

Veri Çağında Jeoloji: Algoritmalar Jeologların Yerini Alabilir mi?

Bir zamanlar jeologlar Dünya'nın hikâyesini kayaların yüzeyinden okurdu. Bugün aynı hikâye uydulardan, sensörlerden ve algoritmalardan akan veri içinde yeniden yazılıyor. Peki gezegenimizi anlamamanın anahtarı artık makinelerde mi, yoksa hâlâ insan sezgisinde mi saklı?

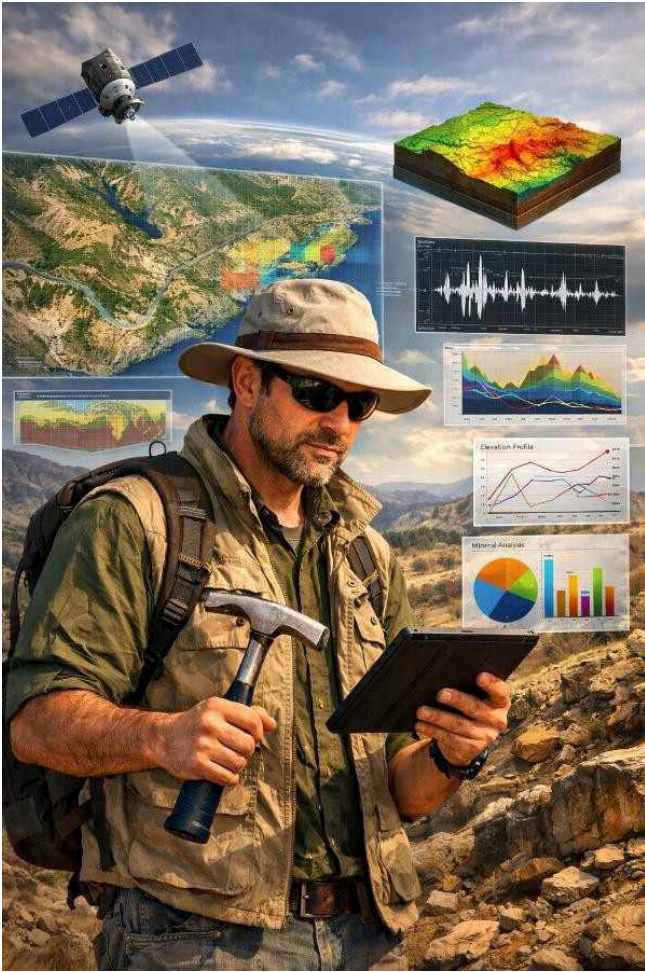
Oğuz Mülayim

Türkiye Petrolleri A.O, Adıyaman Bölge
Müdürlüğü, 02040, Adıyaman, Türkiye
(omulayim@tpao.gov.tr)

Bir jeolog için zaman soyut bir kavram değildir. Bir kaya yüzeyine dokunduğunuzda yalnızca minerallere değil, kaybolmuş okyanuslara, kapanmış kıtalara ve çoktan susmuş canlıların dünyasına temas edersiniz. Bir tortul tabaka eski bir kıyı çizgisini, ince bir kül seviyesi küresel bir felaketi, tek bir fosil ise artık var olmayan bir ekosistemin son izini taşır. Uzun yıllar boyunca Dünya'nın hikâyesi böyle okundu. Güneş altında geçirilen uzun arazi günlerinde, çekiş darbeleriyle açılan yüzeylerde ve haritaların üzerine düşülen küçük notlarda. Sonra gökyüzü konuşmaya başla-

di. Bugün gezegenimizi yalnızca yerde yürüyerek değil, uzaydan bakarak anlamaya çalışıyoruz. Dünya'nın etrafında dönen uydular birkaç gün arayla aynı noktayı yeniden görüntülüyor. Sensör ağıları yer kabuğunun titreşimlerini gece gündüz kaydediyor. Spektral kameralar çıplak gözle görünmeyen kimyasal izleri ortaya çıkarıyor. Jeolog artık yalnızca kayalara bakmıyor. Veriye bakıyor. Ve veri hiç olmadığı kadar fazla.

Modern gözlem sistemleri her gün terabaytlarca bilgi üretiyor. Bir zamanlar araştırmacıların en büyük sorunu veri eksikliğiydi. Şimdi ise sorun tam tersi: anlam eksikliği. Bir uydu görüntüsü milyonlarca piksel içerir. Bir sismik hat milyonlarca ölçüm noktasından oluşur. Bir mineral arama kampanyası yüzlerce jeokimyasal parametre üretir. İnsan zihni hikâyeler kurmakta ustadır. Ama milyonlarca veri noktasını aynı anda değerlendirmekte değil. İşte bu



Şekil 1: Geleceğin Jeoloğu: Geleneksel saha gözlemi ile veri biliminin birleşimi. Modern jeologlar, arazi deneyimini algoritmik analiz ve programlama becerileriyle birleştirerek karmaşık yer sistemlerini çok ölçekli olarak yorumlayabilmektedir (Yapay zeka ile oluşturulmuştur).

boşlukta yeni bir oyuncu ortaya çıktı: Yapay zekâ.

Makine öğrenimi algoritmaları bugün mineral aramalarında alterasyon zonlarını belirleyebiliyor, topoğrafya ve yağış verilerini birleştirerek heyelan duyarlılığını tahmin edebiliyor ya da sismik veri içinde zayıf rezervuar sinyallerini ortaya çıkarabiliyor. Bazen bir algoritma günler sürecektir analizleri dakikalar içinde tamamlıyor. Bu hız doğal olarak şu soruyu gündeme getiriyor: Jeololara hâlâ ihtiyaç var mı?

Ancak hız ile anlayış aynı şey değildir. Bir model yüksek doğrulukla bir alanı "riskli" olarak işaretleyebilir. Fakat çoğu zaman nedenini açıklamaz. Karar mekanizması bir matematiksel ağırlıklar dizisi içinde saklıdır. Jeoloji ise yalnızca sonuçlarla ilgilenmez. Nedenlerle ilgilenir. Bir havzanın geçmişini anlamak için tektonik hareketleri, tortullaşma ortamlarını ve iklim değişimlerini birlikte düşünmek gerekir. Kayaçlar yalnızca veri değildir; bağlamdır. Bu nedenle açıklaması zor algoritmalar, jeolojinin sorgulayıcı doğasıyla her zaman kolay uyum sağlayamaz. Son yıllarda geliştirilen açıklanabilir yapay zekâ yaklaşımları tam da bu nedenle önem kazandı. Amaç yalnızca doğru tahmin üretmek değil, o tahminin ardındaki jeolojik mantığı görünür kılmak.

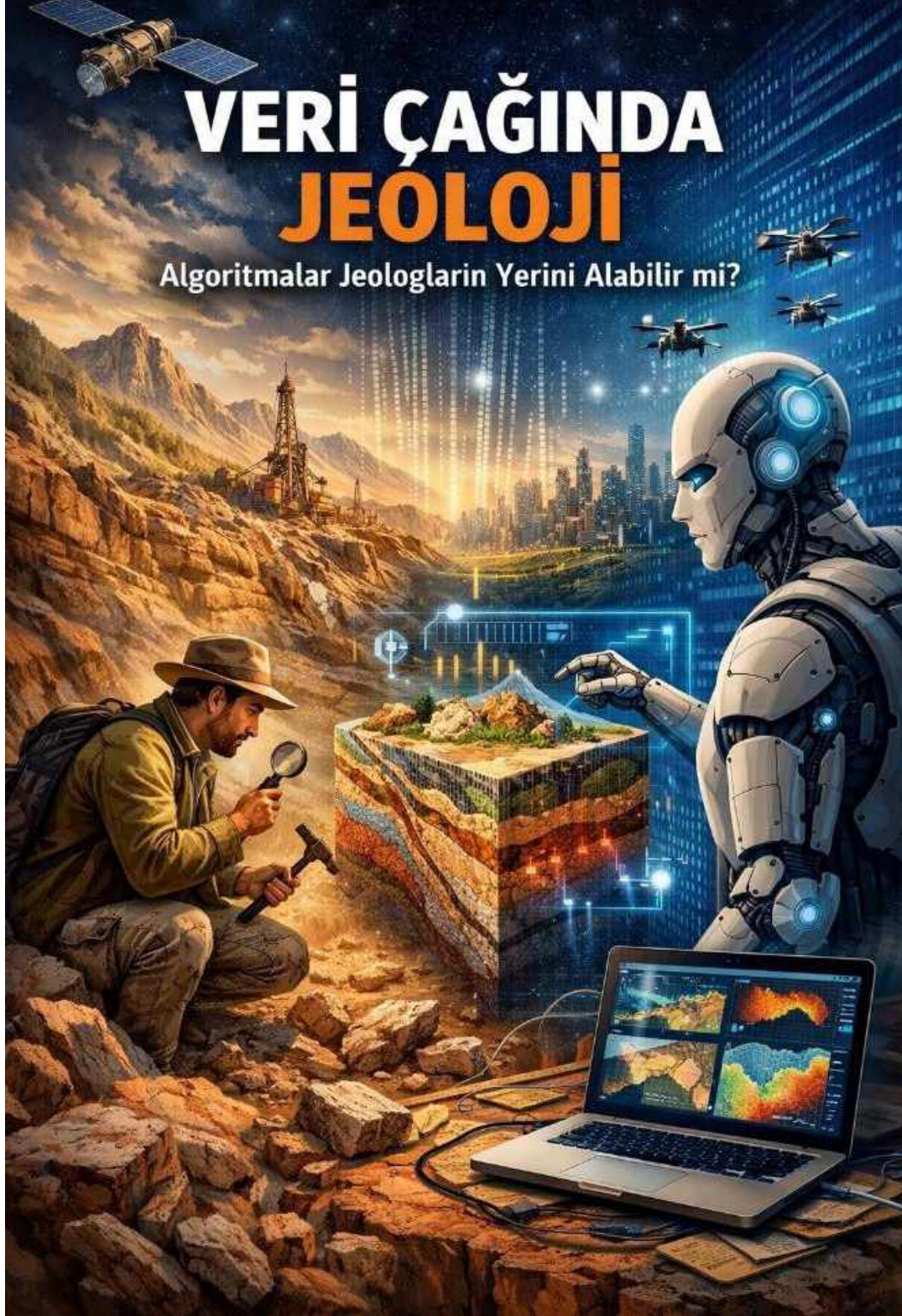
Belki de yanlış soruyu soruyoruz. Algoritmalar jeologların yerini alacak mı? Asıl soru şu olabilir: Algoritmalar jeologlarla birlikte nasıl düşünecek? Bir algoritma geniş bir alanı analiz ederek onlarca anomali belirlediğinde, sahaya hâlâ insan gider. Kayaç dokusuna bakar, stratigrafiyi yorumlar, yanıltıcı sinyalleri ayıklar. Sonra o bilgi modele geri döner. Makine öğrenir. Bir sonraki analiz daha iyi olur. Bu döngüde hız makineden gelir. Anlam insandan.

Bu dönüşüm jeoloji eğitimi de sessizce değiştiriyor. Artık yalnızca kayaç tanımak yeterli değil. Veri analizi, istatistik ve programlama bilgisi giderek önem kazanıyor. Python bilen bir saha jeoloğu ya da algoritma sonuçlarını eleştirel biçimde yorumlayabilen bir sedimantolog yeni neslin doğal profili haline geliyor. Ama değişmeyen bir şey var. Saha deneyimi. Rüzgârın yönünü, kırıkların sürekliliğini ya da bir tortul yapının anlattığı hikâyeyi hâlâ insan fark ediyor.

Dünya'nın Hikâyesi Kimde?

Jeolojinin geleceği belki de teknolojiyle ilgili değildir. Bakış açısıyla ilgilidir. Daha hızlı tahminler üretmek mi istiyoruz? Yoksa Dünya'nın hikâyesini daha derin anlamak mı? Yanıt çekiç ile kodun re-

kabetinde değil. Aynı çantada taşınmasında yatıyor. Çünkü bir elinde çekiç, diğerinde algoritma taşıyan jeolog; gezegenimizin geçmişini okumak ve geleceğini anlamak için insanlığın sahip olduğu en güçlü anlatıcılardan biri olabilir.



Şekil 2: Yapay zekâ destekli görüntü analizi, çok bantlı uydu verilerinde insan gözünün kolaylıkla ayırt edemeyeceği mineral alterasyonları ve yapısal desenleri ortaya çıkarabilir; böylece geniş alanlarda hızlı ön keşif değerlendirmeleri mümkün hale gelir (Yapay zeka ile oluşturulmuştur).

TÜRKİYE'DE HİDROJEOLOJİNİN KURUMSALLAŞMA TARİHİ



Hidrojeoloji, suyun yeraltındaki ve yerüstündeki varlığını ve hareketini inceleyen; suyun yönetimi için en temel bilginin ürettiği bir mühendislik alanıdır. Günümüzde iklim krizi, nüfus artışı, sanayileşme gibi faktörler nedeniyle büyük baskı altında kalan suyun korunması ve sürdürülebilir kullanımı; maden, çevre, afet, halk sağlığı, inşaat, enerji, tarım gibi birçok sektörde doğru ve doğaya uyumlu karar süreçlerinin geliştirilebilmesi için hidrojeolojik bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Dergimizin bu sayısındaki "Tarihten Notlar" köşesini iki nedenden dolayı hidrojeolojinin ülkemizdeki kurumsallaşma sürecine ait arşiv bilgilerine ayırmak istedik.

1) Son yıllarda UNESCO ve diğer organizasyonların iklim krizi, su yönetimi ve kuraklık, toplumsal cinsiyet eşitliği ile kalkınma konularını bütünsel bir şekilde ele alan değerlendirmelerinin yaygınlaşması; 78. Türkiye Jeoloji Kurultayının ana temasının "Su, Kuraklık, İklim Değişikliği ve Jeoloji" olarak belirlenmesidir.

2) Kısa bir süre önce Hidrojeoloji Mühendisliği hizmetlerine yapılan vurguları içeren Odamız Ana Yönetmeliğindeki değişikliklerin Resmi Gazetede yayımlanmış olmasıdır (Resmi Gazete: 10/4/2026-33220).

Dünyada ve ülkemizde suyun her boyutuyla öne çıktığı bu gelişmeler karşısında kritik bir alan haline gelen hidrojeolojinin ülkemizdeki kurumsallaşma tarihinden paylaşımla yararlanın yararlı olacağını düşündük.

TÜRKİYE'DE HİDROJEOLOJİNİN KURUMSALLAŞMA SÜRECİNDEN ÖNEMLİ ADIMLAR

- 1939** **SU İŞLERİ REİSLİĞİ VE SU İŞLERİ MÜDÜRLÜKLERİNİN KURULMASI**
1939 yılında yayımlanan "Nafia Vekâleti Teşkilât ve Vazifelerine Dair Kanun" ile dönemin Nafia Bakanlığı (Bayındırlık Bakanlığı) bünyesinde merkezde "Su İşleri Reisi" ile taşrada "Su İşleri Müdürlükleri" kurulmuştur.
Yeni oluşuma verilen görev ve sorumluluklar arasında "Yurd içindeki suların vaziyet ve tabiatları hakkında umumî etüdler ve rasatlar yapılması" da bulunmaktadır. (Resmi Gazete: 30/05/1939-4219)
- 1953** **DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ'NÜN KURULMASI**
6200 sayılı "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilât ve Vazifeleri hakkında Kanun" ile Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü kurulmuştur.
25/12/1953 tarih ve 8592 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Kanunla "yerüstü ve yeraltı sularının zararlarını önlemek ve bunlardan çeşitli yoldan faydalanmak maksadıyla Bayındırlık Vekâletine bağlı hükmi şahsiyeti haiz mülhak bütçeli 'Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü' kurulmuştur. (Resmi Gazete: 25/12/1953-8592)
- 1952** **İ.T.Ü. HİDROJEOLJİ ENSTİTÜSÜ'NÜN KURULMASI**
1952 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Rektörlüğüne bağlı olarak UNESCO tarafından desteklenen Hidrojeoloji Enstitüsü kurulmuştur.
07/06/1952 tarih ve 8129 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan İ.T.Ü. Hidrojeoloji Enstitüsü Yönetmeliği'nde Enstitünün birincil amacı "Hidrojeolojik yetiştirmek için öğrenim yapmak" olarak ifade edilmiştir. (Resmi Gazete: 07/06/1952-8129)
- 1954** **ENSTİTÜNÜN DANIŞMA KURULU VE PERSONEL DURUMU**
Enstitünün Danışma Kurulu yapısı 2 yıl sonra Resmi Gazetede yayımlanan bir Yönetmelikle yeniden düzenlenerek üye sayısı genişletilmiştir.
İstanbul Teknik Üniversitesi 1954 yılı Bütçe Kanunu'nun yayımlandığı Resmi Gazeteden, Hidrojeoloji Enstitüsünde 12 personelin çalıştığını ve Enstitünün her çeşit masrafları için 120.000 TL ayrıldığını öğrenmekteyiz. (Resmi Gazete: 02/03/1954-8647; 03/08/1954-8771)
- 1962** **İ.T.Ü. MADEN FAKÜLTESİNE BAĞLI HİDROJEOLJİ ENSTİTÜSÜ YÖNETMELİĞİ**
03.07.1962 tarih ve 11144 sayılı Resmi Gazetede "İ.T.Ü. Maden Fakültesine bağlı Hidrojeoloji Enstitüsü Yönetmeliği" yayımlanmıştır.
Bu yönetmeliğin en dikkat çekici yönü ise 1952 Yönetmeliğinde Enstitü Müdürü olabilmek için "İTÜ Profesörü" olmak yeterli görülüşken, anılan Yönetmelikte Müdürün sadece "Tatbiki Jeoloji Kürsüsü öğretim üyeleri arasından" seçilebilmesine imkan tanınmıştır. (Resmi Gazete: 03/07/1962-11144)
- 1967** **ULUSLARARASI HİDROJEOLJİLER BİRLİĞİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ'NİN KURULUŞU**
28/09/1967 tarihli ve 12711 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Bakanlar Kurulu kararı ile "Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin Statüsüne uyularak 'Uluslararası Hidrojeologlar Birliği Türk Millî Komitesi'nin kuruluşu' gerçekleştirilmiştir.
Kurulan Millî Komitenin Müşavir Üyelikleri arasında TMMOB'yi temsilen İnşaat, Maden ve Ziraat Mühendisleri Odalarına birer üyelik verilirken o tarihte Odamız mevcut olmadığından mesleğimiz adına "Jeologlar Birliğine" bir üyelik verilmiştir. (Resmi Gazete: 28/09/1967-12711)

ŞEKİL 1 NAFİA VEKÂLETİ TEŞKİLAT VE VAZİFELERİNE DAİR KANUN Resmi Gazete: 30/05/1939-4219

Resmi Gazete **Resmî Gazete** 30 Mayıs 1939

Kanun No 3017

Nafia Vekâleti Teşkilât ve Vazifelerine Dair Kanun

Madde 2 - ...Yurd içindeki suların vaziyet ve tabiatları hakkında umumî etüdler ve rasatlar yapılır. *

ŞEKİL 2 DEVLET SU İŞLERİ UMUM MÜDÜRLÜĞÜ TEŞKİLAT VE VAZİFELERİ HAKKINDA KANUN Resmi Gazete: 25/12/1953-8592

Resmî Gazete — Sayı: 8592

6200 sayılı Kanun

Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü Teşkilât ve Vazifeleri hakkında Kanun

Madde 1 - Yerüstü ve yeraltı sularının zararlarını önlemek ve bunlardan çeşitli yoldan faydalanmak maksadıyla Bayındırlık Vekâletine bağlı hükmi şahsiyeti haiz mülhak bütçeli "Devlet Su İşleri Umum Müdürlüğü" kurulmuştur.

ŞEKİL 3 İ.T.Ü. HİDROJEOLJİ ENSTİTÜSÜ YÖNETMELİĞİ (1952) Resmi Gazete: 07/06/1952-8129

Resmi Gazete **7 Haziran 1952** — Sayı: 8129

İ.T.Ü. Hidrojeoloji Enstitüsü Yönetmeliği

Madde 1 - Enstitünün birinci amacı hidrojeolojik yetiştirmek için öğrenim yapmak, araştırmalar ve incelemelerde bulunmaktır.

ŞEKİL 4 İ.T.Ü. 1954 YILI BÜTÇE KANUNU / HİDROJEOLJİ ENSTİTÜSÜ Resmi Gazete: 02/03/1954-8647

Resmi Gazete **2 Mart 1954** — Sayı: 8647

Hidrojeoloji Enstitüsünde 12 personel çalıştırılacaktır. Enstitünün her çeşit masrafları için 120.000 TL ayrılmıştır.

ŞEKİL 5 ULUSLARARASI HİDROJEOLJİLER BİRLİĞİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ'NİN KURULUŞU Resmi Gazete: 28/09/1967-12711

Resmi Gazete **28 Eylül 1967** — Sayı: 12711

Bakanlar Kurulu Kararı

Uluslararası Hidrojeologlar Birliğinin Statüsüne uyularak 'Uluslararası Hidrojeologlar Birliği Türk Millî Komitesi'nin kurulmasına karar verilmiştir.



Hidrojeolojinin ülkemizdeki kurumsallaşma tarihinden bazı kesitler sunabilmeyi amaçladığımız bu çalışmada karşımıza çıkan "Jeologlar Birliği" bizim için tam bir sürpriz oldu. Geçmiş değerlerimizi, bilgi ve deneyim birikimini geleceğe taşıyacak yazılı ve sözlü tarih çalışmalarını sadece mesleki hafızanın korunmasına değil hem aidiyet duygusunun gelişmesine hem de mesleki dayanışmanın güçlenmesine önemli katkılar verecektir. Bu düşünceyle tüm meslektaşlarımızı bu konulardaki faaliyetlere daha fazla destek vermeye davet ediyoruz.

KAYNAKÇA

[1] <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/hidrojeoloji>

[2] Pamir H. N. Türkiye'de Kurulacak Bir Hidrojeoloji Enstitüsü Hakkında Rapor. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, IV, 1, 3-68 1953.

