

ARGEPARK BİNASINDA OFİS/LABORATUVAR ALANI TAHSİSİ
GERÇEKLEŞTİRİLEN ARAŞTIRMA GRUPLARI FAALİYET RAPORU
(2023)

Araştırma Grubu	YENİ NESİL Kablosuz Haberleşme Sistemleri Ar-ge Grubu (Elektrik-Elektronik Mühendisliği)
Proje Yürütücüsü / Grup Lideri	Prof. Dr. İbrahim DEVELİ
Sanayi Kuruluşu (İş Birliği varsa)	-
Proje Türü / Destek Programı	TÜBİTAK 1001(122E242)
Projenin Başlığı	5G ve Ötesi Haberleşme Sistemleri için Donanımsal Hata Dayanımı Yüksek RIS Destekli Özgün OFDM-IM Sistemlerin Tasarımı
Tahsise Konu Olacak Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihi	01.10.2022 – 01.04.2025
Araştırmacılar	Doç. Dr. Ayşe Elif CANBİLEN(Konya Teknik Üniversitesi) Arş. Gör, Büşra CENİKOĞLU (Nuh Naci Yazgan Üniversitesi) Hussam ALSALAMEH (Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Öğrencisi)
Proje Grubu	(x) Fen ve Mühendislik Bilimleri () Tıp ve Sağlık Bilimleri () Sosyal Bilimler () Üniversite-Sanayi İş Birliği
<i>Bu alan, ofis/laboratuvar alanı tahsisi sırasında sunulan bilgilerle doldurulmuştur.</i>	

1. DÖNEM İÇİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN FAALİYETLER VE ELDE EDİLEN BULGULAR/SONUÇLAR

Tahsis kapsamında yürütülen projenin iş-zaman çizelgesi dikkate alınarak dönem içinde proje kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler ve elde edilen sonuçlar sunulmalıdır.

Tahsis kapsamında yürütülen 122E242 No'lu ve "5G ve Ötesi Haberleşme Sistemleri için Donanımsal Hata Dayanımı Yüksek RIS Destekli Özgün OFDM-IM Sistemlerin Tasarımı" başlıklı devam eden 1001 projemizin birinci iş paketinin hedefi doğrultusunda, proje başvurusunda önerilen donanımsal hatalara sahip OFDM-IM sisteminin sağlam ve gerçek bir şekilde uygulanması amacıyla sistem yapısının analitik ve bilgisayar simülasyonları ile incelenmesi ve donanımsal hata mevcudiyetlerinin performans analizine etkisinin araştırılması göz önünde bulundurularak performans ifadeleri türetilmiştir. Farklı IQI parametreleri için OFDM-IM sisteminin performans ifadeleri hesaplanıp, yeni analiz etrafında Rayleigh sönümlü kanalı için simülasyon sonuçları elde edilmiştir. IQI etkisindeki OFDM-IM sistemi için maksimum olabilirlik (ML) ve logaritmik olabilirlik oranı (LLR) dedektörleri kullanılarak optimum alıcılar tasarlanmıştır. Bilindiği kadarıyla literatürde OFDM-IM sistemlerinin hem alıcı hem de verici tarafında IQI'nin etkisini ele alan bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak OFDM-IM sistem performansını doğru bir şekilde tanımlamak için IQI etkisinin hem alıcı hem de verici tarafında dikkate alınması gerekir. Dolayısıyla bu birinci iş paketinde, OFDM-IM sistemlerinin IQI etkisi altındaki performansını hem alıcı hem de verici tarafında inceleyerek literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Bulunan teorik analiz sonuçlarından yola çıkarak OFDM-IM sistemi üzerinde IQI etkisi Monte-Carlo simülasyonları ile karşılaştırılarak ABER-SNR grafikleri elde edilmiştir. Simülasyonlarda Rayleigh sönümlü kanalı, 1000 OFDM sembolü olan ve kanal varyansının 1 ile normalize edildiği OFDM-IM sistemi kullanılmıştır. Ayrıca sistemin tek girişi tek çıkışlı olduğu varsayılmıştır ve kullanılan modülasyon türü İkili Faz Kaydırmalı Anahtarlamadır (BPSK)'dir. Her bir OFDM sembolündeki alt taşıyıcılar, verici antenden aynı anda iletilir, $t = 1$ aktif alt taşıyıcı ve toplam $n = 4$ alt taşıyıcı kullanılmıştır. Performans değerlendirmeleri ML ile LLR için gerçekleştirilmiştir. ML ve LLR, birbirleriyle karşılaştırılabilir şekilde performans analizleri yapılmıştır.

Yukarıda verilen açıklamalar özetlenirse İş paketi 1’de; proje yürütücüsü, araştırmacı ve proje bursiyeri aşağıdaki adımları gerçekleştirmiştir:

1. ML dedektörün kullanıldığı durum için; hem alıcı hem de vericide mevcut olan IQI’nın, OFDM-IM sistemindeki performansa etkisinin analitik ve bilgisayar simülasyonlarıyla analizi. (Alt-iş paketi 1.1 hedeflerine ulaşılmıştır)
2. LLR dedektörün kullanıldığı senaryo için; hem alıcı hem de vericide mevcut olan IQI’nın, OFDM-IM sistemindeki performansa etkisinin analitik ve bilgisayar simülasyonlarıyla analizi. (Alt-iş paketi 1.2 hedeflerine ulaşılmıştır)

Literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında yenilikçi bir karakter edinebilmesi için bu iş paketi kritik derecede önem taşımaktadır. Bu iş paketindeki başarı ölçütü, OFDM-IM sistemindeki IQI etkisinin hata başarımlarının analitik hem de bilgisayar simülasyonu aracılığıyla incelenmiştir.

İkinci iş paketinin hedefi proje başvurusunda bahsedilen donanım hatalarının OFDM-IM üzerindeki etkisini azaltmak, kanallar arası girişimi hafifletmek, alıcı karmaşıklığını ve hata olasılığını azaltmak amacıyla özgün yeniden yapılandırılabilir akıllı yüzey (RIS) destekli OFDM-IM sistemlerin tasarlanmasıdır. Bu kapsamda radyo dalgalarını değiştirerek yayılma ortamını kontrol eden RIS’lerin OFDM-IM sisteminin performansına etkisi maksimum olabilirlik (ML) ve log-olabilirlik oranı (LLR) dedektörleri uygulanarak incelenmiştir. Bunun yanı sıra HWI’ların etkisi altında RIS destekli bir OFDM-IM sisteminin performansı araştırılmıştır.

Hem LLR hem de ML dedektör için PEP değerleri kullanılarak ABER değeri hesaplanmıştır. RIS destekli OFDM-IM sisteminin performansının ABER değerinde ne kadar bir iyileşme sağladığını görmek için RIS içermeyen klasik OFDM-IM ile karşılaştırılmıştır. Matlab programında Monte-Carlo simülasyonları ile aksi belirtilmediği üzere ikili rastgele değişkenler tarafından oluşturulan faz kontrol matrisi 0 ile 2π arasındaki değerler olarak dikkate alınmıştır. İlk olarak ideal alıcı-verici yapısına sahip OFDM-IM sistem performansı incelenmiştir. Daha sonra HWI’lerin etkisini azaltmak için RIS entegre edilmesiyle sistemin performansı karşılaştırılmıştır. Ayrıca aynı sistemler MATLAB kullanılarak bilgisayar simülasyonu aracılığıyla ML ve LLR dedektörleriyle de karşılaştırılmıştır.

2. ARAŞTIRMA GRUBU BÜNYESİNDE DEVAM EDEN DİĞER PROJE FAALİYETLERİNİN DURUMU

Araştırma grubu bünyesinde tahsise konu olan proje dışında yürüten diğer projelerin ilerleyişi hakkında bilgi verilmelidir.

Araştırma grubu bünyesinde; tahsise konu olan proje dışında, lisans öğrencilerle birlikte planlanmış bir proje mevcuttur. Başvuruları 20 Nisan 2024 de başlayacak olan TEKNOFEST 2024 bünyesinde Model Uydu yarışmasına katılım yapılacaktır. Takımın adı MERGEN MODEL UYDU'dur. Model uydunun genel tasarımını yarışmanın yeni formatı için güncelleniyor ve dış kapsülü için Türk motifleri içeren bir tasarım üzerinde çalışılmaktadır. Ayrıca yarışma görevlerinden biri olan pasif iniş sistemi için uygun paraşütün tasarımı ve analizi ile ilgilenilmektedir. Elektronik kısım için tüm Elektronik komponentlerin bağlantıları hazır olup PCB çizimlerine başlanmıştır. Faliyetler, 2024 yılında hızla devam edecektir.

3. 2023 YILI İÇERİSİNDE ÜNİVERSİTENİN STRATEJİK PLAN AR-GE HEDEFLERİNE SUNULAN KATKI

Laboratuvar ve/veya ofis alanı tahsis edilen Araştırma Gruplarının Üniversite Stratejik Planı Ar-Ge hedef kartlarında yer alan performans göstergelerine katkı sunacak nitelikli bilimsel yayın, proje, patent vb. gibi bilimsel çıktılar üretmesi beklenir. (Argepark Laboratuvar Ve Ofis Alanı Tahsisine İlişkin Usul Ve Esaslar Madde 15)

Bu kapsamda Üniversitemiz 2022-2026 Stratejik Planına sunduğunuz katkıları belirtiniz.

Araştırma kapasitesinin artırılması (2022-2026 Stratejik Plan Hedef (H2.1)):

Araştırma kalitesinin artırılması (2022-2026 Stratejik Plan Hedef (H2.2)):

Tahsise konu olan proje faaliyetlerinin çıktıları 2 uluslararası konferansta sunulmuştur:

Ceniklioglu, B., Develi, I., Canbilen, A. E., “*On the Performance of RIS-Assisted OFDM-IM: Impact of Hardware Impairments*”, IEEE Symposium on Wireless Technology Applications, (ISWTA), pp. 24-28, 15-16 August 2023, Kuala Lumpur, Malezya.

Ceniklioglu, B., Develi, I., Canbilen, A. E., “*Reconfigurable Intelligent Surface-Assisted OFDM-IM for Beyond 5G Mobile Networks:ML and LLR Detector Designs*”, IEEE International Conference on Contemporary Computing and Communications, (InC4), 2023, Bangalore, Hindistan.

Araştırma işbirliğinin artırılması (2022-2026 Stratejik Plan Hedef (H2.3)):

Devam eden 1001 projesi kapsamında, Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesinden Doç. Dr. Ayşe Elif CANBİLEN ile iş birliği yapılmaktadır. Adı geçen öğretim üyesi projemizin Araştırmacısı olarak görev almaktadır. Bursiyer olarak, Nuh Naci Yazgan Üniversitesi’nden bir Araştırma Görevlimiz vardır. Üniversiteler arası, proje bazlı araştırma iş birliğine devam edilmektedir.

4. BİR SONRAKİ DÖNEMDE YAPILMASI PLANLANAN ÇALIŞMALAR

2024 yılı içerisinde proje kapsamında yapılması planlanan çalışmalar ve elde edilmesi öngörülen bilimsel çıktılar hakkında bilgi verilmelidir.

122E242 No'lu ve "5G ve Ötesi Haberleşme Sistemleri için Donanımsal Hata Dayanımı Yüksek RIS Destekli Özgün OFDM-IM Sistemlerin Tasarımı" başlıklı devam eden 1001 projemize ait 2024 yılı içerisinde yapılması planlanan çalışmalar şunlardır:

İş paketi 1 için bir sonraki rapor döneminde yapılması hedeflenen çalışmalar şu şekildedir:

- Donanımsal hatalardan IQI etkisi altındaki OFDM-IM sisteminin analitik ifadelerinin Rayleigh, α - μ , Nakagami-m ve/veya Weibull gibi çeşitli sönümlü kanallar için türetilmesi ve daha sonra bilgisayar simülasyonları ile yapılacak incelemelerle analitik türetmelerin doğruluğunun tespit edilmesi hedeflenmektedir.

İş paketi 2 için ise bir sonraki rapor döneminde yapılması hedeflenen çalışmalar şu şekildedir:

- RIS destekli OFDM-IM yenilikçi sistem tasarımı detaylı ve teknik açıdan uygulanabilir bir şekilde oluşturulacaktır. RIS tekniğinin OFDM-IM sistemine adapte edilmesi ve böylece özgün bir sistem oluşturulmasının yanı sıra donanımsal hata dayanımına sahip RIS destekli OFDM-IM sisteminin hata

başarımları analizlerine devam edilecektir. Planlanan diğer simülasyonların yapılarak alt-iş paketi 2.2'nin hedeflerinin tamamına ulaşılması planlanmaktadır.