

Deprem Sonrası Göçük Altı Canlı Tespiti İçin Yapay Zekâ Tabanlı Frekans-Adımlı Multistatik Geniş Bantlı Radar Yaklaşımı

Prof. Dr. Nurhan TÜRKER TOKAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Türkiye, başta deprem olmak üzere doğa kaynaklı afetlerin sıklıkla yaşandığı bir coğrafyada yer almaktadır (Türkiye Deprem Tehlike Haritası, 2018). Ülkemizdeki nüfusun %51,7'si afet tehlikesinin yüksek olduğu bölgelerde yaşamaktadır (UNESCAP Asya-Pasifik Afet Risk Raporu, 2019). Deprem sebebiyle yaşanan can kaybı afetler nedeniyle meydana gelen can kayıplarının yaklaşık %60'ını kapsamaktadır. Deprem riskinin yüksek olduğu bölgelerdeki binaların daha sağlam hale getirilmesiyle can kaybı azaltılabilir. Risk azaltma çalışmaları yoğun olarak devam ediyor olmasına karşın hedeflenen seviyelere henüz ulaşamamıştır (Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı). Projemiz, 11. Kalkınma Planı hedeflerinde yer alan deprem sonrasında oluşabilecek can kaybının en az seviyede tutulabilmesi için gerekli risk azaltma çalışmalarına yönelik olup dünya düzeyinde önemli bir soruna çözüm getirmeyi hedeflemektedir (11. Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonları Raporu). Çökmüş bir binada mahsur kalan canlıyı hızlı ve etkili bir şekilde kurtarma büyük önem taşır. Arama-kurtarma ekipleri depremzedelerin kurtarılması için akustik dedektörler, köpekler, yılan kamera ve yüksek hassasiyetli mikrofonlar kullanır, ancak bu yöntemlerin her birinin enkaz alanında kullanımında bazı kısıtlamaları vardır. Bu sebeple, göçükteki canlıların tespiti için kullanılabilecek güvenilir bir cihaz yapmak oldukça önemlidir. Uzaktan algılama teknolojilerinin bu alanda kullanımı son yıllarda büyük ilgi görmektedir. Düşük RF frekanslarda (6 GHz altı) elektromanyetik dalgalar beton, tuğla, ahşap vb. gibi yapı malzemesi içerisinde ilerleyebilmektedir. Göçük içi canlı tespiti için özelleştirilmiş radar teknolojisinin kullanımı sayesinde enkaz altındaki kalp atışı ve nefes alma hareketleri tespit edilebilir. Bu amaçla birçok akademik çalışma yapıyor olmasına karşın ticari ürüne dönüşmüş üç ürün mevcuttur. Rescue&Radar (Annan, 2011), Life Locator (UltraVision Security Systems, 2007-2008) ve Finder (Finder by NASA) cihazları ile göçük içindeki 10m derinlikteki canlıların küçük hareketlerinin tespit edilebildiği ifade edilmiştir. Ancak erişilebilen uç derinlik göçük içerisindeki yapı bileşenlerinin dağılımına göre farklılık gösterecektir. Zira bölgenin heterojenliği elektromagnetik dalgaın saçılmasına sebebiyet vererek enerjinin belirtilen derinlik seviyelerine ulaşamamasına neden olabilir. Ortam ve hedefle ilgili sonsuz olasılık,

performansı net bir şekilde belirlemeye engel olur. Bu sebeple, göçük içerisindeki canlının konumunu yüksek doğrulukla tespit etmek halen daha çözüm gerektiren, önemli bir bilimsel ve teknolojik problemidir.

Önerdiğimiz projede, deprem sonrasında oluşan bina göçüğü içerisinde sıkışmış bilinçli ya da bilinçsiz halde bulunan canlıların varlıklarının ve konumlarının tespiti için literatürde ilk kez Yapay Zekâ (YZ) tabanlı bir tespit ve konum belirleme algoritması uygulanacaktır. Kullanılacak olan YZ Algoritmaları, Derin Öğrenme ve Sembolik Regresyon'dur. Çok alıcılı (multistatik) sürekli dalga radarı yaklaşımı ile YZ algoritması, hedef konumunu klasik yöntemlere oranla daha hızlı ve yüksek doğrulukla tespit imkânı sunacaktır. Enkazdaki yapı bileşenlerinin elektriksel özelliklerinin frekans ile değişimi araştırılarak 150-650 MHz frekanslarında çalışan çok geniş bantlı bir radar sistemi ile çalışılması uygun görülmüştür. Alt kesim frekansı FM yayını ve telsiz iletişimi kaynaklı gürültüyü, üst kesim frekansı 4.5G frekansları sebebiyle oluşacak gürültüyü engelleyecektir. Frekans adımlı (50 MHz adımlarla) yüzey altı görüntüleme sürekli dalga radarı ile farklı yapı bileşenlerinden oluşan heterojen yapıdaki göçük içerisinde dalga propagasyonu sağlanarak hedefin hareketi (nefes alışı ya da kalp atışı) algılanacaktır. Özgün tasarlanan alıcı konformal dizi anten ağı ile enkaz yüzeyi ile uyumlu olarak geniş bir yüzey alanını kapsayacak şekilde çalışabilecektir. Verici anten, enkaz yapısına bağlı olarak göçüğü önden ya da arkadan aydınlatacak şekilde konumlandırılabilir. Göçüğün sayısal modellemesi ve depremden sonra olası göçük ortamından kaynaklı elektromanyetik (EM) saçılmaların hesap edilebilmesi için özgün nümerik bir yaklaşım önerilmektedir. Önerilen nümerik yöntem eşdeğerlik prensibinden yararlanarak yüzey akımlarının ayrıştırılmasına dayanmaktadır.

Projemiz dört ana iş paketinden oluşmaktadır. Her iş paketinin mahiyeti kapsamlı araştırma içermektedir. İş paketlerinin ana sorumluları ilgili alanda uzman, bilimsel çalışmaları ile kendisini ispatlamış araştırmacılar görev alacak şekilde belirlenmiştir. Projenin çıktılarının laboratuvar prototipi (TRL3-4) seviyesinde olması hedeflenmektedir. Üretilen prototip hem laboratuvar hem de saha ortamında test edilecektir. Projemizin neticesinde, bu alanda tecrübe kazanmış bir ekip oluşacak ve deprem sonrası süreçlerde kullanılan arama-kurtarma tekniklerine yeni bir ürün yaklaşımı eklenecektir.

Anahtar Kelimeler: Anten Teorisi ve Tasarımı; Anten ve Radar Sistemleri; Anten Teorisi ve Tasarımı; Dizi ve Radar Sinyal İşleme; Yapay Zekâ