



TÜBİTAK-2209-A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI

Başvuru formunun Arial 9 yazı tipinde, her bir konu başlığı altında verilen açıklamalar göz önünde bulundurularak hazırlanması ve ekler hariç toplam 20 sayfayı geçmemesi beklenir (Alt sınır bulunmamaktadır). Değerlendirme araştırma önerisinin özgün değeri, yöntemi, yönetimi ve yaygın etkisi başlıkları üzerinden yapılacaktır.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

2024 Yılı

1. Dönem Başvurusu

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

A. GENEL BİLGİLER

Başvuru Sahibinin Adı Soyadı: Batuhan Zülkadiroğlu
Araştırma Önerisinin Başlığı: Yer Altı Su Dağıtım Şebeke Sızıntılarının Tespitinde Bir Verimlilik Artışı Yönteminin Geliştirilmesi
Danışmanın Adı Soyadı: DR. Gökhan DINDİŞ
Araştırmanın Yürütüleceği Kurum/Kuruluş: ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ

ÖZET

Türkçe özetin araştırma önerisinin (a) özgün değeri, (b) yöntemi, (c) yönetimi ve (d) yaygın etkisi hakkında bilgileri kapsamı beklenir. Bu bölümün en son yazılması önerilir.

Özet: Akıllı şehircilik kapsamında yer altı temiz ve atık su boru hatlarında oluşan sızıntı ve kaçaklarının tespiti önemli bir konudur. Büyük emek ve maliyetlerle kullanıma sunulan suyun sızıntı ve kaçaklar dolayısıyla ziyan edilmesi doğrudan maddi kayıplar oluşturmaktadır. Ayrıca kaçaklar basınç düşüşleri, kirleticilerin içme suyu kirlenmesi gibi olumsuz durumlara yol açarak suyun kalitesinin düşmesine sebebiyet verir ve hem insan sağlığı için risk oluşturur, hem de ekosistemi olumsuz etkiler [3].

Zaman alanı yansıma (Time Domain Reflectometry, TDR) teknolojisi su kaçaklarının tespitinde oldukça etkili ancak maliyetli bir yöntemdir. Bu projede yer altı temiz ve atık su borularında oluşan kaçakların tespiti için TDR teknolojinin uygulanmasında verimlilik artışı yapabilecek bir yöntemin araştırılması hedeflenmektedir.

TDR ünitelerinin ölçüm mesafesi ortamın (toprak) ve sensör kablosunun karakteristiklerine göre en fazla birkaç yüz metreye ulaşabilmektedir. Genellikle 100 metre civarındadır. TDR'nin çalışma prensibi, iletim hattına gönderilen yüksek hızlı bir darbe sinyalinin yansımalarını analiz etmeye dayanır [4]. Bu araştırma projesinde geliştirilecek sistemde biri hariç diğerleri gömülü olmak üzere, birden fazla TDR birimi kullanılacaktır. TDR üniteleri toprağa ölçüm mesafeleri oranında aralıklarla yerleştirilecek ve bir sensör ağı oluşturulacaktır. Elde mevcut olan TDR üniteleri biri hariç toprak altında çalışabilecek hale getirilecek aynı sensör kablosu üzerinden koordineleri bir şekilde hem enerjileri hem de haberleşmeleri sağlanacaktır. Ana TDR ünitesi hariç diğer TDR üniteleri için yüksek maliyetli erişim, enerji sürekliliği, iletişim ve altyapı gereksinimleri optimize edilmiş olacaktır. Önerilen yöntem başarılı sonuç verirse TDR'ın su yönetiminde ortaya çıkan sızıntı veya kaçakların tespitinde daha yaygın, kapsamlı ve verimli kullanımı sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: TDR (Time Domain Reflectometry), Kaçak Tespiti, Yer Altı Temiz ve Atık Su Boru Hatları, Su Sızıntı ve Kaçakları

1. ÖZGÜN DEĞER

1.1. Konunun Önemi, Araştırma Önerisinin Özgün Değeri ve Araştırma Sorusu/Hipotezi

Araştırma önerisinde ele alınan konunun kapsamı ve sınırları ile önemi literatürün eleştirel bir değerlendirmesinin yanı sıra nitel veya nicel verilerle açıklanır.

Özgün değer yazılırken araştırma önerisinin bilimsel değeri, farklılığı ve yeniliği, hangi eksikliği nasıl gidereceği veya hangi soruna nasıl bir çözüm geliştireceği ve/veya ilgili bilim veya teknoloji alan(lar)ına kavramsal, kuramsal ve/veya metodolojik olarak ne gibi özgün katkılarda bulunacağı literatüre atıf yapılarak açıklanır.

Önerilen çalışmanın araştırma sorusu ve varsa hipotezi veya ele aldığı problem(ler)i açık bir şekilde ortaya konulur.

Akıllı şehircilik kapsamında yer altı temiz ve atık su boru hatlarında oluşan sızıntı ve kaçaklarının tespiti önemli bir rol oynamaktadır. Bu oluşan sızıntıların tespiti için birçok yöntem var olmakla beraber bunların arasında TDR teknolojisi ile tespiti etkili [1, 2] ancak maliyetli bir yöntemdir. TDR ünitelerinin ölçüm mesafesi ortam toprak olduğunda sensör kablosunun karakteristiklerine göre en fazla birkaç yüz metreye ulaşabilmektedir. Genellikle 100 metre civarındadır. Her bir TDR'ın enerji, haberleşme, erişim kolaylığı (man-hole) maliyetleri geniş kapsamlı bir bölge için astronomik fiyatlar oluşturabilmektedir. Sensör kablosunun aynı zamanda enerji ve haberleşme amaçlı da kullanılabilmesi ve ağdaki diğer TDR ünitelerinin düşük maliyetli tipleriyle konfigüre edilmesi maliyetleri düşürecektir.

Önerilen çalışmada TDR teknolojisi kullanılarak bir sensör ağı oluşturulacaktır ve bu sensör ağını kontrol eden bir

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

kontrol ünitesi tasarlanacaktır. Yukarıda bahsedilen konsept de oluşturulan bu sensör ağı sayesinde maliyetlerin düşürülebileceği ve verimliliğin artırılabilmesi öngörülmektedir. Çalışma, literatüre katkıda bulunulabileceği kadar pratik uygulamalarda da kullanışlılığı yaygınlaştırılabilir.

1.2. Amaç ve Hedefler

Araştırma önerisinin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve araştırma süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde yazılır.

Bu araştırma önerisinin genel amacı TDR teknolojisini kullanarak yeraltındaki su ve atık borularındaki sızıntı ve kaçakları tespit etmektir. Bu teknoloji halihazırda patentlidir [1] ve yer yer kullanılmaktadır. Fakat TDR teknolojisinin yaygın olarak kullanılmamasının en büyük sebeplerinden biri maliyetlerin fazla olmasıdır. Bu bağlamda projenin ilk hedefi TDR teknolojisini daha ucuz bir şekilde geliştirip akıllı şehircilik kapsamında yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktır. Projenin akademik danışmanı istenilen özelliklerde düşük maliyetli bir TDR cihazı geliştirmiştir. Çözünürlüğünü artırma çalışmaları devam etmektedir.

Bu projenin kritik hedeflerinden bir diğeri de bu TDR cihazlarını belirli aralıklarla toprak altına gömüp, birbirleriyle efektif bir şekilde haberleşmesini sağlayabilmektir. Bu kapsamda yeraltı su boruları ile toprağa gömülü kablo kullanılarak hem enerji aktarımı hem de yeraltında gömülü TDR cihazları arasında haberleşme sağlanması amaçlanmaktadır. Bu işlemi tek bir kablo ile yaparak maliyetin düşürülmesi hedeflenmektedir.

2. YÖNTEM

Araştırma önerisinde uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri (veri toplama araçları ve analiz yöntemleri dahil) ilgili literatüre atıf yapılarak açıklanır. Yöntem ve tekniklerin çalışmada öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulur.

Yöntem bölümünün araştırmanın tasarımını, bağımlı ve bağımsız değişkenleri ve istatistiksel yöntemleri kapsamı gerekir. Araştırma önerisinde herhangi bir ön çalışma veya fizibilite yapıldıysa bunların sunulması beklenir. Araştırma önerisinde sunulan yöntemlerin iş paketleri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Yer altındaki temiz ve atık su boru hatlarındaki sızıntı ve kaçakların tespiti için TDR teknolojisine dayalı sistemler üzerine geniş bir literatür taraması yapılacaktır. Ayrıca sensör kablosu üzerinde enerji ve haberleşme fonksiyonlarının gerçekleştirilebilmesi için kullanılabilecek devreler incelenilecektir. Uygun bulunanlar deneysel çalışmalarla doğrulandıktan sonra devre tasarımı olgunlaştırılacaktır. Enerji ve haberleşme fonksiyonlarının sensör kablosuna en az distorsiyon oluşturacak şekilde entegrasyonu gerçekleştirilecektir. Eldeki TDR'lar 100 metrelik sensör kabloları ile birbirine bağlanacak ve tüm fonksiyonlar test edilecektir. Sistemin gerçekçi bir ortamda test edilebilmesi için laboratuvar ortamına döşenen sensör kablolarından oluşan bir test düzeneği kurulması planlanmıştır. Ana TDR ünitesi üzerinden hem sızıntı testi yapılabilecek hem de enerji ve haberleşme fonksiyonları sayesinde hattaki uzak TDR ünitelerine kapsama alanlarındaki sızıntı testleri yaptırılabilir. Elde edilen verilerin bir merkez bilgisayarda grafiksel bir arayüzde analiz edilebilmesi, sızıntı tespitinin gerçekleştirilebilmesi çalışmaları da yöntemin doğruluğunun teyidi açısından proje kapsamına dahil edilmiştir.

3 PROJE YÖNETİMİ

3.1 İş- Zaman Çizelgesi

Araştırma önerisinde yer alacak başlıca iş paketleri ve hedefleri, her bir iş paketinin hangi sürede gerçekleştirileceği, başarı ölçütü ve araştırmanın başarısına katkısı “İş-Zaman Çizelgesi” doldurularak verilir. Literatür taraması, gelişme ve sonuç raporu hazırlama aşamaları, araştırma sonuçlarının paylaşımı, makale yazımı ve malzeme alımı ayrı birer iş paketi olarak gösterilmemelidir.

Başarı ölçütü olarak her bir iş paketinin hangi kriterleri sağladığında başarılı sayılacağı açıklanır. Başarı ölçütü, ölçülebilir ve izlenebilir nitelikte olacak şekilde nicel veya nitel ölçütlerle (ifade, sayı, yüzde, vb.) belirtilir.

İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ (*)

İP No	İş Paketlerinin Adı ve Hedefleri	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	Zaman Aralığı (..-.. Ay)	Başarı Ölçütü ve Projenin Başarısına Katkısı
1	Araştırma ve Doküman Hazırlanması	Proje Ekibi	1 Ay	Projede önerilen yöntemin sağlıklı bir şekilde geliştirilmesi için gereksinim dokümanının ortaya çıkarılması. Proje başarısına katkısı %15.
2	DeneySEL Çalışmalar, Test ve Analiz Çalışmaları	Proje Ekibi	1-2 Ay	Sistem tasarımı ve yazılım mimarisinin ortaya çıkarılması. Proje başarısına katkısı %25.
3	Prototip Geliştirme Aşaması	Proje Ekibi	2-3 Ay	Test düzeneğine uygulanabilir bir TDR tabanlı sızıntı sensör ağı prototipinin gerçekleştirilmesi. Proje başarısına katkısı %35.
4	Test Düzenek Tasarım Aşaması	Proje Ekibi	1 Ay	TDR tabanlı sensör ağı prototipinin gerçekçi şartlar da testinin sağlayabilecek bir laboratuvar test ortamının gerçekleştirilmesi. Proje başarısına katkısı %10.
5	Test Aşaması	Proje Ekibi	1 Ay	Sistemin merkezi bilgisayar arayüzü ile test edilebilirliğinin sağlanması. Proje başarısına katkısı %15.

(*) Çizelgedeki satırlar ve sütunlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

3.2 Risk Yönetimi

Araştırmanın başarısını olumsuz yönde etkileyebilecek riskler ve bu risklerle karşılaşıldığında araştırmanın başarıyla yürütülmesini sağlamak için alınacak tedbirler (B Planı) ilgili iş paketleri belirtilerek ana hatlarıyla aşağıdaki Risk Yönetimi Tablosu'nda ifade edilir. B planlarının uygulanması araştırmanın temel hedeflerinden sapmaya yol açmamalıdır.

RİSK YÖNETİMİ TABLOSU*

İP No	En Önemli Riskler	Risk Yönetimi (B Planı)
1	Çevresel faktörlerden dolayı oluşabilecek gürültüler.	Gereken yerlerde empedans uyumunun maksimize edilmesi sağlanarak SNR seviyesi iyileştirilecektir. Sinyalin uygun elektronik devreler ile güçlendirilip filtrelenmesi sağlanacaktır.
2	Sensör ağı içerisinde oluşabilecek haberleşme problemleri.	Enerji hattı ve haberleşme hattını ayırıp farklı kablolar aracılığı ile bu işlemler sağlanacaktır. Bir miktar verimlilik kaybı oluşabilecektir.
3	Proje ekibinden ayrılmak zorunda olanların görevlerinin aksaması.	Yedek gönüllü ekip elemanlarını baştan projeye dahil edilerek gözlemci olarak çalışmaları veya bulunmaları risk durumunda faaliyetlere aktif katılımları sağlanacaktır.

3.3. Araştırma Olanakları

Bu bölümde projenin yürütüleceği kurum ve kuruluşlarda var olan ve projede kullanılacak olan altyapı/ekipman (laboratuvar, araç, makine-teçhizat, vb.) olanakları belirtilir.

ARAŞTIRMA OLANAKLARI TABLOSU (*)

Kuruluştaki Bulunan Altyapı/Ekipman Türü, Modeli (Laboratuvar, Araç, Makine-Teçhizat, vb.)	Projede Kullanım Amacı
3D printer	Mekanik ve elektronik parçaların montajını sağlayacak bağlantı elemanlarının prototipi için kullanılacaktır.
Osilaskop(200MHz, 2GSPS örnekleme)	Elektronik devrelerin istenilen şekilde çalışıp çalışmadıklarını test etmek için kullanılacak.
Masaüstü matkap, şerit testere, torna, freze, el presi	3D printer ile yapılması mümkün olmayan parçaların imalatı için kullanılacaktır.
3 Adet 100MSPS TDR	1 adet ana TDR, 2 adet uzaktan erişilecek TDR olarak kullanılacaktır.

(*) Tablodaki satırlar gerektiği kadar genişletilebilir ve çoğaltılabilir.

4. YAYGIN ETKİ

Önerilen çalışma başarıyla gerçekleştirildiği takdirde araştırmadan elde edilmesi öngörülen ve beklenen yaygın etkilerin neler olabileceği, diğer bir ifadeyle yapılan araştırmadan ne gibi çıktı, sonuç ve etkilerin elde edileceği aşağıdaki tabloda verilir.

ARAŞTIRMA ÖNERİSİNDEN BEKLENEN YAYGIN ETKİ TABLOSU

Yaygın Etki Türleri	Önerilen Araştırmadan Beklenen Çıktı, Sonuç ve Etkiler
Bilimsel/Akademik (Makale, Bildiri, Kitap Bölümü, Kitap)	Araştırmanın bulguları, TDR teknolojisinin yeni kullanım alanlarını ortaya koyarak su yönetimi ve çevresel izleme alanında bilimsel literatüre katkı sağlayacaktır. Bu sonuçlar makale ve bildirilerde yayımlanarak akademik toplulukta bilinirliği artıracaktır.

2209/A ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI
ARAŞTIRMA ÖNERİSİ FORMU

Ekonomik/Ticari/Sosyal (Ürün, Prototip, Patent, Faydalı Model, Üretim İzni, Çeşit Tescili, Spin-off/Start-up Şirket, Görsel/İşitsel Arşiv, Envanter/Veri Tabanı/Belgeleme Üretimi, Telif Konu Olan Eser, Medyada Yer Alma, Fuar, Proje Pazarı, Çalıştay, Eğitim vb. Bilimsel Etkinlik, Proje Sonuçlarını Kullanacak Kurum/Kuruluş, vb. diğer yaygın etkiler)	<p>Bu araştırma TDR teknolojisi kullanılarak su sızıntısı tespit yöntemlerinin verimliliğini artırmayı hedeflemektedir. Başarılı olursa akıllı şehircilik kapsamında TDR kullanımının su sızıntısı tespitinde daha yaygın kullanılmasını sağlayabilir. Su kaçaklarından oluşacak maliyetleri düşürerek ekonomik anlamda fayda sağlayabilir. Atık su sızıntı tespitlerinde kullanımının yaygınlaşması halk sağlığı açısından fayda sağlayabilir.</p> <p>Geliştirilecek TDR temelli sistem, danışman hocamızın bir patent çalışması için basamak oluşturmayı da hedeflemiştir.</p>
Araştırmacı Yetiştirilmesi ve Yeni Proje(ler) Oluşturma (Yüksek Lisans/Doktora Tezi, Ulusal/Uluslararası Yeni Proje)	<p>Projede bulunan öğrencilerin lisans bitirme projelerinde kullanılacaktır.</p> <p>Proje kapsamında yüksek lisans ve doktora düzeyinde öğrencilerin çalışması teşvik edilerek araştırmacı yetiştirilmesi potansiyeli bulunmaktadır. Bu araştırmalar, yeni proje önerileri ve disiplinler arası iş birliğine zemin hazırlayarak ulusal ve uluslararası araştırma projelerinin geliştirilmesini destekleyecektir.</p>

5. BÜTÇE TALEP ÇİZELGESİ

Bütçe Türü	Talep Edilen Bütçe Miktarı (TL)	Talep Gerekçesi
Sarf Malzeme	5200	3D printer filament, mikrodenetleyici, Entegre devreler, Transistör, Pasif devre elemanları, montaj ve sensör kabloları, silikon, PVC boru, toprak örnekleri, batarya
Makina/Teçhizat (Demirbaş)	1800	Lehim havyası ve lehim
Hizmet Alımı	2000	3D printer ile üretmediğimiz parçaların imalat hizmeti.
Ulaşım		Katılım ücreti.
TOPLAM	9000	

NOT: Bütçe talebiniz olması halinde hem bu tablonun hem de TÜBİTAK Yönetim Bilgi Sistemi (TYBS) başvuru ekranında karşınıza gelecek olan bütçe alanlarının doldurulması gerekmektedir. Yukardaki tabloda girilen bütçe kalemlerindeki rakamlar ile, TYBS başvuru ekranındaki rakamlar arasında farklılık olması halinde TYBS ekranındaki veriler dikkate alınır ve başvuru sonrasında değiştirilemez.

6. BELİRTMEK İSTEDİĞİNİZ DİĞER KONULAR

Sadece araştırma önerisinin değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bilgi/veri (grafik, tablo, vb.) eklenebilir.

--

7. EKLER

EK-1: KAYNAKLAR

- [1] – A Cataldo, G Cannazza, E De Benedetto and N Giaquinto A New Method for Detecting Leaks in Underground Water Pipelines IEEE SENSORS JOURNAL, VOL. 12, NO. 6, JUNE 2012
- [2] – A Cataldo, G Cannazza, E De Benedetto and N Giaquinto A TDR-based system for the localization of leaks in newly installed, underground pipes made of any material Meas. Sci. Technol. 23 (2012) 105010 (9pp)
- [3] – Burn, S., DeSilva, D., Eiswirth, M., Hunaidi, O., Speers, A., & Thornton, J. (1999). Pipe leakage–future challenges and solutions. Pipes Wagga Wagga, Australia.
- [4] – Jun, M., Cho, H., Lee, E., & Hong, W. (2024). *Application of Time Domain Reflectometry to Estimate Curing Process of Cementitious Grout*. Journal of the Korean Geotechnical Society, 40(3), 85-91.