

Yodogu

## REZİSTİVİTE & İP CİHAZI BİLGİLENDİRME DOKÜMANI

---

Sayın Yetkili,

Firmamız tarafından tamamen yerli imkânlarla geliştirilmiş olan **Rezistivite ve Yapay Polarizasyon (IP) Cihazımız**; Su, zemin ve maden araştırmalarında kullanılabilecek bir mühendislik ekipmanıdır. Bu doküman söz konusu cihazın teknik özelliklerini, kamu kurumlarını ilgilendiren temel faydalarını ve kullanım alanlarını özetlemektedir.

Cihazımız yeraltı yapılarının ayrıntılı incelenmesi, doğal afet risklerinin belirlenmesi ve doğal kaynak tespitinde kurumunuza yüksek katma değer sunacaktır. Kamu kurumlarının ihtiyaçlarına cevap verebilecek kapasitedeki bu cihaz hakkında daha detaylı bilgi verebilmek veya olası iş birliği imkânlarını görüşmek istemekteyiz.

Çalışmalarınızda güvenilir bir çözüm ortağı olarak hizmetinize sunulan bu yenilikçi cihazı bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Saygılarımızla,

**YABGU TEKNOLOJİ ARGE MÜHENDİSLİK  
MÜŞAVİRLİK SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ**

## REZİSTİVİTE & IP CİHAZI

Firmamız, 2018 yılında KOSGEB ar-ge girişimcisi statüsünde **1642104** Numaralı **“Yeraltı Araştırmalarında Kullanılan Tek kanallı rezistivite, Çok Kanallı Rezistivite Cihazı ve Yapay Polarizasyon (IP) Cihazının Geliştirilmesi”** adlı proje ile kurulmuştur. Ticari faaliyetleri ile elde ettiği gelirler ile ar-ge çalışmalarına devam etmiş daha sonra üretimsel problemlerin giderilmesi için 2022 yılında, **2022-607-3** Numaralı **“Yeraltı Araştırmalarında Kullanılan Tek kanallı rezistivite, Çok Kanallı Rezistivite Cihazı ve Yapay Polarizasyon (IP) Cihazlarına yönelik iyileştirme çalışması”** adlı projesi desteklenmeye layık bulunmuştur.

NOMAD Rezistivite Cihazı, **Yabgu Teknoloji** tarafından tamamen yerli imkânlarla geliştirilmiş ileri bir jeofizik ölçüm sistemidir. Bu cihazın geliştirilmesindeki temel motivasyon, jeofizik araştırma ekipmanları alanında **yabancı cihazların yıllardır süregelen hakimiyetini kırmak** ve kullanıcılar için **rekabetçi bir yerli alternatif** sunmaktır. Bu bağlamdaki ilk önemli adımı Bilecik Belediyesi tarafından duyurulan 2021/197972 İKN Nolu “Akıllı Çoklu Elektrotlu Jeofizik Rezistivite Sistemi ve Doğal Potansiyel (SP) Ölçüm cihazı mal alımı” işini sektörde büyük pay sahibi iki yabancı firmaya karşı ezici bir fiyat farkıyla ihaleyi kazanarak atmıştır.

Günümüzde jeofizik mühendisliği uygulamalarında kullanılan profesyonel rezistivite ve IP cihazlarının büyük çoğunluğu yurt dışı menşelidir ve buna bağlı olarak sektörde kurumsal Ar-Ge birikimine sahip yerli bir cihaz üreticisinin eksikliği hissedilmektedir. NOMAD projesi, bu dışa bağımlılığı azaltmak ve uluslararası muadilleriyle **eş düzeyde, hatta daha ileri bir yerli teknoloji** ortaya koymak amacıyla hayata geçirilmiştir. Sistemimiz yüksek mühendislik standartlarında tasarlanmış özgün bir sistem olarak **ülkemin bu alandaki teknolojik bağımsızlığına katkı sunmayı hedeflemektedir.**

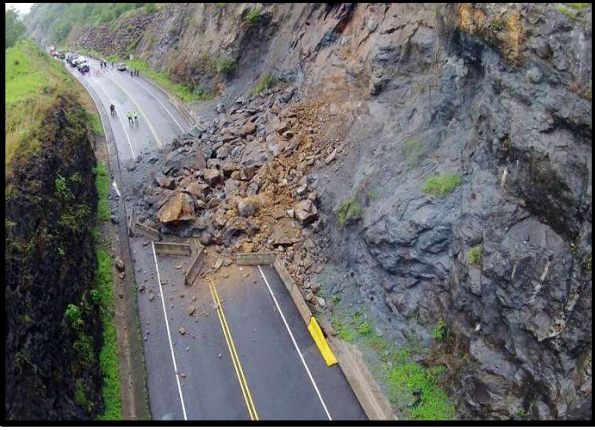


Görsel 1 – 1.Nesil Rezistivite ve IP Cihazımız



Görsel 2 – 2.Nesil Rezistivite ve IP Cihazımız

## KULLANIM ALANLARI



ERT Cihazımız geniş bir uygulama yelpazesinde kullanılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Hem yeraltı yapılarının araştırılmasında hem de doğal afet risk analizlerinde kullanılabilecek esnekliktedir. Başlıca kullanım alanları arasında şunlar yer almaktadır:

### Yeraltı Suyu Araştırmaları

Akiferlerin ve yeraltı su rezervlerinin haritalanması, içme suyu temini için uygun su kaynaklarının belirlenmesi ve su yönetimi planlamalarına doğrudan katkı sağlayabilir. Cihaz yeraltı suyunun varlığını ve derinliğini belirlemek amacıyla öz direnç kontrastlarını yüksek duyarlılıkla tespit edebilir. Bu sayede kurak bölgelerde su arayışı ya da kentsel su temini projelerinde bilimsel veriye dayalı kararlar alınmasına yardımcı olabilecek şekilde tasarlanmıştır.

### Heyelan ve Fay Hattı Tespiti

Potansiyel heyelan bölgelerinin altındaki zemin yapısının incelenmesi ve fay hatlarının haritalanması çalışmalarında kullanılabilecektir. Rezistivite yöntemleri yeraltındaki tabakaların kayma potansiyelini ve zayıf bölgeleri ortaya koymada etkilidir. Cihazımız ile yapılan ölçümler, heyelan riskinin belirlenmesi ve deprem tehlike analizleri için kritik olan fay tespiti gibi çalışmalarda güvenilir veriler sağlaması için tasarlanmıştır.

### Karstik Boşluklar ve Zemin Çökme Risk Analizi

Kireçtaşı gibi eriyebilen kayalar içindeki karstik boşlukların tespiti, olası obruk oluşumu ve zemin göçme risklerinin önceden belirlenmesi çalışmalarında kullanılabilecektir. Cihaz yeraltındaki mağara, tünel veya boşluk gibi anomali yapılarının neden olduğu öz direnç değişimlerini yüksek hassasiyetle saptayarak, özellikle kentsel alanlarda ve altyapı projelerinde tehlike oluşturan boşlukların haritalanmasını sağlayabilecek şekilde tasarlanmıştır.

### Afet Risk Analizi

Deprem, heyelan, su baskını gibi doğal afet risklerinin azaltılması kapsamında, yeraltı jeolojik yapılarının detaylı incelenmesini kolaylaştıracaktır. Cihazımız ile elde edilen jeofiziksel veriler, aktif fayların, zayıf zeminlerin veya yeraltı su doygunluğunun tespitini mümkün kılarak afet yönetimi ve erken uyarı sistemleri için bilimsel bir temel oluşturacaktır.

## KULLANIM ALANLARI



### Maden Aramaları

Metalik ve metalik olmayan maden yataklarının tespiti, cevherleşme bölgelerinin sondaj noktaları potansiyelinin değerlendirilmesi için kullanılabilir. Rezistivite ve IP yöntemleri, cevher ile çevre kayaç arasındaki öz direnç ve polarizasyon farklarını ortaya çıkarmada temel araçlardır. ERT Cihazımız yüksek sinyal çözünürlüğü sayesinde yeraltındaki maden damarlarını ve cevherleşme zonlarını hassas bir şekilde haritalayabilir. Özellikle IP ölçümleri aracılığıyla sülfürlü mineraller gibi şarjabiliyeti yüksek cevherlerin ayrımı yapılabilir, bu da maden arama çalışmalarında hedefleme başarısını artırır.



### Jeotermal Kaynak Araştırmaları

Jeotermal enerji potansiyeli taşıyan alanların araştırılması, sıcak su rezervuarlarının ve buhar bölgelerinin belirlenmesi çalışmalarında son yıllarda rezistivite yöntemi de kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklı akışkanların bulunduğu jeolojik ortamlarda, rezistivite yöntemleri sıcak kayaçların ve hidrotermal yapının tespitine imkan verdiği görülmüştür. ERT Cihazımız derin jeolojik yapıların incelenmesi ve jeotermal rezervuar olabilecek düşük öz dirençli zonların saptanması için derin penetrasyon ve yüksek veri kalitesi sunarak jeotermal arama projelerine katkı sağlaması amacıyla geliştirilmiştir.



### Zemin Etütleri ve Mühendislik Jeolojisi

Baraj, tünel, köprü gibi stratejik altyapı projeleri öncesinde zemin etüdü ve jeoteknik değerlendirmeler için bilimsel veri sunabilecektir. Cihaz sayesinde geniş alanlı inşaat sahalarında yeraltının tabaka yapısı, direnç değişimleri ve gömülü nesneler (eski temel kalıntıları, gömülü borular vb.) tespit edilerek mühendislik projelerinin planlama ve tasarım aşamalarında güvenilir veriler sunulabilecektir.



## GÜVENİRLİKLİK TESTLERİ

NOMAD cihazının performansı ve güvenilirliği, geliştirilen prototip aşamasından itibaren akademik işbirlikleriyle titizlikle doğrulanmıştır. Özellikle **Sakarya Üniversitesi** ve **Kocaeli Üniversitesi** Jeofizik Mühendisliği bölümleriyle ortak yürütülen karşılaştırmalı saha testleri, cihazın ölçüm kabiliyetini uluslararası piyasadaki cihazlarla kıyaslama imkanı sunmuştur. Bu testlerde NOMAD cihazımız, üniversitelerin envanterinde bulunan profesyonel Rezistivite/IP cihazlarıyla aynı koşullarda ölçümler yapmış ve sonuçlar bilimsel olarak değerlendirilmiştir.

Sakarya Üniversitesi kampüs sahasında gerçekleştirilen deneylerde, **GF Instruments** firmasının **ARES** cihazı referans olarak kullanılmış ve aynı ölçümler NOMAD ile tekrarlanmıştır. Elde edilen verilerin analizi, NOMAD cihazı ile ölçülen öz direnç değerlerinin referans cihazın verileriyle neredeyse birebir uyumlu olduğunu göstermiştir. Ölçüm noktalarındaki öz direnç değerleri arasında **istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaması**, NOMAD 'ın yüksek doğruluk ve hassasiyetle ölçüm yapabildiğinin bir kanıtıdır. Her iki cihazla elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan öz direnç kesit haritaları ve anomali dağılımları da büyük ölçüde çakişmakta, NOMAD 'ın **saha koşullarında güvenilir veri sağlayabildiğini** ortaya koymaktadır. Bu karşılaştırmalı analizler sonucunda, NOMAD 'ın **profesyonel bir jeofizik cihazıyla rekabet edebilecek düzeyde** olduğu ve **saha kullanımına tam uygunluk** gösterdiği tescillenmiştir. (EK-1 – Sakarya Üniversitesi Test Raporu)



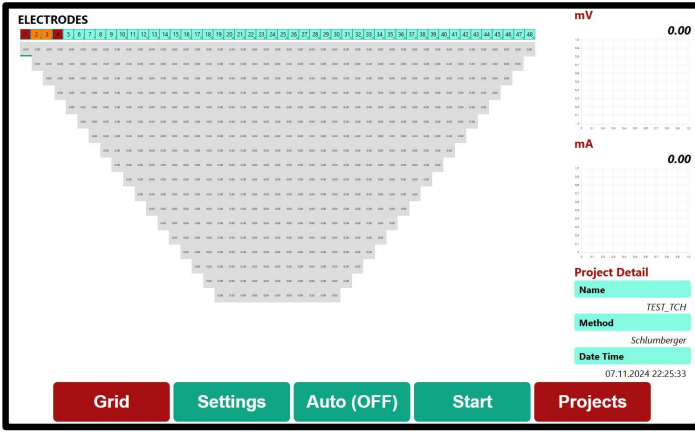
Benzer şekilde, **Kocaeli Üniversitesi'nin** test sahasında yapılan ölçümlerde NOMAD, Çin menşeli **WDJZ-3 rezistivite cihazı** ile karşılaştırılmıştır. 60 metre uzunluğundaki bir test profilinde aynı elektrot konfigürasyonu ve yöntemler (Wenner-Alfa ve Wenner-Schlumberger dizilimleri) kullanılarak iki cihazdan veriler toplanmıştır. Sonuçlar, NOMAD'ın ölçümlerinin referans cihazın verileriyle tutarlılığını ortaya koymasının yanı sıra bazı durumlarda **daha yüksek kesinlikte** sonuçlar verdiğini de göstermiştir. Örneğin, Wenner-Schlumberger diziliminde referans cihazın verilerinin ters çözümünde %40,4 bir hata (RMS) değeri hesaplanırken, NOMAD ile alınan verilerde hata oranı %21,2'ye düşmüştür.

Bu önemli fark, NOMAD'ın zorlu zemin koşullarında dahi **daha kararlı ve güvenilir ölçüm** yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Akademik testlerin genel sonucu olarak, NOMAD cihazı **her iki üniversitenin de kalite kontrolünden başarıyla geçmiş**, ölçüm doğruluğu ve veri tutarlılığı bilimsel olarak ispatlanmıştır.

(EK-2 – Kocaeli Üniversitesi Test Raporu)

## YAZILIM VE KULLANIM KOLAYLIĞI

NOMAD'ı benzerlerinden ayıran en önemli özelliklerden biri, sahip olduğu **ileri yazılım altyapısı ve kullanıcı dostu arayüzüdür**. Cihazın kontrol ve veri toplama yazılımı, modern web teknolojileri kullanılarak geliştirilmiştir ve arazide kullanım kolaylığını en üst düzeye çıkarmayı hedeflemektedir. Arayüz tasarımı, alışlagelmiş jeofizik cihazlarda görülen karmaşık ve hantal menü yapısı yerine, **sade, sezgisel ve etkileşimli bir deneyim** sunulmaktadır. Bu kapsamda cihaz yazılımının öne çıkan yönleri şunlardır:



### Web Tabanlı Arayüz

NOMAD'ın kontrol yazılımı **web** tabanlı olarak geliştirilmiştir. Bu sayede cihaz, sadece kendi üzerindeki dokunmatik ekrandan değil, aynı zamanda herhangi bir cihazdan (tablet, dizüstü, akıllı telefon) web tarayıcısı aracılığıyla da erişilip yönetilebilir hale getirilmiştir. Kullanıcı arayüzü, platformdan bağımsız olarak tutarlı bir deneyim sunarak; saha personeli dizüstü bilgisayar veya tablet üzerinden cihaza bağlanarak gerçek zamanlı ölçümleri izleyebilir ve kontrol edebilir. Ayrıca uzak bağlantı özelliği ile veri işlem ofisinden saha ekiplerinin verisi doğrudan alınabilir.

The screenshot shows the settings menu of the NOMAD software. At the top left, there is a circular refresh icon. The 'Yabgu' logo is centered at the top. Below the logo, there are several input fields and dropdown menus. The first field is 'TEST\_TCH'. Below it is a dropdown menu for 'Multi Channel'. The next field is 'Schlumberger'. Below that is a dropdown menu for 'Distance' with the value '5'. The final field is 'Electrodes' with the value '48'. At the bottom, there are two buttons: 'Save' and 'Main Page'.

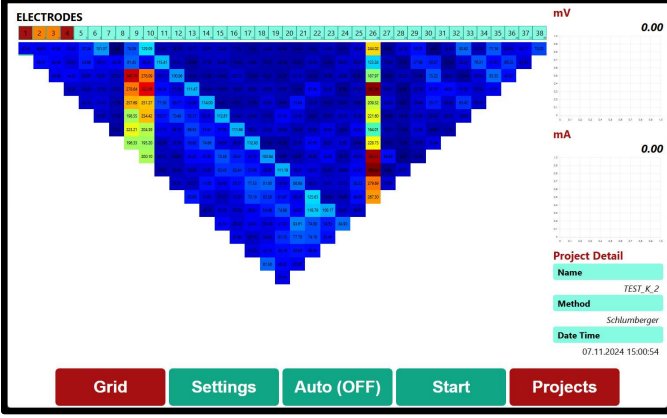
### Dokunmatik ve Kullanıcı Dostu Tasarım

Arayüz, **dokunmatik kullanım** için optimize edilmiştir. Büyük butonlar, sezgisel ikonlar ve ekran klavyesi desteği sayesinde arazide eldivenle bile kolaylıkla kullanılabilir. Menü yapısı, kullanıcıyı yönlendiren net adımlarla tasarlanmıştır: örneğin cihaz açıldığında karşılaşılan kullanıcı ekranı üzerinden internet bağlantısı kurulabilir, ölçüm modüllerine erişilebilir ve ayarlar kolayca yapılabilir. Karmaşık ayarlar dahi anlaşılır biçimde sunulur, operatörün minimum eğitimle cihazı etkin kullanması sağlanmıştır.

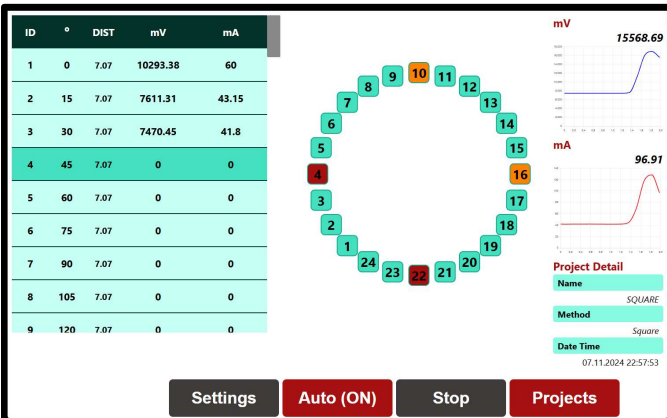
### Otomatik Ölçüm ve Kontrol

NOMAD, ölçüm işlemlerini **otomatikleştirebilen** akıllı bir sisteme sahiptir. Ölçüm prosedürü bir kez başlatıldıktan sonra cihaz, seçilen elektrot dizilimine göre gerekli akım enjeksiyonlarını ve gerilim ölçümlerini sırasıyla gerçekleştirir. "Otomatik" mod etkinleştirildiğinde cihaz, her ölçüm adımı arasında belirlenen süre kadar bekleyip sonraki adıma kendi geçecek şekilde programlanabilir. Bu özellik, özellikle uzun süreli ölçümlerde operatör hatalarını azaltarak verinin tutarlı bir şekilde toplanmasını sağlamaktadır.

## YAZILIM VE KULLANIM KOLAYLIĞI



The screenshot shows the 'ELECTRODES' section with a grid of 48 electrodes (8x6). A confirmation dialog is displayed with the text 'Default', 'Yes', and 'No' buttons. The dialog is titled 'ELECTRODES' and has a red 'X' icon in the top right corner.



### Dinamik Ölçüm Grafikleri ve Canlı Veri Görselleştirme

Cihaz arayüzü alınan verileri anlık olarak görselleştirmekte ve operatöre sunmaktadır. Örneğin, ölçüm esnasında enjekte edilen akım ve elde edilen potansiyel farkı değerleri, arayüzün yan panelindeki grafik üzerinde sürekli güncellenerek gösterilir. Bu gerçek zamanlı dinamik grafikler, ölçüm sürecinin gidişatını anlık takip etmeye imkan tanır. Operatör, derinlik arttıkça sinyal seviyesinin nasıl değiştiğini veya bir anomaliye yaklaşırken değerlerdeki farklılaşmayı canlı grafikten hemen gözlemleyebilir. Bu sayısal geri bildirim, ölçüm kalitesini değerlendirip gerekirse anında müdahale (örn. elektrot temasını düzeltme) yapabilmeyi sağlar. Ayrıca tamamlanan her ölçüm adımının detaylı verileri de liste formatında erişilebilir durumdadır; bu veriler daha sonra ayrıntılı analiz için kaydedilmektedir.

### Sürükle-Bırak ile Elektrot Yönetimi

NOMAD'ın yenilikçi yazılım özelliklerinden biri de **etkileşimli elektrot yönetim sistemidir**. Cihaz, çok elektrotlu dizilimlerde her bir elektrotun durumunu yazılım üzerinden kontrol etme imkanı sunar. Arayüzde elektrotlar dizilimdeki konumlarına göre görsel olarak temsil edilir ve kullanıcı dilediği elektrodu **sürükle-bırak** yöntemiyle farklı bir konuma taşıyabilir veya devre dışı bırakabilir. Örneğin, arazide bazı elektrotlar yere uygun temas sağlamıyorsa, kullanıcı o elektrotu ölçüm dizisinden çıkartabilir ya da yerini değiştirebilir ve bu ayarlar anında sisteme uygulanır. Bu esneklik, saha şartlarına gerçek zamanlı uyum sağlamayı kolaylaştırır ve ölçüm kesintilerini en aza indirir. Diğer rezistivite sistemlerinde genellikle sahada fiziksel yeniden bağlantı gerektiren elektrot değişiklikleri, NOMAD ile yazılım üzerinden zahmetsizce halledilir. Bu özellikler bütünüyle, NOMAD cihazının kullanıcıya en üst düzeyde kontrol ve rahatlık sunacak şekilde tasarlandığını göstermektedir.

## TEKNİK PERFORMANS VE SAHA BAŞARISI

NOMAD Rezistivite ve IP Cihazı, donanım açısından da üstün teknik özelliklerle donatılmıştır. Cihazın veri toplama sistemi, **32-bit çözünürlüklü bir ADC (Analog-Dijital Çevirici)** içerir. Bu piyasadaki yaygın jeofizik cihazlarında görülen 24-bit veya hatta 8-bit çözünürlüklü sistemlere kıyasla çok daha yüksek bir duyarlılık ve geniş bir dinamik aralık anlamına gelmektedir. Yüksek çözünürlük sayesinde, yeraltından gelen zayıf sinyaller dahi gürültüden ayırt edilebilir ve ince tabakaların veya küçük ölçekli anomalilerin tespiti mümkün hale gelir. **Cihaz  $\pm 27$  V** giriş aralığında ölçüm yaparak geniş bir özdirenç spektrumunu kapsayabilmektedir. Ayrıca NOMAD, **400 V DC gerilim ve 750 mA akım** kapasitesine sahip güçlü bir çıkış ünitesiyle donatılmıştır. Bu sayede derin jeolojik yapıları incelemek için gereken yüksek akımlar yeraltına güvenle verilebilir; daha büyük derinliklerden veya zayıf iletken ortamlardan güvenilir veri alınabilir. Yüksek çıkış gücü özellikle **derin hedefli aramalarda** ve zayıf sinyallerin söz konusu olduğu ölçümlerde cihazın performansını üst seviyeye taşımaktadır.

Cihazın tasarımında **gürültü bağıışıklığı ve kararlılık** önemli yer tutmuştur. Hem donanım filtrelemeleri hem de yazılımsal düzeltmeler ile saha ortamındaki elektriksel gürültülere karşı dayanıklılık sağlanmıştır. Gerçekleştirilen üniversite testleri de NOMAD'ın **saha başarısını** doğrulamaktadır: Cihaz farklı zemin şartlarında referans cihazlarla **eşdeğer kalitede veriler** üretmiş, hatta bazı zorlayıcı ölçümlerde daha düşük hata payı yakalayarak üstünlüğünü göstermiştir (örn. Kocaeli Üniversitesi testinde RMS hata oranlarında %50'ye varan iyileşme). Bu sonuçlar NOMAD'ın **ölçüm güvenilirliği ve tekrar edilebilirliği** konusunda yüksek bir standart yakaladığını göstermektedir. Cihaz ister laboratuvar ortamında ister arazi şartlarında olsun her defasında tutarlı sonuçlar verecek şekilde tasarlanmıştır. Dahili otomatik kalibrasyon rutinleri ve sıcaklık/nesnellik düzeltmeleri sayesinde uzun ölçüm seanslarında dahi ölçüm sıfır noktası kaymaları en aza indirgenmektedir.

Üniversite test raporlarında da vurgulandığı üzere, NOMAD ile elde edilen veriler **profesyonel jeofizik cihazlarıyla büyük oranda örtüşmekte**, cihaz **saha çalışmalarında güvenilir bir ölçüm aracı** olarak kendini kanıtlamaktadır. Bu seviye teknik performans, cihazın hem araştırma hem de uygulama projelerinde kullanılabilecek nitelikte olduğunu ortaya koymuştur.

## TEKNİK ÖZELLİKLER

| NOMAD ÇOK KANALLI REZİSTİVİTE CİHAZI |                           |                                               |           |          |       |      |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|-----------|----------|-------|------|
| DONANIM                              | CİHAZ TÜRÜ                | Akıllı Multi Elektrot Rezistivite Cihazı      |           |          |       |      |
|                                      | ELEKTROT SAYISI           | Minimum                                       | 8         | Maksimum | 256   |      |
|                                      | ARAZİ DİZİMLERİ           | Wenner - Alfa                                 |           |          |       |      |
|                                      |                           | Wenner - Beta                                 |           |          |       |      |
|                                      |                           | Wenner-Schlumberger                           |           |          |       |      |
|                                      |                           | Dipole-Dipole                                 |           |          |       |      |
|                                      |                           | Kare Dizilim                                  |           |          |       |      |
|                                      | GEOMETRİK FAKTÖR          | Kullanıcı Tanımlı Hesaplama                   |           |          |       |      |
|                                      |                           | Açılım Aralığına Göre Otomatik Hesaplama      |           |          |       |      |
|                                      | DEPOLAMA                  | 32GB Dahili Hafıza                            |           |          |       |      |
|                                      |                           | Sunucu Destekli Anlık Depolama                |           |          |       |      |
|                                      |                           | Bilgisayar Kontrollü Anlık Depolama           |           |          |       |      |
|                                      | VERİ ÇIKIŞI               | Potansiyel fark                               | mV        | Akım     | mA    |      |
| BAĞLANTI                             | USB 3.0                   |                                               |           |          |       |      |
|                                      | Wi-Fi 802.11n             |                                               |           |          |       |      |
|                                      | Ethernet                  |                                               |           |          |       |      |
| BESLEME GERİLİMİ                     | DC 12v                    |                                               |           |          |       |      |
| ÇALIŞMA SICAKLIĞI                    | Min. -40° ile Maks. 120°  |                                               |           |          |       |      |
| IP STANDARTI                         | IP67 Sınıfı Bileşenler    |                                               |           |          |       |      |
| ALICI                                | İŞLEMÇİ                   | ARM Cortex-A72                                |           |          |       |      |
|                                      | RAM                       | 8GB                                           |           |          |       |      |
|                                      | DEPOLAMA                  | 32GB                                          |           |          |       |      |
|                                      | ANALOG DİJİTAL ÇEVİRİCİ   | ΔΣ 32-Bit 38kSPS                              |           |          |       |      |
|                                      | ÇÖZÜNÜRLÜK                | Teorik                                        | ±5nV      |          |       |      |
|                                      |                           | Pratik                                        | 1mV       |          |       |      |
|                                      | POTANSİYEL GİRİŞ GERİLİMİ | Maks. 600Vpp Gerilim taşıma kapasitesi        |           |          |       |      |
|                                      |                           | 27.000mVpp 1mV Çözünürlükte Potansiyel Ölçümü |           |          |       |      |
|                                      | ÖRNEKLEME                 | ΔΣ Standartlarında 38kSPC'ye kadar            |           |          |       |      |
|                                      | DÖNGÜ SÜRESİ              | Min:1sn                                       | Maks:30sn |          |       |      |
|                                      | GİRİŞ EMPEDANSI           | Z > 27Mohm                                    |           |          |       |      |
| VERİCİ                               | ÇIKIŞ DEĞERLERİ           |                                               |           | GERİLİM  | AKIM  | GÜÇ  |
|                                      | AKÜ                       | Maksimum (2sn)                                | 400Vp-p   |          | 750mA | 300W |
|                                      |                           | Sürekli (Continuous)                          | 370Vp-p   |          | 600mA | 222W |
|                                      | ÇIKIŞ FREKANSI            | Minimum                                       | 1Hz       |          |       |      |
|                                      |                           | Maksimum                                      | 1kHz      |          |       |      |
|                                      | AKIM KANALI SAYISI        | 1                                             |           |          |       |      |

## TEKNİK ÖZELLİKLER

| NOMAD+ ÇOK KANALLI REZİSTİVİTE CİHAZI |                           |                                                |                  |          |        |       |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|------------------|----------|--------|-------|
| DONANIM                               | CİHAZ TÜRÜ                | Akıllı Multi Elektrot Rezistivite Cihazı       |                  |          |        |       |
|                                       | ELEKTROT SAYISI           | Minimum                                        | 8                | Maksimum | 256    |       |
|                                       | ARAZİ DİZİMLERİ           | Wenner - Alfa                                  |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Wenner - Beta                                  |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Wenner-Schlumberger                            |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Dipole-Dipole                                  |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Kare Dizilim                                   |                  |          |        |       |
|                                       | GEOMETRİK FAKTÖR          | Kullanıcı Tanımlı Hesaplama                    |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Açılım Aralığına Göre Otomatik Hesaplama       |                  |          |        |       |
|                                       | DEPOLAMA                  | 32GB Dahili Hafıza                             |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Sunucu Destekli Anlık Depolama                 |                  |          |        |       |
|                                       |                           | Bilgisayar Kontrollü Anlık Depolama            |                  |          |        |       |
|                                       | VERİ ÇIKIŞI               | Potansiyel fark                                | mV               | Akım     | mA     |       |
| BAĞLANTI                              | USB 3.0                   |                                                |                  |          |        |       |
|                                       | Wi-Fi 802.11n             |                                                |                  |          |        |       |
|                                       | Ethernet                  |                                                |                  |          |        |       |
| BESLEME GERİLİMİ                      | DC 12v                    |                                                |                  |          |        |       |
|                                       | AC 110v - 230v            |                                                | Jeneratör Uyumlu |          |        |       |
| ÇALIŞMA SICAKLIĞI                     | Min. -40° ile Maks. 120°  |                                                |                  |          |        |       |
| IP STANDARTI                          | IP67 Sınıfı Bileşenler    |                                                |                  |          |        |       |
| ALICI                                 | İŞLEMCI                   | ARM Cortex-A72                                 |                  |          |        |       |
|                                       | RAM                       | 8GB                                            |                  |          |        |       |
|                                       | DEPOLAMA                  | 32GB                                           |                  |          |        |       |
|                                       | ANALOG DİJİTAL ÇEVİRİCİ   | $\Delta\Sigma$ 32-Bit 38kSPS                   |                  |          |        |       |
|                                       | ÇÖZÜNÜRLÜK                | Teorik                                         | $\pm 5nV$        |          |        |       |
|                                       |                           | Pratik                                         | 1mV              |          |        |       |
|                                       | POTANSİYEL GİRİŞ GERİLİMİ | Maks. 600Vpp Gerilim taşıma kapasitesi         |                  |          |        |       |
|                                       |                           | 30.000mVpp 1mV Çözünürlükte Potansiyel Ölçümü  |                  |          |        |       |
|                                       | ÖRNEKLEME                 | $\Delta\Sigma$ Standartlarında 38kSPC'ye kadar |                  |          |        |       |
| DÖNGÜ SÜRESİ                          | Min:1sn                   | Maks:30sn                                      |                  |          |        |       |
| GİRİŞ EMPEDANSI                       | Z > 27Mohm                |                                                |                  |          |        |       |
| VERİCİ                                | ÇIKIŞ DEĞERLERİ           |                                                |                  | GERİLİM  | AKIM   | GÜÇ   |
|                                       | JENERATÖR                 | Maksimum (2sn)                                 | 450Vp-p          |          | 3100mA | 1395W |
|                                       |                           | Sürekli (Continuous)                           | 400Vp-p          |          | 2875mA | 1120W |
|                                       | AKÜ                       | Maksimum (2sn)                                 | 400Vp-p          |          | 750mA  | 300W  |
|                                       |                           | Sürekli (Continuous)                           | 370Vp-p          |          | 600mA  | 222W  |
|                                       | ÇIKIŞ FREKANSI            | Minimum                                        | 1Hz              |          |        |       |
|                                       |                           | Maksimum                                       | 1kHz             |          |        |       |
|                                       | AKIM KANALI SAYISI        | 1                                              |                  |          |        |       |

## SONUÇ

NOMAD Rezistivite cihazı **yerli mühendislik yeteneği ile yüksek teknolojinin harmanlanması sonucu** ortaya konmuş, stratejik öneme sahip bir üründür. Geliştirme amacından başlayarak kullanım alanlarına, akademik doğrulamadan ticari başarılar kadar her aşamada gösterdiği üstün performans, ülkemizin jeofizik araştırma teknolojilerinde ulaşabileceği yeni seviyeyi gözler önüne sermektedir. NOMAD projesi, dışa bağımlılığın azaltılabileceğini ve hatta Türkiye'nin bu alanda teknoloji ihraç edebilecek konuma gelebileceğini kanıtlayan somut bir örnek teşkil etmektedir. Bu cihaz ile birlikte jeofizik araştırmalarda artık **%100 yerli bir alternatif** mevcut olup, bu da hem ulusal ekonomik kazanımlar hem de stratejik altyapı projelerinde güvenilirlik açısından büyük bir avantaj sağlayacaktır.

Akademik ve endüstriyel işbirliklerinin ürünü olan NOMAD, jeofiziksel keşif tekniklerinde **yeni bir nesli** temsil etmektedir. Gerek sağladığı **yüksek çözünürlüklü veriler** gerekse kullanım kolaylığı ve yenilikçi özellikleri ile hem araştırmacılara hem de uygulayıcılara önemli kolaylıklar sunmaktadır. Bu yönüyle NOMAD, ülkemizin bu alandaki bağımsızlığına katkı sağlayan ve gelecekte geliştirilecek diğer ileri teknoloji ürünler için de yol gösteren **öncü bir sistem** olarak değerlendirilebilir.



Görsel 3 – DES Cihazımızın Arazideki Görüntüsü



Görsel 4 – ERT Cihazımızın Arazideki Görüntüsü

## AÇIKLAMA

Bu çalışma Yabgu teknoloji tarafından geliştirilen “Nomad” cihazının performansını ve doğruluğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Sakarya Üniversitesi'nde yapılan testlerde, **ARES (GF Instruments)** cihazı ile karşılaştırmalı ölçümler gerçekleştirilmiş ve **NOMAD (Yabgu Teknoloji)** cihazının ölçüm doğruluğu incelenmiştir.

| JEOFİZİK PARAMETRELER                                                  |                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ölçüm Alanı: Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Bahçesi |                                                                                                   |
| ÖLÇÜM UZUNLUĞU                                                         | 24M                                                                                               |
| ELEKTROT KONFIGÜRASYONU                                                | Cihazın iç gürültüsünün belirlenmesi için 48 elektrot, 0,5 metre aralıklarla dizilmiştir.         |
| ÖLÇÜM METHODU                                                          | (1) Wenner – Alfa<br>(2) Wenner – Beta<br>(3) Wenner – Schlumberger<br>(4) Inline Dipole – Dipole |

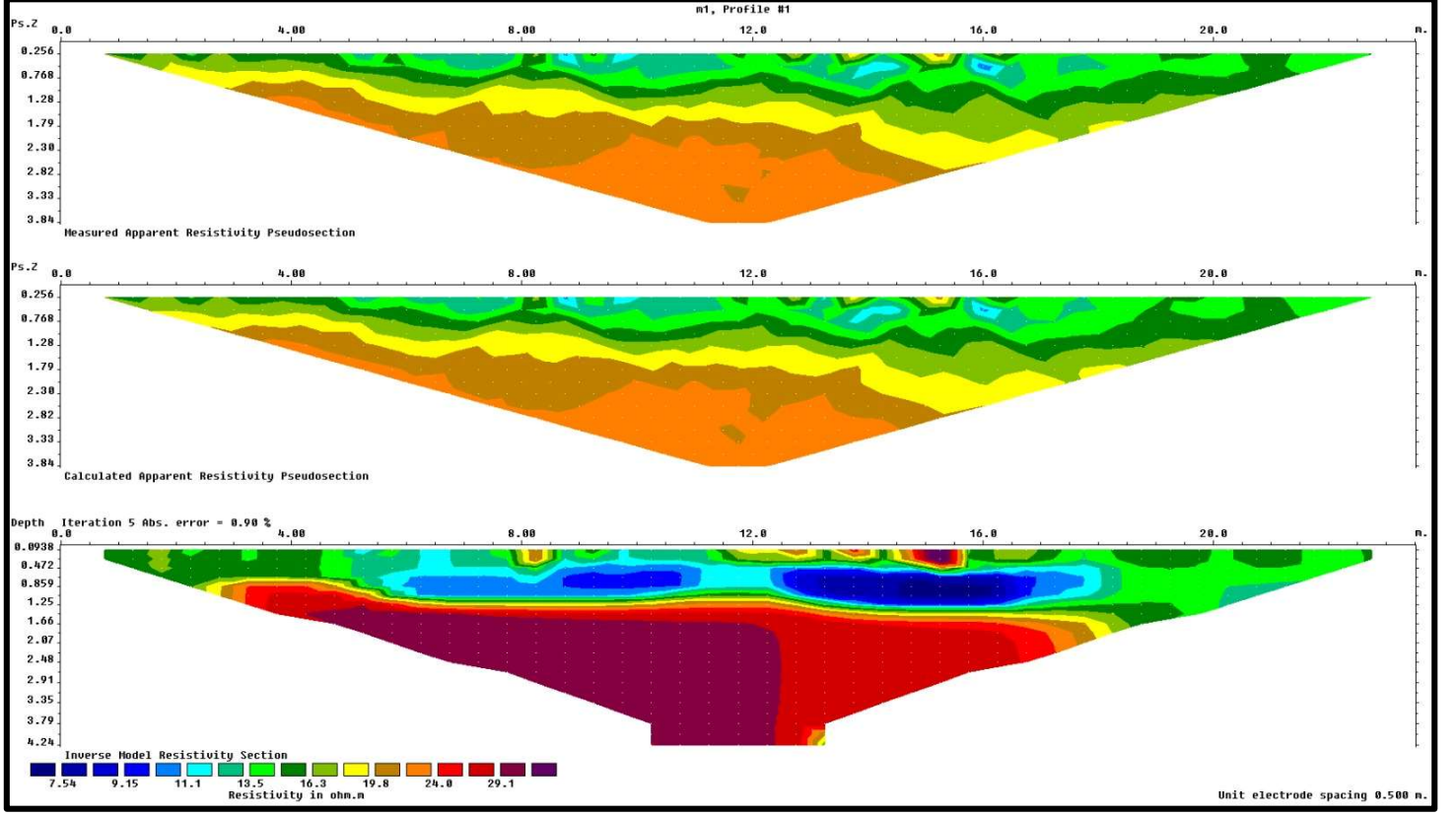
| CİHAZLARA AİT KARŞILAŞTIRMA TABLOSU |                                                        |                                                 |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| TEKNİK ÖZELLİKLER                   | ARES – GF Instruments<br>(SAKARYA ÜNİVERSİTESİ)        | NOMAD – Yabgu Teknoloji                         |
| ÇÖZÜNÜRLÜK                          | 24-BİT $\pm 5000\text{mV}$                             | 32-BİT 4kSPS $\pm 27000\text{mV}$<br>440uV Adım |
| ÇIKIŞ GERİLİMİ VE AKIMI             | Belirtilmemiş<br>( <a href="#">Bkz. Veri Sayfası</a> ) | 400VDC – 750mA                                  |



Ölçümler **ARES (GF Instruments)** cihazı ile referans olarak alınmış verilerin, **NOMAD (Yabgu Teknoloji)** cihazı ile elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Veriler Sakarya Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Dr. Hasan Karaaslan'da mevcut olan lisanslı RES2DINV yazılımı ile değerlendirilmiştir.

### WENNER-ALFA 48 ELEKTROT – ARES (GF Instruments)

ITE: 5 | RMS: %0,98



### Ölçülen Görünür Öz direnç Kesiti

Birinci kısım doğrudan ölçülen verileri göstermektedir. Yüzeyden aşağıya doğru ilerleyen ölçümlerle oluşturulan bir kesit gösterilmektedir.

### Hesaplanan Görünür Öz direnç Kesiti

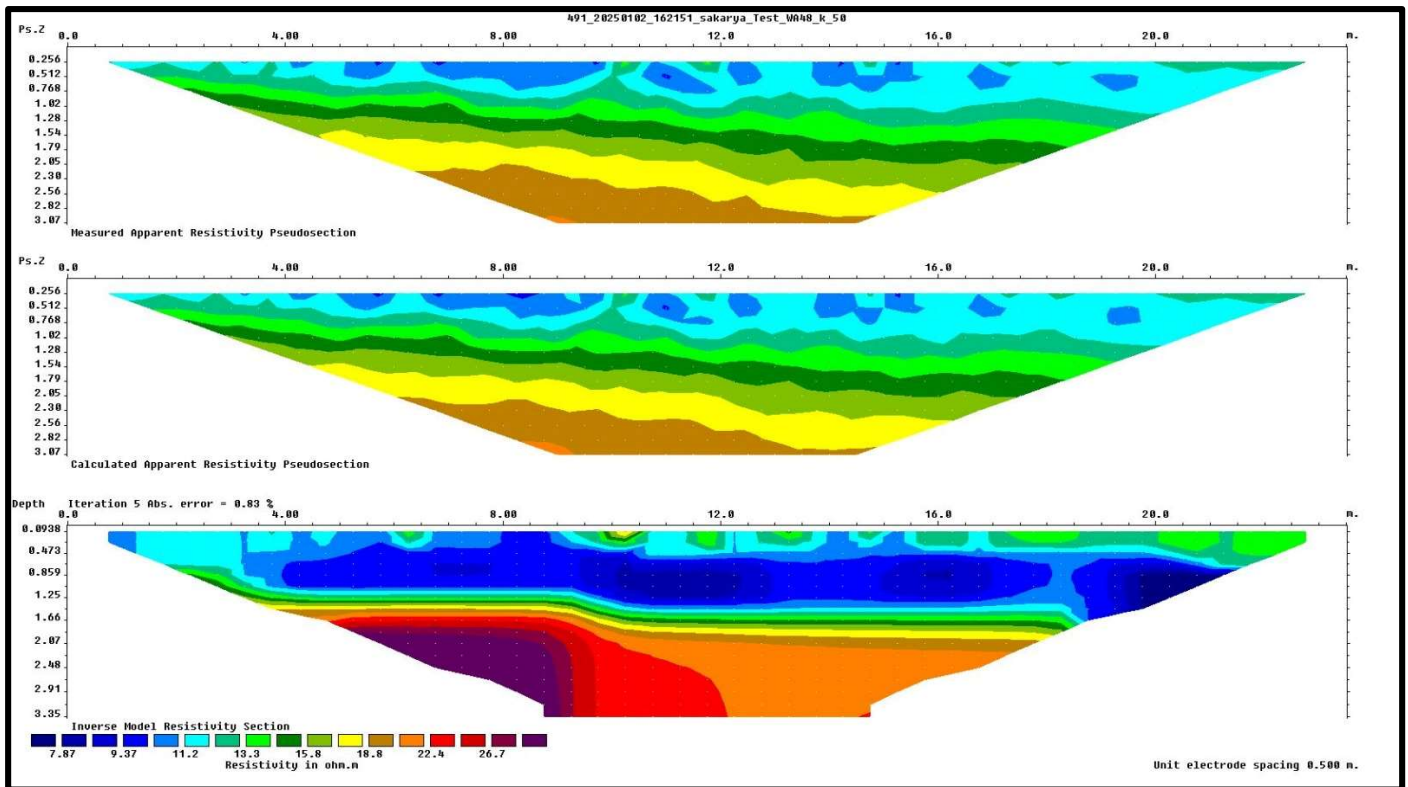
İkinci kısım ters çözüm programının oluşturduğu matematiksel modeli göstermektedir. İlk kısımdaki verilerin modellenmiş hali ile bu modelin karşılaştırılması ile sistemin ne kadar uygun veri topladığı gözlemlenmiştir.

### Ters Çözüm Modeli

Yüzeye yakın bölgelerde lokal anomalilerin yüzey gürültülerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. 0 – 1.25m aralığında suya doygun siltli/killi zemin olabilir. 1.25m ve altında ise daha az geçirimli killi bölgeye geçiş gözlemlenmiştir. Burada formasyonun radikal bir değişimini değil, suya doygunluk farkından kaynaklanan tabaka geçişlerini gözlemlemekteyiz.

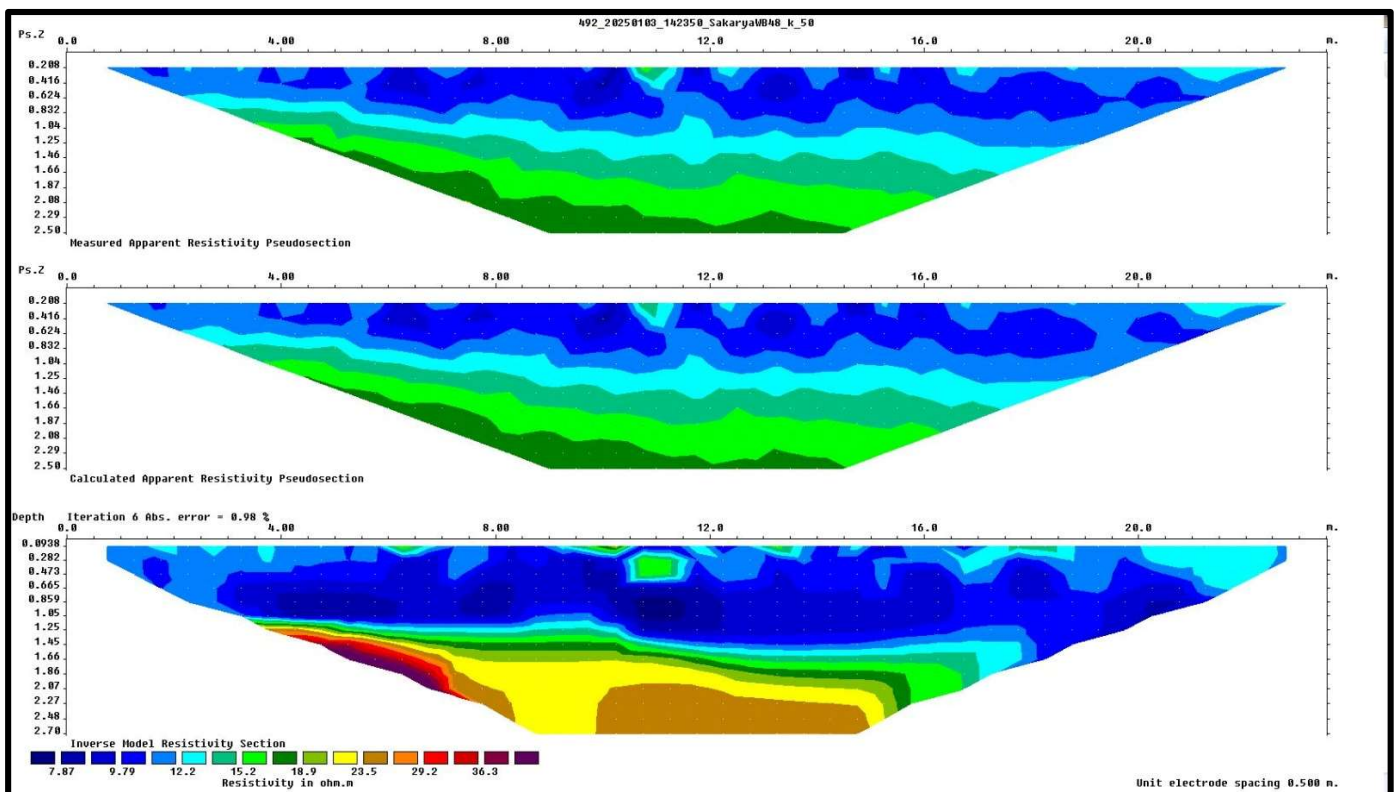
## (1) WENNER-ALFA 48 ELEKTROT – NOMAD (Yabgu Teknoloji)

ITE: 5 | RMS: %0,83



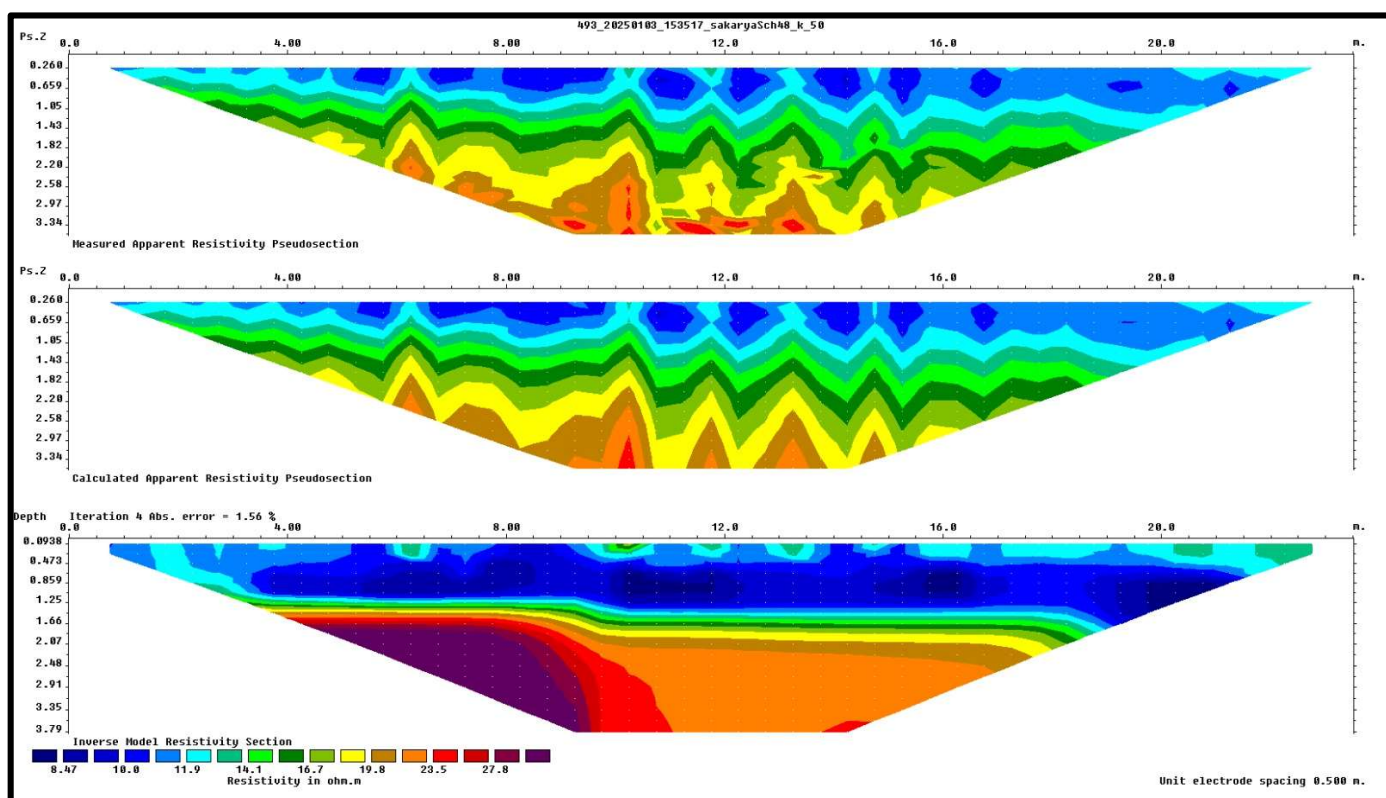
## (2) WENNER-BETA 48 ELEKTROT – NOMAD (Yabgu Teknoloji)

ITE: 6 | RMS: %0,98



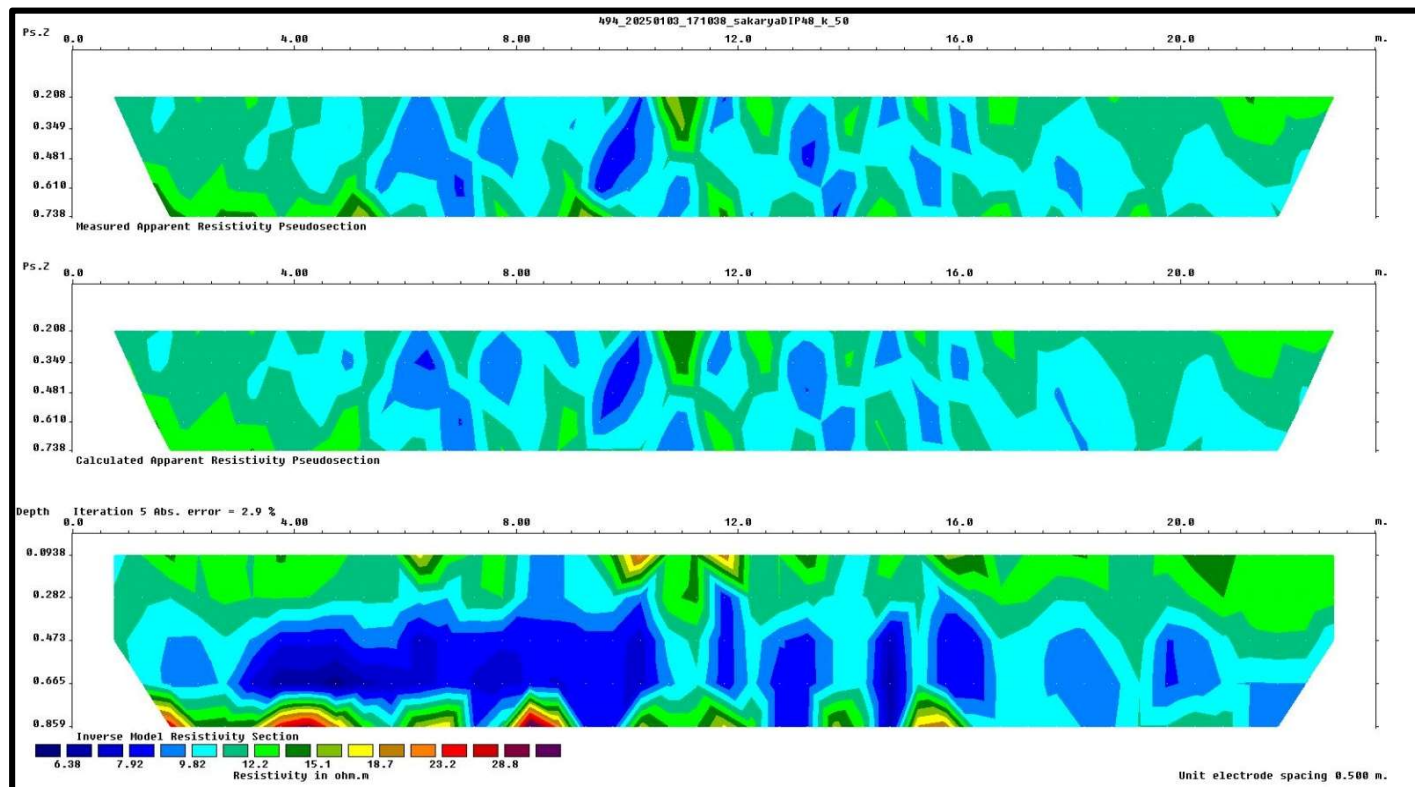
### (3) WENNER-SCHLUMBERGER 48 ELEKTROT – NOMAD (Yabgu Teknoloji)

ITE: 4 | RMS: %1,56



### (4) INLINE DIPOLE-DIPOLE 48 ELEKTROT – NOMAD (Yabgu Teknoloji)

ITE: 5 | RMS: %2,9



## **DEĞERLENDİRME SONUCU**

Gerçekleştirilen test çalışmaları kapsamında, **NOMAD (Yabgu Teknoloji)** cihazı ile elde edilen ölçümler, profesyonel bir jeofizik cihazı olan **ARES (GF Instruments)** ile kıyaslanmıştır. Yapılan karşılaştırmalar, cihazın ölçüm doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla, Arş.Gör.Dr. Hasan KARAASLAN gözetiminde gerçekleştirilmiştir.

**NOMAD** cihazı ile elde edilen **min-max. özdirenç değerleri**, referans cihazın ölçümleriyle büyük ölçüde uyum göstermektedir. Ölçüm noktalarında elde edilen özdirenç değerleri arasında **istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamış, bu durum cihazın hassasiyetinin ve doğruluğunun yüksek olduğunu kanıtlamıştır.**

İki cihazdan elde edilen veriler kullanılarak oluşturulan özdirenç konturları, anomali bölgelerinin dağılımı açısından karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar **anomali sınırlarının ve iletkenlik yapılarının her iki cihazda da benzer şekilde ölçüldüğünü** göstermektedir. Kontur haritalarındaki eşdeğer seviyeler **NOMAD** cihazının **saha koşullarında güvenilir veri sağlayabildiğini** doğrulamaktadır.

Ölçümler sonucunda belirlenen anomali derinlikleri ve geometrileri, referans cihaz ile yapılan ölçümlerle karşılaştırılmış ve **benzer sonuçlar elde edilmiştir.** **NOMAD** cihazının **tutarlı ölçümler sağladığı**, anomalilerin boyut ve derinlik bakımından **referans cihaz ile yüksek oranda uyduğu** tespit edilmiştir.

**NOMAD** cihazının **ARES (GF Instruments)** ile aynı ölçümleri alabiliyor olması, cihazın saha kullanımına uygunluğunu ve **profesyonel ölçüm ekipmanlarıyla rekabet edebilir seviyede olduğunu** göstermektedir. Gerçekleştirilen testler sonucunda, cihazın **sistemin gürültü bağışıklığı, sinyal doğruluğu ve ölçüm hassasiyeti açısından başarılı bir performans sergilediği** belirlenmiştir.

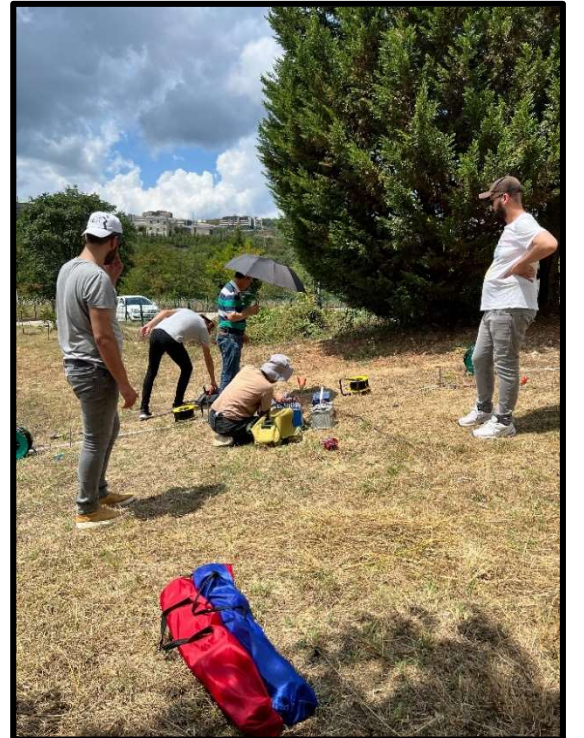
Sonuç olarak, **NOMAD (Yabgu Teknoloji)** cihazının sağladığı veriler, profesyonel jeofizik cihazlarıyla **büyük oranda örtüşmekte**, cihazın **jeofizik saha çalışmalarında güvenilir bir ölçüm aracı olarak kullanılabileceğini** göstermektedir.

## AÇIKLAMA

Bu çalışma Yabgu teknoloji tarafından geliştirilen “Nomad” cihazının performansını ve doğruluğunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Kocaeli Üniversitesi'nde yapılan testlerde, WDJZ-3 (CQBTSK) cihazı ile karşılaştırmalı ölçümler gerçekleştirilmiş ve NOMAD (Yabgu Teknoloji) cihazının ölçüm doğruluğu incelenmiştir. Bu çalışma **Doç. Dr. ERTAN PEKŞEN** gözetiminde gerçekleştirilmiştir.

| JEOFİZİK PARAMETRELER                                                      |                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ölçüm Alanı: Kocaeli Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü Test sahası |                                                                                                      |
| ÖLÇÜM UZUNLUĞU                                                             | 60M                                                                                                  |
| ELEKTROT KONFIGÜRASYONU                                                    | Daha önce yapılmış ölçüm ile kıyaslanabilmesi amacıyla 30 elektrot, 2 metre aralıklarla dizilmiştir. |
| ÖLÇÜM METHODU                                                              | (1) Wenner – Alfa<br>(2) Wenner – Schlumberger                                                       |

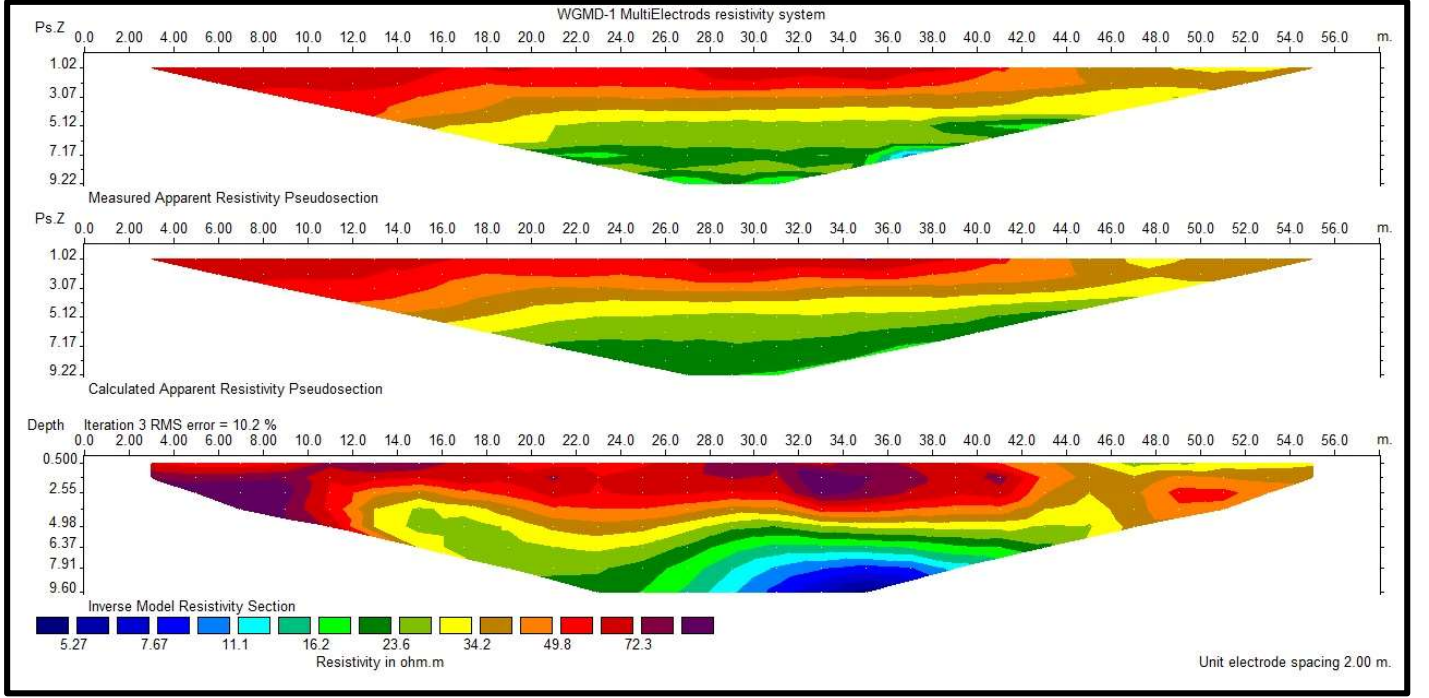
| CİHAZLARA AİT KARŞILAŞTIRMA TABLOSU |                                                        |                                                 |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| TEKNİK ÖZELLİKLER                   | WDJZ-3 – CQBTSK<br>(KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ)              | NOMAD – Yabgu Teknoloji                         |
| ÇÖZÜNÜRLÜK                          | 8-BİT $\pm 6000\text{mV}$                              | 32-BİT 4kSPS $\pm 27000\text{mV}$<br>440uV Adım |
| ÇIKIŞ GERİLİMİ VE AKIMI             | Belirtilmemiş<br>( <a href="#">Bkz. Veri Sayfası</a> ) | 400VDC – 750mA                                  |



Ölçümler **WDJZ-3 (CQBTSK)** cihazı ile referans olarak alınmış verilerin, **NOMAD (Yabgu Teknoloji)** cihazı ile elde edilen veriler karşılaştırılmıştır.

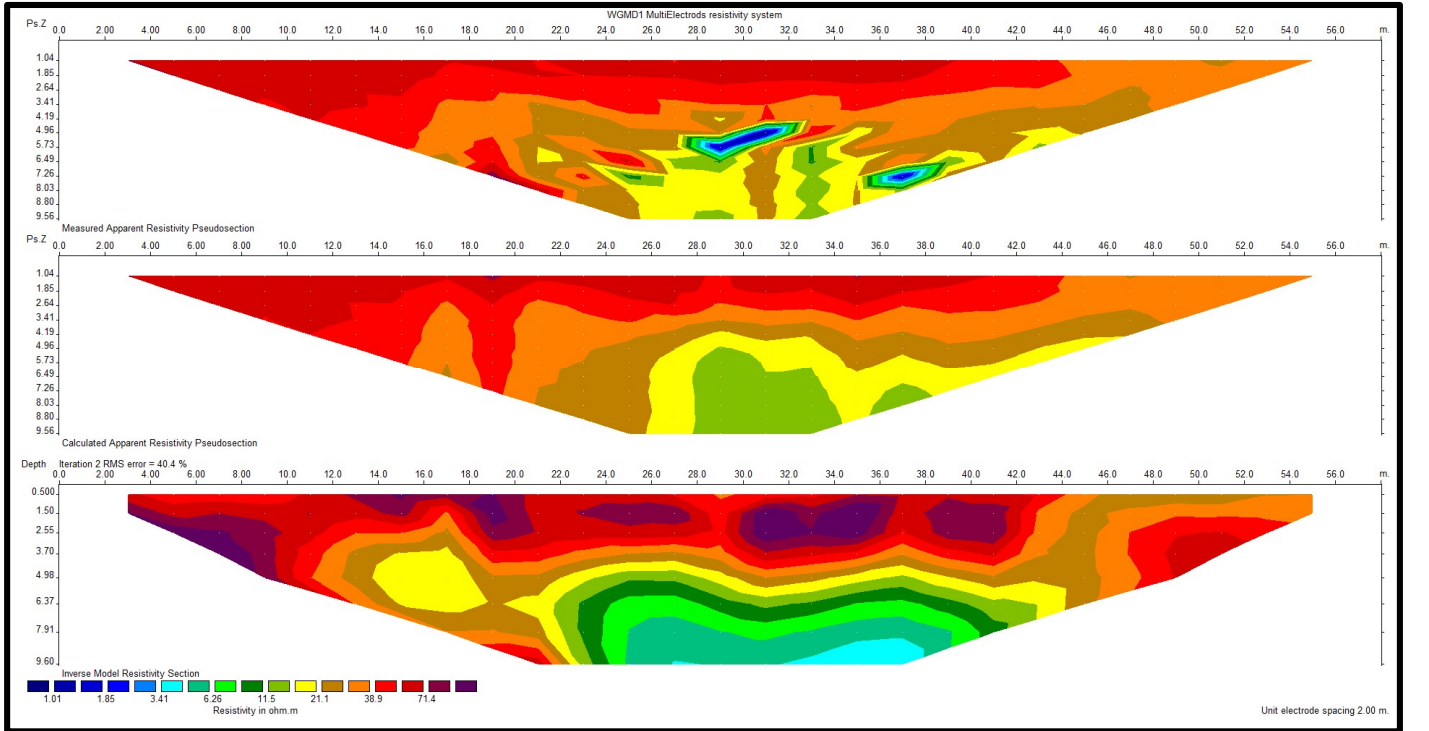
### WENNER-ALFA 30 ELEKTROT – WDJZ-3 (CQBTSK)

ITE: 3 | RMS: %10,2



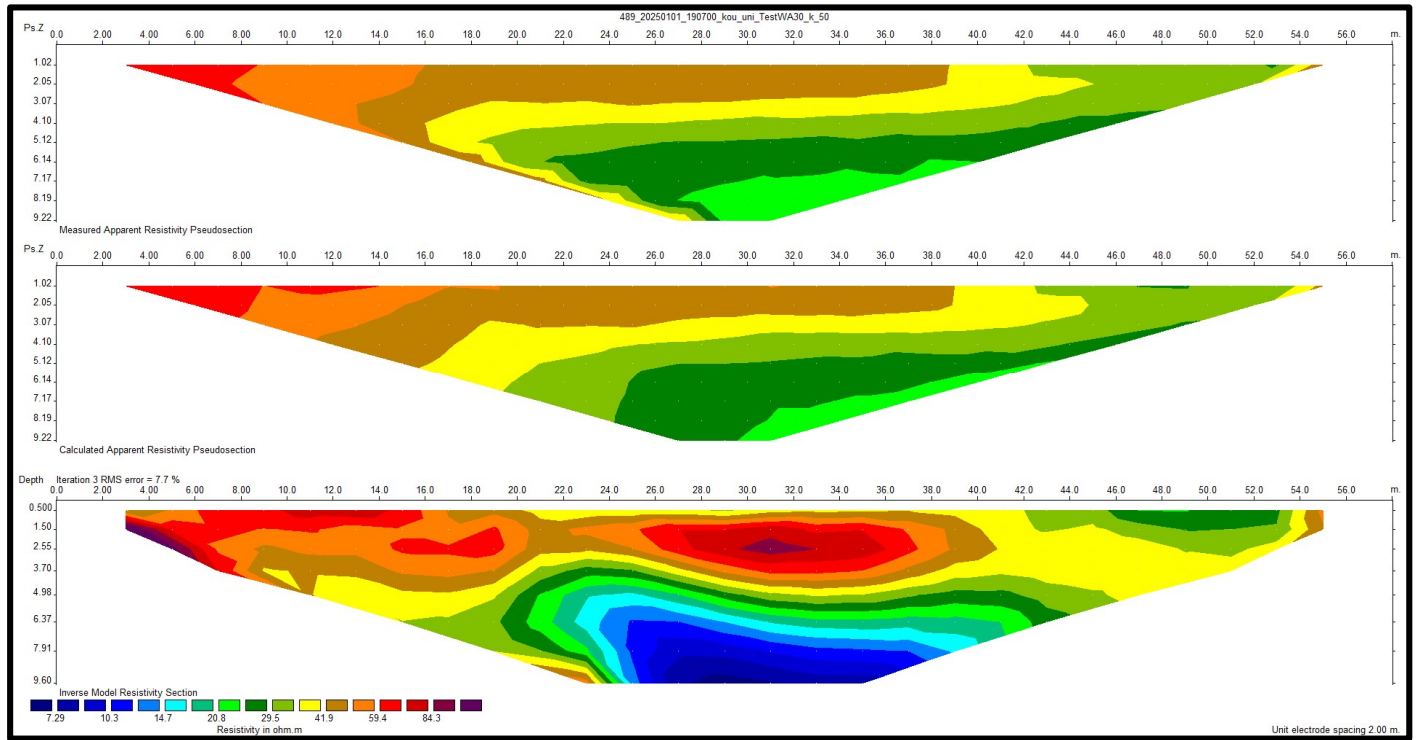
### WENNER-SCHLUMBERGER 30 ELEKTROT – WDJZ-3 (CQBTSK)

ITE: 2 | RMS: %40,4



## WENNER-ALFA 30 ELEKTROT – NOMAD (Yabgu Teknoloji)

ITE: 3 | RMS: %7,7



## WENNER-SCHLUMBERGER 30 ELEKTROT – NOMAD (Yabgu Teknoloji)

ITE: 3 | RMS: %21,2

