



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NESNELERİN İNTERNETİ CİHAZLARI İÇİN KURAL TABANLI
KONTROL SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI**

SULTAN MURAT YILMAZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ MEHMET ŞİMŞEK**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NESNELERİN İNTERNETİ CİHAZLARI İÇİN KURAL TABANLI
KONTROL SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI**

Sultan Murat YILMAZ tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞİMŞEK

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞİMŞEK

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Şafak KAYIKÇI

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Talha KABAKUŞ

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 22/08/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

22 Ağustos 2019

Sultan Murat YILMAZ

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞİMŞEK'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

22 Ağustos 2019

Sultan Murat YILMAZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	x
SİMGELER	x
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
2. NESNELERİN İNTERNETİ (INTERNET OF THINGS).....	3
2.1. NESNELERİN İNTERNETİNDE KULLANILAN MİMARİLER	5
2.1.1. Üç ve Beş Katmanlı Mimariler	5
2.1.2. Bulut (Cloud) ve Sis (Fog) Tabanlı Mimariler	7
2.1.3. Sosyal IoT	8
2.1.3.1. Temel Bileşenleri	9
2.1.3.2. Temsilci Mimari	10
2.2. SOSYAL NESNELERİN İNTERNETİ	10
3. SU KALİTESİ UYGULAMASI.....	12
3.1. KULLANILAN DONANIMLAR	12
3.1.1. Arduino UNO	12
3.1.2. ENC28J60 Ethernet LAN Modülü	13
3.1.3. Akım Sensörü	15
3.1.4. LCD Ekran	16
3.1.5. Ph ve Sıcaklık Sensörü.....	17
3.1.6. Klor Sensörü	19
3.2. SU KALİTESİ UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ.....	21
3.2.1. Kural Tabanlı Yazılım ve Geliştirilmesi	22
3.2.2. Su Kalitesi Cihazı Kural Girişi	23
3.2.3. Su Kalitesi Takip Cihazının Çalışması.....	24
3.2.4. Su Kalitesi Cihazı Kural Dışı Ölçüm Uyarı Mesajları	26
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	28
5. KAYNAKLAR	29
ÖZGEÇMİŞ	31

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Nesnelerin interneti kullanım alanları [4].....	4
Şekil 2.2. Nesnelerin interneti ekosistemi [4].....	5
Şekil 2.3. Nesnelerin interneti teknolojisinin genel kullanım alanları [4]	5
Şekil 2.4. a) Üç katmalı ve b) beş katmanlı mimariler	6
Şekil 2.5. Akıllı bir IoT ağ geçidinin sis yapısı [4].....	8
Şekil 2.6. Sosyal nesnelerin interneti temsili gösterimi [14]	11
Şekil 3.1. Arduino uno kartı [15]	13
Şekil 3.2. ENC28J60 Ethernet LAN modülü çalışma prensibi.....	14
Şekil 3.3. ENC28J60 Ethernet LAN modülü devre şeması	14
Şekil 3.4. ACS712 Akım sensörü [16]	15
Şekil 3.5. ACS712 Akım sensörü arduino bağlantısı	16
Şekil 3.6. 2x1 LCD ekran [13].....	16
Şekil 3.7. LCD ekran bağlantısı devre şeması	17
Şekil 3.8. Ph ve sıcaklık sensörü.....	18
Şekil 3.9. Ph ve sıcaklık sensörü arduino bağlantısı.....	19
Şekil 3.10. JUMO marka klor sensörü.....	19
Şekil 3.11. Klor sensör ph değerinin klor ölçümü üzerindeki etkisi.....	20
Şekil 3.12. Klor sensörü arduino bağlantısı.....	20
Şekil 3.13. Su kalitesi takip cihazı yapısı	21
Şekil 3.14. Su kalitesi cihazı kural girişi	23
Şekil 3.15. Su kalitesi yazılımı kural girişi	24
Şekil 3.16. Su kalitesi cihazı arayüz yazılımı kural kontrolü	24
Şekil 3.17. Su kalitesi cihazı giriş ekranı	24
Şekil 3.18. Kural tabanlı yazılım	25
Şekil 3.19. Su kalitesi takip cihazı ekranı	25
Şekil 3.20. Arayüz yazılımı istenmeyen ölçüm durumu.....	26
Şekil 3.21. Ethernet modülü üzerinden istenmeyen ölçüm durumu	26
Şekil 3.22. Twitter üzerinden istenmeyen ölçüm durumu	27

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Arduino uno port girişleri.	15
Çizelge 3.2. ACS712 Akım Sensörü port girişleri.....	16
Çizelge 3.4. LCD ekran port girişleri.	17
Çizelge 3.5. Ph ve sıcaklık sensörü port girişleri.....	18
Çizelge 3.5. Ph ve sıcaklık sensörü kalibre değerleri (+25 °C ± 0.1Ph).	18
Çizelge 3.6. Cihazın tolerans değeri.	23



KISALTMALAR

A	Akım
Gr	Gram
HTTP	Hiper metin transfer protokolü
IP	İnternet protokolü (Internet protocol)
IPV4	İnternet protokolü versiyon 4
IPV6	İnternet protokolü versiyon 6
IoT	Intrnet of things (Nesnelerin interneti)
LAN	Yerel alan ağı
LCD	Sıvı kristal ekran (Liquid crystal display)
MAC	Ortam erişim yöntemi (Media access control)
NTC	Sıcaklıkla direnci azalan termistör
RFID	Radyo frekanslı tanımlama (Radio frequency identification)
RX	Alıcı port (Receive X)
SIoT	Sosyal nesnelerin ineteneti
USB	Evrensel seri haberleşme yolu
TX	Gönderici port (Transmit X)
WWW	Dünya geniş ağı

SİMGELER

Ω	Ohm
Mm	Milimetre
mV	Milivolt
MHz	Megahertz
Ma	Miliamper
m Ω	Miliohm
V	Volt
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
KHz	Kiloherz
A	Akım

ÖZET

NESNELERİN İNTERNETİ CİHAZLARI İÇİN KURAL TABANLI KONTROL SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULAMASI

Sultan Murat YILMAZ

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ŞİMŞEK

Ağustos 2019, 30 sayfa

Her geçen gün insan hayatını kolaylaştıran daha fazla cihaz geliştirilmekte ve hayatımıza girmektedir. Bu cihazların büyük bir kısmı bağlanabilirlik özellikleri sayesinde var olan sistemlere entegre edilerek veya yeni sistemler kurularak kontrol edilebilmekte ve uzaktan gözlemlenebilmektedir. Nesnelerin İnterneti kavramının yaygınlaşması ile birlikte, kullanmakta olduğumuz cihazların yalnızca bağlanabilir olmaları ve kullanıcı tarafından kontrol edilmeleri yetersiz kalmakta; cihazların birbirleri ile haberleşebildikleri, bazı cihazların diğer cihazları kontrol edebildiği akıllı sistemler ön plana çıkmaktadır. Bu tez kapsamında, cihaz kullanıcısının kullanmakta olduğu cihazlar için kurallar tanımlayabildiği ve cihazlardan alınan verilerin bu kurallar ile değerlendirildiği ve gerekli durumlarda aksiyon alınmasını sağlayan bir yazılım geliştirilmiştir. Ayrıca yazılımın uygulanması için yüzme havuzlarının su kalitesini Ph, serbest klor ve sıcaklık parametreleri ile izleyebilen bir cihaz geliştirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Nesnelerin interneti, Kural tabanlı sistemler, Su kalitesi takibi

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF RULE-BASE CONTROL SYSTEM FOR INTERNET OF THINGS DEVICES

Sultan Murat YILMAZ

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer Engineering
Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet ŞİMŞEK

August 2019, 30 pages

More and more devices are being developed every day to make life easier for our lives. Most of these devices can be controlled and remotely monitored by integrating into existing systems or installing new systems through connectivity features. Along with the widespread adoption of the concept of objects, the devices we use are merely connectable and insufficiently controlled by the user; intelligent systems where devices can communicate with each other and where some devices can control other devices come to the forefront. In this thesis, a software has been developed which allows the user of the device to define rules for the devices he is using and to evaluate the data received from the devices with these rules and to take action when necessary. In addition, for the application of the software, a device capable of monitoring the water quality of the swimming pools with Ph, free chlorine and temperature parameters has been developed.

Keywords: Internet of things, Rule base systems, Water quality.

1. GİRİŞ

Günümüzde hayatımızın vazgeçilmez parçası olan teknoloji ve bu teknolojilerin yoğun kullanımı, hayatımıza yeni kavramların, fırsatların ve risklerin girmesine neden olmaktadır. Bu kavramlarla beraber teknolojik gelişmelerin hızı düşünüldüğünde, 1900'lü yıllardan önce yaşanan teknolojik ilerleme ile 1900'lerden 2000'lere kadar kaydedilen ilerleme, karşılaştırılamayacak farklılık göstermektedir. Hatta bu fark 2000'li yılların başları ile günümüze kadar olan bölümde giderek artmaktadır. Yaşam, bütün yönüyle çok hızlanmış ve kolaylaşmaya başlamıştır. Bu durum bizim yaşam kalitemizi ve yaşam şeklimizi doğrudan etkilemiştir. Geçmişteki ve mevcutta kullanılan teknoloji günlük yaşamda daha çok hayatı kolaylaştırmak için kullanılmaktadır. Örneğin, bilgisayarlar ilk zamanlarda sadece temel hesaplama işlemlerini yapabiliyorken günümüzde neredeyse kullanılmadığı alan kalmamıştır. İnternet ise ilk zamanlarda askeri iletişim amaçlı kullanılmaya başlanmış, ancak günümüzde neredeyse bütün iletişim temelli hizmetlerin taşıyıcısı olmuştur. Artık iletişimin her aşaması internet üzerinden sağlanabilmektedir. İnternet ilk zamanlarda insanlar arası iletişim için kullanılırken bu durum günümüzde değişmeye başlamıştır. Artık internet sadece insan-insan arasında değil, insan-nesne, nesne-insan, nesne-nesne arasında iletişimi sağlayabilmektedir.

Teknolojinin gelişmesiyle meydana gelen bu değişiklikler yaşamımızı kolaylaştırmış ve kolaylaştırmaya da devam edecektir. Bu sayede işyerindeyken veya evimizden uzak bir yerdeyken evimizi kontrol edebiliriz. Havanın sıcaklığını ölçerek klimamızın sıcaklık ayarını kontrol edebiliriz. Aynı zamanda bir yüzme havuzun anlık Ph, klor ve sıcaklık değerlerinin kontrolünü sağlayabilir bu değerler kullanılarak suyun kalitesi kontrol edilebilir. Hatta teknolojinin ilerlemesiyle geliştirilecek olan nano sensörler sayesinde, tedavisi olmayan hastalıklar erken teşhis edilebilir veya bu hastalıkların tedavisi gerçekleştirilebilir.

Yukarıda bahsedilen bilgi ve iletişim alanında yaşanan gelişmeler "Nesnelerin İnterneti" (Internet of Things) kavramının ortaya çıkmasını sağlamıştır. İlk olarak 1999 yılında Kevin Ashton tarafından ortaya atılan bu kavram, 2014'ten sonra adını sıkça durmaya başlamıştır. Nesnelerin interneti kavramıyla, nesnelerin kendi aralarında ve son

kullanıcıları (insan/nesne) ile rahat bir şekilde haberleşebilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilen yazılım/sistem mimarileri ile bulut ve sis tabanlı sistemlere entegre edilerek milyonlarca nesnenin tek bir merkez tarafından yönetilmesi sağlanabilir. Günümüzde oldukça popüler olan bu kavram gelecek yıllarda adını daha çok duyuracak ve insanların hayatını daha çok etkileyecektir.

Bu çalışmada “Nesnelerin İnterneti (INTERNET of THINGS)” kavramı ile uyumlu olacak şekilde kural tabanlı su kalitesi kontrolü sistemi geliştirilmiştir. Kullanılan sensörler ve donanım sayesinde anlık olarak havuz suyunun Ph, serbest klor ve sıcaklık değerleri alınarak istenilen değer aralıklarında olup olmadığı kontrol edilebilir. İstenilen aralıkta değil ise uyarı verilebilir ve değerler anlık olarak kaydedilebilir. Kaydedilen verileri daha sonra farklı uygulamalarda da kullanılabilir.



2. NESNELERİN İNTERNETİ (INTERNET OF THINGS)

İnternet, ilk zamanlarda askeri alanda iletişim ve bilgi paylaşmak amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Sağladığı iletişim kolaylığı nedeniyle insan hayatının vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte insanlar bilgisayarla veya diğer uygun cihazlarla internete bağlanabilmektedirler. İnternetin temelinde, bilgisayarların birbirlerine bağlanması ve bu bilgisayarlar üzerinde interneti kullanana hizmetlerin çalıştırılması yatmaktadır. Çoğunlukla bu hizmetler insanların kullanacağı (WWW (Dünya Geniş Ağı) gibi) hizmetlerdir. Gelişen teknoloji ile birlikte, günlük kullanım için tasarlanmış bir çok cihaz bir ağa (Wifi vs.) bağlanabilme özelliği kazanmıştır. Bu cihazlardan bazılarının yalnızca açma ve kapama gibi (ör: elektrik prizi) çok basit işlevleri olabileceği gibi, iklimlendirme sistemleri gibi çok daha karmaşık işlevlere sahip sistemler de olabilir. Günlük hayatımızdaki bu “nesnelerin” bağlanabilirlik özellik kazanarak bir şekilde internete bağlanabilmeleri neticesinde “nesnelerin interneti” kavramı ortaya çıkmıştır. İlk olarak Kevin Ashton tarafından ortaya atılan nesnelerin interneti kavramı en temel anlamda; fiziksel nesnelerin birbirleriyle veya daha büyük sistemlerle bağlantılı olduğu bir iletişim ağıdır [1]. Daha spesifik bir tanım yapacak olursak; hayvanlar veya insanlara benzersiz belirteçlerin, ve verileri bir ağ üzerinden insan-insan veya insan-bilgisayar etkileşimi gerekmeksizin, otomatik olarak aktarma kabiliyetinin verildiği bir senaryodur [2]. Günlük hayatta kullanılan her bir nesne internete veya bağlı olduğu bir ağ üzerinden benzersiz bir MAC (Ortam Erişim Yöntemi (Media Access Control)) ve IP (İnternet Protokolü (Internet Protocol)) adresi sayesinde birbirleri ile haberleşebilirler. Nesnelerin interneti kavramı ilk başlarda RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama (Radio Frequency Identification)) etiketleri sayesinde radyo frekansı üzerinden birbirleriyle haberleşen cihazları kapsamaktaydı, ancak gelişen teknoloji ile birlikte bu konsept çok daha geniş bir vizyona erişmiştir. Bu konsept sadece evimizdeki eşyaları ya da trafik ışıklarını değil günlük hayatta kullandığımız nesne-nesne, insan-nesne, nesne-insan ilişkisini içeren tüm kavramları içermektedir.

Günümüzde 10 milyarı aşkın cihaz internete bağlıdır [2] ve giderek bu sayı artmaktadır. 2020’li- 2030’lu yıllara gelindiğinde bu rakamın yaklaşık olarak 5-6 kat artarak 50-60 milyar cihaz seviyesinde olacağı tahmin edilmektedir [2]. Bu hesaba göre 2020’li yıllarda

her insanın, ortalama yedi tane internete bağlı cihaza sahip olacağı öngörülmektedir. Aynı yıllarda, 20 adet tipik ev cihazının üreteceği bilgi trafiğinin, 2008 yılında üretilen tüm internet trafiğinden daha fazla olacağı tahmin edilmektedir [3].

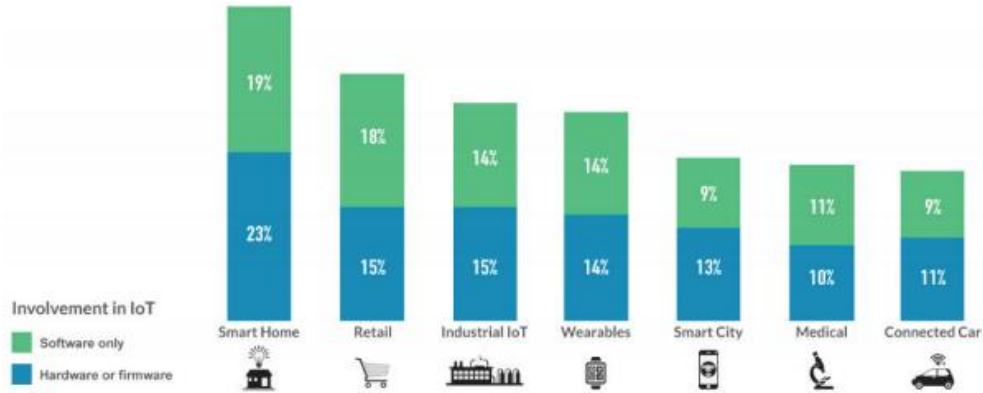
Nesnelerin interneti; temelde birçok teknolojinin birleşmesiyle oluşan bir kavramlardır. Şekil 2.1, 2.2 ve 2.3' de belirtildiği üzere yaygın bir ekosistemi vardır ve günümüzde enerji, güvenlik, sağlık, tarım başta olmak üzere birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Nesnelerin interneti teknolojisi sayesinde, hastaların sağlık durumunun anlık olarak takibi yapılabilir; kişilerin tansiyon, şeker, vücut sıcaklığı takip edilip bu bilgiler kullanıcı ile paylaşılabilir; tarım alanında toprak analizleri yapılarak toprak en verimli bir şekilde kullanılabilir; savunma sanayisinde kullanılarak sürü halinde insansız hava araçları idare edilebilir. Nesnelerin interneti kavramı sayesinde birçok alanda tasarruf yapılabilir. Enerjide, akıllı şebeke kullanılarak sadece 2016 yılda 15 Milyar liralık tasarruf sağlanmıştır [5].



Şekil 2.1. Nesnelerin interneti kullanım alanları [4].



Şekil 2.2. Nesnelerin interneti ekosistemi [4].



Şekil 2.3. Nesnelerin interneti teknolojisinin genel kullanım alanları [4].

2.1. NESNELERİN İNTERNETİNDE KULLANILAN MİMARİLER

Evrensel olarak kabul edilen nesnelerin interneti için mimari üzerinde tek bir fikir birliği yoktur. Farklı araştırmacılar tarafından farklı mimariler önerilmiştir [7]. Bu bölümde, nesnelerin interneti için önerilen mimarilerden bahsedilmiştir.

2.1.1. Üç ve Beş Katmanlı Mimariler

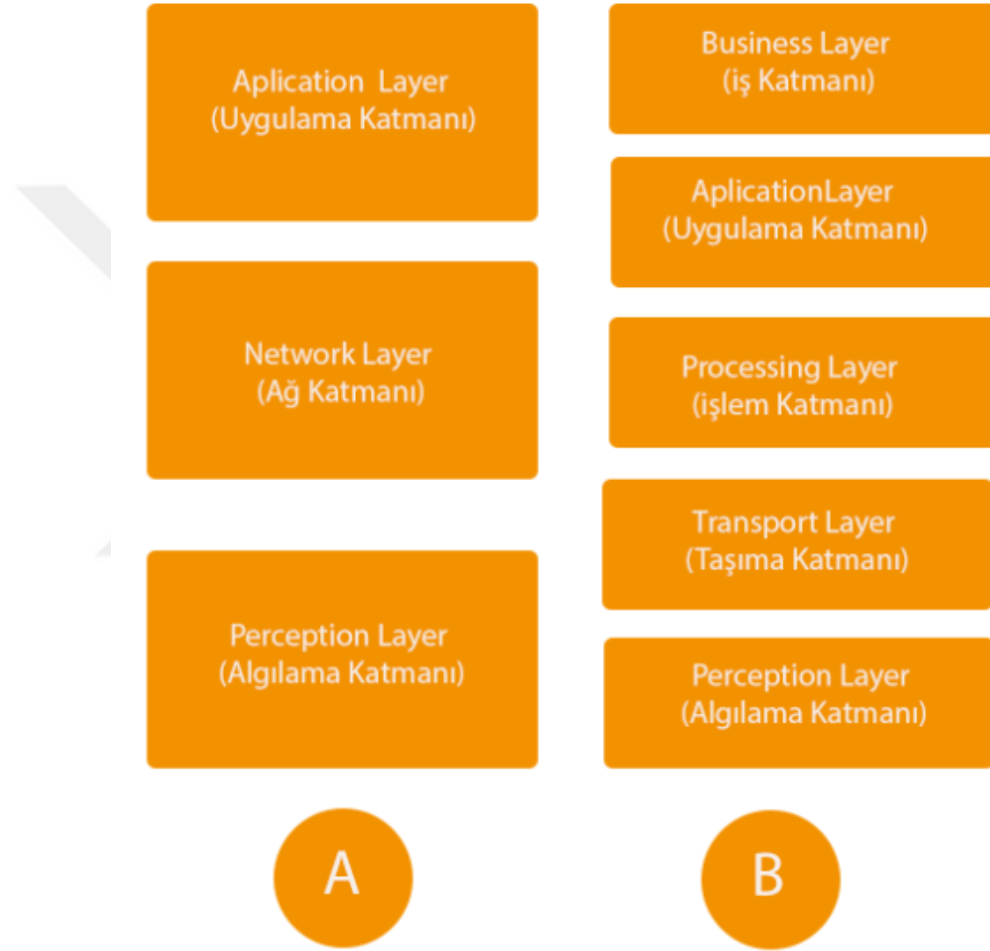
En temel mimari Şekil 2.4 a)'da görülen üç katmanlı mimaridir. Bu mimaride sistem Algılama (perception), Ağ (network) ve Uygulama (application) katmanlarından oluşur. Bu mimari nesnelerin interneti kavramının ortaya atıldığı ilk yıllarda ortaya çıkmıştır [11]. Bu mimari yaklaşım, nesnelerin interneti için kullanılan bütün mimarilerin temelini

oluşturmuştur.

Algılama Katmanı: Çevre hakkında bilgi toplama ve ağının algılandığı katmandır. Ortamdaki fiziksel nesnelere algılar ve tanımlar.

Ağ Katmanı: Diğer nesnelere ağ aygıtlarına ve sunuculara bağlamakla sorumludur. Özellikle sensör verilerini işlemek ve iletmek için kullanılır.

Uygulama katmanı: Uygulamaya özel hizmetleri kullanıcıya iletmekle sorumludur.



Şekil 2.4. a) Üç katmalı ve b) beş katmanlı mimariler.

Üç katmanlı mimari nesnelere interneti mimarisinin ana fikrini oluşturur ancak nesnelere interneti kavramı daha ince detaylara odaklandığı için üç katmanlı mimari yeterli olamamıştır [6]. Bunun üzerine beş katmanlı mimariler önerilmiştir.

Beş katmanlı mimariler; algılama, taşıma, işleme, uygulama ve iş (görev) katmanlarından oluşur. Beş katmanlı mimarilerdeki algılama ve uygulama katmanı üç katmanlı mimarilerdeki algılama ve uygulama katmanına benzerdir. Geriye kalan katmanların

görevleri ise şu şekildedir:

Taşıma Katmanı: Algılama katmanından alınan verileri 3G, Ethernet, Bluetooth, RIFD, kablosuz, NTC (Sıcaklıkla Direnci Azalan Termistör) vb. ağlar vasıtasıyla algılama katmanından işlem katmanına veya bu işlemi tam tersi şeklinde işlem katmanından algılama katmanına gönderir.

İşleme Katmanı: İşleme katmanı aynı zamanda özel yazılım katmanı olarak da bilinir. Taşıma katmanından gelen çok miktarda veriyi depolar, analiz eder ve işler. Alt katmandaki servisler ve çeşitli hizmetleri yönetebilir. Veri tabanı, bulut bilişim ve büyük veri işleme gibi teknolojileri kullanmaktadır.

İş Katmanı: Mimarideki tüm sistemi, uygulamaları, iş ve kar modelleri ve kullanıcıların gizliliği de dâhil olmak üzere bütün sistemi yönetir.

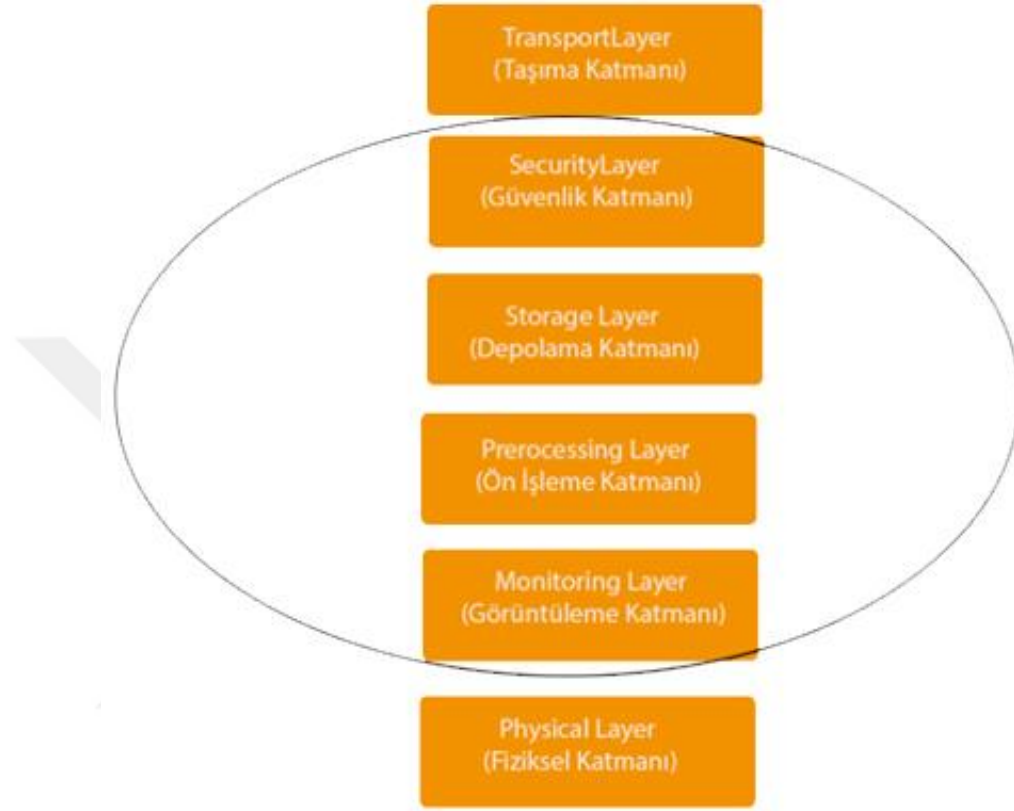
Bazı geliştiriciler tarafından önerilen bir başka mimari [7] ise, insan beynindeki işlem katmanlarından esinlenmiştir. İnsanın düşünme, hissetme, hatırlama, karar verme ve fiziksel çevreye tepki verme yeteneği ve zekâsından esinlenen bu mimari üç bölümden oluşur. Birincisi, işlem ve veri yönetimi birimine veya veri merkezine benzeyen insan beynidir. İkincisi, veri işleme düğümlerinin ve akıllı ağ geçitlerinin dağıtılmış ağına benzeyen omuriliklidir. Üçüncüsü ağ bileşenleri ve sensörlere karşılık gelen sinir ağıdır.

2.1.2. Bulut (Cloud) ve Sis (Fog) Tabanlı Mimariler

Bulut (cloud) ve sis (fog) tabanlı mimariler (bkz. referans mimarileri [8]), nesnelere internetini kullanan cihazlar tarafından üretilen verilerin doğası gereği veri işlemenin zorluğunu gidermek için geliştirilmiştir. Bazı sistem mimarilerinde veri işleme, bulut bilgisayarlar tarafından merkezileştirilmiş biçimde yapılır. Böyle bir bulut merkezli mimari, bulutun merkezini, üzerinde bulunan uygulamaları ve altındaki akıllı nesnelere ağı tutar [9]. Büyük bir esneklik ve ölçeklenebilirlik sağlaması nedeniyle büyük ölçekli sistemlerde bulut hesaplama tercih edilmektedir.

Son zamanlarda, başka bir sistem mimarisi olan sis hesaplama doğru bir eğilim bulunmaktadır [10]-[11]. Sis hesaplama sensörler ve ağ geçitleri veri işleme ve analitik işlemlerin bir bölümünü yapar. Bir sis mimarisi [10], fiziksel ve taşıma katmanları arasında izleme, ön işleme, depolama ve güvenlik katmanları ekleyen Şekil 2.5'de görüldüğü gibi katmanlı bir yaklaşımdır. İzleme katmanı güç, kaynaklar, yanıtlar ve hizmetleri izler. Ön işleme katmanı, sensör verisinin filtrelenmesi, işlenmesi

ve analizini gerçekleştirir. Geçici depolama katmanı, veri çoğaltma, dağıtım ve depolama gibi depolama işlevleri sağlar. Son olarak, güvenlik katmanı şifreleme / şifre çözme gerçekleştirir ve veri bütünlüğü ve mahremiyet sağlar. İzleme ve ön işleme, buluta veri göndermeden önce ağın kenarında yapılır.



Şekil 2.5. Akıllı bir IoT ağ geçidinin sistem yapısı [4].

Genellikle "sis hesaplama" ve "kenar hesaplama" terimleri birbirlerinin yerine kullanılırlar. Aslen Cisco tarafından isim verilen sisleme (Fog computing), akıllı geçiş yolları ve akıllı sensörler anlamına gelir. Sistem mimarisi açısından, kenar hesaplamanın mimari diyagramı Şekil 2.5'deki diyagramdan kayda değer bir şekilde farklı değildir [11]. Diğer yandan, protokol mimarileri ile sistem mimarileri arasındaki ayrım çok keskin değildir. Hem sis hem de bulut mimarileri için genel 5 katmanlı IoT (Intrnet of Things (Nesnelerin İnterneti)) protokol yığını (Şekil2.4(B) 'de sunulan mimari diyagram) kullanılır.

2.1.3. Sosyal IoT

Sosyal IoT'de (SIoT) , nesnel arasındaki sosyal ilişkiler, insanlar arasındaki sosyal ilişkilere benzer şekilde kurulur [12]. Bu mimarideki bir cihaz ağdaki tüm cihazlar

üzerinde gezinebilir. Bir SIoT (Sosyal Nesnelerin İneteneti) sisteminin üç temel yönü vardır:

- SIoT mimarisi sayesinde bağlı olduğu cihazlar ve ağlar arası iletişimde bulunur ve cihazlar arası veri alışverişinde bulunabilir. SIoT bağlı olduğu ağdaki herhangi bir cihazdan ağa ulaştığında, cihazın bağlı olduğu tüm ağdaki cihazlarda ulaşabilir, bu cihazlar arasında veri alışverişi yapabilir. Böyle bir IoT cihazları sosyal ağını kullanarak ağda bağlı olan yeni cihazları ve hizmetleri keşfetmesi daha kolay olur.
- Bir cihaz üzerinden tüm cihazlara ulaşılabilmesi için cihazlar arası ilişki (güvenlik, iletişim vs.) güçlü olmalıdır.
- IoT cihazlarının sosyal ağlarını incelemek için insan sosyal ağlarının incelenmesine benzer modelleri vardır.

2.1.3.1. Temel Bileşenleri

Tipik bir sosyal IoT ortamında, cihazları ve hizmetleri, aralarında ilişki kurabilecekleri ve zaman içinde değiştirebilecekleri botlar olarak değerlendirebiliriz. Bu, aygıtların birbirleri arasında sorunsuz bir şekilde işbirliği yapmasına ve karmaşık bir görevi yerine getirmesine olanak tanır. Böyle bir model oluşturmak için birbiriyle bağlantılı birçok bileşen bulundurulması gerekmektedir. Böyle bir sistemdeki başlıca bileşenlerin bazıları şunlardır [11].

Kimlik: Nesne tanımlama için eşsiz bir yöntem gerekir. Bir kimlik, MAC Kimliği, IPv6 (İnternet Protokolü Versiyon 6) Kimliği, evrensel bir ürün kodu veya başka bir özel yöntem gibi geleneksel parametrelere dayalı olarak bir nesneye atanabilir.

Meta information: Kimliği ile birlikte, cihazın formunu ve operasyonunu tanımlayan bazı bilgi birimlerine ihtiyaç vardır. Bu, cihazla uygun ilişkiler kurmak ve ayrıca IoT cihazlarının sisteme uygun bir şekilde yerleştirilmesi için gereklidir.

Güvenlik denetimleri: Bu, bir online sosyal ağdaki "arkadaş listesi" ayarlarına benzer. Bir cihazın sahibi, cihaza bağlanabilir cihaz türlerine kısıtlamalar getirebilir.

Hizmet keşfi: Böyle bir sistem, belirli türde hizmetler sağlayan aygıtların ayrıntılarını depolayan özel dizinlere ihtiyaç duyulan bir hizmet bulutu gibidir. Cihazların diğer cihazları öğrenebilmesi için bu dizinlerin güncel tutulması gereklidir.

İlişki yönetimi: Bu modül diğer cihazlarla olan ilişkileri yönetir. Ayrıca bir aygıtın,

sağlanan hizmetlerin türüne göre bağlanmaya çalışması gereken aygıt türlerini depolar. Örneğin, ışık denetleyicisinin ışık sensörü ile ilişki kurması daha olasıdır.

Hizmet bileşimi: Bu modül, sosyal IoT modelini yeni bir düzeye taşımaktadır. Bütün sistemin nihai amacı, kullanıcılara daha iyi entegre hizmetler sunmaktır. Bir cihazın ürettiği verileri diğer kullanıcıların kullanım kalıplarıyla karşılaştırarak daha anlamlı veriler elde etmek mümkündür.

2.1.3.2. Temsilci Mimari

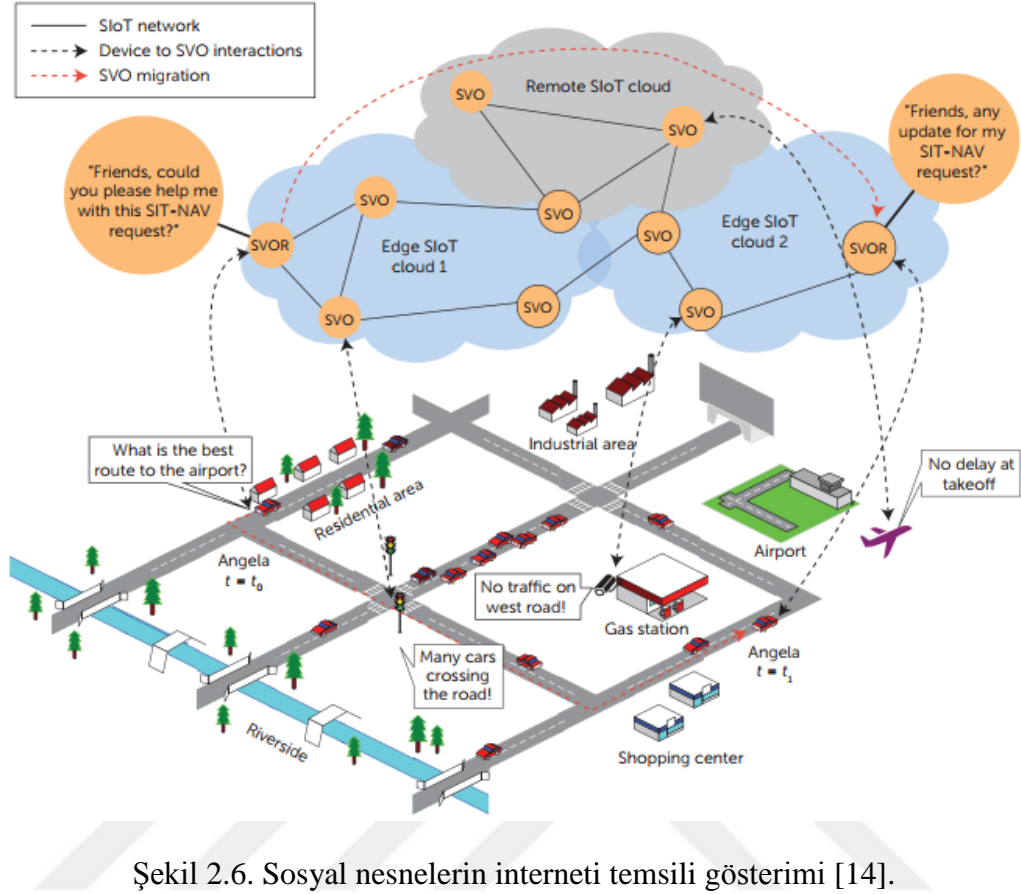
SIoT için önerilen mimarilerin çoğu sunucu tarafı mimarisine sahiptir. Sunucu, birbirine bağlı tüm cihazlara bağlanır, hizmetleri bir araya getirir (oluşturur) ve kullanıcılar için tek bir hizmet noktası görevi görür. Sunucu tarafı mimarisi tipik olarak üç katmana sahiptir. İlki, tüm cihazların ayrıntılarını, niteliklerini, meta informasyonunu ve ilişkilerini saklayan bir veri tabanı içeren temel katmandır. İkinci katman (Bileşen katmanı), cihazların birbirleri ile etkileşimlerini, ağdaki durumlarını ve kullandıkları hizmetleri düzenler ve bu bilgileri saklar. En üstteki katman, kullanıcılara hizmet veren uygulama katmanıdır.

Cihaz (nesne) tarafında, genel olarak iki katman bulunur. Birincisi, bir cihazın diğer cihazlara bağlanmasına, onlarla konuşmasına (standart protokoller aracılığıyla) ve bilgi alışverişine izin veren nesne katmanıdır. Nesne katmanı bilgileri sosyal katmana iletir. Sosyal katman, kullanıcıların uygulamalarının yürütülmesini yönetir; sorgular yürütür ve sunucudaki uygulama katmanıyla etkileşime girer.

2.2. SOSYAL NESNELERİN İNTERNETİ

Nesnelerin interneti teknolojisi beraberinde yeni kavramlar da getirmiştir. Bunlardan biri “Sosyal Nesnelerin İnterneti” kavramıdır. Nesnelerin interneti teknolojisiyle cihazlar (nesneler) sadece birbirleri arasında değil Şekil 2.6’da gösterildiği gibi insanlarla, doğayla, sistemlerle de iletişim kurabilirler. Bu durum sosyal nesneler kavramını oluşturur. Sosyal nesnelerin internetinde, nesneler arası sosyal bir ağ vardır. Bu durum aynı insanlar arası sosyal ilişkiye benzer. İnsanlar kendi sosyal çevrelerindeki insanlarla veya kullandıkları sosyal medya aracılığıyla görüşebildikleri insanlarla iletişime geçebilirler. Nesneler için de aynı durum söz konusudur. Benzer özellikteki nesneler birbirleri arasında ilişki kurarak bir ağ oluştururlar. Bu sayede birbirleri ile iletişimleri daha hızlı, güvenli ve optimal olur. Sosyal Nesnelerin İnterneti (SIoT) ile nesnelerin kendi

sosyal ağlarına sahip olmalarına olanak tanınabilir.



Şekil 2.6. Sosyal nesnelerin interneti temsili gösterimi [14].

3. SU KALİTESİ UYGULAMASI

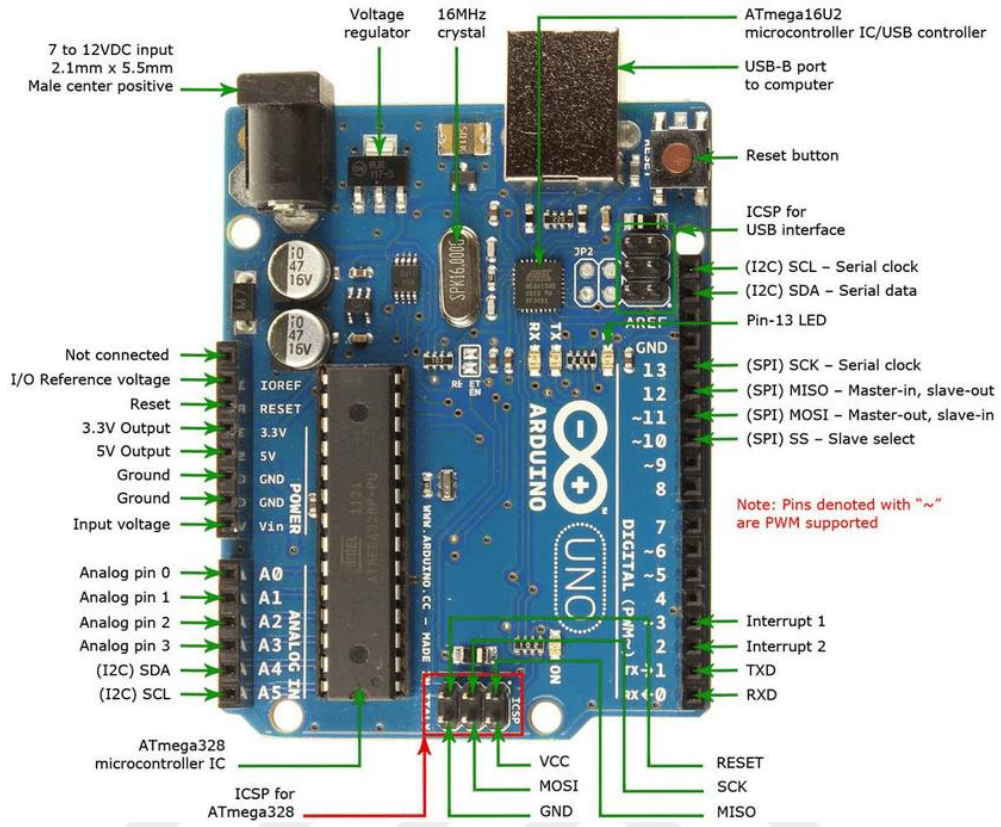
Bu tezde bir su kalitesi takip cihazı ve cihazın yönetilmesini sağlayan kural tabanlı bir yazılım geliştirilmiştir. Geliştirilen cihaz, suyun anlık olarak Ph, sıcaklık ve serbest klor değerlerini ölçer, uzaktaki bir veri tabanına kayıt eder ve bu değerleri daha önceden belirlenen kurallara göre uygun olup olmadığını kontrol eder. Ölçülen değerler istenilen kurallara uygun değilse, cihaz üzerinden, cihaza uygun geliştirilmiş olan yazılımın üzerinden veya Twitter üzerinden bilgilendirmeler sunar. T.C. Sağlık Bakanlığının “Yüzme Havuzlarının Tabi Olacağı Sağlık Esasları” [19] hakkındaki yönetmeliğindeki tanımlara uygun olarak geliştirdiğimiz uygulama, şehir şebeke suyu sistemleri, atık suların takibi, yüzme havuz suyunun takibi gibi su kalitesi kontrolünün gerektiği uygulamalarda kullanılabilir.

3.1. KULLANILAN DONANIMLAR

3.1.1. Arduino UNO

Arduino, açık kaynak kodlu bir mikro denetleyici kartıdır. Arduino, C dilini kullandığı için donanımların özellikleri bilindikten sonra kolay bir şekilde program geliştirilebilir. Arduino kartlarının donanımında bir adet Atmel AVR mikro denetleyici bulunur (ATmega328, ATmega2560, ATmega32u4 gibi) ve diğer devrelere bağlantı için gerekli yan elemanlar bulunur. Her Arduino kartında 5 voltluk regüle entegresi ve bir 16MHz kristal osilatör (bazılarında seramik rezonatör) bulunur.

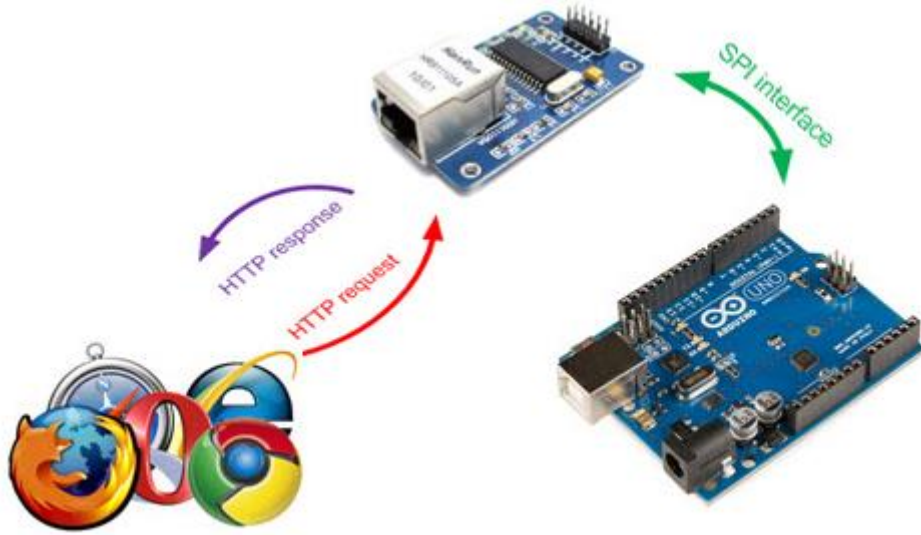
Su kalitesi takip cihazı için kullandığımız kart Şekil 3.1’de gösterilen Arduino UNO kartıdır. 14 adet dijital çıkış pini bulunur. Bu dijital çıkışlardan 5 tanesi PWM çıkışıdır. Arduino Uno’daki 6 tane analog giriş ise analog giriş sinyali alabildiğimiz sensörler içindir. Arduino Uno pinleri detaylı olarak Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



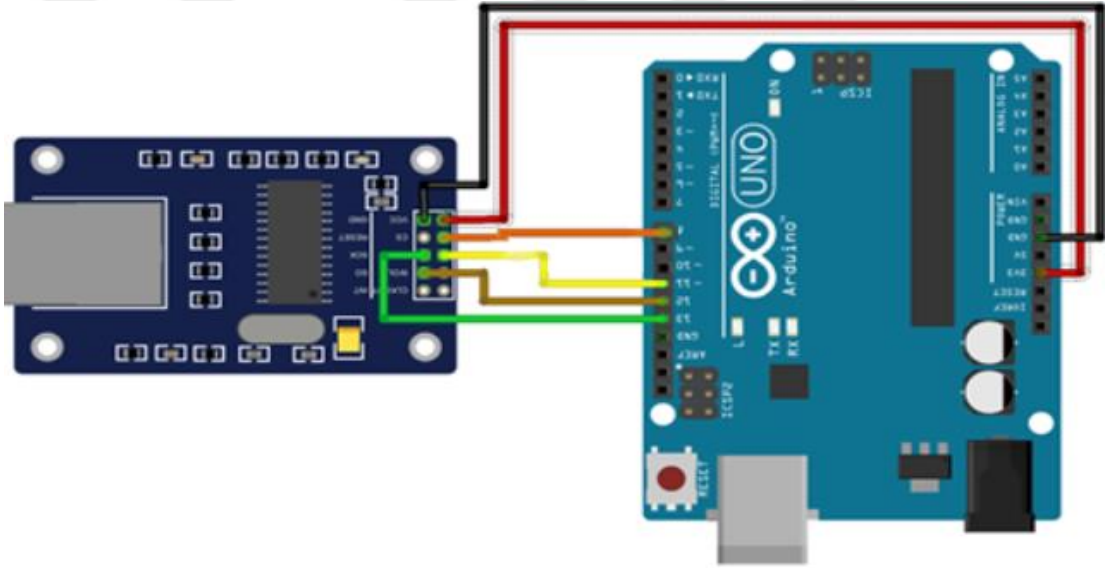
Şekil 3.1. Arduino uno kartı [15].

3.1.2. ENC28J60 Ethernet LAN Modülü

ENC28J60 Ethernet LAN (Yerel Alan Ağı) modülü, üzerinde ethernet bağlantı girişi olan ve ethernet girişini SPI (Serial Peripheral Interface “Seri Çevresel Arayüz”) ara yüzüne çeviren bir karttır. Üzerinde Microchip'in ENC28J60 entegresi bulunan kart ile Arduino başta olmak üzere birçok sistemin ve donanımın ethernet bağlantısı ile internete veya bağlı olduğu ağ ortamına bağlantısı imkânı sağlar. Kartın küçük boyutlu olması ve SPI ara yüzüne sahip olması sayesinde birçok sisteme veya ortama uyarlanabilir olduğundan oldukça kullanışlıdır.



Şekil 3.2. ENC28J60 Ethernet LAN modülü çalışma prensibi.



Şekil 3.3. ENC28J60 Ethernet LAN modülü devre şeması.

ENC28J60 Ethernet LAN modülü Şekil 3.2’de belirtildiği gibi http (Hiper Metin Transfer Protokolü) istemci ve http cevaplayıcı ile modül ile ağ arasındaki iletişimi sağlar. Kullandığı bir diğer teknoloji olan SPI ara yüzü ile modül ile Arduino arasında iletişimi sağlayarak kullanılan ağa bağlanabilir.

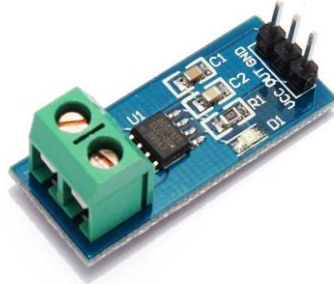
ENC28J60 Ethernet LAN modülü kullanılan kütüphanelere göre devreye bağlantı şekli değişebilir. Bu tezde geliştirilen cihaz tasarlanırken EtherCard kütüphanesi kullanıldı. EtherCard kütüphanesine göre ENC28J60 Ethernet LAN modülünün bağlantısı Şekil 3.3’de gösterilmektedir. Pinlerin bağlantı sıralaması Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Arduino uno port girişleri.

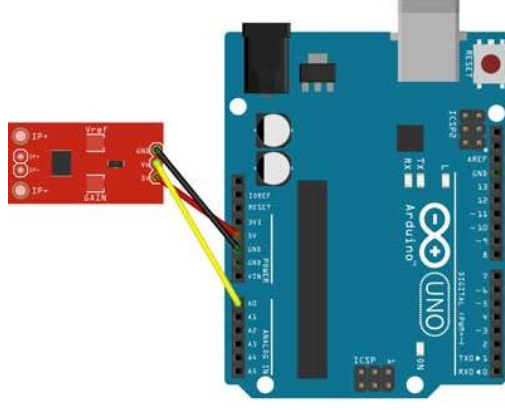
Ethernet modülü çıkışı	Arduino UNO Girişi
Vcc	3.3V
Gnd	Gnd
SO	12
SI	11
SCK	13
CS	8

3.1.3. Akım Sensörü

Tez kapsamındaki cihaz tasarlanırken kullanılan akım sensörü Şekil 3.4’de gösterilen “ACS712 Akım Sensörüdür”. ACS712 Akım Sensörü akımın ölçüleceği devreye Şekil 3.5’deki gibi seri bir şekilde bağlanarak kullanılır. ACS712 Akım Sensörü bağlı olduğu devreden geçen akım miktarını sensörün analog çıkışından vermektedir. Serbest klor ölçmek için kullanılan sensör çıkış olarak akım verdiği için dolayı akım sensörü kullanılmıştır. ACS712 Akım Sensörü kullandığı teknoloji, hafifliği, yüksek güvenilirlik ölçüm hassasiyeti ve kullanışlılığı sayesinde başta Arduino olmak üzere birçok platformda kullanılır.



Şekil 3.4. ACS712 Akım sensörü [16].



Şekil 3.5. ACS712 Akım sensörü arduino bağlantısı.

ACS712 Akım Sensörünün Arduinoya bağlanan pinleri Çizelge 3.2'deki gibidir.

Çizelge 3.2. ACS712 Akım Sensörü port girişleri.

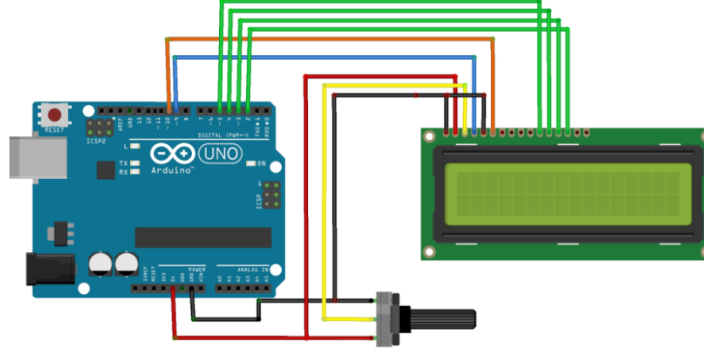
Akım Sensörü Çıkışı	Arduino Girişi
VCC	5V
GND	GND
OUT	Analog Giriş (A0-A5)

3.1.4. LCD Ekran

LCD (Liquid Crystal Display “Sıvı Kristal Ekranı”), elektrikle kutuplanan sıvının ışığı tek fazlı geçirmesi ve önüne eklenen bir kutuplanma filtresi ile gözle görülebilmesi ilkesine dayanan bir görüntü teknolojisidir [17]. Şekil 3.6’da gösterilen LCD ekranı (paneli) Şekil 3.7’deki gibi devreye bağlayarak gerekli kodların kontrol kartına yüklenmesi ile LCD ekran aktif halde çalışacaktır.



Şekil 3.6. 2x16 LCD ekran [13].



Şekil 3.7. LCD ekran bağlantısı devre şeması.

LCD ekranın Arduino kartına bağlantı pinleri Çizelge 3.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. LCD ekran port girişleri.

LCD Ekran Çıkışı	Arduino UNO Girişi
Vss	Gnd
Vcc	5V
Vee	Potansiyometre çıkışı
Rs	9 numaralı pin
Rw	Gnd
E	10 numaralı pin
D4-D7	5-2 numaralı pinler
BL+ (Anot)	5V
BL – (Katot)	Gnd

3.1.5. Ph ve Sıcaklık Sensörü

Şekil 3.8'de Ph ve sıcaklık sensörü gösterilmiştir. Sensör, güç göstergesine sahip BNC konektör ve Ph2.0 ara yüzüne sahip bir entegreden oluşmaktadır. Sensörün kullanılması için Ph sensörünü BNC konektörüne bağlanması ve Ph2.0 ara yüzünü herhangi bir Arduino kontrol cihazının analog giriş portuna takılmalıdır. Arayüz kartındaki çıkışlar analog olduğu için bağlantılar Şekil 3.9.'daki gibi yapılarak sıcaklık ve Ph değerlerinin alınacağı uçlar Arduino'nun analog girişlerinden yapılmalıdır.



Şekil 3.8. Ph ve sıcaklık sensörü.

Şekil 3.9.'da yapılan bağlantılara göre pin numaraları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Ph ve sıcaklık sensörü port girişleri.

Ph Sensörü Çıkışı	Arduino UNO Girişi
V+	5V
G	GND
Po	A0
To	A1

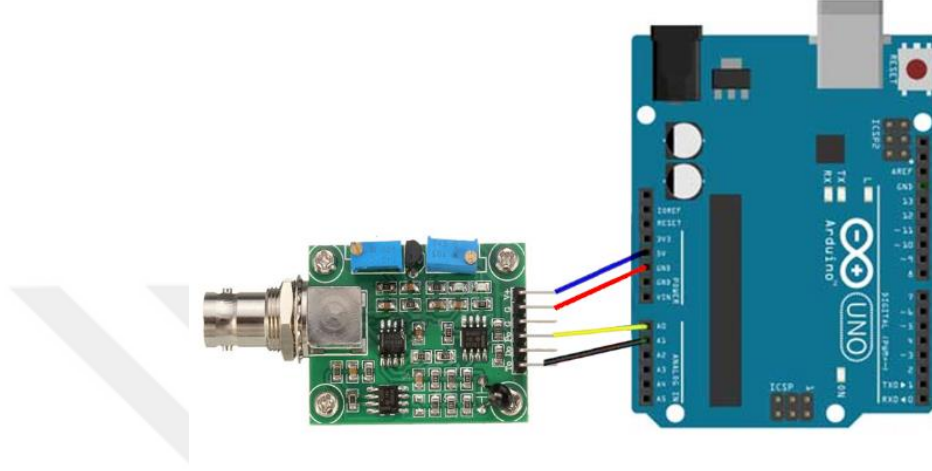
Ph ve sıcaklık sensörünün bağlantıları yapıldıktan sonra kalibre ayarı yapılmalıdır. Analog girişten alınan veri Çizelge 3.5 tabloya göre kalibre edilerek güvenilirliği yüksek bir ölçüm yapılabilir.

Çizelge 3.5. Ph ve sıcaklık sensörü kalibre değerleri (+25 °C ± 0.1Ph).

VOLTAJ (Mv)	Ph Değeri	VOLTAJ (Mv)	Ph Değeri
414.12	0.00	-414.12	0.00
354.96	1.00	-354.96	1.00
295.80	2.00	-295.80	2.00
236.64	3.00	-236.64	3.00
177.48	4.00	-177.48	4.00
118.32	5.00	-118.32	5.00
59.16	6.00	-59.16	6.00
0.00	7.00	0.00	7.00

Daha doğru sonuçlar elde etmek için Ph ve sıcaklık sensörünün standart çözeltiyle kalibre edilmesi gerekir. En iyi ortam sıcaklığı yaklaşık 25°C'dir. Bu sıcaklıkta en güvenilir Ph değeri ölçülür. Ölçülecek numune asidik özelliğe sahip ise, standart solüsyonun Ph değeri

4.00 olmalıdır. Bazı bir numune ölçülüyorsa, standart solüsyonun Ph değeri 9.18 olmalıdır. Ph ve sıcaklık sensörü Şekil 3.9'daki gibi bağlanıp Ph elektrotu Ph metre kartı üzerindeki BNC konektörüne bağlanır; Ph metre kartı Arduino kontrol cihazının analog portuna bağlanır.



Şekil 3.9. Ph ve sıcaklık sensörü arduino bağlantısı.

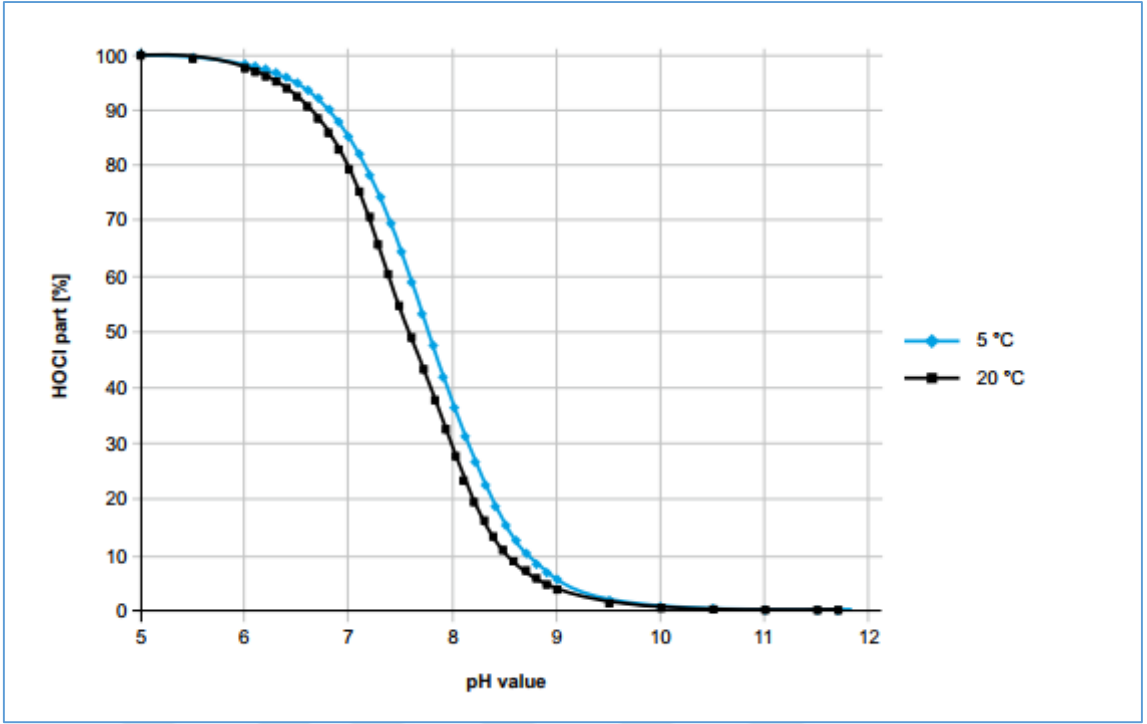
3.1.6. Klor Sensörü

Su kalitesi takibi cihazını geliştirirken kullanılan klor sensörü Şekil 3.10'deki Jumo firmasının geliştirdiği Type 202630/42-25 klor sensörüdür [18]. Kullanılan sensör oldukça yüksek güvenilirlikte ölçüm yapabilme özelliğine sahiptir. Sensör çıkış olarak 4-20 mA arasında çıkış akımını vermektedir. Verilen çıkış akımına göre kalibre edilerek güvenilir bir ölçüm yapılır.



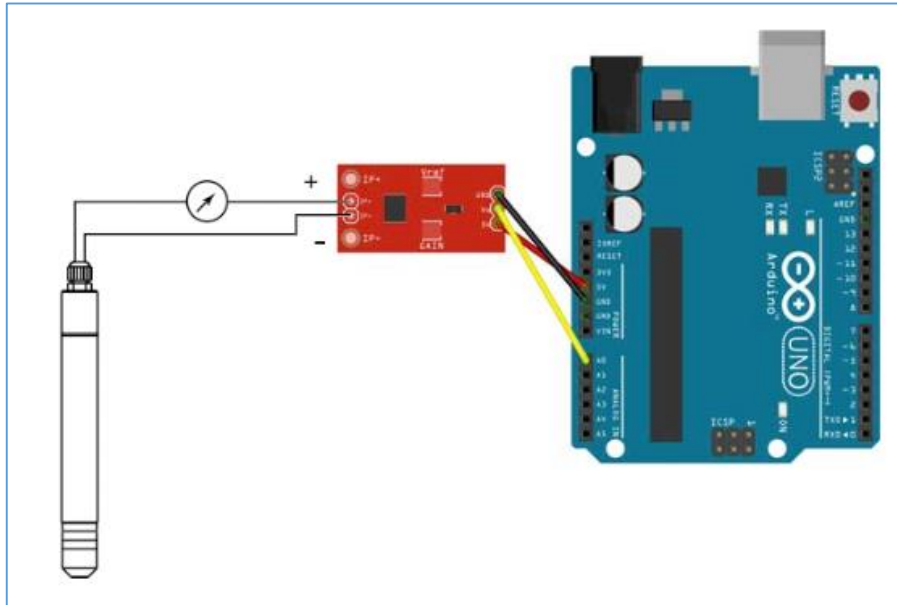
Şekil 3.10. JUMO marka klor sensörü.

Klor miktarı aynı zamanda ölçüm yapılacak suyun Ph oranı ile ilişkilidir. Şekil 3.11'de uygun Ph klor ilişkisi verilmiştir.



Şekil 3.11. Klor sensör ph değerinin klor ölçümü üzerindeki etkisi.

Klor sensörünün bağlantısı Şekil 3.12’deki gibidir. Sensörün doğru bir ölçüm yapabilmesi için suyun belirli bir akış hızına sahip olması gerekir. Bütün bağlantıları sağladıktan sonra akım sensörü analog girişten 4-20 mA arasında olan girişi analog voltaj değerine çevirerek analog girişten veri okunmasını sağlar. Okunan bu değeri gerekli Arduino kodları ile kalibre ederek sağlıklı ve güvenilir bir ölçüm yapılır.



Şekil 3.12. Klor sensörü arduino bağlantısı.

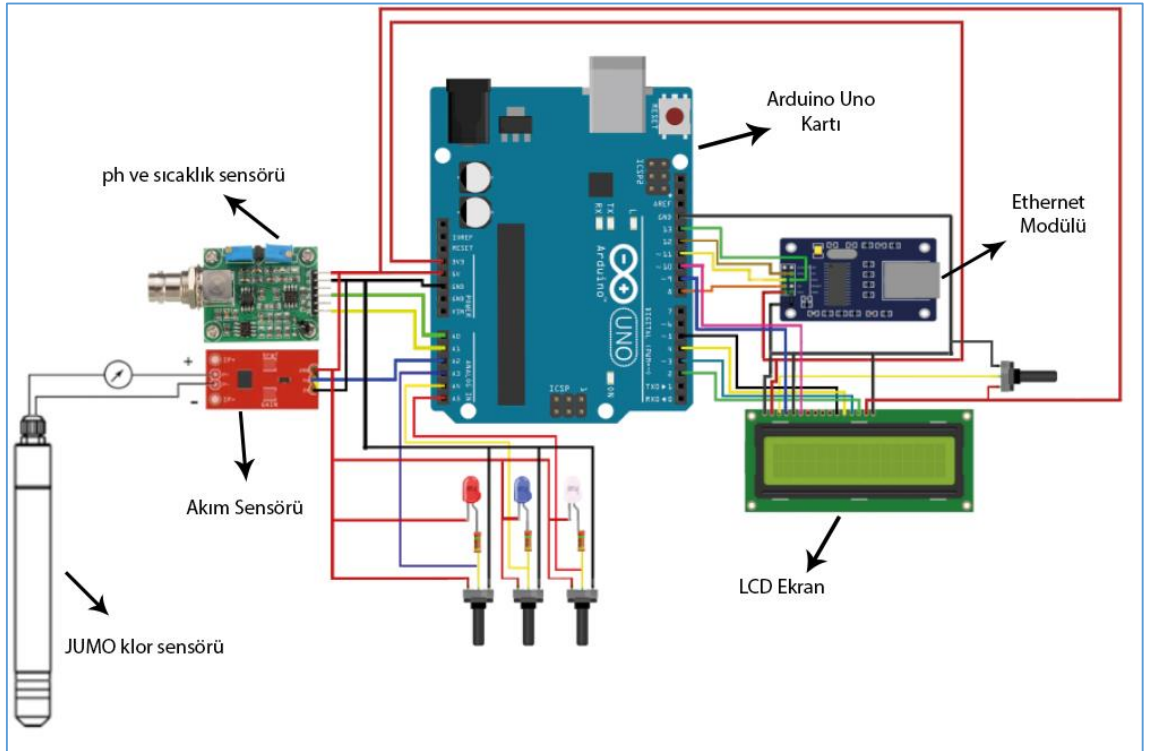
3.2. SU KALİTESİ UYGULAMASININ GELİŞTİRİLMESİ

Geliştirilen cihazın minimum müdahale ve efor ile kullanılabilmesi amacıyla kural tabanlı bir yazılım ve çeşitli arayüzler geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım, yapılan ölçümleri kullanarak daha önceden kullanıcının belirlediği kurallara göre karar verir. Ph, sıcaklık ve klor değerlerinden istenilen parametreleri alarak belirlenen aralıklarla ölçüm yapılabilir. Kullanıcının belirlemiş olduğu aralıkların dışına ölçüm gerçekleştiğinde yazılım gerekli uyarıları kullanıcıya verir. Geliştirilmiş olan cihaz, bir bilgisayara bağlı olarak çalışır ve yaptığı ölçümleri bu bilgisayara kaydeder.

Cihaza kural girişleri hem doğrudan cihaz üzerindeki potansiyometreler kullanılarak hem de geliştirilen ara yüz yazılımı üzerinden yapılabilir. Geliştirilmiş olan cihazın tam şeması Şekil 3.13’de gösterilmektedir.

Cihaz tarafından yapılan ölçümler ve daha önceden tanımlanan sınırlar dışında yapılan ölçümlerin uyarıları 3 şekilde elde edilebilir:

- Arayüz yazılımı
- Cihazın ağ (Ethernet) arayüzü
- Cihaz tarafından atılan tweetler, sayesinde elde edilir.



Şekil 3.13. Su kalitesi takip cihazı yapısı.

3.2.1. Kural Tabanlı Yazılım ve Geliştirilmesi

İnsanlar rahat bir şekilde düşünme, mantık kurma, muhakeme yapabilme yeteneğine sahipken bilgisayarlar bu yeteneklere sahip değildir. Bilgisayara ve diğer cihazlara bu yetenekleri kazandırmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri kural tabanlı sistemlerdir.

Kural tabanlı sistemler, uzman sistem geliştirme aşamasında yoğun olarak kullanılan tekniklerden biridir. Kurallar “if” ve “then” olmak üzere iki kısımdan oluşur. Bu programlama yönteminde kurallar, verilen bir durum için yapılması gereken işlerin kümesidir. Bu kurallar tamamen insani deneyimlere dayanır. Kuralın “if” kısmı şartın kullanılabilir olmasını sağlayan olayı ya da veriyi tanımlayan deyim kısımdır. Durumları belirlenen kalıplara ilişkilendirme durumuna deyim ilişkilendirme denir. Kuralın “then” kısmı ise kural uygulanabilir olduğunda çalışacak olan işlemleri belirleyen kısımdır. Uygulanabilir kuralların bu işlemleri, sonuç çıkarım mekanizması çalışmaya başlatıldığında yürütülür. Sonuç çıkarım mekanizması önce bir kural seçer; daha sonra seçilen bu kuralın işlemleri yürütülür. Sonra başka bir kural seçilir ve bu kuralın işlemleri yürütülür. Bu işlem uygulanabilir bir kural kalmayınca kadar sürdürülür. Güncel hayatımızda herkesin kullandığı trafik ışıkları kural tabanlı sistemleri kullanır. Trafik ışıklarında kırmızı ışık yolun geçiş için kapalı olduğunu yeşil ışık ise yolun geçiş için açık olduğunu gösterir. Bu durumun kural tabanlı sistemlerde ifade biçimi;

```
IF          trafik ışığı == ”yeşil “
THEN       “harekete devam et”
IF          trafik ışığı == “kırmızı”
THEN       “hareketi durdur”  şeklindedir.
```

Su kalitesi takip cihazı tarafından yapılan ölçümler için istenilen aralıklarda kurallar belirlenebilir. Örnek olarak işletilecek kurallar aşağıdaki gibidir.

```
İf          (Ph > MIN and Ph < MAX) and
            ( sicaklik > MIN and sicaklik < MAX) and
            (klor > MIN and klor < MAX)
Then       SORUN YOK
```

3.2.2. Su Kalitesi Cihazı Kural Girişi

Cihaza kural girişi iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki, doğrudan geliştirilen cihaz üzerinden yapılan kural girişidir. Şekil 3.14 'de görüldüğü gibi LCD ekran üzerinden Ph, sıcaklık ve klor değerlerini potansiyometreler aracılığı ile istenilen değerler ayarlanarak kalibre edilir. Burada anlık ölçümler sürekli olarak aynı olamayacağı için ve ölçüm değerleri anlık olarak değişeceği için her ölçüm parametresi için belirli bir tolerans değerleri belirlenmiştir. Tolerans değerleri Çizelge 3.6' da belirtildiği gibi aşağıda verildiği gibidir.

Çizelge 3.6. Cihazın tolerans değeri.

Tolerans Parametresi	Tolerans Değeri
Ph	+ - 1 Ph
Sıcaklık	+ - 3 °C
Klor	+ - 0.5 ppm

Şekil 3.14'de görüldüğü gibi LCD ekranda “Ph:” bölümünde Ph değerini, “S:” bölümünde sıcaklık değerini, “klor:” bölümünde klor değerini potansiyometreler ile dışarıdan kural girişleri yapılır.

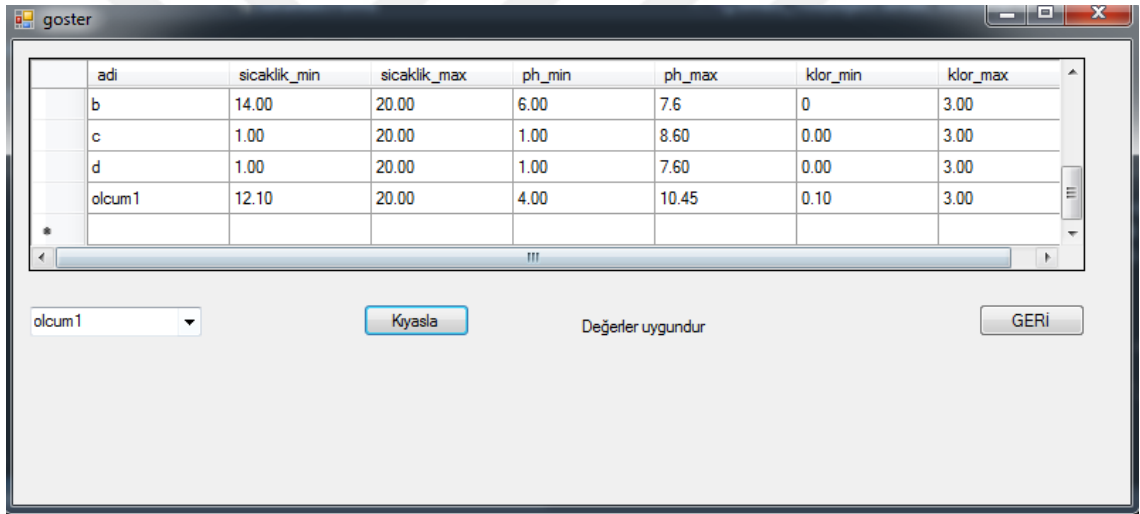


Şekil 3.14. Su kalitesi cihazı kural girişi.

İkinci kural girişi yöntemi ise su kalitesi takip cihazı için geliştirilen yazılım üzerinden yapılmasıdır. Bu yöntemde kural girişi tanımlarken tolerans değerine gerek yoktur ve istenilen ölçüm aralıkları girilerek bu ölçüm aralıkları içinde ölçüm yapılması sağlanır. Şekil 3.15 ve Şekil 3.16'da görüldüğü gibi ölçümü yapılan parametrelerin alt ve üst değerleri girilerek ölçüm yapılacak aralıklar belirlenir. Bu girilen aralıklar kural girişi olarak kabul edilir ve bu aralıklar dışında bir ölçüm yapıldığında istenmeyen ölçüm durumu oluşur.



Şekil 3.15. Su kalitesi yazılımı kural girişi.



Şekil 3.16. Su kalitesi cihazı arayüz yazılımı kural kontrolü.

3.2.3. Su Kalitesi Takip Cihazının Çalışması



Şekil 3.17. Su kalitesi cihazı giriş ekranı.

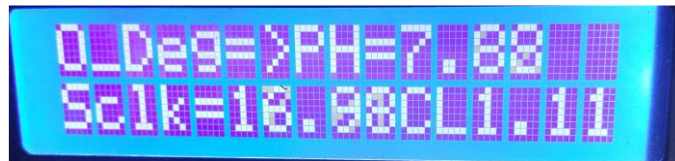
Şekil 3.17’de cihazın giriş ekranı belirtilmiştir. Cihazda bu ekran görüldükten sonra cihaz çalışmaya başlar. Cihaz, sıcaklık ve Ph değerlerini belirlerken öncelikle sensörlerden gelen verileri alır. Daha sonra gelen verileri sensörün yapısına uygun şekilde kalibre

ederek sensörden gelen sayısal verileri anlamlı veri haline getirir. Bu veriler cihaz üzerinden gözlemlenebilir (Şekil 3.19), girilen kural girişine uygun olup olmadığı kontrol edilebilir. Aynı zamanda ölçülen sıcaklık ve klor değerlerinin girilen kural değerleri arasındaki farkı da görülebilir. Belirli aralıklarla ölçülen parametreler cihazın bağlı bulunduğu bilgisayara aktarılarak buradaki veri tabanına kaydedilir ve aynı zamanda bilgisayar üzerinde çalışan yazılım aracılığı ile görüntülenir.

Klor sensörünün cihaza bağlanması ve çalıştırılması biraz daha farklıdır. Cihaza klor sensörünü bağlarken gerekli gerilim değerleri (klor sensörünü datasheet’inde değerler) sensöre verildikten sonra sensör, akım sensörüne bağlanarak devreye alınır. Cihazın devresine bağlanan klor sensörünün güvenilir bir ölçüm yapabilmesi için suyun belirli bir akış hızı olması (Şekil 3.13 (datasheet’de belirtilmiştir [18])) gerekir. Gerekli ayarlar yapıldıktan sonra klor sensörü çalışmaya hazırdır. Ölçülen klor değerleri de diğer değerler gibi bilgisayara aktarılarak kaydedilir ve yazılım aracılığı (Şekil 3.18) ile görüntülenebilir.



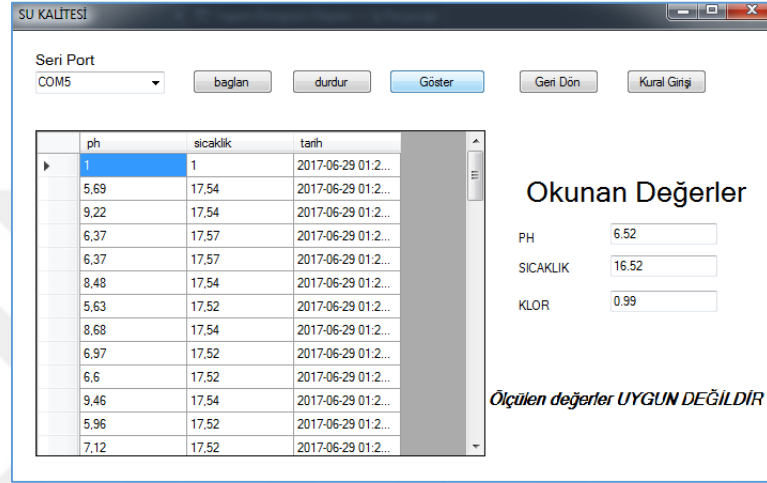
Şekil 3.18. Kural tabanlı yazılım.



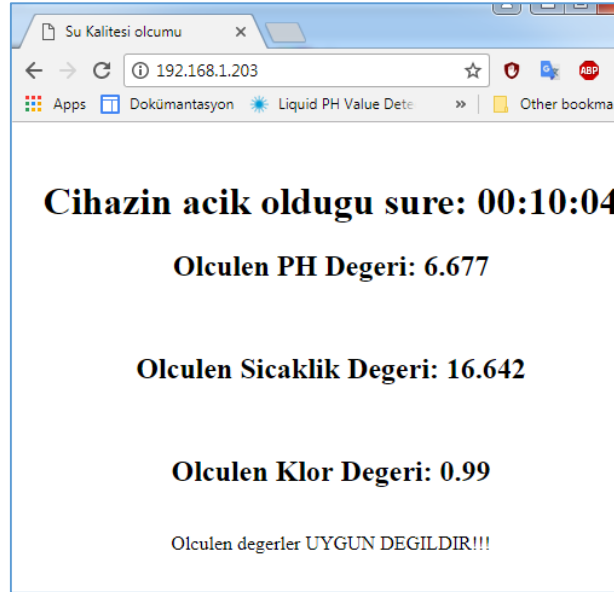
Şekil 3.19. Su kalitesi takip cihazı ekranı.

3.2.4. Su Kalitesi Cihazı Kural Dışı Ölçüm Uyarı Mesajları

Su kalitesi takip cihazına kural girişleri yapıldıktan sonra kural dışı herhangi bir ölçüm yapıldığında uyarı durumları oluşur. Uyarılar 3 şekilde verilir. Uyarılardan birincisi su kalitesi takip cihazı için geliştirilmiş ara yüz yazılımı üzerinden alınır. İkinci uyarı su kalitesi takip cihazı ethernet modülü üzerinden herhangi bir web tarayıcısı üzerinden alınır. Üçüncü uyarı cihazın attığı tweetler sayesinde alınır. Her bir uyarı tipi için verilen örnekler Şekil 3.20, Şekil 3.21 ve Şekil 3.22’te gösterilmektedir.



Şekil 3.20. Arayüz yazılımı istenmeyen ölçüm durumu.



Şekil 3.21. Ethernet modülü üzerinden istenmeyen ölçüm durumu.



Şekil 3.22. Twitter üzerinden istenmeyen ölçüm durumu.



4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Nesnelerin interneti kavramı, gelişimiyle beraber hayatımızın her alanında kendisine yer bulmaktadır. Bu tezde, beş katmanlı mimari ve sosyal IoT kullanılarak kural tabanlı su kalitesi takip cihazı geliştirilmiştir. Geliştirilen kural tabanlı su kalitesi takip cihazı ile havuz suyunun Ph, sıcaklık ve klor değerleri anlık olarak ölçülür ve ölçüm değerleri istenilen aralıkla veri tabanına kaydedilir. Kullanıcı, her bir parametre için istediği aralıkta kural girişi tanımlayabilir. Cihaz, ethernet vasıtasıyla ağa bağlanır ve uygun internet bağlantıları yapılarak herhangi bir yerden ölçüm değerlerine ulaşılır. Ölçüm değerleri cihaz üzerinden, kullanılan ağ üzerinden ve geliştirilen yazılım üzerinden gözlemlenebilir. Kural dışı bir ölçüm yapıldığında cihaz daha önceden bahsedilen yollarla uyarı verir.

Cihaz USB (Evrensel Seri Haberleşme Yolu) portu üzerinden bilgisayara bağlı olduğu için gücünü bilgisayardan alır. Ancak, bu aynı zamanda bir dezavantajdır. Bir mikrobilgisayar (Raspberry PI gibi) kullanılarak bu ihtiyaç ortadan kaldırılabilir. Böylece cihazın gerçek dünyaya uygulanabilirliği artacaktır.

Kural tabanlı yazılım sayesinde herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan cihaz kendi halinde çalışmaya devam eder. Bu sayede cihaz herhangi bir müdahaleye gerek kalmadan çalışabilir. Geliştirilen yazılımda, mevcut parametreler için kural tanımlanabilmektedir. Eklenen her bir sensörden alınacak parametreler için yeni kurallar oluşturulması gereklidir. İleride cihaza eklenebilecek yeni sensörler için kural tanımlanmasına olanak sağlayacak şekilde parametre girişi kolaylıkla sağlanabilir.

Son olarak, bulut mimarisi kullanılarak birden fazla cihaz aynı anda kullanılabilir. Farklı konumlardan alınan ölçümler birbirleri ile kıyaslanarak, konuma/bölgeye göre bir anormallik olup olmadığı tespit edilebilir.

5. KAYNAKLAR

- [1] Y. S. Yüksel. (2016, 24 Eylül). *Nesnelerin interneti (internet of things) ve değerler*. [Online]. Erişim: <http://bs.org.tr/arastirma-makale/nesnelerin-interneti-internet-of-things-ve-degerler-konferans/544>.
- [2] M. H. Gonzalez. (2015, 15 Nisan). *Internet of things offers great opportunities and much risk*. ISACA Journal. [Online]. Erişim: <https://www.isaca.org/Journal/archives/2015/Volume-2/Pages/internet-of-things-offers-great-opportunities-and-much-risk.aspx>.
- [3] C. Tezcan, “Makinaların yaşamın her alanında olduğu, yerimze karar aldığı bir geleceğe gidiyoruz”. *Bilişim Dergisi*, c.150, sayı 1, ss. 94-97, 2013.
- [4] Ovidiu, V., and Peter. F, “Internet of things: converging technologies for smart environments and integrated ecosystems”, *River Publishers*, c.1, sayı 1, ss. 13-33, 2013.
- [5] İ. Kuruöz. (2016, 19 Nisan). *Enerjide akıllı şebekeyle 15 milyar liralık tasarruf*. [iot.gen.tr](http://www.iot.gen.tr). [Online]. Erişim: <http://www.iot.gen.tr/2016/04/23/enerjide-akilli-sebekeyle-15-milyar-liralik-tasarruf/>.
- [6] P. Sethi, and S.R. Sarangi. (2017, Jan 26). *Internet of Things: Architectures, protocols, and applications*. Hindawi journal. [Online]. Erişim: <https://www.hindawi.com/journals/jece/2017/9324035/>.
- [7] H. Ning and Z. Wang, “Future internet of things architecture: like mankind neural system or social organization framework?” *IEEE Communications Letters*, c. 15, sayı 4, ss. 461-463, 2011.
- [8] M. Weyrich and C. Ebert, “Reference architectures for the internet of things,” *IEEE Software*, c. 33, sayı 1, ss. 112-116, 2016.
- [9] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, “Internet of Things (IoT): a vision, architectural elements, and future directions,” *Future generation computer systems*, c. 29, sayı 7, ss. 1645-1660, 2013.
- [10] M. Aazam and E.-N. Huh, “Fog computing and smart gateway based communication for cloud of things”, *Proceedings of the 2nd IEEE international conference on future internet of things and cloud*, c.1, sayı 1, ss. 464-470, 2014.
- [11] P.Sethi, S.R. Sarangi, ”Internet of things: Architectures, protocols, and applications” *department of computer science*, c.1,sayı.1, ss. 13-16,2017.
- [12] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, “SIoT: giving a social structure to the internet of things,” *IEEE Communications Letters*, c. 15, sayı. 11, ss. 1193-1195, 2011.
- [13] Robotic Sistem. (2013, 5 Mart). *Arduino uno pinout diagram*. [robotiksistem.com](http://www.robotiksistem.com). [Online] . Erişim: http://www.robotiksistem.com/lcd_yapisi_calismasi.html
- [14] I.Farris, R.Girau, L.Milinato, A.Lera, G.Morabito, “Social virtual objects in the edge cloud”. *IEEE Cloud Computing* c.150, sayı 1, ss. 34-42, 2015.

- [15] Jameco Electronic. (2014, 6 Haziran). *Arduino uno pinout diagram*. Jameco electronic. [Online]. Erişim: <https://www.jameco.com/jameco/workshop/circuitnotes/cn-arduino-uno.html>.
- [16] Proje Yenilik. (2017, 27 řubat). *ACS712 nedir?*. Proje yenilik. [Online]. Erişim: <http://projeyenilik.com/acs712-akim-sensoru.html>
- [17] Robotic sistem. (2015, 17 Mart). *Arduino uno pinout diagram*. roboticsistem.com. [Online]. Erişim: http://www.robotiksistem.com/lcd_yapisi_calismasi.html
- [18] JUMO. (2015, 7 Haziran). *JUMO tecLine, serbest klor sensörü*. JUMO. [Online]. Erişim: <http://www.jumo.com.tr/ueruenler/sıvı-analizi/oalçuem-huecresi/202630/jumo-tecline-cl2-serbest-klor-sensoerue-202630.html?parentId=2964>
- [19] Resmi Gazete. (2015, 7 Haziran). *Yüzme havuzlarının tabi olacağı sağlık esasları ve şartları hakkında yönetmelikte değişiklik yapılmasına dair yönetmelik*. [Online]. Erişim: <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111215-13.htm>



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sultan Murat YILMAZ
Doğum Tarihi ve Yeri : 17/03/1992
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : s.muratyilmaz55@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Bilgisayar Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Bilgisayar Mühendisliği.	Ondokuzmayıs Üniversitesi	2019
Lisans	Bilgisayar Sistemleri Öğretmenliği.	Gazi Üniversitesi	2013
Lise	Bilişim	Terme Anadolu M. L.	2009

YAYINLAR

Yılmaz, S.,and Şimşek, M. (2019). “Rule-based monitoring system for internet of Things (IoT) device”. *Artificial Intelligence Studies*, c.2, sayı 1, ss.15-19, 2019.

Yılmaz,S. and Şimşek, M. (2017) Rule-based monitoring system for internet of Things (IoT) device, *International Symposium on Industry 4.0 and Applications (ISIA 2017)*, 12-14 October 2017 Karabük University, Karabük, Türkiye.