

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**IOT KULLANILARAK TIBBİ CİHAZ VERİLERİNİN GERÇEK
ZAMANLI İZLENMESİ**

ALTUĞ BİLGİN ALTINTAŞ

KOCAELİ 2018

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

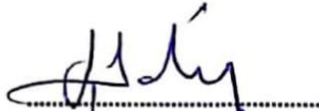


IOT KULLANILARAK TIBBİ CİHAZ
VERİLERİNİN GERÇEK ZAMANLI İZLENMESİ

ALTUĞ BİLGİN ALTINTAŞ

Dr. Öğretim Üyesi, Suhap ŞAHİN
Danışman, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi, Alparslan Burak INNER
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi, Şafak Kayıkçı
Jüri Üyesi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi


.....

.....

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 16.10.2018

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

İnternetin ilk kullanılmaya başladığı zamanlarda dünyaya aktarılabilir veri miktarında sınırlıydı. Son yıllarda yüksek bant genişliği hızı ve sınırsız büyüme potansiyeli ile aktarılan veri miktarında büyük oranda artış görülmektedir.

Bu projede yazılım sektöründe son yıllarda daha çok firma tarafından kullanılmaya başlanılan "Bulut" veya "Yazılım Hizmeti" (Software-as-a-Service) uygulamalarına yer verilecektir.

Tez çalışmasında desteklerini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Suhap Şahin'e, bana akademik olarak yol gösteren Öğr. Üyesi Fıdan Kaya ve Öğr. Üyesi Sümeyya İlkin'e, Mehmet Ali Altuncu ve bana çalışmalarımda bana destek olan Kod Bilgi Sistemleri Ltd. çalışanlarından Hüseyin Akdoğan, Talip Tayfur ve Nursel Cıbrır'a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Fen Bilimleri Enstitüsü'ndeki çalışma hayatım boyunca, üzerimdeki emekleri için minnettar olduğum Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına teşekkürü borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkürler ederim.

Mayıs – 2018

Altuğ Bilgin ALTINTAŞ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
GİRİŞ.....	1
1. TEMEL KAVRAMLAR.....	3
2. NESNELERİN İNTERNETİ VE BULUT BİLİŞİM.....	8
2.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) Tanımı.....	8
2.2. Kullanım alanları.....	9
2.3. Yazılım Destekli Bulut Sistemleri.....	9
2.4. Bulut Bilişim Tanımı ve Kapsamı.....	10
2.5. Yazılım Hizmeti (SaaS - Software as a Service).....	11
2.6. Platform Servisi (PaaS - Platform as a Service).....	11
2.7. Altyapı Hizmeti (IaaS - Infrastructure as a Service).....	12
3. SİSTEM MİMARİSİ.....	16
3.1. IoT ve Tıbbi Lazer sistemi.....	19
4. DENEYSEL ÇALIŞMA.....	27
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR.....	35
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	39
ÖZGEÇMİŞ.....	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) Genel Mimari.....	8
Şekil 2.2. Iaas, Paas, Saas Kullanıcılar Arasındaki Değer İlişkisi	10
Şekil 2.3. Şekil 2.3. Bulut Bilişim & Sahip Olma Modeli Sorumlulukların Karşılaştırılması	12
Şekil 3.1. Lazer takip sisteminin genel mimarisi (Projenin adı : Saylaz projesi).....	16
Şekil 3.2. Lazer makinası seri port cihazı problemi	17
Şekil 3.3. Tıbbi lazer cihazı ve lazer başlığı.....	17
Şekil 3.4. Lazer cihazının seri port problemi karşı geliştirilen çözüm.....	18
Şekil 3.5. Lazer cihazının içine takılan IoT cihazı – Raspberry Pi 3	18
Şekil 3.6. Lazer cihazının içine takılan IoT.....	19
Şekil 3.7. Konfigürasyon dosyası.....	20
Şekil 3.8. IoT cihaz içinde çalışan süreç kontrol adımları	21
Şekil 3.9. IoT cihazının verdiği çıktı.....	22
Şekil 3.10. Gelen çıktının JSON formatına dönüştürülmesi	23
Şekil 3.11. IoT cihazı veri ön analiz süreci	24
Şekil 3.12. IoT üzerindeki hata yakalama	24
Şekil 3.13. Tıbbi lazer cihazdan alınan iç değer verileri	25
Şekil 4.1. Tıbbi lazer cihazdan alınan verilerin özet bilgilerin gösterildiği ana sayfa (dashboard) ekranı.....	27
Şekil 4.2. Tıbbi Lazer cihazının parametrelerinin gözlemlendiği uyarı ekranı.....	28
Şekil 4.3. Tıbbi lazer cihazdan yapılmış atışların detayları	29
Şekil 4.4. Lazer cihazından yapılmış işlemlerin tarih bazında grafiksel olarak dağılımı	31
Şekil 4.5. Lazer cihazından yapılmış işlemlerin bölgesel bazda dağılımı.....	32

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

API	: Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arabirimi)
IoT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
JSON	: JavaScript Object Notation (JavaScript Nesnesi Gösterimi)
PaaS	: Platform as a Service (Hizmet Olarak Platform)
RFID	: Radio-frequency identification (Radyo Frekansı Tanımlama)
SaaS	: Software as a Service (Hizmet Olarak Yazılım)
SMART	: Scalable Medical Alert Response Technology (Ölçeklenebilir Tıbbi Uyarı Yanıtı Teknolojisi)
UI/UX :	User Interface / User Experience (Kullanıcı Arayüzü ve Kullanıcı Deneyimi)
WSN	: Wireless Sensor Network (Kablosuz Sensör Ağları)
XML	: Extensible Markup Language (Genişletilebilir İşaretleme Dili)

IOT KULLANILARAK TIBBİ CİHAZ VERİLERİNİN GERÇEK ZAMANLI İZLENMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, sağlık alanında kullanılan lazer cihazlarının arıza tespiti ve ölçümlenmesi için IoT tabanlı cihazlar kullanılarak SaaS (Software as A service) modeli üzerinden etkileşimli yeni bir sistem geliştirmektir.

Lazer cihazların arızalanmasına sebep olabilecek sorunların önceden tespiti büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, tıbbi lazer cihazlar aracılığıyla gerçek zamanlı olarak elde edilen hasta verilerinin izlenmesi ve takibi için Raspberry Pi 3 mini bilgisayarı ve bulut bilişimi arasında seri port iletişimi kullanan entegre bir sistem geliştirilmiştir.

Geliştirilen sistemde, Raspberry Pi 3 mini bilgisayarı üzerine entegre edilen, lazer cihazı için özel olarak geliştirilen bir seri port kullanılarak bulut ortamında bulunan sunucu ile tıbbi lazer cihazı arasında haberleşme sağlanmaktadır. Raspberry Pi 3 mini bilgisayarı ve VINN modülü kullanılarak lazer cihazından veri alınıp SaaS (Software as a Service) modeliyle sunucuya gönderilmektedir.

Son yıllarda bulut sistemlerinin düşük maliyetli olması ve kolay kullanım özelliği olması sebebiyle özellikle küçük ve orta ölçekli işletmelere tarafından yaygın olarak kullanılmaya başladığı gözlemlenmektedir. Firmalar müşterilerinden artarak gelen talepleri karşılamak için büyük bütçeler ayırmak yerine daha uygun maliyetlere hizmet temin edebilirler. Yazılım kiralama modeliyle çalışan uygulamalar sayesinde, firmaların yazılım ihtiyaçlarını karşılanmakta ve firma içi süreçler daha verimli bir hale getirilmektedir.

Çalışma kapsamında geliştirilen bu yeni sistem sayesinde, IoT ve bulut üzerinde çalışan sunucular üzerinden tıbbi amaçlı kullanılan Lazer cihazlarının ölçümlenmeleri anlık ve iteratif olarak arıza detaylarını hesaplayarak, minimum efor ile sonuca ulaştıran bir yaklaşımdır. Önerilen yaklaşım, hem temel IoT cihazlarının üzerinde çalışan algoritmalar hem de bulut üzerinde çalışan sunucuların üzerinde optimize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulut Bilişim, IoT, SaaS, Yazılım Hizmeti, Yazılım Sistemleri.

A NEW APPROACH FOR IMPEDANCE BASED FAULT LOCATION ON TRANSMISSION LINES

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a new system through the SaaS (Software as a service) model over the IOT based devices detection and measurement of the failure location of the laser devices used in the health field.

Predetermination of problems earlier that may cause laser equipment failure is of great importance. In this study, an integrated system using serial port communication between the Raspberry Pi 3 mini computer and cloud computing was developed to monitor and patient's data tracks obtained in real time via medical laser devices.

Communication is made between the server and the medical laser device in the cloud environment by using a serial port specially developed for the laser device integrated on the Raspberry Pi 3 mini computer in this developed system. Using Raspberry Pi 3 mini computer and VINN module, data is sent from laser device and sent to server with SaaS (Software as a Service) model.

In recent years, we have observed that cloud systems are being used extensively by small and medium-sized enterprises, especially because of their low cost and ease of use. Companies can provide services at more affordable costs instead of reserving large budgets to require increasing customer demands. SaaS (Software as a service) applications helps to companies making their processes more transparent with more reasonable costs via different platforms they provided.

The developed approach that uses the IOT and cloud based servers to measure medical laser devices instantaneously and iteratively and calculating the breakdown details, helps reaching to results with minimal effort. The proposed approach is based on both algorithms working on basic IOT devices and on medical devices optimized for servers running on the cloud medical devices. This approach has been designed for medical devices, performed, test systems runned and conclusions compared.

Keywords: Cloud Computing, IOT, SaaS, Software Service, Software Systems.

GİRİŞ

Günümüzde IoT sistemlerin gelişmesiyle tıbbi cihazların bu sistemlere entegrasyonu ve kontrolü gitgide artmaktadır [1].

IoT tabanlı sistemlerin sağladığı faydalar bütün sektörlerin günlük süreçlerine olumlu etkiler yapmaktadır. Otomotiv sektöründen, elektrik üretim şebekelerine, sağlık sektöründen savunma sistemlerine kadar bir çok alanda kullanılan nesnelere interneti kavramı (IoT) yaşamlarımızın her alanına girmiş bulunmaktadır. Ancak IoT cihazlar tarafından üretilen verilerin anlamlandırılması ayrı bir engel olarak karşımıza çıkmaktadır. Özetle IOT sistemlerinin kullanılması ile ortaya çıkan büyük verilerin işlenmesi yeni bir problemin ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir. IoT tabanlı çalışan sistemlere ait büyük verilerin işlenmesi ve anlamlandırılması için veritabanı başta olmak üzere yeni çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

J. Belissent'e göre yapılan tanım şu şekildedir: "Bilişim teknolojilerini kullanarak bir yerleşim yeriyle ilgili güvenlik, sağlık, ulaşım gibi hizmetlerin daha verimli kullanılabilmesine imkân sağlayan sistemdir" [2].

International Telecommunication Union (ITU) tarafından yapılan tanıma göre ise, "Herhangi bir zamanda, herhangi bir yerden her türlü nesnenin bağlantı kurabilmesidir" [3].

Elektronik sensörlerin giderek küçülmesi ve maliyetlerindeki önemli düşüşler IoT çözümlerinin kullanım alanlarının giderek yayılmasına neden olmaktadır. Veri transferleri için gerekli olan internet altyapı hızları da her geçen gün yükselmektedir. Alanında ileri gelen bağımsız organizasyonların yaptıkları çalışmalara göre mevcut durum şöyledir; dünyada 13 milyar civarı nesne internete bağlıdır ve 2020 yılında bu rakamın 30 milyar civarına çıkması beklenmektedir [4].

Çevremizi sarmış ve ileride daha çok saracak olan milyonlarca sensörden gelen verilerin boyutları her geçen gün artmaktadır. Bu oluşan büyük veri üzerinde değişik analiz yöntemleri kullanılarak desteklenen sonuçlar ile kurumların stratejileri, ürün

tasarımları ve servis yaklaşım etkileşimleri değişmektedir. IoT ile ortaya çıkan büyük veri sayesinde, kullanıcı davranışları ve tercihlerini analiz ederek kullanıcıların değişen ihtiyaçlarını daha iyi anlama konusunda organizasyonlar önemli faydalar elde etmektedir.

Bulut Bilişim ve Nesnelerin İnterneti (IOT) alanlarında yaşanan son teknolojik gelişmeler, sağlık hizmetlerinin kalitesinin gelişmesine olanaklar sağlamaktadır. Akıllı sensör ve yazılım teknolojilerinin katkılarıyla tıbbi cihazlardan toplanan veriler sayesinde, verilen sağlık hizmetlerinin kalitesinde iyileşmeler sağlanmaktadır. Örneğin, cihazlarda oluşacak hataları önceden tespit ederek, bu hataların düzeltilmesini sağlayan hata tespit sistemleri için tıbbi cihazlardan toplanan veriler önemli bir potansiyele sahiptirler. Ancak, hata tespit sistemlerinden azami derecede fayda elde etmek, bakım maliyetlerini düşürmek ve sağlık hizmetlerini iyileştirmek için bulut bilişim ve IOT teknolojilerinin tıbbi cihazları ile entegrasyonun etkin bir şekilde gerçekleştiği bir çözüme ihtiyaç duyulmaktadır [5]. Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde bu sorunu çözmek için umut verici çalışmalar olmasına rağmen, henüz yeterli olgunlukta değildir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında, temel olarak, tıbbi cihazlar için Bulut Bilişim ve Nesnelerin İnterneti teknolojilerine dayanan bir hata tespit ve bakım uygulama sistemi tanımlanmıştır.

1. TEMEL KAVRAMLAR

Tıbbi cihazlar kategorisine giren ve dermatoloji alanında kullanılan tıbbi lazer cihazları hassas ve maliyetleri oldukça yüksektir. Dolayısıyla tıbbi lazer cihazlarının arızalanması veya yanlış kullanılması, hastalar ve işletmeler üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilmektedir [6]. Bu sebepten tıbbi lazer cihazlarının arızalanmasına neden olabilecek sorunların önceden tespiti büyük bir önem taşımaktadır. Tıbbi lazer cihazlarının arızalanmasına imkan vermemek amacıyla, bakımlarının düzenli yapılması ve kayıt altına alınması da bir o kadar önem taşımaktadır. Tıbbi lazer cihazlarının bakım ve arıza önleme çalışmaları ağırlıklı olarak IoT cihazlarından gelen büyük verilerin analiziyle gerçekleştirilmiştir [7]. Ancak tıbbi lazer cihazının kullanımı sırasında ortaya çıkan verilerin büyüklüğü ve bazı verilerin ön işlemeye ihtiyaç duyması bu alanda bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [8]. Tez kapsamında bu probleme çözüm getirecek IoT cihazı üzerinde çalışan yeni sistem önerilmektedir.

Tez çalışmasında tıbbi lazer cihazlarından gelen büyük verilerin işlenmesi ve işlenen verilerin kullanıcılara geri bildirim olarak sunulması iki aşamada gerçekleştirilmektedir. Birinci aşamada NoSQL ve Elastic search yapıları kullanılarak verilerin doğru kategorize edilmesi sağlanmıştır [9]. İkinci aşamada işlenen veri kullanıcı arabirimi ve deneyimi yaklaşımları (UI/UX) kullanılarak sunulmaktadır [10]. Geliştirilen uygulama içerisinde kullanıcı arabirimi (UI) ve deneyimi yaklaşımları (UX) kullanılmıştır bunun sayesinde kullanıcılar tıbbi lazer cihazlardan gelen bildirimleri doğru değerlendirme imkanı bulunabileceklerdir.

Jassas ve diğ. tarafından yapılan çalışmada, hasta takibi için “A Smart System Connecting e-Health Sensors and the Cloud” isimli bir sistem geliştirilmiştir [11]. Sistemin hedefi hastaların tıbbi bilgilerinin tıp uzmanlarına olabildiğince hızla ulaştırmaktır. Büyük ve gelişmiş hastanelerde, kapasitenin yüksek olduğu yerlerde verilerin toplanması ve işlenmesi büyük zaman kayıplarına sebebiyet vermektedir. Geliştirilen A Smart System Connecting e-Health Sensors and the Cloud isimli

sistemi, hastaların bilgilerini anlık toplayan ve ölçen tıbbi sensörlere dayanmaktadır. Kablosuz sensör ağları (WSN'ler) kullanılarak, hastalardan anlık alınan veriler doğrudan tıp uzmanlarına hızlı bir şekilde iletilmektedir. Hastaların vücutlarından sensörler aracılığı ile toplanan veriler, bulut ortamındaki sunuculara aktararak işlenir. Bu nedenle hastaların sağlık durumlarındaki ani ve tehlikeli değişiklikler tıp uzmanları tarafından anlık olarak takip edilebilmektedir.

Kumar ve diğ. yapmış oldukları çalışmada, hastaların önemli sağlık bilgilerinin toplanmasında ve işlenmesinde IoT cihazları kullanılmaktadır [12]. Örneğin, hastaların kalp atışı sayıları, ateş ve nefes alıp verme oranları gibi önemli bilgileri IoT cihazları ile sürekli olarak takip edilmektedir. Bu bilgilerin alınmasında Raspberry Pi cihazı kullanılmıştır. Geliştirilen sistemin en büyük avantajı hastaların sürekli izlenmesi ve maliyetinin diğer sistemlere göre karşılaştırıldığında düşük olmasıdır.

Doukas ve diğ. tarafından yapılan bu çalışmada, giyilebilir IoT cihazlar tasarlayıp, hastalardan düzenli ve sürekli veri toplama çalışması yapılmıştır [13]. Sistemin en büyük avantajı, IoT cihazının giyilebilir olmasıdır. Bu sayede hastalar tarafından kullanımı son derece rahat olmaktadır. IoT cihazı üzerinden alınan veriler, duruma göre hastanın mobil cihazına veya doğrudan sunucuya gönderilmektedir. İletişim hafif bir protokol olan Rest API üzerinden sağlanmaktadır. Hastalara özel bu veriler metin tabanlı, JSON ve XML olarak yapılandırılmaktadır. Bu veri aktarım biçimleri sayesinde büyük verilerin gönderimi ve işlenmesi için uygun bir alt yapı sağlamaktadır. Bu sistemin dezavantajlarından biri olarak enerji yetmezliği sorunu ortaya çıkmaktadır. Bir diğer dezavantaj ise hastaların bilgilerinin IoT cihazından aktarılırken kişisel verilerin güvenliğinin tam olarak sağlanamamasıdır.

Purri ve diğ. çalışmalarında sağlık alanında, doktorların hastalarına ait sağlık verilerini ve hastaların bulunduğu ortamlara ait bilgileri sürekli olarak takip edilebilmesi ve doğru tedavi sürecini desteklemek amacıyla geliştirmişlerdir [14]. Purri ve ekibi kan basıncı, kalp atışı ve oda sıcaklığını alan bir mesh ağı sistemi tasarlamışlardır. Bu IoT tabanlı mesh sisteminin içerdiği sensörler kendi aralarında konuşarak en doğru veriyi sunuculara ve oradan da takip eden doktora iletmektedir. Mesh kablosuz ağ sisteminin menzili 1000 m dir. Bu alan içerisindeki tüm sensörler

birbirini rahatlıkla görülebilir ve kendi aralarında iletişime geçebilirler. Purri ve ekibi bu sistem için Raspberry gömülü cihazlarını etkin olarak kullanmışlardır.

Rashed ve diğ. yapmış oldukları çalışmada yaşlı ve bakıma ihtiyaç duyan insanların takibi için IoT cihazlar ve bulut alt yapısını kullanarak hasta takip sistemi geliştirmişlerdir [15]. Bu sistemin öne çıkan avantajlarını sıralayacak olursak; yaşlı ve bakıma ihtiyaç duyan kişileri canlı olarak izleme ve acil durumlarda müdahale etme fırsatı sunmuş olmasıdır. Sistem sayesinde doktor ve yakın aile bireyleri için uzaktan izlemenin getirmiş olduğu düşük maliyet avantajı ve zaman kazanımları ciddi boyuttadır. Rashed ve ekibi iki tip IoT sensörü kullanmışlardır. İlk tip, giyilebilir sensörlerdir. Örneğin kalp ritmini ve ateşini ölçen sensörler gibi. Diğer tip sensörler ise giyilmeyen sensörler kategorisindedir. Örneğin oda sıcaklığını ölçen, hareket edip etmediğini anlayan sensörler gibi. Üç katmandan oluşan bu sistemin, ilk katmanı sensör cihazları, ikinci katman iletişim protokolü ve üçüncü katman ise yazılım uygulamasından oluşmaktadır. İkinci katmanda Raspberry Pi ile sensörlerden gelen veriler toplanarak, üçüncü katmana (uygulama) iletilmektedir. Gelen verilerin işlenmesi ve gerekli yerlere iletilmesi bu katmanda sağlanmaktadır.

Mulla ve diğ. bu çalışmalarında, Raspberry Pi 2 odaklı SMART (Scalable Medical Alert Response Technology) geliştirmişlerdir [16]. Sistemin en büyük avantajı hastaların hastane ortamına gitmeden, sağlık verilerinin sürekli olarak gözlenmesi ve kayıt altına alınmasıdır. Bu sayede doktorlar hastalarının mevcut durumlarını uzaktan hassasiyetle takip edebilmektedirler. SMART sistemin dahilinde kullanılan 32 bit, 700 mHz ARM II işlemci mimarisine sahip Raspberry 2 cihazları, sisteminin sensörler ile sunucular arasındaki kritik köprü rolünü başarıyla gerçekleştirilmiştir. SMART sistem içerisinde yer alan nefes alıp verme sensörü, kalp ve ateş ölçüm sensörleri de yine Mulla ve ekibi tarafından tasarlanmış ve bu proje içerisinde kullanılmıştır.

Çoban ve diğ. yapmış oldukları çalışmada, tıbbi cihazların bakım ve onarım maliyetlerini düşürmek ve tıbbi cihaz tarafından toplanan verilerin hızlı bir şekilde aktarılmasını sağlamak amacıyla tıbbi görüntüleme araçları için bulut bilişim tabanlı öngörücü bakım uygulama çatısı gerçekleştirilmiştir [17]. Bu sistemin 4 aşaması bulunmaktadır. İlk aşama verilerin cihaz üzerinden toplanmasıdır. Bu aşamada IoT

cihazları yoğun olarak kullanılmaktadır. IoT cihazlar sayesinde bir röntgen cihazının ışın tüpünün voltaj ve amper değerlerini anlık olarak bakım yapan takıma iletilmektedir. Bu sayede bir anormalite durumu anında tespit edilebilmekte ve hemen müdahale şansı doğmaktadır. İkinci aşamada tıbbi cihazlardan gelen verilerin ön işleme süreci devreye girmektedir. Ön işleme sürecinin amacı, farklı farklı cihazlardan alınan verilerin standart bir şekilde sokulmasıdır. Üçüncü aşama ise gelen verilerin, sunucu tarafında işlenmesi ve saklanmasıdır. Son aşama ise verilerin son kullanıcılara hızlı bir şekilde görselleştirilerek sunulmasını kapsamaktadır. Tıbbi görüntüleme araçları için bulut bilişim tabanlı öngörücü bakım uygulama çatısı sayesinde hastalar sonuçlarına hızlı bir şekilde erişebilmektedirler. Bakım ve onarım maliyetleri düşmektedir ve verilerin doğru şekilde iletilmesi sağlanmış olmaktadır. Sistemin dezavantaj noktaları; IoT bilen personelin azlığı ve bu sistemi ayakta tutmak için insan ve donanım kaynaklarının sınırlı oluşları sayılabilir.

Literatür çalışmalarında geçen sistemler incelendiğinde gözlemleyen sistem bulunmamaktadır, sistemler genellikle hastalardan gelen verileri yorumlamaya ve bu yorumlanan veriler doğrultusunda işlem yapmaya yöneliktir. Ancak özellikle tıbbi cihazların bakım ve servis planlamalarının yapılamadığı gözlemlenmektedir. Bunun sonucu olarak yukarıdaki çalışmaların büyük bir çoğunluğu tıbbi cihazlardan gelen verileri mutlak doğru olarak kabul etmektedir. Bu tez çalışmasında yukarıda saptanan bu eksikleri gidermek için bir sistem gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında gerçekleşen çalışmanın esas temeli kullanılan tıbbi cihazın performansının ölçülmesi, cihazdan gelen verilerin doğruluğunun test edilerek hasta bilgilerinin işlenmesine dayanmaktadır. Bu sayede çalışma kapsamında IoT cihazlar kullanılarak tıbbi cihaz verilerinin gerçek zamanlı izlenmesinde yönelik standart bir uygulamanın ötesine gidilmiştir.

İkinci bölümde nesnelerin interneti ve bulut bilişim konuları anlatılmaktadır. Yine aynı bölüm içerisinde SaaS (Software as a Service) yaklaşımının temelleri ve bu sistemin son kullanıcı ile modellenmesi yer almaktadır. Üçüncü bölümde tasarlanan sistemin mimarisi hakkında detaylı bilgiler sunulmaktadır. Dördüncü bölümde

deneysel çalışma sonuçları aktarılmaktadır. Son bölüm içerisinde elde edilen sonuçlar ve öneriler paylaşılmaktadır.



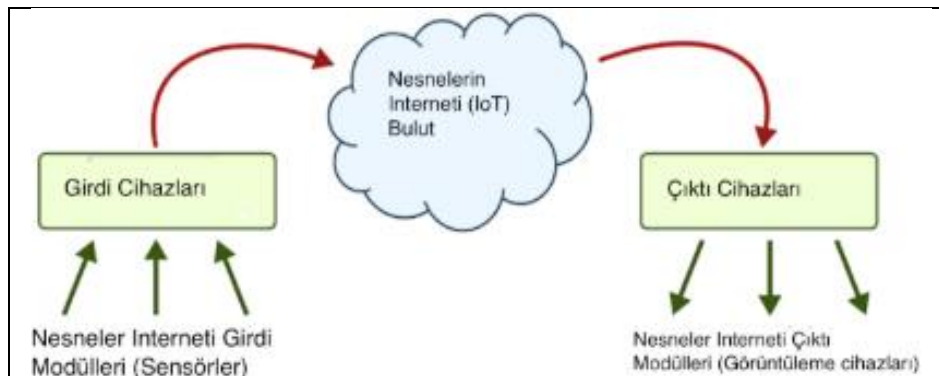
2. NESNELERİN İNTERNETİ VE BULUT BİLİŞİM

Bu bölümde tezde önerilen sistemin oturduğu ana çatı olan IoT ve bulut bilişim mimarileri anlatılmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT), nesnelere birbirine bağlayan ve nesnelere elde edilen verilerin üretilmesini ve paylaşılmasını sağlayan dünya çapında bir altyapıdır [18]. Günümüzde veri kullanımının artması ile IoT ve bulut teknolojilerinin beraber kullanılması ihtiyaç haline gelmiştir [19]. Bulut bilişim ve sanallaştırma, güçlü depolama ve hesaplama kaynakları sağlayarak IoT nesnelere oluşturduğu büyük veri akışlarının yönetimi ve analizine imkan sağlamaktadır [20].

2.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) Tanımı

IoT (Internet of Things), kavramı son yıllarda popüler hale gelmeye başlamıştır. Gelişen mobil teknolojileri, yeni internet yapıları, cihazlar-arası senkronizasyon ve dünya üzerinde yaşanan daha birçok teknolojik gelişme, (IoT) kavramını daha çok uygulanabilir hale getirmektedir [21].

Nesnelerin İnterneti terimi ilk olarak 1999 yılında Procter & Gamble Company için hazırlanan bir sunumda Kevin Ashton tarafından kullanıldı. RFID teknolojisinin uygulama zincirindeki faydalarını paylaştığı konsept MIT deki Otomatik Kimlik Merkezi aracılığıyla popüler hale geldi [22].



Şekil 2.1. Nesnelerin İnterneti (IoT) Genel Mimari [23]

IoT teknolojisinin hayatın her alanına ciddi etkiler getirdiği ve getirmeye devam edeceği kaçınılmazdır [24]. Önümüzdeki yıllar içerisinde gelişen IoT teknolojileri sayesinde milyarlarca cihazın internete bağlanmaları beklenmektedir.

2.2. Kullanım alanları

IoT'ye ait uygulama alanlarını şöyle sıralayabiliriz ; evdeki klima, siz yoldayken devreye girip, evinizi soğutabilir veya ısıtabilir; trafikteki tıkanıklığı algılayan sistem size evden erken çıkmanız noktasında uyarı gönderebilir; çocuğunuz okula gidip gitmediği veya servise binip binmediğini size haber verebilir; tarlalarda topraktaki nem miktarını ölçerek gereken sulama miktarını belirleyebilir; sürekli tansiyon ölçen taşınabilir cihaz kişinin doktoruna tansiyonun yükseldiğini bildirebilir [25].

2.3. Yazılım Destekli Bulut Sistemleri

IoT içerisinde ki sensörlerin ürettiği veri miktarı gün geçtikçe artmaktadır. Bilişim dünyası bu büyüklükte veriyi analiz edebilmek için yeni yollar geliştirmeye zorlanmaktadır. Aynı zamanda bulut sistemi alanındaki gelişmeler ve bulut servislerinin hızla yaygınlaşması, üretilen verinin bulut sistemler üzerinde tutulmasını ve dağıtık yapıda işlenmesi için alt yapı oluşturmaktadır [26].

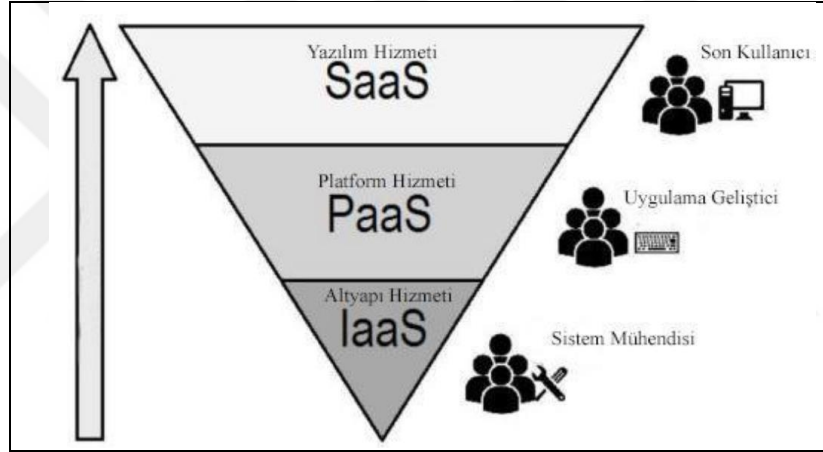
IoT kavramının gelişmesinin önünü açan en büyük gelişmelerden bir tanesi, sistem içerisinde kullanılan sensörlerdeki teknolojik ilerlemedir. Az enerji tüketen, küçük boyutlu, kablosuz teknoloji kullanan sensörlerle çevremizdeki çoğu olayları izlemek mümkün olmaktadır. Bu cihazlar tarafından üretilen büyük verileri (big data) saklayabilmek için büyük hacimli depolama ortamlarına, veriyi analiz edebilen yapılara (Big Data Framework) ve son kullanıcının olayları iyi bir şekilde algılamasını sağlayacak, kolay kullanımlı web arayüzlerine ihtiyaç vardır. Bu nedenle IoT bulut sistemlerine ihtiyaç duymaktadır [27].

IoT de kullanılan sensörler, kendilerini sisteme tanıtmaya, kendi aralarında ağ kurabilme ve topladıkları bilgileri bulut servislerine aktarma yeteneğine sahiptirler [28].

2.4. Bulut Bilişim Tanımı ve Kapsamı

Bulut bilişim, internet üzerinden donanım kaynağı ve yazılım sağlamak için ortaya çıkan bir kavramdır [29]. Temel olarak üç farklı servis hizmeti sunmaktadır; Servis olarak Yazılım (SaaS), Servis olarak Altyapı (IaaS) ve Servis olarak Platform (PaaS). Son kullanıcıların bu servislere ulaşımı ve arzu ettikleri analiz çıktılarına alabilmeleri, kolay kullanımlı web arabirimleri vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Servisler bulut bilişimine PaaS, IaaS, SaaS Şekil 2.2 de gösterilmiştir [30].

Bulut servisler üzerindeki uygulamalar, veri, çalışma zamanı, sanallaştırma, sunucular ve ağ gibi olanaklar kullanıcıların veya hizmet sağlayıcının yönetiminde olabilir.



Şekil 2.2. IaaS, PaaS, SaaS Kullanıcılar Arasındaki Değer İlişkisi [31].

Şekil 2.2. gösterildiği üzere bulut bilişim mimarisi sayesinde işletmelerin farklı ihtiyaçlarına yönelik farklı hizmetler sunulabilmektedir. Yazılım hizmeti (Software as a Service – SaaS), Platform Hizmeti (Platform as a Service – PaaS) ve IaaS - Altyapı Hizmeti (Infrastructure as a Service- IaaS).

Özellikle son yıllarda önemli bilişim firmaları IaaS, PaaS ve SaaS servislerine önemli yatırımlar yapmaktadırlar. Örneğin Microsoft Azure portalı bahsedilen 3 alan için hizmet sunmaktadır. Bu sayede organizasyonlar alt yapı işleri, geliştirme için ihtiyaç duyulan sunucu kuruluşları ve geliştirilen yazılımın servis edilmesi noktalarını Azure platformdan alabilmektedir [32]. Hepimizin gündelik hayatımızda kullandığımız yazılım hizmetlerinin birçoğu bulut bilişim üzerindeki yazılım hizmeti

ile çalışmaktadır. Örneğin Gmail, Google Drive, LinkedIn, Facebook, Spotify v.b. yazılımlar.

2.5. Yazılım Hizmeti (SaaS - Software as a Service)

Oluşan ihtiyaçları karşılamak amacıyla gün geçtikçe artan yazılım hizmeti (SaaS) uygulamalarının son kullanıcılar ile buluşmasını sağlayan etkin bir modeldir. Yazılım hizmetinin en büyük avantajları arasında maliyet yer almaktadır.

Yazılım hizmetleri, son kullanıcılar veya kuruluşlara ağ üzerinden hizmet talep eden bulut tabanlı yazılımlar ve uygulamalar sunar. Bu noktada bulut sistemlerin rolü çok kritiktir. Kullanıcılar web tarayıcısı üzerinden yazılım hizmetine erişebilirler. Ayrıca bilgisayarlara bir kurulum yapılması gerekmez. Uygulamalar kullanım alanlarına göre aylık ya da yıllık abonelik modeli ile ücretlendirilmektedir. Kullanıcının bu hizmetleri kullanmak için herhangi bir yatırım yapmasına gerek yoktur. Maliyet avantajı bu noktada devreye girmektedir.

Birçok kişi özellikle yazılım hizmeti kullanmasına rağmen farkında olmayabilir. Günlük hayatta sıklıkla kullanılan Gmail, Google Drive, LinkedIn, Facebook, Spotify gibi benzeri yazılımlar, bulut bilişim ile yazılım hizmeti vermektedir.

2.6. Platform Servisi (PaaS - Platform as a Service)

Platform hizmetinde (PaaS) kullanıcıların geliştirmiş oldukları uygulamayı bulut ortamındaki sunuculara kurması yeterlidir. Kurulum sırasında sunucu seçimi, konfigürasyonu ve parametre ayarları hazır olarak gelmektedir. Bu sayede esnek bir şekilde birden fazla uygulama için ortam oluşturulmuş olur. Uygulama geliştiricilere self-servis erişimi verilerek, uygulamalar isteğe bağlı olarak kolayca dağıtılabilir. Platform hizmeti sayesinde (PaaS) fikirden ürüne olan süreç son derece hızlanmış olmaktadır.

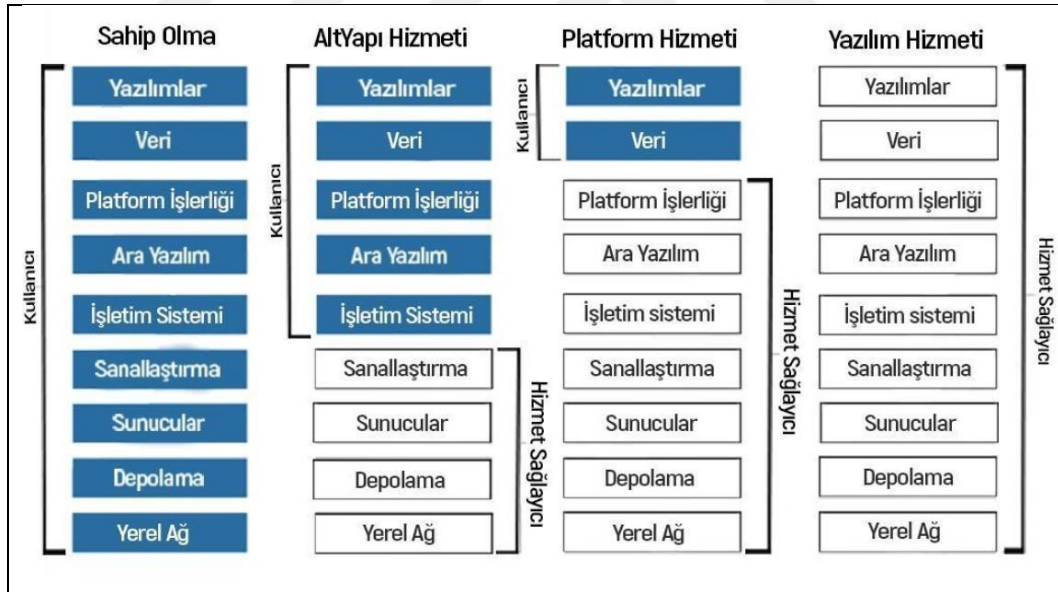
Platform hizmetinde (PaaS) altyapı hizmet modeli üzerine kurulmuştur ve hedef son kullanıcılar değil, geliştiricilerdir. Bu hizmette, programlama, çalışma ortamları ve özel programlama dilleri çalıştırılabilir. Platform bulut servis sağlayıcıları, internet üzerinden ağ desteği, veritabanı ve işletim sistemi kullanımı için kullanıcılarına çözümler tedarik etmektedir. Microsoft Windows Azure ve Google App, Oracle gibi firmalar bu hizmet modeli ticari uygulamalarının örnekleri olarak

gösterilebilir. Platform hizmeti sayesinde işletmelere operasyonel maliyetlerini en aza indirmek ve daha hızlı bir pazarlama zamanı ile verimliliği artırmaya yardımcı olmaktadır.

2.7. Altyapı Hizmeti (IaaS - Infrastructure as a Service)

Altyapı hizmetlerini bir kaynak bulutu olarak nitelendirebilir. Ağ üzerinden güvenli erişim imkânı sunan dinamik veri depolama alanları (örneğin; Amazon S3, SQL Azure), işlemci kaynaklarının sanal olarak sunulması ve ağ hizmetleri gibi servisler, bulut bilişim altyapı servisi örnekleridir [33].

Ağ üzerinden depolama, sunucular, depolama sistemleri, ağ donanımları, veri merkezi alanı altyapı hizmetlerine (IaaS) örnek gösterilebilir. Bu bulut modeli, kullanıcılar tarafından veri depolama, bellek ve bant genişliği gibi hizmetler için tercih edilir. Başka bir deyişle, bu model, belirli maliyet karşılığında herhangi bir gayret sarf etmeden kullanıcılara donanım altyapısı sağlamıştır.



Şekil 2.3. Bulut Bilişim & Sahip Olma Modeli Sorumlulukların Karşılaştırılması [34].

Şekil 2.3 'de bulut bilişim modeli ve sahip olma modelinde sorumlulukların dağılımına yer verilmiştir. Sahip olma modelinde tüm sorumluluk firmanın üzerindeyken bulut bilişim modelinde firmaların ihtiyaçlarına uygun farklı platformlar sunulmaktadır.

Yazılımın servis olarak hizmet verilmesi, işletmelerin ihtiyacına uygun bir yazılımın doğru kullanması durumunda altyapı maliyetlerinin azalmasına, uygulama hızının artmasına, başlangıç maliyetlerinin azalmasına ve müşteri memnuniyetinin artmasına destek olur. Firma yazılımın internet üzerinden kullanması durumunda donanım, lisanslama, verilerin güvenliği, kurulum, yedek alma ve iletişim gibi hizmetler için kullandıkça ödeme modeli ile hızlı ve daha verimli kullanma fırsatı yakalar. Bu sayede teknolojik gelişmeler için daha az zaman ve finansman ayırabilir. Kaynakların doğru kullanılması ile kendi işlerine daha fazla yatırım yapabilirler.

Özellikle küçük ve orta ölçekli organizasyonlar başta olmak üzere yazılım hizmeti modeli iş hayatında giderek yaygınlaşmaktadır. İhtiyaç duyulan bir yazılım için eskiden yüksek maliyetlere sahip bir yazılım hizmetinin satın alınması gerekliydi.

Yazılımların maliyetlerinin yüksek olması, kurulum gerektirmesi, lisanslama maliyeti, kullanmak için uzun süren eğitim ihtiyacı, yeni bir özellik gerektiğinde ekstra maliyetlere katlanması gerektiriyordu. Yazılım kiralama hizmeti sayesinde birçok firma ihtiyacı olan uygulamaya web portalı sayesinde erişim sağlayabilmektedir. Kullanıcıların tek yapması gereken aylık veya yıllık abonelik sistemine dahil olmasıdır. Yazılım uygulaması, donanım, güvenlik ve kişi maliyetleri bu fiyata dahildir.

Bulut bilişim sayesinde yazılım kiralama hizmetleri organizasyonlara hem ekonomik hem de teknolojik bakımdan işlerini büyütmelerine katkı sağlanmaktadır. Aşağıda bu faydalar ele alınmıştır.

Maliyet: Yazılım kiralama hizmetlerinin kullanıcılara sağladığı en büyük fayda maliyet avantajıdır. Yazılım hizmeti kiralama modelinde kurulum, lisanslama, eğitim, personel ücreti, sunucu, donanım ücreti yoktur [35].

Kullandığın Kadar Öde: Geleneksel metoda göre satın alınan yazılım uygulamalarının aksine, birçok yazılım hizmeti abonelik tabanlıdır ve genellikle kullanıcı bazında fiyatlandırılır. Müşteriler her personel için ayrı bir lisans satın almak yerine seçmiş oldukları pakete göre fiyatlandırılır. Bu sayede firmalar bilişim için ne kadar bütçe ayırabileceklerini önceden tespit edebilir.

Kolay Kurulum: Yazılım hizmeti modeline web portalı üzerinden kolayca erişilip, kullanımına anında başlanabilmektedir. Bu sebeple herhangi bir kurulum yapmanıza gerek yoktur. Üyelik adımlarını tamamladıktan sonra uygulama kullanımı için ekstra bir teknik destek almanız gerekmez. Mevcut sistemdeki verilerinizi sistem içine aktarma imkanı sunmaktadır.

Bilgi Birikimi: Yazılım kiralama hizmeti farklı sektörlerde değişik ölçeklerde çalışan firmalara hizmet verebilir. Değişik sektörlerden almış olduğu geri bildirimler ile yazılımlarını geliştirirler. Bu sayede tüm kullanıcıların oluşan bilgi birikiminden faydalanmasını mümkün kılmaktadır.

Güvenlik: Kullanılan uygulama üzerinden firmanıza karşı yapılan siber saldırılara karşı yazılım hizmet sağlayıcıları daha etkili bir güvenlik denetimi sunar. İşlemler bilgisayar yerine sunucu üzerinden yapıldığı için hizmet sağlayıcısı kimlerin uygulamaya eriştiği bilgisini denetlemektedir. Birçok firmaya hizmet verdikleri için güvenlik için yapılan yatırımlar daha kapsamlıdır.

Altyapı: Küçük ve orta ölçekli organizasyonlar için altyapı hizmetleri çok karmaşık ve zor bir süreç olabilir. Sınırlı kaynaklarla yüksek kullanılabilirlik sağlamak çok pahalı olabilir. Birçok yazılım hizmeti satıcısı altyapı hizmetini kendi bünyelerinde müşterilerine sunarak bu soruna çözüm sunmaktadır.

Özelleştirilebilir Mimari: Bulut bilişim modeli ile yazılım hizmetinde kullanıcılara kendi iç süreçlerine uygun iş akışı modelleme, form düzenleme, istenilen formatta rapor alma, gibi ileri düzey geliştirimler kolayca yapılabilmektedir.

Fırsat Maliyeti: Organizasyonlar yüksek satınalma maliyetlerine katlanmak yerine yazılım kiralama hizmeti kullanarak maliyetlerini düşürebilir. Yeni yazılım satın almak yerine sermayelerini ana iş hedefleri doğrultusunda işlerini geliştirmek için kullanabilirler. Böylece kısıtlı kaynaklarını daha etkin şekilde kullanmak fırsatına sahip olabilirler.

Çok Yönlü Yetkilendirme: Modül ve alan bazlı yetkilendirme seçeneklerini içeren çok yönlü yetkilendirme altyapısı ile sadece istediğiniz kişilerin istediğiniz kayıtlara ulaşmasını sağlayabilir.

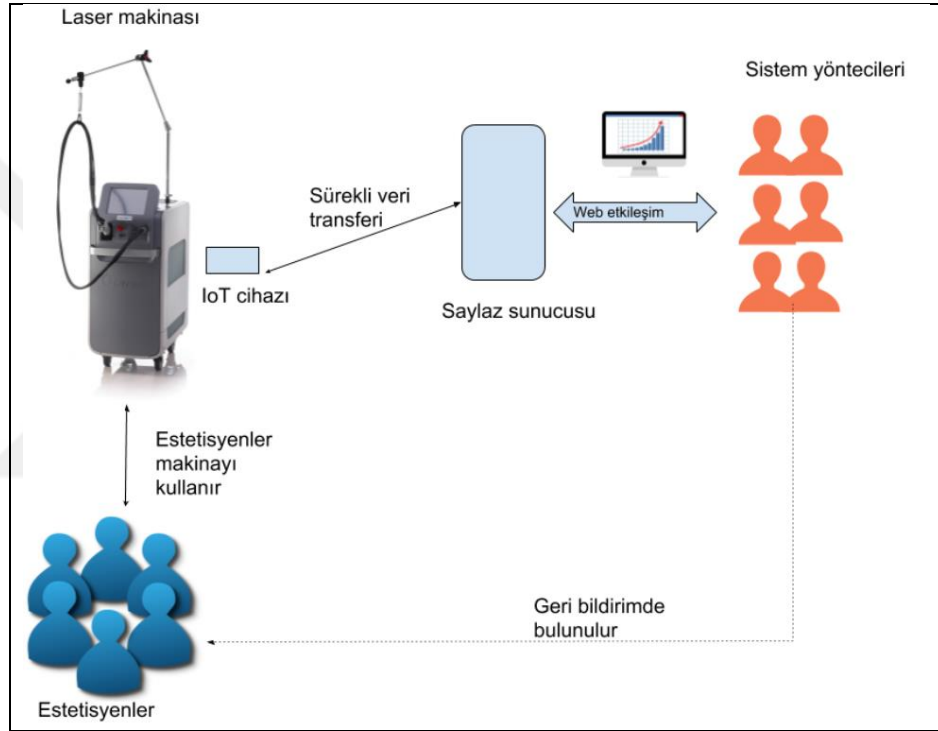
Mobilden Erişim: Modern satış elemanları büyük ölçüde PDA gibi mobil cihazlara bağlı olduğundan, mobil cihaz desteği önem kazanmıştır. Servis tabanlı erişim kullanan mobil uygulamalar sayesinde hem Android hemde İOS mobil telefon ve tabletler üzerinden tüm bilgilerinize anında erişmenize olanak sağlamaktadır.

Bu projede yukarıda bahsedilen modeller incelendiğinde, en uygun modelin yazılımı kiralama modeli (SaaS – Software as a Service) olduğuna karar verilmiştir.



3. SİSTEM MİMARİSİ

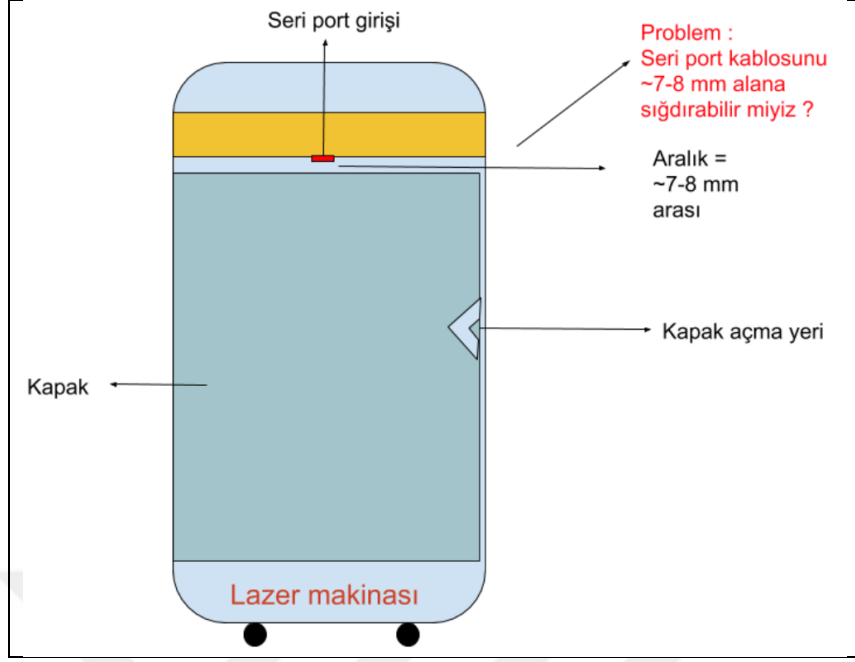
Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen sistemin bütün parçalarına ait detaylar bu bölümde anlatılmaktadır. İlk olarak sistemin geniş bir açıdan özetini sunan Şekil 3.1 gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Lazer takip sisteminin genel mimarisi (Projenin adı : Saylaz projesi)

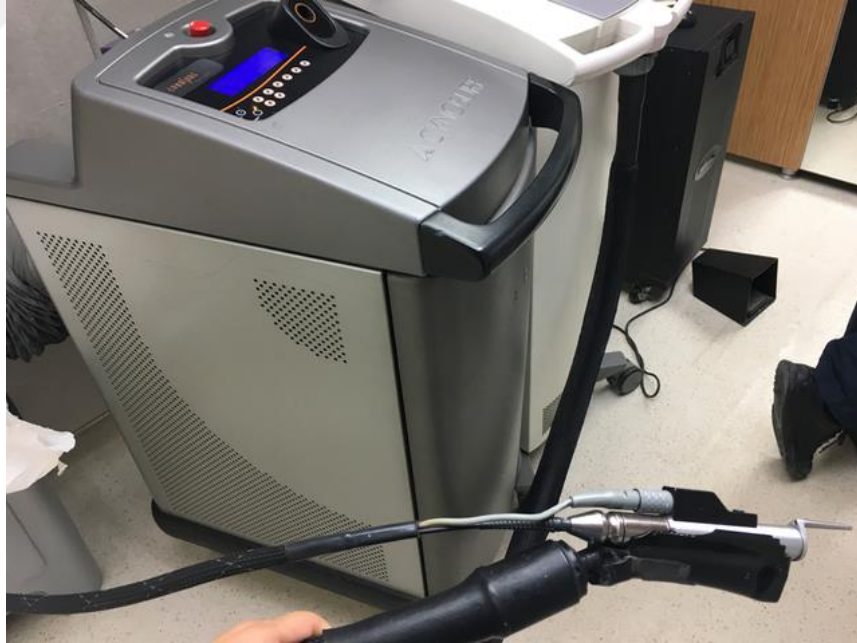
Sistem iki kullanıcı grubuna hitap etmektedir. Estetisyenler ve sistem yöneticileri. Estetisyenler hasta üzerinde işleme başlamadan önce hasta bilgilerini ve atış yapılacak olan bölgeleri sistem üzerinden seçerek süreci başlatırlar. Sistem yöneticileri tıbbi lazer cihazının içine yerleştirilen IoT cihazı marifetiyle, gerek estetisyenlerin performanslarını, hasta bilgilerini veya tıbbi lazer cihazından gelen durum verilerini sürekli olarak izlenebilmektedir.

Proje kapsamında lazer cihazlarından anlık veri alabilmek için özel bir seri port başlığı tasarlanmıştır.



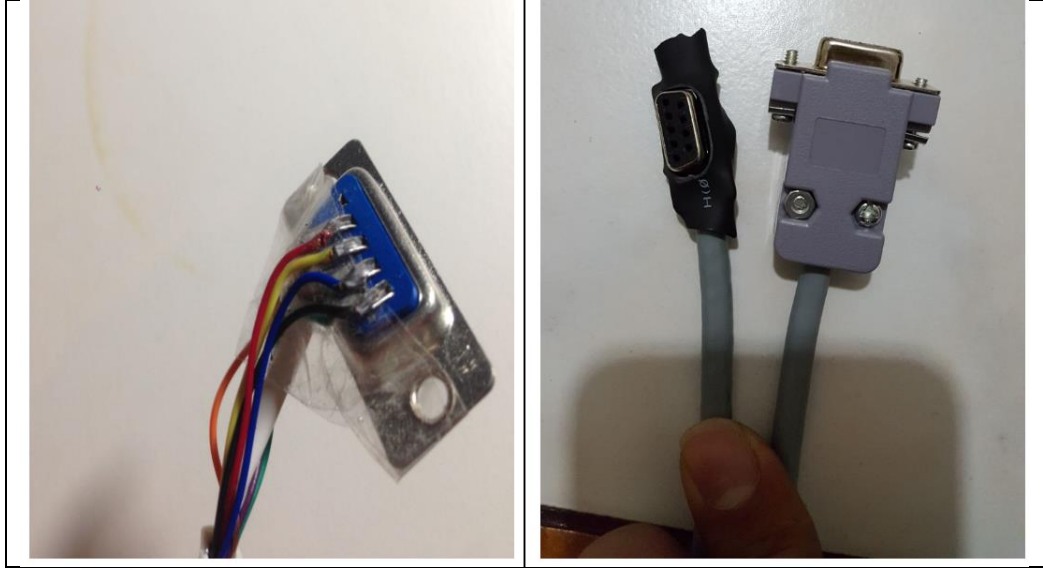
Şekil 3.2. Lazer makinası seri port cihazı problemi

Şekil 3.2’de gösterildiği üzere tıbbi lazer cihazının seri port girişi 7,5 mm dir. Standart bir seri kablo başlığı bu ince aralığı girmemektedir.



Şekil 3.3. Alexandra Lazer - Tıbbi lazer cihazı ve lazer başlığı

Operasyonlarda kullanılan tıbbi lazer cihazı şekil 3.3’da gösterilmektedir. IoT cihazı tıbbi lazer cihazının içerisine monte edilmektedir. IoT cihazının ihtiyaç duyduğu enerji yine tıbbi lazer cihazının içerisinde alınmaktadır.



Şekil 3.4. Lazer cihazının seri port problemi karşı geliştirilen çözüm

Şekil 3.2’de gösterildiği üzere 7,5 mm aralıktan geçmesi için özel tasarım seri port girişleri şekil 3.4’de gösterilmektedir. Bu özel seri portun normal seri portlardan işlevsel olarak bir farkı bulunmamaktadır. Sadece boyutları Şekilde 3.4 ‘ün sol tarafında gösterilen özel seri port başlığının prototipi yer almaktadır. Bu özel tasarım seri port başlığı sayesinde tıbbi lazer cihazından anlık verileri bulut üzerinde çalışan sunuculara aktarılmaktadır.



Şekil 3.5. Lazer cihazının içine takılan IoT cihazı – Raspberry Pi 3

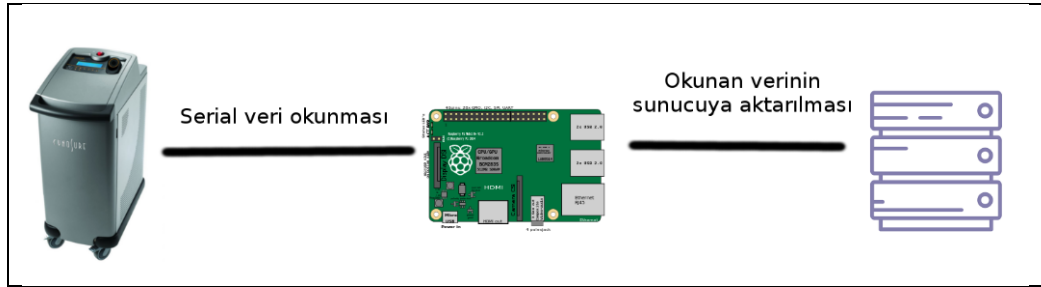
Proje içerisinde internet bağlantısını sürtünmesiz ve sağlam bir şekilde kullanmak amacıyla vinn modülüne ihtiyaç duyulmuştur. Bu sebepten dolayı vinn data hattı

modülü ile entegre çalışan Raspberry Pi 3 tercih edilmiştir. Raspberry Pi 3 ve data hattı modülü kullanılarak tıbbi lazer cihazından alınan veriler, internet üzerinden SaaS (Software as a Service) modeliyle bulut sistemi üzerinde çalışan sunuculara gönderilmektedir. Daha sonra sunucular üzerinde işlenen veriler, son kullanıcılara sunulmaktadır. Verilerin sunucular üzerine işleme adımları aşağıdaki gibidir.

- Gelen verilerin doğrulunun sınanması
- Veriler boş olmamalı
- Sayısal beklenen değerler, karakter içermemeli
- Karakter beklenen değerler, sayı içermemeli
- Verilerin kategorize edilmesi
- Veritabanı sistemine yazılması

3.1. IoT ve Tıbbi Lazer sistemi

Gerçeklenen tıbbi lazer takip sisteminde, tıbbi lazer cihazlarından verilerin okunması mini bir bilgisayar olan Raspberry Pi ile gerçekleştirilmektedir. Topluluk desteğinin çok olması sebebiyle Raspberry Pi gömülü sistemi kullanılarak proje gerçekleştirilmiştir. Topluluğun geniş olması geri bildirimlerin kalitesini artırmakta ve sorunların giderilmesini hızlandırmaktadır. Raspberry Pi ürününün seçilmesinin ikinci sebebi Linux işletim sisteminin üzerine kurulabiliyor olmasıdır. Bu sayede ihtiyaç duyulan yazılımın temini ve geliştirme süreçleri çok daha hızlı olmaktadır. Son olarak maliyet avantajı da seçimleri etkileyen önemli bir unsurdur.



Şekil 3.6. Lazer cihazının içine takılan IoT

Tıbbi lazer cihazından özel tasarlanmış seri port başlığı 38,400 baud rate ile alınan veriler, Raspberry Pi cihazına dakikada bir aktarılmaktadır. Geliştirilen sistemin farklı baud rate aralıklarında çalışan herhangi bir tıbbi lazer cihazla kolayca entegre olabilmektedir. Her bir tıbbi cihazın içerisine yerleştirilen Raspberry Pi cihazına

yüklenen yazılımın içerisine, daha önceden evrensel olarak benzersiz bir tanımlayıcı ile üretilmiş 128 bit özel bir seri no üretilerek tıbbi cihaz, raspberry ve sunucu veri güvenlik sağlanmış olmaktadır. Üretilen 128 bit evrensel olarak benzersiz bir tanımlayıcı her bir Raspberry Pi için ayrı ayrı Python koduna yerleştirilmektedir.

```
35
36  baudrate = 38400
37  ip = "http://172.104.227.59"
38  # ip = "http://localhost"
39  port = "8080"
40  raspberry_key = "54e0c173-8253-485e-a9e8-a75bdd23f81b"
41  rest_url = ip + ":" + port + "/log/save/" + raspberry_key
42  # rest_url = ip + ":" + port + "/log/save"
```

Şekil 3.7. Konfigürasyon dosyası

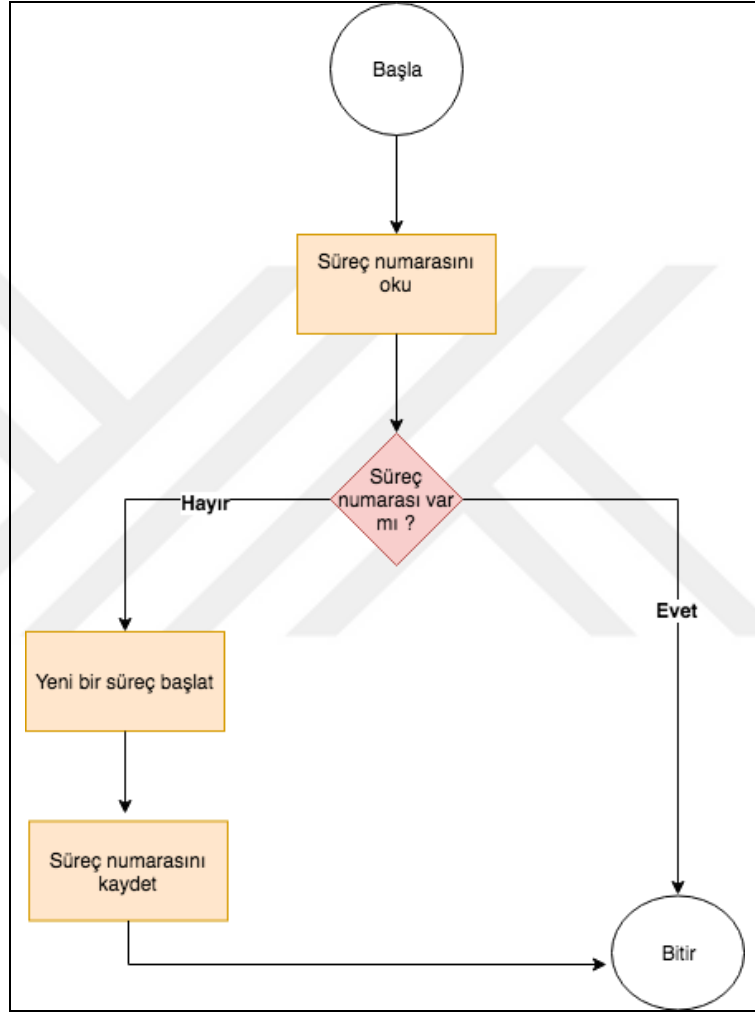
Daha sonra Raspberry Pi cihazı içerisinde, gelen veriler ön işleme sürecinden geçirilmektedir. Veriler belirli kriterleri karşılıyor ise sunucuya beş dakika bir gönderilmektedir, eğer kriterleri karşılamıyorsa sunucuya bunun da bilgisi iletilmektedir. Sunucuya veri gönderme sıklığı kod içerisinde manuel olarak ayarlanmaktadır.

Seri port üzerinden veri okumak için, IoT cihazı üzerinde koşan ve Python ile geliştirilmiş bir algoritma çalışmaktadır. Algoritmanın çalıştığından emin olmak için IoT cihazı üzerinde çalışan ayrı bir bash script uygulaması ile kontrol edilmektedir.

Linux işletim sisteminin sağlamış olduğu Cronjob mekanizması kullanılarak, özel geliştirilmiş bir bash script sayesinde, dakikada bir algoritmanın çalışıp çalışmadığı kontrol edilmektedir [36]. CronJob mekanizması bütün gelişmiş işletim sistemlerinde bulunan bir mekanizmadır. Bu mekanizma sayesinde seçilen uygulamalar, istenen tarihlerde veya saat ve dakikalar uyandırılarak çalıştırılmaktadır. Özetle rutin işlemlerin belirli aralıklarla çalışmasını garantilemek için Linux işletim sistemi içerisinde yer alan Cronjob mekanizması kullanılmaktadır.

Geliştirilen sistemin ilk adımı belirli bir dosyada süreç numarası aratılarak başlatılmaktadır. Süreç numarası işletim sisteminin çalıştırdığı her bir uygulama için atadığı tekil bir numaradır, İngilizcesi : process id'dir. Bu süreç numarasına ait

algoritmanın bulunduğu uygulamanın çalışıp çalışmadığı Linux işletim sistemine sorulmaktadır. Eğer algoritmanın bulunduğu uygulama çalışmıyorsa, yeni bir uygulama başlatılmaktadır. Bu sürecin numarası bu dosyaya kaydedilmektedir. Eğer algoritmanın bulunduğu uygulama çalışıyorsa bir sorun olmadığına işaret etmektedir. Şekil 3.8’de algoritmanın nasıl işlediğini gösterilmektedir.



Şekil 3.8. IoT cihaz içinde çalışan süreç kontrol adımları

Süreç başladıktan sonra seri port üzerinden iletişime geçme işlemi başlatılmaktadır. Bu işlem birkaç adımda gerçekleştirilmektedir.

- Seri port üzerinden veri okuma işlemi,
- Veri boş değilse veriyi sunucuya gönder,
- Veri boş ise tekrar okumayı dene,
- Okuma işlemi yapılamadığını sunucuya bildir,
- Okuma işlemi belirli süre bekle, en başa dön.

Raspberry Pi kullanılarak gerçekleştirilen seri port üzerinden okuma adımlarına ait algoritma akış şeması Şekil 3.11’de gösterilmektedir. Öncesinde tıbbi lazer cihazından gelen ham veri biçimini inceleyelim.

```
19 lines (10 sloc) | 636 Bytes
1 [1;1HAPOGEE 5500 ALEX No SN V3.32.1 15.0ms 1.5Hz Act= 1.50Hz 755nm Hp=15mm
2
3 HVPS=628 rb=628 en=1Not Dumping Fuse=1 Tx= 86.0%, 86.0% Flt Enbl=0x0016
4
5 state=READY sOk=1 EF= 0 FC= 0 pls=7258781 lamp=327254
6
7 tb=00 ib=3a ab=00 dt=00 di=00 da=00 gain m=03 c=07
8
9 H2O=65.8 bdtemp=28.7 degC No intracavity shutter
10
11 dump= 0.00 J, 0.000 v, 0.000 w
12
13 cal = 0.00 J, 0.000 v, 0.000 w, 0.0 J/cm2 max=113.98 35.34, 0.00J
14
15 Eset= 24.74J Pset= 37.09w Emon= 0.00J, L=19.79 H=29.69 Ein=1742
16
17 Es=0.0304 Ei=777 Rs=21.52 Cs=20.10
18
19 dump Emin= 0.0 J, Emax= 29.9 J, Eav= 0.93 J, sig=5.119 , pct=0.0 Cnt=186
```

Şekil 3.9. IoT cihazının verdiği çıktı

Bu gelen veri Alexandra Lazer cihazlarına özeldir. Farklı marka tıbbi cihazların farklı veri biçimleri olabilir. Veri biçimindeki değişiklikler sistem içerisinde manuel olarak yönetilebilir. Alexandra Lazer tipi tıbbi lazer cihazından gelen veriler txt formatında Raspberry cihaz tarafından toplanmaktadır. Daha sonra Şekil 3.8 sürecinden geçerek sunucuya Json formatında gönderilmektedir.

```

{
  "output": ["HAPOGEE 5500 ALEX No SN V3.32.1 10.0ms 1.5Hz Act=
1.50Hz 755nm Hp=15mm",
    "HVPS= 435 rb=629 en=1Not Dumping Fuse=1 Tx= 72.3%, 72.3%
Flt Enbl=0x0016",
    "state=READY sOk=1 EF= 0 FC= 0 pls=1000950 lamp=400769
",
    "tb=00 ib=3a ab=00 dt=00 di=00 da=00 gain m=03 c=07",
    "H2O=53 bdtemp=30.3 degC No intracavity shutter",
    "dump= 0.00 J, 0.000 v, 0.000 w",
    "cal = 0.00 J, 0.000 v, 0.000 w, 0.0 J/cm2 max=112.21 35.34,
0.00J",
    "Eset= 28.27J Pset= 42.39w Emon= 0.00J, L=22.62 H=33.93
Ein=1892 ",
    "Es=0.0304 Ei=777 Rs=21.52 Cs=20.10 ",
    "dump Emin= 0.0 J, Emax= 35.8 J, Eav= 0.15 J, sig=2.309 , pct=0.0
Cnt=457 "],
  "time": "2018-02-24 11:18:26",
  "temp": 50.34
}

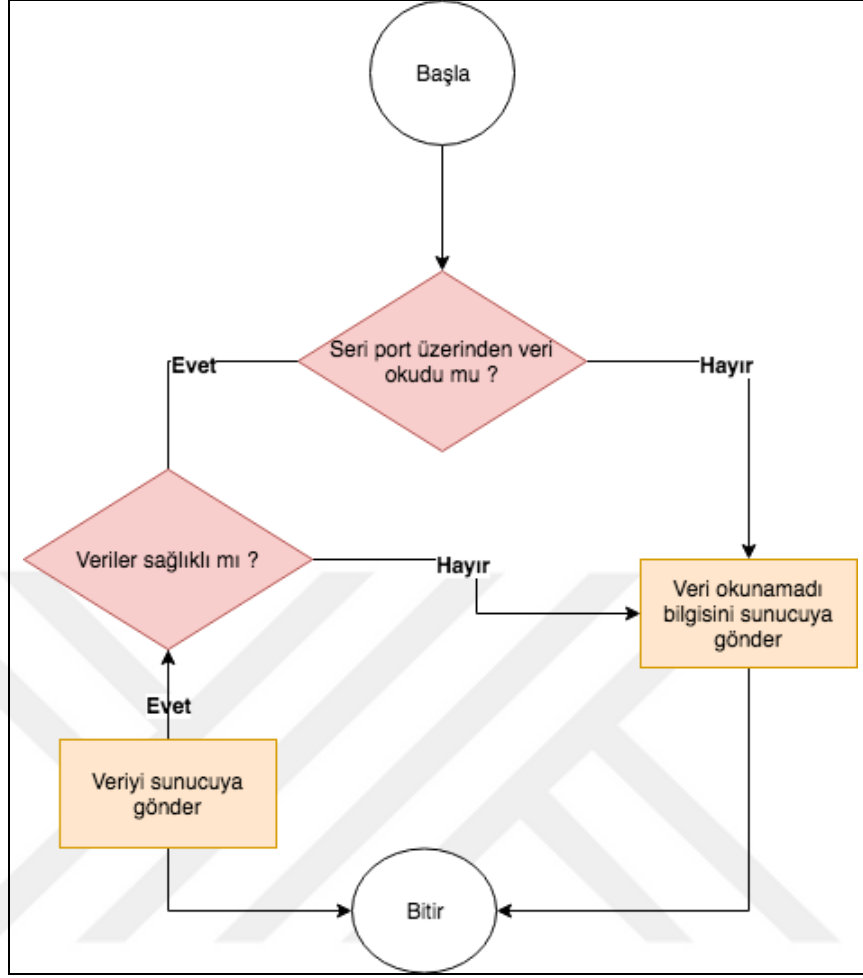
```

17:20

Şekil 3.10. Gelen çıktının JSON formatına dönüştürülmesi

Sunucuya gönderilen Json verisi çıktı dizisi şeklinde sunucuya gönderilmektedir. Göndermeden önce Şekil 3.8 ifade edildiği üzere verilerin doğruluğu sınanmaktadır. Eğer IoT cihazından sunucuya veriler gönderilirken herhangi bir hata oluşursa, bu hatanın kök sebebi IoT (Raspberry Pi) cihazının üzerine kaydedilir ve bir sonraki veri gönderme döngüsünde tıbbi lazerden alınan en son güncel veriler tekrardan sunucuya gönderilmeye çalışılır. Tıbbi lazer üzerinden alınan veriler hiç bir şekilde IoT cihazının üzerinde biriktirilmez.

IoT (Raspberry Pi) cihazlarıyla, sunucular arasındaki iletişim JSON formatında gerçekleştirilmiştir. JSON formatının esnekliği ve verilerin ön analizi için metin tabanlı etkin bir platform oluşturması, geliştirme sürecini hızlandırmaktadır [37].



Şekil 3.11. IoT cihazı veri ön analiz süreci

Verilerin sağlıklı olup olmadıklarını anlamak için, diğer bir tabirle doğrulama yapmak için try – except mekanizması kullanılmıştır. Örnek kod bloğu şöyledir;

```

71     try:
72         float_temp = float(output[output.index('=') + 1:output.rindex("'")])
73         logger.info("Temp: " + str(float_temp))
74     except ValueError:
75         logger.error("Temp value is not float")
76
77     return float_temp
78

```

Şekil 3.12. IoT üzerindeki hata yakalama

987654321	Received Time 02.03.2018 08:46:08	Record Time 02.03.2018 08:46:09	HP = 15mm HVPS = 635 rb = 635 en = 1 Not Dumping Fuse = 1 Tx = 74.8%, 74.8%
987654321	Received Time 02.03.2018 08:40:54	Record Time <u>02.03.2018 08:40:54</u>	EF = 0 FC = 0 <u>pls = 8297955</u> lamp = 342043 tb = 00 ib = 3a ab = 00 dt = 00
987654321	Received Time 01.03.2018 19:58:32	Record Time <u>01.03.2018 19:58:36</u>	sOk = 1 EF = 0 FC = 0 <u>pls = 8297903</u> lamp = 341978 tb = 00 ib = 2a ab = 00
987654321	Received Time 01.03.2018 10:53:17		[1;1HAPOGEE 5500 ALEX No SN V3.32.1 10.0ms 1.5Hz Act = 1.50Hz 755nm Hp = 15mm HVPS = 614 613

Şekil 3.13. Tıbbi lazer cihazdan alınan iç değer verileri

Tıbbi lazer cihazının sağlamış olduğu tüm iç değerleri, seri port üzerinden Raspberry Pi içerisinde ön veri işleme sürecinden geçirilip daha sonrasında sunucuya gönderilmektedir. Şekil 3.13'da gösterilmektedir. Tıbbi lazer cihazından alınan verilerin ham hali gözükmemektedir. Cihaz üzerinden alınan kritik verilerin bazılarında ait detaylar aşağıdaki gibidir :

Pls : Lazer atış miktarı. Her bir milyon atışta yeni donanım takılarak değiştirilmesi gerekmektedir. Geliştirilen sistem, Pls sayacını hassasiyetle takip edip, bir milyon değerine %25 kala, kullanıcıları uyarılmaktadır.

Lamp : Tıbbi lazer atış başlığından çıkan ışınların sayısını temsil eder. Tıbbi lazer cihazının sağlıklı çalışabilmesi için bu değer kontrol edilmesi ve bir anormalite durumunda kullanıcıların uyarılması gerekmektedir.

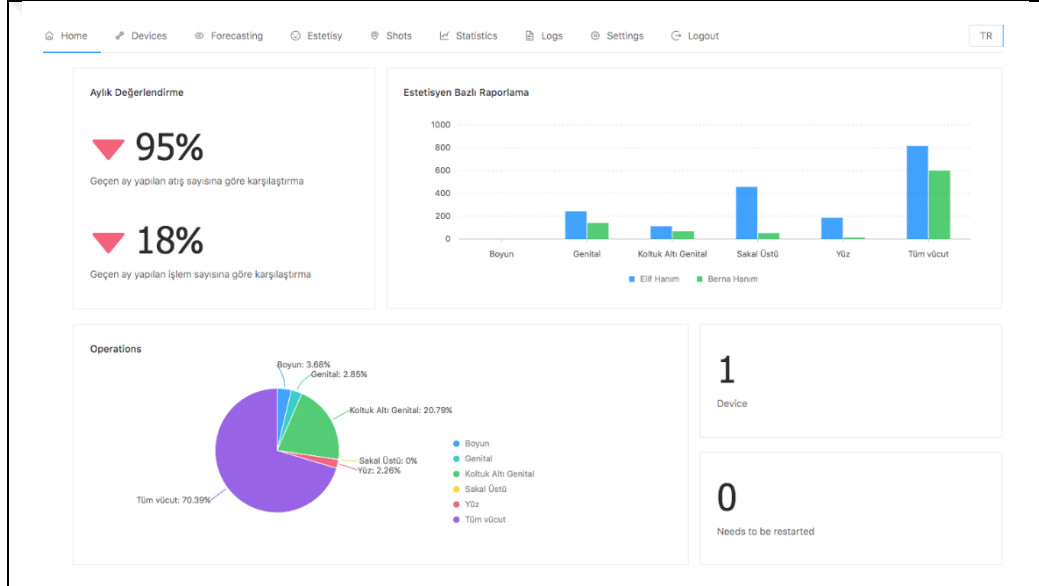
H2O : Tıbbi lazer cihazının içerisinde yer alan su tankının sıcaklığını gösteren bir değerdir. Bu değer 65 °C geçmemesi gerekmektedir. Eğer geçerse sistem yöneticisine otomatik olarak uyarı gönderilmektedir.

Cihaz Seri no : Tıbbi lazer cihazının kimlik numarasını temsil etmektedir. Tıbbi lazer cihazının takibi açısından son derece önemli bir bilgidir.



4. DENEYSEL ÇALIŞMA

Tıbbi lazer cihazlarında arıza tespiti ve takibi, son kullanıcılar açısından büyük bir önem teşkil etmektedir. Bölüm 3’teki sistemin mimari yapısı incelendiğinde tıbbi lazer cihazlarının operasyon sırasında ürettikleri tüm verilerin, IoT cihazı ile alındığı ve bulut sisteminde çalışan sunucuya gönderildiği gösterilmektedir. IoT cihazı üzerinde çalışan algoritmalar, tıbbi lazer cihazından gelen dalgalanmalara karşı sistemi korumaktadır.



Şekil 4.1. Tıbbi lazer cihazdan alınan verilerin özet bilgilerin gösterildiği ana sayfa (dashboard) ekranı

Son kullanıcılar Şekil 4.1 ‘de gösterilen ana ekran sayesinde, tıbbi lazer cihazının mevcut durumunu, tıbbi lazer cihazı üzerinden yapılmış atışların toplam sayılarını ve tıbbi lazer cihazının geçmiş yıllardaki değerlerini rahatlıkla izlenebilmektedir. Sistem bir önceki ay yapılan lazer atış sayılarını göre karşılaştırma, bir önceki aya göre yapılan işlem sayısına göre karşılaştırma ve estetisyenlerin performanslarını birbiriyle karşılaştırma imkanı sunmaktadır. Ayrıca işletmeye ait tıbbi lazer cihaz sayısı ve hangisinin yeniden başlatma ihtiyacının olup olmadığı da gösterilmektedir. Bu noktada geliştirilen sistem bir CRM (customer relation management - müşteri

ilişkileri yönetimi) görevini de üstlenmektedir [38]. Şekil 4.2’de atışların hangi bölgeleri hedef aldığı gösterilmektedir.

Serial Number	Renter	Hvps Threshold	Pls Threshold	Lamp Threshold
987654321		605	9248610	244593

H2O Threshold	Tx. Threshold	Temp	Location	Last Update
64.6	89.5, 89.5	41.7	Turkey/Istanbul	04.05.18

Şekil 4.2. Tıbbi Lazer cihazının parametrelerinin gözlemlendiği uyarı ekranı

Şekilde 4.2’de tıbbi lazer cihazının temel parametrelerinin güncel değerleri, cihazın son güncellenme tarihi ve lokasyon bilgileri yer almaktadır. Kullanıcı tarafından belirlenen eşik değerine yaklaşıldığında, sistem gerekli kullanıcılara otomatik olarak uyarı mesajı göndermektedir. Şekilde 4.2 gösterilen Hvps ve Pls değerleri, belirlenen eşik değerini aşmıştır. Örneğin diğer parametreler ile karşılaştırıldığında, Lamp değeri belirlenen eşik değerinin %50’sinden aşağıda olduğu için rengi mavi olarak gösterilmektedir. Tüm gözlem ve raporlama ekranları kullanıcı deneyimi ve kullanıcı arayüzü (UI/UX) standartlarına uygun olarak geliştirilmiştir.

Tıbbi lazer cihazına bakım yapan teknisyen için belirtilen değerlerin, belirlenen eşik değerlere ulaşip ulaşılmadığı çok önemlidir. Örneğin Lamp threshold değerinin üst sınırı cihazın şartnamesine göre 1.000.000 dir. Eğer mevcut Lamp’ın değeri 950.000’e gelmiş ise sistem bu uyarıyı teknik servise bildirir. Böylece teknik servis Lamp’ın siparişini erken verme şansına sahip olacaktır. Bu da işletmenin ve müşterilerin beklemeden işlemlerine devam etmesi anlamına gelir.

Device name	Serial Number	Estetisyen	Expiration Progress	Shot Started	Shot Ended	Shot Count	Calibration
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	20/03/2018 15:52:01	20/03/2018 16:14:27	661	82
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	20/03/2018 15:08:08	20/03/2018 15:45:11	2248	50
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	20/03/2018 14:55:37	20/03/2018 15:04:32	496	30
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 14:39:08	17/03/2018 14:43:34	156	14
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 14:08:58	17/03/2018 14:38:55	1983	37
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 13:56:40	17/03/2018 14:04:30	264	20
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 13:49:50	17/03/2018 13:56:28	222	18
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 13:40:34	17/03/2018 13:46:08	209	16
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 12:31:27	17/03/2018 12:55:18	1245	49
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 10:53:54	17/03/2018 11:37:35	3222	62
Thermedus	987654321	elifhanım	Expired	17/03/2018 10:26:39	17/03/2018 10:31:34	195	8

Şekil 4.3. Tıbbi lazer cihazdan yapılmış atışların detayları

Şekil 4.3’de gösterildiği üzere tıbbi Lazer cihazını kullanan estetisyenlerin geçmiş dönük yaptıkları tüm atışların gösterildiği geçmiş kayıt sayfası sayesinde, geriye dönük incelemeler yapılabilir. İnceleme alt yapısı olarak elastic search teknoloji kullanılmıştır. Elasticsearch Java ile geliştirilmiş açık kaynak, lucene tabanlı, ölçeklenebilir bir tam metin(full text) arama motoru ve veri analiz aracıdır.

Günümüz bilişim dünyasında, sosyal medyada, video paylaşım sitelerinde, iletişim, sağlık, güvenlik ve diğer alanlarda hizmet veren orta ve büyük ölçekli şirketlerde her an devasa ölçekte veri üretilmektedir. Büyük veri dünyasında bahsedilen bu verilerin önemli bir bölümü başlangıçta, yapılandırılmamış(unstructured) dağınık ve tek başına çok da anlamlı olmayan haldedirler.

Bu sebeple bu devasa verinin performanslı olarak kayıt altına alınması, erişilmesi, analiz edilip işlenmesi gibi ihtiyaçlar söz konusudur. Elasticsearch, benzeri arama motorları gibi, big data dünyasına has bahsedilen problemlerle başa çıkmak adına geliştirilmiş araçlardan birisidir.

Veritabanlarında depolanan veri büyüdükçe, bu veri üzerinde gerçekleştirilen sorgu operasyonlarında hız/performans sorunları meydana gelmektedir. Buna çare olarak, metin alanlarında yer alan kelimelerin endekslenerek kataloglanması yoluna gidilmiştir. Bu sayede büyük boyutlu veri ile çalışılırken dahi, veritabanlarının daha hızlı, performanslı cevap vermesi sağlanmıştır.

ElasticSearch çoklu dil desteği, güçlü bir sorgu dili ve otomatik tamamlama gibi güçlü tam metin arama yetenekleri sağlar. ElasticSearch belge yönelimli(document oriented) bir arama motorudur. ElasticSearch'te her kayıt, yapılandırılmış JSON belgesidir. Bir başka deyiş ile, ElasticSearch'e endekslenmesi için gönderilmiş her veri bir JSON dokümandır. Dokümanın bütün alanları varsayılan olarak endekslenir ve tek bir sorguda kullanılabilir.

Veritabanı yönetim sistemlerine kıyasla ElasticSearch endeksleri, veritabanları gibi düşünülebilir. Nasıl ki bir veritabanı, düzenli bilgiler topluluğudur, ElasticSearch endeksleri de yapılandırılmış JSON belgeler topluluğudur. Tipleri, yine veritabanı yönetim sistemlerine kıyasla tablolar gibi düşünebiliriz. Endeksler, bir ve birden fazla tip içerebilir. ElasticSearch şema bağımsız(schema free) olduğu için index, type, field type gibi tanımları endeksleme işlemi öncesi talep etmemektedir. Bir kayıt eklendiğinde ElasticSearch, veri yapısını ve endeksini tespit etmeye çalışıyor ve aranabilir hale getiriyor. İstenirse, kayıt ekleme öncesi ya da sonrasında index, type, field ve field type tanımları değiştirilebilmektedir.

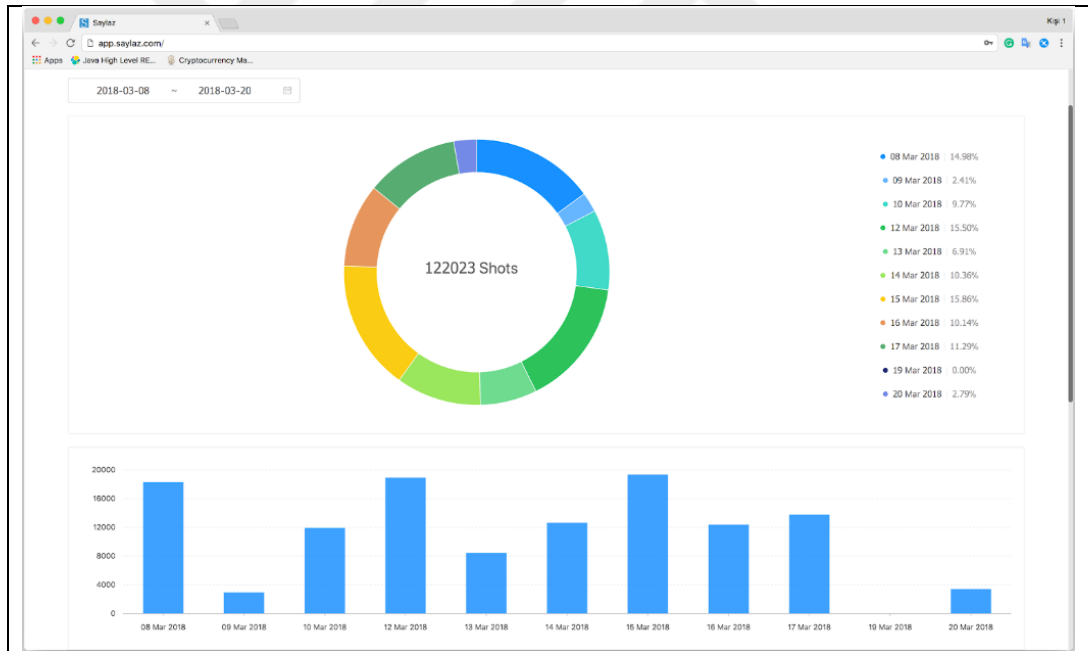
Burada ElasticSearch'ün sağladığı esnekliği kavramak önemlidir. Aynı endekste farklı tip, isim ve sayıda alana sahip doküman barındırabilmek kuşkusuz önemli bir artı değerdir. Örneğin, bir başka popüler tam metin arama motoru olan Solr'da field ve field type'ları önceden tanımlamak zorunludur. Yeni bir field eklemek istendiğinde ise, var olan bütün kayıtları tekrar Solr'a aktarmak gerekmektedir. ElasticSearch'ün bu kısıtlamalara sahip olmamasını, NoSQL mimarilerin sağladığı tablo ve sütun bağımsızlığına benzetilebilir. Son yıllarda bilişim dünyasında yükselen yeni bir yıldız olarak adını sıklıkla duymaya başladığımız NoSQL, ilişkisel veritabanı yönetim sistemlerinden (RDBMS – Relational Database Management System) farklı ve alternatif bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır.

Kavramın ve buna bağlı olarak bu alternatif yaklaşımla geliştirilmiş veritabanlarının ortaya çıkış sebebi, temelde internet üzerinde boyutu her gün artak verinin, yüksek trafiğe sahip sistemlerin ihtiyacına cevap verebilecek hızda okunması/yazılması ihtiyacıdır.

Yatay olarak ölçeklendirilebilen NoSQL sistemlerle, RDBMS sistemler arasında temel farklar bulunmaktadır. RDBMS sistemlere kıyasla var olan farklara değinilmişken, NoSQL sistemlerin kendi aralarında döküman tabanlı, key/value tabanlı ve grafik tabanlı olarak üç grupta toplandığını ve her bir gurubun, veri tutarlılığı ve veriye erişim stratejileri arasında farklılıklar bulunduğunu da belirtmek gerekir.

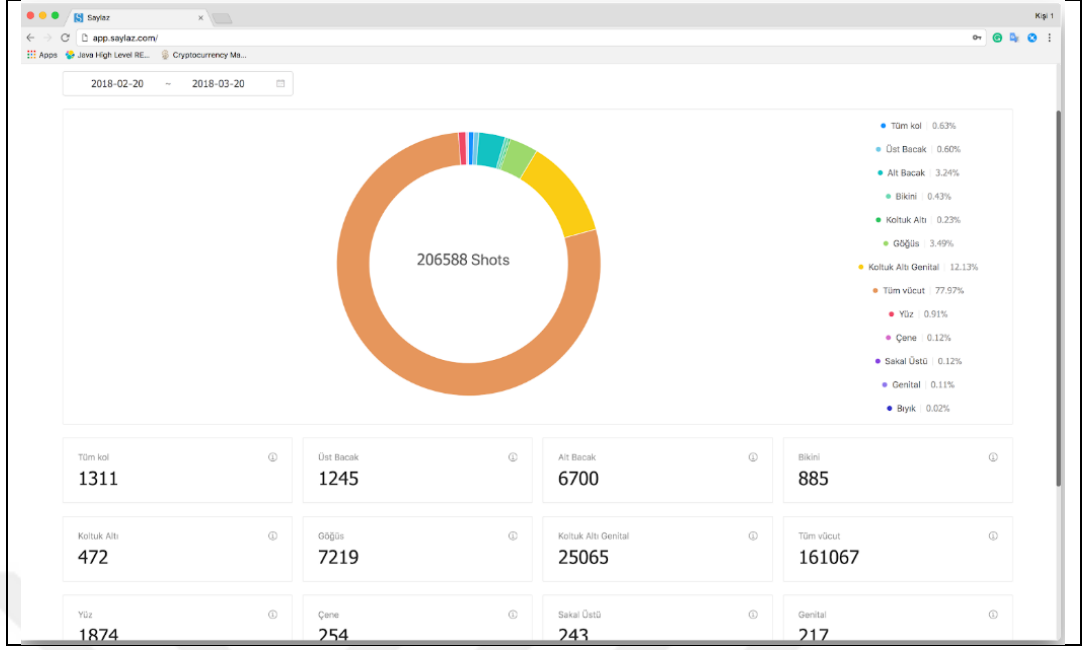
ElasticSearch, benzerlerine kıyasla gerek konfigürasyon gerek kullanım açısından oldukça elastik, büyük veri ile çalışan sistemlerde I/O darboğazlarına sebebiyet verebilen arama işlemleri ve veri analizi için son derece cazip bir seçenektir.

Bu sayede işletme yöneticileri, estetisyenlerin performansını detaylı olarak inceleyebilmek ve bu bilgi ışığında estetisyenlerin hakedişlerini doğru olarak hesaplayabilmektedirler.



Şekil 4.4. Lazer cihazından yapılmış işlemlerin tarih bazında grafiksel olarak dağılımı

Toplanan verileri işleyip, bu verilerden anlam çıkartma sürecinin sonunda, Şekil 4.4'de ifade edilen Lazer cihazından yapılmış işlemlerin tarih bazında dağılımı gösterilmektedir. Büyük verilerin işlenmesi sürecinde, kullanıcıların ihtiyaçları göz önüne alınarak hazırlanan bu ekran sayesinde, tıbbi lazer cihazdan, hangi tarihte ne kadar atış yapıldığı, yine kullanıcı deneyimi açısından uygun şekilde sunulmuştur.



Şekil 4.5. Lazer cihazından yapılmış işlemlerin bölgesel bazda dağılımı

Verilerden anlam çıkartma sürecinde diğer bir önemli nokta, tıbbi lazer cihazından yapılmış işlemlerin bölgesel bazda grafiksel olarak dağılımının gösterimidir. Bölgesellikten kast edilen, tıbbi lazer cihazıyla yapılan atışların, hastaların hangi bölgeleri (kol, bacak, koltuk altı gibi) üzerinde çalışıldığını gösteren dağılım grafiğidir [39]. Bu bilgi sayesinde tıbbi lazer cihazının kullanıcıları, kendilerine gelen hastaları daha net analiz edebilme imkanına kavuşabilmektedirler. Bu sayede tıbbi lazer kullanımına ait tahminleme sürecinde bir referans noktası elde edebilmektedirler.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, öncelikle mevcut IoT ve bulut sistemleri tanıtılarak, bu sistemlerin farklı durumlar altındaki sonuçları karşılaştırılmıştır. Geliştirilen sistemin SaaS (Software as a Service) modelinde son kullanıcılara sunulması süreci detaylı açıklanmıştır. Ayrıca SaaS (Software as a Service) modelinin tarihi gelişim evreleri ve diğer modeller ile aralarındaki farklar karşılaştırılmıştır. Daha sonra tıbbi lazer cihazından alınan verilerin sağlıklı olup olmadıklarını sınamak amacıyla test senaryoları hazırlanmıştır. Sonuçlar irdelenerek IoT sistemleri için özel olarak bir algoritma geliştirmenin gerekliliği vurgulanmıştır.

Tıbbi lazer cihazının seri port girişi için özel tasarım seri port başlığı tasarlanmıştır. Bu özel seri port başlık girişlerinin genişliği 7,5 mm dir. Tıbbi lazer cihazlarına özel geliştirilen seri port kablo vasıtasıyla gelen veriler, bulut sisteminde çalışan sunuculara aktararak işlenmesi sağlanmıştır. Bu aktarımlar sırasında lazer cihazından alınan verilerin kalitesi, geliştirilen algoritma ile sürekli olarak karşılaştırılarak, doğru sonuçlar sunuculara data hattı üzerinden belli aralıklarla gönderilmektedir.

IoT cihazına yüklenen Linux işletim sisteminin üzerinde çalışan Cron Job yapısı sayesinde, dakikada bir, proje kapsamında Python dili ile gerçekleştirilmiş özel algoritma sayesinde veri doğrulama sürecinin çalışıp çalışmadığı kontrol edilmektedir. Süreç detayları şöyledir; sistem belirli bir dosyada süreç numarasını kontrol etmektedir. Bu süreç numarasına ait bir işlemin olup olmadığı Linux işletim sistemine sorulmaktadır. Seri port üzerinden veri okuma işleminin yapılması, eğer okuma işlemi yapıldıysa ve veri boş değilse verilerin sunucuya gönderilmesi, veri boş ise verilerin tekrardan okunması, okuma işlemi yapılmadığının sunucuya bildirilmesi ve en son olarak okuma işlemi için belirli süre beklenilmesi ve bu sürecin dakika da bir tekrar etmesi adımlarından oluşmaktadır.

Geliştirilen sistem sayesinde estetsiyenlerin tıbbi lazer cihazlarını kullanım desenleri rahat bir şekilde çıkarılan bilmektedir. Özellikle estetsiyenler tarafından kendisine eksik atış yapıldığını iddia eden hastaların sayıları: Ocak 2018 ayında ortalamada her 100 hastada 10 iken, Nisan 2018 ayı başı itibariyle bu sayı ortalamada her 100 hastada 7'e indinmiştir. Bu bilgi deseni sayesinde hastaların şikayetlerini dindirme oranı 3 ay gibi kısa bir sürede ortalamada %30 oranında azaldığı gözlemlenmiştir.

Tıbbi lazer cihazlarının, bakım dolayısıyla beklemeleri işletmeler ve hastalar için büyük maddi ve manevi sıkıntılara sebebiyet vermektedir. Toplanan cihaz verilerinin bulut sistemi üzerinde değerlendirilmesi sonucu, sistem yöneticilerine erken bakım mesajları gönderilerek, tıbbi lazer cihazlarının kesintisiz çalışmasına katkı sunulmuştur.

Özellikle tıbbi lazer cihazından gelen verilerin dalgalanması sonucu bozuk veya eksik verilerin geldiği durumlara karşı bir çok deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların hepsi gerçek tıbbi lazer makinalarına takılı IoT cihazları üzerinden gerçekleştirmiş. Geliştirilen sistem, performans tabanlı olması hedeflenmiştir, bu sebepten algoritmalar sürekli olarak optimize edilmiştir. Geliştirilen sistem tüm tıbbi lazer model cihazları üzerinde denenmemiştir. Farklı model bir tıbbi lazer cihazlar için farklı algoritmalar geliştirme potansiyeli mevcuttur.

KAYNAKLAR

- [1] Stankovic J.A., Research Directions For The Internet Of Things, *IEEE Internet Of Things Journal*, 2014, **1**(1), 3-9.
- [2] Weber S., Gelecek Ve Trendler, Siemens E-Bültenler Ve Yayınlar, http://siemens.e-dergi.com/pubs/gelecek_ve_trendler/2013/2013_02.html, (Ziyaret Tarihi: 2018).
- [3] Bélissent J., Getting Clever About Smart Cities: New Opportunities Require New Business Models, Massachusetts, 2010.
- [4] Gartner Says Worldwide IoT Security Spending Will Reach \$1.5 Billion in 2018, <https://www.gartner.com/newsroom/id/3869181>, (Ziyaret Tarihi: 2018).
- [5] Çoban S., Gökalp M., Eren P., Tıbbi Görüntüleme Araçları için Bulut Bilişim Tabanlı Öngörücü Bakım Uygulama Çatısı, *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 2017, **3**, 76-90.
- [6] Town G., Ash C., Dierickx C., Fritz K., Bjerring P., Haedersdal M., Guidelines On The Safety Of Light Based Home Use Hair Removal Devices From The European Society For Laser Dermatology, *Journal Of The European Academy Of Dermatology And Venereology*, 2012 1, **26**(7), 799-811.
- [7] Weston A.D., Hood L., Systems Biology, Proteomics, And The Future Of Health Care Toward Predictive Preventive And Personalized Medicine, *Journal Of Proteome Research*, 2004 12, **3**(2), 179-196.
- [8] Famili, A., Wei-Min Shen, Richard Weber, And Evangelos Simoudis, "Data Preprocessing And Intelligent Data Analysis.", *Intelligent Data Analysis*, 1997, **1**, 3-23.
- [9] Hu, Han, Yonggang Wen, Tat-Seng Chua, And Xuelong Li., "Toward Scalable Systems For Big Data Analytics: A Technology Tutorial.", *IEEE Access*, 2014, **2**, 652-687.
- [10] Mayhew, Deborah J., The Usability Engineering Lifecycle, *CHI '99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 1999, **1**, 147-148.
- [11] Sandryhaila A., Moura J.M., Big Data Analysis With Signal Processing On Graphs: Representation And Processing Of Massive Data Sets With Irregular Structure, *IEEE Signal Processing Magazine*, 2014, **31**(5), 80-90.

- [12] Jassas M.S., Qasem A.A., Mahmoud Q.H., A Smart System Connecting E-Health Sensors And The Cloud, *2015 IEEE 28th Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, Halifax NS, Canada, 3-6 May 2015, **3**, 712-716.
- [13] Kumar V., Misra G., Agarwal A., Agarwal K., An Upcoming Or Future Generation Computer Communication System Technology, *American Journal Of Electrical And Electronic Engineering*, 2016, **4**(1), 23-32.
- [14] Doukas C., Maglogiannis I., Bringing Iot And Cloud Computing Towards Pervasive Healthcare Innovative Mobile And Internet Services In Ubiquitous Computing, *Sixth International Conference*, 2012, **4**, 922-926.
- [15] Purri S., Choudhury T., Kashyap N., Kumar P., Specialization Of Iot Applications In Healthcare Industries, *In Big Data Analytics And Computational Intelligence (ICBDAC) International Conference*, 2017, **23**, 252-256.
- [16] Rashed A., Ibrahim A., Adel A., Mourad B., Hatem A., Magdy M., Elgaml N., Khattab A., Integrated Iot Medical Platform For Remote Healthcare And Assisted Living, In Electronics, *Communications And Computers (JAC-ECC) 2017 Japan-Africa Conference*, 2017.
- [17] Çoban S., Gökalp M., Eren P., Tıbbi Görüntüleme Araçları İçin Bulut Bilişim Tabanlı Öngörücü Bakım Uygulama Çatısı, *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi* , 2017, **3**, 76-90.
- [18] Torğul B. , Şağbanşua L. , Balo F., Internet Of Things, A Survey International Journal Of Applied Mathematics, *Electronics And Computers Advanced Technology And Science*, 2016, **4**,104-110.
- [19] Y. Liu¹, Beibei D., Benzhen G., Jingjing Y. And Wei P., Combination Of Cloud Computing And Internet Of Things (IoT) In Medical Monitoring Systems, *China International Journal Of Hybrid Information Technology*, 2015, **12**(8), 367-376.
- [20] P. Bucci, Giancarlo F., Antonio Guerrier., Wilma R., Claudio S. Integration Of Agent-Based And Cloud Computing For The Smart Objects-Oriented Iot, *Dipartimento Di Ingegneria Informatica*, 2014.
- [21] Torğul B., Şağbanşua L., Balo F., Internet of Things: A Survey, *International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*, 2016, Special Issue, 104-110.
- [22] Paksoy T., Karaoğlan İ., Gökçen H., Pardalos P.M., Torğul B., An Experimental Research On Closed Loop Supply Chain Management With Internet Of Things, *Journal Of Economics Bibliography*, 2016, **30**(1), 1-20.
- [23] URL-1: <https://internetofthings60.wordpress.com/2016/06/09/history-of-iot/>, (Ziyaret Tarihi: 2018).

- [24] Koşunalp S., Arucu M., Nesnelerin İnterneti Ve Akıllı Ulaşım, *Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Uygulamaları Dergisi*, 2018, **1**(1), 1-7.
- [25] Weber S., Gelecek Ve Trendler, Siemens E-Bültenler Ve Yayınlar, http://siemens.e-dergi.com/pubs/gelecek_ve_trendler/2013/2013_02.html (Ziyaret Tarihi: 2018).
- [26] Mechant P, Stevens I, Evens T, Verdegem P., A Critical Assessment Of Two İdea Generation Case, *International Journal Of Electronic Governance*, 2012, **1**, **5**(1), 82-98.
- [27] Kayabay K., Gökalp M.O., Akyol M.A., Eren P.E., Koçyiğit A., Geleceğin Kuruluşları İçin Büyük Veri, Mevcut Durum Ve Eğilimleri, 2016.
- [28] Tuncay E., Mahir K., Endüstride Nesnelerin İnterneti (IOT) Uygulamaları, *Akü Femübid 16 (2016) 035102 (599-607)*, DOI: 10.5578/FMBD.43411.
- [29] Miorandi, D., Sicari, S., Pellegrini, F.D., Chlamtac, I., Internet Of Things: Vision, Applications And Research Challenges. *Journal Of Ad Hoc Networks*, 2012, **10**, 1497-1516.
- [30] Vaquero L.M., Rodero-Merino L., Caceres J., Lindner M., A Break In The Clouds: Towards A Cloud Definition, *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 2008, **39**(1), 50-55.
- [31] Tao, F., Zuo Y., Xu L.D., Zhang L., Iot-Based Intelligent Perception And Access Of Manufacturing Resource Toward Cloud Manufacturing, *IEEE Transactions On Industrial Informatics*, 2014, **10**(2).
- [32] Hashizume K., Rosado D.G., Fernández-Medina E., Fernandez E.B., An Analysis Of Security İssues For Cloud Computing, *Journal Of Internet Services And Applications*, 2013, **4**(1), 5.
- [33] Zhang Q., Cheng L., Boutaba R., Cloud Computing: State-Of-The-Art And Research Challenges, *Journal Of Internet Services And Applications*, 2010, **1**(1), 7-18.
- [34] Stojanovic M.D., Rakas S.V., Acimovic-Raspopovic V.S., End-To-End Quality Of Service Specification And Mapping The Third Party Approach, *Computer Communications*, 2010, **33**(11), 1354-1368.
- [35] Dillon T., Wu C., Chang E., Cloud Computing, Issues And Challenges. In Advanced Information Networking And Applications (AINA), *24th IEEE International Conference*, 27-33, Nisan 2010.
- [36] Waters B. Software As A Service: A Look At The Customer Benefits, *Journal Of Digital Asset Management*, 2005, **1**(1), 32-9.
- [37] Loscocco P., “Integrating Flexible Support For Security Policies Into The Linux Operating System. In Proceedings Of The FREENIX Track”, *USENIX Annual Technical Conference*, Boston, USA, 25-30 Haziran 2001

- [38] Bontcheva K., Derczynski L., Funk A., Greenwood M., Maynard D., Aswani N. Twitie, An Open-Source Information Extraction Pipeline For Microblog Text, *In Proceedings Of The International Conference Recent Advances In Natural Language Processing Ranlp*, 83-90, 2013.
- [39] Reimann M., Schilke O., Thomas J.S., Customer Relationship Management And Firm Performance: The Mediating Role Of Business Strategy, *Journal Of The Academy Of Marketing Science*, 2010, **38**(3), 326-346.



KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Altıntaş A.B.**, Java ve Yazılım Tasarımı – 2003 , ISBN: 978-975-6797-40-2 - 7. basım, 17 Ağustos 2016.
- [2] **Altıntaş A.B.**, Şahin S., İlkın S., UMTEB III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi, ISBN: 978-605-68667-8-4, *III. Uluslararası Mesleki ve Teknik Bilimler Kongresi*, 2018, Gaziantep, 21-22 Haziran 2018.



ÖZGEÇMİŞ

Altuğ Bilgin Altıntaş 1977’de İstanbul’da doğdu. Lise öğrenimini Yunus Emre Lisesi’nde tamamladı. 1996 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü’nden 2000 mezun oldu. 2016 yılında Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. Yüksek lisans eğitiminde IoT kullanılarak tıbbi cihaz verilerinin gerçek zamanlı izlenmesi konusunda çalışmaları bulunmaktadır.

