



Nesnelerin İnterneti ve Akıllı Cihazlar

MAKALE İNCELEMELERİ

01

Internet of Things (IoT) for
Next-Generation Smart Systems: A
Review of Current Challenges, Future
Trends and Prospects for Emerging
5G-IoT Scenarios

02

A Review of Using IoT for Energy
Efficient Buildings and Cities: A Built
Environment Perspective

03

An IoT-Aware Architecture for Smart
Healthcare Systems

01

Internet of Things (IoT) for Next-Generation Smart Systems: A review of current challenges, future trends and prospects for emerging 5G-IoT scenarios. (2020). IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8972389>

02

Al-Obaidi, K. M., Hossain, M., Alduais, N. a. M., Al-Duais, H. S., Omrany, H., & Ghaffarianhoseini, A. (2022). A review of Using IoT for Energy Efficient Buildings and Cities: A Built Environment Perspective. *Energies*, 15(16), 5991.
<https://doi.org/10.3390/en15165991>

03

An IoT-Aware architecture for smart healthcare systems. (2015, December 1). IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore.
<https://ieeexplore.ieee.org/document/7070665>

MAKALE 1

Nesnelerin İnterneti (IoT) son yıllarda etkili bir büyüme sağlamış olup, sağlık, ulaşım ve akıllı şehirler olmak üzere bir çok alanda ve sektörde aktif olarak kullanılmaktadır. Bu makale IoT'nin tam potansiyelinin 5G ile birleşmesinde daha etkili olacağını vurgulamaktadır. IoT ve 5G'nin kesişimini incelemekte ve bu dinamik alan için teknik ilerlemeler, mimari trendler, fırsatlar, zorluklar ve gelecekteki perspektifleri analiz etmektedir.



01

IoT ve 5G'ye Giriş

02

IoT Vizyonu – Her Zaman, Her Yerde,
Her Şey

03

IoT Mimarisi

04

IoT Fırsatları ve Küresel Projeler

05

5G Destekli IoT - Küresel Girişimler

06

5G IoT'yi Destekleyen Temel
Teknolojiler

07

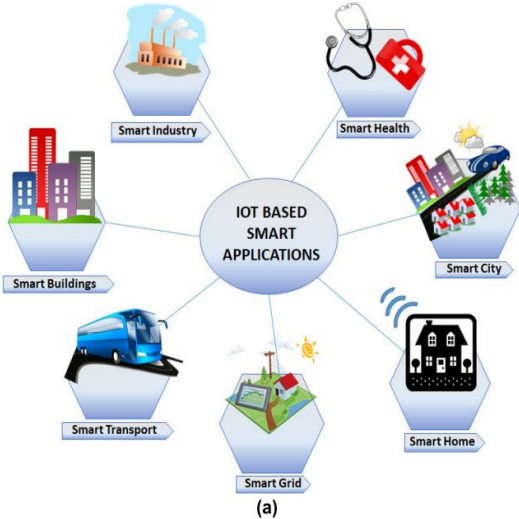
5G IoT ve Yapay Zeka

08

5G IoT'nin Zorlukları

09

Gelecek ve Sonuç



- **IoT'nin Etkisi:** IoT, cihazların birbirine bağlanması ve kesintisiz iletişim sağlaması sayesinde endüstriler için vazgeçilmez hale geldi.
- **Ana Uygulamalar:** Akıllı ortamlar, otonom araçlar, e-sağlık ve akıllı evler gibi IoT uygulamaları, yüksek bant genişliği, düşük gecikme ve güçlü veri transfer hızlarına ihtiyaç duyar.
- **5G'nin Rolü:** Beşinci nesil hücresel ağlar, bu yeni nesil IoT senaryolarını mümkün kılmak için kritik öneme sahiptir. 5G, büyük bağlantı kapasitesini, yüksek veri hızlarını ve ultra düşük gecikmeyi destekler.
- **Gelecek Vizyonu:** IoT, kullanıcıların sistemlere uzaktan erişim ve kontrol sağlayabileceği, kullanımı kolay bir “tak ve çalıştır” deneyimi sunmayı amaçlar.



- **IoT'nin Kökeni:** "IoT" terimi 1999'da Kevin Ashton tarafından ortaya atıldı. IoT'nin vizyonu, cihazlar arasında daha akıllı sistemler yaratmayı hedefler.
- **Üç Ana Vizyon:**
 - **İnternete Yönelik:** Cihazlar arasındaki bağlantı ve veri iletimine odaklanır.
 - **Nesnelere Yönelik:** Akıllı, kendi kendine iletişim kurabilen ve tanımlanabilir cihazlar.
 - **Bilgiye Yönelik:** Cihazlardan gelen verilerin nasıl depolanıp organize edileceği ve bu verilerin nasıl kullanılacağı üzerine odaklanır.
- **IoT'nin Amacı:** Nihai hedef, her zaman, her yerden ve her şeyle bağlantı kurabilen akıllı cihazlar yaratmaktır.

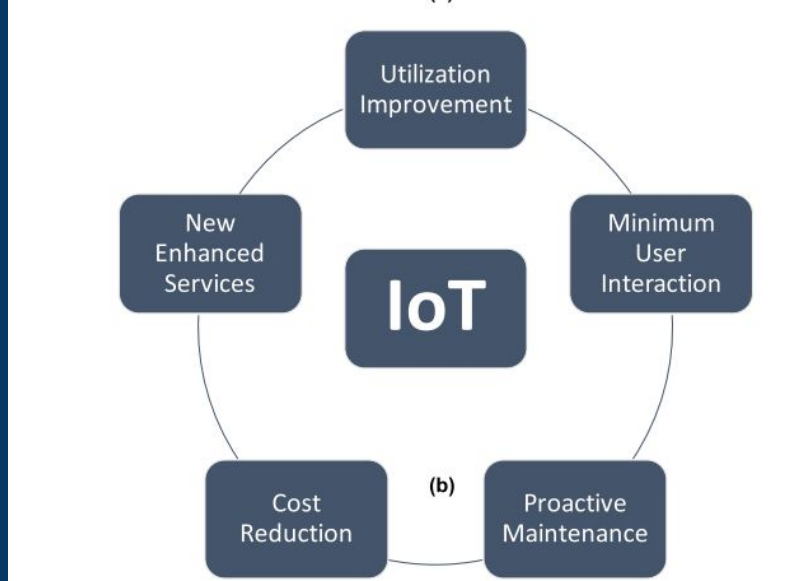


- **IoT Mimarisi Bileşenleri:**

- **Donanım:** Sensörler, gömülü sistemler ve iletişimi sağlayan arabirimler.
- **Orta Katman (Middleware):** Veri depolama, analiz ve iletim görevlerini yerine getiren yönetim katmanı.
- **Sunum Katmanı:** Verilerin kullanıcı dostu bir formatta gösterilmesini sağlar, farklı platformlarla uyumlu hale getirir.

- **Zorluklar ve Araştırmalar:**

- IoT mimarisi, ölçeklenebilirlik, enerji verimliliği ve güvenlik sorunlarına çözüm bulmayı hedeflemelidir.
- Mevcut araştırmalar, büyük alanları kapsayan çok aşamalı yönlendirme protokolleri, enerji verimli protokoller ve ağ genişletme için 6LoWPAN gibi çözümler üzerinde yoğunlaşmaktadır.
- Güvenlik, sürekli gelişmekte olan kriptografik protokoller ile sağlanmaya çalışılmaktadır.



- **İş ve Araştırma Fırsatları:** IoT, işletmelere yeni iş modelleri geliştirme ve araştırmacılara disiplinler arası yenilikler keşfetme fırsatları sunar.
- **Küresel Projeler:** Birçok ülke akıllı IoT projelerini hayata geçirmiştir:
 - **Kanada:** Akıllı şehir projeleri.
 - **Çin:** Şanghai'da IoT endüstri standartları ve teknolojilerine 100 milyon dolarlık yatırım.
 - **Brezilya:** Akıllı şebeke sistemleri.
- **Avrupa Birliği Girişimleri:** AB, güvenlik, ölçeklenebilirlik ve güvenilirlik üzerine yoğunlaşan 33 IoT projesini finanse etmektedir.
- **Temel Faydalar:** IoT, altyapı, kentsel gelişim, sağlık hizmetleri ve ekonomik büyüme açısından önemli avantajlar sağlar.

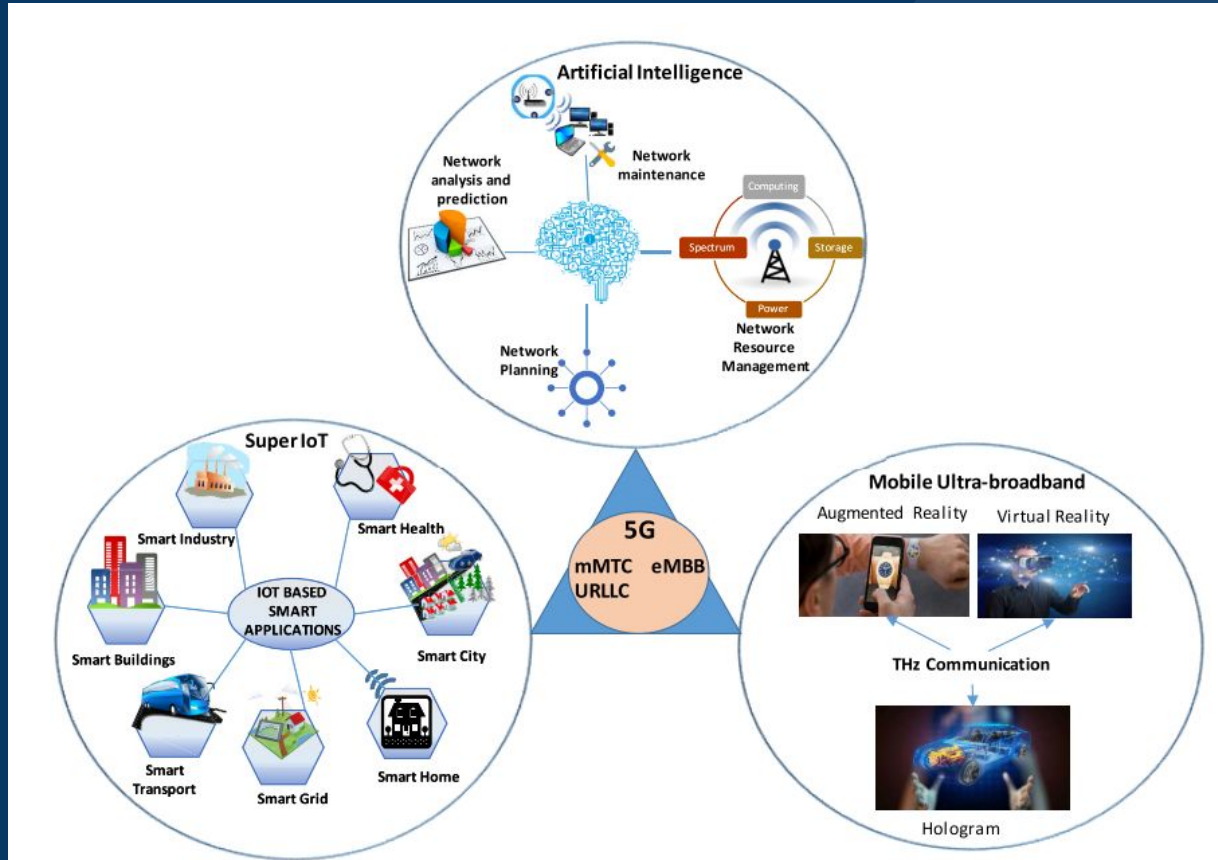
- **5G'nin IoT'deki Rolü:** 5G teknolojisi, IoT uygulamaları için kritik bir rol oynamaktadır ve yüksek veri hızları, geniş kapsama alanı ve gerçek zamanlı iletişim sağlar.
- **Küresel 5G Girişimleri:**
 - Uluslararası Mobil Telekomünikasyon (IMT), 2013'te araştırmalara başladı ve 2016'da standartları belirledi.
 - Üçüncü Nesil Ortaklık Projesi (3GPP), 5G Radyo Erişim Ağı (RAN) standartlarını geliştirmekten sorumludur.
 - Spektrum tahsisleri kritik öneme sahiptir ve farklı IoT kullanım durumlarını desteklemek için düşük, orta ve yüksek bantlar kullanılır.
- **5G ve Spektrum İhtiyaçları:** Spektrum tahsisleri kritik öneme sahiptir ve farklı IoT kullanım durumlarını desteklemek için düşük, orta ve yüksek bantlar kullanılır.

Spectrum Type	Characteristics	Use Cases
Low-frequency band (below 2GHz)	<ul style="list-style-type: none">• Higher Coverage and Mobility• Wider channels availability	<ol style="list-style-type: none">1. Massive Machine-Type Communications2. Indoor applications
Higher frequency millimetre waves (mmWave) bands	<ul style="list-style-type: none">• Short-range with low latency.• High capacity due to wider channelization	<ol style="list-style-type: none">1. Enhanced mobile broadband Communications2. Urban and sub-urban applications
Mid-frequency bands	<ul style="list-style-type: none">• Short-range with low latency and high capacity transmission for few macro-based stations	<ol style="list-style-type: none">1. 5G implementation in uncrowded/open areas2. Urban deployment.

- **Taşıyıcı Birleştirme (Carrier Aggregation):** Birden fazla frekans bandını birleştirerek bant genişliğini artırır, veri hızlarını yükseltir ve ağ tıkanıklığını azaltır.
- **Massive MIMO (M-MIMO):** Çok sayıda anten kullanarak birden fazla veri akışı iletir, veri kapasitesini artırır ve ağ güvenilirliğini iyileştirir.
- **Koordine Çok Noktalı İşleme (CoMP):** Hücre kenarlarında veri alımını iyileştirir, birden fazla baz istasyonunu koordine ederek parazitleri azaltır.
- **Cihazdan Cihaza İletişim (D2D):** Cihazların baz istasyonuna geçmeden doğrudan iletişim kurmasını sağlar, kısa mesafeli IoT ağlarının verimliliğini artırır.
- **Heterojen Ağlar (HetNets):** Farklı türde hücreler (makro, mikro, femto) kullanarak kapsama alanını artırır, veri kapasitesini yükseltir ve enerji verimliliğini sağlar.

Wireless Technology	Data-Rate	Services	Bandwidth	Reference
1G	2.4Kbps	Voice	30KHz	[63]
2G	10Kbps	Voice, Data	200KHz	[63]-[64]
2.5G	50Kbps/200Kbps	Voice, Data	200KHz	[63]-[64]
3G	384Kbps	Voice, Data, Video Calling	5 MHz	[63]-[64]
3.5G	5-30Mbps	Voice, Data, Video Calling	5MHz	[63]-[64]
3.75G	100-200Mbps	HD video, peer to peer file sharing, composite Web services, online gaming	1.4MHz-20MHz	[63]-[65]
4G	DL 3Gbps UL 1.5Gbps	HD video, multimedia, data services at much higher data-rate	1.4MHz-20MHz	[65]-[66]

- **Yapay Zeka'nın 5G IoT'deki Rolü:** Yapay zeka, IoT sistemlerinin performansını optimize ederek ağların kendi kendini organize etmesini ve yapılandırmasını sağlar.
- **IoT'deki Yapay Zeka Uygulamaları:**
 - **Büyük Veri Analitiği:** Yapay zeka, IoT cihazları tarafından üretilen büyük veri kümelerini analiz ederek ağ kullanımını ve kaynak tahsisini optimize eder.
 - **Sağlık Hizmetleri:** Yapay zeka destekli IoT, uzaktan hasta takibi, akıllı ambulanslar ve kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri sağlar.
 - **Akıllı Ulaşım:** Yapay zeka ve IoT, trafik yönetimini iyileştirir, kazaları azaltır ve otonom sürüşe olanak tanır.
- **Akıllı Karar Verme:** Yapay zeka, gerçek zamanlı analiz ve karar alma süreçlerini geliştirir, IoT ağlarının ve uygulamalarının genel verimliliğini artırır.



- **Güvenlik Zorlukları:** IoT sistemlerinin, yetkisiz erişim ve veri ihlallerine karşı güçlü güvenlik önlemlerine ihtiyacı vardır. Güvenlik tehditlerini tespit ve hafifletmek için akıllı sistemler entegrasyonu önemlidir.
- **Ölçeklenebilirlik ve Bağlantı:** Milyarlarca cihaz ağa bağlandıkça, 5G, bağlantının kesintisiz kalmasını ve enerji verimliliğini korumayı sağlamalıdır.
- **Enerji Tüketimi:** IoT cihazları genellikle sınırlı enerji kaynaklarına sahiptir. Narrowband IoT (NB-IoT) gibi teknolojiler, enerji kullanımını en aza indirirken performansı korumaya odaklanır.
- **Gecikme ve QoS:** Gerçek zamanlı IoT uygulamaları için düşük gecikme süresinin sağlanması, otonom araçlar ve tele-tıp gibi alanlarda kritik öneme sahiptir.

Article	Challenges	Solution	Reference
Enabling Massive IoT in 5G and beyond Systems: PHY radio frame design considerations	Flexibility in the physical layer radio framework? of 5G technology to satisfy the diverse requirements of IoT	Suitable radio numerology is designed with a random-access channel to support massive connection density and is capable of dealing with channel impairment and imperfections in the transceiver	[114]
A Survey of Client-controlled HetNets for 5G	Huge signalling overhead in network control schemes for network edge devices and leveraging Radio access technologies (RATs)	A review on client-controlledHetNets for 5G networks is provided in-depth with distributed and hybrid control approaches	[115]
The next-generation of IoT	Different companies such as Tata communications, DellIoT Services, Sierra Wireless are presented which are developing IoT technology all around the globe		[116]
Long-Range IoT Technologies: The Dawn of LoRa™	Efficient low power WAN (LPWAN) enabling technologies for IoT	LoRa is presented as the latest and most promising technology	[117]
Extracting and exploiting inherent sparsity for efficient IoT Support in 5G: Challenges and potential solutions	Scarcity in spectrum resources to provide support for IoT devices to enable 5G technology. Also, the radio access channel has many limitations to handle IoT enabled 5G devices	Wide-spectrum management techniques, D2D communications, and the concept of edge cloud solutions are presented	[106]
Energizing 5G	Keeping in mind the 5G-IoT scenarios, the efficient recharging of ubiquitous IoT devices is a tedious task	Solutions for the wireless powering of IoT devices using near and far-field techniques is provided. Furthermore, a new networking model called Wireless power communication network is introduced that integrates wireless power transmission and communication.	[2]
A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies	To cope up with the needs of 5G enable IoT such as better data-rate, reduced latency, consistent quality of service and huge spectrum resources	5G cellular network architecture is presented with its enabling technologies such as M-MIMO, D2D communication. Other associated emerging technologies are also presented, such as ultra-dense networks, cognitive radios, millimetre-wave (mm-wave) solutions for 5G networks and cloud technologies, etc.	[53]
5G Backhaul Challenges and Emerging Research Directions: A Survey	The requirements for maintaining the high quality of service in a 5G paradigm present a bottleneck: backhaul. The requirements of backhaul must be addressed as it is responsible for connecting the highly dense and heavy traffic cells to the core	A joint radio access and backhaul framework is presented which addresses the QoS issues efficiently. The framework called Backhaul as a Service (BHaaS) which is a part of SDN with Radio access network (RAN) intelligence, Self-optimizing network (SON) and caching capabilities has a complete vision of end-to-end network and also enables optimization.	[68]
A Heuristic Offloading Method for Deep Learning Edge Services in 5G Networks	The limited computing resource and battery consumption of mobile devices (MDs), mobile tasks are often offloaded to the remote infrastructure, like cloud platforms, which leads to the unavoidable offloading transmission delay.	Computation offloading is a key technique for the deep learning edge services in 5G networks. In order to shorten the transmission delay of deep learning tasks, a heuristic offloading method is devised and shown	[97]

- **IoT ve 5G'nin Geleceği:** IoT'nin 5G ağlarıyla entegrasyonu, daha akıllı şehirler, gelişmiş sağlık hizmetleri ve daha verimli endüstriyel sistemler yaratacaktır.
- **Yapay Zeka Ana Sürücü Olarak:** Yapay zeka, öngörüsels analizler, makine öğrenimi ve akıllı otomasyon sağlayarak yeniliklerin devamını getirecektir.
- **Sürekli Araştırma:** 5G IoT sistemlerinde ölçeklenebilirlik, güvenlik ve birlikte çalışabilirlik ile ilgili zorlukları aşmak için sürekli çaba sarf edilmesi gerekmektedir.
- **Herkes İçin Akıllı Sistemler:** Sonuç olarak, 5G destekli IoT sistemleri, daha hızlı ve güvenilir bağlantı sağlayarak maliyetleri düşürecek ve hizmet kalitesini artıracaktır.

MAKALE 2

Bu makale Nesnelerin İnterneti (IoT) akıllı binalar ve şehirler özelinde, enerji tüketiminin nasıl azaltılabileceğini ele alıyor. Çalışma, IoT teknolojilerinin enerji verimli çözümler sağlama potansiyeline odaklanırken, bu teknolojilerin uygulamasında karşılaşılan zorlukları ve teknik boşlukları değerlendiriyor. Makale ayrıca, uzmanlara IoT'nin tasarım, işletim ve izleme süreçlerine nasıl entegre edileceği konusunda rehberlik sağlıyor.



01

IoT ve Enerji Verimliliğine Giriş

02

IoT Avantajları

03

IoT Mimarisi

04

Akıllı Binalar ve IoT

05

IoT ve Enerji İzleme

06

IoT'nin Akıllı Binalardaki Araştırmaları

07

IoT Uygulamasındaki Zorluklar

08

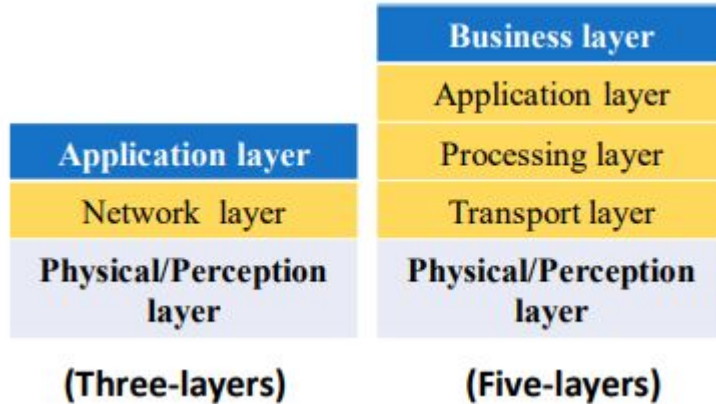
Sonuçlar ve Gelecek Yönelimler

- IoT, nesnelerin internete bağlanarak veri toplama, analiz etme ve enerji kullanımını optimize etme yeteneği sunar.
- Nesnelerin İnterneti (IoT), akıllı binalar ve şehirlerde enerji tüketimini azaltma amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.
- IoT'nin doğru uygulanması, sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır.
- Sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunuyor.
- 2040 yılına kadar enerji tüketiminin %56 artacağı öngörülüyor.
- IoT kullanarak şehirlerde ve binalarda enerji talebini azaltmanın önemi vurgulanmaktadır.
- Yapılı çevre uzmanları için enerji verimliliğinde IoT kullanımında önemli hale getirmektedir.

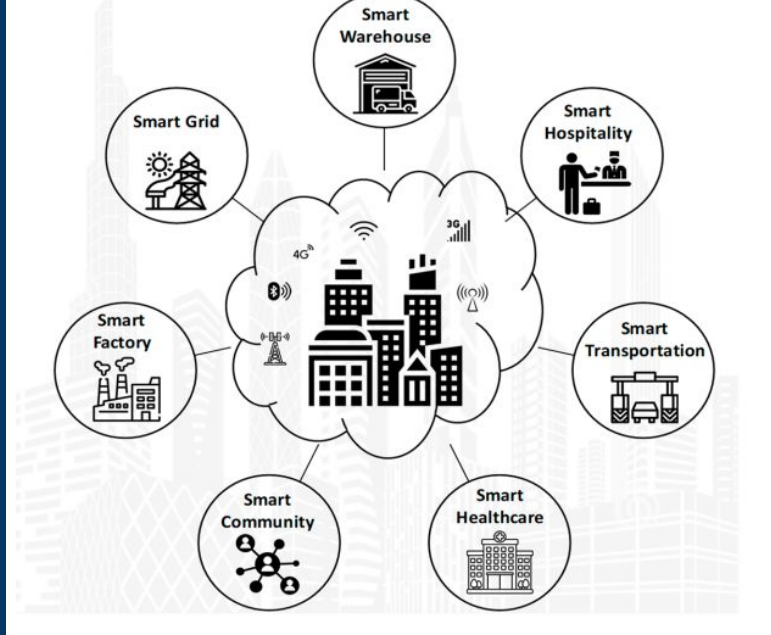


- **IoT'nin Avantajları:**

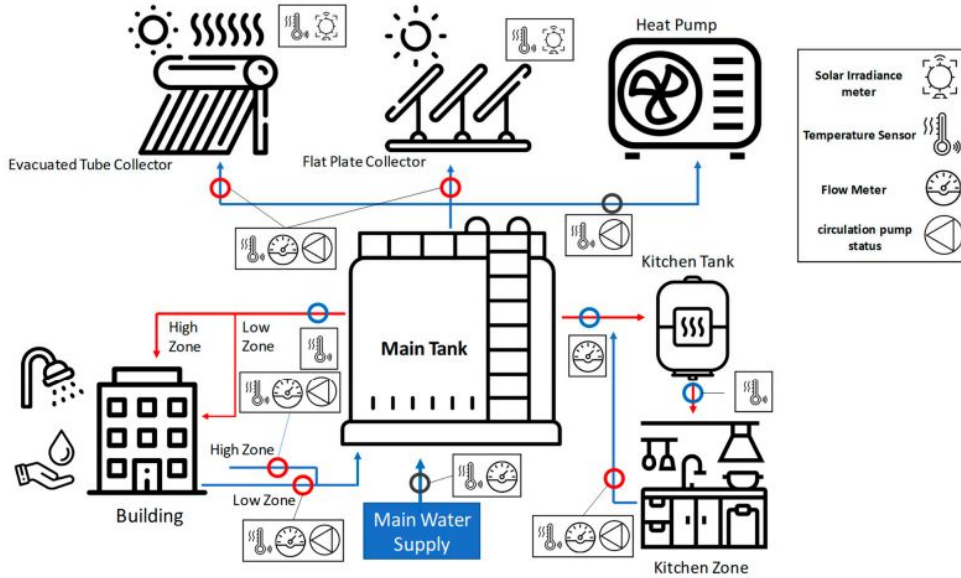
- Gerçek zamanlı izleme
- Veri görselleştirme ve analiz
- Enerji tüketimini azaltma
- Kullanıcı konforunu artırma



- **Fiziksel Katman:** Sensörler, akıllı cihazlar; veri toplar ve iletir.
- **Ağ Katmanı:** Cihazlar arası veri iletimini sağlar.
- **Uygulama Katmanı:** Toplanan veriyi analiz eder ve kullanıcıya sunar.

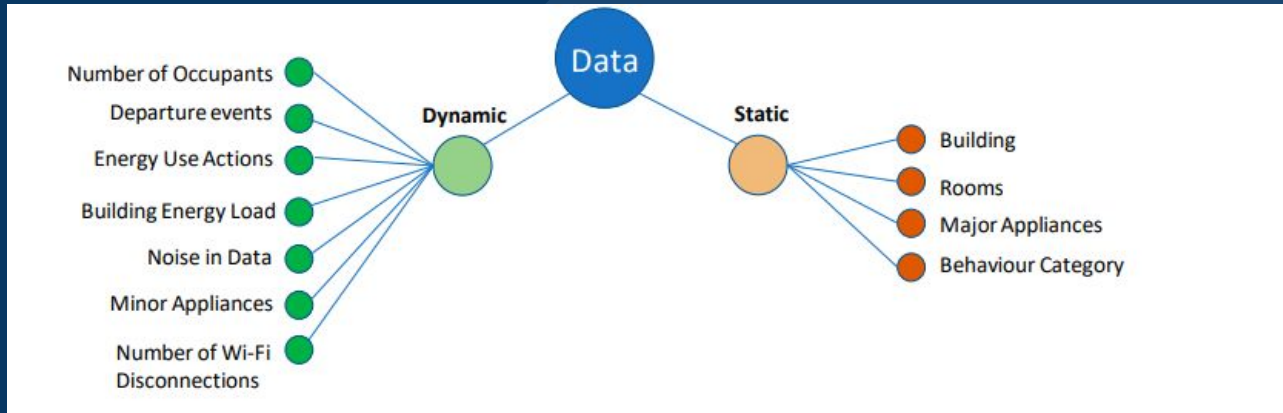


- **Özellikler:**
 - IoT, akıllı binalarda enerji tasarrufu, hava kalitesi, aydınlatma ve konfor kontrolü gibi birçok işlevi optimize eder.
 - Kullanıcı davranışları ve enerji kullanımı arasındaki ilişki, enerji verimliliği stratejilerinin başarısında önemli bir faktördür.
- **Akıllı Binalarda IoT'nin Kullanım Alanları:**
 - Aydınlatma Sistemleri
 - Isıtma, Havalandırma ve Klima (HVAC)
 - Güvenlik ve Yangın Algılama Sistemleri



- IoT'nin enerji kullanımının gerçek zamanlı izlenmesinde uygulamaları.
- Singapur'daki güneş enerjisi su ısıtma sistemlerinin elektrik tüketimini %32.9'a kadar azaltması.
- Ofis binalarında IoT teknolojileriyle enerji tüketimini %17.4 oranında azaltan sistemler.

- Ticari binalarda kişiselleştirilmiş enerji yönetimi için IoT kullanımı.
- Enerji tasarrufu için kullanıcı davranışlarını geri besleme döngüsü ile optimize etme (enerji tüketiminde %30'a kadar azalma).
- NILM tekniği ile bireysel cihazları izleyerek genel tüketimi azaltma.



IoT'nin Akıllı Binalardaki Araştırmaları

	Studies	Scope	Research Methods	Building Type	Sensor Type	Applications Towards Energy Efficiency	Country
1	Thangamani et al. [77]	Issues of IoT application in intelligent buildings	Interview and Delphi method	Intelligent buildings	Lighting and HVAC	Key performance indicators and the business model	India
2	Metwally et al. [78]	Evaluating IoT solutions in buildings	Review and Qualitative method	Non-specific	Occupant, structure, appliances, HVAC system and energy control, lighting, space optimization and building utilities	Framework to assess IoT implementation level in buildings.	Egypt
3	Imran et al. [58]	Consumer behavior smart residential buildings	Mathematical and AI based approaches and Case Study	Residential	Microwave, dishwasher, fridge, air conditioner, heater, AT, RH, pressure, windspeed and dewpoint	IoT task management mechanism for energy consumption minimization	South Korea
4	Kumar et al. [8]	Integration of IoT-based sensing systems into smart buildings	Energy-based methodological approach using Simulation	Residential	CO ₂ , AT, RH and electricity consumption data	Minimizing energy consumption	USA
5	Ramallo-González et al. [79]	Occupant behavior and energy consumption	Case Study and EnergyPlus Software	Educational	AT, CO ₂ , lighting and RH	Energy reduction use in buildings by behavioral changes	Spain
6	Yasuoka et al. [80]	Energy management of air-conditioning system	Case study and Qualitative description	Educational	AT, RH, air quality, light and ultrasonic distance	Monitor thermal comfort of occupants.	Brazil
7	Berawi et al. [19]	Building design and IoT systems	Empirical measurements, Case Study and Interview	Office	Network, movement, light, HVAC	Framework of Smart Integrated Workspace Design (SIWD) with IoT	Indonesia
8	Li et al. [60]	Energy efficiency of a solar water heating system (SWH)	Empirical measurements and Energy Audit	Hospital	Water flow, heat and water pump, operational schedule, solar and electricity consumption	Develop control strategies for efficient operation	Singapore
9	Rafsanjani and Ghahramani [81]	Personalized energy-use information of workstation	Empirical measurements and Case Study	Office	TED Pro—energy-load data (kW), voltage (V), and cost	Energy behavior index	USA
10	Rafsanjani et al. [65]	Energy-use efficiency index and human	Empirical measurements and	Commercial	Energy and Occupancy	Energy assistant tool	USA

- **Güvenlik ve Gizlilik:** IoT cihazları güvenlik tehditlerine karşı savunmasızdır.
- **Entegrasyon Zorlukları:** IoT'nin mevcut bina sistemleriyle entegrasyonu karmaşıktır.
- **Veri Yönetimi:** Büyük veri miktarının işlenmesi ve yönetilmesi zor olabilir.

- Enerji verimli binalar ve şehirlerde IoT teknolojilerinin uygulanması, enerji tüketimini azaltma, kullanıcı konforunu artırma ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunma açısından büyük faydalar sunmaktadır.
- Bu teknolojilerin yapılı çevre uzmanları tarafından uygulanması, teknik bilgi eksikliği ve sistemlerin karmaşıklığı nedeniyle zorluklar içermektedir.
- IoT çözümleri umut verici olsa da, tasarım ve işletim sistemlerine etkin şekilde entegre edilmeleri, fiziksel ve operasyonel zorluklar nedeniyle karmaşık hale gelmektedir.
- Güvenlik, gizlilik ve ölçeklenebilirlik gibi konular, IoT teknolojilerinin daha geniş çaplı uygulamalarını sınırlayan önemli engellerdir.
- Gelecekte, disiplinler arası işbirliği, IoT'nin bina tasarımına entegrasyonu üzerine daha fazla araştırma ve pratik uygulamalara odaklanması gerektiği vurgulanmaktadır.

MAKALE 3

01

Akıllı Sağlık Sistemi'ne (SHS) Giriş

02

SHS'de Kullanılan Teknolojiler

03

SHS'nin Sistem Mimarisi

04

Hasta ve Cihazları İzleme

05

Acil Durum Yönetimi

06

SHS'de Güvenlik

07

Proof of Concept (Kavram Kanıtı)

08

Diğer Sistemlerle Karşılaştırma

09

Sonuç ve Gelecekteki Çalışmalar

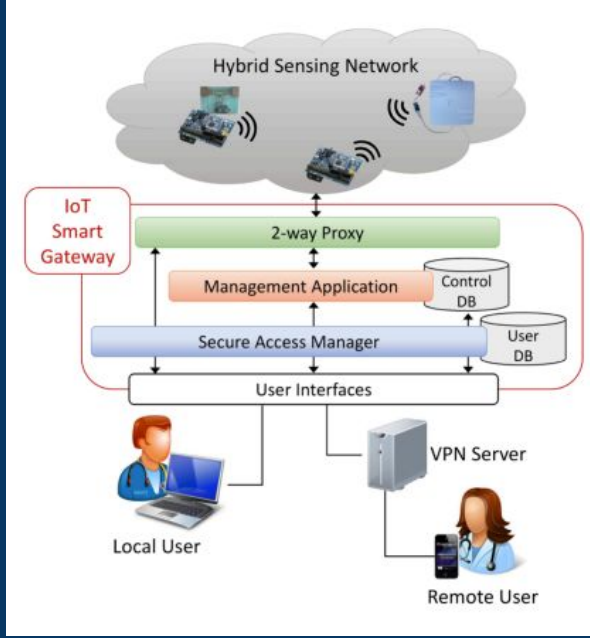
- **Sağlık Alanında Nesnelerin İnterneti (IoT)**
 - IoT, internet aracılığıyla birbirine bağlı cihazların veri alışverişi yaparak hizmetleri geliştirmesini sağlar.
 - Sağlık sektöründe IoT, hasta bakımı, teşhis ve hastane yönetiminde devrim yaratabilir, akıllı sistemleri mümkün kılar.
 - Hastaların ve cihazların izlenmesini, takip edilmesini ve acil durumlarda hızlı tepki verilmesini sağlar.

- **Sağlık Sistemlerinde Karşılaşılan Zorluklar:**
 - **Verimlilik:** Operasyonel süreçlerin iyileştirilmesi ihtiyacı.
 - **Hasta Takibi:** Gerçek zamanlı izleme gereksinimi.
 - **Maliyet:** Maliyetlerin düşürülmesi zorunluluğu.
 - **Personel Eksikliği ve Manuel Süreçler:** Hata riskinin artması.

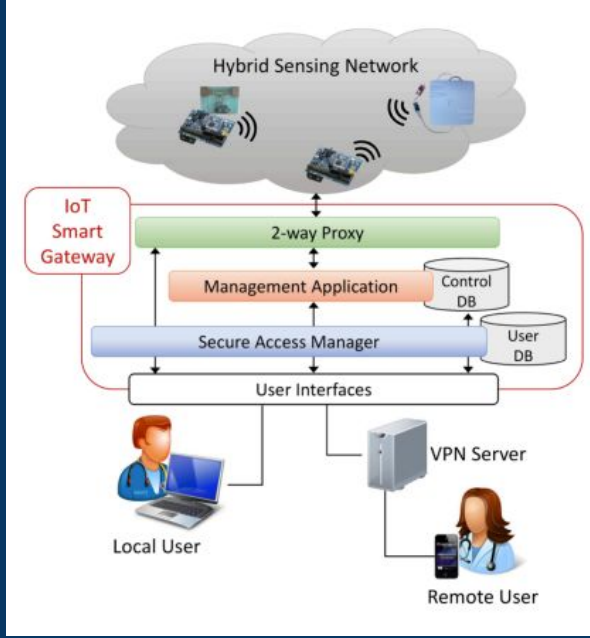
- **Kullanılan Teknolojiler:**
 - **RFID (Radyo Frekansı ile Tanımlama):** Otomatik kimlik doğrulama için kullanılır.
 - **WSN (Kablosuz Sensör Ağları):** Çevresel izleme sağlar.
 - **6LoWPAN:** Düşük güç tüketimli, uzun menzilli veri iletişimi için IPv6 protokolü.

- **SHS'nin Amacı:**
 - Gerçek zamanlı olarak hasta, personel ve tıbbi cihazların otomatik izlenmesi.
 - Sağlık hizmetlerini iyileştirip operasyonel verimsizlikleri azaltarak hasta güvenliğini artırmak.

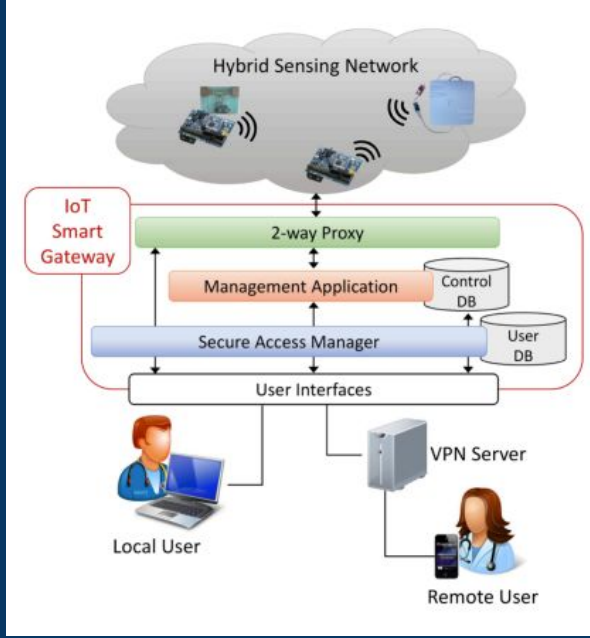
- **Hasta ve cihaz tanımlama ve takibi için RFID:**
 - RFID teknolojisi, sağlık tesislerinde hastaları ve cihazları izlemek için pasif ve pil destekli etiketlerin kullanılmasını sağlar. Uzun vadeli dayanıklılık ve düşük maliyet sunar ve bu da onu sağlık uygulamaları için ideal hale getirir. Sistem, hasta hareketini izleyebilir ve hastane içindeki biyomedikal cihazları tanımlayabilir.
- **Çevresel ve hasta koşullarını izlemek için WSN:**
 - Kablosuz Sensör Ağları (WSN), sıcaklık, nem ve ışık gibi parametreleri izleyen küçük, pille çalışan düğümlerden oluşur. SHS'de WSN ayrıca hastalardan kalp hızı ve hareket gibi fizyolojik verilerin toplanmasına yardımcı olur.
- **Uzaktan erişim ve kontrol için akıllı mobil teknolojiler:**
 - Mobil teknolojiler, doktorların ve personelin hastaların sağlıklarını uzaktan izlemesine ve acil durumlara yanıt vermesine olanak tanımak için SHS'ye entegre edilmiştir. Sistem, akıllı telefonlar için özel mobil uygulamalar aracılığıyla erişilebilir ve gerçek zamanlı kontrol ve veri görselleştirmesi sağlar.



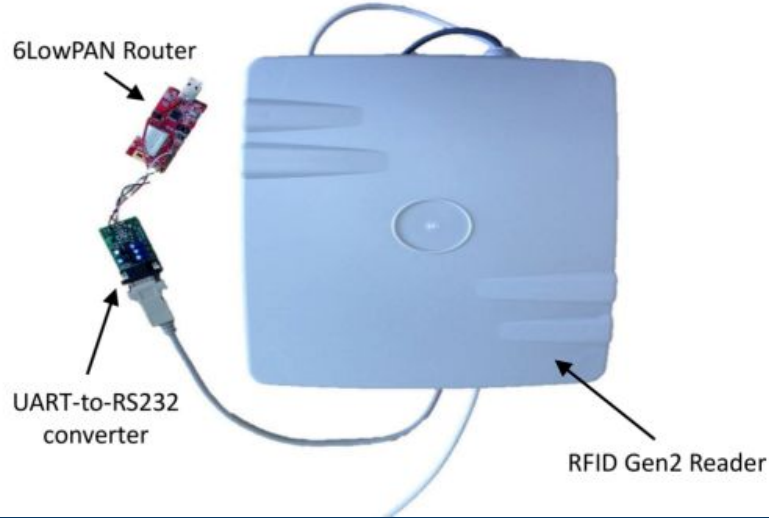
- **Hibrit Algılama Ağı (HSN):**
 - HSN, hastaları takip eden ve sağlıklarını izleyen düşük güçlü bir ağ oluşturmak için RFID ve WSN'yi birleştirir. Ağdaki düğümler 6LoWPAN üzerinden iletişim kurarak hastanenin ortamında verimli bir şekilde işlev görmelerini sağlar.



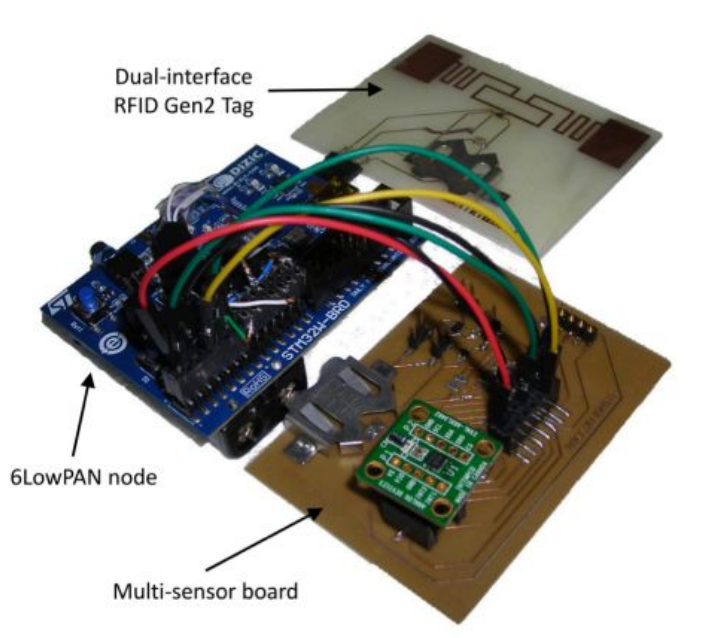
- **IoT Akıllı Ağ Geçidi:**
 - IoT Akıllı Ağ Geçidi, HSN'den veri toplamak ve hastanenin kontrol merkezine iletmek için merkezi bir merkez görevi görür. RFID, WSN ve mobil cihazlardan gelen farklı veri formatlarını standart internet protokollerine (ör. CoAP) çevirir ve daha fazla işleme için verileri REST tabanlı bir arayüze iletir.



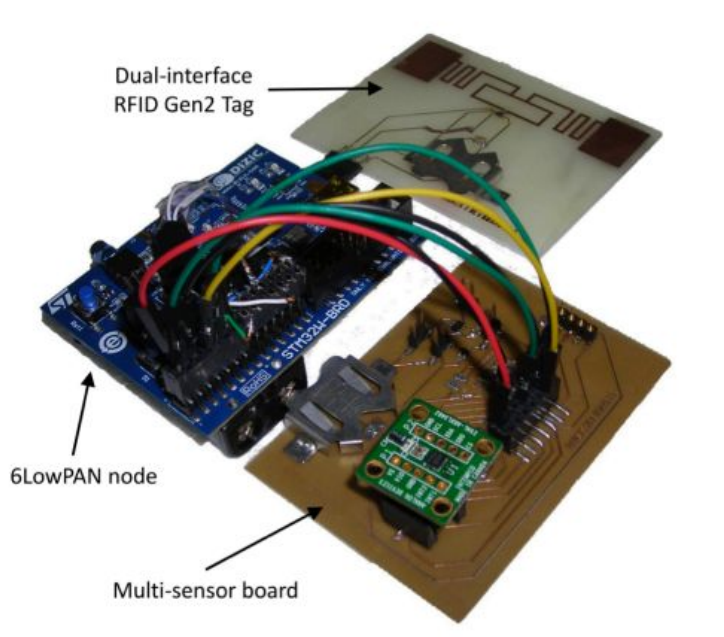
- **Veri erişimi için Kullanıcı Arayüzleri:**
 - Hastane personeli, SHS'ye grafiksel kullanıcı arayüzleri (web veya mobil) aracılığıyla erişebilir ve bu sayede gerçek zamanlı ve geçmiş verileri izleyebilir, hastaları ve cihazları takip edebilir ve acil durumlara yanıt verebilir.



- **6LoWPAN Yönlendirici, Ana Bilgisayar Etiketleri ve Veri Akışı:**
 - Mimari, 6LoWPAN Sınır Yönlendiricileri (6LBR), 6LoWPAN Yönlendiricileri (6LR) ve Ana Bilgisayar Etiketleri (HT) içerir. Etiketler, hastaların sağlık verilerini depolar ve bu veriler, iletişim için 6LoWPAN kullanılarak RFID ve WSN teknolojileri aracılığıyla hastanenin merkezi kontrol sistemine iletilir.



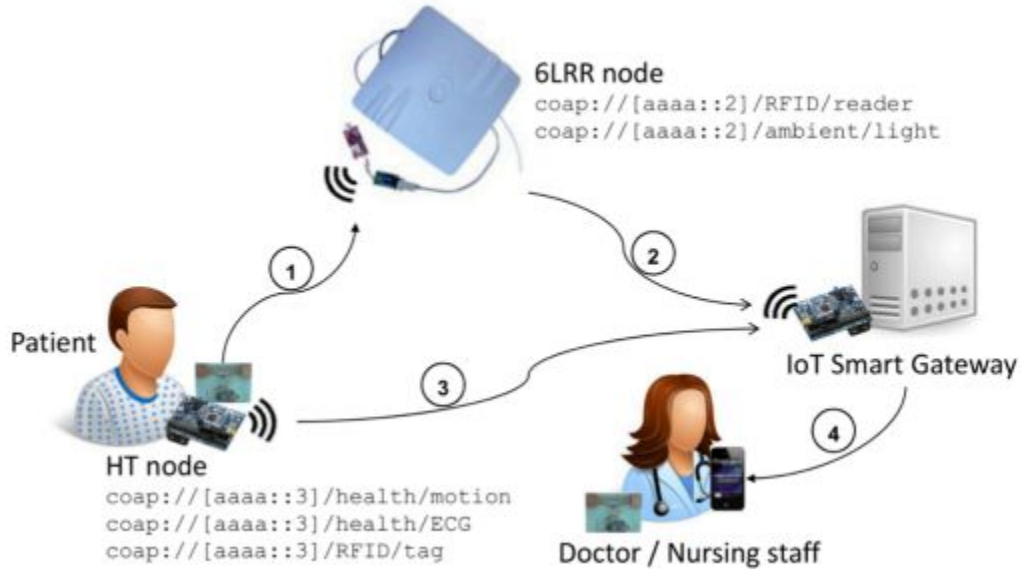
- **Ultra Düşük Güçlü Hibrit Algılama Ağı (HSN):**
 - HSN, pil ömrünün kritik önem taşıdığı ortamlar için uygun hale getirerek minimum enerji tüketimiyle çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Verimli izleme için RFID teknolojisini entegre eden ultra düşük güçlü 6LoWPAN düğümlerini kullanır.



- **Fizyolojik veriler (örneğin kalp hızı) ve çevresel veriler (örneğin sıcaklık) nasıl toplanır:**
 - Sistem, kalp hızını, hareketi ve diğer hayati belirtileri izleyen, hastaların taktığı HT'ye (Ana Bilgisayar Etiketleri) yerleştirilmiş sensörler aracılığıyla veri toplar. Oda sıcaklığı ve ışık gibi çevresel koşullar, 6LoWPAN düğümlerindeki sensörler aracılığıyla izlenir.

- **Merkezi bir kontrol sistemine iletim:**
 - Toplanan tüm veriler, IoT Akıllı Ağ Geçidi aracılığıyla merkezi kontrol merkezine gönderilir. Verilere tıbbi personel erişebilir ve analiz edebilir, böylece hasta sağlığı ve hastane çevre koşulları hakkında gerçek zamanlı güncellemeler sağlanır.
- **Veri erişimi için RESTful web servisleri:**
 - Sistem, yetkili personelin web üzerinden gerçek zamanlı ve geçmiş verilere erişmesine olanak tanıyan bir RESTful API sağlar. Bu, veri yönetimini basitleştirir ve diğer hastane sistemleriyle kolay entegrasyona olanak tanır.

- **Hasta düşmeleri veya düzensiz kalp atışları gibi acil durumlar için uyarıların tetiklenmesi:**
 - SHS, düşmeler veya anormal kalp atışları gibi acil durumları tespit edebilen sensörlerle donatılmıştır. Böyle bir olay meydana geldiğinde, sistem personeli bilgilendirmek için hemen bir uyarı tetikler.
- **Hemşirelik personelini bilgilendirmek için Anlık Bildirimlerin (PN) kullanımı:**
 - Acil bir durumda, SHS hastane personeli tarafından taşınan mobil cihazlara Anlık Bildirimler (PN) gönderir. Bildirimler, olay ve hastanın konumu hakkında ayrıntılar sağlayarak hızlı yanıtlar sağlar.
- **Hızlı yanıtta mobil uygulamaların rolü:**
 - Mobil uygulamalar, doktorların ve hemşirelerin telefonlarında anında uyarılar almalarını ve kritik verileri görüntülemelerini sağlar. Bu, tıbbi personelin acil durumlara hızlı bir şekilde yanıt vermesini, hasta güvenliğini iyileştirmesini ve yanıt sürelerini azaltmasını sağlar.



- **Hasta verilerinin güvenliğini sağlamanın önemi:**
 - SHS hassas hasta verilerini ele aldığından, veri gizliliği ve güvenliğinin sağlanması hayati önem taşır. Sisteme erişim yetkili personelle sınırlıdır ve hasta sağlık kayıtlarını korumak için güçlü güvenlik önlemleri uygulanır.
- **Erişim için VPN ve kimlik doğrulama kullanımı:**
 - SHS, IoT Akıllı Ağ Geçidi ile uzak kullanıcılar arasındaki iletişimi güvence altına almak için VPN bağlantıları kullanır. Ek olarak, sisteme erişmek için çok faktörlü kimlik doğrulaması gerekir ve bu da yalnızca yetkili kullanıcıların verileri görüntüleyebilmesini veya yönetebilmesini sağlar.
- **Yerel ve uzak iletişim güvenlik önlemleri:**
 - SHS, hem yerel hem de uzak iletişimlerin şifrlenmesini sağlar. Bu, mobil uygulamalar, RFID okuyucular, WSN node'ları ve IoT Akıllı Ağ Geçidi arasında değiştirilen verileri içerir ve sistem genelinde kapsamlı güvenlik sağlar.

- **Hasta düşmeleri gibi test senaryolarının açıklaması:**
 - SHS'nin yeteneklerini doğrulamak için hasta düşmeleri gibi acil durumlara odaklanan bir kavram kanıtı testi yürütüldü. Sistem düşmeleri başarıyla tespit etti ve personeli bilgilendirmek için gerçek zamanlı uyarıları tetikledi.
- **Hastanın sağlığının ve uyarı sistemlerinin izlenmesi:**
 - Sistem, hastaların fizyolojik parametrelerini (örneğin hareket, kalp atış hızı) sürekli olarak izler. Herhangi bir parametre önceden tanımlanmış eşikleri aşarsa, sistem bir uyarı oluşturur ve tıbbi personele bir bildirim gönderir.
- **Sistem işlevlerinin pratik gösterimi:**
 - Test aşamasında, doktorlar mobil uygulamayı hastaların sağlık durumunu izlemek, geçmiş kayıtları incelemek ve acil durum uyarılarına yanıt vermek için kullandılar. Sistemin gerçek zamanlı güncellemeler sağlama ve hızlı yanıtları kolaylaştırma yeteneği başarıyla gösterildi.

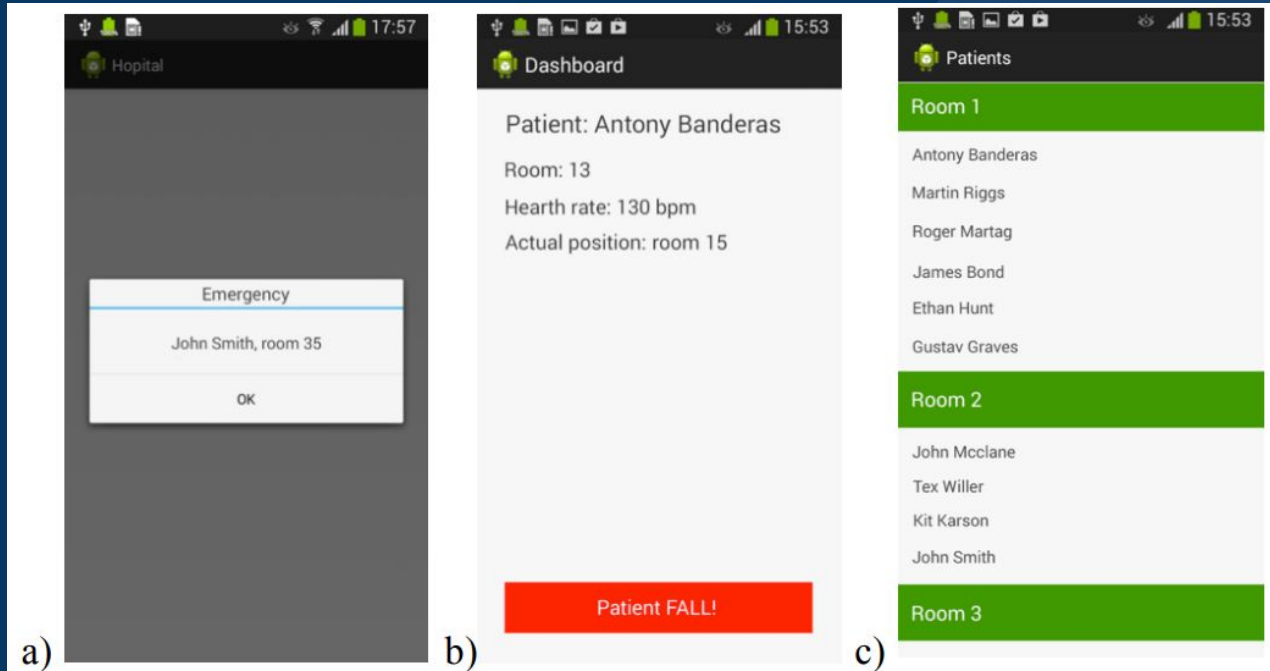


Fig. 9. Screenshots of the Medical App: (a) PN on the mobile phone; (b) visualization of details about the emergency situation; (c) list of patients and their location.

- **Diğer RFID ve WSN tabanlı sağlık sistemleriyle karşılaştırma:**
 - SHS, gelişmiş ölçeklenebilirlik ve verimlilik için hem RFID hem de WSN teknolojilerini entegre ederek mevcut çözümlerden sıyrılıyor. Diğer sistemler öncelikli olarak tek bir teknolojiye güvenirken, SHS daha iyi kapsama alanı ve daha düşük enerji tüketimi için bu tamamlayıcı yaklaşımları birleştiriyor.
- **Daha iyi verimlilik ve ölçeklenebilirlik için RFID ve WSN'yi birleştirmenin avantajları:**
 - RFID'nin (tanımlama ve izleme için) ve WSN'nin (izleme ve iletişim için) hibrit kullanımı, SHS'nin daha uzun pil ömrüyle daha verimli çalışmasını sağlar. Ayrıca, ağ tıkanıklığını ve güç tüketimini azaltarak büyük hastane ortamlarında daha iyi ölçeklenir.
- **Gerçek zamanlı hasta bakımında SHS'nin avantajları:**
 - SHS, gerçek zamanlı izleme, uyarı ve veri yönetimi için kapsamlı bir çözüm sunar. Hasta hareketini izleme, sağlık koşullarını izleme ve acil durumlarda personeli uyarma yeteneği, onu modern sağlık ortamları için ideal bir sistem haline getirir.

TABLE III
COMPARISON BETWEEN THE RFID-ENABLED HT NODE AND IEEE 802.15.4-BASED SENSOR NODES ADOPTED IN HEALTHCARE SCENARIOS

Reference work	Sensor node	Available sensors	RF interface current consumption
[14]	TelosB using the TI CC2420 IEEE 802.15.4 transceiver	Ambient light, temperature, humidity	RX: 18.8 mA TX: 17.4 mA
[15]	Customized M2M device using the TI CC2420 IEEE 802.15.4 transceiver	PPG	RX: 18.8 mA TX: 17.4 mA
[20]	Customized mode using the Digi XBEE IEEE 802.15.4 transceiver	Body temperature, heart beat	RX/TX: 40 mA
Proposed SHS	HT node transmitting sensor data via the RFID Gen2 interface	Acceleration, light, pressure, temperature, ECG	RX/TX fully-passive mode: 0 mA RX/TX BAP mode: 0.025 mA

TABLE IV
COMPARISON BETWEEN THE PROPOSED SHS AND SIMILAR ARCHITECTURES PRESENTED IN THE LITERATURE

[illegible]

- **Sağlık ortamlarında SHS yeteneklerinin özeti:**
 - SHS, hastaları izlemek, sağlık koşullarını izlemek ve hastane ortamlarını yönetmek için kapsamlı bir çözüm sunar. Gerçek zamanlı veri toplama ve yanıtını sağlamak için birden fazla IoT teknolojisini (RFID, WSN, 6LoWPAN) entegre eder.
- **Sağlık hizmetlerindeki iyileştirmelerde IoT için gelecekteki potansiyel:**
 - IoT teknolojileri gelişmeye devam ettikçe, SHS gibi sistemler daha gelişmiş sensörler, AI destekli analizler ve bulut tabanlı hizmetleri içerecek şekilde genişleyebilir. Bu, hasta bakımının kalitesini ve operasyonel verimliliği daha da artıracaktır.
- **Hasta izleme ve cihaz takibinde daha fazla yenilik çağırısı:**
 - SHS önemli bir ileri adımı temsil ediyor, ancak daha fazla yenilik için potansiyel var. Gelecekteki sistemler, hasta sağlığının bozulmasını tahmin etmek için makine öğrenimi algoritmaları ve hastane kaynaklarını optimize etmek için otomatik kontrol sistemleri içerebilir.



Teşekkürler

Uğur ŞENASLAN
Yazılım Mühendisliği Tezsiz Yüksek Lisans
2425225001