|  |
| --- |
| **İTÜ-AYP**    **2017 YILI PROJELERİ**  **ARA RAPOR-1**  **PROJE NO : İTÜ-AYP-2017-1**  **RAPOR NO : 1**  **RAPOR DÖNEMİ : 03/2018- 03/2019**  **PROJE ADI : LoRa ile Geniş Alan Ağlarında Başarım İyileştirilmesi**  **PROJE ÖNCELİKLİ ALANI:**  **☐ Enerji Teknolojileri**  **☐ Savunma, Havacılık ve Uzay Teknolojileri**  **X Bilgi ve İletişim Teknolojileri**  **ÖĞRENCİ ADI SOYADI: Tuğrul Yatağan**  **ÇALIŞILAN/BURS ALINAN ŞİRKET ADI: Maxim Mikroelektronik Tasarım ve Geliştirme**  **DANIŞMAN ÜNVANI ADI SOYADI: Prof. Dr. Sema Fatma Oktuğ** |

**BÜTÇE GENEL DURUM:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PROJENİN GENEL BÜTÇE DURUMU** | | | |
| **Fasıllar** | **Toplam Ödenek** | **Toplam**  **Gerçekleşen Harcama (\*)** | **Kalan**  **Ödenek** |
| **Sarf Malzemesi** | 1000 | 0 | 1000 |
| **Seyahat** | 19000 | 0 | 19000 |
| **Çalıştay** | 0 | 0 | 0 |
| **TOPLAM** | **20000** | **0** | **20000** |

**(\*)** Projenin başlama tarihi ve rapor dönemi sonu arasında İTÜ BAP biriminden alınan bütçe raporunda yer alan harcamalar ile uyumlu olmalıdır. BAP biriminden alınan bütçe raporu da ara raporla teslim edilmelidir.

(\*\*) Öğrencinin halen şirkette çalıştığına ve burs aldığına dair belge ara raporla beraber sunulmalıdır.

Proje bütçesinden şimdiye dek harcama yapılmamıştır. Bütçe 19 000 TL seyahat ve 1 000 TL sarf malzemesi olarak planlanmıştır. Tez çalışmasından hazırlanan bildiri IEEE ISCC 2019 Sempozyumuna sözlü olarak sunulmak üzere kabul edilmiştir. Sempozyuma hem tez öğrencisi Tuğrul Yatağan (bildiriyi sunmak) hem de tez danışmanı Prof. Dr. Sema Fatma Oktuğ (sempozyumdaki bilim insanları ile akademik çalışmalar/ortak projeler hakkında görüş alışverişinde bulunmak için) katılması planlanmıştır. ABD doları ve AVRO kurlarındaki artış nedeniyle konferans katilim masraflarını karşılamak için sarf malzemesi kaleminin seyahat kalemine aktarılması talep edilmektedir.

**BÜTÇE HARCAMA GEREKÇELERİ:**

(Bu kısımda yapılan seyahatlerin, alınan sarf malzemelerinin ve yapıldıysa çalıştayın proje ile ilişkileri açıklanmalıdır.)

Bu rapor dönemi içerisinde bütçe harcaması yapılmamıştır.

**BİLİMSEL GELİŞME RAPORU**

**(Her madde için gerektiği kadar alan ve ek sayfa kullanabilirsiniz)**

|  |
| --- |
| 1. **Bir yıl içinde projeyle ilgili bilimsel ve teknik gelişmeler**   Bu çalışmanın odağı yaygın olarak kullanılan DGAA teknolojilerinden biri olan LoRa üzerindedir. LoRa, Semtech şirketi tarafından geliştirilen tescilli bir DGAA teknolojisidir. Kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan LoRa Alliance tarafından büyük ölçekli LoRa ağları oluşturmak ve bu ağlar arasında birlikte çalışabilirlik sağlamak amacıyla LoRaWAN adı verilen açık kaynak bir ortama erişim kontrol standardı geliştirilmiştir. LoRaWAN ağlarındaki düşük güçlü cihazlara uç düğüm, birden fazla kanalı sürekli dinleyip şebekeye ve sabit bir hatta sahip cihazlara ise ağ geçidi adı verilir. LoRaWAN düğümleri sadece ağ geçitleri ile haberleşebilir, kendi aralarında haberleşme yapamazlar. Bir uç düğüm birden fazla ağ geçidi tarafından dinlenebilir. Güç tüketimini düşük tutmak için uç düğümlerin haberleşmeleri ALOHA prensibi ile çalışır, yani uç düğümler yayın yapmaya başlamadan önce kablosuz ortamının müsait olup olmadığını kontrol etmezler. Bir uç düğüm haberleşme yaparken başka bir uç düğüm haberleşmeye başlayabilir ve çakışma gerçekleşebilir.    LoRa, Chirp Spread Spectrum (CSS) tabanlı LoRa™ adında tescillenmiş bir modülasyon tekniği kullanır. CSS tabanlı olması, uzun menzilli iletişim ve parazitlere karşı dayanıklılık sağlar. LoRa modülasyonu, sinyal frekansının belirli bir kanal içerisinde bandı baştan sona taramasıyla çalışır. Bu taramanın yönü haberleşme sembolünü belirler. Taramanın hızı ise yayılma faktörü (YF) olarak adlandırılır. LoRa 7'den 12'ye kadar 6 farklı yayılma faktörünü desteklemektedir. Bir LoRa haberleşmesinin yayılma faktörünü değiştirerek, veri hızından feda edip, haberleşme menzili arttırılabilir. Kısaca yayılma faktörü arttıkça veri iletim hızı azalır ve güç tüketimi artar fakat haberleşme menzili uzar. Ayrıca farklı LoRa yayılma faktörüne sahip haberleşmeler birbirlerine karşı ortogonaldir. Yani aynı kanal içerisinde farklı yayılma faktörüne sahip LoRa iletişimleri, belirli bir seviyeye kadar birbirlerine parazit oluşturmadan haberleşebilir. Bu sebeple uç düğümlerin yayılma faktörü seçimi gerçekleşen çakışma sayısına ve ağ performansına önemli ölçüde etki eder. Uç düğümlerin kendileri için en iyi yayılma faktörünü seçmesi zordur çünkü uç düğümler etraflarındaki yayınlardan haberdar değildir. Uç düğümler güç tüketimini düşük tutmak ve haberleşme süresini kısa tutup çakışma olasılığını düşürmek amacıyla ağ geçidi ile haberleşebilecekleri en düşük yayılma faktörünü seçerler. Fakat etraflarındaki diğer uç düğümler de aynı yayılma faktörü ile yayın yaptıklarında çakışma ihtimalli artar. Özellikle yoğun uç düğüm dağılımına sahip ağlarda aynı yayılma faktörlü haberleşmeler ağ performansını ciddi şekilde düşürebilir. Bazı durumlarda uç düğümler ağ geçidine yakın olsalar bile daha yüksek bir yayılma faktörü seçmeleri ağdaki başarılı paket iletim oranını artırabilir. Bu çalışma içerisinde, LoRaWAN ağları için yayılma faktörü atamasını iyileştirmek amacıyla yapılmış diğer akademik çalışmalar araştırılmıştır ve güncel teknolojik durum incelenmiştir.    Bu çalışmada yayılma faktörü seçiminin LoRaWAN ağ performansına etkisini gözlemlemek amacıyla Python programlama dili ile bir ayrık olay simülasyon yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen simülasyon aracı ile çoklu ağ geçitlerine ve uç düğümlere sahip LoRaWAN ağları simüle edilebilir. Simülasyon aracı, ağ geçidi sayısı, uç düğüm sayısı, ağ topolojisi yarıçapı, paket büyüklüğü, paket üretilme sıklığı gibi girdiler alarak, üretilen paket sayısı, iletilen paket sayısı, çakışmaya uğramış paket sayısı, hassasiyetin altında kalmış paket sayısı, ağ paket iletilme oranı, ağ veri hızı, toplam iletim enerji tüketimi gibi çıktılar üretebilir.  Simülasyon aracında, Semtech Şirketi tarafından sağlanan, LoRa haberleşmesi bağlantı kalitesi modeli kullanılmıştır. Aynı ve farklı yayılma faktörlerine sahip LoRa haberleşmelerinin girişim modeli için ise, önceki akademik çalışmalarda kullanılan modeller kullanılmıştır. Paketlerin iletim sonuçları (başarılı, çakışmaya uğramış veya alıcı hassasiyeti altında kalmış) bu iki model kullanılarak hesaplanmıştır. Farklı kablosuz haberleşme teknolojilerinin yarattığı parazitler göz ardı edilmiştir. Simülasyon aracı ile çeşitli ağ geçidi sayısı, uç düğüm sayısı, ağ topolojisi yarıçapı, paket büyüklüğü, paket üretilme sıklığı ile üretilmiş çıktılar paylaşılmış ve simülasyon aracının ürettiği sonuçların doğruluğu incelenmiştir. |
| **2.** **Proje çalışma takvimine uygun yürümüyorsa gerekçeleri**  Proje çalışma takvimine uygun ilerlemektedir. |
| **3.** **Bir sonraki proje yılı içinde yapılması planlanan çalışmalar**  Projenin bilimsel araştırma ve geliştirme kısmı büyük ölçüde tamamlanmıştır. Sonraki proje yılı içerisinde projenin “Smart Spreading Factor Assignment for LoRaWANs” başlıklı bildirisi 30 Haziran 2019 – 3 Temmuz 2019 tarihleri arasında İspanya Barselona’da yapılacak olan “IEEE International Symposium on Computers and Communications” konferansında sözlü olarak sunulmak üzere kabul edilmiştir. Bildiride sunulan çalışmaların üzerine ek olarak bir grup performans iyileştirme çalışmasının yapılması daha planlanmaktadır. Bu süreçte tez raporunun detaylandırılarak tamamlanması planlanmaktadır. Tez çalışmasının Temmuz 2019 sonunda bitmesi tamamlanmıştır. |
| **4.** **Rapor döneminde (3/2018-3/2019) proje kapsamında hazırlanan yayınlar/ulusal veya uluslararası toplantılarda sunulan bildiriler/patent**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sıra** | **Çıktı türü** | **Yazarlar** | **Başlık** | **Yayın yeri** | **Durumu\*** | | **1** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | | **2** |  |  |  |  |  |   \* Hakem değerlendirmesinde, Yayınlanmaya kabul edildi, Yayınlandı  **5.** **Rapor döneminde (3/2018-3/2019) proje kapsamında yapılan seyahatlerin detaylandırılması**   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **Sıra** | **Seyahat Tarihleri** | **Katılan Kişi** | **Yurtiçi/Yurtdışı** | **Gerekçe** | **Harcanan Bütçe (TL)** | | **1** | **-** | **-** | **-** | **-** | **-** | | **2** |  |  |  |  |  |   **6.** **Rapor döneminde (3/2018-3/2019) proje kapsamında yapılan sarf malzemesi harcamalarının detaylandırılması**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Sıra** | **Sarf Malzeme** | **Gerekçesi** | **Harcanan Bütçe (TL)** | | **1** | **-** | **-** | **-** | | **2** |  |  |  | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ÖĞRENCİ**  **NUMARA ADI SOYADI** | **İMZASI** | **TARİH** |
| 504161551 Tuğrul Yatağan |  |  |
| **DANIŞMAN ÖĞRETİM ÜYE**  **ÜNVANI ADI SOYADI** | **İMZASI** | **TARİH** |
| Prof. Dr. Sema Fatma Oktuğ |  |  |

**NOT:** **Raporun tüm sayfaları hem öğrenci hem de danışman öğretim üyesi tarafından paraflanacak, sadece son sayfa imzalanacaktır.**