



MERKEZİ SU DAĞITIM VE TESİSAT SİSTEMLERİNDE NESNELERİN İNTERNETİ KAVRAMININ OTOMASYON AMAÇLI UYGULANMASI

Yakup Bedirhan MENTEŞE^{*1}, Dr. Merdan ÖZKAHRAMAN¹, Dr. Bekir AKSOY¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Isparta

Makale Bilgisi

Geliş tarihi: 16.08.2022

Kabul Tarihi: 26.12.2022

Yayın tarihi: 30.12.2022

ÖZET

Dünyada hali hazırda bulunan çeşitli küresel sorunlar bulunmaktadır. Bunların başında insanlığın en büyük problemi olarak susuzluk görülmektedir. Küresel ısınmanın yavaşlatılması için bilinçli adımlar atılmalıdır. Su tasarrufu konusunda evlerde ve işyerlerinde kullanılan endüstriyel ürünler olan su sayaçları geçmişten bugüne kullanıcıların su tüketimini hesaplamakta kullanılmaktadır. Bilinçli adımlar atmanın dayanağı ise bir bilgi altyapısından geçmektedir. Sayısal veriler karar verme süreçlerinde bir yol göstericidir. Su sayaçlarından alınacak tüketim verisini tüketiciye sayısal veriler olarak sunulduğu zaman ve bu verinin takibini mobil uygulama üzerinden istediği zaman yaparak daha bilinçli bir su kullanımına teşvik edeceği düşünülmektedir. Su sayacındaki tüketim rakamlarını görüntü işleme sayesinde okuyarak Wi-Fi metoduyla akıllı telefonlarda bulunacak bir mobil uygulamaya kablosuz veri aktarma yöntemiyle aktarılması hedeflenmektedir. Su sayacı okuyan personellerin yaptıkları hata payı da ortadan kalkarak doğru ve sayısal veri okuması hatasız bir şekilde yapılması amaçlanmaktadır. Su tasarrufunu geleceğin teknolojisi olan Nesnelere İnterneti (IoT) kavramıyla birleştirilerek otomasyon sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler;

Su tasarrufu, Wi-Fi, Görüntü işleme, Mobil uygulama, IoT.

APPLICATION OF THE CONCEPT OF THE INTERNET OF THINGS FOR AUTOMATION IN CENTRAL WATER DISTRIBUTION AND INSTALLATION SYSTEMS

Article Info

Received: 16.08.2022

Accepted: 26.12.2022

Published: 30.12.2022

ABSTRACT

There are several global problems that already exist in the world. At the beginning of these, thirst is seen as the biggest problem of humanity. Conscious steps must be taken to slow down global warming. Water meters, which are industrial products used in homes and workplaces for water saving, have been used to calculate the water consumption of users from past to present. The basis for taking conscious steps is an information infrastructure. Numerical data is a guide in decision making processes. It is thought that when the consumption data to be obtained from water meters is presented to the consumer as numerical data and by following this data at any time via the mobile application, it will encourage a more conscious use of water. It is aimed to read the consumption figures in the water meter by means of image processing and transfer them to a mobile application to be found on smart phones using the Wi-Fi method by wireless data transfer method. The margin of error made by the personnel who read the water meter is also eliminated, and it is aimed to make accurate and error-free reading of numerical data. Automation will be achieved by combining water saving with the concept of the Internet of Things (IoT), which is the technology of the future.

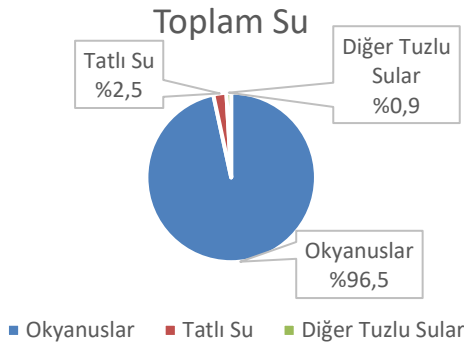
Keywords;

Water saving, Wi-Fi, Image processing, Mobile application, IoT.

1. Giriş

Su, yeryüzündeki yaşamın temel bileşeni olan çok gerekli ve çevresel bir kaynak olma özelliği taşımaktadır. Dünyada suyun canlılara ve insanlara katkıları yaşamın dışında refah ve geçim kaynağı sağlamasıyla da önem arz etmektedir. Ekosistemlerin devamlılığı için yeryüzü ve atmosfer arasında sürekli bir döngüde olması halinde canlılığın devamlılığını sağlamaktadır. Sonu olan bir kaynak olması sebebiyle de her geçen gün artan küresel ısınma, iklim değişikliği ve beraberinde gelişen çevre sorunları suyun azalmasını hızlandırmaktadır. Geçmişten günümüze geçen zaman içerisinde yaşayan tüm insanlar ve varlıklar için su, büyük anlamlar ifade etmektedir. İnsanlar için, vücutlarının büyük bir kısmı sudan oluşmaktadır. Vücudun çeşitli aktivitelerini yerine getirebilmesi için su önemli rol oynar.

Devlet Su İşleri (DSİ) raporlarından alınan bilgiye göre, dünyada mevcut halde bulunan su miktar 1,4 milyar km³. Bilindiği üzere yeryüzünde bulunan tatlı su miktarı toplam suyun sadece %2,5'ini kapsamaktadır. Buna rağmen %2,5'lik kısmın, %90'ı kutuplarda ve yeraltında bulunmaktadır. Yeryüzünün %75'i okyanuslar tarafından tuzlu su ile kaplanmıştır. (DSİ, 2019)



Şekil 1. Dünyadaki su kaynakları (USGS, 2018)

Su bilindiği üzere birçok alanda kullanılmaktadır. Günümüzde kontrol dışı büyüyen fabrikalar yani endüstriler suyu daha kısıtlı kullanmamızı gerektirmektedir. Sanayi alanının dışında su evsel ve tarım alanlarında da büyük oranlarda kullanılmaktadır. Kullanılabilecek suyun %69'u tarım amaçlı, %19'u sanayi ve %12'si evsel alanlarda kullanılmaktadır. (FAO, 2010)

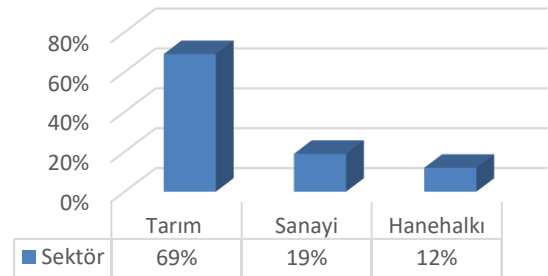
Birleşmiş Milletlerin yayınladığı verilere göre, küresel çapta su tüketimi son 100 yılda ortalama 6 kat arttığı görülmektedir (Wada, 2016).

Günümüzde su tüketiminin nüfus artışının yanı sıra, gelişen teknoloji ve ekonomi ile değişen tüketici davranışları ve diğer bazı faktörlere bağlı olarak durmadan artış göstereceği ön görülmektedir.

İnsan yaşamında gerekli olan ticari ve yaşamsal faaliyetler için gerekli olan Elektrik Enerjisi için üretimi sağlayan sektör olan Enerji sektörü tek başına %75'lik bir su tüketimi yapmaktadır. Dünya Enerji Görünümü Raporu'na göre, enerji sektörü 2016 senesinde ortalama 340 milyar metreküp su çekmiş ve bunun ortalama 50 milyar metreküpünü tüketmiştir. (DEG, 2018)

Enerji sektörü, su çekimlerinin büyük bir kısmından mesuldür ve çekilen toplam suyun üçte birinden fazlası kömürden elektrik üreten santrallerde soğutma suyu olarak kullanılmaktadır. Suyun endüstriyel alanlarda kullanılma oranları da göz ardı edilemeyecek türdendir. Örnek olarak ülkemizde bulunan bir termik santralde 12 ay yani 1 yıllık süre içerisinde 12 milyon m³ suyunun sadece soğutma suyu olarak kullanılması belgelenmiştir. Bu miktar ülkemizde bulunan İstanbul ilinde 4 günlük su ihtiyacına denk gelmektedir. Özellikle sanayilerde farklı alanlar olan kâğıt, hayvancılık, gıda, enerji üretimi, vb. sektörlerde suyun kalitesi önem taşımaktadır. Bunun sonucunda da tatlı su kaynaklarımız yani kaliteli su kaynaklarımız önemli miktarlarda harcanması anlamına gelmektedir.

Sektörlerin Su Tüketim Yüzdeleri



Şekil 2. Sektörlere göre su tüketim yüzdeleri (FAO, 2010)

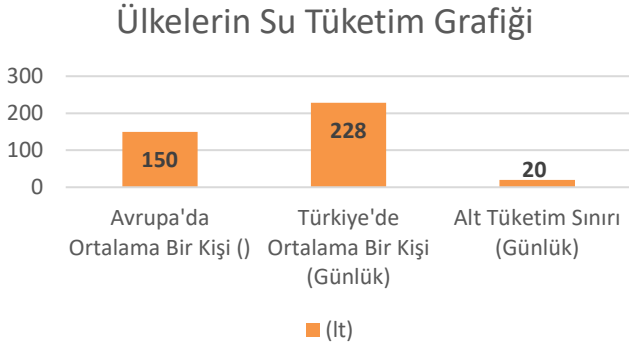
Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nin 2020 yılı resmi su tüketim rakamlarına göre ise Türkiye'de günlük kişi başı ortalama su tüketimi 228 litre ve bu

oran ile dünyada en çok su tüketen 4. Ülke olmaktadır. (TÜİK, 2020)

Yani Türkiye'deki 4 kişilik aile su tüketimi kabaca 27.360 litredir. Su faturası detayları arasında belirtilen tüketilen su miktarı ise metreküp (m^3) olarak yazılır. Bu nedenle de binlerce litre gibi büyük rakamlar yerine beş, on, yirmi gibi küçük rakamlar görülür. Ama metreküp değeri tüketicileri yanıltabilir. Basit olarak birim dönüşümü yapılırsa 1 metreküp su tam 1000 litre su demektir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'ne göre ortalama bir insan temel ihtiyaçları için günde en az 20 litre su harcamalı. Avrupa ülkelerinde ise bu rakam kişi başına 150 litre civarında. (WHO, 2018)

Bu rakam Türkiye'nin su tüketiminden 78 litre yani yaklaşık olarak %50 daha azdır. Bilinçli su tüketimi konusunda çeşitli önlemler alan ve çalışmalar yapan Avrupa ülkeleri bu sebeplerle su tüketimlerini alt seviyelerde tutabilmektedir.



Şekil 3. Avrupa ve Türkiye su tüketim yüzdeleri (WHO)

Falkenmark tablosuna göre Türkiye Su Stresli ülkeler arasında yer almaktadır. Falkenmark Tablosu ortalama bir kişinin ülkesinde ya da bölgesindeki su kullanılabilirliği ölçüsüne dayanmaktadır. Tablo da belirli bir ülkenin sahip olduğu su kaynaklarının yaşayan insan nüfusuna oranı ile hesaplanır. (Hakyemez, 2019)

Dünyada genelinde kabul gören tabloda yılda ortalama bir insan için düşen kullanılabilir su miktarı 10 bin m^3 'ten fazla olan ülkeler "su zengini" sayılmaktadır. Bu kabule göre Türkiye, kişi başına düşen 1.350 m^3 su miktarı ile su stresi çeken ülkeler kategorisinde yer almaktadır. (Hakyemez, 2019)

Ülkenin artan nüfusuyla beraber su kaynaklarının kirletilmesi ve suyun amacı dışında ve dikkatsiz bir şekilde kullanılması karşısında 2030 yılı sonrasında su açığı olan ülkeler arasına girme riski bulunmaktadır. Suyun azalması durumunun gitgide artmasıyla birlikte birim fiyatlar yükselecek ve bu nedenle su inanılmaz pahalı bir ürün konuma gelerek sıkıntılar kat kat artacaktır. Türkiye'de su kaynaklarının dikkatsiz ve bilinçsiz bir şekilde yönetilmemesi için sadece kamu ve kurumların değil ortak bir hareketle vatandaşların ve sektördeki insanların su tüketim bilincini de geliştirerek sürdürülebilir çevre planlarının oluşması gerekmektedir.

Tablo 1. Falkenmark tablosu

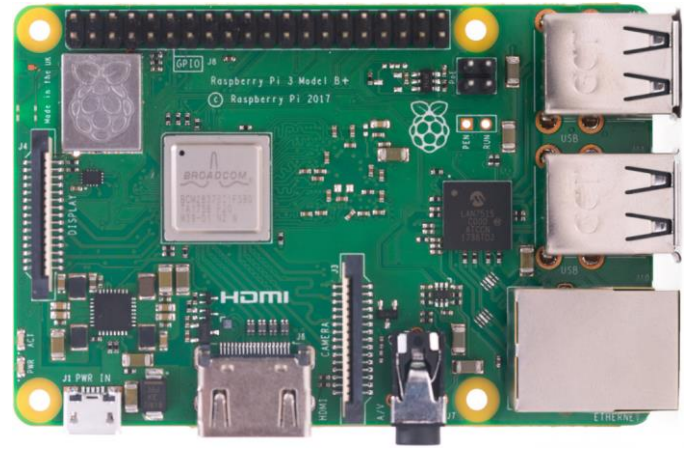
Falkenmark Göstergesi (m^3 /kişi/yıl)	Sınıf
>1.700	Stressiz
1.000-1.700	Su Stresi
500-1.000	Kıtlık
<500	Kesin Kıtlık

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) araştırmacıları (Schlosser ve diğerleri, 2014) tarafınca yürütülen bir araştırmada, dünyada öngörülen senaryo; 9,7 milyar insan nüfusunun yaklaşık %50'sinin 2050 yılı itibarıyla orta derecede su stresli koşullara sahip olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'de ise bu öngörü 2030 yılıdır.

İnsan bazlı bakılacak olunursa az çok demeden, en küçük bir olayda bile su israfının düşünülmesi gerekmektedir. Böylelikle bireysel kullanımlarda alınacak olan en basit önlemler sayesinde litrelerce su israfı önlenebilir duruma gelmektedir. Bu önlemler yanında gelişen teknolojik ve nesnelerin interneti sistemleri sayesinde de su israfını en aza indirecek projeler geliştirilmektedir. Örnek olarak tez çalışmasında anlatılan projede, kullanıcılar sistem ile elde ettikleri somut verilerle birlikte daha bilinçli su tüketimi yapması amaçlanmaktadır. Somut veriler ise su tüketim miktarlarıdır. İnsanların bilinçlenmesinin yanında böyle projeler sayesinde günümüz ve geleceğimiz için suyun sürdürülebilirliğini koruma altına almış olmaktadır.

Projede kullanılan su sayacı, sistemin ana malzemelerinden bir tanesidir. Su sayaçları, ev, işyeri, tarım alanları, vb. yerlerde tesisatların giriş kısmına monte edilir. Monte edilen su sayaçları, kullanılan yerdeki suyun miktarını belirleyen ölçü

aletleridir. Üzerinden bulunan saat sayesinde değer belirlenmektedir. Saatlerin içinde bulunan ibarelerde siyah rakamlar m^3 , kırmızı ile yazılmış rakamlar ise litreyi ifade eder. Su sayaçları üretiminde esas alınan bazı teknik özellikler mevcuttur. Bunlar hız ve hacim özellikleridir. Hız esasına dayanılarak yapılan su sayaçlarının iki çeşidi mevcuttur. Bunlar çok huzmeli ve tek huzmeli olarak ayrılmaktadır. Türkiye’de en çok kullanılan su sayaçlarının tipi ise hız esaslı ve çok huzmeli tiplerdir.



Şekil 4. Raspberry Pi 3 model B+

2. Materyal – Metot

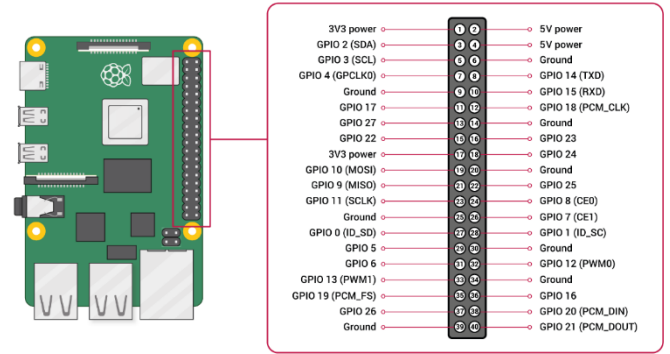
Projede çalışmaların aşamaları sırasıyla anlatılmıştır. Görüntü işlemenin denenmesi ve su sayacının numaratorünün okunması için bir prototip tasarımı gerçekleştirildi. PVC boru ve sistemin montajı için 3B yazıcıdan PLA baskılar alındı. Baskıların çizimlerini SolidWorks CAD programından yapılmıştır.

2.1. Elektronik donanımlar, web geliştiriciler

Dünya üzerinde gitgide büyüyen su sorunu kapsamında su tasarrufu sağlanması amacıyla geliştirilen projede ana malzeme olarak kullanılan elektriksel donanımı, teknik özellikleri ve donanımlar üzerinde geliştirme maksadıyla kullanılan Web geliştiriciler aşağıdaki başlıklar ile açıklanmıştır. Başlıklar halinde açıklanan malzemelerin tek başına bulunan özellikleri, bir sistem haline getirildiğinde belirlenen soruna çözüm olması hedeflenmektedir.

2.1.1. Raspberry Pi 3 model B+

Yenilenen Raspberry Pi 3 Model B+'ın üstünde 1.4GHz hızında çalışan 64-bit destekli ARM Cortex-A53 işlemci bulunmaktadır (Pi 3'ün işlemcisi 1.2GHz hızındaydı). Pi 3'te 2.4GHz bandında 802.11n Wi-Fi desteği sunan kablosuz bağlantısı da çift band (2.4GHz ve 5GHz destekli) 802.11ac ve Bluetooth desteği de 4.1 sürümünden 4.2'ye yükseltilmiş durumda. Kablosuz bağlantıların yanı sıra, Raspberry Pi üstünde bulunan Ethernet bağlantısı da eski modeline bakılırsa 3 kat daha çok hıza ulaşabiliyor ve fazladan olarak temin edebileceğiniz bir shield kartı (hat) ile PoE, kısaca Power-over-Ethernet desteği sunmakta.



Şekil 5. Raspberry Pi 3 model B+ pin diyagramı

2.1.2. Raspberry Pi kamera

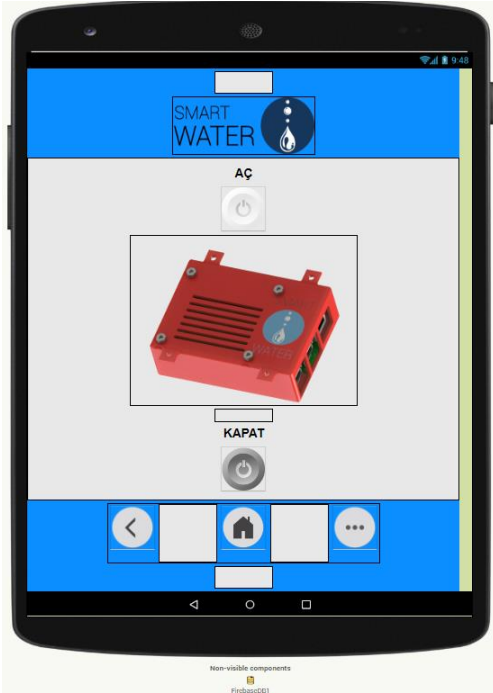
Çekim yapacak olan kameranın üstüne entegre edildiği kartın boyutları 25x20mm olup, kamera dahil yüksekliği 9mm'dir. Hafif ve küçük olması kuracak olduğunuz mini bilgisayar sisteminde fazlasıyla iş görmektedir. 5MP çözünürlüğünde olan ve üzerinde sabit odağa sahip bir lens bulunmaktadır. 2592 x 1944 piksel statik fotoğraf çözünürlüğü sunan kamera, video çekimlerinde ise 1080p 30FPS, 720p 60FPS ve 640x480p 60/90FPS çözünürlüğünü kullanıcılara sunmaktadır.



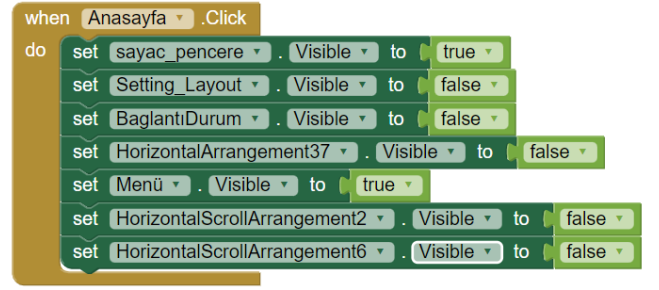
Şekil 6. Raspberry Pi 3 kamerası

2.1.3. MIT app inventör

Google tarafından ortaya çıkarılan web uygulama geliştirme platformu olan MIT App Inventor sonrasında Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından geliştirilen, özgür bir mobil uygulama geliştirme sunucusudur. Uygulama geliştirmek için başlayanlara Android işletim sistemine sahip uygulamalar geliştirmesine olanak sağlayan MIT App Inventor kullananlara blok kodlama metoduyla uygulamalarını tasarlamlarına yardımcı olmaktadır. Blok kodlama aslında var olan ve kullanılan bir yazılım dilindeki komutların işlevini anlatarak bloklara çevrilmiş biçimdir. Bu sebeple hem iletişim kolaylaşıyor hem de anlaşılması kolaylaşıyor. Blok tabanlı kodlamada hiçbir yazılım yazmadan sadece sürükle bırak mantığıyla bloklar birbiriyle birleştirilerek program oluşturmak mümkündür. Metin tabanlı yazılımlarda ise kelimeler ve komutlarla birlikte belirli bir söz dizimi içerisinde yapılan kodlamadır. Haliyle aklınızda belirli bir yazılım diline ait kuralları öğrenmeniz gerekmektedir. Açık kaynak olup ücretsiz ve lisanssız kullanımı mevcuttur.



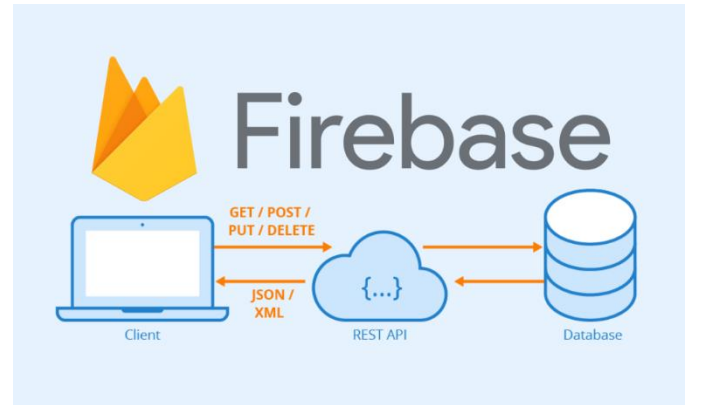
Şekil 7. MIT app inventör arayüz



Şekil 8. Blok kodlama buton yapısı

2.1.4. Firebase

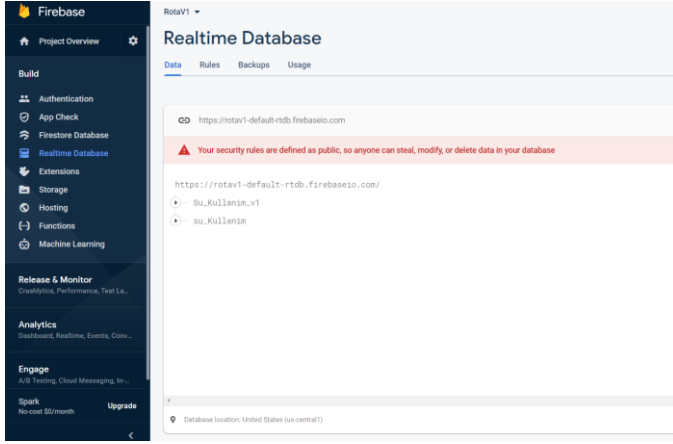
Şirket, Google tarafından satın alındığı andan itibaren verileme ve bulut sistemine dair bütün ihtiyaçları karşılayabilme hizmetini sunmaktadır. Platform aynı zamanda bu hizmetleri ücretsiz bir şekilde sundukları içinde oldukça geniş kullanıcı kitlesine sahiptir. Hemen hemen her kullanıcı çeşitli sebeplerle bir uygulama geliştirmeye başladığında bir kontrol paneli ve veri depolama ihtiyacıyla karşı karşıya kalmıştır. Artık her uygulama platformlara bağlı kalmadan herhangi bir cihazla istediği veriye ulaşmak istiyor. Yazılım geliştiricileri de bu sebeplerle doğru orantılı bir şekilde uygulamalarında kayıt tutma, kayıtlı verilerin analizi, kullanıcı duyuruları yapma bildirim testleri yapma gibi aşamaları yürütebilmeleri için kontrol paneline ihtiyaç duymaktadır. Gelişen ve yenileşen Firebase kullanıcıların veri depolama ve kontrol panellerine ulaşım sağlayabilmesi için ücretsiz olarak bu hizmeti sunmaktadır.



Şekil 9. Firebase sistem algoritması

Uygulama içi kontrol paneli, kullanım analizleri, veri depolama ve kullanıcı bildirim gönderme gibi işlemleri, kendi sunucusu içinde hiçbir kod yazmadan gerçekleştirmemize olanak sağlayan Firebase, yazılım geliştiriciler için kullanıcı dostu olan arayüzünde Gerçek Zamanlı Veri Tabanı,

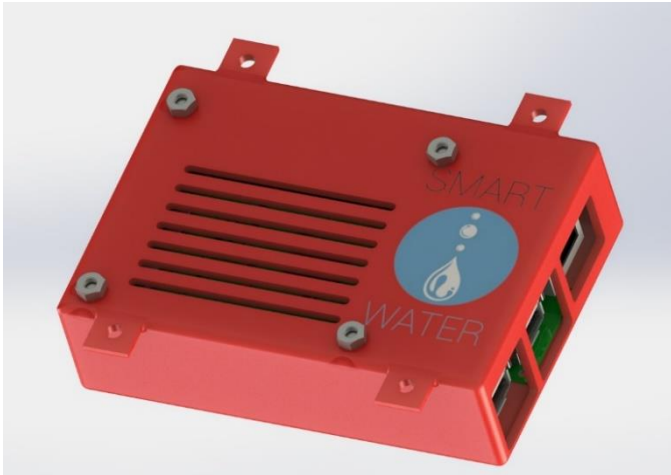
Bildirim Gönderme, Uzaktan Yapılandırma gibi özellikleriyle her uygulama ve cihaz için erişim imkanı sağlamaktadır. Açık kaynak olup ücretsiz ve lisanssız kullanımı mevcuttur.



Şekil 10. Firebase gerçek zamanlı veri tabanı

2.2. Prototip Aşaması

Prototipin montajı yapıldı ve numarator okuması için gerekli algoritmalar yazıldı. Raspberry Pi ve kamerası için alınan 3D baskılı kasa ve PVC boru ve su sayacının montajı tamamlandı. Montaja ait görseller aşağıda verilmiştir. OpenCV kütüphanesi kullanılarak optik karakter tanıma metoduyla görüntü metne dönüştürüldü. Metne dönüştürülen veriler Firebase bulut sistemine aktarıldı. Firebase’de depolanan veriler MIT App Inventor uygulaması tarafından mobil uygulama arayüzüne blok kodlar sayesinde adapte edildi.



Şekil 11. Tasarım izometrik görünüşü

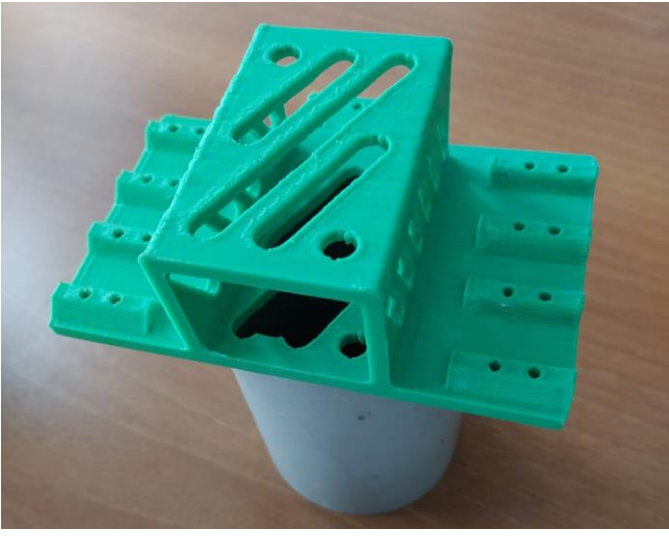


Şekil 12. Modellemenin kamera görünüşü

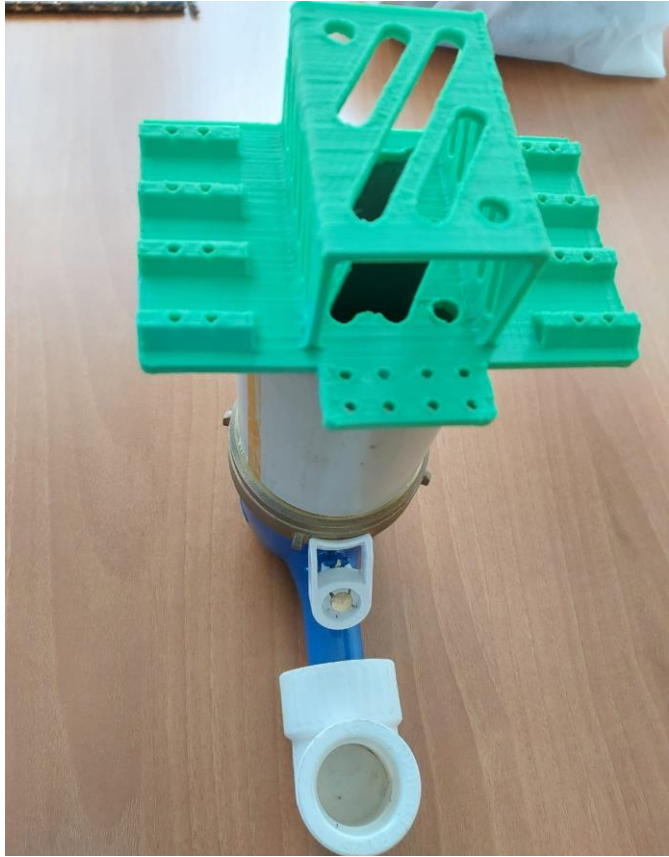
Prototipin montajı yapıldı ve numarator okuması için gerekli algoritmalar yazıldı. Raspberry Pi ve kamerası için alınan 3D baskılı kasa ve PVC boru ve su sayacının montajı tamamlandı. Montaja ait görseller aşağıda verilmiştir. OpenCV kütüphanesi kullanılarak optik karakter tanıma metoduyla görüntü metne dönüştürüldü. Metne dönüştürülen veriler Firebase bulut sistemine aktarıldı. Firebase’de depolanan veriler MIT App Inventor uygulaması tarafından mobil uygulama arayüzüne blok kodlar sayesinde adapte edildi. Lisans gerektirmeyen açık kaynak kodlu algoritma programları kullanılmıştır.



Şekil 13. Su sayacı



Şekil 14. Deneme 3D baskı



Şekil 15. Prototip montajı

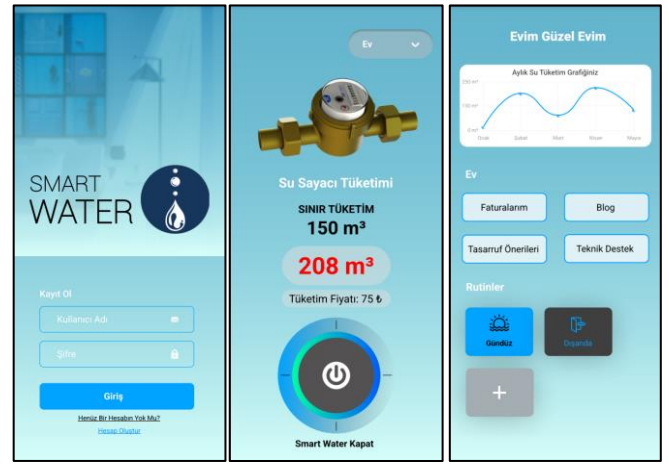
Uygulamanın görsel tasarımları için logo tasarımı için Adobe Illustrator programından gerçekleştirildi. Logo tasarımları bittikten sonra ürün animasyonu için tasarımların yapılmasına geçildi.

SMART
WATER



Şekil 16. Logo

Animasyonda kullanılacak olan mobil uygulamaya yönelik Figma platformundan tasarım gerçekleştirildi. Tasarımda sayfala geçişleri, grafikler, butonlar ve görsellerin tasarımları yapıldı. Yapılan mobil uygulama tasarımı daha sonrasında animasyon haline getirildi. Prototipin yapılan 3D modellemesinin montaj animasyonu gerçekleştirildi.



Şekil 17. Figma mobil uygulama arayüzü

3D modelleme ve mobil uygulama animasyonları Adobe After Effects uygulamasından birleştirilerek tek bir video animasyon haline getirildi.

Mobil uygulama MIT App Inventor platformundan mobil uygulama tasarımı gerçekleştirildi. Designer bölümünden telefon boyutları seçilerek tasarıma başlandı. Label, image, layout, text box ve çeşitli medyalar tasarıma gömüldü. Daha sonrasında butonların ataması ve menülerin hazırlanmasıyla 3 sayfadan oluşan bir mobil uygulama tasarımı yapıldı. Tasarımı yapılan sayfaların birbiriyle adapte ve kullanışlı kullanılması için blok kod bölümüne geçildi.

Blok kod aşamasında butonların ve sayfaların aktif kullanılması için gerekli algoritmik bloklar atandı. Bloklarda true-false seçimleriyle birlikte sayfaların geçişleri ve aktif olup olmamaları gerçekleştirildi. Uygulamanın apk formatında çıktısı alınarak test

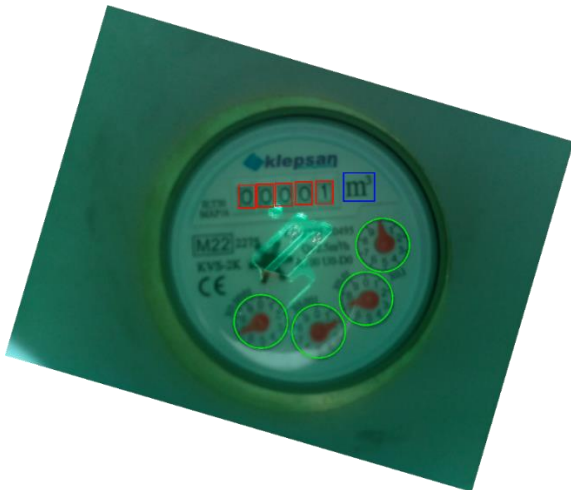
aşamalarına geçildi. Test aşamalarında Firebase ile entegre çalışıp çalışmadığı test edildi. Uygulama en son test aşamasını başarıyla sonuçlandırıldığında apk çıktısı alınarak Andorid tabanlı cep telefonlarında kullanılacak mobil uygulama haline getirildi.

3. Araştırma Bulguları

Raspberry Pi ile görüntü ile işleme için OpenCV kütüphanesi kullanılarak OCR metoduna girilmiştir. Kodlar kısmında numaratorler için referans resimler veri seti olarak kayıt altına alındı. Numaratordeki sayılar ayrıştırılıp okunarak optik karakter tanıma metoduyla birlikte görüntüde metinler belirlenmiştir. 5 adet numarator okunarak m^3 hesabı yapılır. Raspberry Pi 'de çekilen su sayacı için referans fotoğrafı aşağıda verilmiştir. Sistemde yazılım düzgün çalışıp okuduğumda tasarladığım uygulamaya göndermek için Raspberry Pi 'nin WiFi 'sinden yararlanarak Firebase bulut sistemine gönderildi.



Şekil 18. Raspberry Pi su sayacının referans fotoğrafı



Şekil 19. Referans fotoğrafı numaratorlerin belirlenmesi

0	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
1	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
2	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
3	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
4	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
5	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
6	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
7	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
8	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü
9	15.02.2022 21:06	Dosya klasörü

Şekil 20. Veri seti klasörleri



Şekil 21. 0 sayısı örnek veri seti

Firestore de belirlenen database URL 'sini MIT App Inventor'da Firestore aktarım bölümüne entegre edildi. MIT App Inventor'da URL atandıktan sonra blok kod şemasında Value değeri olarak görüntüde işlenen tüketim değeri Label bölümüne yazdırıldı.



Şekil 22. Mobil uygulama okunan veri

4. Tartışma ve Sonuç

Yapılan çalışmada bulunan bulgu ve sonuçlar değerlendirilmiş olup Raspberry Pi çalışma sistemi oldukça hızlı ve verimli ilerlemiştir. Ayrıyeten karşılaştırma yapılacak olursa sistem ESP32-Cam üzerinde de test edildiğinde çok yavaş kaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca yapılan sistemlerde dikkat edilmesi gereken husus referans fotoğrafının belirlenmesi olmuştur. Çünkü oldukça fazla vakit alan bir bölümdür.

Mobil uygulama kısmında ise sistem bazen durduğunda Firebase bulut sisteminde duraksamalar olmaktadır.

Test sonucunda sistem çalışması olumlu düzeyde olup sadece kamera çok aktif olduğunda Raspberry Pi nin işlemcisinin ısındığı gözlemlenmiştir. ESP32-Cam ise web server görüntü işlemesi kullandığından bazen internetin koptuğu bölgelerde ya da az çektiği bölgelerde kopmalar yaşanmaktadır.

Uygulama deneyimi olarak kullanışlı bir prototip gerçekleştirildiği kullanıcı deneyimleri sonucunda tarafıma bildirilmiştir.

5. Teşekkür

2209/A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destek Programı kapsamında 1919B012106414 numaralı proje ile maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

6. Kaynaklar

Adamo, N., Al-Ansari, N., Sissakian, V., Laue, J., and Knutsson, S., 2020. Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering, Vol.10, No.6, 1-21.

Al Bazzazi, F. Y., 2017. IoT ağını ve gömülü sistemleri kullanan uzaktan u.a.v. kontrol ve nesne algılama, Yıldız Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı / Bilgisayar Mühendisliği Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 96, 1-26.

Alcamo, J., Döll, P., Henrichs, T., Kaspar, F., Lehner, B., Rösch, T., and Stefan Siebert, S., 2003. Global estimates of water withdrawals and availability under current and future "business-as-usual" conditions. Hydrological Sciences Journal, 48 (3), 339-348.

Alcamo, J., Flörke, M., and Märker, M., 2007. Future long-term changes in global water resources driven by socio-economic and climatic changes. Hydrological Sciences Journal, 52 (2), 247-275.

Arnell, N., 1999. Climate change and global water resources. Global Environmental Change, 9, 31-49.

Atçı, E. B., 2019. Dünya Geneline Su Kaynaklarının Durumu, Erişim Tarihi: 30.09.2019.
<https://www.artemisaritim.com/dunya-geneline-su-kaynaklarinin-durumu>

Çalışkan, A., 2019. Android akıllı telefon ve tabletlerde kullanıcı aktivitelerini izleme, Selçuk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilişim Teknolojileri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70, 5-33.

Devlet Su İşleri, 2019. DSİ 2019 Yılı Resmi Su Kaynakları İstatistikleri, Erişim Tarihi: 12.01.2021.
<https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/759/1107/DosyaGaleri/DS%C4%B0%202020-yili-faaliyet-raporu.pdf>

Doğansoy, A. O., 2019. Görüntü işleme teknikleriyle mekanik sayaç bilgilerinin okunması ve merkezi sisteme iletilmesi, Mersin Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 90, 3-28.

Görenekli, K., 2019. Elektronik su sayacı için kablosuz ağ ve RF tabanlı mimari tasarım, Kocaeli Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 67, 4-16.

Gündüz, M. Z., ve Daş, R., 2018. Nesnelerin interneti: Gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24 (2), 327-335.

Hakyemez, C., Su: Yeni Elmas, 2019 Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş., 21, 5-15.

Özbek, K., 2019. Uzaktan kontrollü akıllı su sayacı ağı tasarımı ve yapımı, Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 76, 1-29.

- Roser, M., Ritchie, H., and Ortiz-Ospina, E., 2013. World Population Growth <https://ourworldindata.org/world-population-growth>
- Sarış, F., 2021. Türkiye'de Eysel Su Tedarik ve Tüketim İstatistiklerinin Değerlendirilmesi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 19 (1), 195-216.
- Şen, S., 2016. Firebase Nedir? Avantajları Nelerdir, Erişim Tarihi: 23.05.2016. <https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/blog/firebase-nedir-avantajlari-nelerdir>
- Taştan, M., 2019. Akıllı Ev Uygulamaları için Yeni Nesil IoT Denetleyici ile Gerçek Zamanlı Uzaktan İzleme ve Kontrol Uygulaması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23 (2), 481-487.
- TİSKİ, 2021. Suyun Önemi, Erişim Tarihi: 2021. <https://www.tiski.gov.tr/icerik/detay.aspx?Id=42>
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2020, Su ve Atıksu İstatistikleri, Erişim Tarihi: 16.12.2021. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Su-ve-Atıksu-Istatistikleri-2020-37197>
- Vikipedi. 2022. InWikipedia, Özgür Ansiklopedi. Erişim Tarihi: 11.04.2022 https://tr.wikipedia.org/wiki/Su_sayaci
- Vikipedi. InWikipedia, Özgür Ansiklopedi. Erişim Tarihi: 05.05.2022. https://tr.wikipedia.org/wiki/App_Inventor
- Yanmaz, G., 2020, Nesnelerin İnterneti; Su Yönetimi, Erişim Tarihi: 16.12.2020. <https://www.akillisebekeler.com/nesnelerin-interneti-su-yonetimi/>