimleri, yeraltı suyu kaynaklarının önemini her geçen gün artırmaktadır (Foster ve Chilton, 2003; Hasan vd., 2020). Türkiye'de de yarı kurak iklim kuşağında yer alan İç Anadolu Bölgesi, tarımsal

Atıf Bilgisi: Yalçın, C., Karan, A. 2025. Polatlı (Ankara) Macun Mahallesi'nde çok elektrotlu rezistivite ve SP yöntemleri ile yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi. MTA Yerbilimleri ve Madencilik Dergisi 7, 49-58.

*Başvurulacak yazar: Cihan YALÇIN, cihanyalcinjeo@gmail.com

faaliyetler için büyük ölçüde yeraltı suyu kaynaklarına bağımlıdır (Yıldırım, 2018). Ankara ili Polatlı ilçesi Macun Mahallesi ve çevresi, özellikle tarım amaçlı su kullanımının yoğun olduğu sahalar arasında yer almakta olup, son yıllarda yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalar bölgesel ölçekte önem kazanmıştır.

Yeraltı suyu araştırmalarında uygulanan jeofizik yöntemler, yeraltının fiziksel özelliklerini ekonomik ve hızlı bir şekilde ortaya koyma açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Gelişli ve Babacan, 2021). Özellikle elektrik özdirenç (ERT) yöntemi, farklı litolojik birimler arasındaki iletkenlik farklarını kullanarak akifer zonlarının konumlandırılmasında etkin bir araçtır (Beresnev vd., 2002; Owen vd., 2005). Çok elektrotlu rezistivite tomografisi, klasik dört elektrotlu yöntemlere kıyasla daha yüksek çözünürlük sağlaması, geniş alanlarda uygulanabilmesi ve modelleme imkânı sunması nedeniyle son yıllarda tercih edilmektedir (Özdemir, 2008; Ewusi vd., 2009).

Literatürde çok sayıda çalışma, farklı hidrojeolojik alanlarda jeofizik yöntemlerin etkinliğini ortaya koymuştur. Örneğin, Başiskele-Kocaeli yöresinde yapılan bir çalışmada, DES yöntemi ile belirlenen akifer zonlarının sondaj verileriyle doğrulandığı rapor edilmiştir (Kurtuluş ve Bozkurt, 2010). Benzer şekilde, Emirdağ-Karaağaç bölgesinde yapılan jeofizik çalışmalar, alüvyon birimleri içerisinde gelişmiş akiferlerin konumunu ve kalınlığını başarıyla ortaya koymuştur (Yılmaz ve Yıldırım, 2021). Yurt dışı örneklerinde ise, Gana Volta Havzası'nda Ewusi vd.(2009) tarafından uygulanan 2D multi-elektrot özdirenç yöntemi, akifer zonlarının detaylı bir şekilde haritalanmasında önemli sonuçlar vermiştir. Ayrıca Asahi vd. (2018), Çin'in Yinchuan Havzası'nda farklı jeofizik yöntemlerin bir arada kullanımının, yeraltı suyu araştırmalarındaki başarısını vurgulamıştır.

Son yıllarda çok elektrotlu elektrik özdirenç tomografisi (ERT) yöntemi, yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesinde birçok ülkede yaygın biçimde uygulanmaktadır. Laos'ta yapılan bir çalışmada, geliştirilmiş çok elektrotlu yöntemlerle 100 metre derinliğe kadar uzanan düşük yüklenebilirlikli orta özdirençli tabakaların verimli akifer zonlarını temsil ettiği belirlenmiştir (Vu vd., 2021). Gana'da

ERT yönteminin Wenner ve gradient dizilimleri ile uygulandığı başka bir araştırmada ise, 100–500 Ω m arasında ölçülen direnç değerlerinin sürdürülebilir yeraltı suyu kaynaklarını işaret ettiği ve kil tabakalarının düşük özdirenç ile ayırt edilebildiği rapor edilmiştir (Bienibuor vd., 2025). Hindistan'daki benzer bir çalışmada ise VES yöntemiyle 50–80 m derinlikte tespit edilen su taşıyan zonlar, jeofizik yöntemlerin yüksek doğrulukla kuyu yeri seçiminde kullanılabileceğini ortaya koymuştur (Gopal vd., 2024). Bu çalışmalar, farklı coğrafyalarda benzer yöntemlerle elde edilen bulguların, ERT'nin güvenilirliğini ve uygulama başarısını desteklediğini göstermektedir.

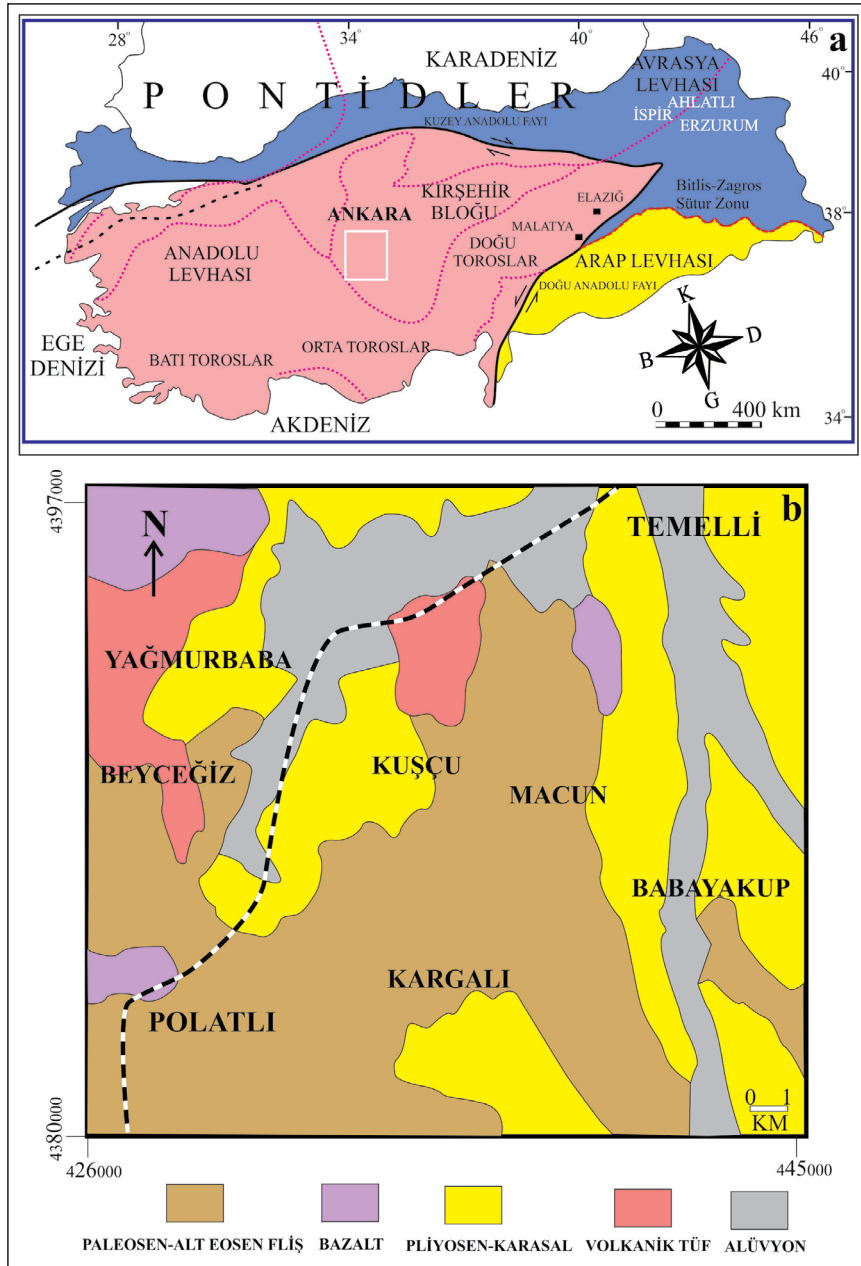
Bununla birlikte, jeofizik verilerin jeolojik ve hidrojeolojik bilgilerle entegre edilmesi, yeraltı suyu potansiyelinin doğru bir şekilde belirlenmesinde kritik öneme sahiptir (Yıldırım, 2018; Osmanoğlu, 2017). Polatlı-Macun Mahallesi ve çevresi, Haymana-Polatlı havzasının kuzeydoğusunda yer almakta olup, Neojen ve Kuvaterner yaşlı sedimanter birimler ile örtülü, akifer gelişimi açısından potansiyel sunan bir yapıya sahiptir (Turgay ve Kurtuluş, 1984). Bölgedeki stratigrafik birimlerin litolojik özellikleri, geçirgenlik durumu ve yeraltı suyu hareketleri, yapılacak jeofizik etütlerin başarısını doğrudan etkilemektedir.

Bu çalışmada, Polatlı (Ankara) ili Macun Mahallesi'nde çok elektrotlu elektrik özdirenç tomografisi (ERT) kullanılarak yeraltı suyu potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Elde edilen jeofizik veriler, bölge jeolojisi ve literatür çalışmaları ile birlikte değerlendirilerek, olası akifer zonlarının konumu, kalınlığı ve hidrojeolojik özellikleri ortaya konulmuş; sulama amaçlı kullanılabilecek su temini için önerilerde bulunulmuştur.

2. Materyal ve Metot

2.1. Bölgesel Jeoloji ve Stratigrafi

Çalışma alanı olan Polatlı ilçesi (Ankara) Macun Mahallesi ve çevresi, İç Anadolu Platformu sınırları içerisinde yer almakta olup (Şekil 1a), Haymana-Polatlı havzasının kuzeydoğu kesiminde konumlanmaktadır. Bölge, jeolojik açıdan Neotektonik Dönem sonrası aktif olmayan bir morfolitektik alan içerisinde



Şekil 1- a) İnceleme alanının tektonik konumu (Işık, 2016), b) İnceleme alanının jeoloji haritası (Gürsoy ve Taner, 2012).

bulunmaktadır. Çalışma alanının stratigrafik kesiti, Paleosen'den Kuvaterner'e kadar farklı yaş ve litolojideki birimlerden oluşmaktadır (Turgay ve Kurtuluş, 1984; Yıldırım, 2018).

Saha genelinde yüzeylenen en eski birim, Paleosen–Alt Eosen yaşlı fliş istifidir (Şekil 1b). Bu birim, kumtaşı, çamurtaşı ve marn ardalanmasından oluşan, sıkı, kompakt yapıları bir sedimanter sekans olup, yüzeyel akifer özelliği göstermemektedir. Fliş birimi,

çalışma alanının büyük bölümünde yüzeylemekte ve geçirimsiz bir zemin oluşturmaktadır (Turgay ve Kurtuluş, 1984).

Fliş biriminin üzerine uyumsuz olarak gelen birimler ise Pliyosen yaşlı karasal çökellerdir. Bu çökeller, genellikle sarımsı-bej renkli, zayıf tutturulmuş konglomera, kumtaşı ve kil tabakalarından oluşmaktadır. Bölgesel ölçekte bu birimler, akifer potansiyeline sahip zayıf çimentolu, gözenekli yapıları

ile dikkat çekmektedir. Çalışma alanında Pliyosen çökelleri, fliş biriminin üzerini örterek geniş alanlarda yüzeylenmektedir (Yıldırım, 2018).

Bölgedeki volkanik etkinliğe işaret eden bir diğer litoloji, volkanik tüflerdir (Şekil 1). Bu tüfler, pembe-gri renkli, gözenekli dokulu olup, çalışma alanının batı ve kuzeydoğusunda lokal olarak yüzeylenmektedir. Bu birimler geçirimsiz özellikte olup, akifer gelişimine katkısı sınırlıdır (Turgay ve Kurtuluş, 1984).

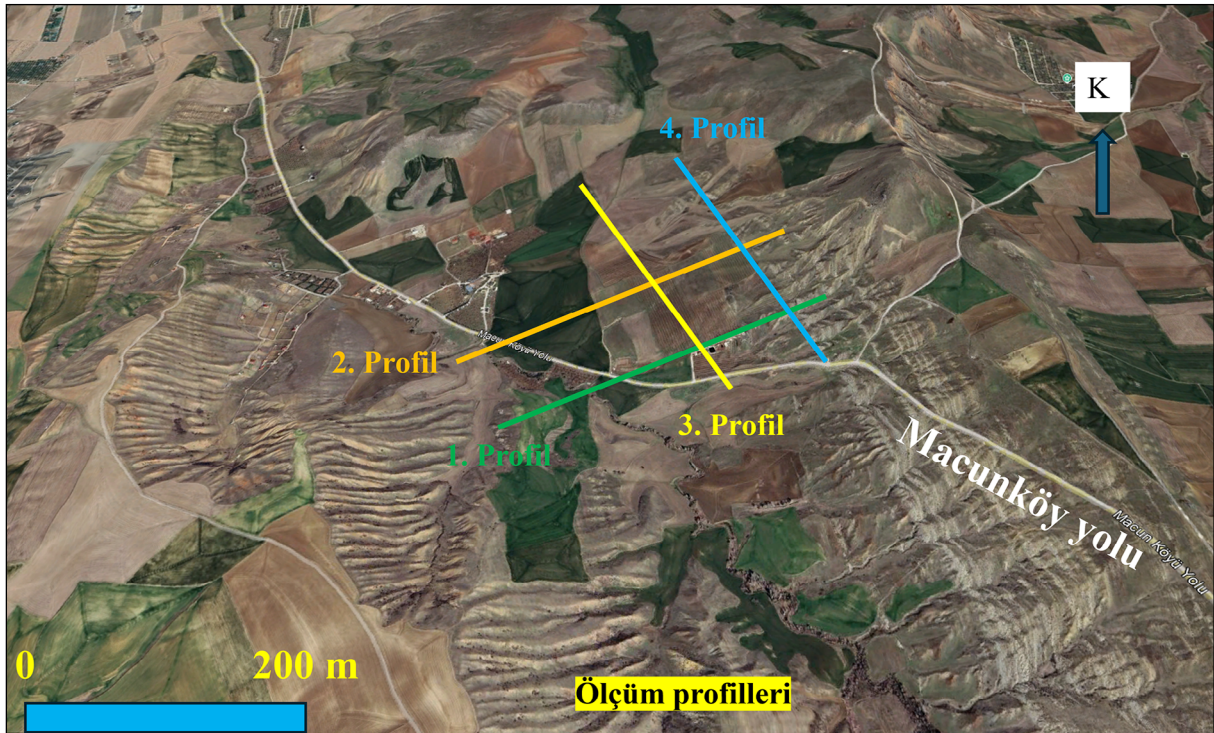
Çalışma alanının özellikle doğu ve güneydoğusunda, yer yer akarsu yatakları boyunca alüvyon örtü gelişmiştir. Bu birimler, çakıl, kum, silt ve kil karışımından oluşan, gevşek dokulu malzemeler olup, bölgenin en önemli yüzeysel akifer ortamını oluşturur. Alüvyon dolgusu, Macun Deresi ve çevresinde kalınlık kazanmakta ve sulama amaçlı yeraltı suyu temini açısından yüksek potansiyele sahiptir (Osmanoğlu, 2017).

Bunların yanı sıra, çalışma alanının batı kenarında bazalt akıntıları yer almaktadır. Bu birimler, koyu gri renkli, masif yapılı olup, geçirimsiz özellikte ve yeraltı suyu akımına engel teşkil etmektedir (Yıldırım, 2018).

Genel jeolojik yapı, bölgenin sedimanter istif karakteristiğini yansıtmaktadır. Kuvaterner alüvyon dolguları, Neojen yaşlı karasal çökeller ve Paleosen-Eosen flişleri arasında stratigrafik ve litolojik farklılıklar barındırır. Yeraltı suyu potansiyeli, çoğunlukla alüvyon örtü ve Pliyosen karasal çökelleri içerisinde gelişmiş zonlarla sınırlıdır (Kurtuluş ve Bozkurt, 2010; Yılmaz ve Yıldırım, 2021).

2.2. Jeofizik Ölçümler

Bu çalışmada, Ankara ili Polatlı ilçesi Macun Mahallesi sınırları içerisinde yer alan çalışma sahasında yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesi amacıyla çok elektrotlu elektrik özdirenç tomografisi (ERT) yöntemi uygulanmıştır. ERT yöntemi, farklı litolojik birimlerin elektriksel iletkenlik farklarını kullanarak yeraltı yapısının iki boyutlu görüntüsünü elde etmeye olanak tanır. Bu yöntemde, elektrotlar boyunca elektrik akımı verilerek oluşan potansiyel farklar ölçülür ve elde edilen veriler, yeraltının özdirenç dağılımını modellemek için ters çözüm algoritmalarıyla işlenir. (Şekil 2).

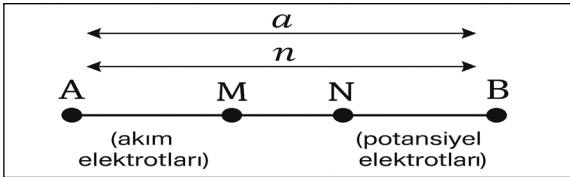


Şekil 2- İnceleme alanında gerçekleştirilen ölçümlerin profilleri.

Jeofizik veri toplama sürecinde, AGI (Advanced Geosciences Inc.) SuperSting R8 marka, 8 kanallı, 84 elektrot kapasiteli çok elektrotlu jeofizik ölçüm sistemi kullanılmıştır (Şekil 2). Arazi ölçümleri sırasında, her bir profilde 49 elektrot kullanılmış olup, elektrotlar arası mesafe 20 m olacak şekilde dizilim yapılmıştır. Bu düzenleme ile her bir profilin uzunluğu yaklaşık 960 m olarak planlanmıştır.

Profillerin konumlandırılması, çalışma alanındaki jeolojik yapıların (fay zonları, sedimanter birimler) jeofizik kesitlerde optimum şekilde görüntülenmesine imkân sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Profillerin ikisi fay zonuna dik, diğer ikisi ise fay zonuna paralel olarak planlanmıştır. Bu yöntemle, yeraltı yapı modelinin daha doğru yorumlanması hedeflenmiştir.

Jeofizik ölçümlerde, Dipole-Gradient dizilim konfigürasyonu tercih edilmiştir. Bu dizilim, kaynak (akım) elektrotları (A-B) ile alıcı (potansiyel) elektrotları (M-N) arasında belirli bir mesafe sabit tutularak ardışık ölçüm yapılmasına olanak tanır (Şekil 3). Genellikle, kaynak elektrotları sabit kalırken potansiyel elektrot çifti ilerletilerek geniş bir alanın ölçümü gerçekleştirilir.



Şekil 3- Dipole-Gradient şematik elektrot dizilimi.

Bu yöntemin avantajı, ölçüm süresinin kısa olması ve derinlik duyarlılığının, özellikle orta ve sığ derinliklerde, oldukça iyi olmasıdır. Ayrıca bölgedeki sedimanter ve volkanik geçişli heterojen yapılar göz önünde bulundurularak, Dipole-Gradient diziliminin lateral çözünürlüğü yüksek olduğu için tercih edilmiştir. Böylece hem geçirimsiz kil ve tuf zonları hem de akifer özellikli kırıntılı birimler detaylı biçimde ayırt edilebilmiştir. Yöntem kapsamında, alınan ölçüm verileri kullanılarak iki boyutlu yeraltı yapı kesitleri oluşturulmuş ve yeraltı suyu potansiyeline ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Ölçüm esnasında, öz direnç ve SP verileri eş zamanlı olarak kaydedilmiş; SP yöntemi ise yardımcı bir parametre olarak kullanılmıştır.

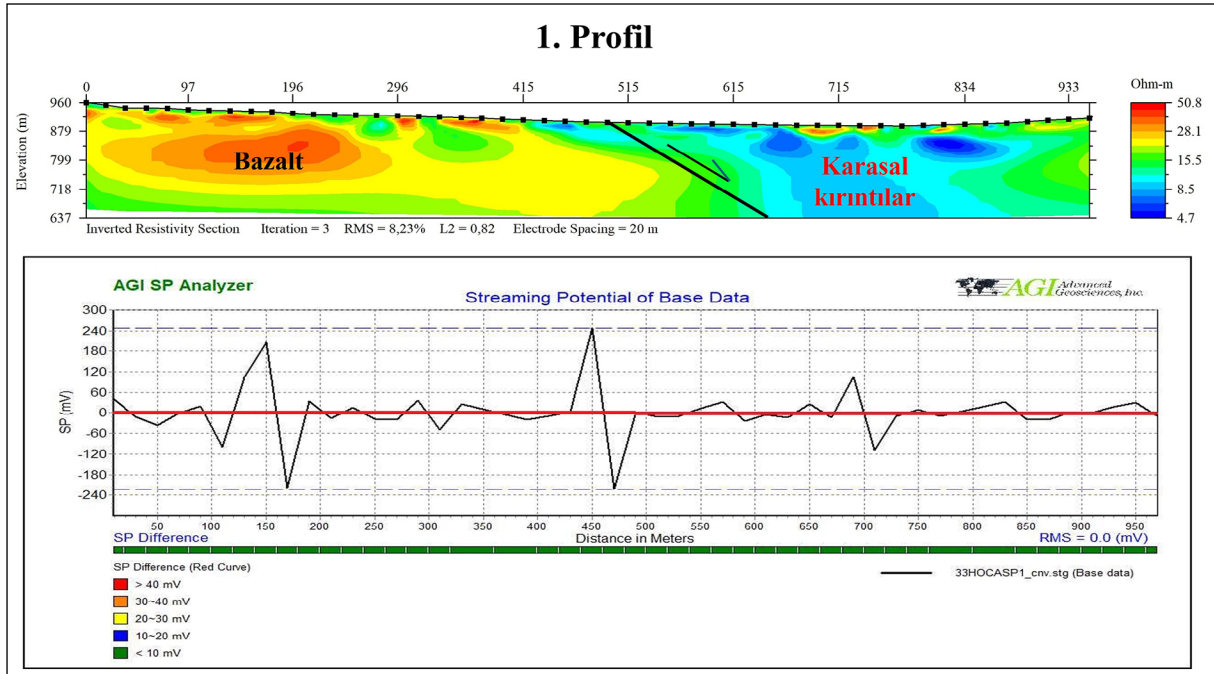
3. Bulgular

Çalışma alanında yapılan çok elektrotlu elektrik öz direnç tomografisi (ERT) ve doğal potansiyel (SP) ölçümleri sonucunda dört adet profil boyunca yeraltı yapısına ilişkin önemli veriler elde edilmiştir. Ayrıca, elde edilen veriler Google Earth ortamına aktarılmış ve iki boyutlu modelleme yapılmıştır.

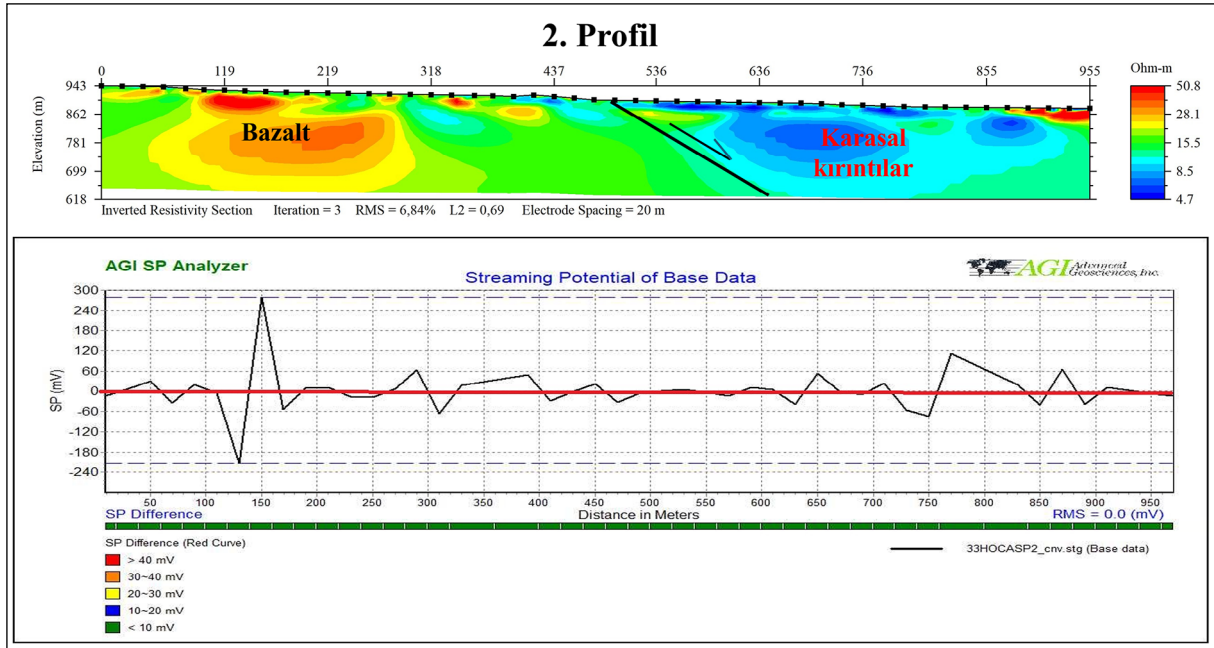
Birinci profil kesitinde (Şekil 4), öz direnç dağılımına göre yüzeyde yüksek öz dirençli (28.1–50.8 ohm-m) birimlerin bulunduğu, bu birimlerin bazalt akıntılarına karşılık geldiği belirlenmiştir. Bu birimlerin altında daha düşük öz dirençli (8.5–15.5 ohm-m) karasal kırıntılı sedimanter birimler tespit edilmiştir. Bu zon, özellikle alçak topoğrafyada, yeraltı suyu potansiyeline sahip geçirgen bir yapı sunmaktadır. Kesitin orta kesiminde, öz direnç düşüklüğü gösteren (4.7–8.5 ohm-m) lokal birimler ise kil seviyelerine karşılık gelmekte olup, akifer potansiyelini sınırlayan geçirimsiz zonlar olarak yorumlanmıştır. Ayrıca, doğal potansiyel ölçümlerinde (Şekil 3) profilin orta kısmında negatif anomaliler tespit edilmiş, bu durum akış yönü ve su hareketliliği ile ilişkilendirilmiştir.

İkinci profil kesiti (Şekil 5) verileri, 1. profil ile benzer özellikler sergilemektedir. Profil boyunca bazalt örtüsü yüzeyde yüksek öz direnç değerleri ile temsil edilmekte; alt kısımlarda ise geçirgen karasal kırıntılar yer almaktadır. Doğal potansiyel verilerinde profilin batı kısmında pozitif bir anomali gözlenmiş, bu durum su giriş zone ile ilişkilendirilmiştir. ERT kesitinde profilin orta kesiminde düşük öz dirençli kil seviyeleri gözlenmiş, bu seviyeler su akımını sınırlayıcı etki göstermektedir.

Üçüncü profil kesiti (Şekil 6), önceki kesitlerden farklı olarak, bazalt biriminin yanı sıra önemli ölçüde volkanik tuf birimlerinin varlığını göstermektedir. Yüzeyde 28.1–50.8 ohm-m aralığında yüksek öz dirençli bazalt ve tuf birimleri gözlenmiştir. Bu birimlerin altında karasal kırıntılı birimler geniş bir alanda yer almakta olup, doğal potansiyel ölçümleri ile bu alanın su hareketi açısından aktif olduğu tespit edilmiştir. Öz direnç kesitinde görülen düşük öz dirençli alanlar kil birimlerine karşılık gelmekte ve lokal olarak akifer sürekliliğini kesintiye uğratmaktadır.



Şekil 4- 1. profil boyunca elde edilen ERT kesiti ve doğal potansiyel ölçüm verileri.

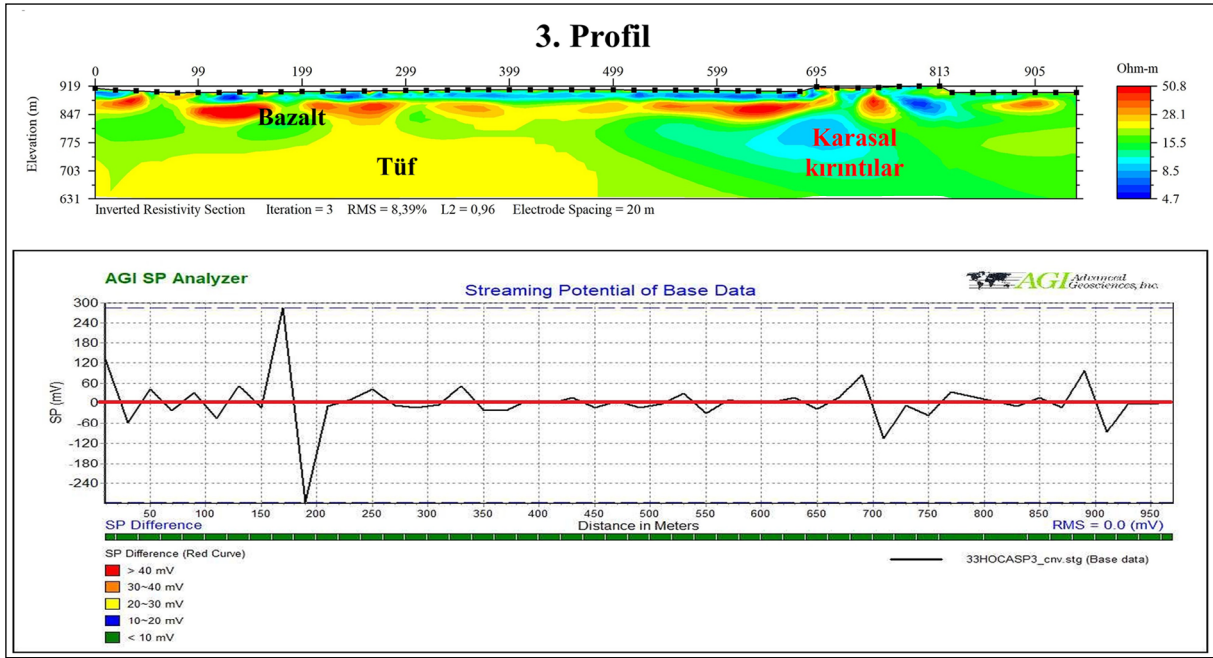


Şekil 5- 2. profil boyunca elde edilen ERT kesiti ve doğal potansiyel ölçüm verileri.

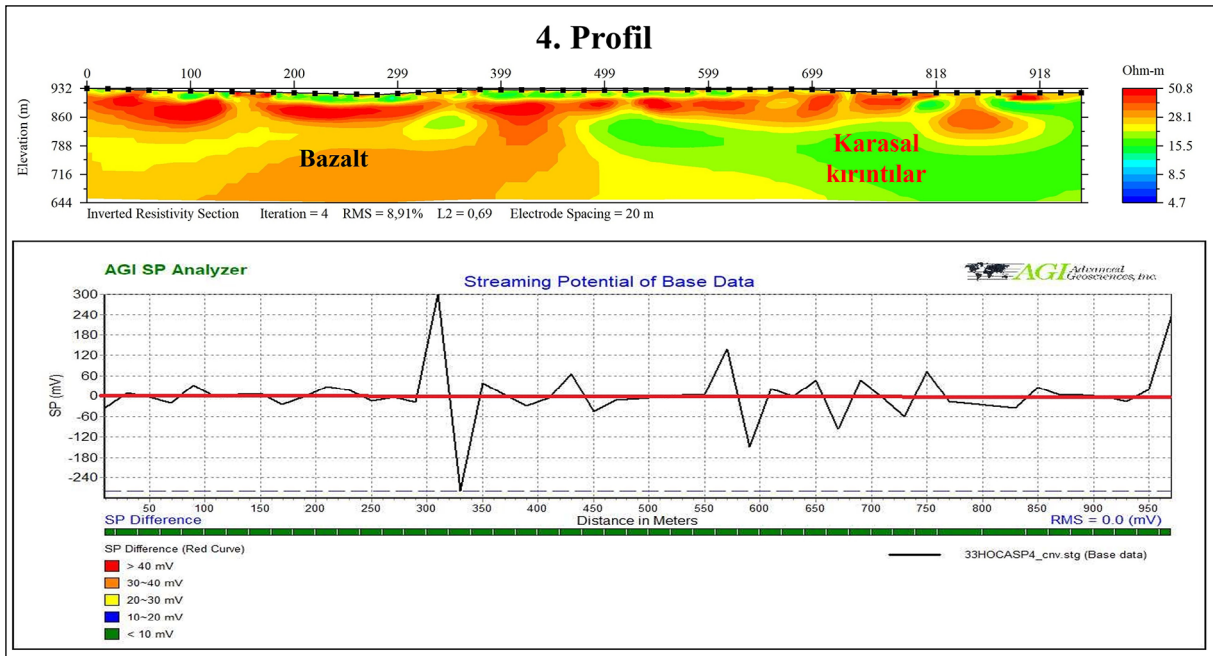
Dördüncü profil kesiti (Şekil 7) incelendiğinde, yüzeydeki bazalt örtüsünün kalınlığının arttığı ve kesitin doğu kesiminde önemli bir karasal kırıntılı birim gelişimi olduğu görülmektedir. Doğal potansiyel ölçümlerinde bu alan boyunca pozitif anomaliler belirginleşmiş, akifer zone ile ilişkili

olduğu değerlendirilmiştir. Öz direnç dağılımına göre, karasal kırıntılı birimler içinde geçirgen çakıl-kum merceklerinin bulunduğu düşünülmektedir.

Tüm profillerin bir arada değerlendirilmesi ile özellikle Pliyosen karasal çökelleri içerisinde gelişmiş



Şekil 6- 3. profil boyunca elde edilen ERT kesiti ve doğal potansiyel ölçüm verileri.

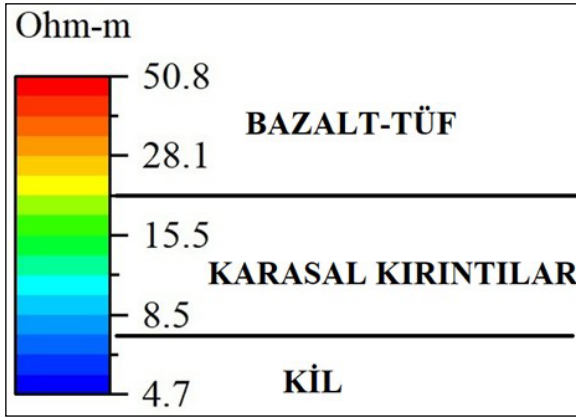


Şekil 7- 4. profil boyunca elde edilen ERT kesiti ve doğal potansiyel ölçüm verileri.

geçirgen zonlar, alüvyon dolgu alanları ile birlikte önemli bir yeraltı suyu potansiyeli sunmaktadır.

Yapılan ERT ve SP ölçümlerine göre öz direnç değerleri Şekil 8'de sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre:

- 50.8–28.1 ohm-m: Bazalt ve tuf birimleri
- 15.5–8.5 ohm-m: Karasal kırıntılı sedimanter birimler (akifer potansiyeli yüksek)
- 8.5–4.7 ohm-m: Kil seviyeleri (akifer için geçirimsiz)



Şekil 8- Çalışma Elde edilen öz direnç değerlerine göre litolojik birimlerin sınıflandırılması.

4. Tartışmalar

Çalışma alanında gerçekleştirilen çok elektrotlu elektrik öz direnç tomografisi (ERT) ve doğal potansiyel (SP) ölçümleri, bölgedeki jeolojik yapı ile yeraltı suyu potansiyeli arasındaki ilişkiyi ortaya koyma açısından başarılı sonuçlar vermiştir. Yapılan değerlendirmeler, literatürde benzer yöntemlerle elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

ERT kesitleri genel olarak üç temel birimi tanımlamaktadır; yüzeyde yüksek öz direnç değerlerine sahip bazalt-tüf birimleri, orta derinliklerde karasal kırıntılı sedimanter birimler ve lokal olarak düşük öz direnç gösteren kil seviyeleri. Bu stratigrafik yapı, bölgedeki tektonik ve sedimanter süreçlerin bir sonucu olarak şekillenmiştir (Turgay ve Kurtuluş, 1984; Yıldırım, 2018).

Özellikle 1. ve 2. profillerde gözlenen düşük öz direnç zonlarının, alüvyon örtüsü altında gelişmiş karasal kırıntı akiferlere karşılık geldiği değerlendirilmiştir (Şekil 3, Şekil 4). Bu durum, Başiskele-Kocaeli bölgesinde Kurtuluş ve Bozkurt (2010) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde rapor edilmiş; düşük öz dirençli birimlerin yeraltı suyu potansiyeline işaret ettiği belirtilmiştir. Ayrıca Emirdağ-Karaağaç yöresinde yapılan benzer bir çalışmada (Yılmaz ve Yıldırım, 2021), karasal sedimanter birimlerin akifer niteliği, öz direnç verileriyle desteklenmiştir.

3. profil kesitinde (Şekil 5) belirlenen tüf birimleri, genellikle geçirimsiz karaktere sahip olmasına rağmen,

lokal kırık ve çatlak zonları aracılığıyla yeraltı suyu hareketine olanak tanıyabilmektedir. Bu durum, Ewusi vd. (2009) Gana Voltaian Havzası'ndaki çalışmasında tespit edilen volkanik birimler içerisindeki lokal akifer zonları ile benzerlik göstermektedir.

4. profil kesitinde (Şekil 6) ise bazalt örtüsünün kalınlığının artması nedeniyle geçirimsiz zonların geniş bir alan kapladığı, ancak profilin doğu kısmında karasal kırıntılı birimlerin geliştiği belirlenmiştir. Bu alan boyunca doğal potansiyel ölçümlerinde pozitif anomalilerin yoğunlaştığı görülmüş; bu durum, yeraltı suyu birikiminin olası bir göstergesi olarak yorumlanmıştır. Benzer şekilde Hasan vd. (2020), Pakistan'ın kuzeydoğusunda yaptıkları çalışmada, jeofizik yöntemlerle belirlenen düşük öz direnç zonlarının, yeraltı suyu potansiyelini temsil ettiğini rapor etmişlerdir.

Çalışma alanında elde edilen bulgular, jeolojik yapı ile yeraltı suyu potansiyeli arasındaki ilişkinin özellikle tektonik hatların kontrolünde geliştiğini göstermektedir. Elde edilen kesitlerde tespit edilen fay zonları boyunca doğal potansiyel anomalilerinin artış göstermesi, bu zonların yeraltı suyu akım yolları olabileceğini düşündürmektedir (Asahi vd., 2018). Benzer şekilde Yüksel ve Hoşkan (2019) tarafından Çorlu Formasyonu'nda yapılan çalışmada, fay kontrollü stratigrafik kapanların akifer potansiyeline etkisi vurgulanmıştır.

Elde edilen bulgular, uluslararası literatürde raporlanan diğer ERT uygulamalarıyla da önemli ölçüde örtüşmektedir. Örneğin, Gana'daki çalışmalar kil içerikli zonları 5–99 Ωm aralığında tanımlarken, geçirgen kumtaşı ve çakıl tabanlı akiferleri 100–500 Ωm aralığında sınıflandırmıştır (Bienbuor vd., 2025). Bu değerler, Polatlı sahasında tespit edilen karasal kırıntılı birimlerin öz direnç değerleri ile oldukça uyumludur. Ayrıca Laos'ta yapılan araştırmalarda da benzer şekilde 18–80 Ωm aralığındaki zonların su içeriği açısından uygun olduğu belirtilmiş ve bu bulgular sondaj verileriyle doğrulanmıştır (Vu vd., 2021). Tüm bu karşılaştırmalar, bu çalışmada kullanılan yöntemlerin hem litolojik ayrım hem de akifer belirleme açısından güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bölgesel hidrojeolojik heterojenliğin detaylı biçimde

modellenebilmesi için, ileride daha sık profillemeye ve çok kanallı ters çözüm yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir.

Son olarak, çalışma alanında yapılan ölçümlere göre bölgedeki akifer zonlarının yatay ve düşey yayılımları açık bir şekilde ortaya konmuştur. Bu yaklaşım, literatürde Beresnev vd. (2002) önerdiği multi-elektrot özdirenç modelleme çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Ayrıca, Yıldırım (2018) tarafından Polatlı yöresinde yapılan hidrojeokimyasal değerlendirme sonuçları da dikkate alındığında, çalışma alanının özellikle Pliyosen çökelleri içerisinde gelişmiş yüzeysel akifer potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Ancak çalışmanın sınırlılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle kil seviyelerinin lateral sürekliliği ve kırık zonlarının detaylı morfolojisinin belirlenebilmesi için ilerleyen aşamalarda sismik kırılma yöntemi veya sondaj verileri ile destekleyici çalışmalar önerilmektedir. Ayrıca, bölgedeki akiferlerin hidrojeokimyasal özelliklerinin değerlendirilmesi, yeraltı suyu kalitesinin tespiti açısından önemli olacaktır.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada, Ankara ili Polatlı ilçesi Macun Mahallesi sınırları içerisinde gerçekleştirilen çok elektrotlu elektrik özdirenç tomografisi (ERT) ve doğal potansiyel (SP) ölçümleri ile yeraltı suyu potansiyeli değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, bölgedeki jeolojik yapı ile yeraltı suyu dağılımı arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur.

Yapılan dört profil çalışmasında, yüzeyde yüksek özdirençli bazalt ve tuf birimleri, altında ise karasal kırıntılı sedimanter birimlerin yer aldığı belirlenmiştir. Özellikle karasal kırıntılı birimlerin düşük-orta özdirenç değerleri ile temsil edilen zonlarında akifer potansiyeli tespit edilmiştir. Ayrıca doğal potansiyel ölçümleri, akifer zonları ile uyumlu olarak pozitif anomaliler göstermiştir.

Çalışma sonuçları, jeofizik yöntemlerin bölgedeki yeraltı suyu potansiyelinin belirlenmesinde etkili olduğunu göstermekte olup, ilerleyen aşamalarda sondaj çalışmaları ile desteklenmesi önerilmektedir.

Katkı Belirtme

Cihan Yalçın, veri toplama, jeolojik değerlendirme, literatür taraması, makalenin yazımı ve son kontrollerini gerçekleştirmiştir. Ali Karan ise jeofizik ölçümlerin uygulanması, modellenmesi ve makalenin kontrol sürecine katkı sağlamıştır.

Değinilen Belgeler

- Asahi, H., Son, Y. J., Nam, S. I., Mackensen, A., Stein, R. 2018. Neogloboquadrina pachyderma in the modern Arctic Ocean: a potential for its morphological variation for paleoceanographic reconstruction. *Journal of Quaternary Science*, 33, 1–15.
- Bienibuor, A. K., Preko, K., Aning, A. A., Menyeh, A., Wemegah, D. D., Appiah, M. K., Gylilbag, A. 2025. Application of the electrical resistivity tomography (ERT) method in identifying high groundwater potential sites in the Atebubu municipality of Ghana. *Discover Geoscience*, 3(1), 14.
- Beresnev, I. A., Hruby, C. E., Davis, C. A. 2002. The use of multi-electrode resistivity imaging in gravel prospecting. *Journal of Applied Geophysics*, 49, 245–254.
- Ewusi, A., Kuma, J. S. Y., Voigt, H. J. 2009. Utility of the 2-D multi-electrode resistivity imaging technique in groundwater exploration in the Voltaian Sedimentary Basin, Northern Ghana. *Natural Resources Research*, 18, 267–281.
- Foster, S., Chilton, J. 2003. Groundwater: The processes and global significance of aquifer degradation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358, 1957–1972.
- Gelişli, K., Babacan, A. E. 2021. Yeraltı suyu aramalarında jeofizik özdirenç uygulamaları. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9, 535–543.
- Gopal, V., Kumar, R. A., Deepika, R., Anshu, R., Krishnamurthy, R. R., Batvari, P. D. 2024. Groundwater exploration using geophysical resistivity method in Siruvadi Village, Villupuram District, Tamilnadu, India. *Futuristic Trends in Physical Sciences*, 3(5), 148–151.
- Gürsoy, M., Taner, G. 2012. Kuşçu ve Macun köyleri arası Paleojen Mollusk faunası ve biyostratigrafisi, Temelli (GB Ankara). *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 55, 57–86.

- Hasan, M., Shang, Y., Akhter, G., Jin, W. 2020. Delineation of contaminated aquifers using integrated geophysical methods in Northeast Punjab, Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192, 12.
- Işık, V. 2016. Torosların Jeolojisi; Türkiye Jeolojisi Ders Notu. Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- Kurtuluş, C., Bozkurt, A. 2010. Başiskele-Kocaeli civarında yer altı suyu akiferlerinin tespiti için jeofizik ve sondaj araştırmaları. *Uygulamalı Yerbilimleri*, 2, 1–9.
- Osmanoğlu, B. 2017. Sakarya ili Kocaali ilçesi örneğinde düşey elektrik sondaj yöntemi ile yeraltı suyu potansiyelinin araştırılması. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya (yayımlanmamış).
- Owen, R.J., Gwavava, O., Gwaze, P. 2005. Multi-electrode resistivity survey for groundwater exploration in the Harare greenstone belt, Zimbabwe. *Hydrogeology Journal*, 14, 244–252.
- Özdemir, A. 2008. Çok elektrotlu jeofizik rezistivite ölçümlerinin yeraltısuyu ve jeotermal arama alanlarındaki uygulamalarının değerlendirilmesi. *Uluslararası Türk Dünyası Araştırmaları Sempozyumu, Bildiri Özeti*, s.1–4.
- Turgay, M.I., Kurtuluş, C. 1984. Polatlı yöresinde yapılan sismik yansıma çalışmaları. *MTA Dergisi*, 98, 129–136.
- Vu, M. D., Xayavong, V., Do, C. A., Pham, L. T., Gómez-Ortiz, D., Eldosouky, A. M. 2021. Application of the improved multi-electrode electrical exploration methods for groundwater investigation in Vientiane Province, Laos. *Journal of Asian Earth Sciences*: X, 5, 100056.
- Yıldırım, E. 2018. Ankara-Polatlı yöresinin jeofizik ve hidrojeokimyasal yöntemlerle yeraltı suyu potansiyelinin araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara (yayımlanmamış).
- Yılmaz, S., Yıldırım, E. 2021. Emirdağ-Karaağaç yeraltı suyu potansiyelinin elektrik özdirenç yöntemleri ile araştırılması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 9, 1267–1275.
- Yüksel, F.A., Hoşkan, N. 2019. Ergene Havzası, Çorlu formasyonu, Sarılar Köyü çevresinde akifer oluşturacak stratigrafik kapanların düşey elektrik sondajları ile görüntülenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25, 364–372.