

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ

**DARKRISCV İŞLEMCİSİNİN FPGA ÜZERİNDE GERÇEKLENEREK
GÜÇ ANALİZİ**

LİSANS BİTİRME TASARIM PROJESİ
ARA RAPOR

Mehmet KAPLAN

Muhammed Safa ORAL

ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

HAZİRAN, 2020

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ

**DARKRISCV İŞLEMCİSİNİN FPGA ÜZERİNDE GERÇEKLENEREK
GÜÇ ANALİZİ**

LİSANS BİTİRME TASARIM PROJESİ
ARA RAPOR

Mehmet KAPLAN
(040140020)
Muhammed Safa ORAL
(040150040)

Proje Danışmanı: Doç. Dr. Berna ÖRS YALÇIN

ELEKTRONİK VE HABERLEŞME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

HAZİRAN, 2020

İTÜ, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü'nün ilgili Bitirme Tasarım Projesi yönergesine uygun olarak tamamen kendi çalışmamız sonucu hazırladığımız “DARKRISCV İŞLEMCİSİNİN FPGA ÜZERİNDE GERÇEKLENEREK GÜÇ ANALİZİ” başlıklı Bitirme Tasarım Projesi'nin Ara Raporu'nu sunmaktayız. Bu çalışmayı intihal olmaksızın hazırladığımızı taahhüt eder; intihal olması durumunda bitirme tasarım projesinin başarısız sayılacağını kabul ederiz.

Mehmet KAPLAN
(040140020)

.....

Muhammed Safa ORAL
(040150040)

.....

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
İÇİNDEKİLER.....	iv
1. GİRİŞ.....	5
1.1 Ara Rapor ile ilgili açıklamalar.....	5
1.2 Proje Önerisinde Önerilen Çalışma Planı ve Muhtemel Değişiklikler.....	6
1.3 Proje Önerisinde Önerilen Çalışma Planı Gerçeklenme Düzeyi.....	7
2. NESNELERİN İNTERNETİ	7
2.1 Temel Elemanları.....	8
2.1.1 Algılama katmanı.....	8
2.1.1.1 RFID.....	8
2.1.1.2 QR kod.....	9
2.1.2 Taşıma katmanı.....	9
2.1.3 İşleme katmanı.....	9
2.1.4 Uygulama katmanı.....	9
2.1.5 Yönetim katmanı.....	9
2.2 Uygulamaları.....	10
2.2.1 Akıllı şehir uygulamaları.....	10
2.2.2 Tarım uygulamaları.....	10
2.2.3 Medikal uygulamalar.....	10
2.2.4 Akıllı sayaçlar.....	11
2.2.5 Akıllı park ve lojistik.....	11
2.3 Sınırlayıcılar.....	11
2.3.1 Adlandırma ve kimlik yönetimi:.....	11
2.3.2 Ağ güvenliği.....	11
2.3.3 Standartlaşma.....	12
2.3.4 Veri gizliliği ve şifreleme.....	12
3.İŞLEMCİNİN FİZİKSEL GERÇEKLENMESİ.....
KAYNAKLAR.....	13

1. GİRİŞ

1.1 Ara Rapor ile ilgili açıklamalar

Komut seti mimarileri, özellikle RISC V temel mimarilerinden RV32I hakkında bilgi sahibi olundu. Seçilen güç ölçüm yönteminin FPGA e özel bir özellik olması, Xilinx ISE programının kullanımını zorunlu kıldı. Bu yüzden proje için, VHDL dili ile yazılmış ve düşük güç tüketimi gözününe alınarak tasarlanmamış, temel komut seti RV32I kullanılan işlemci arayışına girilmiştir. Aranılan özelliklere sahip The Potato Processor ‘ün projede kullanımına danışman hocamızın tavsiyesiyle karar verildi. Gerçekleme ortamı ISE’nin öğrenilmesi ve işlemci gerçekleme çalışmalarına başlandı. İşlemcinin çalıştığıнын teyidi için, Linux üzerinde riscv-toolchain ile basit bir toplama işlemi için işlemcinin komut hafızasına yüklenecek .coe dosyası oluşturulmuştur. İşlemcinin RTL şeması sorunsuz çıkarılmış fakat davranışsal benzetim sırasında Xilinx VHDL derleyicisinden kaynaklanan bir hata olduğu görülmüştür. İşlemcinin kaynak kodlarında gezinilerek hata çıkarıcı kısım bulunup düzeltilmiştir. Bunun üzerine FPGA üstünde bulunan LEDleri sırayla yakacak kod derlenip cihaza yüklendiğinde doğru çalıştığı görüldü. Güç ölçümü için kullanılacak benchmark programları internette bulundu. Derlenip FPGA e atıldığında işlemcinin çalışmadığı gözlemlendi. Kullanılan koddaki hata çıkarıcı kısmın bulunması için kod üzerinde hata ayıklaması yapıldı. İşlemcinin yürütmesini durduran kod satırı bulundu fakat hatanın sebebinin koddan değil de gerçekleşen işlemciden olduğu görüldü. Gerçekleme problemini çözmek için araştırma yapıldı fakat bir sonuca ulaşamadı. Bunun üzerine gerçekleştirilecek FPGA e uygun yeni bir işlemci arayışına başlandı. Gerçeklenecek FPGA e uygun işlemci uzun araştırmalar sonunda DarkRISCV bulundu. Ve süratle gerçekleme çalışmalarına başlandı. Bu işlemcinin gerçekleştirilmesi için Linux işletim sistemi konusunda bilgimizin yetersiz olduğu görüldü ve onun üzerine de araştırmalar yapıldı. Sonunda işlemcinin gerçekleştirilmesi başarıyla tamamlandı ve yine FPGA üzerindeki LEDler yakılarak işlemcinin doğru çalıştığı gözlemlendi. Daha önce bulunmuş benchmark programları yeni işlemci üzerinde derlenip çalıştırıldı ve doğru çalıştığı gözlemlendi. Güç ölçümünde kullanılacak ADEPT programı çalıştırılarak farklı

benchmark programları için güç ölçümü yapıldı. Çıktıda beklenen şekilde grafiklerin oluştuğu gözlemlendi.

1.2 Proje Önerisinde Önerilen Çalışma Planı ve Muhtemel Değişiklikler

Önceden belirlenmiş iş planı aşağıda verilmiştir.

#	GÖREVLER	SORUMLU GRUP ÜYESİ (ÜYELERİ)	AYLAR							
			Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Kullanılacak işlemcinin belirlenmesi	Tüm Grup Üyeleri	X							
2	RISC-V işlemcisi gerçekleştirilmesi	Tüm Grup Üyeleri		X						
3	RIOT işletim sistemi kurulumu	Tüm Grup Üyeleri			X					
4	Uygulama yazımı	Tüm Grup Üyeleri				X	X			
5	Uygulamanın işlemciye yüklenmesi ve çalıştırılması	Tüm Grup Üyeleri					X	X		
6	ADEPT ile grafik elde edilmesi	Tüm Grup Üyeleri						X	X	
7	Elde edilen verilerin toplanarak analizinin yapılması	Tüm Grup Üyeleri							X	X

Bu plana getirilmiş değişiklikler ve nedenleri şunlardır:

- Potato işlemcisi ISE üzerinde doğru çalışmadığından işlemci gerçekleştirme süresi uzatılmıştır. Daha sonra plana yeni işlemci bulunması ve gerçekleştirilmesi eklenmiştir.
- Planlanan işletim sisteminin portu bulunamadığından işletim sistemi kurulumu plandan çıkarılmıştır.

Güncellenmiş plan aşağıda verilmiştir:

#	GÖREVLER	SORUMLU GRUP ÜYESİ (ÜYELERİ)	AYLAR							
			Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
1	Kullanılacak işlemcinin belirlenmesi	Tüm Grup Üyeleri	X							
2	RISC-V işlemcisi gerçekleştirilmesi	Tüm Grup Üyeleri		X	X	X				
3	Kullanılacak işlemcinin belirlenmesi	Tüm Grup Üyeleri				X	X			
4	RISC-V işlemcisi gerçekleştirilmesi	Tüm Grup Üyeleri						X		
5	Uygulamanın işlemciye yüklenmesi ve çalıştırılması	Tüm Grup Üyeleri						X		
6	ADEPT ile grafik elde edilmesi	Tüm Grup Üyeleri							X	
7	Elde edilen verilerin toplanarak analizinin yapılması	Tüm Grup Üyeleri							X	X

1.3 Proje Önerisinde Önerilen Çalışma Planı Gerçeklenme Düzeyi

Güncellenen programındaki ADEPT ile grafik elde edilmesi görevi tamamlanmış, son aşama olan Elde edilen verilerin toplanarak analizinin yapılması'na geçilmiştir.

2. NESNELERİN İNTERNETİ

İlk olarak 1999 yılında MIT AutoID Laboratuvarlarında RFID üzerine çalışmalar yürüten Kevin Ashton tarafından yaptığı bir sunum sırasında kullanılan bu terim günümüzde hayatın her noktasına yayılmıştır. Nesnelerin İnterneti'nin isim babası, RFID Journal'da insan yardımı olmadan veri toplayan ve onları işleyen bilgisayarların takip ve sayım işlemlerini kolaylaştırıp israf, kayıp ve maliyeti azaltacağını, dolayısıyla kendi başlarına veri toplayan, dünyayı kendi yöntemleriyle algılayan bilgisayarlara olanak tanınması gerektiğini yazmıştır [1].

Her ne kadar bu terim 1999 yılında ortaya çıkmış olsa da altında yatan fikrin daha öncelerde ürünlerini verdiğini 1982 yılında Carnegie Mellon University'deki içindeki kolaların makineye koyulma zamanına server üzerinden erişilebilen kola makinesi,

1990 yılında Interop’da gösterilen internet bağlantılı tost makinesi, 1993 yılında University of Cambridge’deki bir kahve makinesinin fotoğraflarını 3 dakika aralıklarla çekerek bir sunucuya gönderip binanın uzak bölümlerindeki çalışanların, doluluk durumunundan haberdar olmasını sağlayan kamera gibi örneklerde görülebilir [2][3][4].

Van Kranenburg’a göre nesnelerin interneti, “standart ve beraber çalışabilir haberleşme protokolleri üzerine kurulmuş kendi kendini yapılandırabilen bir ağ yapısı, öyle ki üzerinde fiziksel belirleyici özellikleri olan, tanımlanabilir fiziksel ve sanal nesnelerin akıllı arayüzler kullandığı ve kusursuz şekilde entegre olduğu bu bilgi ağıdır” [5]. Nesnelerin interneti üzerine yapılmış bir çalışmaya göre ise tanımlanabilen ve sanal kimliklere sahip olan nesnelerin sosyal ve çevresel bağlamlarda haberleşmek için akıllı alanlarda çalışması olarak tanımlanabilir [6]. Nesnelerin interneti’nin görüldüğü gibi genel geçer bir tanımı olmasa da köklerinde bu tanımların benzer olduğu aşıkardır.

2.1 Temel Elemanları

Nesnelerin interneti için çeşitli mimari yapıları önerilmiş fakat aralarından üzerinde ulaşılabilecek standartlaşmış bir mimari türü yoktur. Bu mimarilerden bazıları 3 katmanlı mimari, 4 katmanlı mimari, 5 katmanlı mimari ve sis bazlı mimari olarak sıralanabilir. Burada, katmanların görevlerini daha detaylı bir şekilde açıklamasından dolayı 5 katmanlı mimari incelenecektir. 5 katmanlı mimari tabakaları algılama katmanı, taşıma katmanı, işleme katmanı, yönetim katmanı ve uygulama katmanı olarak sıralanabilir.

2.1.1 Algılama katmanı

Bu katmanda sistemde işlenecek veriler toplanır. Genellikle son kullanıcı tarafından görülen fiziksel cihazlar bunlardır ve kısıtlı enerji tüketimi ile uzun süreler boyunca çalışmaları beklenir. Uygulamaya göre değişiklik gösteren bu veriler sıcaklık, basınç, nem, ivmelenme, pH seviyesi, ortam ışığı, konum bilgisi vb. değerlerinden oluşabilir. RFID ve karekod gibi teknolojiler bu katmanda sıklıkla görülür.

2.1.1.1 RFID

Açılımı radyo frekanslı tanımlama olan ve kullanılan frekansa göre 10 cm – 10 m arası iletişim sağlanabilen bu teknolojinin temel çalışma prensibi Faraday yasası’ na dayanır. Buna göre okuyucunun bobininden akıtılan akım etiket üzerinde bir akım

indükler ve bu akım doğrultularak etiket üzerindeki kontrolörün çalışması için gerekli enerjiyi temin eder. Kontrolör ise etiket üzerindeki bobinin yük ile bağlantısını hafızasındaki veriye göre açıp kapatarak akan akımın değişmesini ve bu akımın okuyucu üzerinde bir akım indüklemesini sağlar. Bu akımın değişimi ile okuyucu etiket hafızasındaki değerleri elde eder [7]. RFID marketlerdeki güvenlik etiketlerinden araç geçiş sistemlerine, kütüphane kitap takip sistemlerinden maratonlardaki sporcu süre hesaplarına çok geniş alanda kullanılmaktadır.

2.1.1.2 QR kod

Daha hızlı şekilde okunularak otomotiv endüstrisinde kullanılan 2 boyutlu barkodların yerini alması için geliştirilen QR kod'un ilk versiyonu 1994'te ortaya çıkmıştır. 2 boyutlu barkodlara göre 10 kat hızlı okunma imkanı, 2953 byte'lık kapasitesi, hata düzeltme olanağı ve her yönden okunabilmesi sayesinde kapsamlı kullanıma ulaşmıştır [8]. Günümüzde reklam panoları, tren biletleri, kripto para cüzdanları hatta kablosuz ağlara kolayca bağlanmak için bile kullanımı yaygındır.

2.1.2 Taşıma katmanı

Ağ katmanı olarak da bilinen taşıma katmanı, alt katmanı olan algılama katmanında oluşan verilerin sağlıklı bir şekilde işleme katmanına ulaştırılması ile yükümlüdür. Bu tabakada WiFi, 5G, ZigBee, Bluetooth benzeri teknolojilerin kullanımı uygulamaya göre sıklıkla görülür.

2.1.3 İşleme katmanı

Veritabanıyla bağlantısı olan bu katmanda sensörlerden gelen veriler toplanır ve üzerinde gerekli hesaplamalar yapılır. Ayrıca aracı katman olarak da anılan bu kısım büyük veri işleme ve bulut bilişim teknolojilerinin de kullanıldığı yerdir.

2.1.4 Uygulama katmanı

İşleme katmanından gelen bilgilerin uygulamaya dönüştüğü katmandır. Bu uygulama akıllı şehir sistemleri, medikal sistemler, lojistik veya güvenlik sistemleri üzerine olabilir.

2.1.5 Yönetim katmanı

Tüm katmanların üzerinde yer alan yönetim katmanı, tüm sistemden gelen verilerin analizini yaparak atılacak adımları, sonraki durumları belirler. Bu katmanda işlenmiş

veri grafikler ve arayüzler ile kullanıcıya anlaşılacak halde sunulur. Servisin davamlılığı için gerekli iş modelleri, akış grafikleri burada bulunur.

2.2 Uygulamaları

Nesnelerin İnterneti Büyük ölçekli bir makine ağı ve veri toplamak ve paylaşmak için diğer herkes tarafından birbirine bağlanabilen cihazlar olarak yeni bir teknoloji modeli. Günümüzde IoT örnekleri akıllı entegre evlerden giyilebilir eşyalara ve sağlık hizmetlerine kadar uzanıyor. Burada, IoT hayatımızın her yönünün bir parçası haline geliyor, ayrıca IoT uygulamaları sadece günlük yaşamımızın refahını arttırmakla kalmıyor, aynı zamanda özel sorumlulukların yanı sıra günlük çalışma hayatını basitleştirerek bize daha fazla kontrol sağlıyor [9].

2.2.1 Akıllı Şehirler :

IoT'nin şehirlerin akıllılığını sistematik olarak değiştirmesi, park araçları için monitör alanı, bina ve köprülerdeki titreşimlerin izlenmesi ve algılanması, hassas alanlarda ses hacminin gözlenmesi, sokak ışıklarının hava koşullarına göre akıllıca kontrol edilmesi, atık ve çöp malzemesinin seviyeler ve toplamasına göre algılanması, mutlak hava durumu, trafik sıkışıklığı veya kaza görünümünde uyarı mesajlarını göstermesi gibi birçok uygulamayı gerektiriyor [9].

2.2.2 Tarım Uygulamaları:

IoT ile tarım, ürün vitaminlerinin sıcaklık, nem ve analiz miktarını ayrıntılı bir şekilde izleyen tarımın işini ve verimliliğini güçlendirir. Yağmur, kar ve rüzgar değişikliklerini tahmin etmek için tarlalardaki hava koşullarını inceleyin. Su temininde IoT, nehir ve deniz suyunun durumunu içme amaçlı veya tarımsal kullanım için kullanılabilir olup olmadığını inceler [9].

2.2.3 Medikal Uygulamalar :

Giyilebilir sağlık izleme cihazlarının sayısındaki etkileyici büyüme, doktorların hassas kalp problemlerini etkili bir şekilde teşhis etmesini sağlayan rahatsızlık, kalp atış hızı ve kan şekeri seviyesi gibi fiziksel muayenelerle ilgili hızlı ve karmaşık ayrıntılar sağladıkları için küresel sağlık endüstrisini etkiledi. Tıbbi Şeylerin İnterneti (IoMT), doktorlar ve hastalar arasında gerçek zamanlı etkileşim sağlamak için bilgisayar ağlarının ve tıbbi ekipmanların İnternet üzerinden bağlandığı bir fenomendir [10].

2.2.4 Akıllı Sayaçlar :

Su, gaz ve elektrik her ev için gerekli kaynaklardır. Faturaları her ayın sonunda posta yoluyla almak yaygın bir uygulamadır. IoT tabanlı akıllı ölçüm, servis sağlayıcının merkezi bir istasyondan gerekli kaynakların kullanımını izlemesine ve kullanıcının günlük kullanımını izlemesine yardımcı olur. Akıllı sayaç kullanım bilgilerini alır ve bilgileri merkezi sunucuya internet üzerinden yükler. Elektrik dağıtım merkezi, gaz ve su dağıtım merkezleri gibi merkezi izleme istasyonları bu bilgileri işler ve internet üzerinden müşterilere geri gönderir [11].

2.2.5 Akıllı park ve lojistik

RFID teknolojisi kullanılarak, varış ve ayrılma gibi araçların hareketlerini tespit etmek için akıllı park sensörleri park alanına takılır. Bu sensörler, sürücülere mevcut park yerleri ve zamandan ve yakıttan tasarruf etmek için alanlardan önceden rezervasyon yapma gibi bilgiler sağlar. Ayrıca trafik sıkışıklığını azaltır ve böylece CO2 emisyonlarını azaltır [12].

2.3 Sınırlayıcılar

2.3.1 Adlandırma ve Kimlik Yönetimi:

IoT, yenilikçi hizmetler sunmak için milyarlarca nesneyi birbirine bağlayacak. Her nesnenin / sensörün İnternet üzerinden benzersiz bir kimliği olmalıdır. Bu nedenle, bu kadar çok sayıda nesne için benzersiz kimliği dinamik olarak atayabilen ve yönetebilen verimli bir adlandırma ve kimlik yönetim sistemi gereklidir [13].

2.3.2 Ağ güvenliği:

Sensör cihazlarından gelen veriler kablolu veya kablosuz iletim ağı üzerinden gönderilir. İletim sistemi, ağ tıkanıklığı nedeniyle herhangi bir veri kaybına neden olmadan çok sayıda sensör cihazından gelen verileri işleyebilmeli, iletilen veriler için uygun güvenlik önlemlerini alabilmeli ve harici girişim veya izlemeden korunmalıdır [13].

2.3.3 Standartlaşma

Standartlaşma IoT uygulaması alanındaki en önemli ve en büyük zorluklardan biridir ve IoT gelişiminin belkemiğidir. ETSI, ITU, IETF, IEEE gibi en önemli standardizasyon kuruluşları IoT geliştirme çerçevesine dahil edilmiştir. Standartlaştırma faaliyeti, açık standart ve kesintisiz faaliyeti sağlamak için farklıdır. Tutarlı olmak için çeşitli standartlarla bütünleştirilmesi gereken bazı sorunlar vardır. Tüm bu zorluklar gelecekte çeşitli IoT teknolojilerine entegrasyon için dikkate alınmalıdır [14].

2.3.4 Veri gizliliği ve şifreleme

Sensör düğümleri otonom algılama gerçekleştirdiğinden ve daha sonra veriyi ağ üzerinden bilgi işleme alt sistemine aktardığından, bilgi işleme katmanındaki veri bütünlüğünü korumak için uygun şifreleme mekanizmalarının uygulanmasını gerektirir. Ayrıca, iletilen verilerin güvenli aktarımını sağlamak ve ağ üzerinden iletilen verilerin yetkisiz parazitlerine veya yanlış kullanımlarına karşı koruma sağlamak için güvenlik mekanizmaları tasarlanmalı ve uygulanmalıdır [15].

KAYNAKLAR

- [1] Ashton, K. (2009). That ‘Internet of Things’ Thing. *RFID JOURNAL*. Retrieved May 14, 2020, from <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>
- [2] *The "Only" Coke Machine on the Internet*. (n.d.). Retrieved May 16, 2020, from https://www.cs.cmu.edu/~coke/history_long.txt
- [3] Romkey, J. "Toast of the IoT: The 1990 Interop Internet Toaster," in *IEEE Consumer Electronics Magazine*, vol. 6, no. 1, pp. 116-119, Jan. 2017, doi: 10.1109/MCE.2016.2614740.
- [4] Stafford-Fraser, Q. (1995). The Trojan Room Coffee Pot. Retrieved May 16, 2020, from <https://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html>
- [5] Van Kranenburg, R. (2008) *The Internet of Things: a critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID*. Institute of Network Cultures
- [6] INFSO D.4 Networked Enterprise & RFID INFSO G.2 Micro & Nanosystems. (2008). *Internet of Things in 2020: A Roadmap for the Future*
- [7] Want,R. (2006) *RFID Explained: A Primer On Radio Frequency Identification Technologies*,Morgan & Claypool Publishers,s.8
- [8] What is a QR Code?,(t.y), Eriřim: 19 Mayıs 2020, <https://www.qrcode.com/en/about/>
- [9] S.-L. Peng, S. Pal, and L. Huang, *Principles of Internet of Things (IoT) Ecosystem: insight paradigm*. Cham: Springer, 2020.
- [10] I. U. Din, A. Almogren, M. Guizani, and M. Zuair, “A Decade of Internet of Things: Analysis in the Light of Healthcare Applications,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 89967–89979, Jul. 2019.
- [11] Ramson, S. R. J., Vishnu, S., & Shanmugam, M. (2020). Applications of Internet of Things (IoT) – An Overview. *2020 5th International Conference on Devices, Circuits and Systems (ICDCS), Devices, Circuits and Systems (ICDCS), 2020 5th International Conference On*, 92–95. <https://0-doi-org.divit.library.itu.edu.tr/10.1109/ICDCS48716.2020.243556>
- [12] Ahmadi, P., Islam, K., Maco, T., & Katam, M. (2018). A Survey on Internet of Things Security Issues and Applications. *2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), 2018 International Conference on, CSCI*, 925–934. <https://0-doi-org.divit.library.itu.edu.tr/10.1109/CSCI46756.2018.00182>
- [13] Khan, R., Khan, S. U., Zaheer, R., & Khan, S. (2012). Future Internet: The Internet of Things Architecture, Possible Applications and Key Challenges. *2012 10th International Conference on Frontiers of Information Technology, Frontiers of Information Technology (FIT), 2012 10th International Conference on, Frontiers of Information Technology*, 257–260. <https://0-doi-org.divit.library.itu.edu.tr/10.1109/FIT.2012.53>

- [14] **Goswami, S. A., Padhya, B. P., & Patel, K. D.** (2019). Internet of Things: Applications, Challenges and Research Issues. *2019 Third International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC), 2019 Third International Conference On*, 47–50. <https://0-doi-org.divit.library.itu.edu.tr/10.1109/I-SMAC47947.2019.9032474>
- [15] **Matharu, G. S., Upadhyay, P., & Chaudhary, L.** (2014). The Internet of Things: Challenges & security issues. *2014 International Conference on Emerging Technologies (ICET), Emerging Technologies (ICET), 2014 International Conference On*, 54–59. <https://0-doi-org.divit.library.itu.edu.tr/10.1109/ICET.2014.7021016>