



Prof. Dr. Elif Sertel Anlatıyor:

# “Nerede?” Sorusunun Cevabı Geomatik Mühendisliğinde

Dr. Özlem Ak [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

*İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Geomatik Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak görev yapan Prof. Dr. Elif Sertel, “Uzaktan algılama alanında arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi; derin öğrenme-yapay zekâ yöntemlerinin süper-çözünürlük, pan-keskinleştirme, obje tanımlama ve segmentasyon problemlerine uygulanması; uzaktan algılama veri ve yöntemleri ile kuraklık belirleme, tarımsal uzaktan algılama uygulamaları; toprak tuzluluğunun uydu teknolojileri ile izlenmesi ve çevresel uzaktan algılama uygulamaları” konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmaları nedeniyle mühendislik alanında TÜBİTAK Teşvik Ödülü’ne layık görüldü. Yaptığımız söyleşide Prof. Dr. Sertel, hayat öyküsünden ve kendisine ödüller getiren araştırmalarından söz etti.*



**R**ize’de doğan Prof. Dr. Elif Sertel, ilkokuldan sonra girdiği sınav sonucunda o dönemki en iyi liselerden biri olan Rize Anadolu Lisesine girmeye hak kazanmış ve bu okuldan 1997 yılında mezun olmuş. Matematik meraklısı bir öğrenci olarak zihinden hesaplamalar yapması ve özellikle lisede matematik sorularını hızla cevaplayabilmesi kendisinin analitik düşünme ve matematik konularında ne kadar yetenekli olduğuna birkaç örnek. O zamanlar bu özelliğini araştırmacı olmakla ya da mühendislikle hiç doğrudan ilişkilendirmemiş. Aslında o dönemlerin popüler mesleği olan tekstil mühendisliğindeymiş gönlü lise yıllarında. Özellikle de İTÜ Tekstil Mühendisliğinde... Ailesinin gönlü ise tıp fakültesinde... İki aşamalı üniversite sınavının ilki oldukça iyi sonuçlanmış ancak ikinci aşama Prof. Dr. Sertel’in tam da istediği gibi geçmemiş. İlk tercihi tabii ki İTÜ Tekstil Mühendisliği olmuş. İTÜ’nün diğer mühendislik bölümlerini incelerken o zamanki adıyla Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği, günümüzdeki adıyla Geomatik Mühendisliği Bölümü dikkatini çekmiş. Mezun olduktan sonraki iş imkânlarını

da düşünerek bu bölümü tercih ettiğini söyleyen Prof. Dr. Sertel’in o dönemki planları arasında akademisyen olmak yokmuş aslında.

En büyük özelliği çok merak etmek, merak edince de çok okumak olan hocamız İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümünü kazandığında önce bir yıl İTÜ Yabancı Diller Okulu, İngilizce hazırlık sınıfına devam etmiş. Anadolu lisesindeki eğitiminden ötürü İngilizce alt yapısı olsa da dil hazırlık sınıfında akademik yazma becerilerini geliştirmek istemiş. Bunun yararını ilerleyen yıllarda da çok görmüş. Bu nedenle tüm öğrencilere üniversitelerin yabancı dil hazırlık okuluna devam etmelerini tavsiye ediyor. Hazırlık sınıfı sonrasında bölüm derslerini almaya başladığında, “Acaba bölüm değişikliği yapsam mı?” sorusu aklından geçse de aslında kendi bölümünü sevmeye ve konulara ilgi duymaya başlamış. Hatta çok ilgisini çeken sayısal görüntü işleme konusuyla ve uydu görüntüleriyle de tanışınca akademisyen olmaya karar vermiş. Dersleri hep çok dikkatli dinleyip derste anlatılanlarla yetinmeyerek daha

fazla bilgi edinmek için sürekli okumuş. Böylece araştırma yapmayı ne kadar sevdiğini fark etmiş. Uydu görüntülerine olan ilgisi, üniversite ikinci sınıftan itibaren çok iyi bir araştırmacı olma azmini de ateşlemiş. O kararlılıkla 2002 yılının haziran ayında bölümünü birincilikle bitirip, ekim ayında da araştırma görevlisi olarak yüksek lisans çalışmalarına başlamış. Yüksek lisansın ardından iklim değişikliği ve arazi değişiminin iklime etkisi konusunda doktora başlamış. 2006 yılında Fulbright bursuyla Amerika Birleşik Devletleri'ndeki (ABD) Rutgers Üniversitesine giderek, Prof. Dr. Alan Robock ile doktora çalışmalarına devam etmiş. Doktora sonrası araştırmalarını da yine aynı üniversitede sürdürmüş. Türkiye'ye döndükten sonra mezun olduğu bölümde -doçentlik kriterlerini sağlıyor olsa da- önce yardımcı doçent olarak görev yapmaya başlamış. Kısa süre sonra gelen doçent ve ardından profesör titrleri ile hocamız bu unvanları genç yaşta alan akademisyenler arasına katılmış.

Öğretim üyeliği görevinin yanı sıra Türkiye'nin ilk uydu yer istasyonu olan İTÜ Uydu Haberleşme ve Uzaktan Algılama Merkezinde (UHUZAM) 2009-2012 yılları



arasında müdür yardımcılığı, 2012-2021 yılları arasında da müdürlük görevlerini sürdürmü. Bu görev Prof. Dr. Sertel'e projelerini daha geniş kitlelere duyurmak, toplumu hedef alan problemlerin çözümüne yönelik çalışmalar yapmak ve daha büyük projelere dâhil olmak gibi konularda pek çok katkı sağlamış. Çevre ve iklim problemleriyle ilgili pek çok proje yürüten, diğer yandan çok sayıda yüksek lisans ve doktora öğrencileri yetiştiren Prof. Dr. Sertel; 2017 yılında TÜBA'nın Üstün Başarılı Genç Bilim İnsanı Ödülü'nü (GEBİP) almış. Bu ödülü 2021'de aldığı TÜBİTAK Teşvik Ödülü izlemiş. Şimdi ise hocamız daha çok uluslararası projelerle ilgileniyor.

## Geomatik Mühendisliği

Yaşam öyküsünün ardından Prof. Dr. Sertel'e geomatik mühendisliğinin tanımı ve kapsamını sorarak söyleşimize devam ediyoruz. Hocamız geomatik mühendisliğini öncelikli olarak yeryüzünün şeklini belirleyen daha sonra da konuma bağlı olarak ilgili bilgileri üreten mühendislik dalı olarak tanımlıyor. Günlük hayatımızda konuyla ilgili kullandığımız her türlü veri ya da haritada, geomatik mühendisliğinden bir parça olduğunu belirtiyor. Arabalarımızda kullandığımız navigasyon haritaları ya da sürekli kullandığımız Google Earth gibi konum bileşeni olan uygulamalara dair her türlü problemin çözümünde ve konumsal verinin üretiminde geomatik mühendislerinin yer aldığından söz ediyor. Geomatik mühendisliği kendi içinde alt konulara ayrılıyor. Araziye gidip GPS ya da geleneksel aletlerle ölçüm yapmak, uydu görüntülerini kullanarak coğrafi bilgi üretmek, fotogrametri yani hava fotoğraflarıyla çalışmak, bu mühendislik alanının bazı alt başlıklarından. Prof. Dr. Sertel'in çalışma konusu ise uzaktan algılama. Hocamız çok disiplinli çalışma yapmayı mümkün kılan geomatik mühendisliğinin, son yıllarda özellikle uydu teknolojilerinin ve coğrafi bilgi teknolojilerinin gelişmesi ile çok daha popüler hâle geldiğini özellikle vurguluyor.



## Veriler Nasıl Toplanıyor ve Kullanılıyor?

Coğrafi bilgi sistemleri ve geomatik mühendisliğinde kullanılan yöntemlerle pek çok veri üretiliyor ve bu veriler pek çok alanda kullanılıyor. Prof. Dr. Sertel geomatik mühendisliğinin temelde mülkiyet kavramından ortaya çıktığını belirtiyor. Çoğu kişinin evi, arazisi ve/veya tarlasının olduğu göz önünde bulundurulduğunda; mülkiyetin resmî olarak belgelendirilmesi için Osmanlı döneminden beri bildiğimiz tapu ve kadastro işlemlerinde bu bilim dalından yararlanıldığından söz ediyor.

Ulaştırma ağlarının (örneğin kara ya da tren yollarının) geçeceği yerlerin planlanmasında veya baraj ve köprü projelerinde öncelikle mevcut durumun ortaya konması için güncel haritalara ihtiyaç duyulduğunu söyleyen Prof. Dr. Sertel

ilginç birkaç örnek de veriyor. Bu örneklerden biri köprülerin yapımıyla ilgili. Bir köprü inşa edilirken yapımın karşılıklı iki uçtan başladığını ve ortada birleşmeleri için de bu iki ucun inşasının düzgün ilerlemesi gerektiğini, aksi takdirde uçların birleştirilemeyeceğini belirtiyor. Bu noktada ölçüm yaparak hassas konumları belirleyen geomatik mühendisleri büyük rol oynuyor. Prof. Dr. Sertel bu çalışmaların eskiden beri süregelen geleneksel çalışmalar olduğunu söylüyor. Son yıllarda ise özellikle uydu teknolojilerinde birincil konunun herkesin cep telefonunda ya da tabletinde yer alan konum belirleme (GPS) olduğunu ve bu alanda sürekli toplanan konum verilerinin işlenmesiyle farklı bilgilerin üretilmesine katkı sağlandığını belirtiyor.

Hocamız yeryüzünü farklı detay seviyelerinde görüntüleyebilen yer gözlem uydularından da söz ediyor. Yer gözlem uydularının bazıları 600-700 km mesafede olup daha detaylı gözlem yapabilirken bazıları 35.000 km mesafede olup daha çok meteorolojik ve atmosferik amaçlı kullanılıyor.

Ayrıca çevresel problemler, lokal ölçekte belediyeçilik çalışmaları, daha geniş ölçekte hava kirliliği ve iklim değişikliğinin takibi, hatta afet anında ve sonrasında ilgili bölgeleri görüntüleme gibi pek çok farklı konuda yer gözlem uydularından yararlanılıyor. İklim modeli ya da su kalitesi modellerine güvenilir veriler sunmak, belirli bir tarım alanında hastalık olup olmadığını tespit etmek ve rekoltenin ne olacağına yönelik tahminlerde bulunmak gibi çok farklı konularda da yine uydu görüntüleri kullanılıyor.

*Uyduları sınıflandırırken göz önünde bulundurulacak kriterlerden biri de irtifaları-yani, uydunun yerden ne kadar yükseklikte olduğu. 600-700 km irtifada olan ve yeryüzünü gözlemleyen GÖKTÜRK-1 ve GÖKTÜRK-2 gibi yer gözlem uyduları sürekli hareket hâlinde olup Güneş ile senkronize çalışıyor. 35.000 km irtifada, hep aynı yöne bakan ve çok sık veri alabilen meteorolojik amaçlı yer sabit uyduları ise atmosferi izlemeye yönelik kullanılıyor. Bunların haricinde, çok yüksek irtifada bulunan haberleşme uyduları ile Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi'nin (NASA) Mars'ı izleyen uydu sistemleri gibi diğer gök cisimlerini izleyen uydu sistemleri de bulunuyor.*

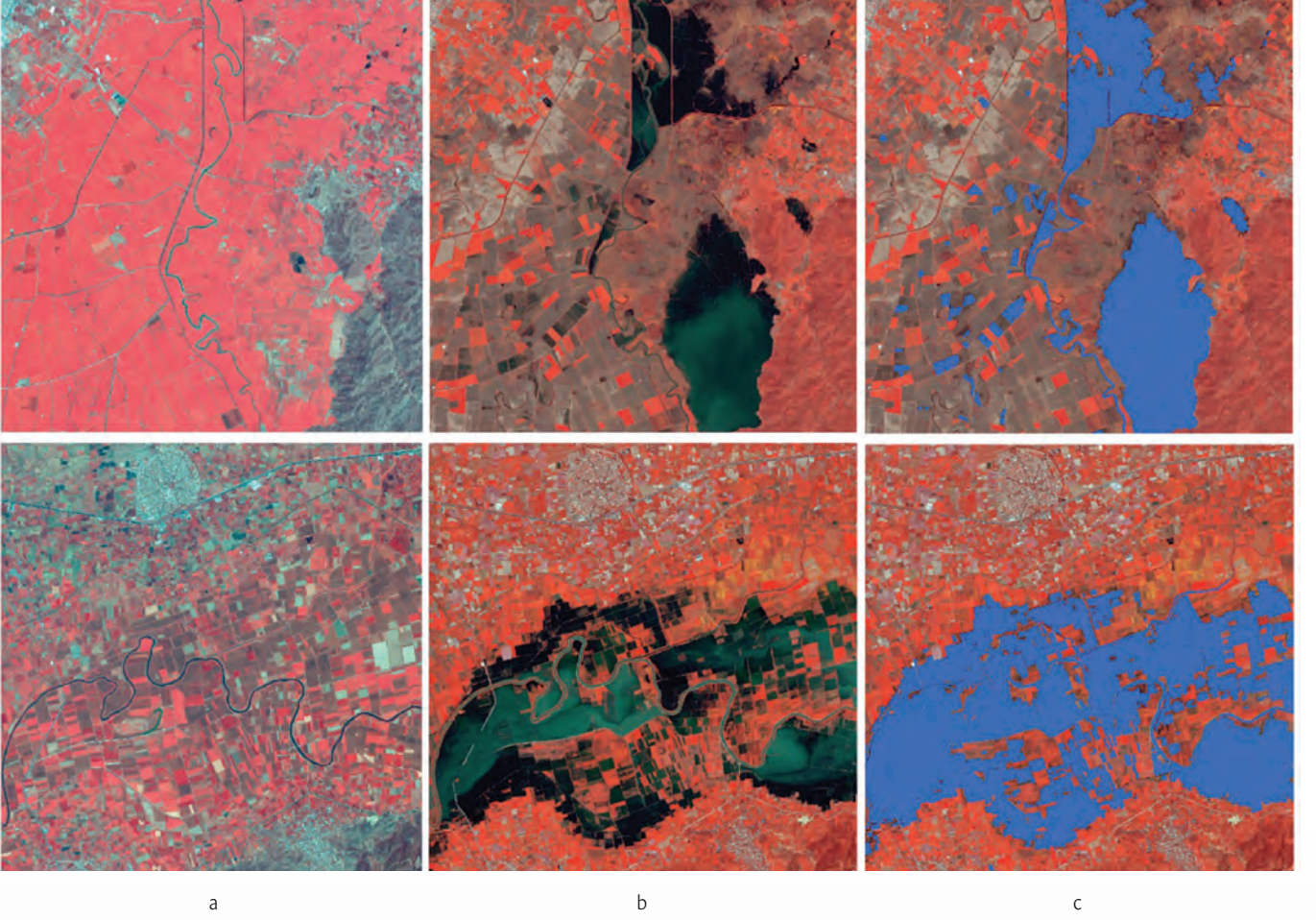
Geomatik mühendisliğinde veri toplamak için hem yersel ölçüm sistemleri hem de uzaktan algılama olarak değerlendirilen havadan ya da uzaydan ölçüm yapabilen sistemler kullanılıyor. Uzaktan algılama Prof. Dr. Sertel'in de çalıştığı konu. Yer yüzeyine ya da ilgili cisme dokunmadan onunla ilgili ölçüm yapabilen sistemler uzaktan algılama sistemi olarak tanımlanıyor. Ölçüm yapan aygıt bir insansız hava aracı (İHA) da olabilir, üzerinde özel kameralar ve algılayıcı sistemler bulunan uçaklar veya uydular da olabilir. Çok çeşitli veri toplama sistemlerinin bulunduğunu belirten hocamız, veriler toplandıktan sonra bu verileri analiz edip değerlendirdiklerini, veriyi işleme sonrasında özellikle mekânsal analizlerde coğrafi bilgi sistemlerinin devreye girdiğini belirtiyor.

## “Görünmeyeni Görünür Yapmak”

Prof. Dr. Sertel farklı dalga boyu aralıklarında alınan uzaktan algılama görüntülerinin analizleriyle ilgili bilgi verirken uzaktan algılama sistemlerinin aslında gözümüzün yaptığını yapmaya çalıştığını söylüyor. Gözümüzle uzaktan bakıp gördüğümüz görüntünün beynimizde üç boyutlu modellendiğini belirtiyor. Fakat elektromanyetik spektrumun tamamı düşünülüğünde gözümüzün görebildiği bölge çok kısıtlı, sadece görünür bölgeyi algılayabiliyoruz. Ancak teknoloji ile geliştirilen algılayıcıların elektromanyetik spektrumun farklı bölgelerinden de bilgi toplayabildiğini, dolayısıyla da görme yoluyla elde edemeyeceğimiz bilgileri algılayıcılarla edinmenin mümkün olduğunu öğreniyoruz. Örneğin termal kameralardaki algılayıcılar elektromanyetik spektrumun kızılötesi bölgesinden veri alıyor ve bu veriler görselleştiriliyor. Prof. Dr. Sertel gözümüzle göremeyeceğimizi bu algılayıcılarla görülebilir kılmamız mümkün olduğunu belirtiyor.

Tarımsal üretim ve arazi planlamasında uzaktan algılama yöntemlerini kullanmak için farklı ölçeklerle çalışmak gerektiğini söyleyen hocamız sözlerine şöyle devam ediyor: “Örneğin bir ülkenin tamamına bakıldığında problem daha farklı ve daha büyük oluyor. Bu nedenle uydulardan yararlanmak kaçınılmaz. Örneğin ülkemiz yaklaşık 800.000 km<sup>2</sup> ve Tarım ve Orman Bakanlığı, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) kanalıyla Sentinel gibi farklı uydulardan sağlanan verileri kullanıyor. Ancak daha spesifik örneğin bir tarla özelinde ya da civar tarlalarla ilgili bilgiye ulaşmak için de genellikle İHA'lar ya da drone'lardan faydalanılıyor. Ayrıca bu konuda çeşitli özel çözümler sunan dünya çapında şirketler de bulunuyor.”

Tarımla ilgili çalışmalarda veri alma sıklığına bağlı olarak uydular, uçak bazlı sistemler ve İHA-drone sistemleri kullanılıyor. Örneğin Sentinel uydusundan altı günde bir veri alınıyor. Veriler zamana bağlı olarak değerlendirildiğinde bitkilerin büyümesini izlemek, ürünlerde bir hastalık olup olmadığını tespit etmek ve yıllık ürün tahmininde bulunmak mümkün oluyor.



## Uydu Görüntülerine Erişim

Prof. Dr. Sertel'le söyleşimize uydu görüntülerine erişimle ilgili verdiği bilgilerle devam ediyoruz. Hocamız uydu görüntülerine erişim için ülkelerin uzay ajansları tarafından sunulan farklı programlardan yararlandığını söylüyor. Örneğin, Avrupa Birliği'nin Avrupa Komisyonu ve ESA tarafından yönetilen yeryüzü inceleme programı Copernicus kapsamında, Sentinel uydu verilerine ücretsiz erişim olduğunu öğreniyoruz. Çok detaylı verilere ihtiyaç duyulduğunda ise yüksek çözünürlüklü uydulardan alınan verilerin kullanılması gerekiyor.

NASA'nun ücretsiz erişimi olan programlarının bir kısmı doğrudan yer gözlemi için, bir kısmı ise atmosferi gözlemleyerek karbondioksit miktarını bulma ya da

hava kirliliği tespiti için, bazısı da yer altına yönelik gravimetrik ölçümler için kullanılıyor.

Yüksek çözünürlüklü uyduların birçoğu ticari getirisinden dolayı ücretli. Belirli bir bölgeye yönelik yüksek çözünürlüklü görüntüler genellikle ücretli olduğunu belirten hocamız araştırmaya yönelik olarak özellikle de son 3-4 yılda yapay zekâ algoritmaları için paylaşılan hem yüksek çözünürlüklü hem de ücretsiz çok farklı veri setleri olduğunu da hatırlatıyor. Araştırma amacıyla kullanılacak yüksek çözünürlüklü uydulardan alınacak görüntüler ücretsizken aynı verilerin ticari bir amaç için kullanılması söz konusu olduğunda ücret ödemek gerekiyor. Yani bu noktada kullanım amacı önemli bir etmen.

Prof. Dr. Sertel, matris şeklinde temsil edilen uydu görüntülerinin dijital formatta olduğunu ve bu görüntülerden bilgi üretilirken dijital görüntü

işleme yöntemlerinin kullanıldığını belirtiyor. Bu işleme süreçlerinde yararlanılabilecek açık kaynak kodlu kütüphanelerin ve yazılımların varlığından ve son 5-6 yıldır gerek bilimsel çalışmalarda gerekse çeşitli uygulamalarda yapay zekâ yöntemlerinin daha ön planda olduğundan söz ediyor. Ayrıca uydu ya da İHA görüntülerinden yapay zekâ yöntemleri ile bilgi elde etmenin giderek yaygınlaştığını da vurguluyor. Bir modeli ilk kez eğitip yapay zekâ algoritmasını oluşturduktan sonra yeni görüntülerden otomatik olarak bilgi çıkartılabildiğinin ama her amaca yönelik olarak farklı modellerin geliştirilmesi gerektiğinin de altını çiziyor.

Bu arada hocamızdan ülkemizdeki coğrafi veri tabanları hakkında da bilgi alıyoruz. Ulusal coğrafi bilgi sistemleri arasındaki en büyük veri tabanlarından biri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğüne ait. Bu coğrafi veri tabanına e-devlet şifresi ile giriş yaparak ulaşmak ve örneğin parselinizin etrafında neler olduğuna dair bilgiler gibi verilere erişmek mümkün. Tarım Bakanlığının coğrafi veri tabanı ise çiftçilerin beyanlarını kontrol etmek için kullanılıyor ve bunlara göre çiftçilere destek ödemeleri yapılıyor. Ayrıca İstanbul Büyükşehir Belediyesinin “Şehir Rehberi” adlı sistemine ve TÜBİTAK-UZAY tarafından tasarlanan RASAT uydusunun görüntülerinin bulunduğu “Gezgin” isimli sisteme de erişim mümkün.

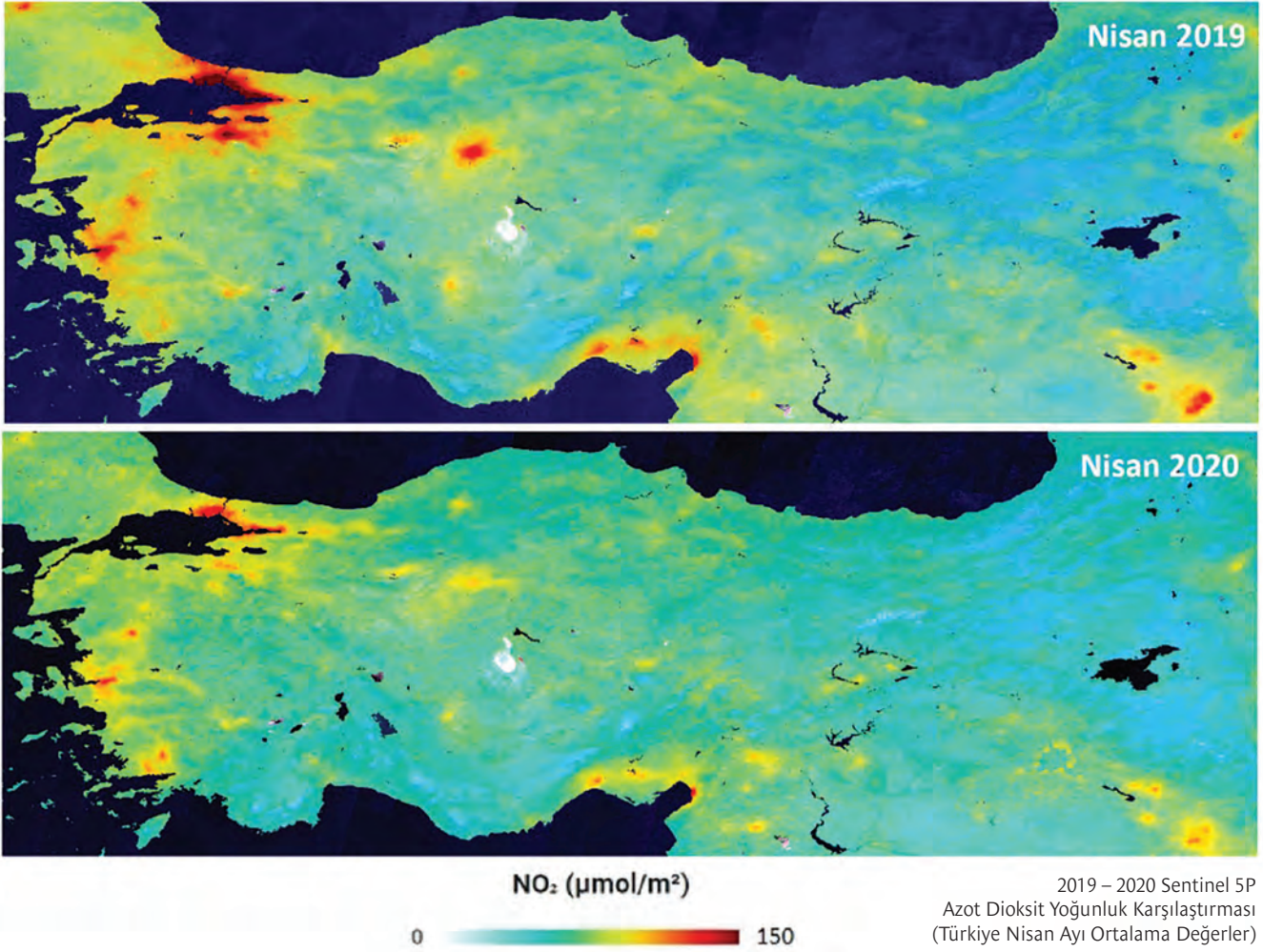
## İklim Değişikliği İzlenebilir mi?

Prof. Dr. Sertel iklim değişikliğinin uzaktan algılama yöntemleriyle izlenebilmesi ya da bu konuda yorum yapılabilmesi için uzun yıllara ait verilerin kullanılması gerektiğini belirtiyor. Çünkü iklimin beklenen bir doğal değişkenliği olduğunu, örneğin yaz aylarının uzun yıllar boyunca gözlenen sıcaklık



Değişim Analizi

ortalamasının belli olduğunu ve ancak son yıllardaki değerler bunun üstüne çıkmaya başladığında bir ısınmadan söz edilebileceğini belirtiyor. Bu bilgiye ulaşmak için de uzun bir sürece ait, genellikle 30 yıllık, verilere ihtiyaç duyuluyor. Bu verilerin büyük bir kısmı meteorolojik istasyonlardan geliyor. Ayrıca atmosferik ve meteorolojik anlamda bilgi toplayan uydular da mevcut. Hocamız bu uydulardan bahsederken ABD'nin ilk uydularının meteorolojik uydular olduğunu belirtiyor ve bunların 1970'lerden beri veri sağladığını söylüyor. Yani sıcaklık değişimleri ve bulut hareketlilikleri gibi bilgiler uydular aracılığıyla elde ediliyor. Bunun haricinde özellikle kutupları izleyen uydular da yer alıyor. Yine iklim değişikliği ile ilgili olarak, buzulların erime hızının ve hareketliliğinin izlenmesi gerektiğine dikkat çekerek kutuplarda genel olarak havanın yağışlı ve kapalı olduğu zamanlarda optik uydu sistemlerinden alınan verilerden bilgi üretmenin zor olduğu, o zaman da radarla inceleme



yapılması gerektiğini belirtiyor; ayrıca NASA'nın kutupları izlemek için fırlattığı uydular olduğundan söz ediyor. Bunun dışında, pek çok uyduya termal algılayıcılar eklenip deniz ve yüzey sıcaklığı gibi ölçümlerin yapıldığından, pek çok yer gözlem uydusuyla arazilerdeki değişime bakıldığından da bahsediyor. Çünkü iklim değişimini etkileyen en önemli faktörlerden biri şehirleşmenin artmasıyla oluşan şehir ısı adaları. Şehir merkezlerinde sayısı artan binalar Güneş'ten gelen enerjiyi önce soğurup sonra da geceleri ısı olarak yaydıkları için, şehirler kırsal alanlara göre daha sıcak oluyor. Dolayısıyla, farklı uydulardan gelen farklı veriler bir araya getirilip incelendikten sonra iklim değişikliği hakkında yorum yapmanın daha doğru olacağını belirtiyor.

## İyi Tarım Uygulamalarında Uzaktan Algılama

İyi tarım uygulamalarında uzaktan algılama çok büyük alanlardan ziyade tarlalar özelinde kullanılıyor. Uydu görüntülerine ek olarak, drone ya da İHA görüntüleri de tarım alanlarının sürekli izlenmesinde büyük önem taşıyor. Bu bilgiler sayesinde ürün verimine ya da bölgede bir hastalık ya da böceklenme olup olmadığının tespitine yönelik bilgiler edinilebiliyor.

Hocamız tarımla ilgili çalışmalarda veri sıklığı önemli olduğu için son zamanlarda uydu filosu denilen çok



sayıda daha küçük uydu kullanılarak sürekli veri toplama yönteminin yaygınlaştığını anlatıyor. Özellikle ürünün tarlada olduğu dönemde mümkün olduğunca sık izlenmesi gerektiğinden söz eden Prof. Dr. Sertel bu şekilde modelleme için daha güvenilir veri elde edildiğini de vurguluyor. Ekinlerde bir hastalığın olup olmadığının tespiti, iyi tarım uygulamaları ve gübreleme faaliyetleri için sıklıkla veri almak son derece önem taşıyor.

*Prof. Dr. Sertel tarımsal alanlarda verimi tahmin ederken çeşitli modeller kullanıldığını belirtiyor. Bu nedenle de uzaktan algılama her şeyin anahtarı gibi düşünülse de verim tahmin ederken sadece uydu görüntülerinin yeterli olmadığını belirtiyor. Kullandıkları modellerin kalibrasyonu için bazı bölgelerle ilgili bilinen verim değerlerine, diğer bir deyişle yersel ölçümlere de ihtiyaç duyulduğundan söz ediyor. Bu bilgilerle beraber uydu görüntüleri de kullanılarak doğru sonuca ulaşmak mümkün oluyor.*

## Tuzluluk Tespitinde Uzaktan Algılama

Prof. Dr. Sertel'in uzun zamandır üzerinde çalıştığı konulardan biri de günümüzün önemli problemlerinden biri olan toprak tuzlanması. Özellikle hem hava koşulları hem de çiftçilerin yanlış uygulamalarından dolayı nispeten kurak bölgelerde bu problem daha sık yaşanıyor. Prof. Dr. Sertel kuraklık nedeniyle tarım alanlarını sulama amaçlı çok fazla yer altı suyu kullanımının, toprak tuzluluğunun nedenlerinden en önemlisi olduğunu belirtiyor. Örneğin, Tuz Gölü çevresinde, Ege Bölgesi'ndeki bazı tarım alanlarında ve Harran'da görülen önemli problemlerden birinin bu olduğunu söylüyor. Kendisinin tuzlulukla ilgili yaptığı çalışmalar büyük alanları kapsayan daha çok akademik çalışmalar. Örneğin ilk çalışmaları Tuz Gölü ve çevresiyle ilgili. Bu çalışmalarda hem yersel ölçümlerin hem de uydu görüntülerinin olması gerektiğini ve ancak bu bilgilerin

birbirleriyle ilişkilendirilmesiyle söz konusu alanın tuzluluk haritasının ortaya çıkarılmasının mümkün olduğunu belirtiyor. Bu nedenle kendi çalışmalarının tamamında hem yersel ölçümleri hem de uydu görüntülerini kullanıyor. Ancak bu şekilde bir alan için "çok tuzlu", "orta derecede tuzlu" ya da "tuzlu değil" denilebileceğini vurguluyor. Yersel ölçümlerle uydu görüntülerinin birlikte değerlendirilmesinde istatistiksel yöntemler kullanılıyor. Son yıllarda makine öğrenmesi tekniklerinin çok fazla kullanılmaya başlandığını, hatta yapay zekâ ve derin öğrenme yöntemlerine de artık başvurulduğunu belirtiyor.

Prof. Dr. Sertel'in tuzlulukla ilgili problemin çözülemediği alanlar için önerisi ise ilgili bölgelerde tuzluluğa dayanıklı bitkiler yetiştirmek. Çiftçileri bilinçlendirmek, onlara eğitim vermek ve karar mercilerinin gerekli adımları atması da diğer önerileri. Bu noktada, İran'da bulunan ve çevresinde çok fazla tarımsal aktivite yapılan Urmiye Gölü'nü örnek veriyor. İnsan kaynaklı etkilerin tuzluluk probleminde en büyük faktörlerden biri olduğunu, diğer önemli bir faktörün ise iklim olduğunu vurguluyor. Çok sıcak iklimlerde buharlaşmanın çok fazla olması tuzluluğu tetikliyor. Tuzluluk verimi düşürüyor, hatta bazı durumlarda hiç verim alınamıyor.

## Arkeolojik Alanların Tespitinde Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama ile arkeolojik alanların tespiti de yapılabiliyor. Hatta bu amaçla daha çok yüksek çözünürlüklü görüntü ya da hava fotoğrafları kullanılıyor. Ancak Prof. Dr. Sertel örneğin İzmit yakınlarında üstü sonradan şehirleştirdiği için toprak altında kalan bir arkeolojik alanın uzaktan algılama ile tespit edilemeyeceğini belirtiyor. Efes Antik Kenti ya da üst yüzeyine müdahale olmamış bir arkeolojik alanın tespitinde ise uzaktan algılamanın yaygın olarak kullanıldığını söylüyor. Hatta ABD'nin ilk olarak casusluk

amaçlı gönderdiği, daha sonra ise verilerini açık hâle getirdiği CORONA ve HEXAGON isimli uyduların hava fotoğrafına çok benzer çözünürlükte (1 metre altında) bilgi toplayabildiğini belirtiyor. Özellikle geçmişle ilgili bilgi toplamak için bu uydu sisteminin görüntülerinin kullanıldığını da sözlerine ekliyor. Yani arkeoloji, uzaktan algılamanın önemli kullanım alanlarından biri.

## Çevre Kirliliğinin İzlenmesinde Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama yöntemlerinin kullanıldığı diğer bir alan ise çevre kirliliği. Atmosfer kirliliğinin hem sağlığımıza hem de iklim değişikliğine etkileri olduğunu belirten Prof. Dr. Sertel, atmosferdeki karbondioksit ya da kükürt dioksit miktarını ölçebilen uydu sistemleri geliştirildiğini; örneğin Copernicus programına dâhil olan Sentinel 5 ve Sentinel 5P uydularının hava kalitesi, ozon tabakasının durumu ve karbondioksit miktarı gibi konularda veri sağladığını söylüyor. Su kirliliğini izlemek için de çeşitli algılayıcılardan gelen verileri kullanarak kirlenmelerle ilgili bilgileri edinmek mümkün. Gerek hava kirliliği gerekse su kirliliğini izlemek için çok farklı uydu sistemleri mevcut ve yaygın olarak kullanılıyor.

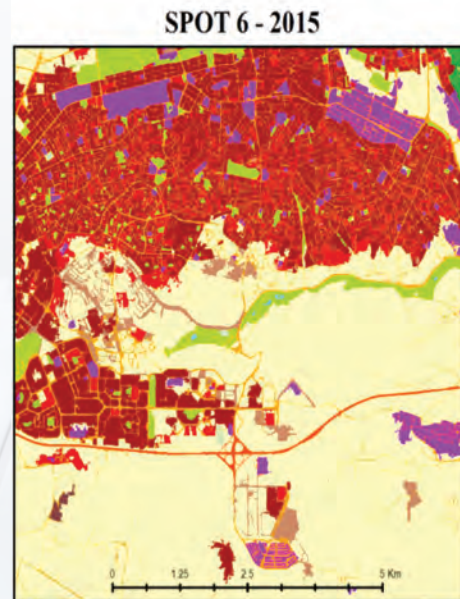
## Şehir Planlamasında Uzaktan Algılama

Uzaktan algılamanın şehir planlamasında da uygulamaları var. Ancak bu uygulamalar için geçmişten bugüne durumun ne olduğunu bilmek gerekiyor. Bu amaçla arazi örtüsü/kullanımı haritası dediğimiz haritalar kullanılıyor. Uydu görüntülerinin çeşitli yöntemlerle değerlendirilmesi sonucunda yerleşim alanlarını az yoğun, orta yoğun ve çok yoğun gibi kategorilerde sınıflandırmak ve haritalamak mümkün. Böylece uydu görüntüleri kullanılarak ilgili alanın özelliklerini gösteren

arazi örtüsü ve kullanım haritaları oluşturuluyor. Hocamız bu haritaların geçmişe yönelik olarak (örneğin beş yıllık aralıklarla) çıkarılması sonucunda geleceğe yönelik tahminlerin de yapılabildiğini, dolayısıyla şehir planlaması çalışmalarında da 2 metre ya da daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanıldığını belirtiyor. Böylece şehir alanlarının dağılımı, ulaşım ağları, şehir içi yeşil alanlar, nüfus yoğunluğu ve karbon hesaplamaları gibi konularda uydu görüntüleriyle oluşturulan arazi örtüsü/ kullanım haritaları sayesinde çok detaylı bilgiler elde edilebiliyor.



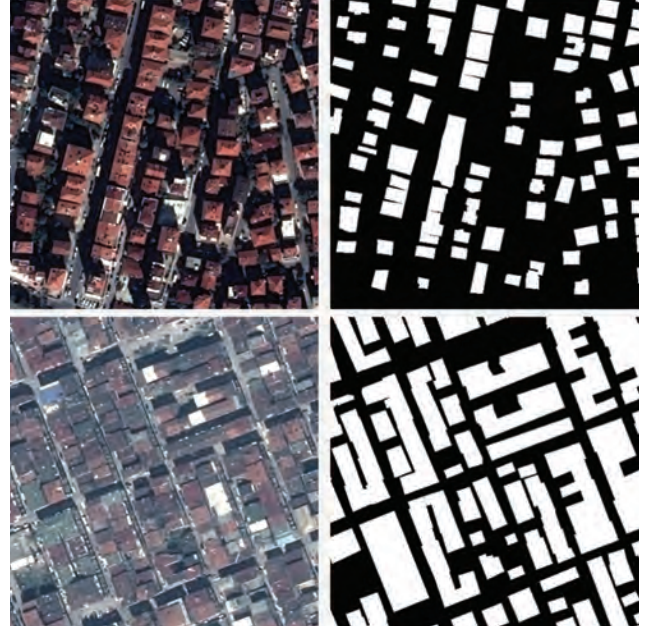
Gaziantep  
Arazi  
Örtüsü/Kullanımı  
Haritası ve  
Değişim  
Analizi



# Yapay Zekâ, Derin Öğrenme, Makine Öğrenmesi ve Uzaktan Algılama

Uzaktan algılamada kullanılan yöntemlerde zaman içinde görüntülerin ya da boyutların değiştiğini belirten Prof. Dr. Sertel, günlük uydu verilerinin terabyte ve petabyte seviyesinde olabildiğini, ayrıca sürekli yeni görüntüler algılandığı için, zamana bağlı bazı çalışmalarda tek bir görüntüden bilgi almanın pek anlamlı olmadığını söylüyor. Bu noktada büyük veri ve yapay zekâ devreye giriyor. Çünkü bu verilerden çeşitli modeller üretilip yapay zekâ tabanlı algoritmalar geliştirildiğinde, yeni bir görüntüyü modele sunup onun hakkında hemen çıktı almak söz konusu olabiliyor. Dolayısıyla görüntü işleme yapay zekâ çok yaygın olarak kullanılıyor. Ancak bunun için “etiketlenmiş veri seti” denilen referans veri setine de ihtiyaç duyuluyor. Böyle bir veri setini oluşturmak için de bir süreç gerekiyor. Referans veri seti az ise makine öğrenmesi temelli yöntemlere de başvurulabiliyor. Bir diğer yeni yaklaşım ise yapay zekâ kapsamında değerlendirilen zayıf kontrollü

Uydu görüntülerinden Yapay Zekâ kullanarak otomatik bina çıkarma



Etiketlenmiş veri

öğrenme. Prof. Dr. Sertel’in şu an çalıştığı konulardan biri de bu. Fakat hâlihazırda yapay zekâ ve makine öğrenmesi teknikleri uydu görüntülerinin ya da farklı hava platformlarından elde edilen görüntülerin bilgiye dönüştürülmesinde çok yaygın olarak kullanılabilir. Hocamız otomatikleştirme adına makine öğrenmesi ve yapay zekâ algoritmalarının bilimsel araştırmalar ve çeşitli uygulamalarda çok önemli yer tuttuğunu da sözlerine ekliyor.



Yapay zekâ ile görüntüden otomatik olarak binaların bulunması (kırmızı çizgiler bina sınırları)



## Gençlere...

Prof. Dr. Sertel'in ilk tavsiyesi akademisyen olmak isteyen gençlere. Meraklı olmanın pek çok disiplin için büyük önem taşıdığını ama akademisyenlik için vazgeçilmez bir öge olduğunu belirtiyor. Çünkü merak etmek araştırma yapmayı tetikliyor, araştırma yapmak da yeni şeyler bulup yeni yöntemler geliştirmeyi beraberinde getiriyor, böylece kaliteli işler ortaya çıkıyor. Gençlerin sürekli bir merak duygusuyla çevrelerinde olup biteni sorgulayıp araştırmalarını tavsiye ediyor. Bu durumun akademisyenler için olduğu kadar özel sektörde AR-GE bölümlerinde çalışan araştırmacılar için de geçerli olduğunun altını çiziyor.

Hocamızın diğer önemli tavsiyesi ise yabancı dil ile ilgili. Kendisinden örnek vererek İngilizceyi iyi derecede bilmesinin çok fazla avantaj sağladığını söylüyor. Bu sayede araştırmalarını uluslararası konferanslarda ve toplantılarda sunup farklı araştırmacılar ile fikir alışverişinde bulunabildiğinden, uluslararası akademisyenlerle paylaşmak üzere makaleler yazabildiğinden ve

güncel teknolojik gelişmeleri takip edebildiğinden söz ediyor. Ayrıca, AB projelerini değerlendirmek üzere görev aldığı toplantılarda da İngilizceyi etkin konuşuyor olmanın çok yararını gördüğünü ekliyor.

İlgi duydukları ve sevdikleri alana yönelmeleri de hocamızın gençlere diğer bir tavsiyesi. İlgi duyulan bir alanda çalışmanın üretkenliği arttırdığını, üniversite sınavı tercihlerinde de bunun mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğine inanıyor. Mühendis olmayı tercih eden gençlere de özellikle teknolojiyi takip etmelerinin önemini hatırlatıyor.

Prof. Dr. Sertel, araştırma yapılan konudaki güncel durumun çok iyi analiz edilmesi sonrasında mevcut durumdaki eksiklikleri ya da boşlukları iyice anlayıp "Bu konuda ne yapabilirim?" demek gerektiğine inanıyor. Yeniliklerin ancak bu yolla geleceğini vurguluyor.

## Bilim ve Teknik İçin Ne Dedi?

*"Bilim ve Teknik dergisini ortaokuldayken de lisedeyken de düzenli olarak alırdım ve okurdum. Dergideki soruları çözmeye çalışırdım. Bilim ve Teknik dergisi çok köklü bir dergi. Dergide güncel konulara yer veriliyor, dünyada bilim ve teknoloji alanında yapılan yenilikler yalın bir dille aktarılıyor. Gençlerin derginizi takip ederek büyük fayda sağlayacağını düşünüyorum."*

Bilim ve Teknik dergisi ekibi olarak Prof. Dr. Elif Sertel'i aldığı ödülünden dolayı kutluyor, nicelerini diliyor ve bize vakit ayırdığı için kendisine çok teşekkür ediyoruz. ■