

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ'NDE İÇME SUYU DAĞITIM
ŞEBEKESİNDEN KULLANILAN SUYUN TÜKETİMİNİN AKILLI
SAYAÇLARLA İNCELENMESİ VE TASARRUFU**

**Simge ENDEROĞLU
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ŞUBAT 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ'NDE İÇME SUYU DAĞITIM
ŞEBEKESİNDEN KULLANILAN SUYUN TÜKETİMİNİN AKILLI
SAYAÇLARLA İNCELENMESİ VE TASARRUFU**

Simge ENDEROĞLU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2022

ANTALYA

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

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ'NDE İÇME SUYU DAĞITIM
ŞEBEKESİNDEN KULLANILAN SUYUN TÜKETİMİNİN AKILLI
SAYAÇLARLA İNCELENMESİ VE TASARRUFU**

**Simge ENDEROĞLU
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Bu tez TUBİTAK tarafından 118Y104 nolu proje ile desteklenmiştir.

ŞUBAT 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ'NDE İÇME SUYU DAĞITIM
ŞEBEKESİNDEN KULLANILAN SUYUN TÜKETİMİNİN AKILLI
SAYAÇLARLA İNCELENMESİ VE TASARRUFU

Simge ENDEROĞLU
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 09/02/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĞLU (Danışman)

Doç. Dr. Bilgehan İlker HARMAN

Dr. Öğr. Üyesi Murat VAROL

ÖZET

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ KAMPÜSÜ'NDE İÇME SUYU DAĞITIM ŞEBEKESİNDEN KULLANILAN SUYUN TÜKETİMİNİN AKILLI SAYAÇLARLA İNCELENMESİ VE TASARRUFU

Simge ENDEROĞLU

Yüksek Lisans Tezi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĞLU

Şubat 2022; 256 sayfa

Su temin sistemlerindeki su kayıplarının ve aşırı/kontrolsüz su tüketimlerinin önlenmesi ile öncelikle su kaynakları üzerindeki baskılar azaltılmakta, eş zamanlı olarak enerji tasarrufu ile önemli ekonomik ve çevresel kazanımlar elde edilmektedir. Su kayıpları sayaçlardan sonra da gerçekleşebilmektedir. Sayaç sonrası sızıntılar boşa giden su anlamına gelmektedir. Sızıntılar aktif olarak kullanılmayan sular olsa da sayaçlardan sonra oluştuğu için tahakkuk bedeli ödenmesi gerekmektedir. Sayaç sonrası sızıntılar yaygın olarak musluklarda, tuvaletlerde ve iç hat borularındaki bağlantılarda meydana gelmektedir. Mevcut çalışma kapsamında sayaç sonrası sızıntıların tespiti ve su tüketim verilerinin GSM/GPRS haberleşme teknolojisi ile iletilerek su tüketim değerlerinin incelenmesi için çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi binasında dört ayrı katta bulunan dört tuvalete akıllı su sayacı takılmıştır ve akış hızlarını 15 dakikalık aralıklarla ölçmek için gerçek zamanlı bir izleme programı bir web sitesi ara yüzüyle takip edilmiştir. Yine Akdeniz Üniversitesi Kampüsünde bulunan Yakut Çarşısı ve Olbia Çarşısındaki tuvaletlere akıllı su sayaçları takılarak akış hızları 15 dakikalık aralıklarla ölçülmüştür ve gerçek zamanlı olarak izlenmiştir. Çalışma kapsamında daha doğru bir ölçüm yapılabilmesi için laboratuvar ortamında ön denemeler yapılmıştır. Sayaç sonrası sızıntıların tespitinde Minimum Gece Debisi izlenmesi esnasında en düşük tüketimin olduğu saatlerin 00:00-05:00 olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar akıllı sayaç ve yazılım kullanımı ile elde edilen kazanımların değerlendirilmesi amacı ile ilk izleme dönemi (ilk altı aylık dönem) ve ikinci izleme döneminde (ikinci altı aylık dönem) olarak analiz edilmiştir.

Projenin ilk izleme dönemi süresince sızıntıların azaltılması ve kontrolü açısından hiçbir müdahale yapılmamıştır. Sadece analizler yapılarak tahakkuk- tüketim – sızıntı incelemeleri yapılarak miktarlar hesaplanmıştır. Projenin ikinci altı aylık izleme döneminde, geliştirilen yazılımdan alınan uyarı mesajları (sızıntı ve aşırı tüketim) ve kısa zaman aralıklı su tahakkuk verilerinin analiz edilmesi ile pek çok abone için sızıntı ve aşırı/kontrolsüz su tüketimleri tespit edilmiştir. Tespit edilen durumlar için sahada abonelere ait su kullanım alanları incelenmiş ve sızıntıya sebep olan arıza ve sorunlar belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçları, ilk izleme döneminde fakülte'deki dört ana tuvalette meydana gelen sızıntının %55 oranında olduğunu, kampüs alanındaki tuvaletlerde meydana gelen sızıntının ise %64 oranında olduğunu göstermektedir. Çalışmanın ikinci altı aylık aktif müdahale döneminde ise, fakülte'deki dört ana tuvaletteki sızıntının ortalama %50 değerine düştüğünü, kampüs alanındaki tuvaletlerde ise ortalama %56 değerine düştüğünü göstermektedir. Akıllı su sayaçlarının izlenmesiyle gözlemlenen

sızıntı nedenleri, tamir edilmesi gereken sıkışmış tuvalet rezervuarları ve musluklarda ihmal nedeniyle akışı devam eden sular gibi nedenlerden oluştuğu tespit edilmiştir. Bu tespitler sonucu kampüs alanında öğrencilerin su sızıntıları konusuna yaklaşımını ve bilinç seviyesini tespit edebilmek adına 11 soruluk çevrim içi anket yapılmıştır. Bu anket ile öğrencilerin sızıntı konusundaki bilgi seviyeleri ve akıllı su sayaçlarının kullanımı ile sızıntı ilişkisini değerlendirmeleri gözlemlenmek istenmiştir. Anket aynı zamanda sızıntıya en uygun müdahale yöntemi için öğrencilerin bakış açısını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Anket sonuçlarına göre ise sızıntının büyük bir çoğunluk tarafından bilindiği ve sızıntıya müdahale edebilmek için bir platforma ihtiyaç duyulduğu çıkarımı yapılmıştır. Su kaynaklarının korunması ve verimliliğin artırılması konularında halen yeterli toplum bilincinin olmaması, umumi alanlardaki su kullanımlarında aşırı tüketimlere yol açmakta, aşırı/kontROLSÜZ su tüketimlerinin tespiti ve önlenmesi için yenilikçi teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Çalışma sonunda yapılan gözlemler sonucu bazı durumlarda bilinçli olarak musluklar açık bırakıldığının ve (örnek olarak tuvaletlerde koku oluşumunun engellenmesi amacı ile) tuvaletlerde sızıntıların kaynağının tamir edilmediğinin çıkarımı yapılmıştır. Ancak yüksek miktarda su kaybına neden olan sızıntıların düşük bütçe ve az çaba ile çözülebildiğini göstermiştir. Elde edilen kazanımlar su tasarrufu, enerji tasarrufu ve karbon dioksit emisyon azalımı olarak üç ana kategoride değerlendirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Akıllı Su Sayacı, Minimum Gece Debisi, Sayaç Sonrası Sızıntı, Sızıntı, Tahakkuk, Tüketim.

JÜRİ: Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĞLU

Doç. Dr. Bilgehan İlker HARMAN

Dr. Öğr. Üyesi Murat VAROL

ABSTRACT

INVESTIGATION OF WATER CONSUMPTION USED FROM THE DRINKING WATER DISTRIBUTION NETWORK AT AKDENİZ UNIVERSITY CAMPUS WITH SMART METERS AND SAVINGS

Simge ENDEROĞLU

MSc Thesis in Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĞLU

February 2022; 256 pages

By preventing water losses and excessive/uncontrolled water consumption in water supply systems, primarily the pressures on water resources are reduced, and significant economic and environmental gains are achieved simultaneously with energy savings. Water losses can also occur after the meters. Post meter leakages mean wasted water. Even though the leaks are the water that is not actively used, the accrual fee must be paid because it occurs after the meters. Post meter leakages commonly occur at taps, toilets, and connections in domestic piping. Within the scope of the current study, studies were carried out to detect post-meter leaks and to analyse water consumption values by transmitting water consumption data via GSM/GPRS communication technology. Intelligent water meters were installed in four toilets on four separate floors in the Akdeniz University Faculty of Engineering building, and a real-time monitoring program was followed via a website interface to measure flow rates at 15-minute intervals. Smart water meters were installed in the toilets in Yakut Bazaar and Olbia Bazaar, which are also on the Akdeniz University Campus, and the flow rates were measured at 15-minute intervals and monitored in real time. To make a more accurate measurement within the scope of the study, preliminary experiments were carried out in the laboratory environment. It has been determined that the hours with the lowest consumption are 00:00-05:00 during the Minimum Night Flow monitoring in the detection of leaks after the meter. The studies were analysed as the first monitoring period (first six-month period) and the second monitoring period (second six-month period) to evaluate the gains obtained with the use of smart meters and software. During the first monitoring period of the project, no intervention was made in terms of reducing and controlling leaks. Quantities were calculated by performing accrual-consumption-leakage analyses only by making analyses. In the second six-month monitoring period of the project, leakage and excessive/uncontrolled water consumption were determined for many subscribers by analysing the warning messages (leakage and excessive consumption) and short-time water accrual data received from the developed software. For the detected cases, the water usage areas of the subscribers in the field were examined and the failures and problems that caused the leakage were tried to be determined. The results of the research show that the leakage occurred in the four main toilets of the faculty in the first monitoring period was 55%, while the leakage occurred in the toilets in the campus area was 64%. In the second six-month active intervention period of the study, it shows that the leakage in the four main toilets in the faculty decreased to an average of 50%, while it decreased to an average of 56% in the toilets in the campus area. It has been determined that the causes of leakage observed by monitoring smart water meters are due to stuck toilet cisterns that

need to be repaired, and water that continues to flow due to negligence in the faucets. As a result of these determinations, an online survey of 11 questions was conducted to determine the students' approach to the issue of water leaks and their level of awareness in the campus area. With this survey, it was aimed to observe the knowledge level of the students about leakage and their evaluation of the relationship between the use of smart water meters and leakage.

The survey also aims to identify students' perspectives for the most appropriate response to the leak. According to the results of the survey, it was deduced that the leak was known by the majority and a platform was needed to intervene in the leak. The lack of sufficient public awareness about protecting water resources and increasing efficiency leads to excessive consumption of water in public areas, and innovative technologies are needed to detect and prevent excessive/uncontrolled water consumption. As a result of the observations made at the end of the study, it was concluded that in some cases, the taps are left open deliberately (for example, in order to prevent the formation of odour in the toilets), and the source of the visible leaks in the toilets is not repaired. However, it has shown that leaks that cause high water loss can be solved with low budget and little effort. The gains obtained were evaluated in three main categories as water saving, energy saving and carbon dioxide emission reduction.

KEYWORDS: Consumption, Flow, Leakage, Minimum Night Flow, Post Meter Leakage, Smart Water Meter.

COMMITTEE: Prof. Dr. Habib MUHAMMETOĞLU

Assoc. Prof. Dr. Bilgehan İlker HARMAN

Asst. Prof. Dr. Murat VAROL

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgilerini, tecrübelerini, ilgilerini benden hiç esirgemeyen, her zaman bana güvenerek destek olan danışmanım Prof. Dr. Habib Muhammetoğlu ve Prof Dr. Ayşe Muhammetoğlu'na öğrencileri olma gururunu bana yaşattıkları için sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

118Y104 numaralı araştırma projesine verdiği destekten dolayı TUBİTAK'a çok teşekkür ederim. Proje çalışmalarında pilot uygulamanın gerçekleştirilmesine izin veren ve destek olan Antalya Su ve Atıksu İdaresi (ASAT) Genel Müdürlüğü'ne ve Akdeniz Üniversitesi'ne sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ek olarak proje çalışmasına katkı sunan MANAS Enerji Yönetimi A.Ş. yönetimine ve çalışanlarına da teşekkürlerimi sunarım.

Yürütülen proje çalışması boyunca yardımını hiç esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım Mert Celal Nişancı'ya ve Mustafa Bolbol'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan başta annem Sevim Enderoğlu'na ve aileme sonsuz teşekkürler ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
ÖNSÖZ	v
AKADEMİK BEYAN	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxxiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	3
3. MATERYAL VE METOT	21
3.1. Akıllı Su Sayaçlarının Kullanımı	21
3.2. Saha Uygulaması İçin Kampüste Alan Seçilmesi ve Sayaç Montajı	21
3.3. Olbia Çarşısı Erkek Tuvaleti Akıllı Su Sayacı Montajı	22
3.4. Olbia Çarşısı Kadın Tuvaleti Akıllı Su Sayacı Montajı	24
3.5. Yakut Çarşısı Tuvalet Akıllı Su Sayacı Montajı	25
3.6. Mühendislik Fakültesi Tuvaletlerine Akıllı Su Sayacı Montajı	26
3.7. Akdeniz Üniversitesi Kampüsüne Takılan Akıllı Su Sayaçlarının Özellikleri ...	28
3.7.1. Akıllı su sayaçlarının boyutları	28
3.7.2. Akıllı su sayaçlarının çalışma prensipleri	30
3.7.3. Akıllı su sayacından aktarılan tahakkuk değerlerinin incelenmesi	32
3.7.4. Sayaç sonrası sızıntıların hesaplanması	36
3.7.5. Olbia bayan tuvaletinde izlenen saatlik su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi.....	41
3.7.6. Olbia bay tuvaletinde izlenen saatlik su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi.....	42
3.7.7. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi	43
3.7.8. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi	43
3.7.9. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi	44

3.7.10. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi	44
3.7.11. Yakut çarşısı tuvaletinde izlenen saatlik su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi	45
3.7.12. Mühendislik Fakültesindeki aylık su tüketimi için uygun bir değer belirlenmesi ve kullanım çeşitlilikleri	45
3.7.12.1. Gündüz okuması	47
3.7.12.2. Gece okuması.....	48
3.7.12.3. Minimum gece debisi.....	48
3.7.12.4. Haftasonu okuması.....	49
3.7.13. Sızıntıların durumu hakkında yapılan anket çalışması.....	50
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	53
4.1.1. Aşırı ve kontrolsüz su tüketimlerini tespit ve kontrol etmek üzere geliştirilen yazılım çalışmaları	53
4.2. Kampüs İçerisindeki Su Tüketim Analiz Sonuçları	58
4.2.1. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti analiz sonuçları	58
4.2.1.1. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı mart ayı (06 – 31.03.2019) için su tahakkuk analizi.....	58
4.2.1.2. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Mart ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	59
4.2.1.3. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için su tahakkuk analizi	60
4.2.1.4. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	60
4.2.1.5. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi	61
4.2.1.6. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	62
4.2.1.7. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi	63
4.2.1.8. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı (27.08 – 01.09.2019) için su tahakkuk analizi	67

4.2.1.9. Olbia arşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Eylül ayı için su tahakkuk analizi.....	70
4.2.1.10. Olbia arşısı bayan tuvaleti 2019 yılı eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	70
4.2.1.11. Olbia arşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için su tahakkuk analizi.....	72
4.2.1.12. Olbia arşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	72
4.2.1.13. Olbia arşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Mart – Ekim dönemi (ilk 6 aylık izleme) için su tahakkuk analizi özeti.....	73
4.2.2. Olbia bay tuvaleti analiz sonuçları	75
4.2.2.1. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mart ayı (06 – 31.03.2019) için su tahakkuk analizi	75
4.2.2.2. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mart ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	76
4.2.2.3. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için su tahakkuk analizi	77
4.2.2.4. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	77
4.2.2.5. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi.....	78
4.2.2.6. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	79
4.2.2.7. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi	80
4.2.2.8. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	80
4.2.2.9. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için su tahakkuk analizi.....	81
4.2.2.10. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	82
4.2.2.11. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için su tahakkuk analizi.....	83
4.2.2.12. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	84
4.2.2.13. Olbia arşısı bay tuvaleti 2019 yılı Mart – Ağustos dönemi (ilk 6 aylık izleme) için su tahakkuk analizi özeti.....	85

4.2.3. Mühendislik Fakültesi zemin kat analiz sonuçları	86
4.2.3.1. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Nisan ayı (21 – 30 Nisan 2019) için su tahakkuk analizi	86
4.2.3.2. Mühendislik Fakültesi zemin kat 21 – 30 Nisan 2019 yılı için sayaç sonrası sızıntı analizi	87
4.2.3.3. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi	89
4.2.3.4. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	89
4.2.3.5. Mühendislik Fakültesi zemin kat Haziran ayı için su tahakkuk analizi	90
4.2.3.6. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	91
4.2.3.7. Mühendislik Fakültesi zemin kat Temmuz ayı için su tahakkuk analizi	92
4.2.3.8. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	93
4.2.3.9. Mühendislik Fakültesi zemin kat Ağustos ayı için su tahakkuk analizi	94
4.2.3.10. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	95
4.2.3.11. Mühendislik Fakültesi zemin kat Eylül ayı için su tahakkuk analizi	96
4.2.3.12. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	97
4.2.3.13. Mühendislik Fakültesi zemin kat Ekim ayı için su tahakkuk analizi	98
4.2.3.14. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi	98
4.2.3.15. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvalet için 2019 yılı Nisan – Eylül 2019 dönemi (ilk 6 aylık izleme) için su tahakkuk analizi özeti	99

4.2.4. Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti analiz sonuçları.....	100
4.2.4.1. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Nisan ayı (20 – 30 Nisan 2019) için su tahakkuk analizi.....	101
4.2.4.2. Mühendislik Fakültesi birinci kat 20 – 30 Nisan 2019 yılı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	101
4.2.4.3. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi	103
4.2.4.4. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	103
4.2.4.5. Mühendislik Fakültesi birinci kat Haziran ayı için su tahakkuk analizi.....	104
4.2.4.6. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	105
4.2.4.7. Mühendislik Fakültesi birinci kat Temmuz ayı için su tahakkuk analizi.....	106
4.2.4.8. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	107
4.2.4.9. Mühendislik Fakültesi birinci kat Ağustos ayı için su tahakkuk analizi.....	108
4.2.4.10. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	108
4.2.4.11. Mühendislik Fakültesi birinci kat Eylül ayı için su tahakkuk analizi.....	109
4.2.4.12. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	110
4.2.4.13. Mühendislik Fakültesi birinci kat Ekim ayı için su tahakkuk analizi.....	111
4.2.4.14. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	112
4.2.4.15. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için 2019 yılı Nisan – Eylül 2019 dönemi için su tahakkuk analizi özeti.....	113
4.2.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kat tuvaleti analiz sonuçları.....	114

4.2.5.1. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Nisan ayı (20 – 30 Nisan 2019) için su tahakkuk analizi	114
4.2.5.2. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 20 – 30 Nisan 2019 yılı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	115
4.2.5.3. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi	116
4.2.5.4. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	116
4.2.5.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi	117
4.2.5.6. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	118
4.2.5.7. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Temmuz ayı için su tahakkuk analizi.....	119
4.2.5.8. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	120
4.2.5.9. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Ağustos ayı için su tahakkuk analizi.....	121
4.2.5.10. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	121
4.2.5.11. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Eylül ayı için su tahakkuk analizi.....	122
4.2.5.12. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	123
4.2.5.13. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Ekim ayı için su tahakkuk analizi.....	124
4.2.5.14. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	125
4.2.5.15. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvalet için 2019 yılı Nisan – Eylül dönemi için (İlk 6 Aylık İzleme) su tahakkuk analizi özet.....	126
4.2.6. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat tuvaleti analiz sonuçları	127

4.2.6.1. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi	127
4.2.6.2. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	128
4.2.6.3. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi	129
4.2.6.4. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	130
4.2.6.5. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Temmuz ayı için su tahakkuk analizi	131
4.2.6.6. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	131
4.2.6.7. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ağustos ayı için su tahakkuk analizi	132
4.2.6.8. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	133
4.2.6.9. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Eylül ayı için su tahakkuk analizi	134
4.2.6.10. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	135
4.2.6.11. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ekim ayı için su tahakkuk analizi	136
4.2.6.12. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	136
4.2.6.13. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için 2019 yılı Mayıs – Ekim 2019 dönemi için (ilk 6 aylık izleme)su tahakkuk analizi özeti.....	137
4.2.7. Yakut Çarşısı tuvaleti analiz sonuçları	139
4.2.7.1. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mart ayı (06 – 31.03.2019) için su tahakkuk analizi	139
4.2.7.2. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mart ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	139

4.2.7.3. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için su tahakkuk analizi.....	140
4.2.7.4. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	141
4.2.7.5. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi.....	142
4.2.7.6. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	143
4.2.7.7. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi.....	144
4.2.7.8. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	144
4.2.7.9. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için su tahakkuk analizi.....	146
4.2.7.10. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	146
4.2.7.11. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için su tahakkuk analizi.....	147
4.2.7.12. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	148
4.2.7.13. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Eylül ayı için su tahakkuk analizi.....	149
4.2.7.14. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	149
4.2.7.15. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için su tahakkuk analizi.....	150
4.2.7.16. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi.....	151
4.2.7.17. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mart – Ağustos dönemi için (ilk 6 aylık izleme) su tahakkuk analizi özeti.....	152
4.3. Akıllı Su Sayaçlarına Aktif Müdahale ve Sızıntı Azaltma Dönemi.....	153
4.3.1. Olbia bayan tuvaleti ikinci 6 aylık analizler ve müdahaleler.....	154

4.3.1.1. Olbia bayan tuvaleti ikinci 6 aylık analizler	154
4.3.1.2. Olbia bayan tuvaleti yapılan müdahaleler.....	155
4.3.2. Mühendislik Fakültesi tuvaletlerine (zemin, 1. kat, 2. kat ve 3. kat) ikinci 6 aylık analizler ve müdahaleler.....	161
4.3.2.1. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvalet Ekim 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler.....	161
4.3.2.2. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti Ekim 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler.....	162
4.3.2.3. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler.....	163
4.3.2.4. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat öğrenci tuvalet için Kasım 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler.....	164
4.3.3. Mühendislik Fakültesi tuvaletlerine (zemin, 1. kat, 2. kat ve 3. kat) yapılan müdahaleler	165
4.3.4. Mühendislik Fakültesi ana sayaç ve 4 akıllı su sayacı okumaları ile aylık su tüketimi değerinin belirlenmesi	174
4.3.5. Mühendislik Fakültesi’ndeki ana sayaçtan geçen su tüketiminin incelenmesi	177
4.3.5.1. Gündüz okuması değerleri	178
4.3.5.2. Gece okuması değeri.....	180
4.3.5.3. Minimum gece debisi değerleri	181
4.3.5.4. Haftasonu okuması değeri.....	183
4.3.5.5. 17.04.2020-20.04.2020 Tarihleri arasındaki ülke genelinde yaşanan koronavirüs salgını nedeniyle sokağa çıkma yasağı olan haftasonu için incelenmesi	184
4.3.6. Yakut Çarşısı tuvaleti için ikinci 6 aylık analizler ve müdahaleler.....	188
4.3.6.1. Yakut Çarşısı tuvaleti için ikinci 6 aylık analizler.....	188
4.3.6.2. Yakut Çarşısı tuvaleti için yapılan müdahaleler	189
4.3.7. Sızıntıların değerlendirilmesi için yapılan anketin sonuçları	195
5. SONUÇLAR	203
6. KAYNAKLAR	215
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Akdeniz Üniversitesi Kampüsü’nde İçme Suyu Dağıtım Şebekesinden Kullanılan Suyun Tüketiminin Akıllı Sayaçlarla İncelenmesi ve Tasarrufu” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

09/02/2022

Simge ENDEROĞLU

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

dk : Dakika

lt : Litre

m³ : Metreküp

sa : Saat

Kısaltmalar

AMR : Otomatik Sayaç Okuma

GPRS : General Packet Radio Service / 2G Cep Telefonu Şebekesi Üzerinden Veri İletimi

GSM : Global System for Mobile Communications / Cep Telefonu İletişim Protokolü

MNF : Minimum Gece Debisi

Q1 : Fakülteye Gelen ve Mekanik Ana Sayaçtan Geçen Toplam Su Debisi

Q2 : Ana Tuvaletlere Giden Toplam Su Debisi

Q3 : Tuvalet dışı Kullanılan Suyun Debisi (diğer)

WC : Tuvalet

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. AMR altyapısı ve akıllı sayaç teknolojisi (Alliance for Water Efficiency, 2016)	4
Şekil 2.2. 23.11.2019 ile 30.11.2019 tarihleri arasında bir parkta izlenen debiler, b aynı dönem için sızıntının debiden ayrılması (toplam debi hacmi = 268 m ³ , sızıntı hacmi = 232 m ³ , sızıntı olmayan hacim = 36 m ³ (Muhammetoğlu vd. 2020).....	5
Şekil 2.3. Çalışmada kullanılan AMR yapısı (Joo vd. 2014).....	6
Şekil 2.4. Cihazın altyapısının detaylandırılması (Sithole vd. 2016)	8
Şekil 2.5. Bir alt bölgedeki minimum gece debisi dağılımı (Farah ve Shahrour 2018)	9
Şekil 2.6. Altı aylık su tüketim grafiği (Randall ve Koech 2019)	11
Şekil 2.7. Müdahale sonrası sızıntı grafiği (Britton vd. 2008).....	13
Şekil 2.8. Bilinmeyen bir tüketim için grafik örneği (Nyugen vd. 2018).....	15
Şekil 2.9. Autoflow - Tüketici ara yüzü (Nyugen vd. 2018)	16
Şekil 2.10. Tüketiciler tarafından benimsenen iletişim yaklaşımları (Beal ve Flynn 2015)	17
Şekil 2.11. Çalışan bir mobil uygulama örneği (Fikejz ve Roleček 2018).....	18
Şekil 2.12. Önerilen sistemin çerçevesi (Hsia vd. 2012)	19
Şekil 3.1. Yakut Çarşısı Tuvaletinde akıllı su sayacının otomatik kapatma vanasının devre dışı bırakılması	22
Şekil 3.2. Olbia Çarşısı erkek tuvaleti mekanik su sayacı	23
Şekil 3.3. Olbia Çarşısı erkek tuvaletinde 06.03.2019 tarihinde yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacının montajının yapılması a) şebeke bağlantısı yapılması; b) akıllı su sayacı montajı; c) akıllı su sayacı okuması	23
Şekil 3.4. Olbia Çarşısı kadın tuvaleti mekanik su sayacı	24
Şekil 3.5. Olbia Çarşısı bayan tuvaletinde 06.03.2019 tarihinde yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacının montajının yapılması a) akıllı su sayacı montajı; b) akıllı su sayacı okuması	25
Şekil 3.6. Yakut Çarşısı tuvaletinde akıllı su sayacının montajının yapılması	25
Şekil 3.7. Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaletine yeni bir su hattı oluşturularak takılan akıllı su sayacı montajının yapılması	26
Şekil 3.8. Mühendislik Fakültesi birinci kata yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacı montajının yapılması	27
Şekil 3.9. Mühendislik Fakültesi ikinci kata yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacı montajının yapılması	27
Şekil 3.10. Mühendislik Fakültesi üçüncü kata yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacı montajının yapılması	28
Şekil 3.11. Laboratuvarda kurulan su şebekesinde yer alan ekipmanlar ve bileşenler	30
Şekil 3.12. Akıllı sayaçtan alınan verilere göre web sitesinden alınan uyarıların görüldüğü ekran.....	32

Şekil 3.13. 15/07/2021 Tarihi için mühendislik fakültesi zemin kattaki 15 dakikalık su tahakkuk değerleri	33
Şekil 3.14. Seçilen bir hafta içerisindeki minimum gece debisinin incelenmesi.....	36
Şekil 3.15. 15/07/2021 Tarihi için mühendislik fakültesi zemin kattaki tahakkuk, tüketim ve sızıntı değerleri.....	37
Şekil 3.16. Mühendislik Fakültesi zemin kat için 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasında tahakkuk-debi grafiği	39
Şekil 3.17. Mühendislik Fakültesi zemin kat için 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasında tahakkuk-sızıntı grafiği	40
Şekil 3.18. Mühendislik Fakültesi zemin kat 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasındaki haftalık tahakkuk-tüketim ve sızıntı değerleri	40
Şekil 3.19. Mühendislik Fakültesi zemin kat 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasındaki haftalık tahakkuk-tüketim ve sızıntı değerleri grafiği	41
Şekil 3.20. Mühendislik Fakültesi Ana Sayaç& Ana Tuvaletlerdeki Sayaçların İlişkisini Gösteren Şema	46
Şekil 4.1. Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen su tüketimlerinin 15 dakikalık değişimlerini gösteren ekran görüntüsü	54
Şekil 4.2. Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen su tüketimlerinin saatlik değişimlerini gösteren ekran görüntüsü.....	54
Şekil 4.3. Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen 15 dakikalık su tüketimlerini gösteren tablo ve verilerin listelenmiş halde verilmesi	55
Şekil 4.4. Akdeniz Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Su Araştırma Laboratuvarı'nda kurulan temel su şebekesindeki akıllı su sayacının haberleşme kayıtlarını gösteren ekran görüntüsü	56
Şekil 4.5. Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 11.09.2019 tarihinde alınan uyarı mesajları	56
Şekil 4.6. 4-9 Mart 2020 tarihleri arasında aysemuh@gmail.com e-posta adresine gönderilen tüm uyarı mesajları.....	57
Şekil 4.7. Olbia bayan tuvaletinde 06-31.03.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	58
Şekil 4.8. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	59
Şekil 4.9. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mart ayındaki değerler; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	59
Şekil 4.10. Olbia bayan tuvaletinde 01-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	60

Şekil 4.11. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	61
Şekil 4.12. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayındaki değerler; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	61
Şekil 4.13. Olbia bayan tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	62
Şekil 4.14. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	62
Şekil 4.15. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki değerler; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	63
Şekil 4.16. Olbia bayan tuvaletinde 01-16.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	63
Şekil 4.17. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 tarihleri arasında ölçülen saatlik su tahakkukları	64
Şekil 4.18. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 dönemi için hesaplanan sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri	64
Şekil 4.19. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam günlük tahakkuk su hacimleri, hesaplanan günlük sızıntı hacmi ve günlük tüketim su hacmi	65
Şekil 4.20. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 tarihleri arasındaki bir haftalık dönemde ölçülen toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	65
Şekil 4.21. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 tarihleri arasında ölçülen saatlik su tahakkukları	66
Şekil 4.22. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 dönemi için hesaplanan sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri	66
Şekil 4.23. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam günlük tahakkuk su hacimleri, hesaplanan günlük sızıntı hacmi ve günlük tüketim su hacmi	67
Şekil 4.24. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 tarihleri arasındaki bir haftalık dönemde ölçülen toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	67
Şekil 4.25. Olbia bayan tuvaletinde 27.08 – 01.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	68
Şekil 4.26. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 tarihleri arasında ölçülen her 15 dakikalık su tahakkukları	68
Şekil 4.27. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 dönemi için hesaplanan sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri	69

Şekil 4.28. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam günlük tahakkuk su hacimleri, hesaplanan günlük sızıntı hacmi ve günlük tüketim su hacmi.....	69
Şekil 4.29. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	69
Şekil 4.30. Olbia bayan tuvaletinde 02.09-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	70
Şekil 4.31. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	71
Şekil 4.32. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	71
Şekil 4.33. Olbia bayan tuvaletinde 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	72
Şekil 4.34. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	73
Şekil 4.35. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	73
Şekil 4.36. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Mart-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	75
Şekil 4.37. Olbia bay tuvaletinde 06-31.03.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	75
Şekil 4.38. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	76
Şekil 4.39. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mart ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	76
Şekil 4.40. Olbia bay tuvaletinde 01-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	77
Şekil 4.41. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri....	77
Şekil 4.42. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	78
Şekil 4.43. Olbia bay tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	78

Şekil 4.44. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	79
Şekil 4.45. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	79
Şekil 4.46. Olbia bay tuvaletinde 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	80
Şekil 4.47. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	81
Şekil 4.48. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	81
Şekil 4.49. Olbia bay tuvaletinde 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	82
Şekil 4.50. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	82
Şekil 4.51. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	83
Şekil 4.52. Olbia bay tuvaletinde 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	84
Şekil 4.53. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	84
Şekil 4.54. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	85
Şekil 4.55. Olbia Çarşısı bay tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	86
Şekil 4.56. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 21-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	87
Şekil 4.57. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 21 – 30 Nisan 2019 yılında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	88
Şekil 4.58. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 21 – 30 Nisan 2019 yılındaki su tahakkuk değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri.....	88
Şekil 4.59. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	89

Şekil 4.60. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	90
Şekil 4.61. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	90
Şekil 4.62. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	91
Şekil 4.63. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	91
Şekil 4.64. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	92
Şekil 4.65. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	93
Şekil 4.66. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	93
Şekil 4.67. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	94
Şekil 4.68. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	94
Şekil 4.69. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	95
Şekil 4.70. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	96
Şekil 4.71. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	96
Şekil 4.72. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	97
Şekil 4.73. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	97
Şekil 4.74. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	98

Şekil 4.75. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	98
Şekil 4.76. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	99
Şekil 4.77. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	100
Şekil 4.78. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 20-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	101
Şekil 4.79. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	102
Şekil 4.80. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılındaki su tahakkukları; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri.....	102
Şekil 4.81. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	103
Şekil 4.82. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	104
Şekil 4.83. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	104
Şekil 4.84. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	105
Şekil 4.85. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	105
Şekil 4.86. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	106
Şekil 4.87. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	106
Şekil 4.88. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	107
Şekil 4.89. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	107
Şekil 4.90. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	108

Şekil 4.91. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	109
Şekil 4.92. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	109
Şekil 4.93. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	110
Şekil 4.94. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	110
Şekil 4.95. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	111
Şekil 4.96. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-30.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	111
Şekil 4.97. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	112
Şekil 4.98. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	112
Şekil 4.99. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	114
Şekil 4.100. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 20-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	114
Şekil 4.101. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	115
Şekil 4.102. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılındaki su tahakkukları; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri.....	115
Şekil 4.103. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	116
Şekil 4.104. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	117
Şekil 4.105. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	117
Şekil 4.106. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	118

Şekil 4.107. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	118
Şekil 4.108. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	119
Şekil 4.109. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	119
Şekil 4.110. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	120
Şekil 4.111. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	120
Şekil 4.112. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	121
Şekil 4.113. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	122
Şekil 4.114. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	122
Şekil 4.115. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	123
Şekil 4.116. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	123
Şekil 4.117. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	124
Şekil 4.118. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	125
Şekil 4.119. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	125
Şekil 4.120. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	126
Şekil 4.121. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	127
Şekil 4.122. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	128

Şekil 4.123. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	128
Şekil 4.124. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	129
Şekil 4.125. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	129
Şekil 4.126. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	130
Şekil 4.127. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	130
Şekil 4.128. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	131
Şekil 4.129. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	132
Şekil 4.130. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	132
Şekil 4.131. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	133
Şekil 4.132. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	133
Şekil 4.133. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	134
Şekil 4.134. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	134
Şekil 4.135. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	135
Şekil 4.136. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	135
Şekil 4.137. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	136

Şekil 4.138. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	137
Şekil 4.139. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	137
Şekil 4.140. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Mayıs-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	138
Şekil 4.141. Yakut Çarşısı tuvaletinde 06-31.03.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	139
Şekil 4.142. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	140
Şekil 4.143. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında (a) ölçülen toplam su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	140
Şekil 4.144. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	141
Şekil 4.145. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	141
Şekil 4.146. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayındaki değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	142
Şekil 4.147. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	142
Şekil 4.148. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	143
Şekil 4.149. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	143
Şekil 4.150. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	144
Şekil 4.151. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	145
Şekil 4.152. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	145
Şekil 4.153. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları	146

Şekil 4.154. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	146
Şekil 4.155. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	147
Şekil 4.156. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	147
Şekil 4.157. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	148
Şekil 4.158. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	148
Şekil 4.159. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	149
Şekil 4.160. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri.....	150
Şekil 4.161. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayındaki değerler; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	150
Şekil 4.162. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları.....	151
Şekil 4.163. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri	151
Şekil 4.164. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri	152
Şekil 4.165. Yakut Çarşısı tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	153
Şekil 4.166. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	155
Şekil 4.167. Olbia bayan tuvaletinde 16-18.11. 2019 tarihlerinde gözlenen yüksek düzeydeki su tahakkuk verileri ve bildirim sonrasında sızıntıların azalması.....	155
Şekil 4.168. Olbia bayan tuvaletinde 16-18.11. 2019 tarihlerinde sürekli su sızıntısına sebep arızalı tuvalet rezervuarı.....	156
Şekil 4.169. 19.11.2019 tarihinden itibaren Olbia bayan tuvaletinde su sızıntılarının azaltılması	156
Şekil 4.170. 22.01.2020 tarihinde Olbia bayan tuvaletinde yapılan incelemede sürekli su sızıntısına neden olan arızalı tuvaletin tespit edilmesi	157

Şekil 4.171. 22.01.2020 tarihindeki müdahale sonrası Olbia bayan tuvaletinde su sızıntılarının azalması.....	157
Şekil 4.172. Olbia bayan tuvaleti için 22.01.2020-06.03.2020 dönemine ilişkin su tahakkuk verileri.....	158
Şekil 4.173. Olbia bayan tuvaletinde sürekli devam eden su sızıntılarına sebep olan arızalı tuvalet.....	158
Şekil 4.174. Olbia bayan tuvaleti için 17 - 25.03.2020 dönemine ilişkin su tahakkuk verileri	159
Şekil 4.175. Olbia bayan tuvaletinde sürekli devam eden su sızıntılarına sebep olan arızalı tuvalet.....	159
Şekil 4.176. 22.03.2020 – 01.04.2020 tarihleri arasında Olbia bayan tuvaletinde izlenen su tahakkukları.....	160
Şekil 4.177. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi	160
Şekil 4.178. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	162
Şekil 4.179. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	163
Şekil 4.180. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	164
Şekil 4.181. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları.....	165
Şekil 4.182. Mühendislik Fakültesi 3. Kat tuvaletinde 27.11.2019- 18.12.2019 tarihleri arasında izlenen su tahakkuk verileri	166
Şekil 4.183. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde 13.01.2020 tarihinde gece saatlerinde izlenen su tahakkukları	166
Şekil 4.184. Mühendislik Fakültesi 2. kat tuvaletinde 27.01.2020 tarihinde gece saatlerinde izlenen su tahakkukları	167
Şekil 4.185. Mühendislik Fakültesi 1. ve 2. kat tuvaletinde su sızıntılarına sebep olan tuvalet ve musluk arızaları (27.01.2020).....	167
Şekil 4.186. Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaletinde 25.01.2020-31.01.2020 tarihleri arasında tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntılar	168
Şekil 4.187. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde 21-24.02.2020 tarihleri arasında tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntılar	168
Şekil 4.188. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde tuvalet rezervuarlarına bağlanan su borularından oluşan sızıntılar	169
Şekil 4.189. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde sürekli su sızıntılarına neden olan arızalı musluk	169
Şekil 4.190. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde sızıntı uyarıları sonrası yapılan bildirim neticesinde 25.02.2020 tarihinden sonra su sızıntılarının azalması	170
Şekil 4.191. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 19-25.03.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri	170

Şekil 4.192. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde tespit edilen arızalı tuvalet ve tamirâtı	171
Şekil 4.193. Mühendislik Fakültesi kat tuvaletinde 24.03.2020 tarihindeki tamirattan sonra su sızıntılarının azalması	171
Şekil 4.194. Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi	172
Şekil 4.195. Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi	172
Şekil 4.196. Mühendislik Fakültesi İkinci Kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi	173
Şekil 4.197. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi	173
Şekil 4.198. Fakültenin tüm su tüketimini ölçen mekanik sayaç.....	178
Şekil 4.199. 17-21 Şubat Mühendislik Fakültesi gündüz alınan endeks değerlerine göre tüketim miktarı ve dağılımı.....	179
Şekil 4.200. 17-21 Şubat 2020 Mühendislik Fakültesi gece alınan endeks değerlerine göre tüketim miktarı.....	181
Şekil 4.201. 20 Şubat 2020 Tarihinde minimum gece debisine göre tüketim kıyaslaması.....	182
Şekil 4.202. Mühendislik Fakültesi hafta sonu endeks değerlerine göre tüketim miktarı kıyaslaması	184
Şekil 4.203. Mühendislik Fakültesi b blok 2. kat gıda mühendisliği personeli tuvaletinde takılı kalan rezervuar	185
Şekil 4.204. Mühendislik Fakültesi mescidde oluşan sızıntı	186
Şekil 4.205. Mühendislik Fakültesi 17.04 2020 -20.04 2020 tarihleri arasında hafta sonu endeks değerlerine göre tüketim miktarı kıyaslaması	187
Şekil 4.206. Yakut Çarşısı tuvaleti için Eylül 2019-Şubat 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	189
Şekil 4.207. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren	189
Şekil 4.208. Yakut Çarşısı tuvaletinde su sızıntılarına sebep olan arızalı bir tuvalet	190
Şekil 4.209. Yakut Çarşısı tuvaletinde 25.11.2019 - 09.12.2019 tarihleri arasında kısmen azalan su sızıntıları	190
Şekil 4.210. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 27.12.2019-02.01.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri.....	191
Şekil 4.211. Yakut Çarşısı tuvaletinde gece saatlerinde vana kapatılması ile su sızıntılarının azalması.....	191
Şekil 4.212. Yakut Çarşısı tuvaletinde 24-30.01.2020 tarihleri arasında gece saatlerinde vana kapatılması ile su sızıntılarının azalması.....	191
Şekil 4.213. Yakut Çarşısı tuvaletinde 23.01.2020 – 03.02.2020 tarihleri arasında gece saatlerinde vana kapatılması ile su sızıntılarının azalması	192

Şekil 4.214. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 12-19.02.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri.....	192
Şekil 4.215. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 26.02.2020 – 03.03.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri	192
Şekil 4.216. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 12 – 18.03.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri	193
Şekil 4.217. Yakut Çarşısı tuvaletinde su sızıntılarına sebep olan arızalı tuvalet	193
Şekil 4.218. 17.03.2020 tarihinden itibaren Yakut Çarşısı tuvaletinde su tahakkuklarının sürekli sıfır olarak izlenmesi	194
Şekil 4.219. Yakut Çarşısı tuvaletinde bulunan akıllı sayaç vanasının kapatılarak suyun kesilmesine ait görsel.....	194
Şekil 4.220. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvaletlerin kilitlenerek kullanıma kapatılmasına ait görsel.....	194
Şekil 4.221. Yakut Çarşısı tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi	195
Şekil 4.222. Anketin 1. Sorusu	196
Şekil 4.223. Anketin ikinci sorusu	196
Şekil 4.224. Anketin üçüncü sorusu	197
Şekil 4.225. Anketin dördüncü sorusu	197
Şekil 4.226. Anketin beşinci sorusu.....	198
Şekil 4.227. Anketin altıncı sorusu	198
Şekil 4.228. Anketin yedinci sorusu	199
Şekil 4.229. Anketin sekizinci sorusu.....	199
Şekil 4.230. Anketin dokuzuncu sorusu	200
Şekil 4.231. Anketin onuncu sorusu	200
Şekil 4.232. Anketin on birinci sorusu.....	201
Şekil 5.1. Mühendislik Fakültesi zemin kat ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	206
Şekil 5.2. Mühendislik Fakültesi zemin kat ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	207
Şekil 5.3. Mühendislik Fakültesi birinci kat ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	207
Şekil 5.4. Mühendislik Fakültesi birinci kat ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	208
Şekil 5.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kat ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	208
Şekil 5.6. Mühendislik Fakültesi ikinci kat ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	209
Şekil 5.7. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	209
Şekil 5.8. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi	210

Şekil 5.9. Yakut Çarşısı ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi.....	210
Şekil 5.10. Yakut Çarşısı ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi.....	211
Şekil 5.11. Olbia Çarşısı ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi.....	211
Şekil 5.12. Olbia Çarşısı ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi.....	212



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Kampüste kullanılan farklı boyutlardaki sayaçlar için debi ölçüm seviyeleri	29
Çizelge 3.2. Kampüse takılan akıllı su sayaç çapları (anma çapı)	29
Çizelge 3.3. Mühendislik Fakültesi 17-21 Şubat tarihleri arasında gündüz okuma endeks değerleri	47
Çizelge 3.4. 17-21 Şubat 2020 tarihleri arasında gece okumasında kullanılan endeks değerleri.....	48
Çizelge 3.5. 20-21 Şubat tarihlerinde minimum gece debisini belirlemek için yapılan okuma sonucu endeks değerleri	49
Çizelge 3.6. 21-24 Şubat 2020 haftasonu su tüketimin belirlenebilmesi için yapılan okumaların endeks değerleri	49
Çizelge 4.1. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Mart-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	74
Çizelge 4.2. Olbia Çarşısı bay tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	85
Çizelge 4.3. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	99
Çizelge 4.4. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	113
Çizelge 4.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	126
Çizelge 4.6. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Mayıs-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	138
Çizelge 4.7. Yakut Çarşısı tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	152
Çizelge 4.8. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	154
Çizelge 4.9. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	161
Çizelge 4.10. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları	162
Çizelge 4.11. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	163
Çizelge 4.12. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	164
Çizelge 4.13. Mekanik ana sayaç ve zemin kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri	174
Çizelge 4.14. Mekanik ana sayaç ve birinci kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri	175

Çizelge 4.15. Mekanik ana sayaç ve ikinci kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri	175
Çizelge 4.16. Mekanik ana sayaç ve üçüncü kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri	176
Çizelge 4.17. 17-21 Şubat 2020 Gündüz okumalarına göre fakülte su tüketiminin dağılımı	178
Çizelge 4.18. Gece okumalarına göre fakülte su tüketiminin dağılımı.....	180
Çizelge 4.19. Minimum gece debisini belirlemek için yapılan okumalar sonucu 20-21 şubat 2020 endeks değerleri ve farkları	181
Çizelge 4.20. Minimum gece debisini belirleyebilmek için yapılan okumalar sonucu ana tuvaletler ve diğer kullanımın miktarı	182
Çizelge 4.21. Haftasonu endeks farkını belirleyebilmek için yapılan okuma değerleri ve endeks farkı	183
Çizelge 4.22. Haftasonu tüketilen suyun dağılımı	183
Çizelge 4.23. 18-19 Nisan 2020 Tarihleri hafta sonu tüketimi belirlemek için yapılan endeks okumaları.....	185
Çizelge 4.24. 17.04-20.04 Tarihleri arasında hafta sonu endeks farkını belirleyebilmek için yapılan okuma değerleri ve endeks farkı	186
Çizelge 4.25. 17.04-20.04 Tarihleri arasında hafta sonu tüketilen suyun dağılımı	187
Çizelge 4.26. Yakut Çarşısı tuvaleti için Eylül 2019-Şubat 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*	188
Çizelge 5.1. Kampüste elde edilen su tasarrufu hacimleri.....	204
Çizelge 5.2. Kampüste elde edilen enerji tasarrufu ve sera gazı emisyonlarının azalımı	205
Çizelge 5.3. Proje kapsamında seçilen pilot alanlara akıllı sayaçların takılması sonrası aktif müdahale ve sızıntı kontrolü ile sağlanan bir yıllık gelir	205

1. GİRİŞ

İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerinde gözlenen yüksek orandaki su kayıpları, pek çok ülkede ve ülkemizde ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Su kayıplarının azaltılması ile su kaynakları korunur (üretilen ve temin edilen su miktarı azalır), pek çok ekonomik kazanım (su alma, arıtma, terfi vb.) elde edilir ve su kaynaklı hastalık riskleri azaltılmış olur (Muhammetoglu vd., 2018). Çeşitli sektörlerde artan çoklu su talebi, etkili ve bütünsel su kaynakları yönetimi ihtiyacını doğurmuştur. Sonuç olarak, sürdürülebilir su yönetimini sağlamak için yenilikçi düşük maliyetli su yönetimi teknikleri ve yaklaşımları hayati önem taşımaktadır (Burgan ve Aksoy 2020). İçme suyu taleplerinin karşılanmasına yönelik çözümlerin bulunmasında, yeni su kaynağı arayışına başlamadan önce, mevcut şebekedeki su kayıplarının azaltılması ile ilgili çalışmalara öncelik verilmesi büyük önem arz etmektedir. Su kayıplarının azaltılması için özellikle sayaçlar seçilirken hassasiyetine, montajına, boyutuna, doğru sayaç seçimine ve eski sayaçların yenilenmesine dikkat edilmelidir. Sayaç kullanımı tüketicilerin kullandıkları su miktarını düzenli olarak takip edebilmesini mümkün kılar. Böylelikle tüketimden az ya da tüketimden fazla kullanım olmasının önüne geçilmiş olunur. Sayaç kullanımları hassas bir şekilde ölçtüğü için müşterileri suyu korumaya teşvik ederler. Tüketiciler tüketim miktarlarını bildikleri suyu doğru kullanma konusunda daha bilinçli olurlar. Tahakkuk, sisteme giren toplam su miktarı anlamına gelmektedir. Suyun sayaçta okunduğu değer olarak da tanımlanabilir. Tüketim ise sayaçtan geçen suyun kullanıcı tarafından kullanıldığı miktardır. Sızıntı ise tahakkuk olarak sayaçtan geçen ancak kullanıcının kullanamadığı, israf olan su anlamına gelmektedir.

Sayaç sonrası sızıntılar boşa giden su anlamına gelmektedir. Sızıntılar aktif olarak kullanılmayan sular olsa da sayaçlardan sonra oluştuğu için tahakkuk bedeli ödenmesi gerekmektedir. Sayaç sonrası sızıntılar yaygın olarak musluklarda, tuvaletlerde ve iç hat borularındaki bağlantılarda meydana gelmektedir. Sayaç sonrası sızıntılar açık unutulmuş, ihmal edilen veya yeterince kontrolü yapılmayan tuvalet ve musluklarda oluşmaktadır. Bazı durumlarda bilinçli olarak musluklar açık bırakılmakta (örnek olarak tuvaletlerde koku oluşumunun engellenmesi amacı ile), musluklar çalınmakta, park vb. alanlarda sulama sistemleri verimli kullanılmamakta, umumi alanlarda (parklar, tuvaletler, okullar, ibadethaneler, çeşmeler, mezarlıklar vb.) görünür düzeydeki sızıntılar tamir edilmemektedir. Belirtilen kullanımlar, önemli miktarda suyun boşa harcanmasına sebep olmaktadır. Tüm bu kullanımlar sayaç sonrası sızıntılar olarak tanımlanmaktadır.

Sızıntılar, ortak kullanım alanları olan tuvaletlerin düzenli kontrolü ve onarımıyla azaltılabilir. Kamusal alanlardaki su kullanıcılarının su tasarrufu ve sızıntıların önlenmesi konularındaki farkındalığı oldukça düşüktür. Suyun daha verimli kullanılması konusunda halkın bilinçlendirilmesi için daha fazla çaba gösterilmesi gerekmektedir. Abone sayaçları sonrası oluşan görünmeyen sızıntı, kayıplar ve kontrolsüz/aşırı su tüketimleri özellikle gelişmiş ülkelerde suyun verimli kullanımını sağlamak için dikkatle izlenen konular arasında yer almaktadır.

Sayaç sonrası sızıntıların azaltılmasına yönelik politika ve programların geliştirilmesine su idareleri tarafından düşük bir öncelik verilmiştir (Britton vd., 2013). Bu durumsal bağlam, büyük ölçüde, mevcut ölçüm sistemlerinin, bu tür programların etkin bir şekilde uygulanması için yeterince ayrıntılı su kullanım bilgisi sağlayamamasından kaynaklanmaktadır (Britton vd., 2013). Faturalama amacıyla su

tüketimini kaydetmek ve dağıtım şebekelerini izlemek için tüketicilere sayaç sağlanmaktadır. Manuel su sayacı okuması hata yapmaya müsait, pahalı ve oldukça emek gerektiren bir yöntemdir. Akıllı su sayaçları ise kamu hizmeti şirketi ve kullanıcı için su tüketimini kaydetmek üzere tasarlanmış elektronik bir cihazdır. Manuel su sayaçlarının tipik olarak aylık veya yıllık aralıklarla manuel olarak okunduğu yerlerde, akıllı sayaçlar tüketimi gerçek zamanlı veya neredeyse gerçek zamanlı olarak kaydeder ve bu bilgiyi kamu hizmetine ve tüketiciye iletir (Sønderlund vd, 2016). Bu, doğru, sahaya özel okumalar, sızıntıların ve su israfının daha kolay ve daha hızlı tanımlanması ve tüketici için daha fazla tüketim şeffaflığı (örneğin, tahmini kullanım yerine fiili kullanıma dayalı faturalar) avantajlarıyla birlikte tüketim hakkında anında güncel bilgiler sağlar (Sønderlund vd, 2016). İletişim teknolojilerinin gelişmesi ile evlerin ve su idarelerinin Akıllı Su Sayaçları aracılığıyla su kullanım verilerine erişmesini sağlar. Bu akıllı sayaçlar, kaydedilen verileri gerçek zamanlı olarak toplayabilir ve iletebilir (Farah ve Shahrour, 2018).

Akıllı sayaçlar ile su tahakkukları hassas olarak, gerçek zamanlı olarak ölçülür ve kaydedilir. Akıllı sayaç teknolojisi ile su tüketim profilinin sürekli izlenmesi, sayaç sonrası sızıntıların ve aşırı tüketimlerin tespit edilmesi ve bu durumlar için web sitesi üzerinden ya da e-posta veya kısa mesaj ile uyarıların verilmesi, su tüketiminin azaltılmasına imkan vermektedir (Muhammetoglu vd., 2020). Akan tuvaletler, damlayan musluklar ve boru hatlarındaki çatlaklar nedeniyle yüksek su tüketimi ve fatura hataları, su kayıplarını oluşturan en büyük etkenlerdir (Sithole vd., 2016). Tüketicinin su sızıntılarını sürekli olarak tespit edebilen bir sistem ile faturalama amacıyla o bölge için su belediyesine tüketicinin su tüketim seviyelerinin verilerini gönderecek bir sistem geliştirerek mevcut su tüketimini gerçek zamanlı olarak belirlemek su kayıplarını azaltmaya yardımcı olmaktadır (Sithole vd., 2016).

Akıllı su sayaçları, belirli zaman aralıkları ile su tahakkuk verilerini ölçmekte ve kaydedebilmektedir. Tahakkuk verilerini almak için sayaç ekranından manuel okuma yapılması ihtiyacı yoktur ve GSM/GPRS haberleşme teknolojisi ile tanımlanan zaman periyotlarında (genellikle 24 saat) uzaktan okuma yapılarak verilerin sayaçtan sunucuya aktarılması sağlanır. Belirlenen süreler zarfı içerisinde sürekli olarak akış devam ederse tüketici tarafından tanımlanan uyarılar alınabilir. Temel olarak sayaçtan aldığı veriyi kendi hafızasında da saklayabildiği gibi bir kullanıcı ara yüzünde görmeyi mümkün kılar. Böylece tüketici istenilen su tüketim grafiklerini ve sızıntı uyarılarını görerek istenilen su tüketiminin dışına çıktığında sayaca müdahale edebilmektedir. Kullanıcı ara yüzünde raporlama işlemleri yapılabilmekte ve sayaca el ile müdahale etmeden uzaktan kontrolü mümkün olmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile akıllı su sayaçlarının GSM/GPRS haberleşme teknolojisi kullanılarak üniversite kampüsünde sayaç sonrası sızıntıların tespit edilmesi ve önlenmesi amaçlanmıştır. Sızıntıların tespit edilmesi ile yapılabileceklerle ilgili geri dönüşler alabilmek adına öğrencilere birkaç soruluk anket yapılmıştır. Anket sonuçları neticesinde sızıntıların miktarı hakkındaki bilinç seviyesi, önlemler ile ilgili çıkarımlar yapılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

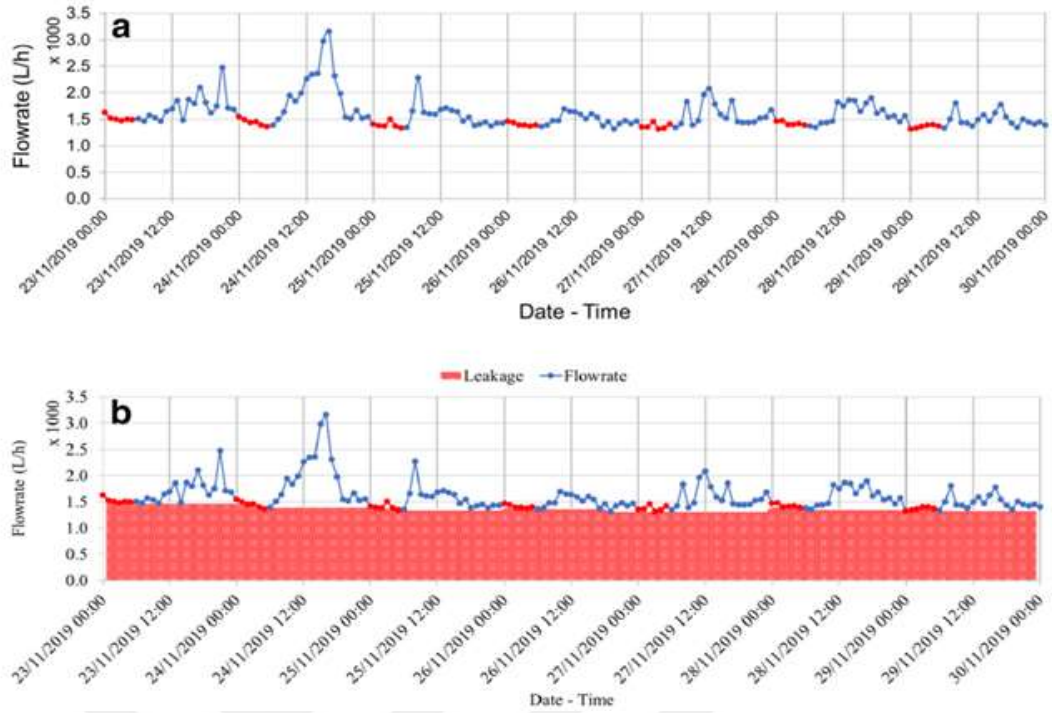
İçme suyu temin ve dağıtım sistemlerindeki fazla su kayıplarının doğru yönetimi, sınırlı su kaynaklarını kurtarabilecek etkili yaklaşımlardan biridir (Kanakoudis ve Muhammetoğlu 2014). Çeşitli sektörlerde artan çoklu su talebi, etkili ve bütünsel su kaynakları yönetimi ihtiyacını doğurmuştur. Sonuç olarak, sürdürülebilir su yönetimini sağlamak için yenilikçi düşük maliyetli su yönetimi teknikleri ve yaklaşımları hayati önem taşımaktadır (Burgan ve Aksoy 2020). Daha yüksek su talebiyle karşılaşıldığında su idareleri; sisteme daha çok su tedarik etmek, bu sebeple de şebekedeki arızaları onarmamak veya şebeke sızıntılarını onarmak ve sisteme aynı hacimde su vermek olarak çözüm üretmektedir (Britton vd., 2013). Özellikle sisteme verilen suyun sürekli olarak izlenmesiyle su israfı ve sisteme sürekli su verilmesi için harcanan güç azaltılmaktadır. Bir mikro denetçi yardımıyla yapılan ve sistemdeki maksimum su miktarını ölçmeyi hedef alan, böylece su sızıntısını ve su seviyesindeki düşüşü hızlı ve uzaktan tespit etmek için GSM'ye bağlanan ve sızıntıları SMS ile haber veren sistem kurulmuştur (Motaz Daadoo vd., 2019). Otomatik sayaç okuma (AMR) cihazları kullanılarak ise sayaç okuma ve veri hesaplama hataları ile azaltılabilmektedir. AMR cihazları, faturalandırma, sorun giderme ve analiz için verileri merkezi bir veritabanına aktarır. AMR teknolojileri, telefon platformlarına (kablolu/kablosuz), radyo frekansına, elektrik hattı iletimine dayalı el tipi, mobil ve ağ teknolojilerini içerir (Kanakoudis ve Muhammetoğlu 2014).

Akıllı sayaçların yeniliği, farklı kanallar (telekomünikasyon, elektrik hattı, internet, telefon) aracılığıyla verileri ileterek, sayaç ve merkezi sistem arasında gerektiğinde iki yönlü bir iletişim sağlamasıdır. Akıllı su sayaçları bataryayla çalıştığından, bazı modellerde ana iletişim kanalı, akıllı sayaç ile RTU (Remote Terminal Unit) ağı arasındaki radyo iletişimine dayanır, ardından merkezi sisteme kadar GSM/GPRS (veya eşdeğeri) bazındadır. Akıllı sayaçlar, tüketim verilerini toplar ve ardından bu verileri yerel alan ağı (LAN), ev alanı ağı (HAN) ve geniş alan ağı (WAN) ile arabirim yapan bir ağ geçidine iletebilir. LAN, metrenin metrolojisi veya ölçüm fonksiyonundan oluşur, HAN ise müşteri ağına bağlıdır. HAN'ın ekran fonksiyonları sayesinde, kullanıcı dostu bir arayüzle tüketim verilerine kolayca erişim sağlanabilir, böylece müşterilerin su tüketimini karşılaştırmasını ve izlemesini sağlar. HAN fonksiyonları enerji tüketirken, bunlar ev verilerine web erişimi ile değiştirilebilir ve LAN, WAN aracılığıyla toplanabilir. WAN, yardımcı programlar tarafından yönetilir ve tüketimin takip edilmesine, izlenmesine ve faturalandırmasına izin verir. AMR altyapısı ve akıllı sayaç teknolojisine yönelik şematik gösterim Şekil 2.1'de yer almaktadır.



Şekil 2.1. AMR altyapısı ve akıllı sayaç teknolojisi (Alliance for Water Efficiency, 2016)

Muhammetoğlu vd. (2020), yaptıkları çalışma ile okullar, mezarlıklar, umumi tuvaletler, parklar ve üniversiteler dahil olmak üzere halka açık alanlarda sayaç sonrası su sızıntısını izlemeyi, tespit etmeyi ve değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 22 farklı kamu sahası seçilmiş ve bu pilot çalışma sahalarına çeşitli boyutlarda akıllı su sayaçları yerleştirilmiştir. 2019 yılında altı aylık bir süre boyunca bu sahalardaki debileri 15 dakikalık aralıklarla ölçmek için gerçek zamanlı bir izleme programı yürütülmüştür. Debiler, kullanıcı tarafından önceden tanımlanmış bir denetim süresi içinde her iki dakikada bir izlenmiş ve dolayısıyla bir sızıntı meydana gelmiştir. Sürekli bir akış algılandığında uyarı mesajı oluşturulur. Minimum su kullanımı 00:00 ile 05:00 arasındaki minimum gece akışı döneminde gözlemlenmiştir, bu nedenle minimum gece akışının daha kısa zaman aralıklarında yakından izlenmesi, sızıntı hacimlerinin uygun tahmini ile uygun sızıntı tespitine olanak tanımıştır. Şekil 2.2’de aynı alan için görülen sızıntı ve tüketim grafiği verilmektedir



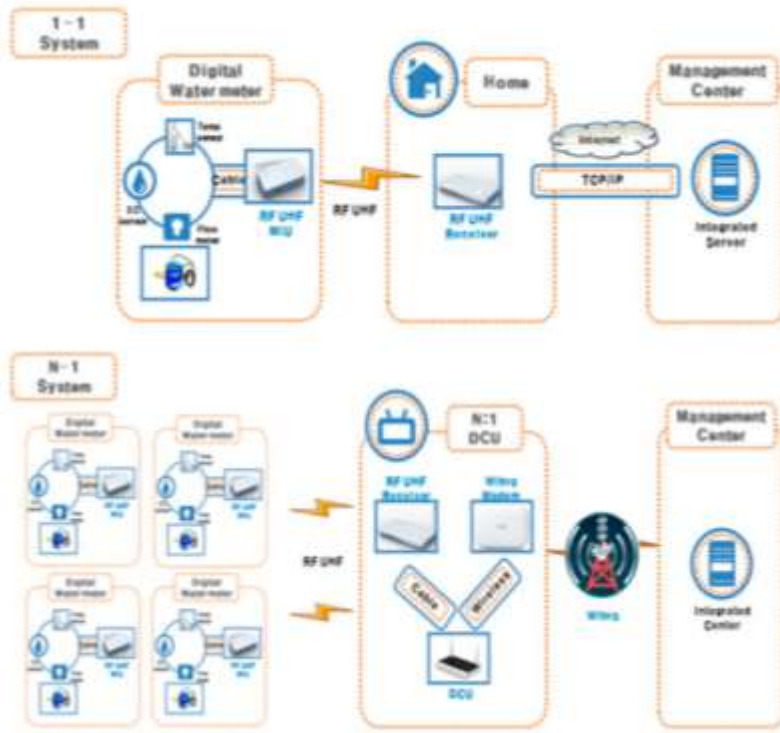
Şekil 2.2. 23.11.2019 ile 30.11.2019 tarihleri arasında bir parkta izlenen debiler, b aynı dönem için sızıntının debiden ayrılması (toplam debi hacmi = 268 m³, sızıntı hacmi = 232 m³, sızıntı olmayan hacim = 36 m³ (Muhammetoğlu vd. 2020)

Toplam sızıntının toplam debinin %58'ini aştığı tüm pilot çalışma sahalarında yüksek sayaç sonrası sızıntılar gözlemlenmiştir. Yerinde incelemeler ve yakın izleme, bu pilot çalışma sahalarının çoğunda su sızıntılarına katkıda bulunan ana faktörlerin tuvaletler ve musluklardaki bozulan su bağlantıları olduğu kötü yönetim uygulamaları nedeniyle bu pilot çalışma sahalarında önemli su sızıntısı hacimlerinin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Sonuçlar, bu kadar büyük bir sızıntının düşük bir maliyetle çözülebileceğini gösterdi. İzlenen akış hızlarının bir frekans analizi, kurulu sayaç boyutlarının uygunluğunu analiz etmede verimli bulunmuştur.

Abone sayacı sonrası sızıntılar/kayıplar, abonelerin su tüketiminde büyük bir etkiye sahiptir (Arthuraliya vd., 2012; Water Corporation, 2010; Heinrich, 2008). Su sayacı sonrası hane ve bahçe alanlarında sürekli veya aralıklı olarak gelişen sızıntı ve kayıplar, abone su kullanımlarının %13'üne kadar ulaşabilmektedir (Heinrich, 2008). Avustralya'nın Melbourne kentinde yer alan 337 abone için sayaç sonrası sızıntılar ve kayıplar, toplam su tüketiminin %2'si olarak belirlenmiştir (Arthuraliya vd., 2012). Water Corporation tarafından Perth kenti için 2008-2009 yıllarında 1868 adet abone ile gerçekleştirilen bir çalışmada abonelerin %17'sinde 1,8 – 66 L/sa ortalama debiye sahip sızıntılar tespit edilmiştir. Abone sayacı sonrası sızıntıların %25 oranında azaltılması ile kentsel su tüketiminde %1'lik azalma ve 1,7 milyar L/yıl su tasarrufu sağlanabileceği belirtilmiştir (Water Corporation, 2010). Yeni Zelanda'nın Auckland kentindeki 51 abone ile yapılan bir çalışmada ise abone sayacı sonrası sızıntıların, toplam su tüketiminin %13'lük kısmını oluşturduğu bildirilmiştir. Auckland kentinde gerçekleştirilen

çalışmanın bulguları, literatürdeki diğer abone su sızıntı verileri ile uyumludur (Roberts, 2004; Mayer vd., 1999, 2004.).

Joo vd. (2014) yaptıkları çalışmayla Incheon Şehri, B-gu'da bulunan apartmanda 320 haneden 80 haneye evsel su tüketimi, tüketim profilleri ve gerçek zamanlı faturalar ile ilgili bilgiler vererek bu 80 haneye 15 mm çapında uzaktan okumalı akıllı su sayacı sistemleri kurulmuştur ve evsel su tüketimi profilleri hakkında gerçek zamanlı bilgi edinilmiştir. Akıllı su sayacı verileri, tüketicilerin evlerinden Ultra Yüksek Frekans (UHF) üzerinden kablosuz bir ağ geçidine iletilmiştir ve veriler, internet veya kablosuz Wibro iletişimi yoluyla bütünleşmiş sunucuya iletilmiştir. Veriler her 30 dakikada bir izlenmiştir, saatlik olarak iletilmiştir ve yönetim merkezindeki bütünleşmiş sunucuda saklanmıştır. Şekil 2.3' de çalışmada kullanılan AMR yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.3. Çalışmada kullanılan AMR yapısı (Joo vd. 2014)

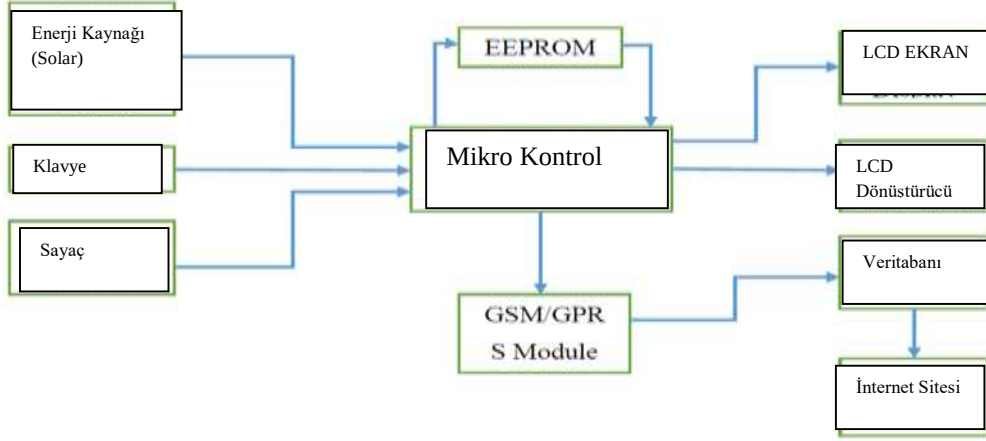
Yapılan incelemeler sonucu, tüm haneler için su tüketimi Ocak ayından itibaren kademeli olarak artmıştır, Ağustos ayında maksimum olmuştur ve ardından Aralık ayına kadar kademeli olarak azalmıştır. Stineman fonksiyonu kullanılarak regresyon yoluyla elde edilen trend çizgisi sayesinde, evsel su tüketimi açık bir şekilde mevsimsel dönemsellik göstermiştir. Bu sonuçlar, su tüketimini etkileyen mevsimlerdeki (örn. sıcaklık, nem, insan aktivitesi vb.) hava faktörlerine bağlanmıştır. AMR sistemlerini benimseyerek su tasarrufunu değerlendirmek için, AMR sistemlerine sahip 80 pilot hanenin su tüketimi, mekanik su sayaçlarına sahip 100 kontrol hanesinin su tüketimi ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, 80 pilot hanenin ortalama günlük su tüketim değerleri, 100 kontrol hanesi ile karşılaştırıldığında %5,3 azalmıştır. Bu sonuçlar kısmen

su tüketimlerini ve su faturalarını gösteren çeşitli web portalı işlevleriyle ilişkilendirilebildiğini ve su tüketimlerinin farkındalık ve davranışlarındaki değişiklikler su tasarrufuna yol açtığını göstermektedir. Özellikle tuvaletlerde meydana gelen sızıntılar, damlayan musluklar ve boru bağlantılarındaki sızıntılar nedeniyle yüksek su tüketimi ve fatura hataları, su kayıplarına neden olan en büyük katkılardan ikisidir. Akıllı su ölçümü ve son kullanım su tüketimlerini birleştiren gelişmiş su şebekeleri AMR sistemlerinin yerleştirilmesi, daha akıllı şehirler için hem suyu hem de enerjiyi korumak için teşvik edilmelidir.

Sithole vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada ilk amaç, tüketiciyi belirlenen hanelerdeki su tüketim seviyeleri hakkında otomatik ve sürekli olarak bilgilendirecek ve sistemin tüketicinin mülkünde olası su sızıntıları olup olmadığını tespit edebilecek bir sistem oluşturmak olmuştur. İkinci amaç ise, o bölge için tüketicinin su tüketim seviyelerinin verilerini faturalandırma amacıyla gönderecek ve aynı zamanda bölgenin mevcut su tüketimini gerçek zamanlı olarak belirlemeye yardımcı olacak bir sistem geliştirmektir. Bu iki alt hedef ile yüksek su tüketimi ve kayıplarına neden olan su kayıplarının azaltılması amaçlanmaktadır.

Laboratuvarda tüketicinin mülkündeki olası sızıntıları belirleyebilen ve mevcut evsel su tüketim seviyelerini gerçek zamanlı olarak raporlayabilen pratik bir düşük maliyetli Akıllı Su Sayacı Cihazı yapılmıştır. Akış ölçer sensörleri, tüketici tarafından tüketilen suyun miktarını ölçmek üzere yerleştirilmiştir. Buna karşılık, debi ve tüketilen litre miktarı LCD ekranda gösterilerek ve GSM / GPRS modülü üzerinden web sitesine de gönderilmiştir. Sistem, ticari kayıpları en aza indirmek için verimli ve dikkatli bir şekilde tasarlanmıştır. LED göstergeler sistem güç durumunu ve olası su sızıntılarını göstermektedir. Bakım durumunda mikro denetleyiciye komut göndermek için tuş takımı kullanılmaktadır. Cihazın güç kaynağı, iyi bir dayanıklılık sağlamak için solar şarjlı bir pildir. Sızıntıları tespit etmek için kullanılan yöntem, belirli bir eşik akış hızı seviyesinin altındaki her

tüketimi olası bir su sızıntısı olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 2.4'te cihazın tüm detayları verilmektedir.

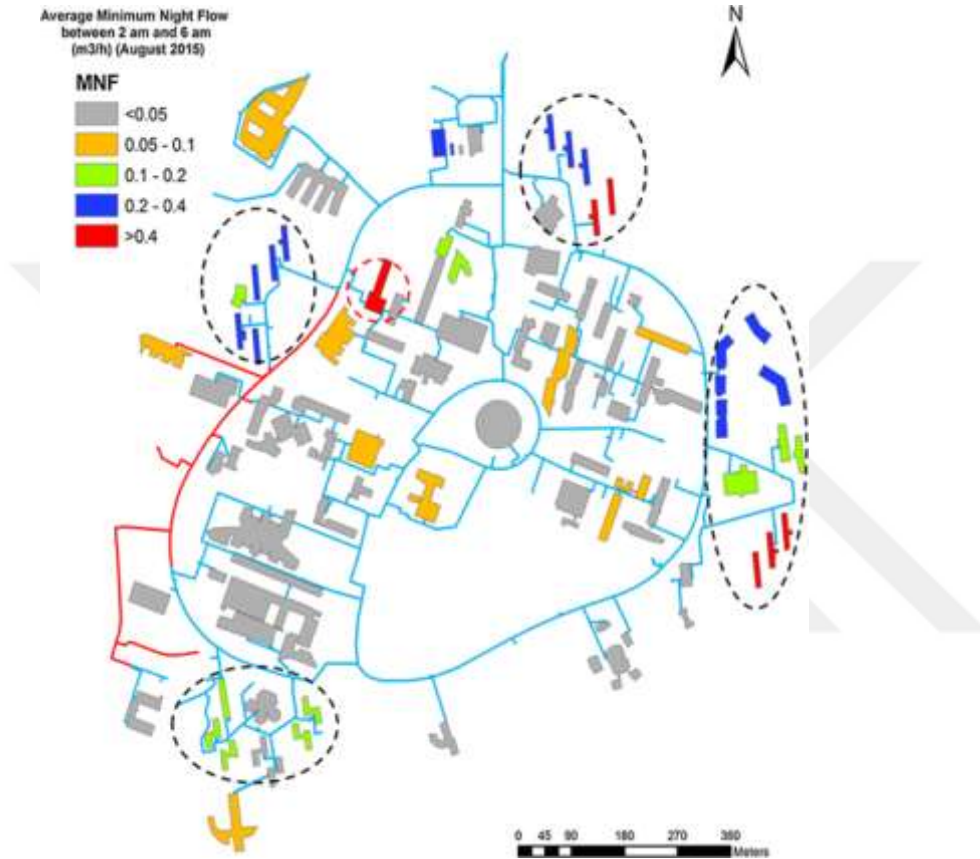


Şekil 2.4. Cihazın altyapısının detaylandırılması (Sithole vd. 2016)

Farah E., ve Shahrour, I. (2018) tarafından AMR teknolojisini kullanarak bu teknolojinin su sızıntısıyla tespiti ilişkisini gösteren Lille Üniversitesi Bilim Kampüsünde bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 25.000 kişilik küçük bir kasabayı temsil eden Lille Üniversitesi Bilim Kampüsünde AMR teknolojisi kullanılarak 93 akıllı su sayacı ile izlenmiştir. Su tüketimi verileri, zaman periyotları halinde Başlangıç Tarihi, Bitiş Tarihi, sayaç kimlikleri ve tüketim değerini içeren veritabanında saklanmaktadır. Tüketim profillerindeki saatlik, günlük, haftalık ve mevsimsel değişimlerin yanı sıra sızıntı tespiti için su dengesi ve minimum gece debisini hesaplamak için bir iş akışı geliştirilmiştir. Kampüs binalarının içine kurulan AMR teknolojisi, tüketim profilinin sürekli izlenmesini sağlar. Tüketimde anormal bir artış bir sızıntıyı gösterebilir. Kampüs binalarındaki kullanım çeşitliliği nedeniyle bazı binalarda (araştırma amaçlı kullanılan) gece tüketimi olması normal kabul edilmiştir. Minimum gece debisi yöntemi ile 02:00 - 06:00 arasındaki su tüketimleri incelenmiştir. İncelenen tüketimler yaz tatilinde

öğrencilerin kampüste bulunması ile değişiklik göstermiştir. 0,5 m³/sa'lik hacim, saatte 50 adet tuvalet sifonuna eşdeğer olduğu kabul edilerek,

Şekil 2.5' te gösterildiği gibi, MNF'nin 0,5 m³/sa'e ulaştığı Fizik sektöründeki bir binada (noktalı kırmızı daire içindeki binaya bakın) bir sızıntı meydana geldiği analiz edilmiştir.



Şekil 2.5. Bir alt bölgedeki minimum gece debisi dağılımı (Farah ve Shahrour 2018)

Bir alt bölgede meydana gelen sızıntı, minimum gece tüketimi süresi boyunca tüketilen su miktarından tahakkuk miktarı çıkarılarak tespit edilebilmektedir. Bu çalışmada, kampüsün su dağıtım şebekesi tek bir alt bölge olarak kabul edilmiştir. Giriş hacmi besleme sayaçları ile ölçülür ve tüketim hacimleri binalara monte edilen alt sayaçlardan hesaplanmaktadır. Ağustos 2015'teki su dengesi hesaplaması, 13.320 m³'lük bir gelir getirmeyen su hacmini göstermektedir. Bu hacim su kaynağının %50'sini temsil etmektedir. Gerçek kayıp hacimlerini değerlendirmek için aşağıdan yukarıya bir değerlendirme yapılmıştır. Şekil 5, Ağustos 2015'teki minimum gece debisini göstermektedir. Minimum Gece Debisi, bu ay için 11.160 m³'e eşdeğer olan 15 m³/sa'e eşittir. Bu hacim su şebekesindeki gerçek kayıp hacimlerine karşılık gelmektedir. Minimum Gece Debisi 'nin hesaplanması, 2015'teki yaz tatillerinde üç sızıntının tespit edilmesine de izin verdi. Çalışma sonucunda AMR kullanılarak toplanan veriler, hem su şebekesinde hem de binalarda hızlı bir şekilde sızıntının tanımlanmasına izin vermiştir.

AMR teknolojisinin minimum gece akışı yöntemi ile kombinasyonu, su şebekesinde sızıntı tespiti için güçlü bir araç olduğunu göstermiştir.

Britton vd. (2013), sayaç sonrası sızıntıların tespiti ve iletişim müdahaleleriyle olan ilişkisini tespit etmek için Hervey Körfezi'nde 22.000 konutun tamamını kapsayan Mart ve Mayıs 2009 arasında bir su sayacı okuma döngüsü gerçekleştirmişlerdir. Bu konutlardan 803 hane banliyö ve arazi değerine göre sınıflandırılmıştır. Bu gruptan 372 haneden oluşan bir örnek rastgele seçilmiştir ve potansiyel bir sızıntı olduğu bildirilmiştir. 372 hane Grup A (n = 332) ve B (n = 40) olarak adlandırılan iki gruba ayrılmıştır ve her gruba üç aylık bir süre içinde farklı bir iletişim müdahalesi stratejisi verilmiştir. Bir kontrol grubu (n = 100) de seçilmiştir ve çalışma sırasında herhangi bir bilgi alınmamıştır. Sayaç sonrası sızıntılar, sayaç okuma sürecinde, önceki 48 saatte suyun sürekli kullanımı işaretlenerek tanımlanmıştır. Bölgenin %4'ünün sayaç sonrası sızıntısı olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda ise kullanıcılarla çeşitli iletişim yöntemleriyle irtibata geçilmiş, irtibat kurulan tüketicilerin minimum gece akışlarında %89 gibi önemli bir azalmaya olurken, iletişim kurulmayan kontrol grubu tüketimi %52 oranında artırmıştır. Ek olarak sızıntı miktarları hakkında daha hassas bir analiz yapabilmek için, tüketicilere çevrimiçi olarak yapabilecekleri bir anket sunulmuştur. Anket; sızıntı türü, tüketicinin bir sızıntıyı onarmaya karar verirken endişeleri ve motivasyonu, sağlanan sızıntı bilgilerinin kalitesi hakkındaki algıları ve diğer haneleri etkileyecek bilgilerin derecesi ve türü hakkındaki görüşleri hakkında bilgilerini ölçmeyi sağlamıştır. Katılımcıların %87'si bilgilendirilmekten memnun olmuştur ve %84'ü gelecekte bu türde daha fazla bilgi almak istemiştir. Aynı şekilde katılımcıların, %62'si su otoritesinin onarımların yapıldığını kabul etmesini istemiştir ve %75'i bilgilerin olumlu eyleme yol açtığını söylemiştir.

Randall ve Koech (2019) tarafından yapılan çalışma Avustralya'nın New South Wales bölgesinin orta kuzey sahilinde bulunan Port Macquarie-Hastings Konseyi (PMHC) içinde Port Macquarie kasabasında Akıllı Su Ölçümü (SWM) teknolojisini inceleyerek, su tüketim eğilimlerini analiz etmek ve teknolojinin potansiyel su tasarrufuna faydalarını göstermek için bir pilot proje yapılmıştır. Çalışma, altı aylık bir süre boyunca toplanan akıllı su sayacı verilerini kullanmıştır (1 Ağustos 2015'ten 31 Ocak 2016'ya kadar). Spesifik vaka incelemesi alanı, Port Macquarie'nin şehir merkezi iş bölgesi içindedir ve farklı tesislere toplam 158 su sayacı takılmıştır. Bu araştırma aynı zamanda SWM teknolojisinin her bir sayaç için temel akış hızını belirleme yeteneğinden de yararlanmıştır. Tipik bir su tüketicisi için, genellikle 24 saatlik bir süre içinde bir noktada tüketimin sıfır olması beklenir, yani sayaçtan su akışı olmamaktadır (sıfır tüketim). Kurulum, 158 sayacın tamamı için saatlik sayaç okumalarını yakalayan radyo frekansı tipi bir sistemdir. Her sayaçtan kalibre edilmiş değerler, düşük enerjili radyo ağı aracılığıyla tek bir radyo alıcı cihazına iletilmektedir ve bu da tüm su sayacı okuma bilgilerini bir mobil ağ kullanarak bulut tabanlı bir veri tabanına iletmektedir. Bu çalışma için kullanılan 158 su sayacı beş tüketici kategorisine girmektedir;

1. Port Macquarie-Hastings Konseyi binaları – Port Macquarie-Hastings Konseyine ait otobüs terminali, pompa istasyonları ve tuvalet blokları gibi tesisler.
2. Konut – çalışma alanı içindeki konutlar ve birimler.
3. Ticari binalar – ticari işletme mülkleri (ör. alışveriş merkezleri).

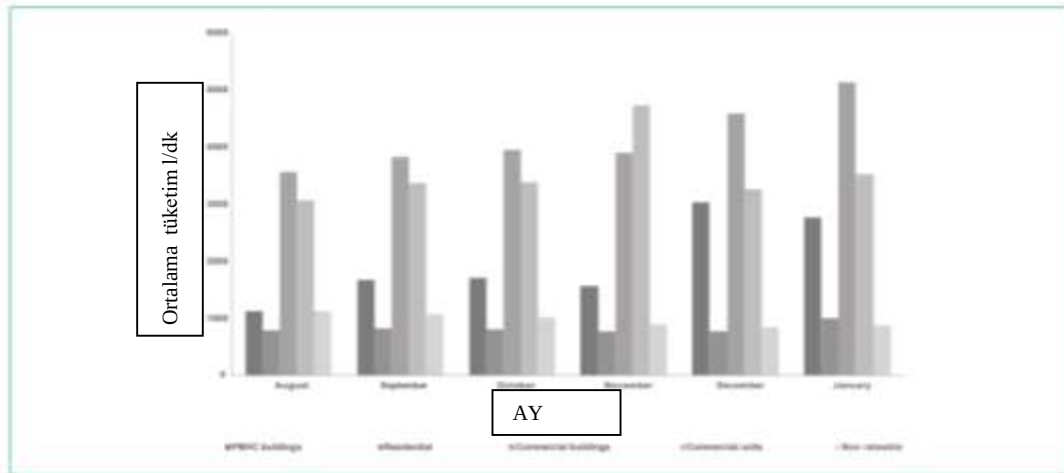
4. Ticari birimler – ticari ofis alanları için birim kompleksler.

5. Faturalandırılmayan – topluluğa ait binalar (örn. kiliseler) su ücreti ödemekten muaf alanlar.

Her bir akıllı su sayacı tarafından veri toplama işlemi sırasında yakalanan ve gönderilen dört parametre bulunmaktadır; sayacın özgün kimlik numarası, tarihi, saati ve litre cinsinden sayaç okuma değeridir. Sistem ayrıca önceki son üç sayaç okumaları için bilgi paketleri göndermektedir; bu, herhangi bir iletişim sorunu olması durumunda normalde verilerin geri doldurulmasına izin vermek için kullanılan bir stratejidir. Bulut tabanlı veri depolamaya bir internet portalı üzerinden erişilebilir. 158 sayaç için altı aylık veriler (1 Ağustos 2015 - 31 Ocak 2016) indirilebilmektedir.

Mekanik su sayaçlarından gelen sayaç okumaları normalde üç ayda bir toplanmaktadır. Bu çalışmada, bu veriler SWM teknolojisi kullanılarak toplanan altı aylık verilerden çıkarılmıştır. Veriler, önceki üç ayda litre cinsinden tüketimi temsil eden 31 Ekim 2015 ve 31 Ocak 2016 itibarıyla su tüketimi kaydını içermektedir.

Altı aylık çalışma süresi boyunca çalışma alanındaki ortalama su tüketiminin eğilimi Şekil 2.6' da gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Altı aylık su tüketim grafiği (Randall ve Koech 2019)

Çalışma, kışın (Ağustos) bir ay, tüm bahar (Eylül-Kasım) ve iki yaz ayını (Aralık 2015 ve Ocak 2016) kapsamaktadır. 158 sayaç için ortalama toplam su tüketimi günlük 533 000 litre (L/d) olarak belirlenmiştir. Ortalama olarak, ticari binalar ve konut tüketicileri sırasıyla en yüksek ve en düşük ortalama günlük tüketime sahiptir.

Çalışma sonunda, 158 su sayacından 35'inde minimum akışların sıfır değerine ulaşmadığını görülmüştür. Bu sayaçların yedisinde $\pm\%50$ sapma kaydedilmiştir. Bu özellikler, sızıntılar dışındaki potansiyel tüketim kaynaklarını belirlemek için incelenmiştir. Bu, bireysel mülk adreslerine bakılarak, mülkün su kullanımını, müşteri türünü ve ticari yüzme havuzu, klima soğutma kuleleri veya iş kullanımı gibi yüksek su

kullanımı için olası herhangi bir açıklamayı analiz ederek elde edilmiştir. Bu analiz, 35 sayacın 14'ünün aşırı temel su tüketimi için rasyonel nedenleri (ör. yüzme havuzları ve klima sistemleri) olduğu şeklinde olmuştur.

21 su sayacının yüksek taban çizgisi okumaları büyük olasılıkla dahili boru tesisatı sızıntılarından, sızıntı yapan musluklardan veya cihazlardan kaynaklanan dahili su kayıplarından kaynaklanmıştır. Potansiyel günlük su kaybını belirlemek için her bir sayacın ortalama saatlik minimum akış hızı (altı aylık süre boyunca) kullanılmıştır. Gerçekte, bu minimum akış hızının çalışma süresi boyunca meydana geldiği varsayılmıştır.

Sonuç olarak, potansiyel su kaybının toplam su kullanımına oranının %1,56 ile %46,73 arasında değiştiğini görülmektedir. Ek olarak günlük potansiyel su kaybının 8312,92 litre olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma ile akıllı sayaçlar teknolojisini kullanarak su tasarrufu fırsatlarını göstermiştir. Konvansiyonel su sayaçlarının kullanımı ile tüketimi değiştirebilecek kaçaklar gibi sorunlar fark edilmeden devam edebilmektedir. Tüketiciler, ölçülen tüketim için (sayaçtan sonra meydana gelen kayıplar dahil) ödeme yapmaktan sorumluyken, su yetkilileri talebi karşılamak için yüksek miktarda su tedarik etmek zorundadır. Artan su talebi, gelecekteki tüketim hesaplamaları için 'normal' hale gelir. Bunun, bakım ve izleme açısından, su temini altyapısının işletimi üzerinde maliyet etkileri olduğu ortaya konulmuştur.

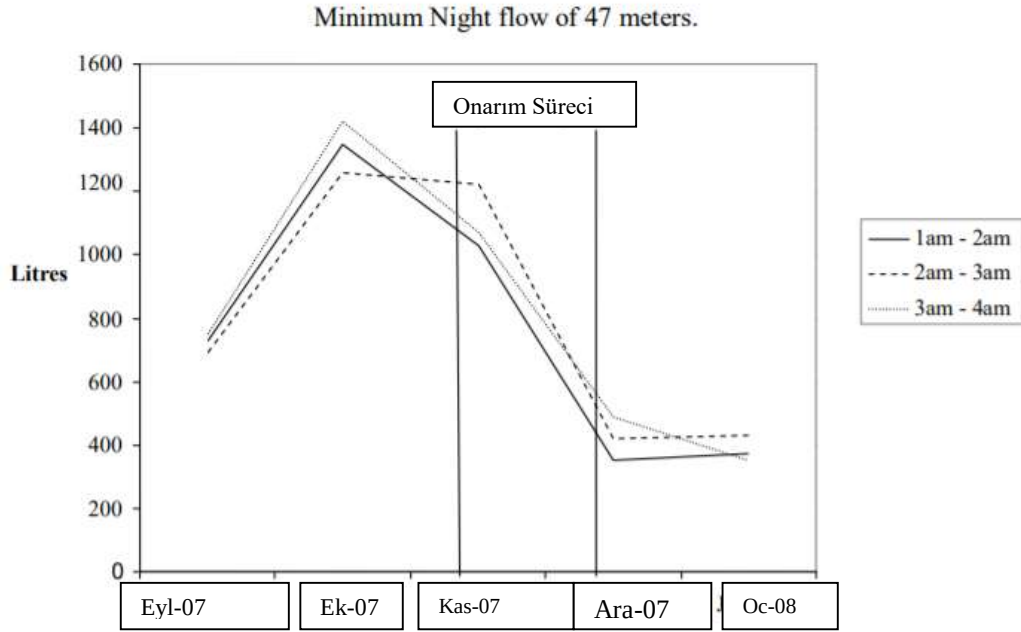
Britton vd., (2008) Hervey Bay Queensland'da, Wide Bay Water Corporation'ın Griffith Üniversitesi ile seçilen bir alt bölgede bulunan konutlardaki su sızıntısını tanımlamak için pilot ölçekli çalışma gerçekleştirmiştir. Pilot çalışmanın araştırma süreci sızıntı tespitini, konutlarda sızıntı uyarısını, sıhhi tesisat denetimini ve konutlarda yapılan anketi kapsamaktadır. Araştırma sonuçları, ölçülen konut özelliklerinin su kullanım profilini, karşılaşılan sızıntı türlerini ve sızıntı onarım maliyetini içermektedir. Bu çalışma, AMR teknolojisinin son kullanıcı seviyesindeki su kayıplarını daha doğru bir şekilde açıklayabildiğini göstermektedir. Yapılan çalışma ile otomatik ölçüm sistemini kullanarak Point Vernon bölgesi ölçüm alanındaki evsel su sızıntısını tespit ederek ve su kaybını en aza indirmek için bir onarım programı uygulanmıştır. Sızıntıları tespit etmek için iki yaklaşım uygulanmıştır;

1. Sayaç okuma işlemi sırasında alınan bir alarm aracılığıyla. 48 saat boyunca su tüketimi hiç sıfıra düşmezse sistem uyarı vermektedir.

2. Veriler yazılıma aktarıldığında okunan su tüketim profilinin gözden geçirilmesi yoluyla tespit edilebilmektedir.

23 Ekim 2007'de Point Vernon'da 2.359 konut sayacı ile yapılan çalışmada, 47 sayacın sızıntı alarmı verdiği görülmüştür. 47 sayacın tespitten 177 gün öncesi için su tüketim profilleri incelenmiştir. İncelenen veriler her sayaç için saatlik, günlük ve aylık verilere dönüştürülmüştür. Sayaç sonrası sızıntı miktarlarını ve toplam sızıntıyı değerlendirmek için, sızıntı değeri tüketim değerinden ayrılmıştır. Ortalama bir minimum gece debisi elde etmek için her bir sayaç her gün 01:00- 04:00 saatleri arasında ayrı ayrı analiz edilmiştir. Analiz sonuçları, sızıntı modelini gösteren bir grafiğe dönüştürülmüştür.

Sürekli akışı devam eden su tüketimleri sızıntı olarak kabul edilmiştir ve ani artışlar tüketim unsurları olarak kabul edilmiştir. Bu şekilde sızıntı ve tüketim değerleri birbirinden ayrılmıştır. Sızıntıları tespit edilen 47 haneye ardından müdahale programı kapsamında, olası bir sızıntı olabileceğine dair mektup gönderilmiştir. Ardından telefon ve ziyaret ile sızıntı hakkında bilgilendirme sağlanmıştır. Bunun sonucunda müdahale ile minimum gece debisindeki değişim Şekil 2.7'deki gibidir.



Şekil 2.7. Müdahale sonrası sızıntı grafiği (Britton vd. 2008)

Yapılan incelemeler sonucunda ise, özet olarak sızıntıların yüzde 46'sını tuvaletler oluşturduğu görülmüştür. Sızdıran muslukların düşük maliyetle onarılabilirdiği görülmüştür. Ayrıca, birçok evde borularda meydana gelen sızıntı hakkında bilgi sahibi olunmadığı görülmüştür. Evde meydana gelen sızıntıların ise %21'inin tuvalet ve musluklarda olduğu ancak müdahale edilemediği öğrenilmiştir.

Schultz vd. tarafından yapılan çalışma ile akıllı sayaçları sayesinde tüketicilerin su tüketim profillerini görebilmesini ve çevrim içi portaldan tüketim verilerine erişebilmeleri ile sızıntıları algılayabilmelerini sağlamak amaçlanmıştır. Akıllı su sayaçları 85000 eve takılarak, tüketicilerin su tüketimlerini saatlik olarak görebilmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda kullanıcılara tüketim bilgilerini görüntüleyebilecekleri, tüketimlerini izlemek için bir sızıntı tespit algoritması kullanabilecekleri ve bir sızıntı tespit edildiğinde metin veya e-posta iletilimleri için uyarılar ayarlayabilecekleri güvenli bir çevrimiçi portala erişim hakkı verilmiştir. Sızıntı tespiti, 24 saatlik bir süre boyunca minimum 7.5 gph akışa dayanmaktadır.

18 aylık analiz dönemi boyunca çevrimiçi portallarına en az bir kez erişen 1.614 haneden oluşan bir alt grup belirlenmiştir. Sonuçlar, herhangi bir günde, evlerin ortalama %9'unun 7.5 gph veya daha fazla sızıntıya sahip olduğunu göstermiştir; bu, birleştğinde, hizmet

bölgesindeki konut hesaplarına dağıtılan yıllık suyun %7'sini oluşturuyordu. Tüketim modeli de mevsimsel dalgalanmalar gösterdi ve yaz aylarında kışa göre daha fazla sızıntısı olduğu görülmüştür.

Raporlanan analizlerden elde edilen temel bulgular aşağıdakileri göstermiştir:

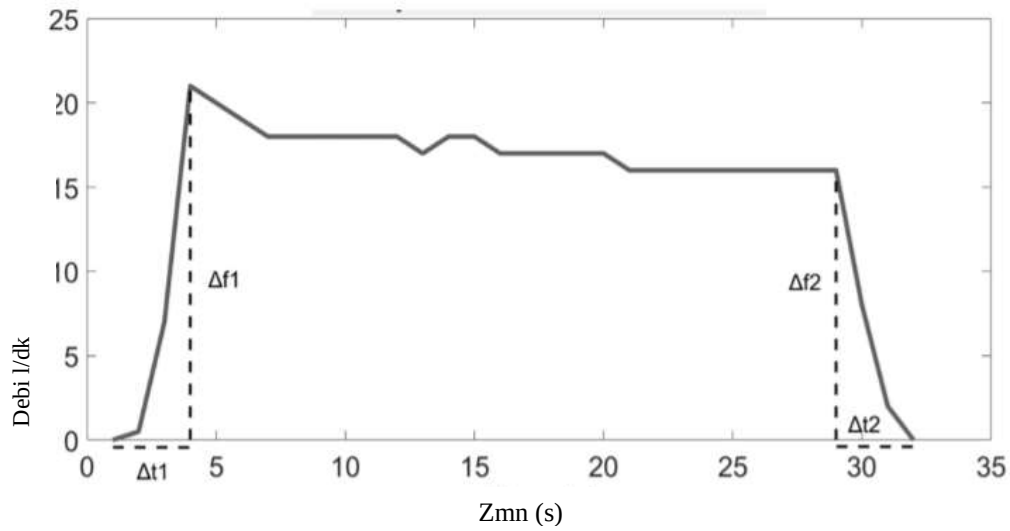
- Sızıntısı olan hanelerin çevrimiçi portallarına erişme olasılıkları daha yüksektir.
- Çevrimiçi portallarına eriştikten sonraki üç ay içinde sızıntı yaşayan tüketicilerin sayısında %50'lik bir azalma olmuştur.
- Çevrimiçi portallarına erişen haneler sızıntılarını onarmak için daha hızlıdır ve çevrimiçi erişimi olan haneler için kaydolduktan sonraki üç ay içinde yeni sızıntıların süresi, erişimi olmayan benzer hanelere göre %17 daha kısadır (sırasıyla ortalama sızıntı 19 gün ve 23 gün).

Birlikte ele alındığında, bu makalede bildirilen sonuçlar, sızıntıları tespit etmek ve konut müşterilerine bildirmek için akıllı su sayaçları kullanmanın açık faydalarını göstermektedir. Çevrimiçi portallarına erişen müşteriler, sızıntılarını daha hızlı tespit edip onardı ve sızıntıdan kaynaklanan daha az su kaybı yaşamışlardır.

Nguyen vd., (2018) yaptıkları çalışmayla akıllı su yönetim sistemi tarafından oluşturulan ayrıntılı veri kentsel su döngüsünün farklı aşamalarında önemli verimlilik elde etmek, tedarik, dağıtım, müşteri bağlılığı ve atık su arıtmında bile nasıl uygulanabileceğini detaylı bir şekilde göstermişlerdir. Bu sistemle daha iyi sızıntı tespiti, azalan pik talep, optimize edilmiş programlar ve iyileştirilmiş atık su operasyonları yönetimi nedeniyle ağ altyapısı yükseltme erteleme ile su ve sermaye maliyetlerinden tasarruf sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır. Bu çalışma ile Avustralya'daki şehirlerde bulunan konutlardan toplanan yaklaşık 200.000 numunedan oluşan bir veri tabanı kullanılarak geliştirilen Autoflow yazılımı kullanılarak, bireysel tüketicilerin kullanıcı tanımlı su tüketimi web sayfalarına giriş yaparak günlük, haftalık ve aylık tüketim tablolarını ve aynı zamanda su tüketim tablolarını görmelerini sağlamıştır. Bu yazılım aynı zamanda, arzu edilen herhangi bir mülkün veya banliyölerin su son kullanım raporlarını hızla sağlayarak su hizmeti sağlayıcılarına da yarar sağlamaktadır ve böylece tüketiciler genel olarak bilgi sahibi olmaktadır. Bu sayede, su kıtlığı dönemlerinde daha hedefli koruma programları geliştirmek, su talebi tahminini iyileştirmek ve boru ağı modellemesini optimize etmek gibi konularda genel bilgi sahibi olmak mümkün hale gelmiştir. Ayrıca sistem, büyük su sızıntıları gibi son kullanımlar için bir istisna alarmı verildiğinde su idarelerinin müdahale etmesini sağlamaktadır. Sistem tarafından oluşturulan analitik rapor, su hizmeti sağlayıcılarının farklı tüketici türlerinin su tüketim modellerini belirlemelerine yardımcı olmaktadır. Çalışma sırasında üç ayrı su son kullanım analizi okuması yapılmıştır. İlk okuma, 2010 kışında 14-28 Haziran tarihleri arasında yapılmıştır. İkinci okuma 2010-11 yazında 1 Aralık 2010 ile 21 Şubat 2011 arasında yapılmıştır. Son iki haftalık analiz dönemi 2011 kışında, 1-15 Haziran arasında gerçekleşmiştir. Bu çalışma için mevsimsel dönemler (yani sulama) boyunca tüm olay yelpazesini içeren bir veri seti elde etmek mümkün hale gelmiştir. Bu veri toplama sürecinde, hanelerin demografik özelliklerini, evde bulunan su kullanım stoğunu, su kullanım stoğunun verimliliğini ve su kullanım faaliyetleri ve davranışlarını belirlemeye yardımcı olmak için ev tipi su cihazı stok denetimleri ve kişinin bildirdiği su günlükleri

kullanılmıştır. Su denetimini yapmak için ev ziyareti sırasında, katılımcıya 14 günlük bir süre boyunca doldurması için bir su günlüğü bırakılmıştır. Ziyaret sırasında, araştırmacılar her soruyu sakinlerle konuşmuşlardır ve evin içinde dolaşarak su tüketimine bakarak, kaydetmişler ve her bir cihazın kullanımı hakkında sorular sorulmuştur. Ek olarak, tüketicilerden başlangıç ve bitiş zamanı ve her bir tüketimin kategorisi dahil olmak üzere tüm su tüketim aktivitelerini kaydetmeleri istenmiştir. Autoflow yazılımı kullanılmasıdaki temel amaç bir tüketicinin akıllı sayacından toplanan beklenmeyen bir su tüketiminin son kullanım kategorisine göre kategorize edebilen akıllı algoritmaları keşfetmektir.

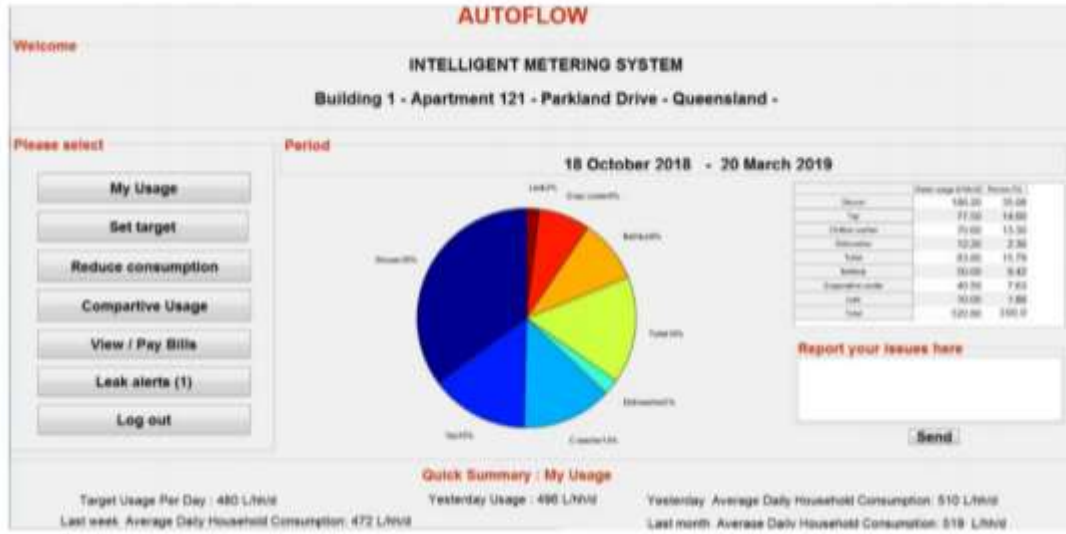
Şekil 2.8’de görünen grafikte beklenmeyen bir su tüketimi olduğu görülmektedir.



Şekil 2.8. Bilinmeyen bir tüketim için grafik örneği (Nyugen vd. 2018)

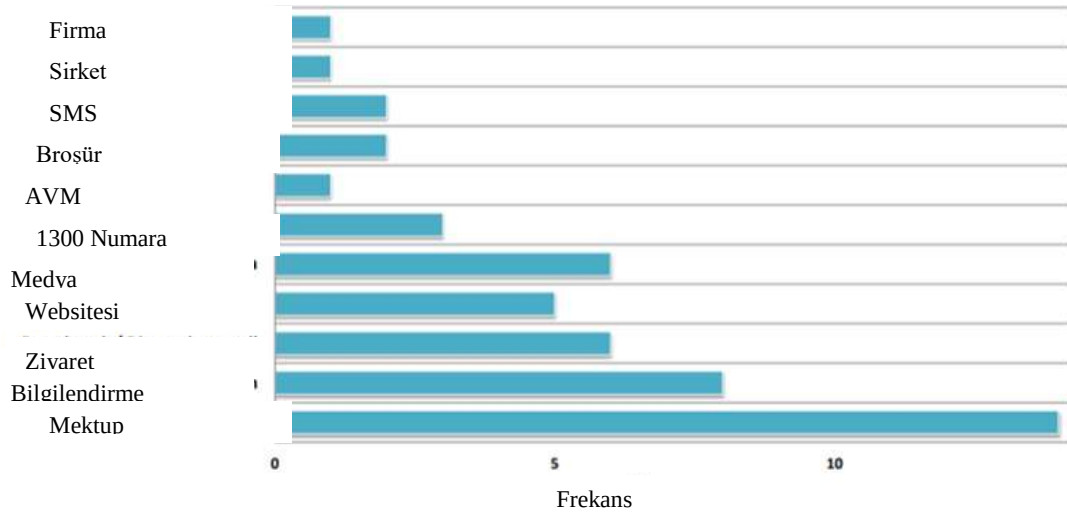
Tüketici açısından, web ve telefon uygulamaları aracılığıyla sağlanan sürekli güncellenen ve son derece ayrıntılı su son kullanım verileri, tüketim profilleri konusundaki farkındalıklarını önemli ölçüde artmıştır. Autoflow, su hizmeti sağlayıcılarına tüketicilerin su kullanımları hakkında detaylı bilgi sunabilmesi adına hizmet sağlamaktadır. Tüketiciler, gerçek zamanlı su tüketimini ve benzer demografik modellere sahip diğer hanelerle karşılaştırmaları görebilmekte, ayrıntılı son kullanım ayrıştırması veya tavsiyeler dahil olmak üzere diğer istatistiksel raporları görüntülemek için akıllı uygulama tüketimi azaltmaya yardımcı olmak için kullanılabilmekte, su sızıntısı olduğunda uyarı alınabilmekte, su aletleri ve cihazlarının mevcut verimlilik

durumu hakkında bilgi sahibi olmak mümkündür. Şekil 2.9 ‘da tüketim grafikleri ile ilgili olan tüketici ara yüzü görünmektedir.



Şekil 2.9. Autoflow - Tüketici ara yüzü (Nyugen vd. 2018)

Beal ve Flynn (2015), Avustralya ve Yeni Zelanda su işletmelerinde akıllı ölçüm (SM) ve akıllı su ağı (IWN) projelerinin uygulanmasından sonra karşılaşılan zorlukları belirlemek ve birbiriyle olan ilişkilerini ölçmeyi amaçlayan 2013 ve 2014 yıllarına ait anketleri ve derinlemesine görüşmeleri kapsayan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma, çevrimiçi bir anket ile yapılmıştır. Veriler ilk olarak, Akıllı Ölçüm Program Grubu'nun rehberliğinde bu çalışmanın amacı için özel olarak tasarlanmış bir çevrimiçi anket aracı aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonucunda bulunan temel faydalar, işletme maliyetlerindeki tasarruflar, tedarik edilen suyun azalması, daha verimli sayaç okumalarından elde edilen gelirlerin artması, müşteri ilişkilerinin iyileştirilmesi ve gelir dışı su kayıplarında azalma olmuştur. Yapılan ankette ise, kamu hizmet kuruluşlarından SM/IWN projelerini hayata geçirmeye yönelik müşteri bağlılığı yaklaşımlarını açıklamaları istenmiştir. Şekil 2.10'da bu iletişim yöntemleri ile ilgili detaylar verilmektedir.



Şekil 2.10. Tüketiciler tarafından benimsenen iletişim yaklaşımları (Beal ve Flynn 2015)

Fikejz ve Roleček (2018), yaptıkları çalışma ile su tüketimini izlemek ve sızıntı tespiti için bir akıllı su sayacı kullanımı ele alınmaktadır. Sistemin çalışma mantığı, bir yazılımın su tüketim profillerini incelemek üzerinedir. Akıllı su sayacının çalışma mantığı manuel'dir. Bir su sızıntısı tespit edilirse akıllı su sayacı, girişi kapatmak için bir küresel vana kullanılmaktadır. Sayacın ayrıca referans periyodu içinde belirlenmiş limitleri önerebilen kendi kendine öğrenme modu vardır. Sayaç ve kullanıcı arasındaki iletişim için ayrı bir uygulama arayüzü tasarlanmıştır. Tüketicilerin su kullanım alanları incelenerek 2 ayrı grupta su tüketimleri incelenmiştir;

- Gündüz maksimum devam eden su akışı için 20 dakika, (06:00 - 01:00)
- Gece maksimum devam eden su akışı için 20 dakika (1:00 - 06:00 arası) olarak limit konulmuştur.

Sürekli akış için, bu sürekli durumun sadece sınırlı bir süre boyunca sürebileceği varsayılır. Bu durum ayarlanan süreden daha uzun sürerse, bu durum sonradan istenmeyen sızıntı olarak bildirilebilmektedir.

Sürekli kalkış süreleri, manuel olarak veya kendi kendine öğrenme modu olarak adlandırılan bir temelde girilen tek limitlerle zaman dilimlerine (örneğin, gündüz/gece) bölünebilmektedir. Gözlemin ardından belirli bir algoritmaya dayanan bu tür kendi kendine öğrenme modu, aşağıdakiler gibi temel istatistiksel göstergeleri kullanarak sınırlar önermektedir:

- Ortalama
- Medyan
- Difüzyon

- Standart sapma

Önerilen akıllı su sayacı sisteminin bütünlüğü adına, su tüketimi hakkında net bilgi verecek, sızıntıları kısa mesajla bildirecek ve aynı zamanda suyun temel yönetimini sağlayacak bir uygulamanın tasarlanmıştır. Aynı zamanda uygulama internet sitesi ve mobil uygulama ile desteklenmiştir;

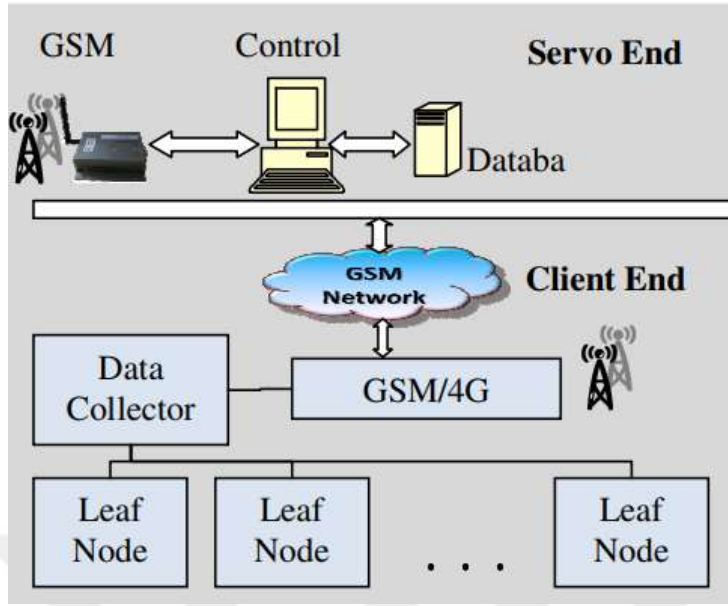
- duyarlı web uygulaması
- yerel mobil uygulama.

Temel olarak çok yönlülüğüne dayanan duyarlı bir web uygulamasının tüm avantajlarına rağmen, yerel mobil uygulama daha fazla kolaylık ve daha sezgisel kullanım kolaylığı sağlanmaktadır. Mobil uygulama ekranı Şekil 2.11’de görülmektedir.



Şekil 2.11. Çalışan bir mobil uygulama örneği (Fikejz ve Roleček 2018)

Hsia vd. (2012), gerçek zamanlı su akışı izleme ve su kaynakları yönetimi için otomatik bir sistem tasarlamayı amaçlamıştır. Çalışmada dizayn edilen şema Şekil 2.12’de gösterilmektedir.



Şekil 2.12. Önerilen sistemin çerçevesi (Hsia vd. 2012)

Ana kısım iki parça içerir: servo uç ve müşteri ucu. İstemci tarafında dijital sayaçlar, veri toplayıcı, GSM/4G modülü bulunmaktadır. Servo uç, kontrol merkezi, veri tabanı, GSM/4G modülü, bilgisayarlarla yazılım kontrolü içermektedir

Bu sistem, servo ve istemciler arasında çift yönlü iletişimdir. GSM sistemine dayalı olarak, servo komutu akıllı sayaçlara iletir ve ardından müşterilerden sayaç verilerini okumaktadır. Planlanan çerçeve iki bölüme ayrılabilir: akıllı sayaçlar için müşteri tarafı ve kontrol merkezi. İstemci tarafı, öncelikle yerel bir bölgedeki birçok su sayacı okumasını entegre eder ve sayaç verilerini kablosuz sistem aracılığıyla kontrol merkezine geri iletir. Kontrol merkezi, sayaç okuma, alma, depolama ve ardından verileri işleme talebini iletir. Sistem çerçevesi, istenen sonuçları elde etmek için donanım ve yazılımın birlikte tasarımı ile uygulanır. Yazılım yönetimi ile bu sistem, su maliyetini şarj etmek için belirli bir süre boyunca su sayacının derecesini otomatik olarak okuyabilir. Sonuçlar, yazılım düzeltmesinden sonra su akışının doğruluğunun %97'nin üzerine çıkabileceğini göstermektedir. Su sızıntısı için gerçek zamanlı izleme ile bu sistem, akıllı şehirler için su yönetiminin verimliliğini büyük ölçüde artırabilir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Akıllı Su Sayaçlarının Kullanımı

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi girişinde tüm fakültenin su tüketim değerini ölçen mekanik sayaç bulunmaktadır. Bu sayaçtan geçen su fakültedeki tüm tuvaletlerde, bölüm laboratuvarlarda, personel ofislerinde, mescitte ve kantinde kullanılmaktadır. Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde öğrenciler tarafından aktif olarak kullanılan 4 adet tuvalet bulunmaktadır. Bu tuvaletler ana tuvaletler olarak isimlendirilmiştir. Tuvaletlerin lokasyonu ise Mühendislik Fakültesi Zemin Kat, Birinci Kat, İkinci Kat ve Üçüncü Katta bulunmaktadır. Diğer katlarda bulunan tuvaletlerin ise birçoğunun kapısı kilitli ve kullanıma kapalıdır. Kullanıma kapalı veya kapısı kilitli olmasa bile, bu tuvaletlerin kullanımı 4 ana tuvaletteki kullanım kadar çok olmamaktadır. Bu sebeple öğrencilerin ve akademik personelin aktif olarak kullandığı su tüketimini değerlendirebilmek için 4 ana tuvalete 4 adet akıllı su sayacı takılmıştır. Diğer katlarda bulunan tuvaletler ve kantin, mescit gibi su tüketimi olan toplam tüketimler diğer kullanım olarak isimlendirilmiştir. Bu suların tüketimini spesifik olarak görmek mümkün olmadığı için, diğer kullanımlar bütün olarak ele alınmıştır.

Akdeniz Üniversitesi Kampüsünde bulunan Yakut Çarşısı ve Olbia Çarşısında ise tuvaletlerin kendi mekanik sayaçları bulunmaktadır. Bu mekanik sayaçlardan tuvalete giden toplam su tüketimini görmek mümkündür. Ancak akıllı su sayaçları ile daha hassas ve zamansal tüketim incelenebildiği için tuvaletlerin toplam su tüketimini ölçen mekanik sayaçlar akıllı su sayaçları ile değiştirilmiştir.

Kampüs alanındaki seçili alanlarda (Mühendislik Fakültesi- Olbia Çarşısı- Yakut Çarşısı) mekanik sayaçların akıllı su sayacı ile değiştirilmesindeki temel amaç, su tüketimlerini dakikalık/saatlik/günlük/haftalık periyotlarda daha doğru izleyebilmek, böylelikle su tüketimleri hakkında daha detaylı bilgi sahibi olabilmek ve sızıntıları normal su tüketiminden ayırabilmektir. Belli bir süre üzerinde su akışı sürekli devam ettiğinde sızıntı uyarıları alınması için akıllı su sayaçlarına uyarı tanımlamaları yapılmıştır. Minimum Gece Debisi kullanılarak gece 00:00- 05:00 arasında su akışı sürekli devam ettiğinde, bu saatler içerisinde su kullanımı olması beklenmediği için sızıntı tanımlaması yapılmıştır.

Akıllı su sayaçlarının kampüs içerisindeki montajı yapıldıktan sonraki ilk 6 ay izleme dönemi olarak nitelendirilmiştir ve sadece analizler yapılmıştır. İkinci 6 aylık müdahale döneminde ise uyarılar ve kullanıcıların sızıntı hakkında bilinçlendirilmeleri ile su sızıntılarının durumu incelenmiştir.

3.2. Saha Uygulaması İçin Kampüste Alan Seçilmesi ve Sayaç Montajı

Akdeniz Üniversitesi kampüsünde farklı lokasyonlarda bulunan ve sürekli olarak kullanıma açık olan 2 adet çarşıda ASAT ekibi ile yerinde incelemeler yapılmıştır. 2 adet çarşıdaki tuvaletlerin seçilmesindeki en büyük etken, tuvaletlerin hafta sonu da dahil olmak üzere sürekli olarak öğrenci ve personellerin kullanımına açık olmasıdır. Kampüs içerisinde incelemesi yapılan 2 adet çarşıdaki kadın ve erkek olarak ayrılmış üç umumi tuvalete ASAT ekipleri ve proje yürütücüleri tarafından akıllı su sayacı takılması uygun görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin ve personellerin sürekli olarak kullandığı bir

fakülte binasında gözlem yapılmak istendiği için, projenin yürütölmekte olduğu Çevre Mühendisliğı bölümünün bulunduğu Mühendislik Fakölte si ASAT ekibi ve proje ekibi tarafından uygun bulunmuştur. Bu alanlar seçilirken daha iyi bir analiz yapabilmek adına farklı lokasyonlardaki tuvalet olmaları ve sayaç boyutlarının farklılığı (DN 20, 25, 32, 40, 50 mm) göz önünde bulundurulmuştur. Kampüs alanına takılan akıllı su sayaçlarının çalıntıya, dışarıdan müdahaleye, hava şartlarına karşı korunaklı olmalarına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda sayaçların montaj kolaylığı, proje ekibi tarafından sayaca rahat ulaşılabilirlik ve GSM şebekesi ile veri iletimi sağlaması için yeterli sinyal seviyesinin olması özellikleri de göz önünde bulundurulmuştur.

Yapılan gözlemler ve analizler sonucunda; Akdeniz Üniversitesi kampüs alanındaki Mühendislik Fakölte sinde dört ayrı katta bulunan dört tuvalete, kampüste bulunan Olbia Çarşısı kadın ve erkek olarak ayrılmış iki tuvalete ve Yakut Çarşısında kadın ve erkek tuvaletlerinin tek olarak okumasının yapıldığı manuel sayaç yerine 15 dakika zaman aralıkları ile su tüketimini ölçen ve kaydeden, verileri belirli periyotlarda ana sunuculara gönderen ve tüketim verilerini bir web sitesinden görüntüleyebilmeyi sağlayan toplamda 7 adet akıllı su sayacı takılmıştır. Olbia bay, Olbia bayan ve Yakut Çarşısındaki akıllı su sayaçlarının otomatik kapatma vanaları iptal edilerek su tahakkuklarını düzenli olarak elde etmek mümkün hale gelmiştir. Şekil 3.1’de otomatik kapatma vanası devre dışı bırakılan Yakut Çarşısındaki akıllı su sayacı görölmektedir. 7 Akıllı Su Sayacının otomatik kapatma vanası aynı şekilde devre dışı bırakılmıştır.



Şekil 3.1. Yakut Çarşısı Tuvaletinde akıllı su sayacının otomatik kapatma vanasının devre dışı bırakılması

3.3. Olbia Çarşısı Erkek Tuvaleti Akıllı Su Sayacı Montajı

Olbia Çarşısı yaz, kış tüm dönemlerde kullanıma açık bir alandır. Burada bulunan umumi tuvalet ise aynı şekilde sürekli olarak kullanılmaktadır. Kampüste öğrencilerin ve personellerin kullanımına açık olan Olbia Çarşısı erkek tuvaletinin su tahakkuklarının ölçümü Şekil 3.2’de görönen mekanik su sayacı ile yapılmaktadır.



Şekil 3.2. Olbia Çarşısı erkek tuvaleti mekanik su sayacı

Bu mekanik sayacın arkasına 06.03.2019 tarihinde, 15 dakika zaman aralıkları ile su tüketimini ölçen ve kaydeden akıllı su sayacı takılmıştır. Şekil 3-3'te Olbia Çarşısı erkek tuvaletine takılan akıllı su sayacı ve montaj aşaması görünmektedir.



Şekil 3.3. Olbia Çarşısı erkek tuvaletinde 06.03.2019 tarihinde yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacının montajının yapılması **a)** şebeke bağlantısı yapılması; **b)** akıllı su sayacı montajı; **c)** akıllı su sayacı okuması

Sayacın montajı yapılırken hava koşullarından etkilenmemesine özen gösterilmiştir. Örneğin, sayacın yağmurdan zarar görmeyecek şekilde korunaklı bir alanda muhafaza edilmesi sağlanmıştır. Ek olarak hırsızlık, sayaca müdahale gibi olayların önüne de geçilebilmesi için korunaklı bir alanda muhafaza edilmesi önemlidir. Bu işlemler esnasında mekanik sayaç da sökülmemiştir. Böylece hem mekanik sayaçtan su tahakkuk verilerini görmek hem de akıllı su sayacından tahakkuk verilerini düzenli olarak inceleyebilmek mümkün hale getirilmiştir.

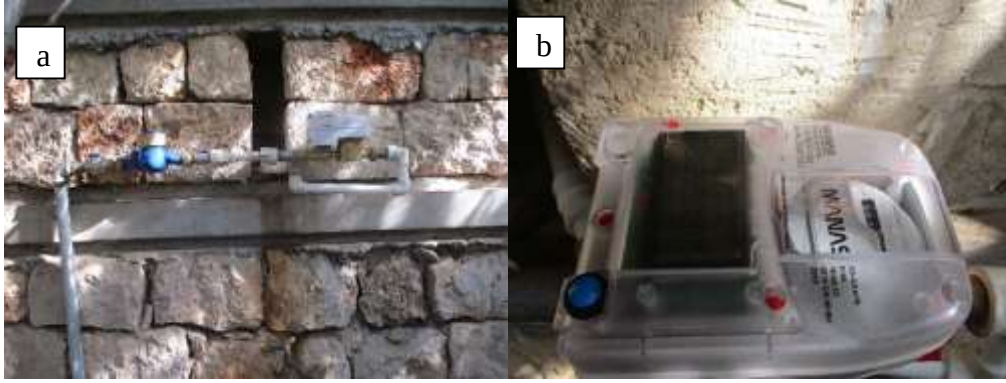
3.4. Olbia Çarşısı Kadın Tuvaleti Akıllı Su Sayacı Montajı

Olbia Çarşısında erkek tuvaleti ve kadın tuvaletlerinin su tahakkukları 2 ayrı mekanik sayaç ile ölçülmektedir. Kampüste öğrencilerin ve personellerin kullanımına açık olan Olbia Çarşısı kadın tuvaletinin su tahakkuklarının ölçümü Şekil 3.4'te görünen mekanik su sayacı ile yapılmaktadır.



Şekil 3.4. Olbia Çarşısı kadın tuvaleti mekanik su sayacı

Bu mekanik sayacın arkasına 06.03.2019 tarihinde, 15 dakika zaman aralıkları ile su tüketimini ölçen ve kaydeden akıllı su sayacı takılmıştır. Şekil 3.5'te Olbia Çarşısı kadın tuvaletine takılan akıllı su sayacı ve montaj aşaması görünmektedir.



Şekil 3.5. Olbia Çarşısı bayan tuvaletinde 06.03.2019 tarihinde yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacının montajının yapılması **a)** akıllı su sayacı montajı; **b)** akıllı su sayacı okuması

3.5. Yakut Çarşısı Tuvalet Akıllı Su Sayacı Montajı

Yakut Çarşısı yaz, kış tüm dönemlerde kullanıma açık bir alandır. Burada bulunan umumi tuvalet ise aynı şekilde sürekli olarak kullanılmaktadır. Kampüste yoğun öğrencilerin ve personellerin sık sık gittiği Yakut Çarşısı'nın kadın ve erkek tuvaletlerinin su tahakkuklarının ölçümü mekanik su sayacı ile yapılmaktadır. Yakut Çarşısında bulunan tüm kafelerin su sayaçları kapalı bir dolapta bulunmaktadır. Kadın ve erkek tuvaletleri için ölçüm yapan mekanik su sayacı sökülerek yerine Şekil 3.6'da görünen akıllı su sayacı 05.03.2019 tarihinde Yakut Çarşısına takılmıştır.



Şekil 3.6. Yakut Çarşısı tuvaletinde akıllı su sayacının montajının yapılması

3.6. Mühendislik Fakültesi Tuvaletlerine Akıllı Su Sayacı Montajı

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde zemin kat, birinci kat, ikinci kat ve üçüncü kata olmak üzere toplamda 4 adet akıllı su sayacı takılmıştır. Bu sayaç ile kız ve erkek öğrencilerin kullanmakta olduğu iki adet tuvaletin toplam su tüketimini ölçmektedir. Özellikle GSM şebeke sinyalleri önemli olduğu için, zemin katta ilk etapta takılan 20.04.2019 tarihinde takılan akıllı su sayacından sinyal alınamaması nedeniyle 25.04.2019 tarihinde daha yüksek bir seviyeye montajı yapılmıştır. Mühendislik fakültesine takılan 4 sayacın da otomatik kapatma vanası aktif bırakılmıştır. Üçüncü kat Tuvaletine takılan sayaç sadece personel kullanımına açıktır. Şekil 3.7’ de mühendislik fakültesi zemin kata takılan akıllı su sayacı ve boru hattı görülmektedir.



Şekil 3.7. Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaletine yeni bir su hattı oluşturularak takılan akıllı su sayacı montajının yapılması

19.04.2019 tarihinde Mühendislik Fakültesi Birinci kata yeni bir su hattı oluşturularak takılan akıllı su sayacı görülmektedir. Şekil 3.8’de takılan akıllı su sayacı verilmektedir.



Şekil 3.8. Mühendislik Fakültesi birinci kata yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacı montajının yapılması

19.04.2019 tarihinde Mühendislik Fakültesi İkinci kata yeni bir su hattı oluşturularak takılan akıllı su sayacı takılmıştır. Şekil 3.9’da takılan akıllı su sayacı verilmektedir.



Şekil 3.9. Mühendislik Fakültesi ikinci kata yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacı montajının yapılması

01.05.2019 tarihinde Mühendislik Fakültesi üçüncü katta sadece personellerin kullanımına açık olan tuvalete yeni bir su hattı oluşturularak takılan akıllı su sayacı takılmıştır. Şekil 3.10’da ise takılan akıllı su sayacı verilmektedir.



Şekil 3.10. Mühendislik Fakültesi üçüncü kata yeni bir su hattı oluşturularak akıllı su sayacı montajının yapılması

3.7. Akdeniz Üniversitesi Kampüsüne Takılan Akıllı Su Sayaçlarının Özellikleri

3.7.1. Akıllı su sayaçlarının boyutları

Proje kapsamında ilk altı aylık süre boyunca Akdeniz Üniversitesi kampüsüne takılan toplam 7 akıllı su sayacının su tüketim profillerinin izlenmesi, ikinci altı aylık sürede ise aktif müdahale ve yetkilileri bilgilendirme olarak iki ayrı süreç izlenmiştir. Dolayısıyla, izleme dönemleri ilk montaj tarihlerine göre toplam bir yıllık süreyi içerek şekilde devam etmiştir. Su sayaçlarının ölçüm doğruluğu, sayaç tarafından ölçülen debi seviyesinden büyük ölçüde etkilenir. Su sayaçlarının boyutuna ve tipine bağlı olarak genellikle dört debi seviyesi tanımlanır; minimum akış hızı (Q1), geçiş akış hızı (Q2), nominal akış hızı (Q3) ve maksimum akış hızı (Q4). Mühendislik fakültesi zemin kat, birinci kat ve ikinci kata takılan sayaçların çapları DN32 iken üçüncü kata takılan sayacın boyutu DN25'tir. Yakut çarşısı ve Olbia Çarşısındaki tuvaletlere takılan akıllı su sayaçlarının boyutu DN20'dir. Çizelge 3.1' de kampüs alanına takılan akıllı su sayaçlarının özellikleri verilmektedir.

Çizelge 3.1. Kampüste kullanılan farklı boyutlardaki sayaçlar için debi ölçüm seviyeleri

Sayaç Boyutu (mm)	Q1 (L/sa)	Q2 (L/sa)	Q3 (L/sa)	Q4 (L/sa)
DN20	16,0	25,6	1600	2000
DN25	39,4	63	6300	7900
DN32	62,5	100	10000	13000

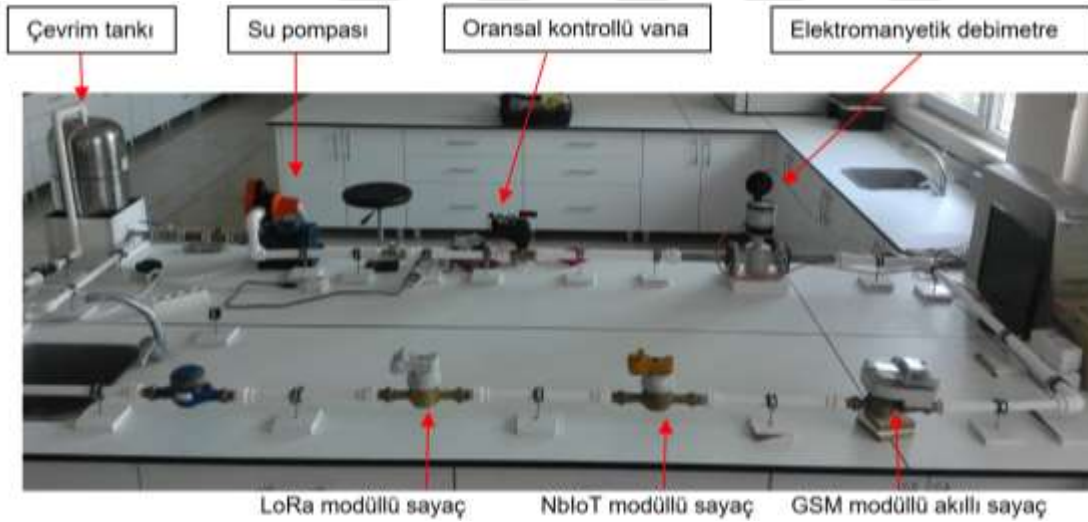
Çizelge 3.2’de ise Akdeniz Üniversitesi kampüsüne takılan akıllı su sayaçlarının özellikleri verilmektedir. Sayaçların hırsızlık, sayaca müdahale, hava koşulları (yağmur, kar vb) gibi olayların önüne de geçilebilmesi için korunaklı bir alanda muhafaza edilmesi için kılıf ve kapaklar yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Kampüse takılan akıllı su sayaç çapları (anma çapı)

Abone Adı	Kategori	Sayaç çapı (mm)	Sayaç koruması
Akdeniz Üniv. Mühendislik Fakültesi – Zemin Kat	Fakülte Tuvaleti	32	Kapalı Mekan
Akdeniz Üniv. Mühendislik Fakültesi – 1. Kat	Fakülte Tuvaleti	32	Kapalı Mekan
Akdeniz Üniv. Mühendislik Fakültesi – 2. Kat	Fakülte Tuvaleti	32	Kapalı Mekan
Akdeniz Üniv. Mühendislik Fakültesi – 3. Kat	Fakülte Tuvaleti	25	Kapalı Mekan
Olbia Çarşısı Bayan Tuvaleti	Tuvalet	20	Kılıf/Metal Kapak
Olbia Çarşısı Bay Tuvaleti	Tuvalet	20	Kılıf
Yakut Çarşısı Umumi Tuvalet	Tuvalet	20	Kapalı Metal Dolap

3.7.2. Akıllı su sayaçlarının çalışma prensipleri

Temel olarak akıllı su sayaçları sürekli olarak elektronik okuma yapabilen ve su tüketiminin gösterilmesini sağlayan bir cihaza bağlı normal bir su sayacıdır. Sayaç kadranı manuel olarak okuma ihtiyacını ortadan kaldırır. Verileri haberleşme modülleri sayesinde sayaçtan aldığı verileri internet aracılığıyla aktarmayı sağlar. Haberleşme modülünün ve haberleşme periyot sıklığının seçilebilmesi için, Akdeniz Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümü laboratuvarında denemeler yapılmıştır. Akıllı su sayaçlarının veri aktarımı ve haberleşme periyotlarının (24 saatte bir kez, 12 saatte bir kez veya 6 saatte bir kez haberleşme) seçilebilmesi için Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği bölümü laboratuvarında GSM, LoRa ve NBIoT sistemleri ile pilot bir şebeke kurularak veri aktarımı performansı incelenmiştir. Şekil 3.11’de laboratuvara kurulan pilot şebeke verilmektedir. Kurulan GSM, LoRa ve NBIOT haberleşme modüllerinden GSM ile çalışılması tercih edilmiştir. Laboratuvarında kurulan pilot şebekede aşırı/kontROLSÜZ su tüketimlerini izlemek, tespit etmek ve yönetmek amacı ile GSM haberleşme modülüne sahip akıllı su sayaçlarına en uygun şekilde çalışacak bir yazılım eklenmiştir. GSM modüllü akıllı sayaç için yazılım geliştirilmesi sonrasında 15 dakika zaman aralıkları ile su tüketim değerlerinin ölçülmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.11. Laboratuvarında kurulan su şebekesinde yer alan ekipmanlar ve bileşenler

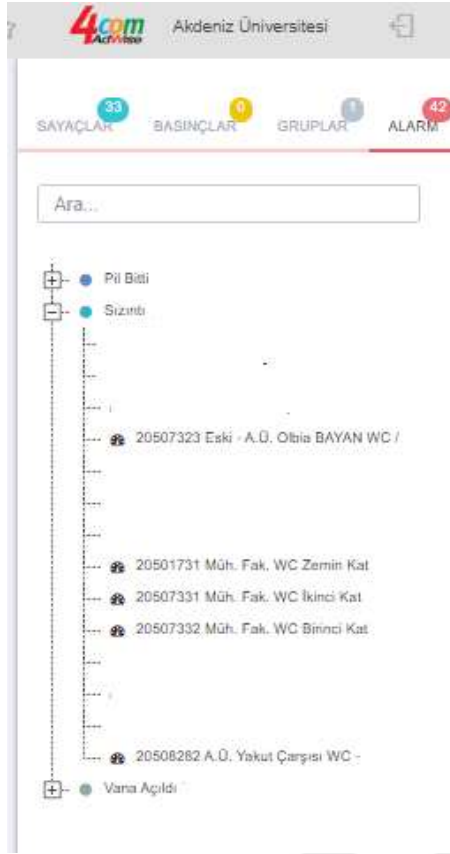
Geliştirilen yazılım sonrasında akıllı sayaçlardan uzaktan okuma teknolojisi ile 15 dakika zaman aralıkları ile su tüketim verileri alınmakta, su abonelerinin sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ su tüketimlerini tespit etmek üzere kullanıcıya bir web sitesi aracılığıyla tahakkuk verilerini görüntüleyebilmeyi mümkün kılmıştır. Ek olarak geliştirilen ara yüz ile uzaktan vanayı açmak veya kapatmak, sayaca yeni iş emirleri oluşturabilmek mümkündür. Aşırı/kontROLSÜZ su tüketimi uyarısı vermeyi de sağlayan yazılım sayesinde web sitesine girmeden telefon, tablet, e-mail gibi seçilen ara yüze uyarı gelmektedir. Gelen uyarılar;

-Sızıntı uyarısı: Her abone için uygulanabilir basit bir sızıntı uyarı koşulu tanımlanmıştır. Bu yaklaşımda su tüketimleri akıllı sayaç ile her 2 dakika zaman aralığı ile ölçülmekte ve her iki dakikada 1 litre (30 litre/saat) ve üzeri debi akışı olup olmadığı kontrol edilmektedir. Akıllı sayaç her 2 dakikalık sürede 1 litre ve üzeri akışı ölçtüğü durumda sızıntı uyarısı vermekte, aksi durumda ise sızıntı uyarısı oluşmamaktadır. Farklı bir tabir ile akıllı sayaç her 2 dakikalık sürede 1 litre ve üzeri akışı ölçebildiği durumda sızıntı uyarısı vermekte, aksi durumda ise sızıntı uyarısı vermemektedir. Farklı bir tanımlama ile sızıntı uyarısı için her iki dakikalık süre içinde sayaçta tüketim değerinin “sıfır” olup/olmadığı koşulu sürekli olarak kontrol edilir. Her abone ile sızıntı olup olmadığını kontrol etmek için kullanıcıya özgü haberleşme periyodu (her 1 saat, 2 saat, 3 saat, 4 saat, 6 saat, 8 saat, 12 saat veya 24 saat) tanımlanabilmektedir. Haberleşme zamanının başlangıcı her abone için istenilen saat (örnek olarak 01:00, 02:00, 06:00 vb.) olarak seçilebilmektedir. Böylece her abone için sızıntı kontrolü için incelenmek istenen zamanın başlangıcı ve süresi tanımlanabilmektedir. Sızıntı uyarısının web sitesindeki görünümü Şekil 3.12’te verilmektedir.

-Aşırı/kontrolsüz su tüketimi uyarısı: Her iki dakikalık süre içinde tüketim değerinin sayaç için tanımlanan “aşırı tüketim” değerini aşp/aşmadığı koşulu sürekli olarak kontrol edilir. Sayaçtan sürekli yüksek debide akış olması su tesisatında belirgin arıza olması, açık bırakılan musluk, musluk çalınması vb. durumlarda görülmektedir.

-Kapatma vanasının uzaktan kontrolü: Yazılım ile uzaktan kapatma vanasının i. önceden tanımlanan süreler (su tüketimi olmayan gece saatleri, hafta sonu, tatil günleri vb.), ii. sızıntı uyarısı alınınca, iii. aşırı/kontrolsüz su tüketimi uyarısı sonrası otomatik olarak ve tamamen kapatılması sağlanabilmektedir. Planlı vana kapatma işlemi için vananın kapatılacağı zamanı bildirmek için iş emirleri oluşturulmaktadır. Sayaç merkez ile ilk haberleşme anında iş emrini alır ve uygular.

-Pil uyarısı: Akıllı sayacın enerjisi lityum pil ile karşılanmakta olup, yaklaşık 5 yıl kullanım ömrü vardır. Pil zayıfladığı zaman, uyarı vermektedir.



Şekil 3.12. Akıllı sayaçtan alınan verilere göre web sitesinden alınan uyarıların görüldüğü ekran

3.7.3. Akıllı su sayacından aktarılan tahakkuk değerlerinin incelenmesi

Kampüs içerisindeki sızıntılar genel olarak temin ve dağıtım hatları ile servis bağlantılarında veya açık unutulmuş/ihmal edilen musluk, rezervuar gibi alanlarda oluşmaktadır. Sızıntılar 24 saat boyunca kesintisiz olarak devam edebilmektedir. Ancak öğrencilerin ve personelin yoğun olarak kampüste bulunduğu saatlerde su tüketimlerinde değişiklikler görülmektedir. En fazla su tüketiminin personel ve öğrenciler kampüste olduğu için sabah ve öğlen saatlerinde olması, en az su tüketiminin ise gece saatlerinde olması beklenmektedir. Bu sebeple kampüsteki sayaç sonrası sızıntıların tespit edilebilmesi için minimum gece debisi kullanılmıştır.

Hesaplama yöntemi adımları aşağıdaki gibidir;

- Sayaçlardan saatlik veya 15 dakikalık zaman aralıklarında elde edilen veriler su tahakkuku olarak ifade edilmektedir.
- Elde edilen su tahakkukları incelenen verinin ait olduğu zaman dilimi içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamını ifade etmektedir.
- Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için saatlik veya 15 dakika aralıklı su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir.

- Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir.
- Saatlik su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, saatlik su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.
- Belirtilen tüm hesaplar Microsoft Excel programı kullanılarak yapılmıştır.

Sayaçlardan 15 dakikada bir alınan veriler, Şekil 3.13'te görüldüğü gibi bir excel dosyasına aktarılmıştır

Zaman	Tüketim(m3)	Tüketim(L/15dk)
15/07/2019 00:00	0,01	10
15/07/2019 00:15	0,011	11
15/07/2019 00:30	0,01	10
15/07/2019 00:45	0,01	10
15/07/2019 01:00	0,016	16
15/07/2019 01:15	0,011	11
15/07/2019 01:30	0,01	10
15/07/2019 01:45	0,01	10
15/07/2019 02:00	0,01	10
15/07/2019 02:15	0,011	11
15/07/2019 02:30	0,01	10
15/07/2019 02:45	0,01	10
15/07/2019 03:00	0,01	10
15/07/2019 03:15	0,01	10
15/07/2019 03:30	0,01	10
15/07/2019 03:45	0,01	10
15/07/2019 04:00	0,013	13
15/07/2019 04:15	0,01	10
15/07/2019 04:30	0,01	10
15/07/2019 04:45	0,01	10
15/07/2019 05:00	0,01	10
15/07/2019 05:15	0,011	11
15/07/2019 05:30	0,01	10
15/07/2019 05:45	0,01	10
15/07/2019 06:00	0,01	10
15/07/2019 06:15	0,01	10
15/07/2019 06:30	0,013	13
15/07/2019 06:45	0,01	10
15/07/2019 07:00	0,01	10
15/07/2019 07:15	0,01	10
15/07/2019 07:30	0,009	9
15/07/2019 07:45	0,01	10
15/07/2019 08:00	0,01	10
15/07/2019 08:15	0,01	10
15/07/2019 08:30	0,009	9
15/07/2019 08:45	0,01	10
15/07/2019 09:00	0,009	9
15/07/2019 09:15	0,01	10
15/07/2019 09:30	0,009	9
15/07/2019 09:45	0,011	11
15/07/2019 10:00	0,009	9

Şekil 3.13. 15/07/2021 Tarihi için mühendislik fakültesi zemin kattaki 15 dakikalık su tahakkuk değerleri

Zaman	Tüketim(m3)	Tüketim(L/15dk)
15/07/2019 10:15	0,01	10
15/07/2019 10:30	0,01	10
15/07/2019 10:45	0,02	20
15/07/2019 11:00	0,016	16
15/07/2019 11:15	0,01	10
15/07/2019 11:30	0,011	11
15/07/2019 11:45	0,01	10
15/07/2019 12:00	0,01	10
15/07/2019 12:15	0,011	11
15/07/2019 12:30	0,01	10
15/07/2019 12:45	0,01	10
15/07/2019 13:00	0,011	11
15/07/2019 13:15	0,01	10
15/07/2019 13:30	0,011	11
15/07/2019 13:45	0,017	17
15/07/2019 14:00	0,016	16
15/07/2019 14:15	0,018	18
15/07/2019 14:30	0,01	10
15/07/2019 14:45	0,011	11
15/07/2019 15:00	0,01	10
15/07/2019 15:15	0,017	17
15/07/2019 15:30	0,013	13
15/07/2019 15:45	0,013	13
15/07/2019 16:00	0,01	10
15/07/2019 16:15	0,023	23
15/07/2019 16:30	0,011	11
15/07/2019 16:45	0,012	12
15/07/2019 17:00	0,012	12
15/07/2019 17:15	0,01	10
15/07/2019 17:30	0,062	62
15/07/2019 17:45	0,022	22
15/07/2019 18:00	0,012	12
15/07/2019 18:15	0,011	11
15/07/2019 18:30	0,014	14
15/07/2019 18:45	0,011	11
15/07/2019 19:00	0,01	10
15/07/2019 19:15	0,018	18
15/07/2019 19:30	0,011	11
15/07/2019 19:45	0,014	14
15/07/2019 20:00	0,023	23
15/07/2019 20:15	0,012	12

Şekil 3.13'ün devamı

Zaman	Tüketim(m3)	Tüketim(L/15dk)
15/07/2019 20:30	0,01	10
15/07/2019 20:45	0,011	11
15/07/2019 21:00	0,01	10
15/07/2019 21:15	0,01	10
15/07/2019 21:30	0,011	11
15/07/2019 21:45	0,01	10
15/07/2019 22:00	0,035	35
15/07/2019 22:15	0,01	10
15/07/2019 22:30	0,011	11
15/07/2019 22:45	0,018	18
15/07/2019 23:00	0,01	10
15/07/2019 23:15	0,01	10
15/07/2019 23:30	0,011	11
15/07/2019 23:45	0,011	11
16/07/2019 00:00	0,01	10
16/07/2019 00:15	0,011	11
16/07/2019 00:30	0,017	17
16/07/2019 00:45	0,011	11
16/07/2019 01:00	0,01	10
16/07/2019 01:15	0,011	11
16/07/2019 01:30	0,011	11
16/07/2019 01:45	0,01	10
16/07/2019 02:00	0,01	10
16/07/2019 02:15	0,01	10
16/07/2019 02:30	0,011	11
16/07/2019 02:45	0,01	10
16/07/2019 03:00	0,01	10
16/07/2019 03:15	0,011	11
16/07/2019 03:30	0,01	10
16/07/2019 03:45	0,01	10
16/07/2019 04:00	0,011	11
16/07/2019 04:15	0,01	10
16/07/2019 04:30	0,01	10
16/07/2019 04:45	0,01	10
16/07/2019 05:00	0,023	23
16/07/2019 05:15	0,017	17
16/07/2019 05:30	0,01	10
16/07/2019 05:45	0,01	10
16/07/2019 06:00	0,011	11
16/07/2019 06:15	0,011	11
16/07/2019 06:30	0,01	10

Şekil 3.13'ün devamı

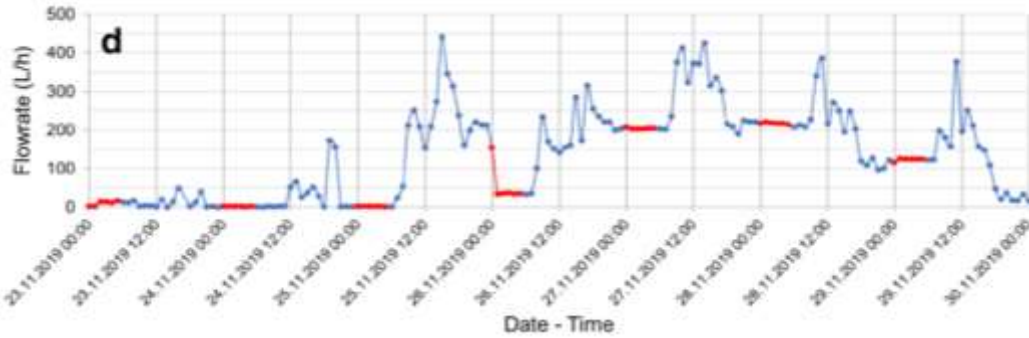
Akıllı Su Sayaçlarından aktarılan tahakkuk değerlerinin her gün ve her 15 dakikalık periyotlarda aktarılmış olması önemlidir. Aktarılan tahakkukların sonrasında minimum gece debisi değerlerinin hangi saatler arasında alınacağı tespit edilmiştir. Kampüs içerisindeki tüm alanlar için minimum gece debisi saat 00:00 ile 05:00 arasında seçilmiştir.

Minimum gece debisi olan saatlerde su tüketiminin en az veya sıfır olması beklenmektedir. Sabit olarak sürekli devam eden tüketimler bu sebeple sayaç sonrası sızıntı olarak düşünülmektedir. Kampüs alanı içerisinde yerinde gözlem ve tespitler ile gece saat 00:00 ile 05:00 arasında sayaç sonrası sızıntı olup olmadığı doğrulanmıştır.

3.7.4. Sayaç sonrası sızıntıların hesaplanması

Sayaç sonrası sızıntılar hesaplanırken excel dosyaları oluşturularak grafiklerle sızıntı incelemeleri yapılmıştır. İlk olarak Akıllı su sayaçlarından web sitesine aktarılan tüm tahakkuk değerleri 15 dakikalık periyotlar halinde excel dosyalarına gün gün aktarılmıştır. Ardından, minimum gece debisinde (00:00 – 05:00) kampüs alanı içerisindeki tüketimler incelenmiştir. Su tüketimin sürekliliğine veya miktarına bağlı olarak tüm gün boyunca tüketilen su miktarı ile kıyaslanarak sızıntı olup olmadığına karar verilmiştir. 24 saatlik zaman süresince Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaletindeki en düşük debi ve aktif olarak suyun tüketilmediği gece 00:00-05:00 saatleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Eğer su akışı arka planda sürekli olarak devam ediyorsa, sayaç sonrası sızıntı olarak değerlendirilmiştir.

Minimum gece debisi hesaplaması yapılırken, 00:00-05:00 arasında olan su tüketimi değerleri kullanılmaktadır. Bu saatler arasında su tüketiminin minimum olması ya da en az seviyede olması beklenmektedir. Değerler excel tablosuna aktarılırken, grafiklerden de su kullanımını inceleyebilmek mümkündür. Şekil 3-14'te minimum gece debisinin normal su tüketimi ile farkı gösterilmektedir. Kırmızı ile işaretli olan tüketim değerleri 00:00-05:00 arasında su tüketiminin en az olması veya olmaması gereken zaman dilimini göstermektedir.



Şekil 3.14. Seçilen bir hafta içerisindeki minimum gece debisinin incelenmesi

Minimum Gece Debisi olarak kabul edilen tüketim değerlerinde hiçbir artış veya azalma olmamaktadır. Sabit olarak sürekli akışı devam eden bu tüketim değerleri sızıntı olarak nitelendirilmiştir. Açık unutulmuş bir musluk, rezervuar veya boru bağlantılarında meydana gelen bir arıza sonucu sürekli akış devam etmiş olabilir. Tüketim değerleri gün içerisinde artış ve azalma yaşarken, minimum gece debisi periyodunda incelenen sızıntı değerleri sürekli sabit miktarda olmaktadır.

Şekil 3.15'te sayaçtan aktarım yapılan 15 dakikalık periyotlardaki su tahakkuk değerlerinin Tahakkuk, Tüketim ve Sızıntı olarak üç ayrı kategoride dakika ve saat birimlerinde excel formatına aktarılmış hali verilmektedir. Tüketim miktarı tahakkuk miktarı ile sızıntı miktarı arasındaki farktan elde edilmektedir.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Zaman	Tahakkuk (m3/15 dk)	Tahakkuk (L/15 dk)	Tahakkuk (L/sa)	Sızıntı (L/15 dk)	Sızıntı (L/sa)	Tüketim (L/15 dk)	Tüketim (L/sa)
2	15/07/2019 00:00	0,01	10	40	10	40	0	0
3	15/07/2019 00:15	0,011	11	44	11	44	0	0
4	15/07/2019 00:30	0,01	10	40	10	40	0	0
5	15/07/2019 00:45	0,01	10	40	10	40	0	0
6	15/07/2019 01:00	0,016	16	64	16	64	0	0
7	15/07/2019 01:15	0,011	11	44	11	44	0	0
8	15/07/2019 01:30	0,01	10	40	10	40	0	0
9	15/07/2019 01:45	0,01	10	40	10	40	0	0
10	15/07/2019 02:00	0,01	10	40	10	40	0	0
11	15/07/2019 02:15	0,011	11	44	11	44	0	0
12	15/07/2019 02:30	0,01	10	40	10	40	0	0
13	15/07/2019 02:45	0,01	10	40	10	40	0	0
14	15/07/2019 03:00	0,01	10	40	10	40	0	0
15	15/07/2019 03:15	0,01	10	40	10	40	0	0
16	15/07/2019 03:30	0,01	10	40	10	40	0	0
17	15/07/2019 03:45	0,01	10	40	10	40	0	0
18	15/07/2019 04:00	0,013	13	52	13	52	0	0
19	15/07/2019 04:15	0,01	10	40	10	40	0	0
20	15/07/2019 04:30	0,01	10	40	10	40	0	0
21	15/07/2019 04:45	0,01	10	40	10	40	0	0
22	15/07/2019 05:00	0,01	10	40	10	40	0	0
23	15/07/2019 05:15	0,011	11	44	11	44	0	0
24	15/07/2019 05:30	0,01	10	40	10	40	0	0
25	15/07/2019 05:45	0,01	10	40	10	40	0	0
26	15/07/2019 06:00	0,01	10	40	10	40	0	0
27	15/07/2019 06:15	0,01	10	40	10	40	0	0
28	15/07/2019 06:30	0,013	13	52	13	52	0	0
29	15/07/2019 06:45	0,01	10	40	10	40	0	0
30	15/07/2019 07:00	0,01	10	40	10	40	0	0
31	15/07/2019 07:15	0,01	10	40	10	40	0	0
32	15/07/2019 07:30	0,009	9	36	9	36	0	0
33	15/07/2019 07:45	0,01	10	40	10	40	0	0
34	15/07/2019 08:00	0,01	10	40	10	40	0	0
35	15/07/2019 08:15	0,01	10	40	10	40	0	0
36	15/07/2019 08:30	0,009	9	36	9	36	0	0
37	15/07/2019 08:45	0,01	10	40	10	40	0	0
38	15/07/2019 09:00	0,009	9	36	9	36	0	0
39	15/07/2019 09:15	0,01	10	40	9	36	1	4
40	15/07/2019 09:30	0,009	9	36	9	36	0	0
41	15/07/2019 09:45	0,011	11	44	9	36	2	8
	amCharts	01.07 - 07.07.2019	09.07-14.07.2019	15.07 - 21.07.2019	22.07-28.07 2019	Temmuz su		

Şekil 3.15. 15/07/2021 Tarihi için mühendislik fakültesi zemin kattaki tahakkuk, tüketim ve sızıntı değerleri

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Zaman	Tahakkuk (m3/15 dk)	Tahakkuk (l/15 dk)	Tahakkuk (l/15 dk)	Sızıntı (l/15 dk)	Sızıntı (l/15 dk)	Tüketim (l/15 dk)	Tüketim (l/15 dk)
41	15/07/2019 09:45	0,011	11	44	9	36	2	8
42	15/07/2019 10:00	0,009	9	36	9	36	0	0
43	15/07/2019 10:15	0,01	10	40	9	36	1	4
44	15/07/2019 10:30	0,01	10	40	9	36	1	4
45	15/07/2019 10:45	0,02	20	80	9	36	11	44
46	15/07/2019 11:00	0,016	16	64	9	36	7	28
47	15/07/2019 11:15	0,01	10	40	9	36	1	4
48	15/07/2019 11:30	0,011	11	44	9	36	2	8
49	15/07/2019 11:45	0,01	10	40	9	36	1	4
50	15/07/2019 12:00	0,01	10	40	9	36	1	4
51	15/07/2019 12:15	0,011	11	44	9	36	2	8
52	15/07/2019 12:30	0,01	10	40	9	36	1	4
53	15/07/2019 12:45	0,01	10	40	9	36	1	4
54	15/07/2019 13:00	0,011	11	44	9	36	2	8
55	15/07/2019 13:15	0,01	10	40	9	36	1	4
56	15/07/2019 13:30	0,011	11	44	9	36	2	8
57	15/07/2019 13:45	0,017	17	68	9	36	8	32
58	15/07/2019 14:00	0,016	16	64	9	36	7	28
59	15/07/2019 14:15	0,018	18	72	9	36	9	36
60	15/07/2019 14:30	0,01	10	40	9	36	1	4
61	15/07/2019 14:45	0,011	11	44	9	36	2	8
62	15/07/2019 15:00	0,01	10	40	9	36	1	4
63	15/07/2019 15:15	0,017	17	68	9	36	8	32
64	15/07/2019 15:30	0,013	13	52	9	36	4	16
65	15/07/2019 15:45	0,013	13	52	9	36	4	16
66	15/07/2019 16:00	0,01	10	40	9	36	1	4
67	15/07/2019 16:15	0,023	23	92	9	36	14	56
68	15/07/2019 16:30	0,011	11	44	9	36	2	8
69	15/07/2019 16:45	0,012	12	48	9	36	3	12
70	15/07/2019 17:00	0,012	12	48	9	36	3	12
71	15/07/2019 17:15	0,01	10	40	9	36	1	4
72	15/07/2019 17:30	0,062	62	248	9	36	53	212
73	15/07/2019 17:45	0,022	22	88	9	36	13	52
74	15/07/2019 18:00	0,012	12	48	9	36	3	12
75	15/07/2019 18:15	0,011	11	44	9	36	2	8
76	15/07/2019 18:30	0,014	14	56	9	36	5	20
77	15/07/2019 18:45	0,011	11	44	9	36	2	8
78	15/07/2019 19:00	0,01	10	40	9	36	1	4
79	15/07/2019 19:15	0,018	18	72	9	36	9	36
80	15/07/2019 19:30	0,011	11	44	9	36	2	8

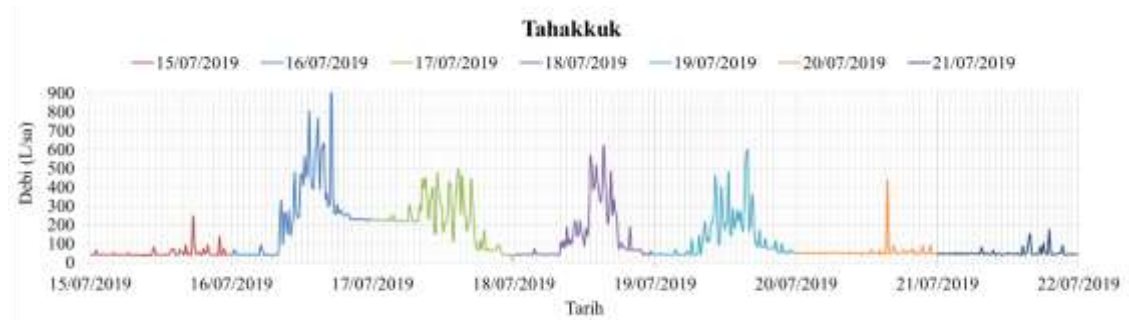
Şekil 3.15 'in devamı

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Zaman	Tahakkuk (m3/15 dk)	Tahakkuk (L/15 dk)	Tahakkuk (L/sa)	Sızıntı (L/15 dk)	Sızıntı (L/sa)	Tüketim (L/15 dk)	Tüketim (L/sa)	
168	16/07/2019 17:30	0,007	67	268	56	224	11	44
169	16/07/2019 17:45	0,004	64	256	56	224	8	32
170	16/07/2019 18:00	0,077	77	308	56	224	21	84
171	16/07/2019 18:15	0,005	65	260	56	224	9	36
172	16/07/2019 18:30	0,07	70	280	56	224	14	56
173	16/07/2019 18:45	0,007	67	268	56	224	11	44
174	16/07/2019 19:00	0,003	63	252	56	224	7	28
175	16/07/2019 19:15	0,002	62	248	56	224	6	24
176	16/07/2019 19:30	0,003	63	252	56	224	7	28
177	16/07/2019 19:45	0,005	65	260	56	224	9	36
178	16/07/2019 20:00	0,002	62	248	56	224	6	24
179	16/07/2019 20:15	0,007	67	268	56	224	11	44
180	16/07/2019 20:30	0,008	68	272	56	224	12	48
181	16/07/2019 20:45	0,008	68	272	56	224	12	48
182	16/07/2019 21:00	0,007	67	268	56	224	11	44
183	16/07/2019 21:15	0,007	67	268	56	224	11	44
184	16/07/2019 21:30	0,007	67	268	56	224	11	44
185	16/07/2019 21:45	0,008	68	272	56	224	12	48
186	16/07/2019 22:00	0,007	67	268	56	224	11	44
187	16/07/2019 22:15	0,008	68	272	56	224	12	48
188	16/07/2019 22:30	0,007	67	268	56	224	11	44
189	16/07/2019 22:45	0,007	67	268	56	224	11	44
190	16/07/2019 23:00	0,006	56	224	56	224	0	0
191	16/07/2019 23:15	0,007	67	268	56	224	11	44
192	16/07/2019 23:30	0,006	56	224	56	224	0	0
193	16/07/2019 23:45	0,008	68	272	56	224	12	48
194	17/07/2019 00:00	0,006	56	224	56	224	0	0
195	17/07/2019 00:15	0,007	67	268	56	224	0	0
196	17/07/2019 00:30	0,006	56	224	56	224	0	0
197	17/07/2019 00:45	0,007	67	268	56	224	0	0
198	17/07/2019 01:00	0,006	56	224	56	224	0	0
199	17/07/2019 01:15	0,007	67	268	56	224	0	0
200	17/07/2019 01:30	0,006	56	224	56	224	0	0
201	17/07/2019 01:45	0,006	56	224	56	224	0	0
202	17/07/2019 02:00	0,006	56	224	56	224	0	0
203	17/07/2019 02:15	0,007	67	268	56	224	0	0
204	17/07/2019 02:30	0,006	56	224	56	224	0	0
205	17/07/2019 02:45	0,008	68	272	56	224	0	0
206	17/07/2019 03:00	0,005	55	220	55	220	0	0
207	17/07/2019 03:15	0,008	68	272	56	224	0	0

Şekil 3.15'in devamı

Örnek bir hesaplama olarak; Mühendislik Fakültesi Zemin Kat için Minimum Gece Debişi süresi boyunca su tüketim miktarı hiç 9 m³/sa 'in altına düşmediği için sistemde devam eden sızıntı gün boyunca 9 m³/sa olarak tespit edilmiştir. Gece saatlerinde fakültede tüketim olması beklenmediği için ise 00:00 ile 05:00 saatleri arasındaki minimum su tüketimi direkt olarak sızıntı olarak kabul edilmiştir.

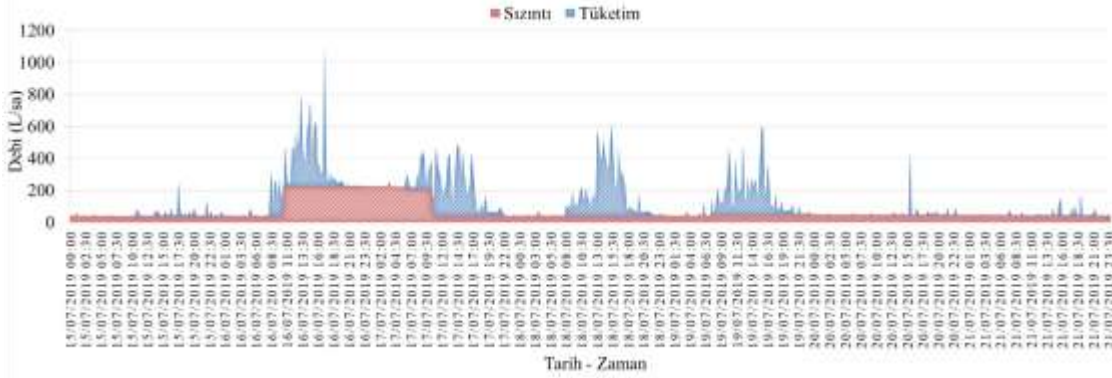
Tüm 15 dakikalık tüketim verilerinin oluşturduğu tahakkuk değerleri ile Şekil 3.16'da görüldüğü gibi bir Tahakkuk – Debi grafik çizilmiştir.



Şekil 3.16. Mühendislik Fakültesi zemin kat için 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasında tahakkuk-debi grafiği

Bu grafik yardımı ile sızıntı ve tüketim değerleri görsel olarak bir kez daha incelenmiştir. Ardından, tüm tahakkuk değerlerinin yer aldığı grafikten sadece sızıntı ve

tüketim değerlerini 2 ayrı renkte gösterecek şekilde bir grafik daha çizilmiştir. Bu grafikte sızıntılar kırmızı renkte, tüketimler mavi renkte gösterilmiştir. Şekil 3.17’de excelde hesaplanan sızıntı-tüketim değerlerine göre çizilen grafik verilmektedir. Bu şekilde sızıntı ve tüketim değerlerinin incelenmesi doğrulanmıştır.



Şekil 3.17. Mühendislik Fakültesi zemin kat için 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasında tahakkuk-sızıntı grafiği

Her gün için yapılan bu analizler, en son haftalık olarak incelenmiştir ve sızıntıların sürekliliği veya miktarı hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

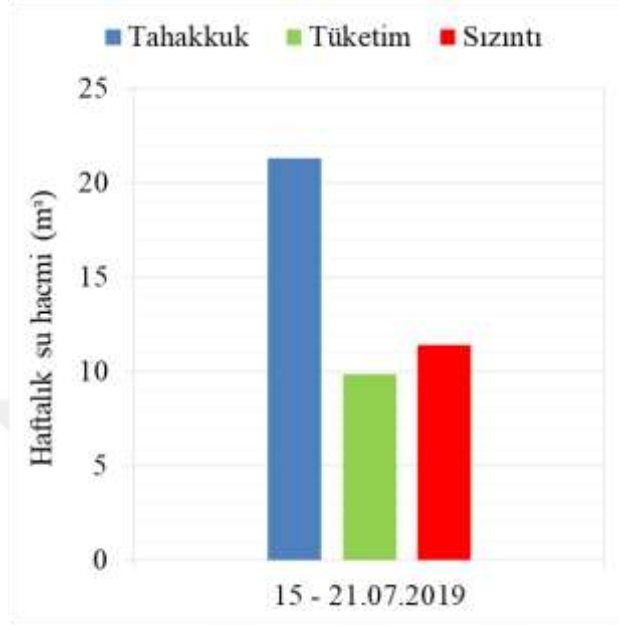
Şekil 3.18’de haftalık olarak incelenen Mühendislik Fakültesi Zemin Kat 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasındaki haftalık Tahakkuk-Tüketim ve Sızıntı değerleri verilmektedir.



Şekil 3.18. Mühendislik Fakültesi zemin kat 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasındaki haftalık tahakkuk-tüketim ve sızıntı değerleri

Günlük olarak ayrılan Tahakkuk-Tüketim-Sızıntı grafiğinin ardından haftalık su tüketimi dağıtımını görebilmek için hesaplama yapılan haftanın tahakkuk, tüketim ve sızıntı miktarı tek bir grafikte hesaplanmıştır. Şekil 3.19’da Mühendislik Fakültesi zemin

kat 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasındaki haftalık Tahakkuk-Tüketim ve Sızıntı değerleri tek bir grafik olarak verilmektedir.



Şekil 3.19. Mühendislik Fakültesi zemin kat 15/07/2021-22/07/2021 tarihleri arasındaki haftalık tahakkuk-tüketim ve sızıntı değerleri grafiği

Projenin ilk 6 aylık izleme döneminde sızıntı ve tüketimler Minimum Gece Debisi ile kampüs içerisindeki tuvaletler için excel ile hesaplanmıştır. Günlük, haftalık ve aylık olarak yapılan analizler sonucunda haftalık sızıntı-tüketim grafikleri oluşturularak hesaplamalar aylık olarak kontrol edilmiştir. Beklenenden yüksek miktarda tüketim veya sızıntı varsa hesaplamaların kontrol edilebilmesi amacı ile yerinde gözlem yapılmıştır. İkinci 6 aylık aktif müdahale döneminde ise sızıntı kaynakları yerinde incelenerek, konu hakkında yetkili personeller bilgilendirilerek sızıntılar hakkında önlem almaları sağlanmıştır. Minimum gece debisinde beklenmeyen bir şekilde tüketim olan veya su tüketimi olması beklenmeyen bir zaman diliminde fazla tüketim var ise yetkili personel uyarılarak sızıntının kaynağı araştırılmıştır. Hem yapılan excel çalışmaları ile sızıntı miktarları görülebilmekte, hem de geliştirilen yazılım sayesinde sayaçtan aldığı verileri bir web sitesi aracılığıyla kullanıcıya sunan ara yüzden görebilmek mümkündür.

3.7.5. Olbia bayan tuvaletinde izlenen saatlik su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Olbia bayan tuvaletine 06.03.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları saatlik olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 06.03.2019 (saat 12:00) – 31.10.2019 dönemine ait su tahakkukları saatlik olarak analiz edilmiştir. 27.08.2019 tarihinde saatlik su sayacı yerine 15 dakikalık ölçüm yapan akıllı su sayacı takılmıştır (Saat: 09:00) ve 27.08.2019 – 30.10.2019 tarihleri arasındaki analizler 15 dakikalık su tahakkuk verileriyle yapılmıştır. Saatlik su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası

oluşan sızıntıların belirlenmesi için saatlik olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 06.03.2019 (saat 12:00) – 10.03.2019 dönemi için bir haftadan daha kısa süreli bir analiz yapılmıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum saatlik su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Saatlik su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, saatlik su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

Her 15 dakikalık su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için her 15 dakikalık olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 27.08.2019 (Saat 09:00) – 01.09.2019 dönemi için bir haftadan daha kısa süreli bir analiz yapılmıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum her 15 dakikalık su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, her 15 dakikalık su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.6. Olbia bay tuvaletinde izlenen saatlik su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Olbia Bay tuvaletine 06.03.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları saatlik olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 06.03.2019 (saat 12:00) – 27.08.2019 (15:20) dönemine ait su tahakkukları analiz edilmiştir. 27.08.2019 tarihinde saat 15:20’de sayaç Olbia bay tuvaletinden söküldüğü için analizler 27.08.2019’a kadar yapılmıştır. Olbia Çarşısı bay tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 06 Mart – 31 Ağustos 2019 dönemi için sunulmuştur. İlk izleme döneminin sonunda Olbia Çarşı yönetimi Bay tuvaletinde su basıncında azalmaya sebep olduğu gerekçesi ile akıllı sayacın sökülmesini istemiştir. Alternatif bağlantılar denemiş olsa da su basıncı sorunu çözülememiştir. Bu nedenle Olbia Çarşısı bay tuvaleti aboneliği için ikinci dönem izleme çalışması yapılamamıştır. Saatlik su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için saatlik olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 06.03.2019 (saat 12:00) – 10.03.2019 dönemi için bir haftadan daha kısa süreli bir analiz yapılmıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum saatlik su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Saatlik su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, saatlik su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.7. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Mühendislik Fakültesi Zemin Kattaki tuvaletine 21.04.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları her 15 dakikalık olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 21.04.2019 – 31.10.2019 dönemine ait su tahakkukları analiz edilmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için her 15 dakikalık olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 21.04.2019 – 30.04.2019 dönemi için bir haftadan daha uzun süreli bir analiz yapılmıştır. Ayrıca veri aktarımından kaynaklanan bir problem nedeniyle 06.09.2019 Saat 15:45 ile 10.09.2019 Saat 14:00'deki ve 05.07.2019 Saat; 15:45'ten 09.07.2019 Saat; 15:00'e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum her 15 dakikalık su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, her 15 dakikalık su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.8. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvaletine 19.04.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları her 15 dakikalık olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 20.04.2019 – 01.09.2019 dönemine ait su tahakkukları analiz edilmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için her 15 dakikalık olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 20.04.2019 – 30.04.2019 dönemi için bir haftadan daha uzun süreli bir analiz yapılmıştır. Ayrıca 05.07.2019 Saat; 15:45'den 09.07.2019 Saat; 15:00'e kadar ve 06.10.2019 Saat 16:45 ile 14.10.2019 Saat 07:00'ye kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum her 15 dakikalık su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, her 15 dakikalık su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.9. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvaletine 19.04.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları her 15 dakikalık olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 20.04.2019 – 01.09.2019 dönemine ait su tahakkukları analiz edilmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için her 15 dakikalık olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 20.04.2019 – 30.04.2019 dönemi için bir haftadan daha uzun süreli bir analiz yapılmıştır. Ayrıca 05.07.2019 Saat; 16:45'den 11.07.2019 Saat; 01:00'e kadar ve 06.10.2019 Saat; 15:45'den 13.10.2019 Saat; 23:45'e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum her 15 dakikalık su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, her 15 dakikalık su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.10. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette izlenen her 15 dakikalık su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvaletine 01.05.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları her 15 dakikalık olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 01.05.2019 – 30.06.2019 dönemine ait su tahakkukları analiz edilmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için her 15 dakikalık olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 01.05.2019 – 30.04.2019 dönemi için bir haftadan daha kısa süreli bir analiz yapılmıştır. Ayrıca 06.10.2019 Saat; 16:15'den 13.10.2019 Saat; 23:45'e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum her 15 dakikalık su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Her 15 dakikalık su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak, her 15 dakikalık su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.11. Yakut çarşısı tuvaletinde izlenen saatlik su tahakkukları ve sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi

Yakut Çarşısı tuvaletine 05.03.2019 tarihinde uzaktan okumalı akıllı su sayacı takılarak, su tahakkukları saatlik olarak izlenmeye başlanmıştır. Bu raporda 06.03.2019 – 01.09.2019 dönemine ait su tahakkukları analiz edilmiştir. Saatlik su tahakkuk ölçümleri, her saat içindeki su tüketimi ve sayaç sonrası oluşan sızıntı hacimlerinin toplamıdır. Yakut Çarşısı tuvaletine takılan saatlik akıllı su sayacı daha hassas ölçüm yapılabilmesi için 27.08.2019 tarihinde saat; 17:55’ de 15 dakikalık ölçüm yapabilen akıllı su sayacı ile değiştirilmiştir. Bu nedenle 06.03.2019 – 27.08.2019 tarihleri arasında analizler saatlik tahakkuk verileri üzerinden yapılmıştır. 27.08.2019 Saat; 17:55 – 01.09.2019 Saat; 00:00 arasında analizler 15 dakikalık tahakkuk verileri üzerinden yapılmıştır. Sayaç sonrası oluşan sızıntıların belirlenmesi için saatlik ve 15 dakikalık olarak izlenen su tahakkukları, bir aylık sürede birer haftalık dönemler için analiz edilmiştir. İstisnai olarak 06.03.2019 – 10.03.2019 dönemi için bir haftadan daha kısa süreli bir analiz yapılmıştır. Bir haftalık analiz için öncelikle her gün için tüketim ve sızıntı debileri belirlenmiştir. Bunun için 1 gün içinde ölçülen minimum saatlik su tahakkuk değeri ve 1 gün içinde en az 3 kez tekrar eden en düşük tahakkuk değerleri içinde minimum olan su tahakkuk değeri incelenerek, o gün için sayaç sonrası sızıntı debisi belirlenmiştir. Saatlik ve 15 dakikalık su tahakkuk verisinden, sayaç sonrası sızıntı debisi çıkartılarak su tüketim debisi hesaplanmıştır. Bir haftalık dönemde, yedi gün için ayrı ayrı elde edilen sızıntı debilerinin toplamı alınarak, incelenen hafta için sayaç sonrası sızıntı debisi hesaplanmıştır.

3.7.12. Mühendislik Fakültesindeki aylık su tüketimi için uygun bir değer belirlenmesi ve kullanım çeşitlilikleri

Mühendislik Fakültesinde 33 adet ara tuvalet, 4 adet ana tuvalet bulunmaktadır. 4 ana tuvalet öğrenciler ve personel tarafından sürekli olarak kullanılmaktadır. 4 ana tuvalet; zemin kat, 1. kat, 2. kat ve 3.katta bulunmaktadır. mühendislik fakültesi zemin kat, 1. kat, 2. kat ve 3.kat tuvaletlerinde bulunan akıllı su sayaçların endekslerini 4com Manas’tan veya sayacın üzerindeki ekrandan okuyabilmek mümkündür. Bunun sayesinde ise Mühendislik Fakültesi ana sayaçtan geçen suyun ne kadarının ana tuvaletlerde kullanıldığı, ne kadarının ise tuvaletler dışındaki kullanımlara örn; laboratuvarlar ya da 33 ara tuvalet gibi (diğer kullanım) harcandığı görülebilmektedir. Diğer kullanım kapsamına akademik personelin odasında bulunan el yıkama lavaboları da dahildir.

Mühendislik Fakültesi girişinde bulunan ana sayaç mekaniktir ve okumaları düzenli olarak yapılmıştır. Fakültenin su tüketim profilini belirleyebilmek için ana sayaçtaki endeks ile 4 ana tuvaletteki sayaçların endeksleri aynı saatte okunmuş ve endeks farkları alınmıştır. Böylece suyun sürekli olarak kullanılan ana tuvaletler dışındaki kullanımlarını çeşitli saha incelemeleriyle sızıntı var ise tespit edilmiştir.

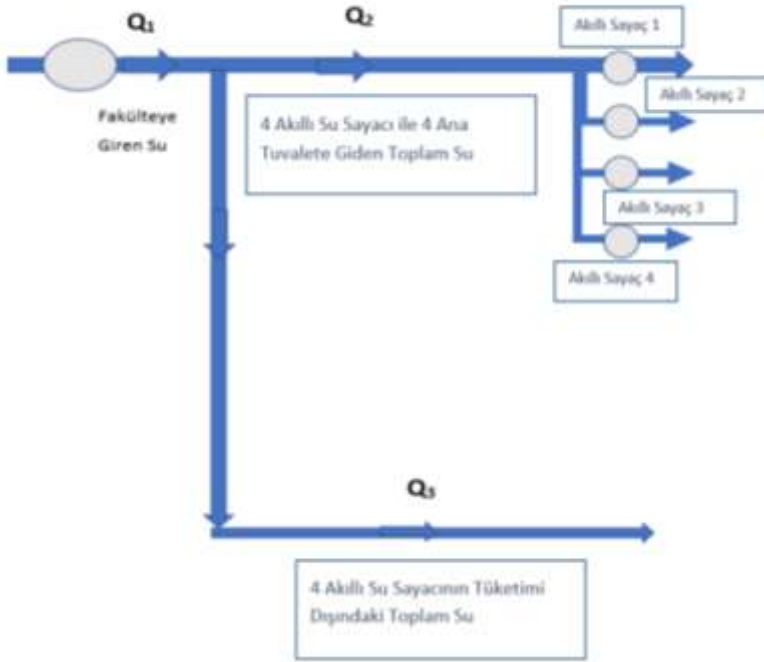
Ana sayaçtan geçen su miktarının ne kadarının ana tuvaletlere ne kadarının diğer kullanıma gittiği belirlendiğinde, daha sonra diğer kullanım için gerekli incelemeler yapılarak çıkan değerlerin uygunluğunu belirlemek hedeflenmektedir.

Şekil 3.20’de verilen şema, Mühendislik Fakültesi ana sayaç & ana tuvaletler & diğer kullanım ilişkisini ve bu raporda yapılan çalışmanın ana amacını göstermektedir.

Q_1 = Fakülteye gelen ve mekanik ana sayaçtan geçen toplam su debisi

Q_2 = Ana tuvaletlere giden toplam su debisi

Q_3 = Tuvalet dışı kullanılan suyun debisi (diğer)



Şekil 3.20. Mühendislik Fakültesi Ana Sayaç & Ana Tuvaletlerdeki Sayaçların İlişkisini Gösteren Şema

Belirlenen zaman dilimlerinde, fakülte girişinde bulunan ana sayaç sabah (09:00-09:30 arası) ve akşam (17:00-17:30 arası) olmak üzere günde iki kez okunmuştur. 4com Manas üzerinden 4 ana tuvalette bulunan 4 akıllı su sayacının, fakülte girişinde bulunan ana sayaçla aynı saatlerde endeksleri alınmıştır.

17-24 Şubat tarihleri arasında ana sayacın ve 4 akıllı su sayacının endeksleri 4 ayrı kategoride incelenerek ana sayaçtan geçen (Q_1) ve ana tuvaletlerde kullanılan (Q_2) suyun dışında diğer kullanıma (Q_3) giden su miktarı bulunmuştur. 4 ayrı kategori ve bu kategorinin incelenme amaçları aşağıdaki gibidir;

-Gündüz Okuması 09:00-17:00 saatleri arasındaki 8 saatlik periyot; öğrenciler, idari personel ve akademik personel aktif olarak okulda çalışırken su tüketimini belirlemek

-Gece Okuması 17:00-09:00 saatleri arasındaki 16 saatlik periyot; gündüz olan su kullanımıyla gece olan su kullanımının kıyaslamasının yapılması

-Minimum Gece Debisi; seçilen bir günde 00:00 ve 06:00 saatlerinde 2 okuma yapılarak fakültenin minimum gece tüketimini bulmak

-Haftasonu Okuması; öğrenciler, idari personel ve akademik personel okulda değilken kullanımın hafta içi kullanımla olan kıyaslaması

3.7.12.1. Gündüz okuması

Belirlenen bir hafta için, her gün sabah ve akşam olmak üzere fakültenin ana sayacı 2 kez okunmuştur. Burada amaç su kullanımı en üst düzeydeyken mesai saatleri içinde ana tuvaletlerdeki ve diğer su kullanımı miktarını endeks farkından belirlemektir. Ana sayacın okunduğu saatlerdeki endeksler kaydedilerek, ana tuvaletlerdeki 4 akıllı su sayacının endeksleri aynı saatler için 4com Manas web sitesi üzerinden alınarak kaydedilmiştir. Bu endeks farkları 8 saatlik su kullanım miktarını belirlemektedir. Yapılan bu gündüz okuması çalışması ile fakültede su kullanımı en üst düzeydeyken ana sayaçtan geçen su miktarının ne kadarının ana tuvaletlere, ne kadarının diğer kullanıma gittiğini belirlemek ve daha sonra diğer kullanım için gerekli incelemeler yapılarak çıkan değerlerin uygunluğunu belirlemek hedeflenmektedir. Çizelge 3.3'te örnek olarak 17-21 Şubat tarihleri arasında her gün sabah ve akşam olmak üzere okunan endeks değerleri verilmektedir.

Çizelge 3.3. Mühendislik Fakültesi 17-21 Şubat tarihleri arasında gündüz okuma endeks değerleri

Tarih	Zaman	Ana Sayaç (m ³)	Zemin Kat (m ³ /sa)	1. Kat (m ³ /sa)	2. Kat (m ³ /sa)	3.Kat (m ³ /sa)
17.02.2020 Pazartesi	09:15	109820,09	1255,994	523,043	785,093	443,494
	17:15	109836,705	1258,152	525,05	787,406	444,735
18.02.2020 Salı	09:15	109852,71	1259,957	525,589	787,806	445,454
	17:30	109871,56	1262,468	527,463	790,775	446,816
19.02.2020 Çarşamba	09:15	109895,705	1263,522	535,159	792,58	447,332
	17:00	109913,74	1265,631	536,802	796,714	448,395
20.02.2020 Perşembe	09:15	109933,97	1267,092	537,405	802,822	448,828
	17:45	109951,47	1269,287	539,647	805,589	450,24
21.02.2020 Cuma	09:15	109963,55	1270,527	540,059	805,948	450,489
	17:30	109978,16	1272,542	543,154	807,132	451,585

3.7.12.2. Gece okuması

Öğrenciler ve akademik personelin aktif olarak su kullanımının olduğu gündüz saatleri dışında daha hassas bir sızıntı değerlendirilmesi yapılabilmesi için Mühendislik Fakültesinde gece tüketim değerleri incelenmiştir. Gündüz tüketim değerleri ve gece tüketim değerleri arasındaki ilişki gözlemlenmek istenmiştir. Gündüz okumasında kullanılan saatler ve endeks değerleri kullanılmıştır. Gece, su kullanımının günde göre daha düşük olması beklenmektedir. Bu yüzden 17:00-09:00 saatleri arasında 16 saatlik su kullanımı endeks farkından hesaplanmıştır. Çizelge 3.4'te örnek olarak 17-21 Şubat tarihleri arasında gece okuması için kullanılan endeks değerleri verilmektedir.

Çizelge 3.4. 17-21 Şubat 2020 tarihleri arasında gece okumasında kullanılan endeks değerleri

Tarih	Zaman	Ana Sayaç (m ³)	Zemin Kat (m ³ /sa)	1. Kat (m ³ /sa)	2. Kat(m ³ /sa)	3.Kat (m ³ /sa)
17.02.2020 Pazartesi	09:15	109820,09	1255,994	523,043	785,093	443,494
	17:15	109836,705	1258,152	525,05	787,406	444,735
18.02.2020 Salı	09:15	109852,71	1259,957	525,589	787,806	445,454
	17:30	109871,56	1262,468	527,463	790,775	446,816
19.02.2020 Çarşamba	09:15	109895,705	1263,522	535,159	792,58	447,332
	17:00	109913,74	1265,631	536,802	796,714	448,395
20.02.2020 Perşembe	09:15	109933,97	1267,092	537,405	802,822	448,828
	17:45	109951,47	1269,287	539,647	805,589	450,24
21.02.2020 Cuma	09:15	109963,55	1270,527	540,059	805,948	450,489
	17:30	109978,16	1272,542	543,154	807,132	451,585

3.7.12.3. Minimum gece debisi

Mühendislik Fakültesinde yapılan haftalık Gündüz ve Gece Okumalarına ek olarak minimum gece tüketimini belirleyebilmek için hafta içerisinde belirlenen bir günde Saat 00:00'da ve aynı gün saat 06:00 da fakültenin ana sayacı okunmuştur. Aynı saatler için hem 4com Manas sistemi üzerinden hem de 4 ana tuvalette bulunan sayaçların üzerinden endeks değerleri kontrol edilerek okunmuştur. Aynı tarihlerde gündüz endeks değerleri de alındığı için minimum gece tüketiminin belirlenmesi fakültenin diğer kullanımlarıyla (Q3) ilgili daha ayrıntılı bilgi vermektedir. Çizelge 3.5'te 20.02 ve 21.02 tarihlerinde okunan endeks değerleri saatleriyle verilmektedir.

Çizelge 3.5. 20-21 Şubat tarihlerinde minimum gece debisini belirlemek için yapılan okuma sonucu endeks değerleri

	Ana Sayaç	Zemin Kat (m ³ /sa)	1. Kat (m ³ /sa)	2. Kat (m ³ /sa)	3.Kat (m ³ /sa)
20.02.2020 Saat 00:00	109956,32	1269,896	539,809	805,781	450,334
21.02.2020 Saat 06:00	109960,88	1270,298	539,888	805,781	450,338

3.7.12.4. Haftasonu okuması

Belirlenen bir haftada yapılan okumalara ek olarak hafta sonu fakültede öğrenciler, akademik ve idari personel yokken su tüketimini belirleyebilmek için seçilen bir Cuma gününde (haftanın son iş günü) Saat 17:00 de ve bir sonraki haftanın ilk Pazartesi günü (haftanın ilk iş günü) Saat 09:00 da fakültede bulunan ana sayaç ve ana tuvaletlerde bulunan 4 akıllı su sayacının endeks değerleri alınmıştır. Ana sayaçtan alınan endeks değerinden ana tuvaletlerden alınan endeks değerlerinin çıkarılmasıyla haftasonu fakültede kullanılan diğer kullanımın belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle, haftasonu kullanımın az olması beklenen periyotta devam eden akış değerleri incelenerek sızıntı hakkında analiz yapılmak istenmiştir Çizelge 3.6’da 21-24 Şubat tarihleri arasında yapılan okumalar ve endeks değerleri verilmektedir.

Çizelge 3.6. 21-24 Şubat 2020 haftasonu su tüketimin belirlenebilmesi için yapılan okumaların endeks değerleri

	Ana Sayaç	Zemin Kat (m ³ /sa)	1. Kat (m ³ /sa)	2. Kat (m ³ /sa)	3.Kat (m ³ /sa)
21.02.2020 Saat 17:30	109978,16	1272,542	543,154	807,132	451,585
24.02.2020 Saat 09:15	110055,98	1278,703	574,104	807,776	452,198

3.7.13. Sızıntıların durumu hakkında yapılan anket çalışması

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde yapılan sızıntı tespiti sonucunda, öğrencilerin sızıntı hakkındaki farkındalık ve sızıntıya müdahale konusundaki bilinç seviyesini ölçebilmek adına, 11 soruluk çevrim içi anket yapılmıştır. Yapılan ankete Akdeniz Üniversitesinde okuyan toplam 62 öğrenci katılarak her soruyu işaretlemişlerdir.

11 adet anket sorusu aşağıdaki gibidir;

1) Su sızıntısı: Lavabo ve tuvaletlerde su akışının kullanım dışında kontrolsüz bir şekilde sürekli olarak devam etmesi durumunda israf olan sular "sızıntı" olarak tanımlanır. Sızıntılar yaygın olarak musluklarda, tuvaletlerde ve tüm boru bağlantılarında meydana gelebilmektedir. Çoğunlukla; açık unutulmuş, ihmal edilen veya yeterince kontrolü yapılmayan tuvalet ve musluklarda oluşmaktadır.

Yukarıda tanımı verilen sızıntı terimi hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz?

2) Sizce bir gün içinde (24 saat süresince) su sızıntıları günün hangi saatlerinde oluşmaktadır?

3) Lütfen aşağıdaki soruları Akdeniz Üniversitesi Kampüs alanı içerisinde yer alan Mühendislik Fakültesi, Olbia Çarşısı ve Yakut Çarşısı tuvaletlerini dikkate alarak cevaplayınız:

-Bu alanlarda su sızıntıları ile sıklıkla karşılaştınız mı?

4) Bu alanlarda sürekli olarak akışı devam eden su sızıntıları gördüğünüzde engellemek için herhangi bir çabada bulundunuz mu? (Örnek: musluğu kapatmak, yetkili personel bulabilmek için çaba göstermek vb.)

5) Bu alanlarda su sızıntısı gördüğünüzde müdahale edilebilmesi için en uygun ve etkili yöntem sizce hangisi/hangileri olabilir?

6) Bu alanlardaki tuvaletlerde meydana gelen su sızıntısını bildirmek üzere bir uygulama, yöntem, yetkili personel bulamadığınız için sızıntıya müdahale edemediğiniz oldu mu?

7) Su sızıntılarına dikkat çekilmesi, farkındalığın artırılması için sizce aşağıdaki yöntemlerden hangisi daha etkilidir?

8) Akıllı Su Sayaçları ile su tüketimleri sürekli olarak cep telefonu, tablet veya bilgisayardan izlenebilmektedir. Böylece kullanıcının bilgisi dışında bir su tüketimi olduğunda fark edilmesi mümkündür. Ayrıca akıllı sayaçlar, tüketiciye sızıntı olduğunda cep telefonu ile uyarı verebilmektedir. Sizce akıllı su sayaçlarının kullanımıyla su sızıntılarını azaltmak mümkün müdür?

9) Eğer su tüketimlerini sürekli olarak izleyebildiğiniz bir sisteme erişiminiz olsaydı, aktif olarak kullanır mıydınız?

10) Sizce Akdeniz Üniversitesi kampüsü içerisindeki toplu kullanım alanlarındaki su sızıntıları, toplam su tüketiminin yüzde kaçını oluşturmaktadır? (Mühendislik Fakültesi- Yakut Çarşısı - Olbia Çarşısı)

11) Sızıntıları azaltabilmek için aşağıdakilerden hangilerini yapmak etkili olabilir?

Bu soruların sorulmasındaki asıl amaç öğrencilerin aktif olarak bulunduğu kampüs alanında meydana gelen su sızıntılarının ne kadar farkında oldukları ve bu sızıntıları önleyebilmek için nasıl bir yol izlenmesi gerektiğini düşündüklerini anlayabilmektir





4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ocak ve Şubat 2019 döneminde sahada yapılan ön incelemeler sonucunda, Mart-Mayıs 2019 döneminde uzaktan okumalı akıllı su sayacı montajları yapılmıştır. Sayaç montajları işlemi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada kampüste sayaç boyutu DN20 olan alanların sayaç montaj işlemleri tamamlanmış ve bu sayaçlar ile su tüketimleri 1 saatlik zaman aralıkları ile ölçülmeye başlanmıştır. İkinci aşamada ise sayaç boyutu DN25 ve DN32 olan alanların sayaç montaj işlemleri tamamlanmış ve bu sayaçlar ile su tüketimleri 15 dakikalık zaman aralıkları ile ölçülmeye başlanmıştır. İlk aşama sayaç montajları 05.03.2019-11.03.2019 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamadaki sayaç montajları ise 19.04.2019-24.05.2019 tarihleri arasında tamamlanmıştır. Montaj işlemleri tamamlanan sayaçlar üzerinde yazılım geliştirilmeleri yapılmıştır.

4.1.1. Aşırı ve kontrolsüz su tüketimlerini tespit ve kontrol etmek üzere geliştirilen yazılım çalışmaları

Aşırı tüketim ve sızıntı miktarlarının incelenebilmesi amacıyla MANAS Enerji Yönetimi Sanayi ve Ticaret A.Ş. (MANAS A.Ş.) ile çalışılmıştır. <https://4com.manas.com.tr/> web adresinden erişim sağlanan sistemde akıllı sayaçlara ilişkin tüm veriler ve sayaç bilgileri izlenmekte, veri analizleri yapılabilmekte, sayaçlarla yapılan haberleşme kayıtları ve sayaçlara gönderilen iş emirleri vb. takip edilebilmektedir. Bu web sayfasına cep telefonu, tablet ve bilgisayardan erişim sağlanabilmektedir. Projenin son altı aylık döneminde uyarı koşullarının bildirimine yönelik yeni ilerlemeler de sağlanmıştır. Web sitesi üzerinden seçilen sayacın tüketim grafikleri istenen tarihler ve saatler arasında görüntülenebilmektedir. Ek olarak sayacın hangi saatte veri aktarımı yapacağı haberleşme periyodu olarak seçilebilmektedir. Sayacın veri aktarımı yaptığı tahakkuklar hem grafik olarak hem de tablo olarak görüntülenebilmekte ve indirilebilmektedir. Her sayaç için haberleşme periyodu kullanıcı tarafından seçilebilmektedir. Şekil 4.1’de Akdeniz Üniversitesi Kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen su tüketimlerinin 15 dakikalık değişimlerini gösteren web sitesindeki ekran görüntüsü verilmektedir.



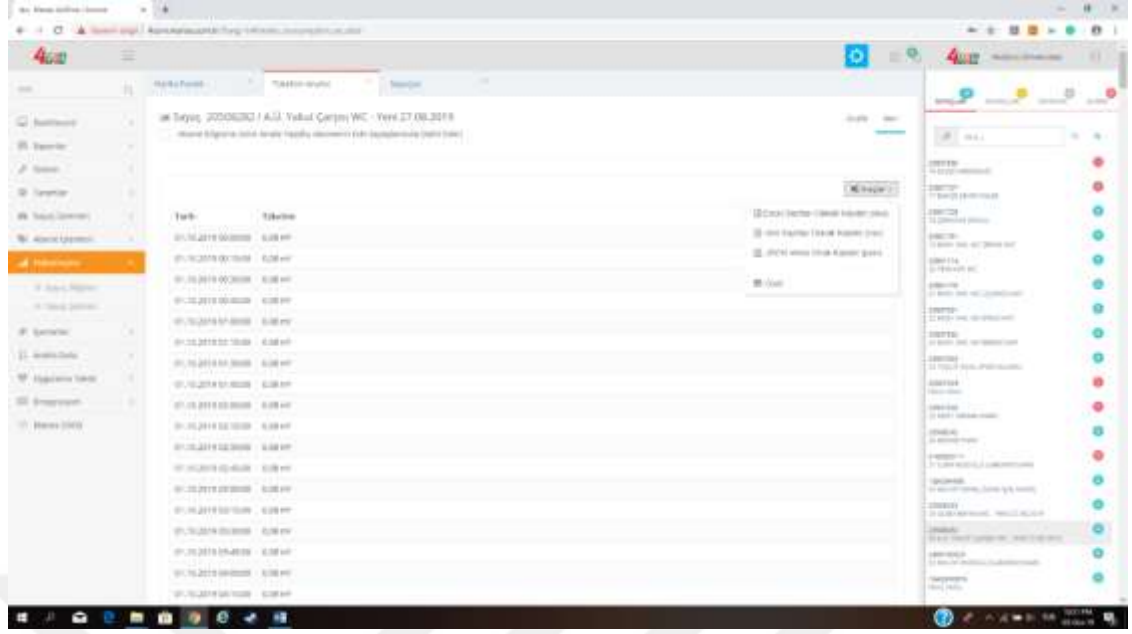
Şekil 4.1. Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen su tüketimlerinin 15 dakikalık değişimlerini gösteren ekran görüntüsü

Şekil 4.2' de Akdeniz Üniversitesi Kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen su tüketimlerinin saatlik değişimlerini gösteren web sitesindeki ekran görüntüsü verilmektedir.



Şekil 4.2. Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen su tüketimlerinin saatlik değişimlerini gösteren ekran görüntüsü

Şekil 4.3'te Akdeniz Üniversitesi Kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen 15 dakikalık su tüketimlerini gösteren tablo ve verilerin listelenmiş web sitesinde verildiği ekran görülmektedir.



Şekil 4.3. Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan 01-05.10.2019 tarihleri için elde edilen 15 dakikalık su tüketimlerini gösteren tablo ve verilerin listelenmiş halde verilmesi

Akıllı su sayaçlarının sadece günde bir kez değil, istendiği zaman diliminde haberleşme yapılabilmesi mümkündür. Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesine takılan 4 akıllı su sayacı günde bir kez haberleşmektedir. Verilerini 15 dakikalık periyotlar halinde aktarmaktadırlar. Akdeniz Üniversitesi kampüs alanındaki Olbia Çarşısı ve Yakut Çarşısındaki akıllı su sayaçları da aynı şekilde günde bir kez haberleşmektedir ve veri aktarımını 15 dakikalık periyotlar halinde yapmaktadırlar. Haberleşme periyotlarının Çevre Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında kurulan pilot şebekede 6 saat olarak (günde 4 kez) denenmesi ve bu deneme sonuçlarının <https://4com.manas.com.tr/> web adresinden görüntülenmesi sağlanmıştır. Şekil 4.4'te Laboratuvardaki pilot şebekeye ait 6 saatlik haberleşme periyotları verilmektedir.

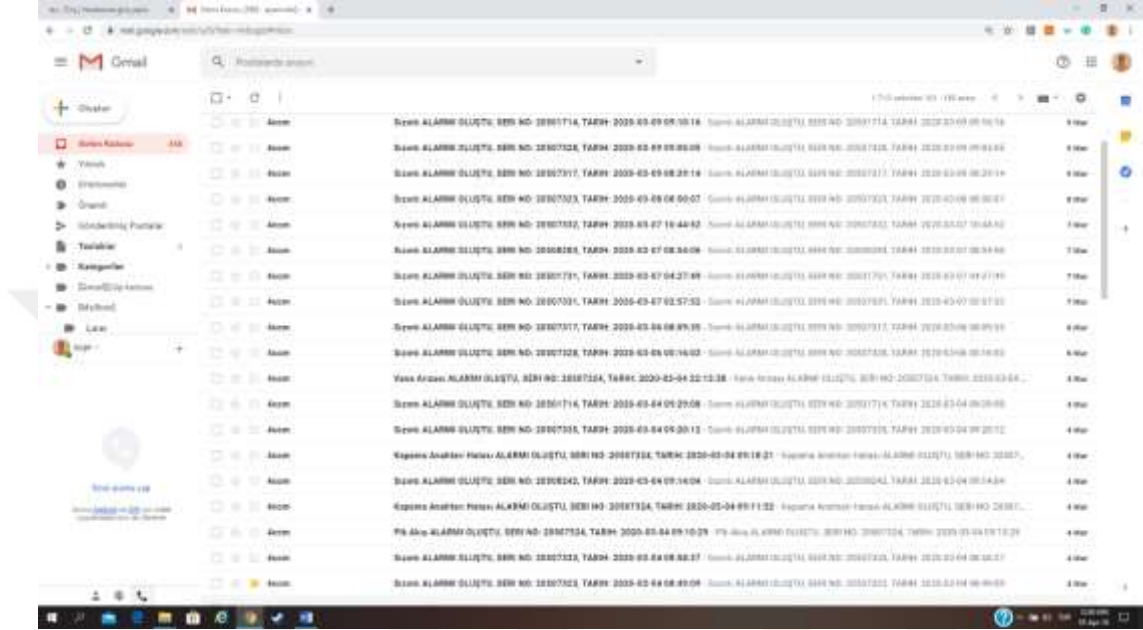
Tarih	Meter ID	Meter Tipi	Meter Durumu	Meter Değeri	Meter Konumu	Meter Tipi
2019.09.14	AK001	AK001	AK001	AK001	AK001	AK001
2019.09.14	AK002	AK002	AK002	AK002	AK002	AK002
2019.09.14	AK003	AK003	AK003	AK003	AK003	AK003
2019.09.14	AK004	AK004	AK004	AK004	AK004	AK004
2019.09.14	AK005	AK005	AK005	AK005	AK005	AK005
2019.09.14	AK006	AK006	AK006	AK006	AK006	AK006
2019.09.14	AK007	AK007	AK007	AK007	AK007	AK007
2019.09.14	AK008	AK008	AK008	AK008	AK008	AK008
2019.09.14	AK009	AK009	AK009	AK009	AK009	AK009
2019.09.14	AK010	AK010	AK010	AK010	AK010	AK010
2019.09.14	AK011	AK011	AK011	AK011	AK011	AK011
2019.09.14	AK012	AK012	AK012	AK012	AK012	AK012
2019.09.14	AK013	AK013	AK013	AK013	AK013	AK013
2019.09.14	AK014	AK014	AK014	AK014	AK014	AK014
2019.09.14	AK015	AK015	AK015	AK015	AK015	AK015
2019.09.14	AK016	AK016	AK016	AK016	AK016	AK016
2019.09.14	AK017	AK017	AK017	AK017	AK017	AK017
2019.09.14	AK018	AK018	AK018	AK018	AK018	AK018
2019.09.14	AK019	AK019	AK019	AK019	AK019	AK019
2019.09.14	AK020	AK020	AK020	AK020	AK020	AK020
2019.09.14	AK021	AK021	AK021	AK021	AK021	AK021
2019.09.14	AK022	AK022	AK022	AK022	AK022	AK022
2019.09.14	AK023	AK023	AK023	AK023	AK023	AK023
2019.09.14	AK024	AK024	AK024	AK024	AK024	AK024
2019.09.14	AK025	AK025	AK025	AK025	AK025	AK025
2019.09.14	AK026	AK026	AK026	AK026	AK026	AK026
2019.09.14	AK027	AK027	AK027	AK027	AK027	AK027
2019.09.14	AK028	AK028	AK028	AK028	AK028	AK028
2019.09.14	AK029	AK029	AK029	AK029	AK029	AK029
2019.09.14	AK030	AK030	AK030	AK030	AK030	AK030
2019.09.14	AK031	AK031	AK031	AK031	AK031	AK031
2019.09.14	AK032	AK032	AK032	AK032	AK032	AK032
2019.09.14	AK033	AK033	AK033	AK033	AK033	AK033
2019.09.14	AK034	AK034	AK034	AK034	AK034	AK034
2019.09.14	AK035	AK035	AK035	AK035	AK035	AK035
2019.09.14	AK036	AK036	AK036	AK036	AK036	AK036
2019.09.14	AK037	AK037	AK037	AK037	AK037	AK037
2019.09.14	AK038	AK038	AK038	AK038	AK038	AK038
2019.09.14	AK039	AK039	AK039	AK039	AK039	AK039
2019.09.14	AK040	AK040	AK040	AK040	AK040	AK040
2019.09.14	AK041	AK041	AK041	AK041	AK041	AK041
2019.09.14	AK042	AK042	AK042	AK042	AK042	AK042
2019.09.14	AK043	AK043	AK043	AK043	AK043	AK043
2019.09.14	AK044	AK044	AK044	AK044	AK044	AK044
2019.09.14	AK045	AK045	AK045	AK045	AK045	AK045
2019.09.14	AK046	AK046	AK046	AK046	AK046	AK046
2019.09.14	AK047	AK047	AK047	AK047	AK047	AK047
2019.09.14	AK048	AK048	AK048	AK048	AK048	AK048
2019.09.14	AK049	AK049	AK049	AK049	AK049	AK049
2019.09.14	AK050	AK050	AK050	AK050	AK050	AK050
2019.09.14	AK051	AK051	AK051	AK051	AK051	AK051
2019.09.14	AK052	AK052	AK052	AK052	AK052	AK052
2019.09.14	AK053	AK053	AK053	AK053	AK053	AK053
2019.09.14	AK054	AK054	AK054	AK054	AK054	AK054
2019.09.14	AK055	AK055	AK055	AK055	AK055	AK055
2019.09.14	AK056	AK056	AK056	AK056	AK056	AK056
2019.09.14	AK057	AK057	AK057	AK057	AK057	AK057
2019.09.14	AK058	AK058	AK058	AK058	AK058	AK058
2019.09.14	AK059	AK059	AK059	AK059	AK059	AK059
2019.09.14	AK060	AK060	AK060	AK060	AK060	AK060
2019.09.14	AK061	AK061	AK061	AK061	AK061	AK061
2019.09.14	AK062	AK062	AK062	AK062	AK062	AK062
2019.09.14	AK063	AK063	AK063	AK063	AK063	AK063
2019.09.14	AK064	AK064	AK064	AK064	AK064	AK064
2019.09.14	AK065	AK065	AK065	AK065	AK065	AK065
2019.09.14	AK066	AK066	AK066	AK066	AK066	AK066
2019.09.14	AK067	AK067	AK067	AK067	AK067	AK067
2019.09.14	AK068	AK068	AK068	AK068	AK068	AK068
2019.09.14	AK069	AK069	AK069	AK069	AK069	AK069
2019.09.14	AK070	AK070	AK070	AK070	AK070	AK070
2019.09.14	AK071	AK071	AK071	AK071	AK071	AK071
2019.09.14	AK072	AK072	AK072	AK072	AK072	AK072
2019.09.14	AK073	AK073	AK073	AK073	AK073	AK073
2019.09.14	AK074	AK074	AK074	AK074	AK074	AK074
2019.09.14	AK075	AK075	AK075	AK075	AK075	AK075
2019.09.14	AK076	AK076	AK076	AK076	AK076	AK076
2019.09.14	AK077	AK077	AK077	AK077	AK077	AK077
2019.09.14	AK078	AK078	AK078	AK078	AK078	AK078
2019.09.14	AK079	AK079	AK079	AK079	AK079	AK079
2019.09.14	AK080	AK080	AK080	AK080	AK080	AK080
2019.09.14	AK081	AK081	AK081	AK081	AK081	AK081
2019.09.14	AK082	AK082	AK082	AK082	AK082	AK082
2019.09.14	AK083	AK083	AK083	AK083	AK083	AK083
2019.09.14	AK084	AK084	AK084	AK084	AK084	AK084
2019.09.14	AK085	AK085	AK085	AK085	AK085	AK085
2019.09.14	AK086	AK086	AK086	AK086	AK086	AK086
2019.09.14	AK087	AK087	AK087	AK087	AK087	AK087
2019.09.14	AK088	AK088	AK088	AK088	AK088	AK088
2019.09.14	AK089	AK089	AK089	AK089	AK089	AK089
2019.09.14	AK090	AK090	AK090	AK090	AK090	AK090
2019.09.14	AK091	AK091	AK091	AK091	AK091	AK091
2019.09.14	AK092	AK092	AK092	AK092	AK092	AK092
2019.09.14	AK093	AK093	AK093	AK093	AK093	AK093
2019.09.14	AK094	AK094	AK094	AK094	AK094	AK094
2019.09.14	AK095	AK095	AK095	AK095	AK095	AK095
2019.09.14	AK096	AK096	AK096	AK096	AK096	AK096
2019.09.14	AK097	AK097	AK097	AK097	AK097	AK097
2019.09.14	AK098	AK098	AK098	AK098	AK098	AK098
2019.09.14	AK099	AK099	AK099	AK099	AK099	AK099
2019.09.14	AK100	AK100	AK100	AK100	AK100	AK100

Şekil 4.4. Akdeniz Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Su Araştırma Laboratuvarı'nda kurulan temel su şebekesindeki akıllı su sayacının haberleşme kayıtlarını gösteren ekran görüntüsü

Ek olarak, yazılımda son altı aylık süre içinde yapılan güncellemeler ile 4com sisteminde izlenen sayaçlar için her gün alınan uyarı alarmları sayısı ve alarm tiplerine göre kaç uyarı alındığı genel durum panelinde görülebilmektedir. Şekil 4.5'te <https://4com.manas.com.tr/> sitesinde 11.09.2019 tarihinde Akdeniz Üniversitesi kampüsü içinde yer alan Yakut Çarşısı tuvaleti için kullanılan akıllı sayaçtan alınan üç farklı uyarı mesajı (“sızıntı”, “aşırı/yüksek” tüketim ve vana otomatik olarak kapatılmadığı için “kapatma anahtarı hatası”) verildiği uyarı ekranı görülmektedir.

The image is a screenshot of the 4com software interface, which is used for managing smart water meters. The interface is divided into several sections. At the top, there is a navigation bar with tabs for 'General Overview', 'Smart Meters', 'Smart Meters Overview', 'Tablet Overview', and 'Smart Meters Overview'. Below this, there is a sidebar on the left with a list of menu items: 'Home', 'Smart Meters', 'Smart Meters Overview', 'Tablet Overview', 'Smart Meters Overview',

Web sitesi üzerinden görüntülenebilen uyarı mesajları, geliştirilen yazılımlar ile e – posta olarak da kullanıcı tarafından görüntülenebilmektedir. E-posta mesajlarında uyarı tipi, uyarının hangi sayaçta olduğu (seri no kullanılmaktadır), uyarının gerçekleştiği tarih ve saat bilgileri görülebilmektedir. Şekil 4.6’da e-postaya gelen uyarı mesajları görüntülenmektedir.



Şekil 4.6. 4-9 Mart 2020 tarihleri arasında aysemuh@gmail.com e-posta adresine gönderilen tüm uyarı mesajları

Yapılan çalışma kapsamında uzaktan okunabilir akıllı sayaç, geliştirilen yazılım, aşırı/kontROLSÜZ su tüketimlerini ve sızıntıları tespit etmek üzere tanımlanan uyarı koşulları ve uyarılara yönelik müdahale yöntemlerinin işletim performansı bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Sistemin tüm bileşenleri ve kullanılan farklı teknolojilerin verimliliği irdelenerek gerekli olan düzeltmeler ortaya konulmuştur. Bu aşamada akıllı sayaç sistemi ve yazılım ile farklı su abonelerinin aşırı/kontROLSÜZ su tüketimlerinin yönetilmesi amacıyla yönelik tüm revizyonlar yapılarak, ürünün son testleri gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte veri iletimi, depolama vb. işlemler için alternatif teknolojilerin karşılaştırması da yapılmıştır. Proje kapsamında laboratuvarında kurulan pilot şebeke sisteminde GSM/GPRS veri iletim sistemine ek olarak LoRa ve NB-IoT sistemleri de denenmiştir. Ancak LoRa ve NB-IoT sistemleri için veri iletimi açısından sorunlar yaşanmıştır. Akıllı sayaç sistemi ve yazılım ile aşırı/kontROLSÜZ su tüketimlerinin yönetilmesi amacıyla yönelik tüm revizyonlar yapılmıştır.

4.2. Kampüs İçerisindeki Su Tüketim Analiz Sonuçları

İlk 6 aylık izleme dönemini oluşturan Mart-Kasım 2019 döneminde kampüs alanındaki akıllı su sayaçlarından her gün 15 dakikalık zaman periyotlarında alınan verilerle Microsoft Excel programıyla günlük, haftalık ve aylık sızıntı – tüketim – tahakkuk analizleri yapılmıştır. Bu süreçte sayaçlardan alınan aşırı tüketim ve sızıntı uyarıları izlenmiştir, sayaçlarla alakalı herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır.

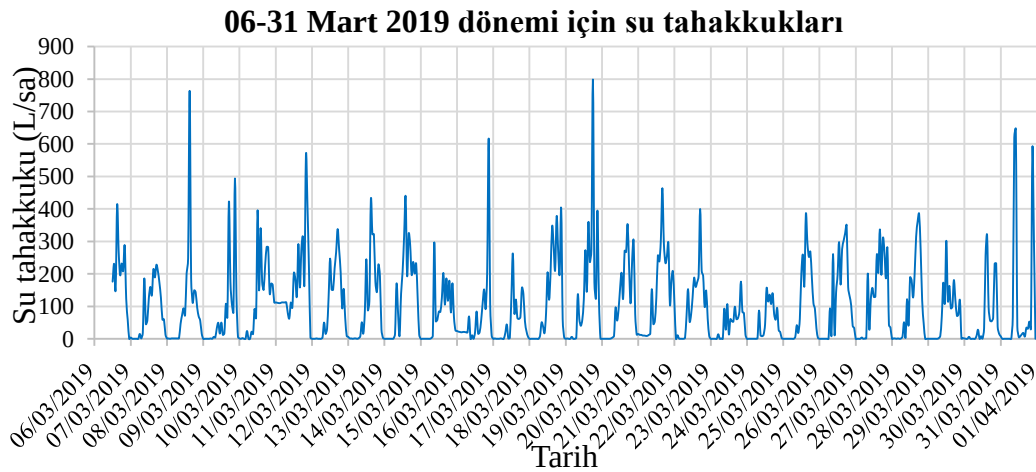
4.2.1. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti analiz sonuçları

Mart-Ekim 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Olbia Çarşısı Bayan Tuvaleti için akıllı sayacıdan elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

Olbia Çarşısı bayan tuvaletinde bulunan akıllı sayaç 16 Haziran 2019 tarihinde arızalanmış olup, arızanın giderilmesi için yerinde müdahaleler yapılmış ise de başarılı olmamıştır. Bu sebeple temmuz ayı verisi incelenememiştir. Bu sayaç sökülerek yerine başka bir sayaç takılmış ve su tüketim verileri 27 Ağustos 2019’da tekrar alınmaya başlanmıştır. Bu sebeple ağustos ayı da düzenli olarak incelenememiştir. Eylül ayından itibaren hassas incelemeler devam etmiştir. Bu nedenle bu abone için ilk altı aylık izleme sonuçları Mart-Ekim 2019 dönemi için analiz edilmiştir.

4.2.1.1. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı mart ayı (06 – 31.03.2019) için su tahakkuk analizi

Şekil 4.7’de 06.03.2019 saat 12:00 ile 31.03.2019 saat 23:00 arası Olbia Bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 799 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 100 L/sa olarak hesaplanmıştır.



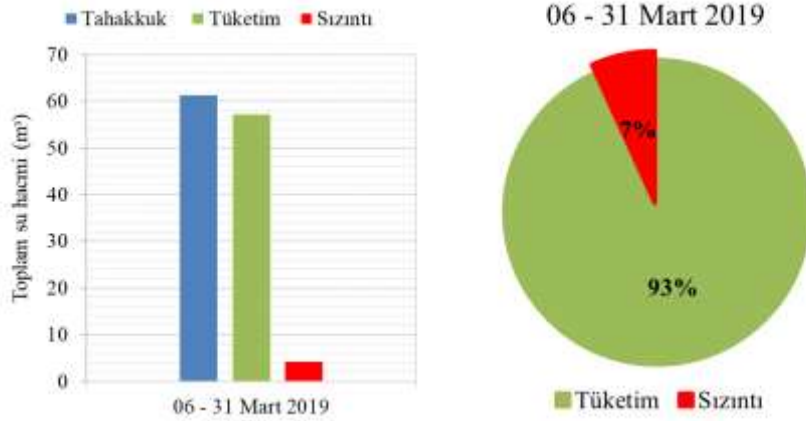
Şekil 4.7. Olbia bayan tuvaletinde 06-31.03.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.1.2. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Mart ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mart ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.8’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.9-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %7’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.9-b).



Şekil 4.8. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



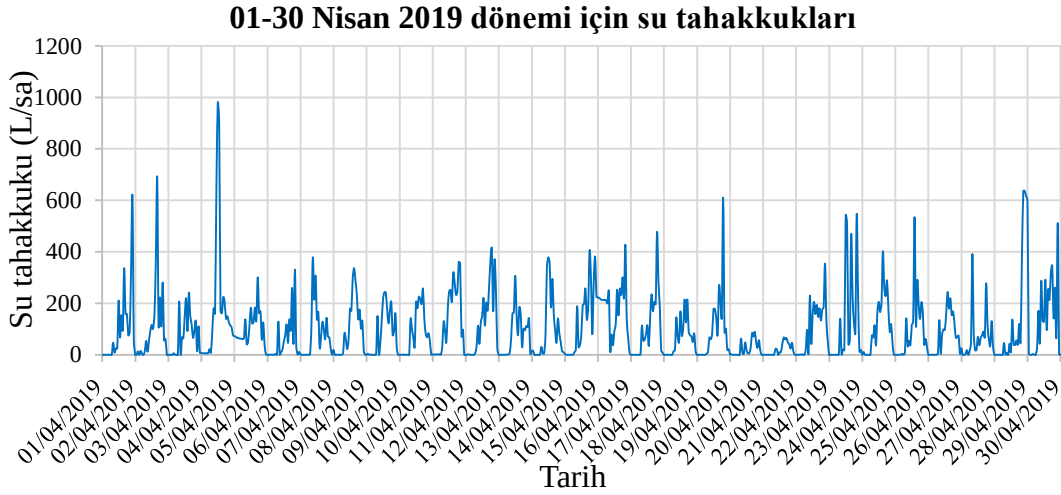
(a)

(b)

Şekil 4.9. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mart ayındaki değerler; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.1.3. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.10’ da 01.04.2019 saat 00:00 ile 30.04.2019 saat 23:00 arası Olbia Bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 981 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 100 L/sa olarak hesaplanmıştır.



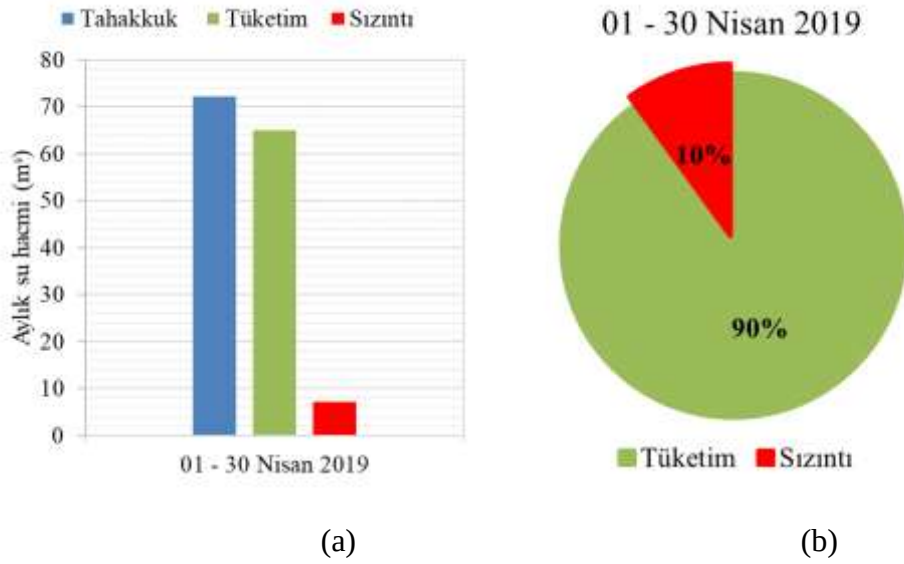
Şekil 4.10. Olbia bayan tuvaletinde 01-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.1.4. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Nisan ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.11’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.12-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %10’luk kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.12-b).



Şekil 4.11. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

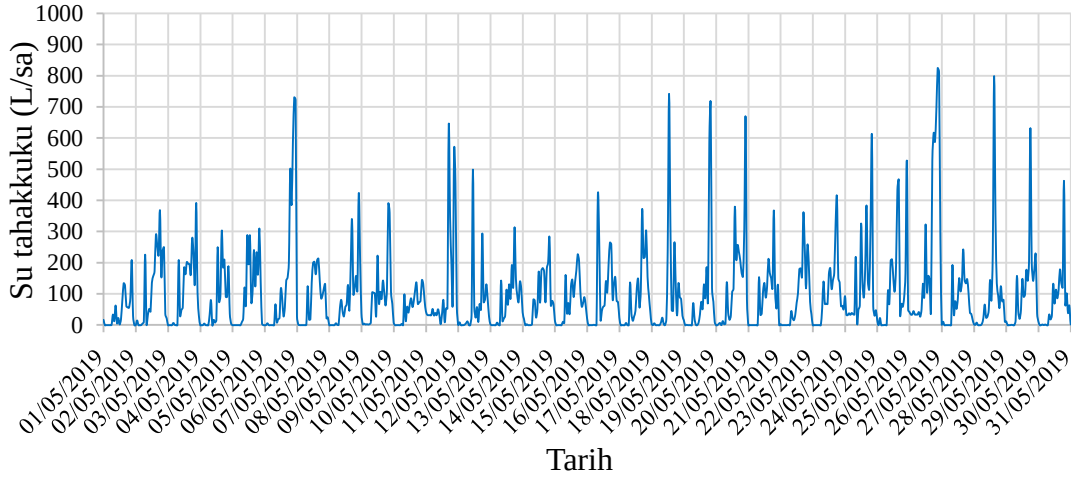


Şekil 4.12. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayındaki değerler; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.1.5. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.13'te 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:00 arası Olbia Bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 825 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 97 L/sa olarak hesaplanmıştır.

01-31 Mayıs 2019 dönemi için su tahakkukları



Şekil 4.13. Olbia bayan tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

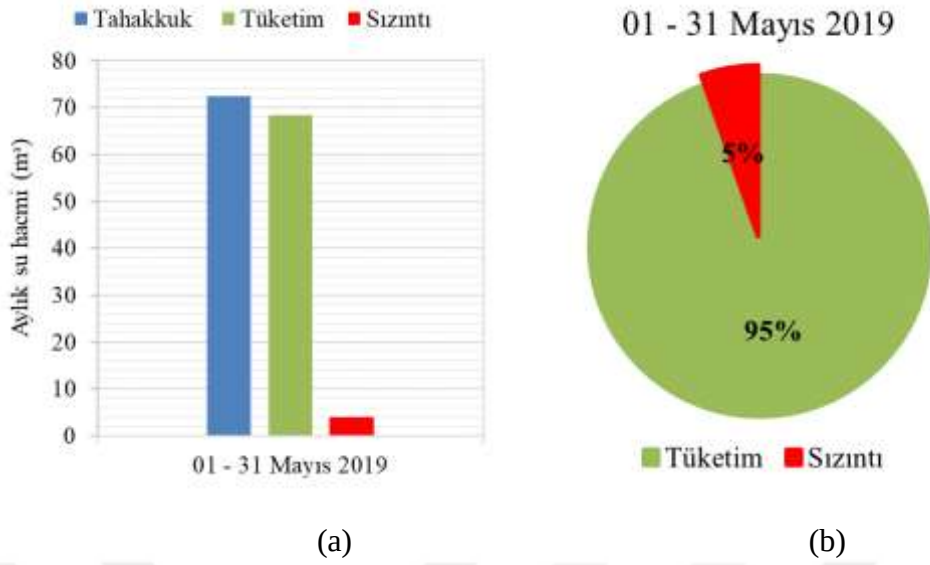
4.2.1.6. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

Şekil 4.14’te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.15-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %5’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.15-b).



Şekil 4.14. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.15. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki değerler; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.1.7. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.16'da 01.06.2019 saat 00:00 ile 16.06.2019 saat 23:00 arası Olbia Bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 16 Haziran 2019 tarihinde sayaç arızalandığı için bu ay içerisindeki analizler ay sonunu kapsayacak şekilde incelenememiştir. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 740 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 96 L/sa olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.16. Olbia bayan tuvaletinde 01-16.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

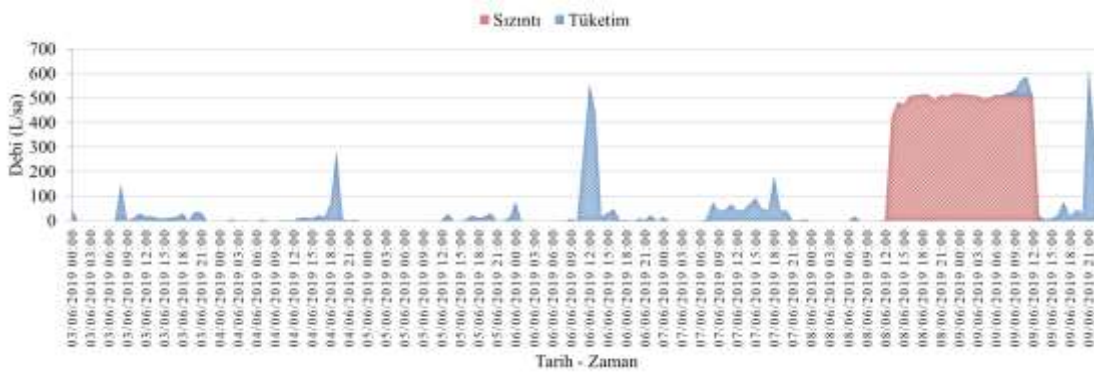
16 Haziran tarihinde sayacın bozulmasından kaynaklı olarak incelemeler haftalık olarak sunulmaktadır.

Şekil 4.17’de Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 dönemi içinde izlenen saatlik su tahakkukları, Şekil 4.18’de ise su tahakkuk verilerinin analiz edilmesi ile belirlenen sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri sunulmaktadır. Bu dönem süresince her gün için ölçülen toplam su hacmi (tahakkuk), hesaplanan sayaç sonrası sızıntı hacmi ve su tüketim hacmi Şekil 4.19’da sunulmaktadır.



Şekil 4.17. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 tarihleri arasında ölçülen saatlik su tahakkukları

Şekil 4.18’de görülen mavi değer alanları tüketim değerini göstermekte ve kırmızı değer alanları sızıntı değerini göstermektedir. Minimum gece debisi (00:00-05:00) incelenerek yapılan analizler sonucu devam eden sürekli akış, sızıntı olarak değerlendirilmiştir. Sızıntı olarak tanımlanan günden önceki günlerde değişken su profilleri sızıntı olmadığını, sadece tüketim değeri olduğunu göstermektedir.



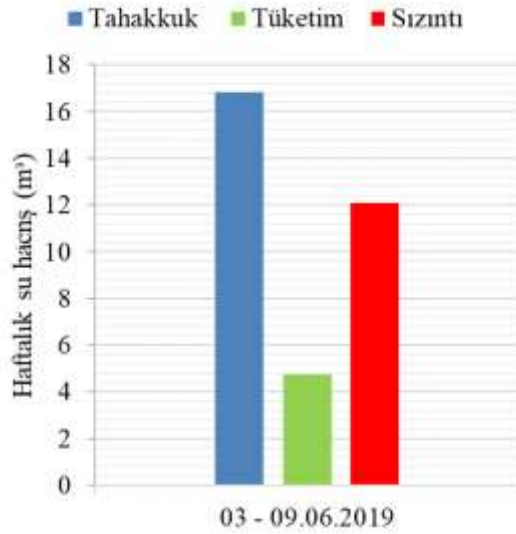
Şekil 4.18. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 dönemi için hesaplanan sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri

Şekil 4.19’da 08/06/2019 tarihinde ve 09/06/2019 tarihinde verilen yüksek sızıntıların nedeni açık unutulmuş musluklar, bozulan bir rezervuar gibi sebepler olabilmektedir. En doğru nedenin tespiti için yerinde gözlem yapılması gerekmektedir.



Şekil 4.19. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam günlük tahakkuk su hacimleri, hesaplanan günlük sızıntı hacmi ve günlük tüketim su hacmi

İncelenen bir haftalık dönem için su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı hacmi ve toplam su tüketim hacmi Şekil 4.20’de gösterilmektedir.



Şekil 4.20. Olbia bayan tuvaletinde 03.06.2019 – 09.06.2019 tarihleri arasındaki bir haftalık dönemde ölçülen toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

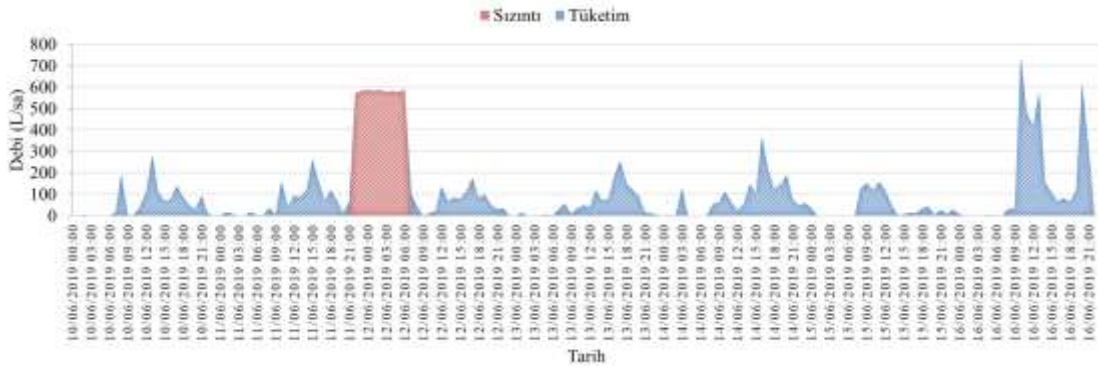
Şekil 4.21’de Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 dönemi içinde izlenen saatlik su tahakkukları, Şekil 4.22’de ise su tahakkuk verilerinin analiz edilmesi ile belirlenen sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri sunulmaktadır. Bu dönem süresince her gün için ölçülen toplam su hacmi (tahakkuk), hesaplanan sayaç sonrası sızıntı hacmi ve su tüketim hacmi Şekil 4.23’te sunulmaktadır. İncelenen bir haftalık

dönem için su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı hacmi ve toplam su tüketim hacmi Şekil 4.24'te gösterilmektedir.



Şekil 4.21. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 tarihleri arasında ölçülen saatlik su tahakkukları

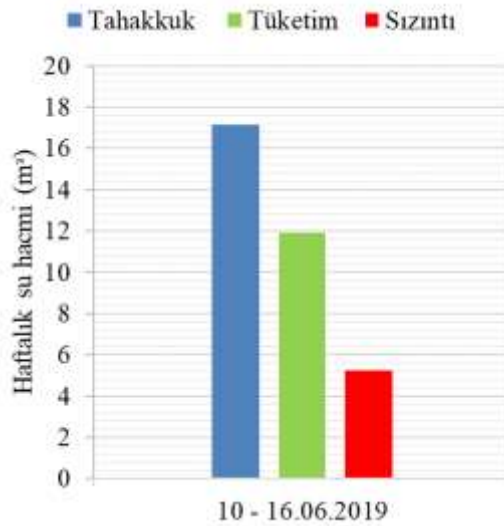
Şekil 4.22'de görülen mavi değer alanları tüketim değerini göstermekte ve kırmızı değer alanları sızıntı değerini göstermektedir. Minimum gece debisi (00:00-05:00) incelenerek yapılan analizler sonucu devam eden sürekli akış, sızıntı olarak değerlendirilmiştir. Sızıntı olarak tanımlanan günden önceki ve sonraki günlerde değişken su profilleri sızıntı olmadığını, sadece tüketim değeri olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.22. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 dönemi için hesaplanan sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri



Şekil 4.23. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam günlük tahakkuk su hacimleri, hesaplanan günlük sızıntı hacmi ve günlük tüketim su hacmi

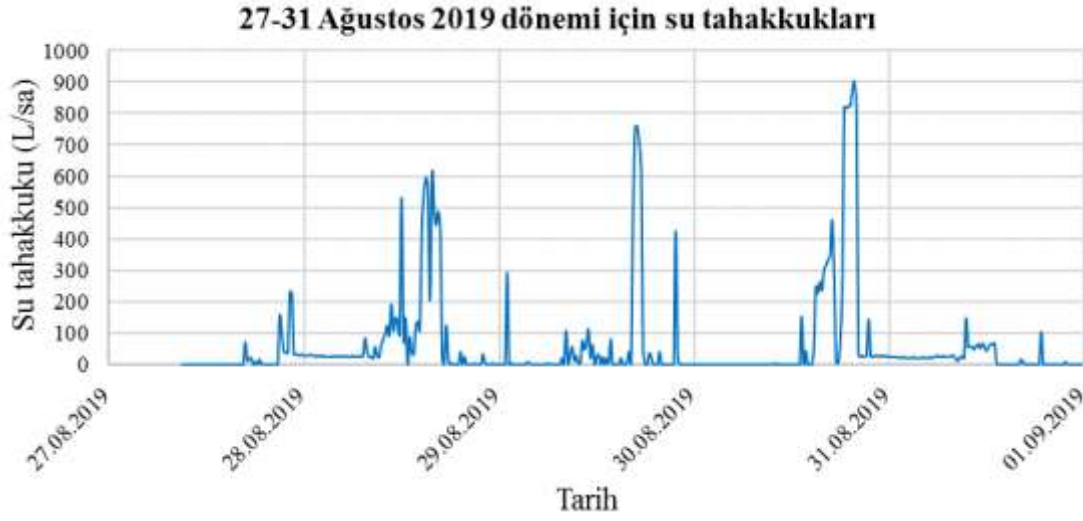


Şekil 4.24. Olbia bayan tuvaletinde 10.06.2019 – 16.06.2019 tarihleri arasındaki bir haftalık dönemde ölçülen toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

4.2.1.8. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı (27.08 – 01.09.2019) için su tahakkuk analizi

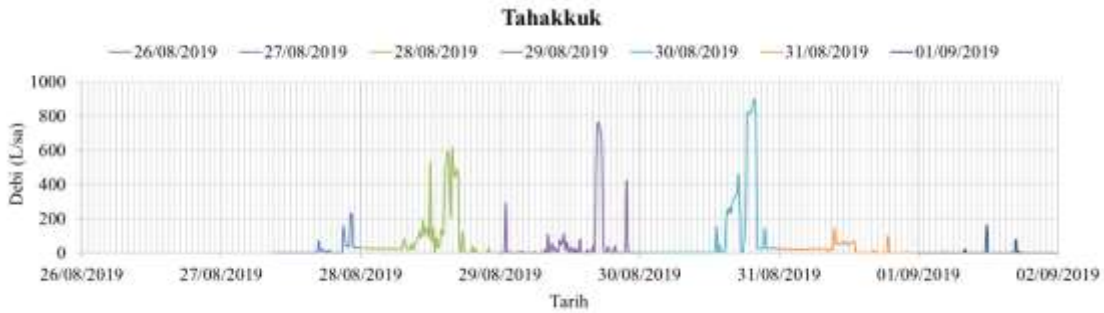
Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 16 Haziran 2019 tarihinde arızalandığı için ve 27 Ağustos 2019 tarihine kadar sayaç veri aktarımı yapamadığı için Temmuz ayı analizleri yapılamamıştır. Ağustos ayında ise yalnızca 27 Ağustos ile 31 Ağustos tarihleri arasındaki tahakkuk değerleri incelenebilmiştir.

Şekil 4.25'te 27.08.2019 saat 19:00 ile 31.08.2019 saat 23:45 arası Olbia bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 900 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 60 L/sa olarak hesaplanmıştır.

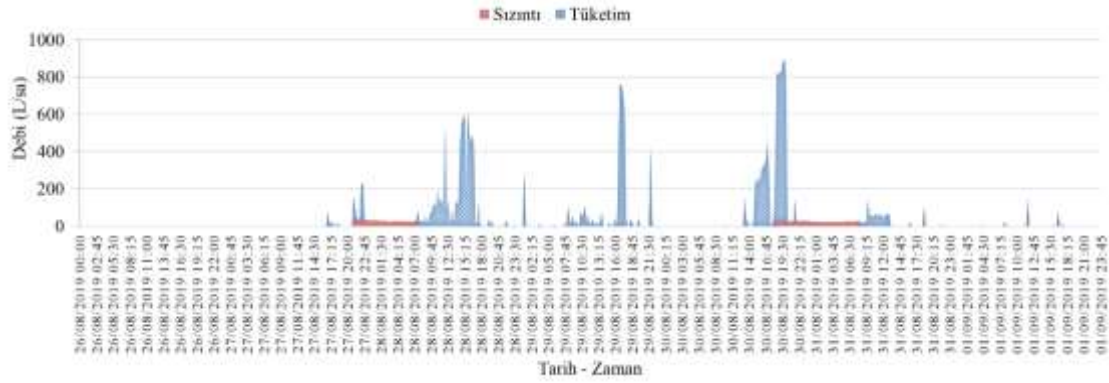


Şekil 4.25. Olbia bayan tuvaletinde 27.08 – 01.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

Şekil 4.26’da Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 dönemi içinde izlenen saatlik su tahakkukları, Şekil 4.27’de ise su tahakkuk verilerinin analiz edilmesi ile belirlenen sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri sunulmaktadır. Bu dönem süresince her gün için ölçülen toplam su hacmi (tahakkuk), hesaplanan sayaç sonrası sızıntı hacmi ve su tüketim hacmi Şekil 4.28’de sunulmaktadır. İncelenen dönem için su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı hacmi ve toplam su tüketim hacmi Şekil 4.29’da gösterilmektedir.



Şekil 4.26. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 tarihleri arasında ölçülen her 15 dakikalık su tahakkukları



Şekil 4.27. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 dönemi için hesaplanan sayaç sonrası sızıntı ve su tüketim debileri



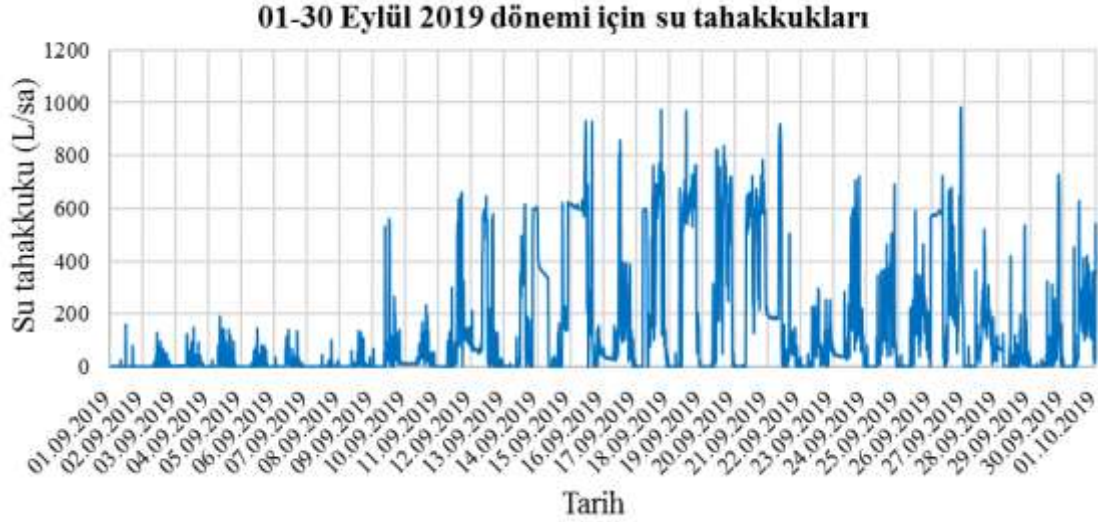
Şekil 4.28. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam günlük tahakkuk su hacimleri, hesaplanan günlük sızıntı hacmi ve günlük tüketim su hacmi



Şekil 4.29. Olbia bayan tuvaletinde 27.08.2019 (saat 09:00) – 01.09.2019 tarihleri arasındaki dönemde ölçülen toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

4.2.1.9. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Eylül ayı için su tahakkuk analizi

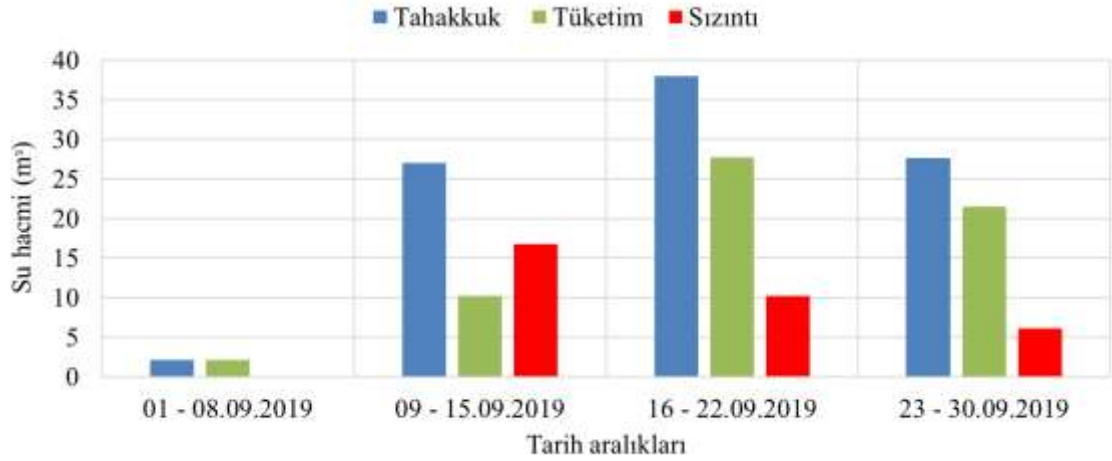
Şekil 4.30'da 02.09.2019 saat 00:00 ile 30.09.2019 saat 23:45 arası Olbia bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 984 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 132 L/sa olarak hesaplanmıştır.



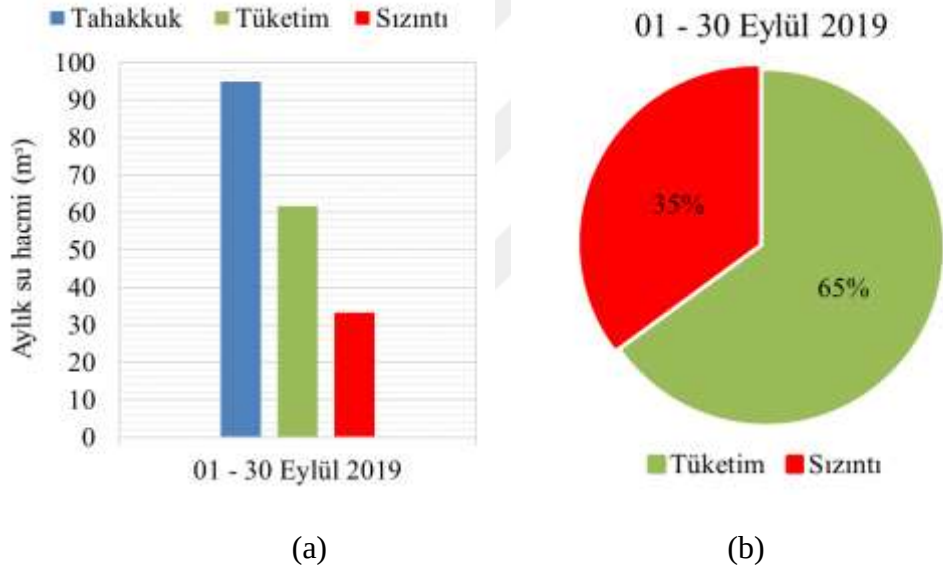
Şekil 4.30. Olbia bayan tuvaletinde 02.09-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.1.10. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

01 – 30 Eylül 2019 yılı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.31’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.32-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %35’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.32-b).



Şekil 4.31. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

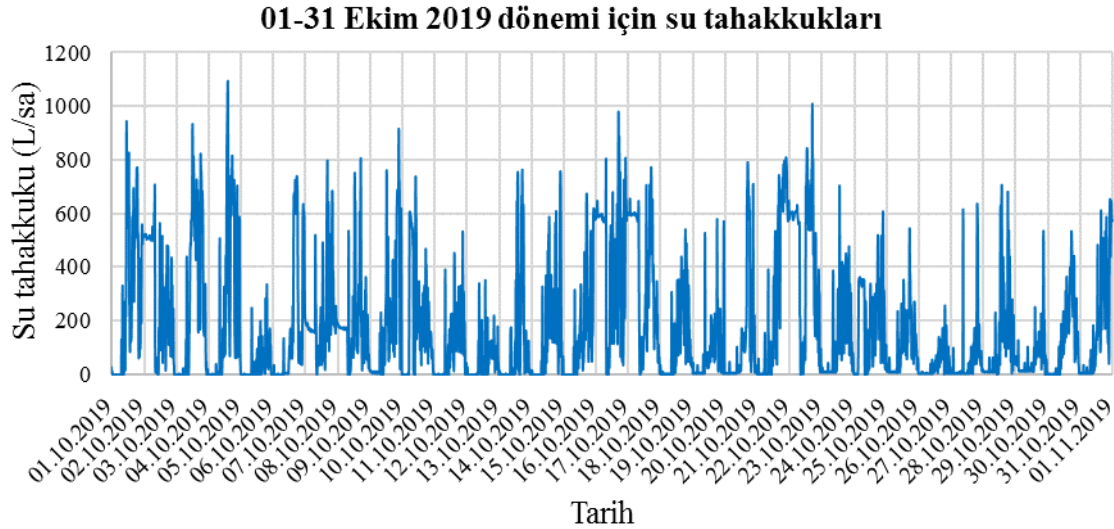


Şekil 4.32. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

Sızıntı değeri Eylül ayında yükselmiştir. Bunun sebebi açık unutulan bir musluk, takılı kalan bir rezervuar ya da arızadan kaynaklı olabilmektedir. Yerinde inceleme ile bu tuvalettaki arızanın nedeni tespit edilebilir.

4.2.1.11. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.33'te 01.10.2019 saat 00:00 ile 31.10.2019 saat 23:45 arası Olbia bayan tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1088 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 121 L/sa olarak hesaplanmıştır.



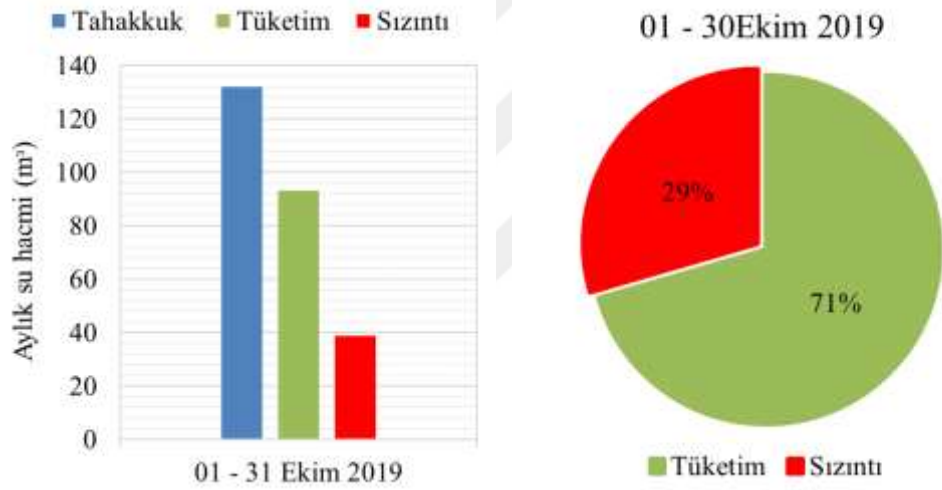
Şekil 4.33. Olbia bayan tuvaletinde 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.1.12. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

01 – 31 Ekim 2019 yılı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.34’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.35-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %29’luk kısmını oluşturmaktadır Şekil 4.35-b).



Şekil 4.34. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



(a)

(b)

Şekil 4.35. Olbia bayan tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.1.13. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti 2019 yılı Mart – Ekim dönemi (ilk 6 aylık izleme) için su tahakkuk analizi özeti

Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Mart-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.1’de ve Şekil 4.36’da sunulmaktadır. Sayaç arızasından kaynaklanan sebep nedeniyle analizler Mart-Ekim 2019 dönemi için yapılmıştır ve bu dönemdeki sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 106 m^3 ve toplam tahakkuk içindeki oranı %23’tür.

Çizelge 4.1. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Mart-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Olbia Bayan Tuvalet	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Mart (06-31.03.2019)	61	57	4	7
Nisan (01 - 30.04.2019)	72	65	7	10
Mayıs (01 - 31.05.2019)	72	68	4	6
Haziran (01 - 16.06.2019)	37	18	19	51
Eylül (01-30.09.2019)	95	62	33	35
Ekim (01-31.10.2019)	132	93	39	30
Toplam (Mart-Ekim)	469	363	106	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%77	%23	-

*Çizelgede yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.

Sızıntı değerlerinde istenilen kadar azalma olmamıştır. Bunun sebebi olarak yeterli duyarlılık seviyesi gösterilememiş, arızalar tamir edilmemiş ve sızıntılara yeterli dikkat gösterilememiş olabilir. Sızıntıların tespit edilmesi kadar, onarımı ve düzeltilmesi de önem arz etmektedir.



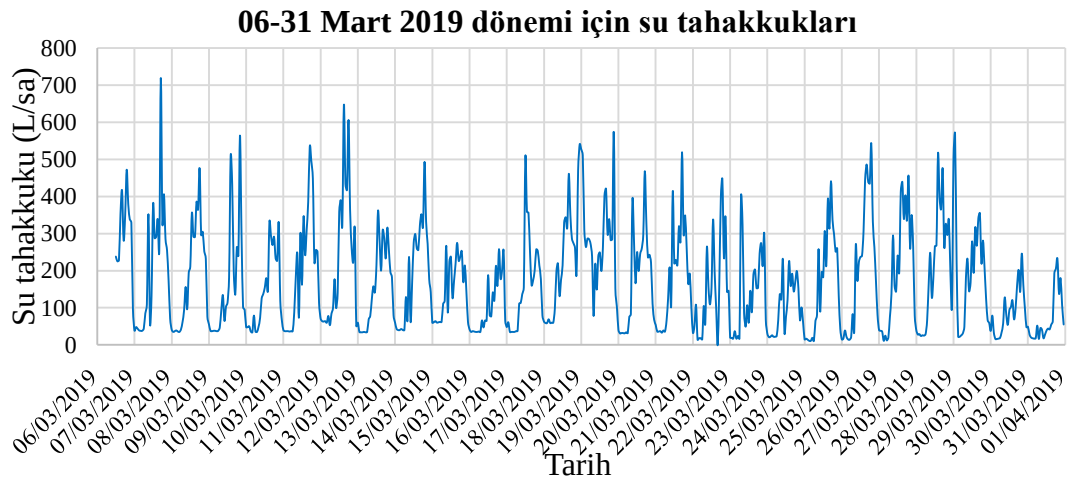
Şekil 4.36. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Mart-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.2.2. Olbia bay tuvaleti analiz sonuçları

Mart-Ağustos 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Olbia Çarşısı bay tuvaleti için akıllı sayacından elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Olbia bay tuvaletinde akıllı su sayacı Ağustos ayında sökülme durumunda kaldığı için, analizler Ağustos ayına kadar hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

4.2.2.1. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mart ayı (06 – 31.03.2019) için su tahakkuk analizi

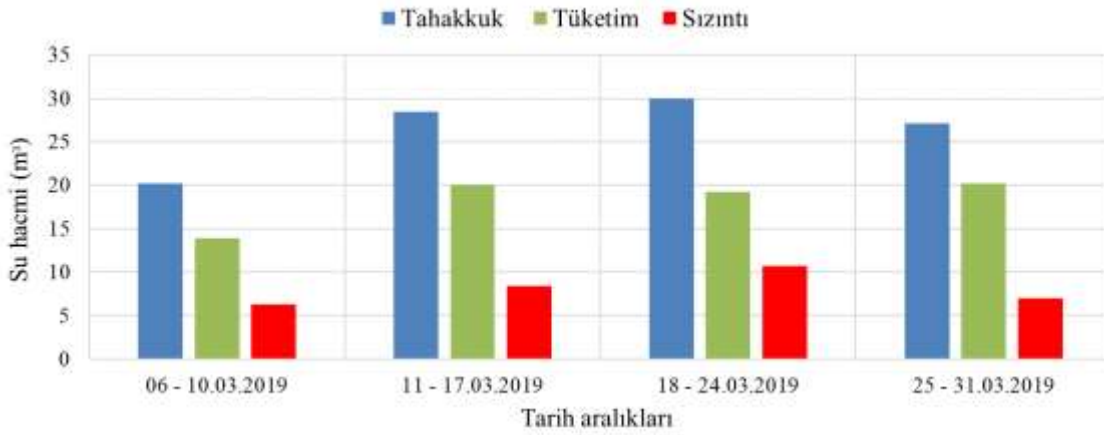
Şekil 4.37’de 06.03.2019 saat 12:00 ile 31.03.2019 saat 23:00 arası Olbia bay tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 719 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 173 L/sa olarak hesaplanmıştır.



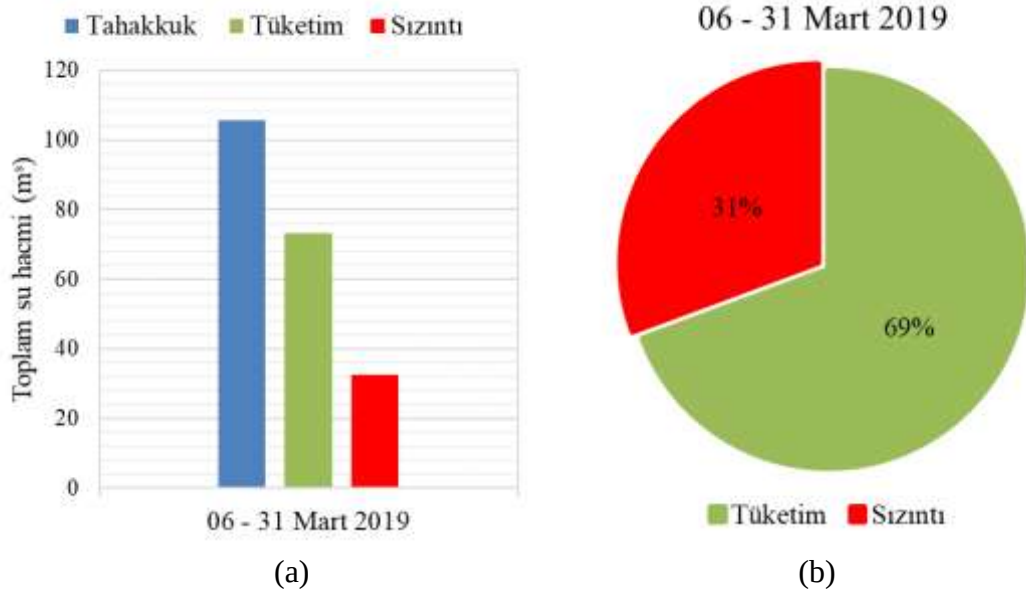
Şekil 4.37. Olbia bay tuvaletinde 06-31.03.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.2.2. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mart ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mart ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.38’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.39-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %31’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.39-b).



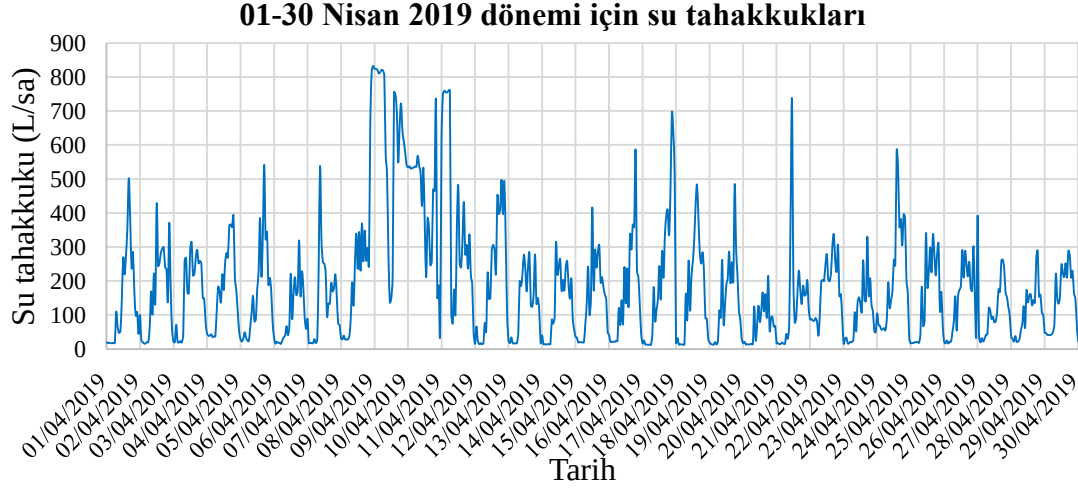
Şekil 4.38. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.39. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mart ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.2.3. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.40'da 01.04.2019 saat 00:00 ile 30.04.2019 saat 23:00 arası Olbia bay tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 12 L/sa ve maksimum su tahakkuku 832 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 185 L/sa olarak hesaplanmıştır.



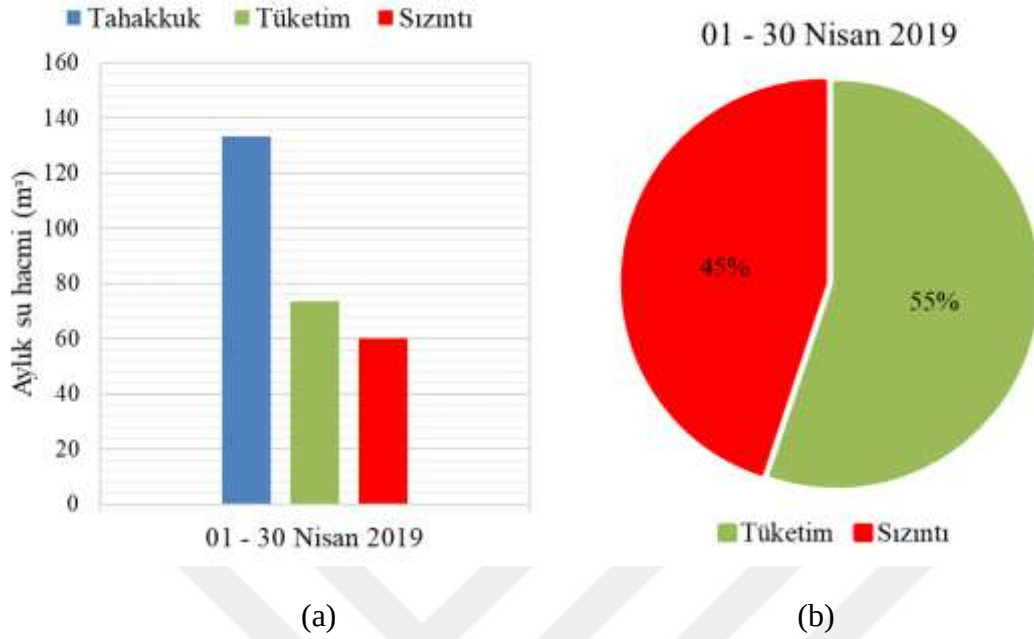
Şekil 4.40. Olbia bay tuvaletinde 01-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.2.4. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Nisan ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.41'de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.42-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %45'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.42-b).



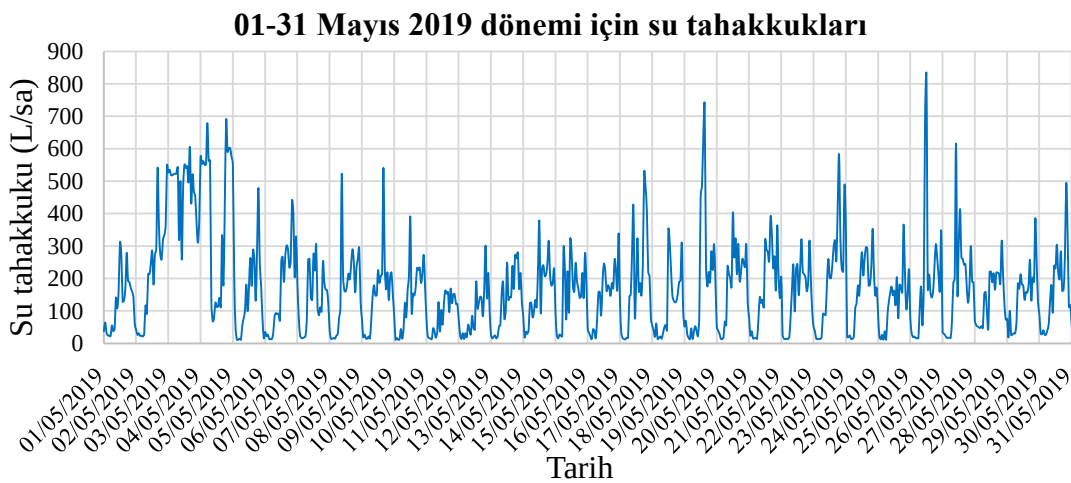
Şekil 4.41. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.42. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.2.5. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.43'te 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:00 arası Olbia bay tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 11 L/sa ve maksimum su tahakkuku 822 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 172 L/sa olarak hesaplanmıştır.



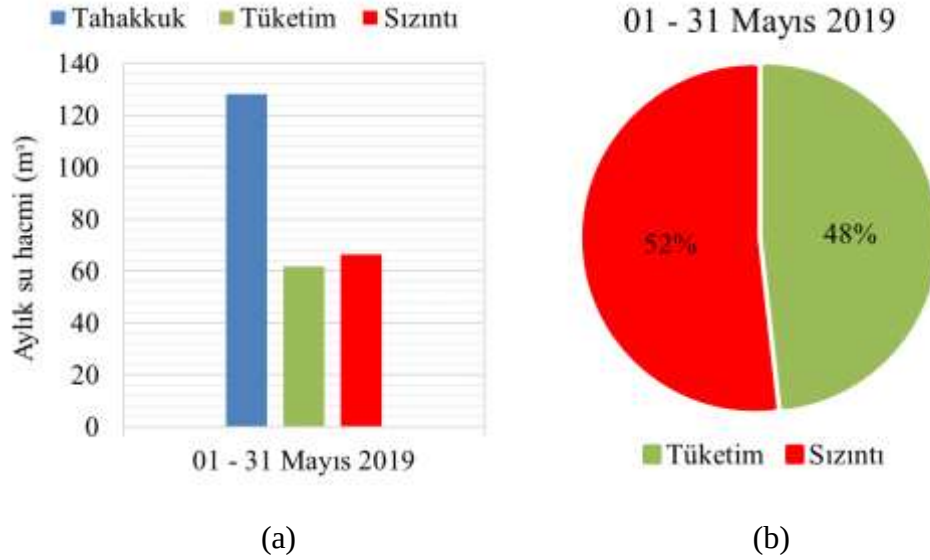
Şekil 4.43. Olbia bay tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.2.6. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.44'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.45-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %48'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.45-b).



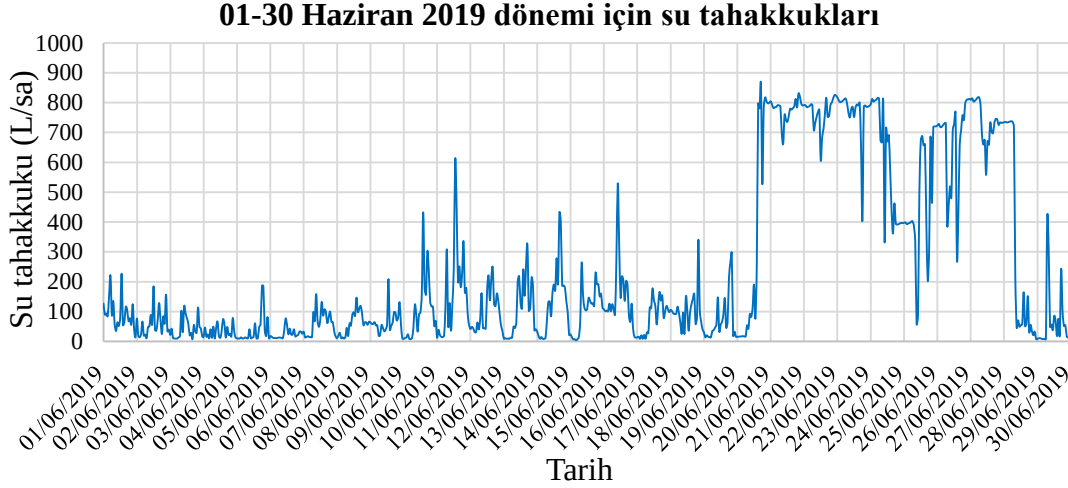
Şekil 4.44. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.45. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.2.7. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.46’da 01.06.2019 saat 00:00 ile 30.06.2019 saat 23:00 arası Olbia Bay tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 4 L/sa ve maksimum su tahakkuku 862 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 237 L/sa olarak hesaplanmıştır.



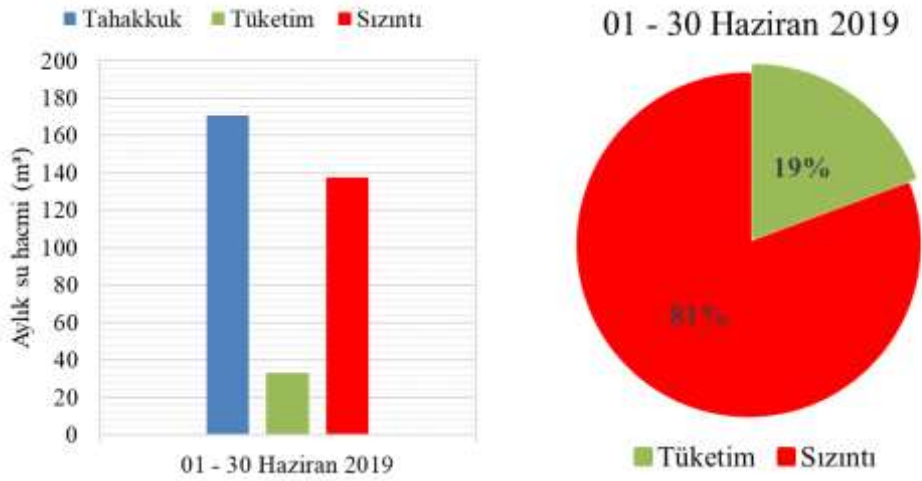
Şekil 4.46. Olbia bay tuvaletinde 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.2.8. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Haziran ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.47’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.48-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %19’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.48-b).



Şekil 4.47. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



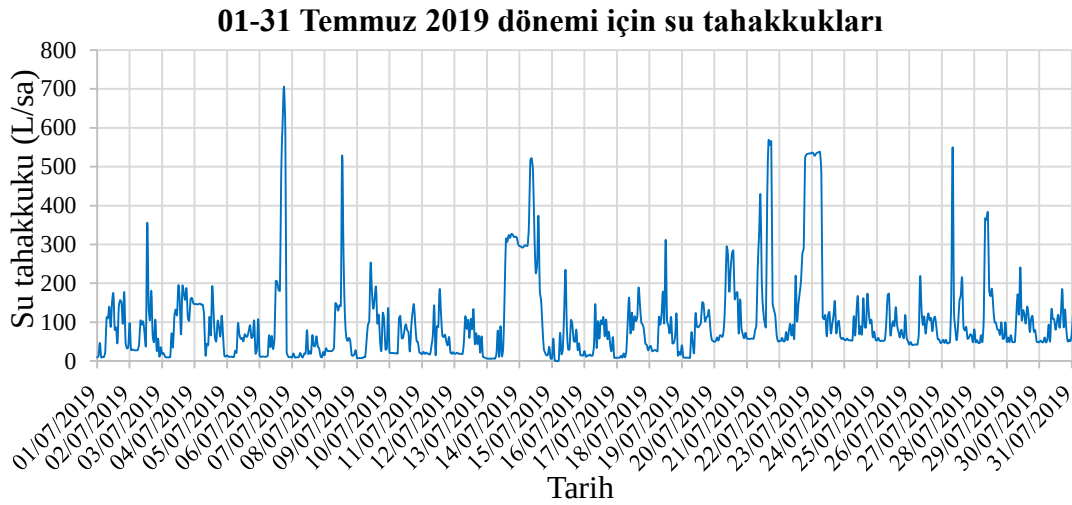
(a)

(b)

Şekil 4.48. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.2.9. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.49'da 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:00 arası Olbia bay tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 706 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 104 L/sa olarak hesaplanmıştır.



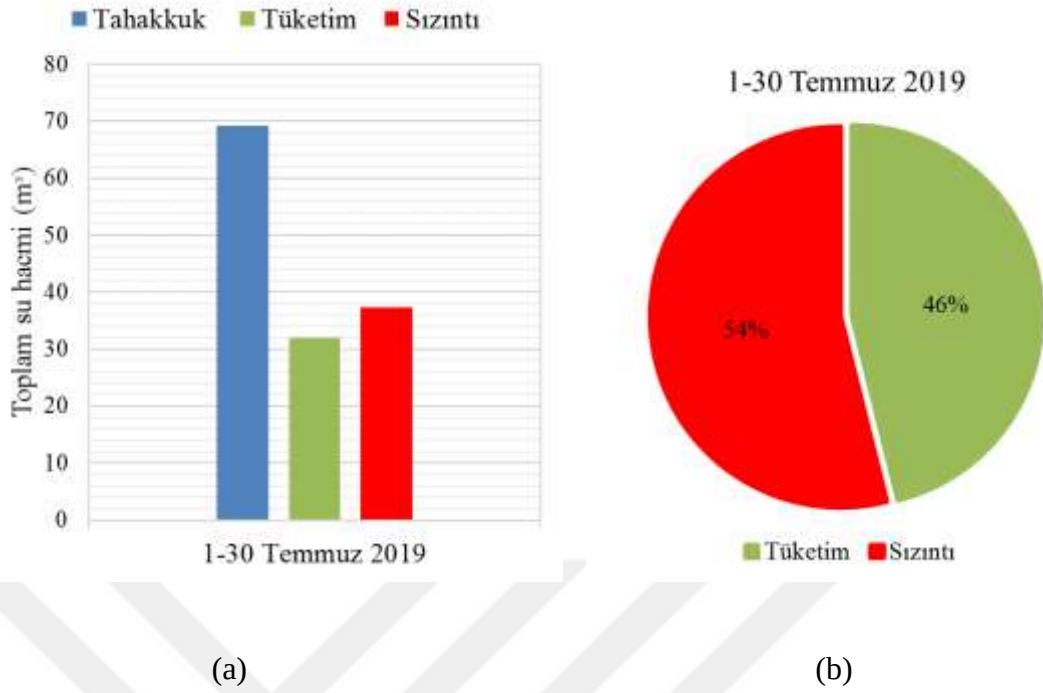
Şekil 4.49. Olbia bay tuvaletinde 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.2.10. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Temmuz ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.50’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.51-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %54’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.51-b).



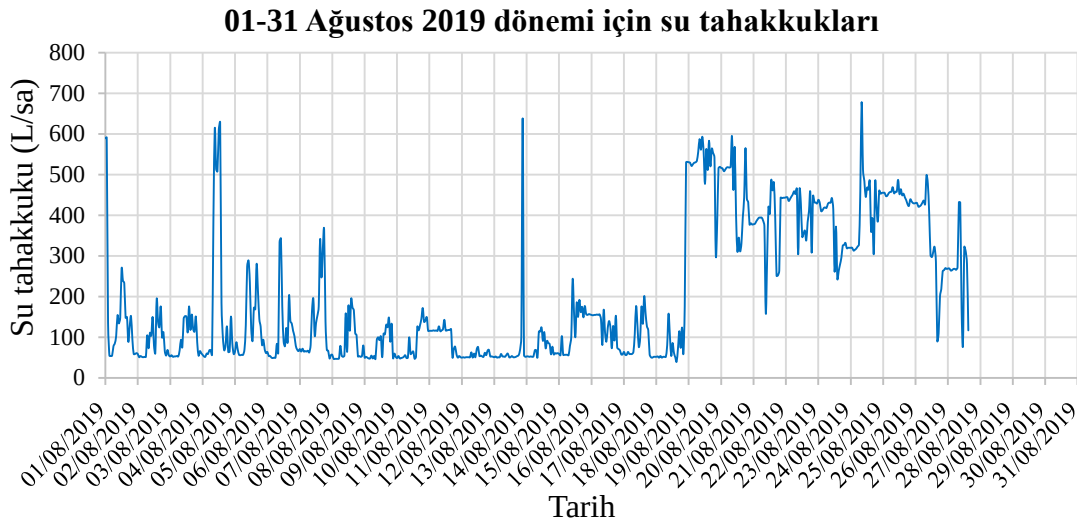
Şekil 4.50. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.51. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.2.11. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.52’de 01.08.2019 saat 00:00 ile 31.08.2019 saat 23:00 arası Olbia bay tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 40 L/sa ve maksimum su tahakkuku 678 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 204 L/sa olarak hesaplanmıştır.



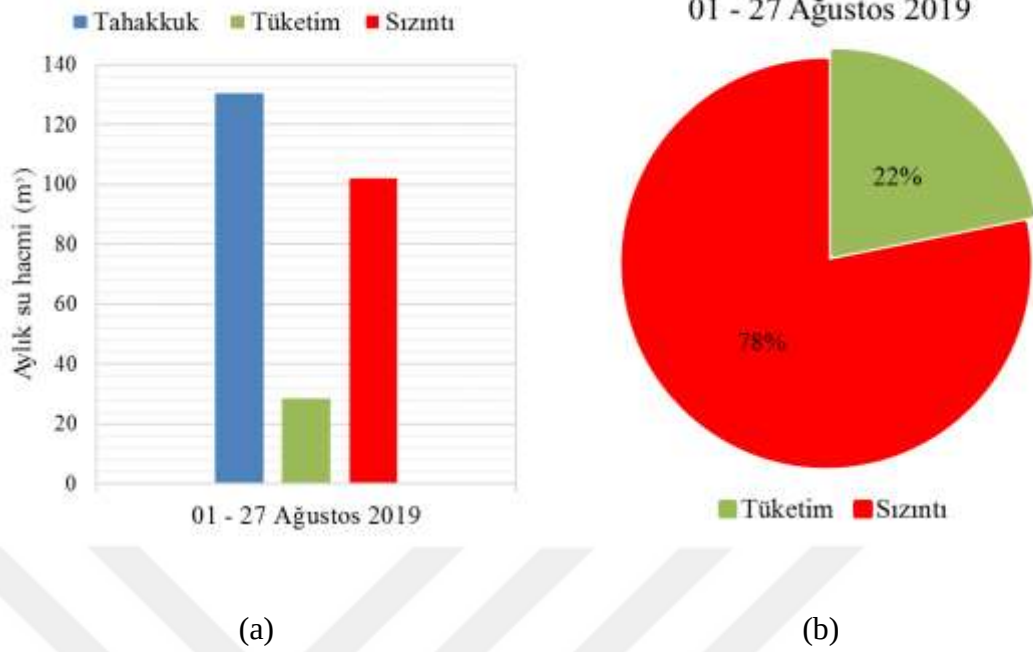
Şekil 4.52. Olbia bay tuvaletinde 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.2.12. Olbia bay tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ağustos ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.53'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.54-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %78'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.54-b).



Şekil 4.53. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.54. Olbia bay tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.2.13. Olbia Çarşısı bay tuvaleti 2019 yılı Mart – Ağustos dönemi (ilk 6 aylık izleme) için su tahakkuk analizi özeti

Olbia Çarşısı bay tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.2’de ve

Şekil 4.55’te sunulmaktadır. Olbia Çarşısı bay tuvaleti için ilk altı aylık izleme döneminde akıllı sayaçlardan elde edilen saatlik su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 436 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %59’dur.

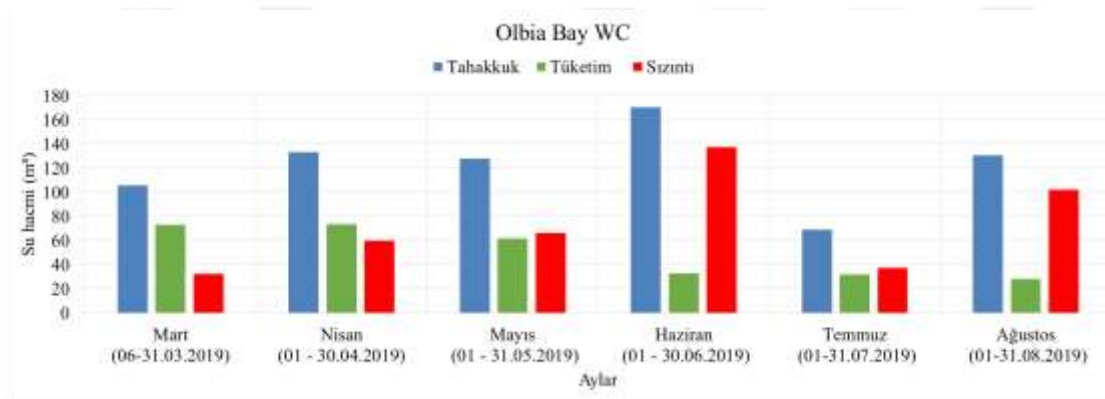
Çizelge 4.2. Olbia Çarşısı bay tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Olbia Bay Tuvalet	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Mart (06-31.03.2019)	106	73	32	30
Nisan (01 - 30.04.2019)	134	74	60	45
Mayıs (01 - 31.05.2019)	128	62	66	52
Haziran (01 - 30.06.2019)	171	33	138	81

Çizelge 4.2'nin devamı

Temmuz (01-31.07.2019)	69	32	37	54
Ağustos (01-31.08.2019)	131	29	102	78
Toplam (Mart-Ağustos)	738	302	436	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%41	%59	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



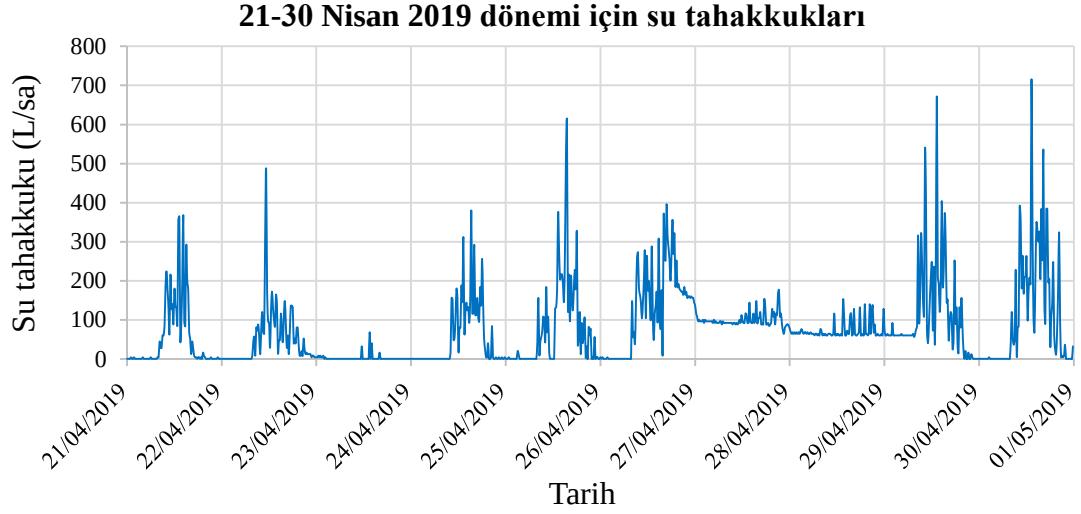
Şekil 4.55. Olbia Çarşısı bay tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.2.3. Mühendislik Fakültesi zemin kat analiz sonuçları

Mühendislik fakültesine akıllı su sayaçları montajı Nisan ayında yapılmıştır. Nisan-Ekim 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Mühendislik Fakültesi Zemin Kat Tuvaleti için akıllı sayacıdan elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

4.2.3.1. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Nisan ayı (21 – 30 Nisan 2019) için su tahakkuk analizi

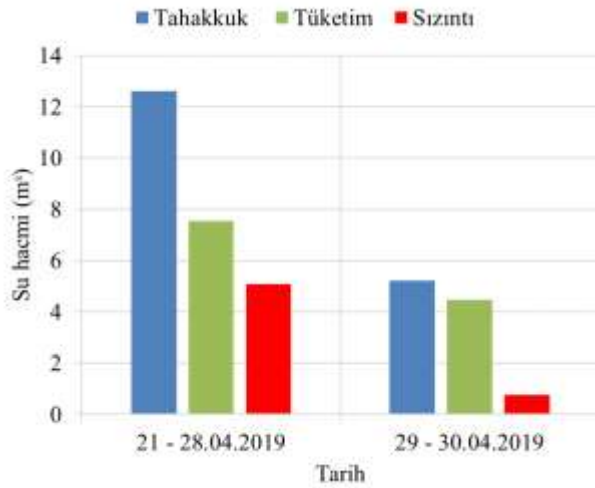
Şekil 4.56’da 21.04.2019 saat 00:00 ile 30.04.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 716 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 74 L/sa olarak hesaplanmıştır.



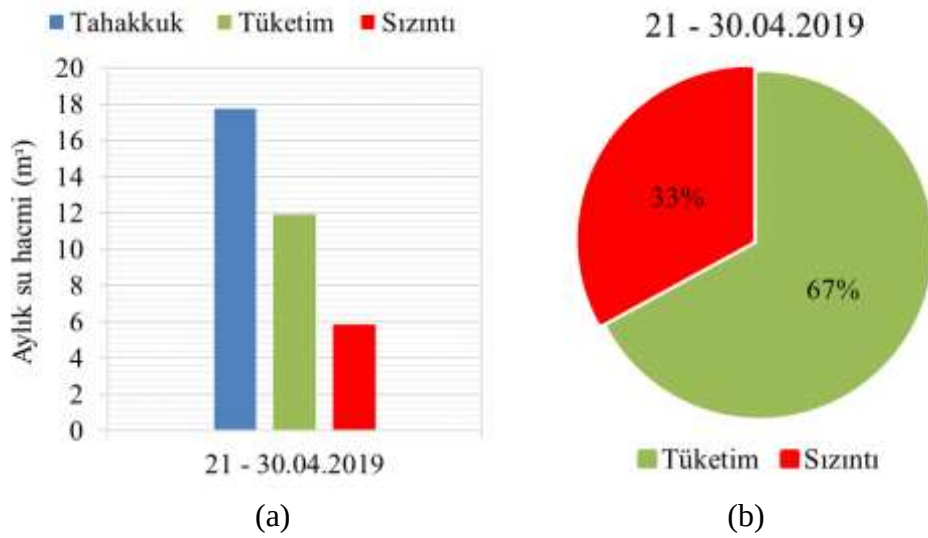
Şekil 4.56. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 21-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.2. Mühendislik Fakültesi zemin kat 21 – 30 Nisan 2019 yılı için sayaç sonrası sızıntı analizi

21 – 30 Nisan 2019 yılı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.57’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.58-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %24’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.58-b).



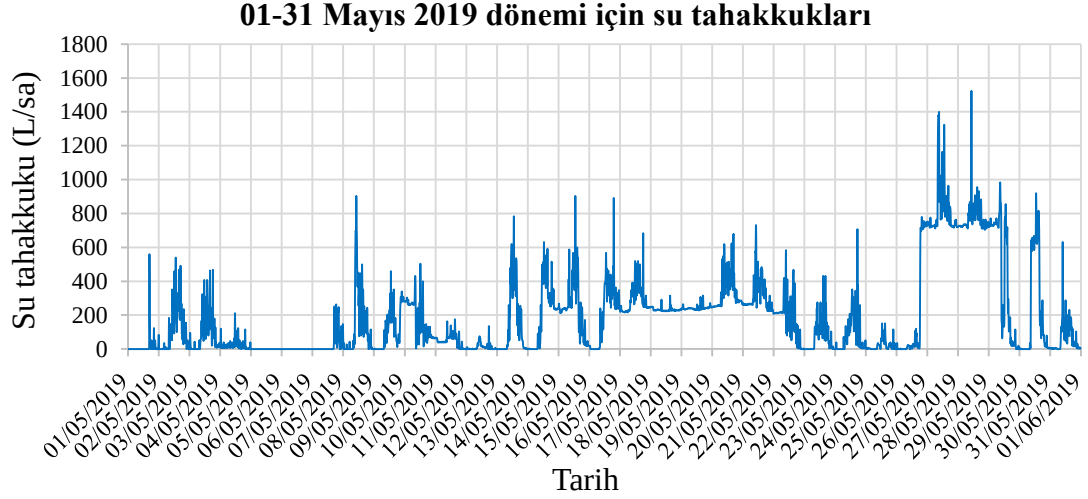
Şekil 4.57. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 21 – 30 Nisan 2019 yılında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.58. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 21 – 30 Nisan 2019 yılındaki su tahakkuk değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.3. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.59’da 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1524 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 187 L/sa olarak hesaplanmıştır.



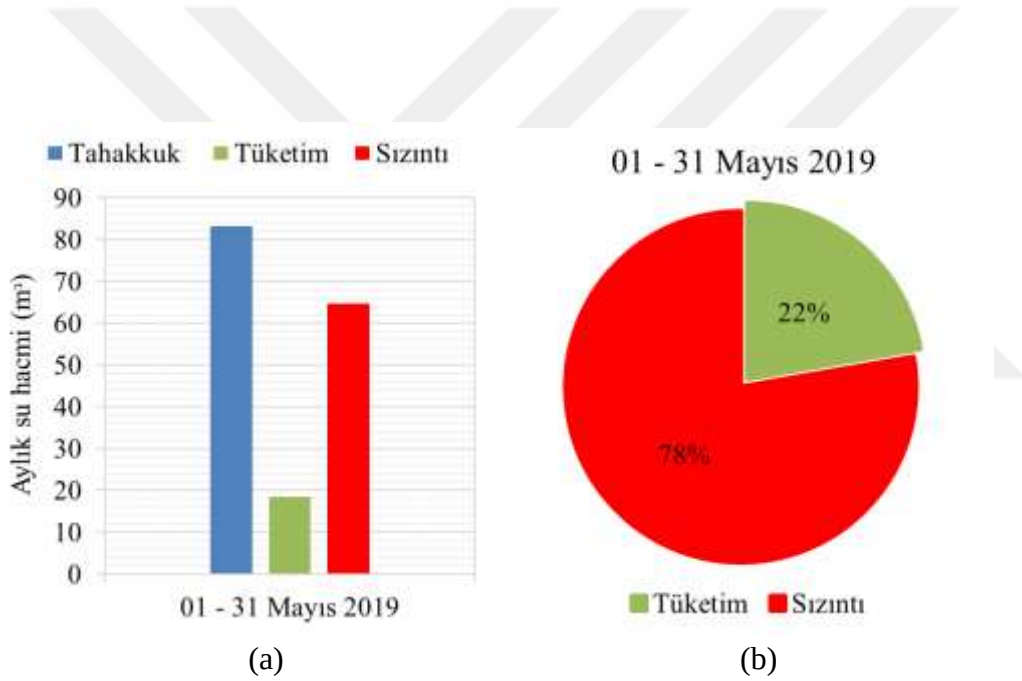
Şekil 4.59. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.4. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.60’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.61-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %78’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.61-b).



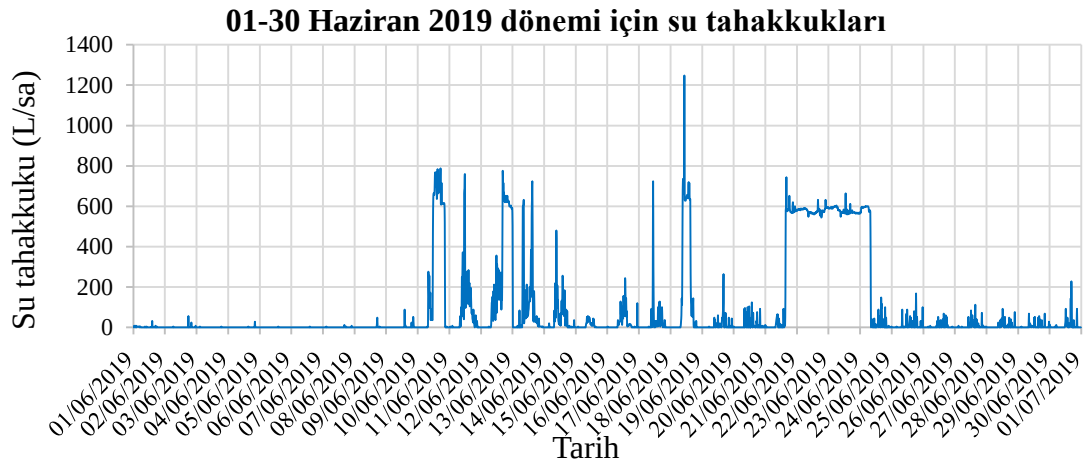
Şekil 4.60. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.61. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 2019 yılı Mayıs a ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.5. Mühendislik Fakültesi zemin kat Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.62’de 01.06.2019 saat 00:00 ile 30.06.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1524 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 144 L/sa olarak hesaplanmıştır.



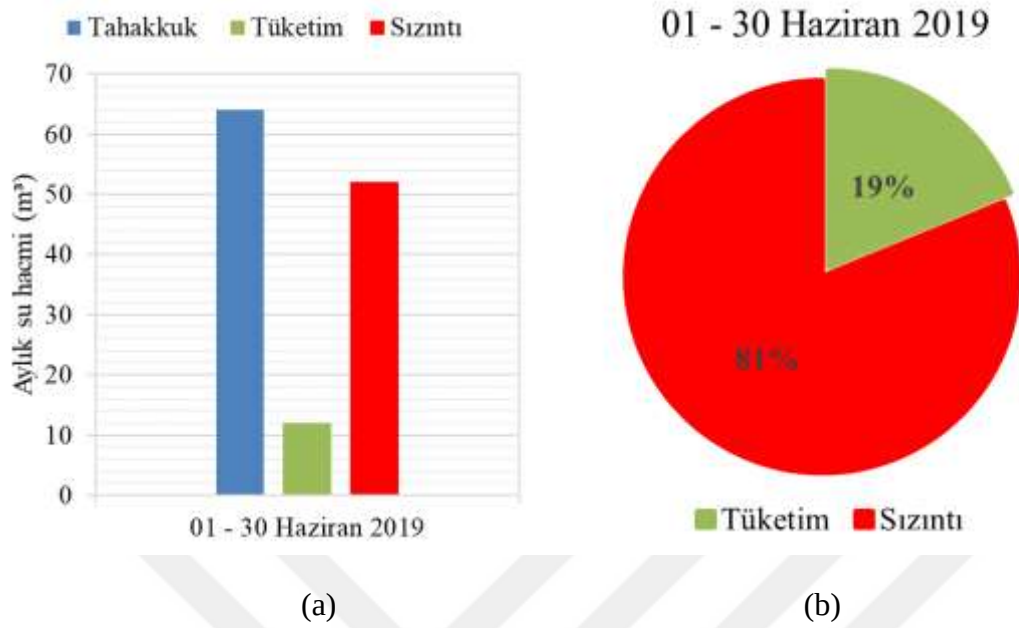
Şekil 4.62. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.6. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Haziran ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.63'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.64-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %19'lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.64-b).



Şekil 4.63. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

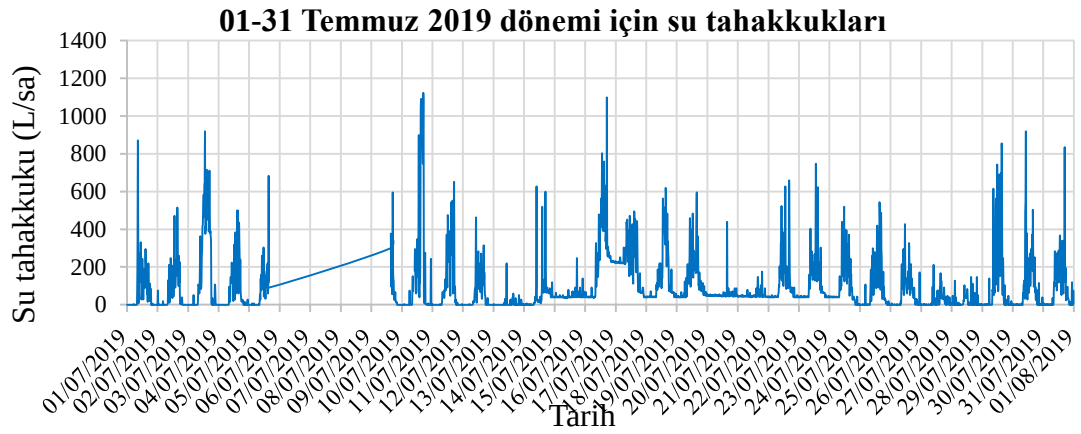


Şekil 4.64. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.7. Mühendislik Fakültesi zemin kat Temmuz ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.65'te 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 05.07.2019 Saat; 15:45'den 09.07.2019 Saat; 15:00'e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır.

Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1124 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 95 L/sa olarak hesaplanmıştır.



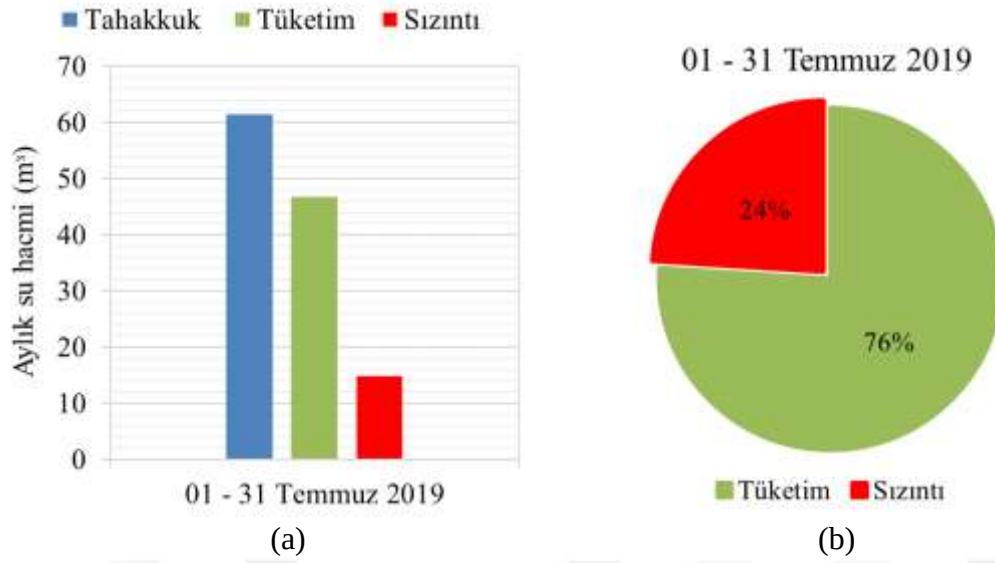
Şekil 4.65. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.8. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Temmuz ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.66’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.67-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %24’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.67-b).



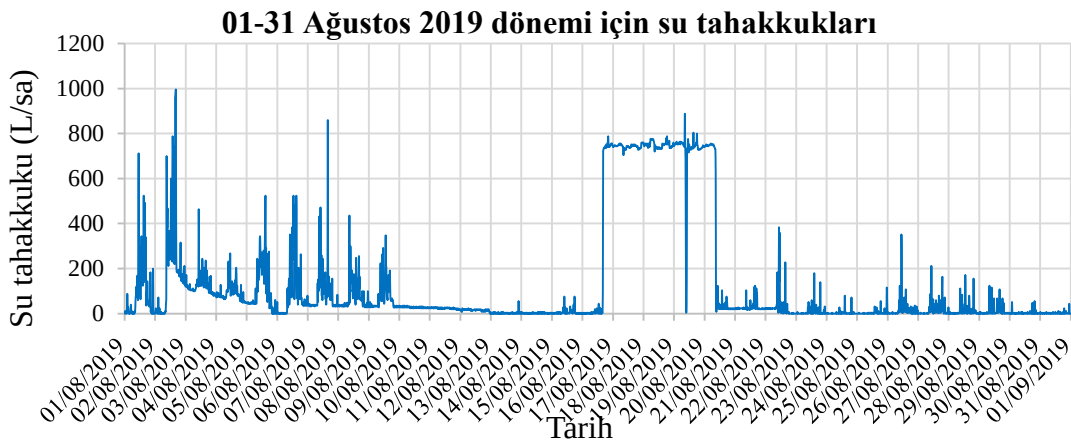
Şekil 4.66. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.67. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.9. Mühendislik Fakültesi zemin kat Ağustos ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.68’de 01.08.2019 saat 00:00 ile 31.08.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 996 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 127 L/sa olarak hesaplanmıştır.



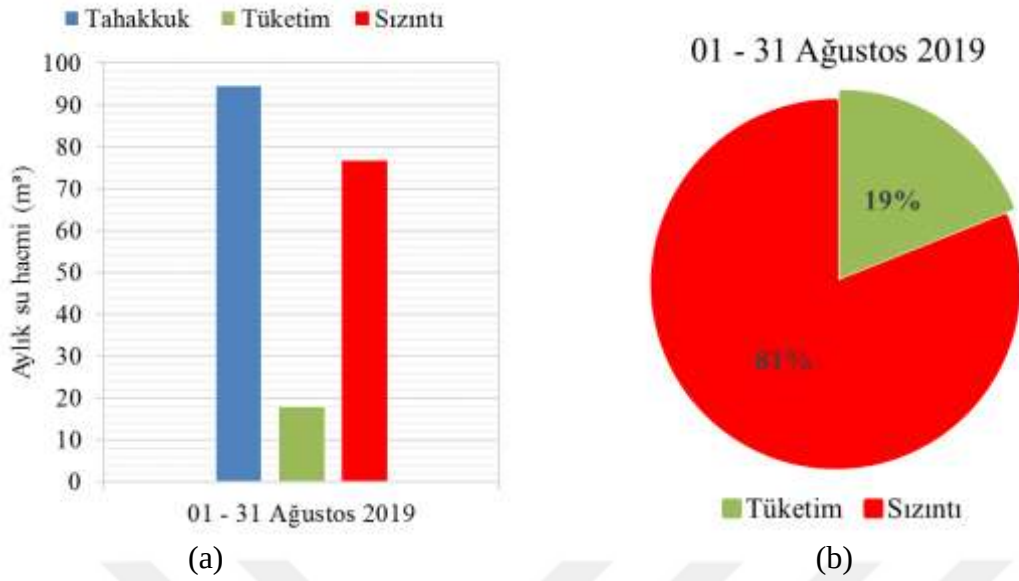
Şekil 4.68. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.10. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ağustos ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.69’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.70-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %81’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.70-b).



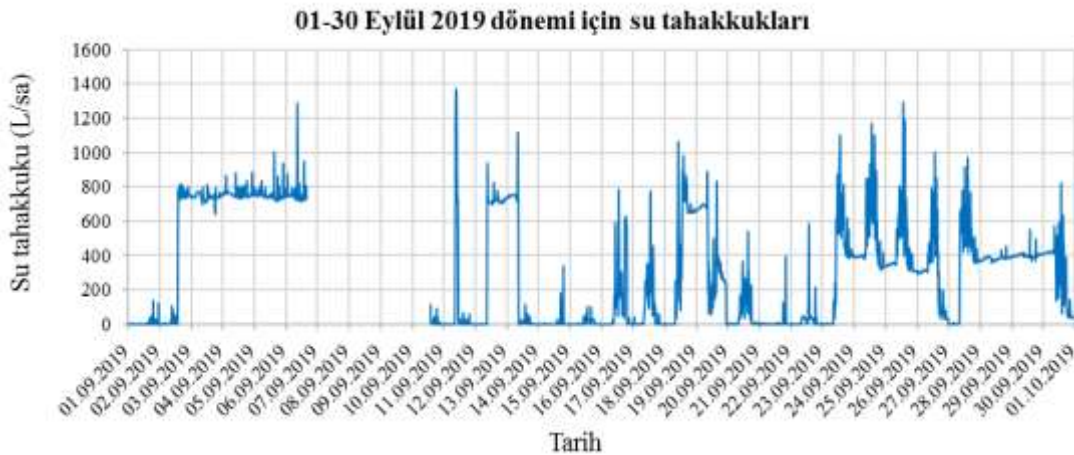
Şekil 4.69. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.70. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos a ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.11. Mühendislik Fakültesi zemin kat Eylül ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.71’de 01.09.2019 saat 00:00 ile 30.09.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Sayaçların veri aktarımından kaynaklanan bir problem nedeniyle 06.09.2019 Saat 15:45 ile 10.09.2019 Saat 14:00’deki veriler alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1368 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 308 L/sa olarak hesaplanmıştır.



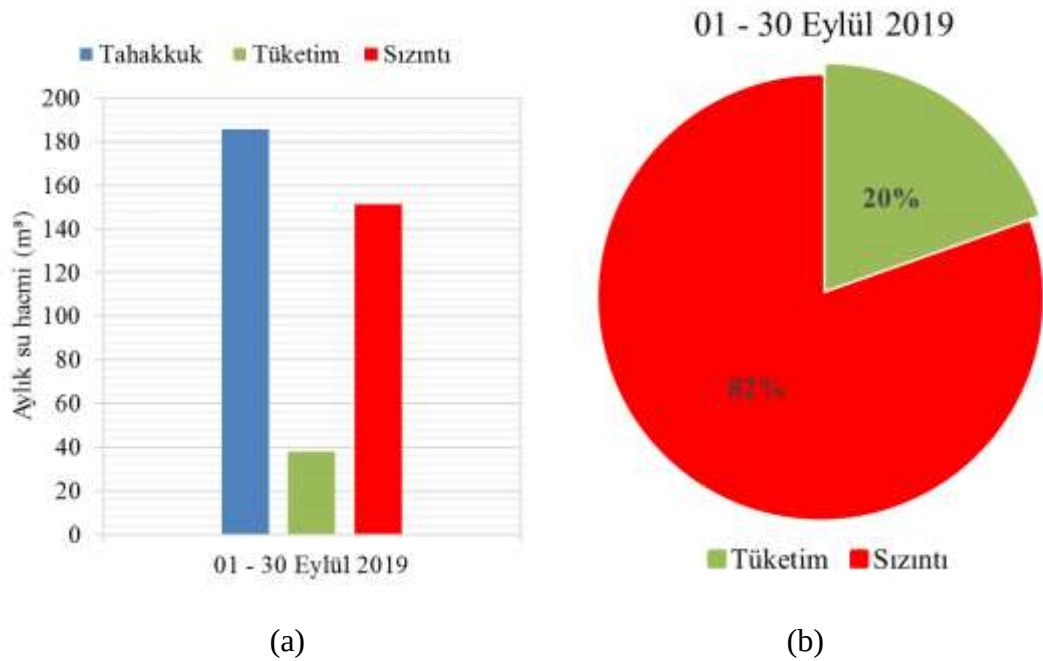
Şekil 4.71. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.12. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Eylül ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.72’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.73-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %82’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.73-b).



Şekil 4.72. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.73. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.13. Mühendislik Fakültesi zemin kat Ekim ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.74'te 01.10.2019 saat 00:00 ile 31.10.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 06.10.2019 Saat 17:00 ile 14.10.2019 Saat 04:30 arasında veri aktarımı gerçekleşmediği için bu tarihler arasında analiz yapılamamıştır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1596 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 245 L/sa olarak hesaplanmıştır.



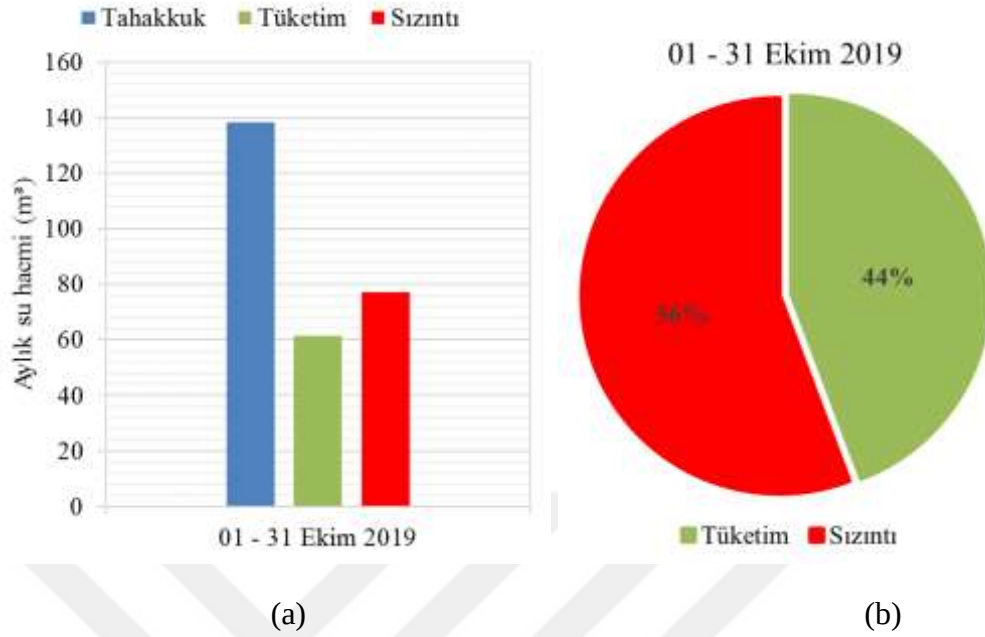
Şekil 4.74. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.3.14. Mühendislik Fakültesi zemin kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ekim ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.75'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.76-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %56'lık kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.76-b).



Şekil 4.75. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.76. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.3.15. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvalet için 2019 yılı Nisan – Eylül 2019 dönemi (ilk 6 aylık izleme) için su tahakkuk analizi özeti

Mühendislik Fakültesi Zemin Kat Öğrenci Tuvaleti için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.3'te ve Şekil 4.77'de sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi zemin kattaki tuvaleti için ilk altı aylık izleme döneminde akıllı sayaçlardan elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 397 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %70'tir.

Çizelge 4.3. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak Zemin Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Nisan (21 - 30.04.2019)	18	12	6	33
Mayıs (01 - 31.05.2019)	139	42	97	70

Çizelge 4.3'ün devamı

Haziran (01 - 30.06.2019)	64	12	52	81
Temmuz (01-31.07.2019)	62	47	15	24
Ağustos (01-31.08.2019)	94	18	76	81
Eylül (01-30.09.2019)	186	38	151	81
Toplam (Nisan-Eylül)	562	169	397	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%30	%70	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



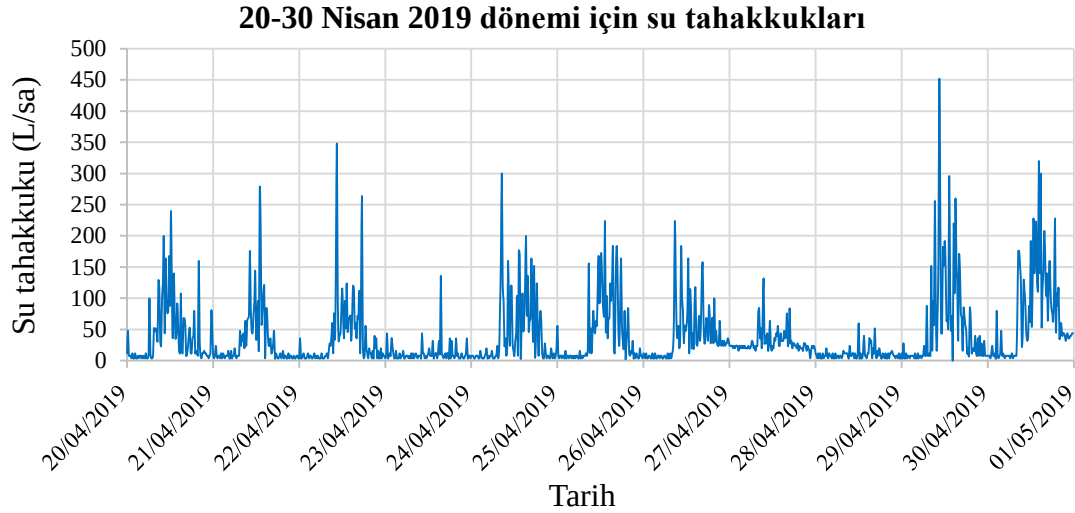
Şekil 4.77. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.2.4. Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti analiz sonuçları

Mühendislik fakültesine akıllı su sayaçları montajı Nisan ayında yapılmıştır. Nisan-Ekim 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti için akıllı sayacımdan elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

4.2.4.1. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Nisan ayı (20 – 30 Nisan 2019) için su tahakkuk analizi

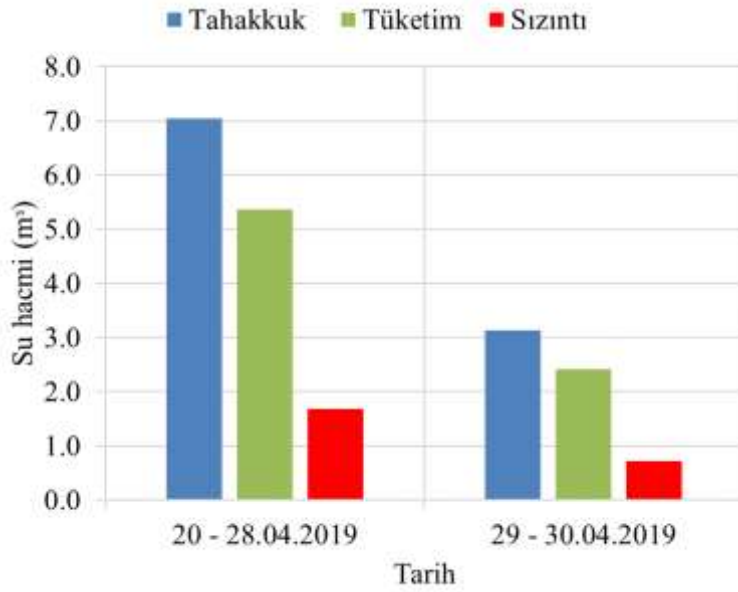
Şekil 4.78’de 20.04.2019 saat 00:00 ile 30.04.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 4 L/sa ve maksimum su tahakkuku 452 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 39 L/sa olarak hesaplanmıştır.



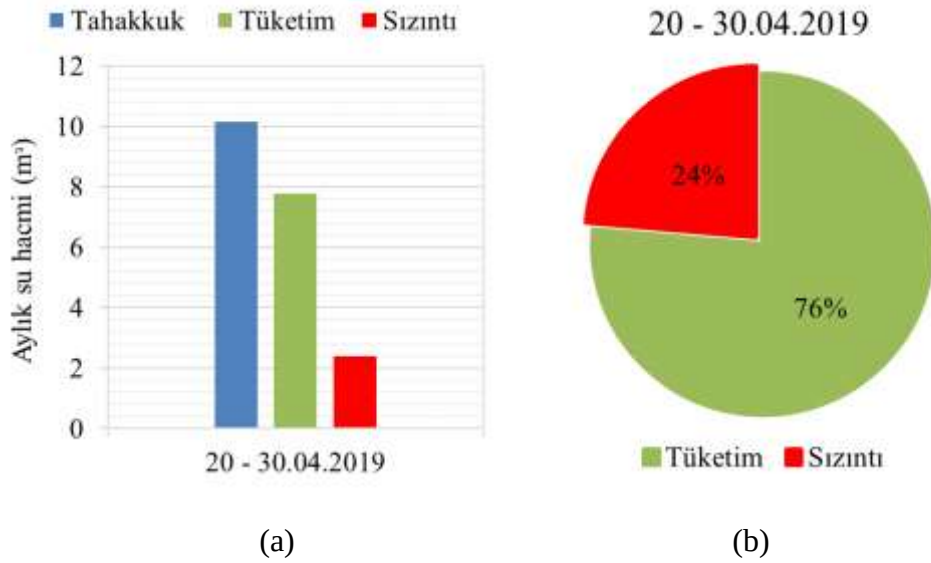
Şekil 4.78. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 20-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.2. Mühendislik Fakültesi birinci kat 20 – 30 Nisan 2019 yılı için sayaç sonrası sızıntı analizi

20 – 30 Nisan 2019 yılı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.79’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.80-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %24’lük kısmını oluşturmaktadır Şekil 4.80-b).



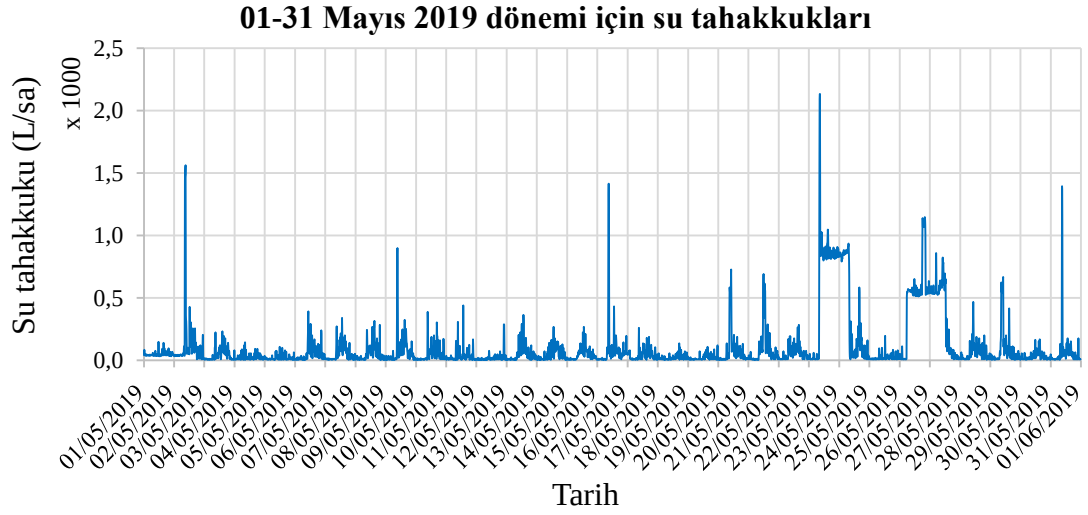
Şekil 4.79. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.80. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılındaki su tahakkukları; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.4.3. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.81’de 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 4 L/sa ve maksimum su tahakkuku 2136 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 105 L/sa olarak hesaplanmıştır.



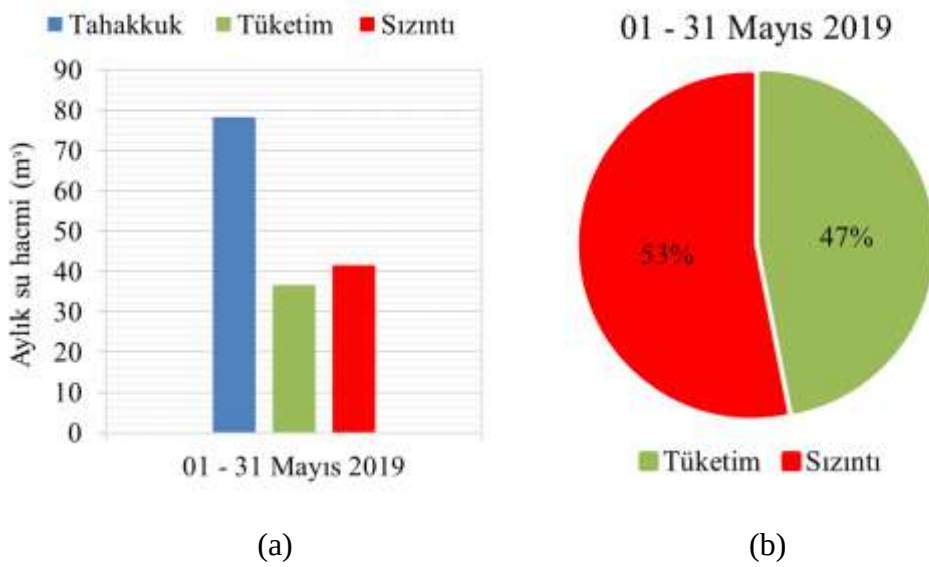
Şekil 4.81. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.4. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.82’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.83-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %53’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.83-b).



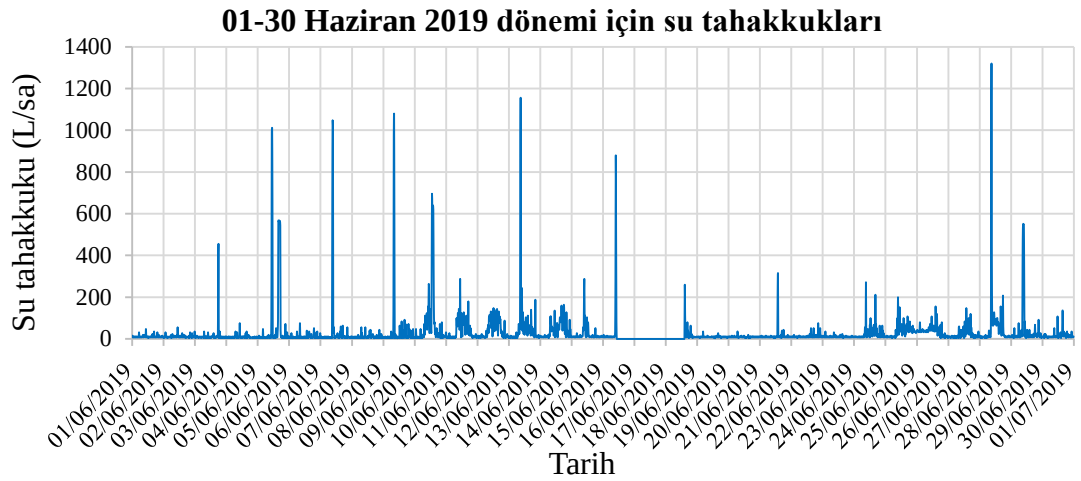
Şekil 4.82. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.83. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.4.5. Mühendislik Fakültesi birinci kat Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.84'te 01.06.2019 saat 00:00 ile 30.06.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1320 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 29 L/sa olarak hesaplanmıştır.



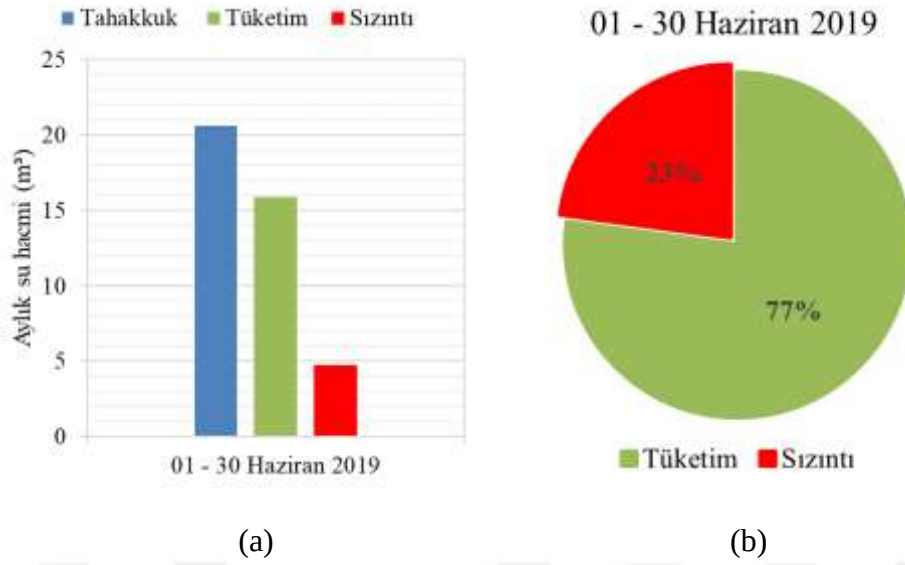
Şekil 4.84. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.6. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Haziran ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.85'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.86-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %23'lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.86-b).



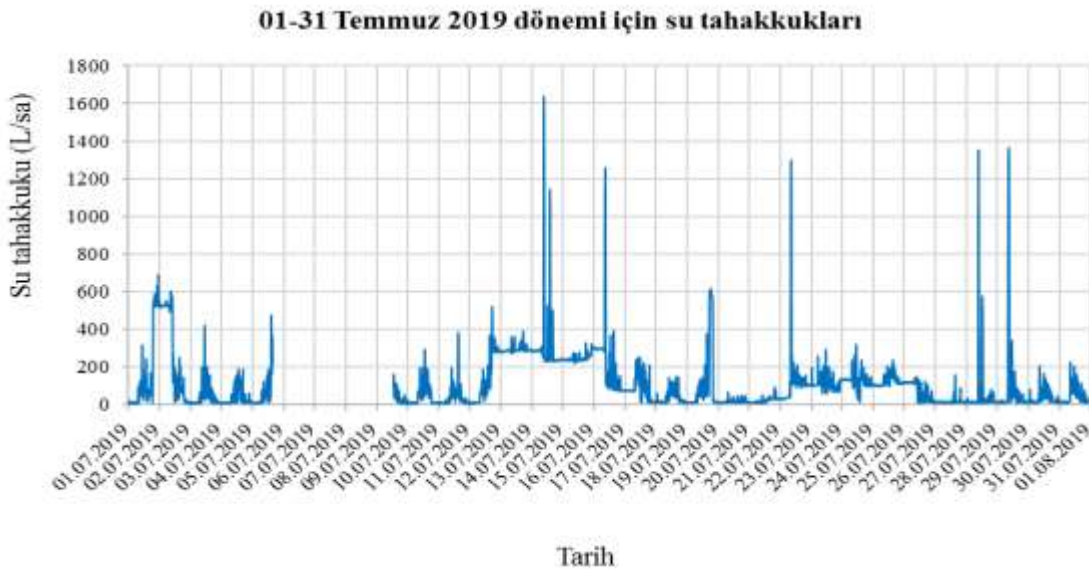
Şekil 4.85. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.86. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.4.7. Mühendislik Fakültesi birinci kat Temmuz ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.87’de 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 05.07.2019 Saat; 15:45’den 09.07.2019 Saat; 15:00’e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 4 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1608 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 106 L/sa olarak hesaplanmıştır.



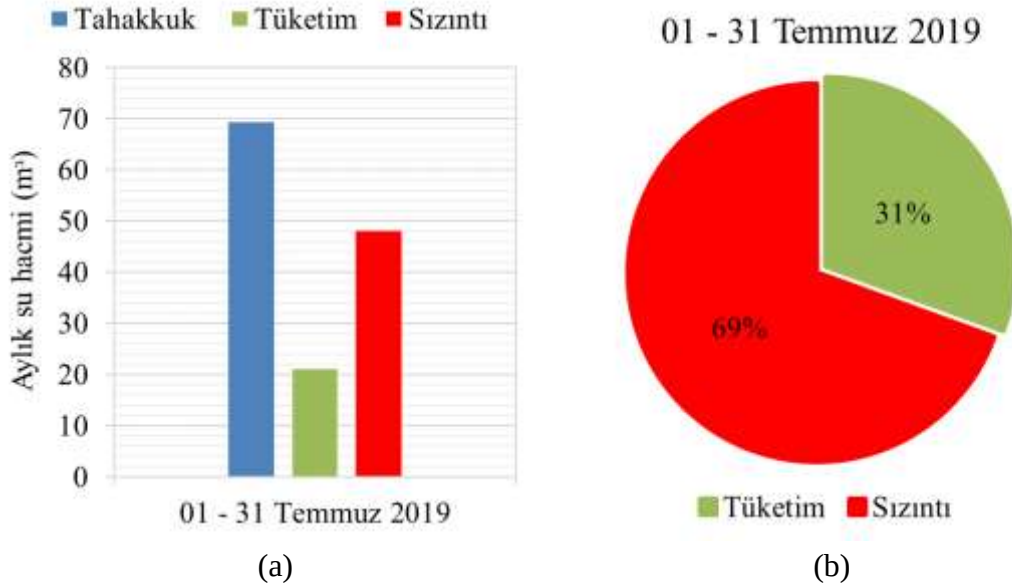
Şekil 4.87. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.8. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Temmuz ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.88’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.89-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %69’luk kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.89-b).



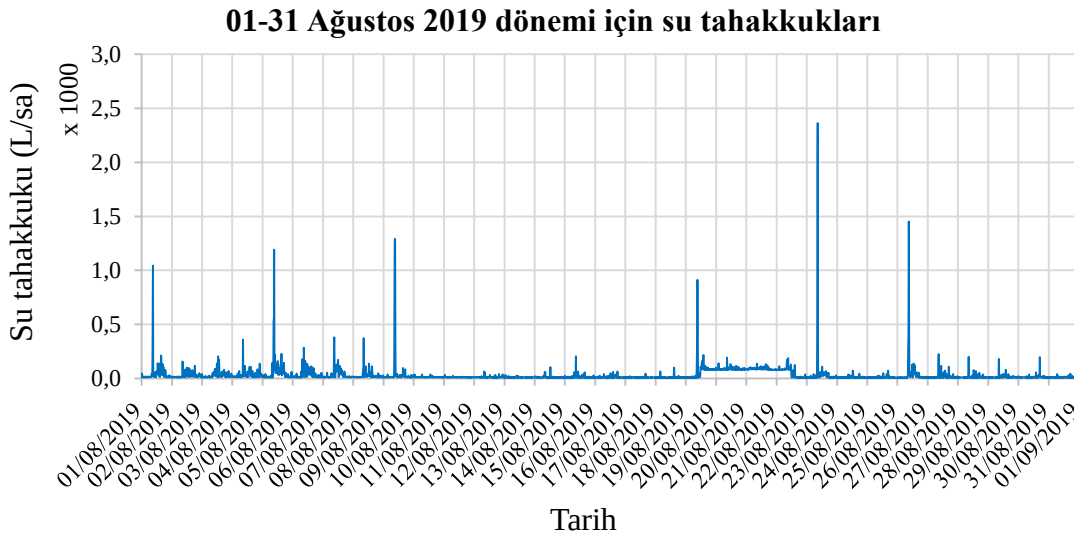
Şekil 4.88. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.89. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.4.9. Mühendislik Fakültesi birinci kat Ağustos ayı için su tahakkuk analizi

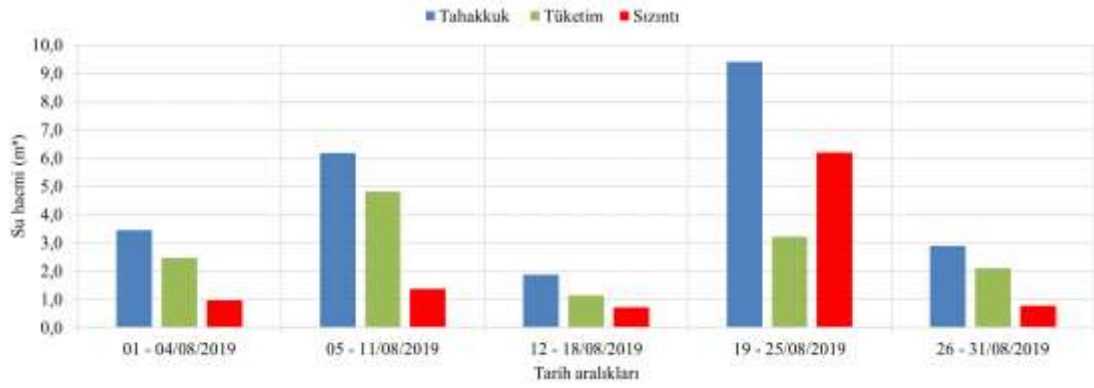
Şekil 4.90'da 01.08.2019 saat 00:00 ile 31.08.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 2364 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 32 L/sa olarak hesaplanmıştır.



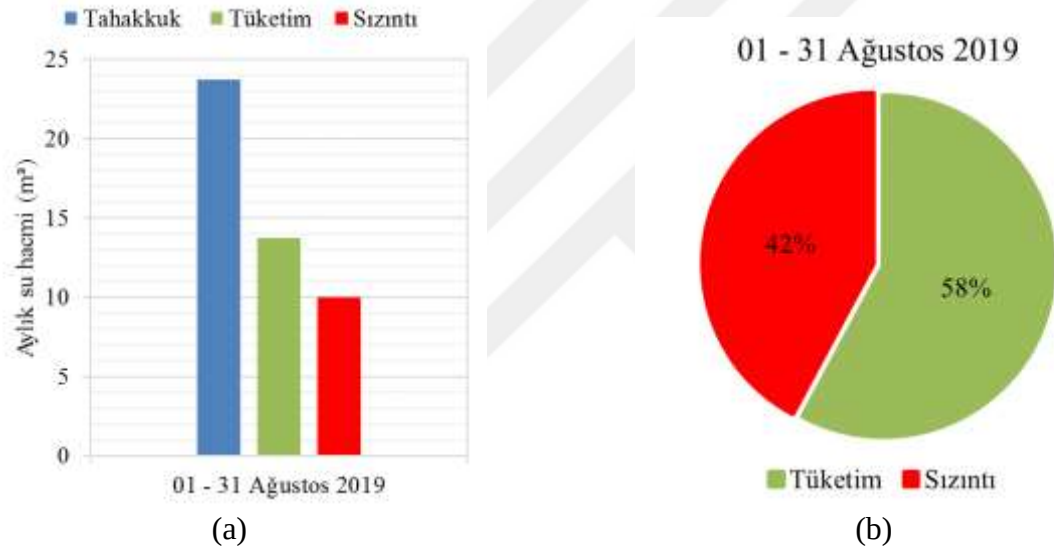
Şekil 4.90. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.10. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ağustos ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.91'de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.92-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %42'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.92-b).



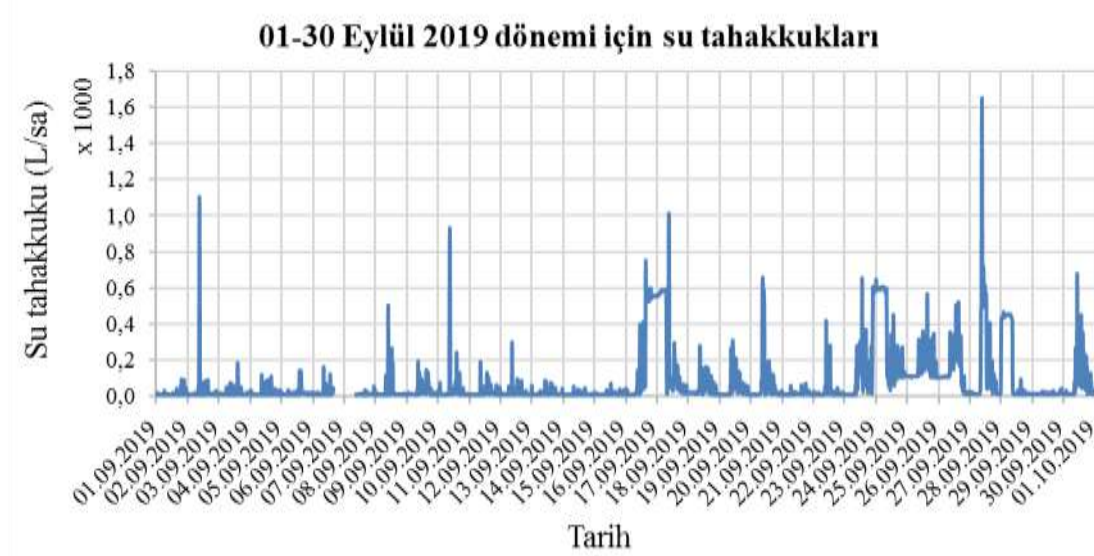
Şekil 4.91. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.92. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.4.11. Mühendislik Fakültesi birinci kat Eylül ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.93'te 01.09.2019 saat 00:00 ile 30.09.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 02.09.2019 Saat 15:45 ile 07.09.2019 Saat 09:00 arasında veri aktarımı problemi yaşandığı için tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 4 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1640 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 75 L/sa olarak hesaplanmıştır.



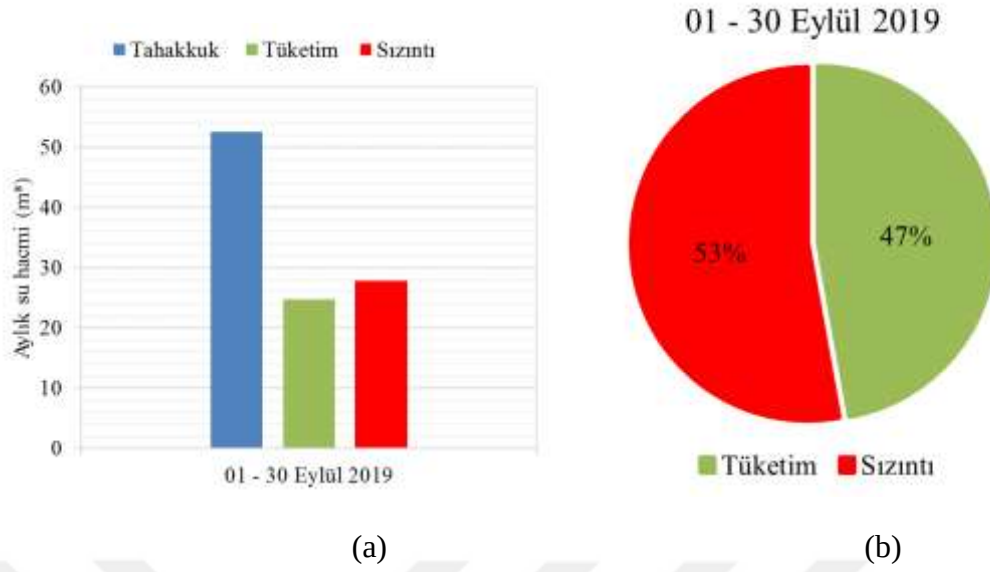
Şekil 4.93. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.12. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Eylül ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.94'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.95-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %53'lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.95-b).



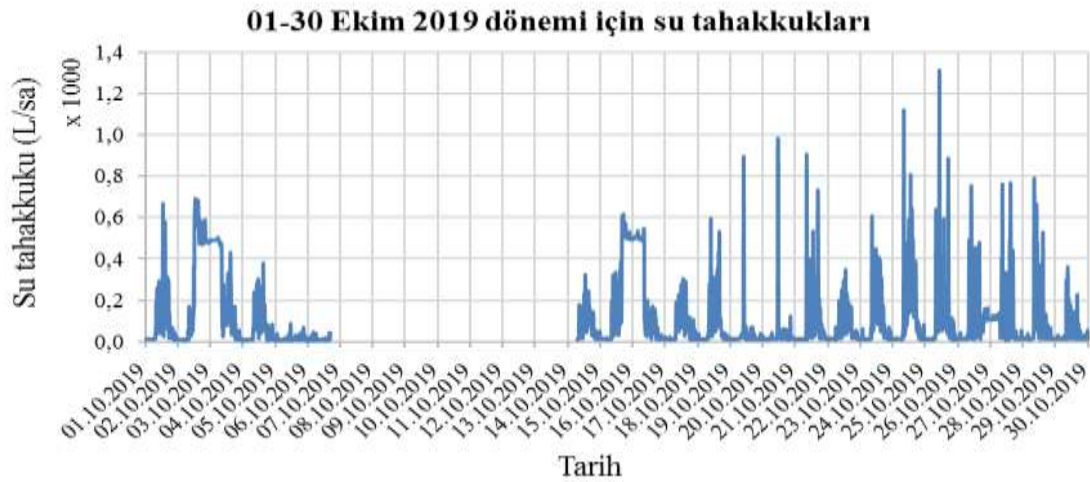
Şekil 4.94. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.95. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.4.13. Mühendislik Fakültesi birinci kat Ekim ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.96’da 01.10.2019 saat 00:00 ile 30.10.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 06.10.2019 Saat 16:45 ile 14.10.2019 Saat 07:00 arasında veri aktarımı problemi yaşandığı için tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 4 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1312 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 105 L/sa olarak hesaplanmıştır.



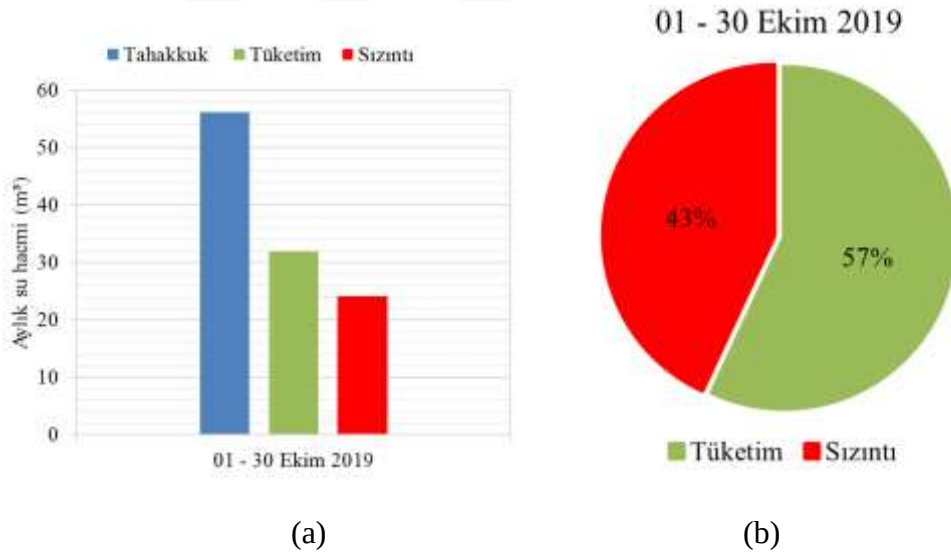
Şekil 4.96. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 01-30.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.4.14. Mühendislik Fakültesi birinci kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ekim ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.97’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.98-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %43’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.98-b).



Şekil 4.97. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.98. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

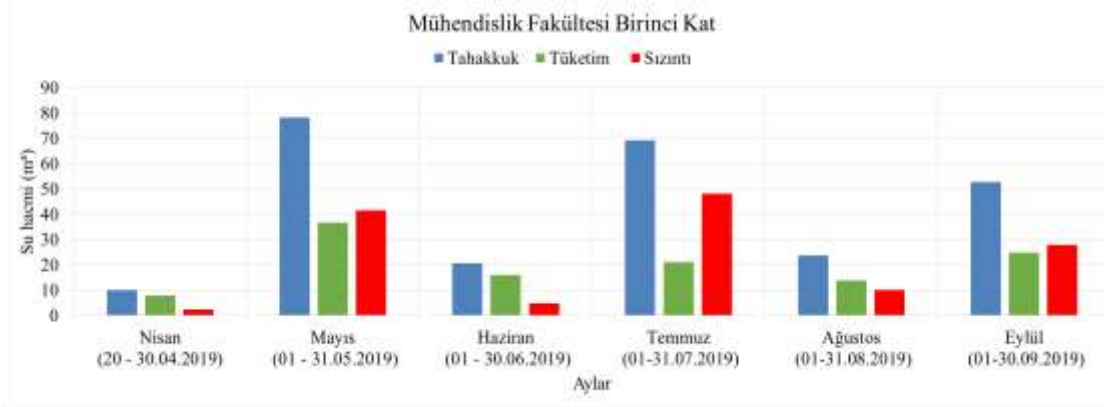
4.2.4.15. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için 2019 yılı Nisan – Eylül 2019 dönemi için su tahakkuk analizi özeti

Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.4'te ve Şekil 4.99'da sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvalet için ilk altı aylık izleme döneminde akıllı sayaçlardan elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 135 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %53'tür.

Çizelge 4.4. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak Birinci Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Nisan (20 - 30.04.2019)	10	8	2	20
Mayıs (01 - 31.05.2019)	78	37	42	54
Haziran (01 - 30.06.2019)	21	16	5	24
Temmuz (01-31.07.2019)	69	21	48	70
Ağustos (01-31.08.2019)	24	14	10	42
Eylül (01-30.09.2019)	53	25	28	53
Toplam (Nisan-Eylül)	255	120	135	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%47	%53	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



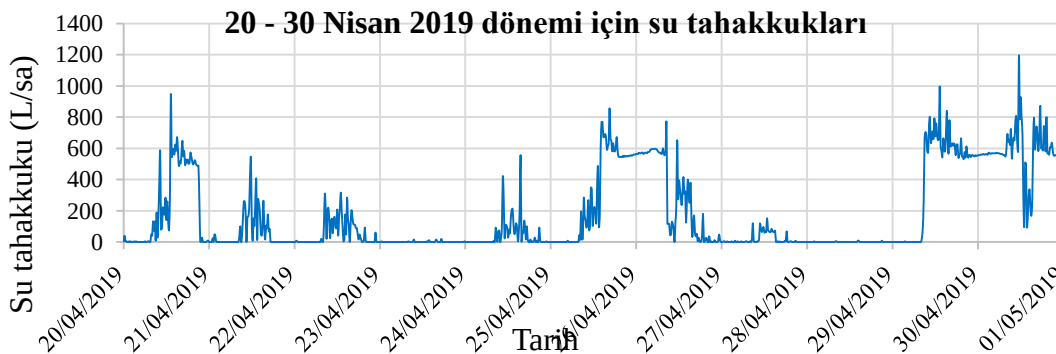
Şekil 4.99. Mühendislik Fakültesi birinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.2.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kat tuvaleti analiz sonuçları

Mühendislik fakültesine akıllı su sayaçları montajı Nisan ayında yapılmıştır. Nisan-Ekim 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Mühendislik Fakültesi İkinci Kat Tuvaleti için akıllı sayacıdan elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

4.2.5.1. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Nisan ayı (20 – 30 Nisan 2019) için su tahakkuk analizi

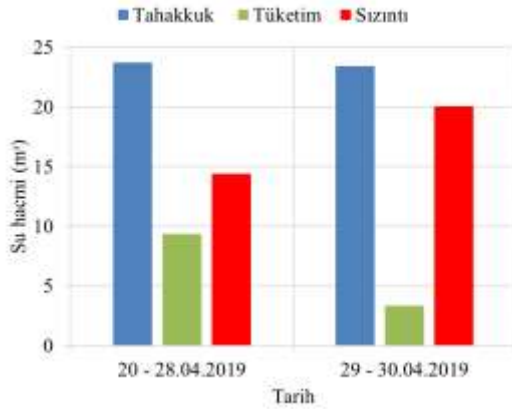
Şekil 4.100’de 20.04.2019 saat 00:00 ile 30.04.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1196 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 179 L/sa olarak hesaplanmıştır.



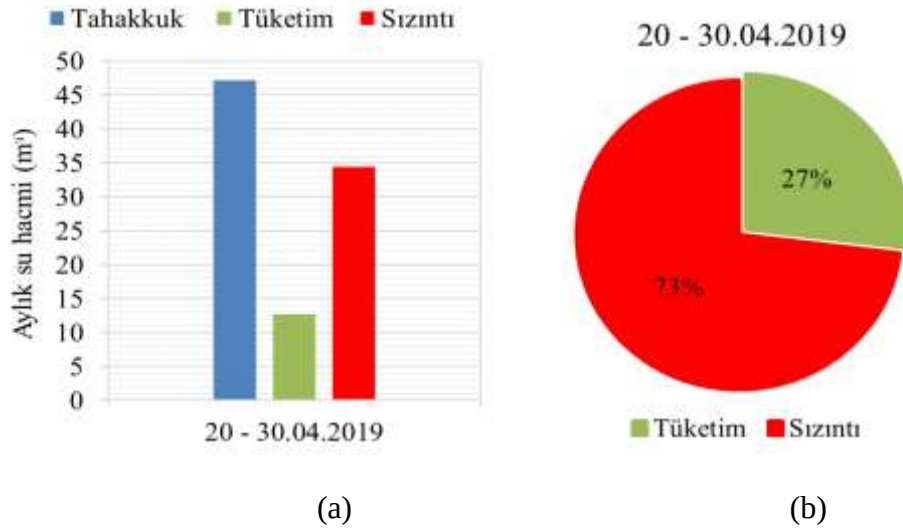
Şekil 4.100. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 20-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.2. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 20 – 30 Nisan 2019 yılı için sayaç sonrası sızıntı analizi

20 – 30 Nisan 2019 yılı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.101’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.102-a ’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %73’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.102-b).



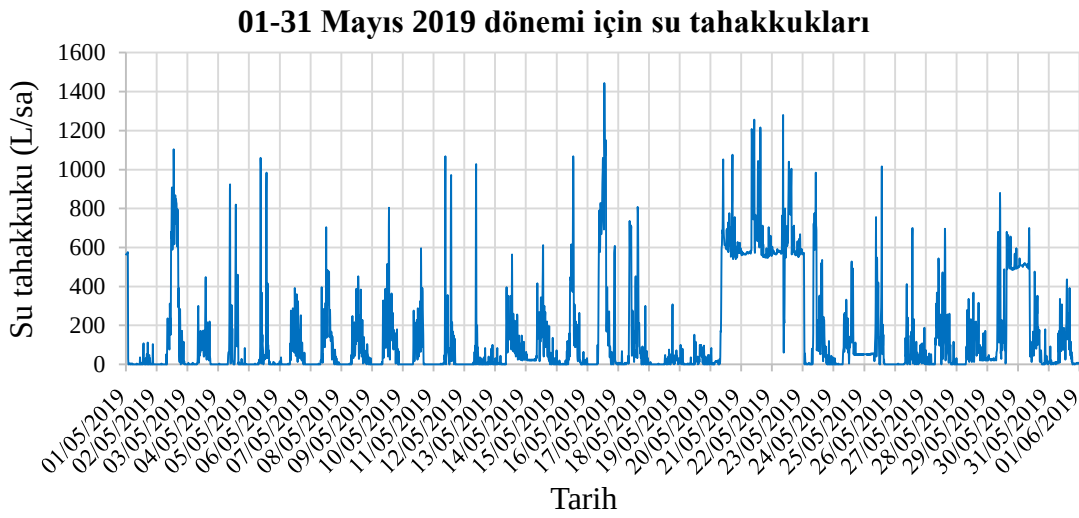
Şekil 4.101. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.102. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 20 – 30 Nisan 2019 yılındaki su tahakkukları; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.3. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.103'te 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1444 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 145 L/sa olarak hesaplanmıştır.



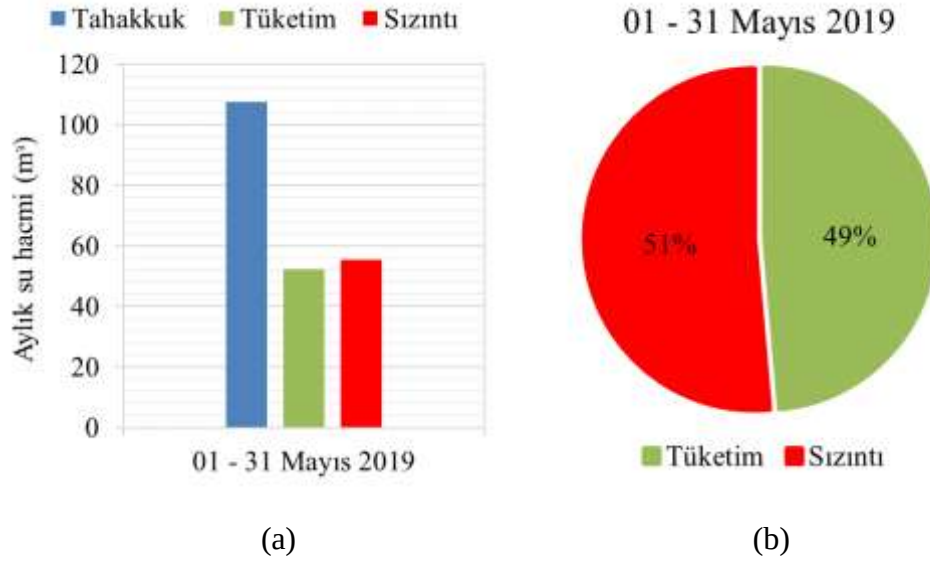
Şekil 4.103. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.4. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.104'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.105-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %51'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.105-b).



Şekil 4.104. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

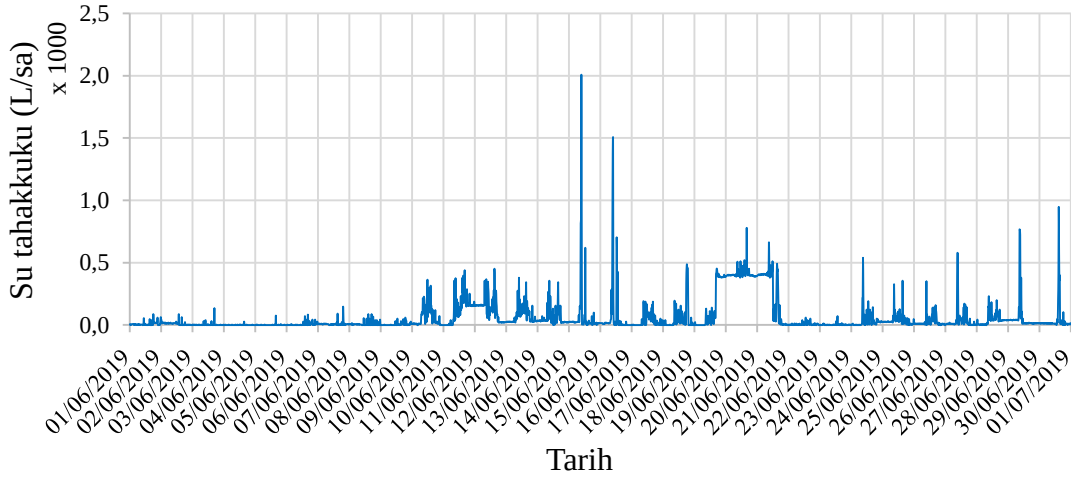


Şekil 4.105. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.106'da 01.06.2019 saat 00:00 ile 30.06.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 2008 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 118 L/sa olarak hesaplanmıştır.

01-30 Haziran 2019 dönemi için su tahakkukları



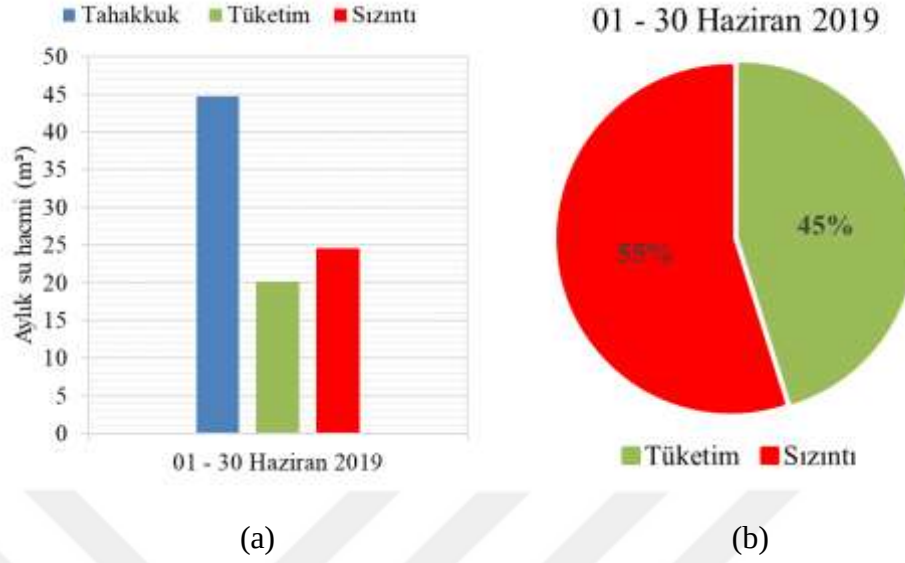
Şekil 4.106. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.6. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Haziran ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.107’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.108-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %55’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.108-b).



Şekil 4.107. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.108. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.7. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Temmuz ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4-109’da 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 05.07.2019 Saat; 16:45’ten 11.07.2019 Saat; 01:00’e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır.

Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 2224 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 157 L/sa olarak hesaplanmıştır.



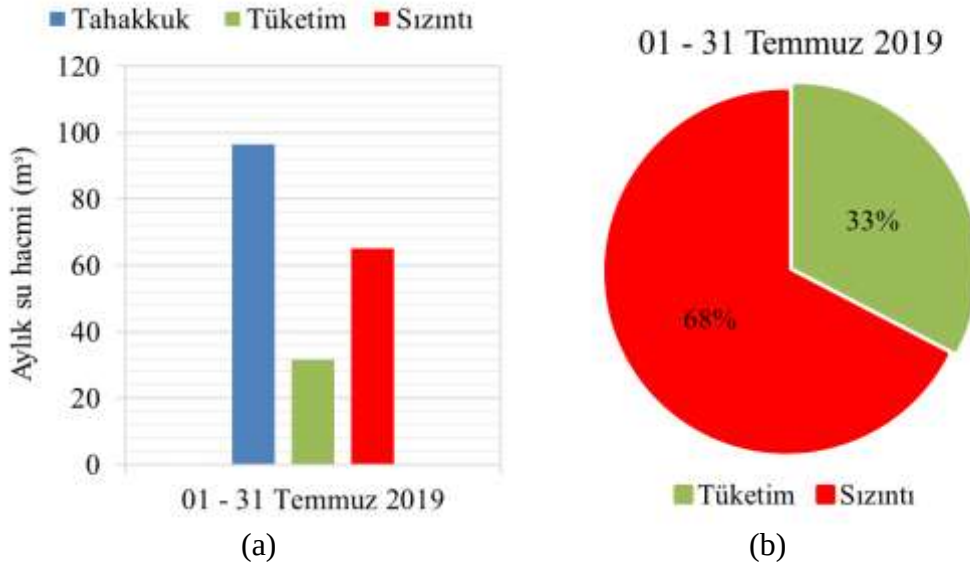
Şekil 4.109. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.8. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Temmuz ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.110'da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.111-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %68'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.111-b).



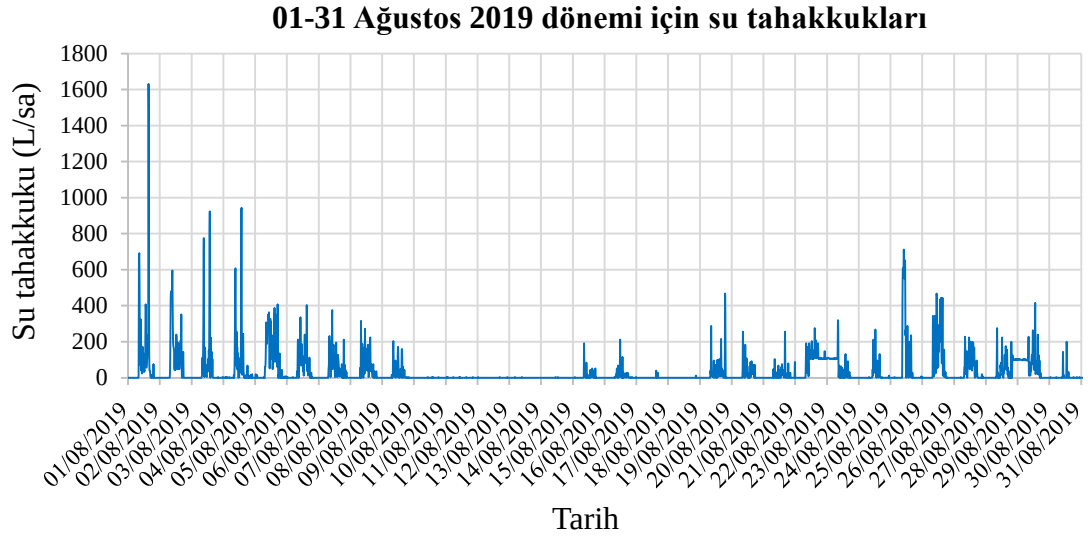
Şekil 4.110. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.111. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.9. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Ağustos ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.112’de 01.08.2019 saat 00:00 ile 31.08.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1632 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 34 L/sa olarak hesaplanmıştır.



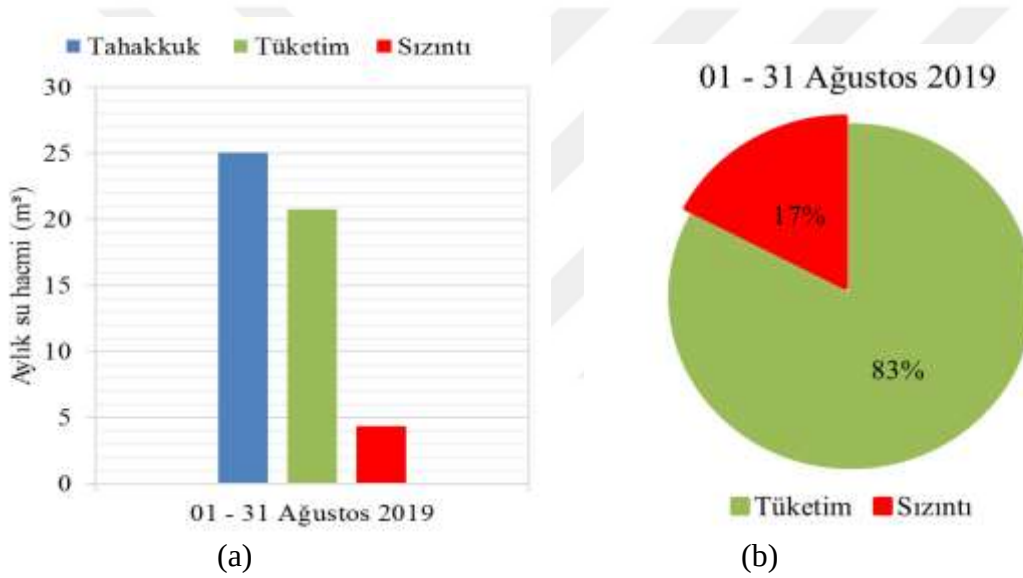
Şekil 4.112. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.10. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ağustos ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.113’te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.114-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %17’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.114-b).



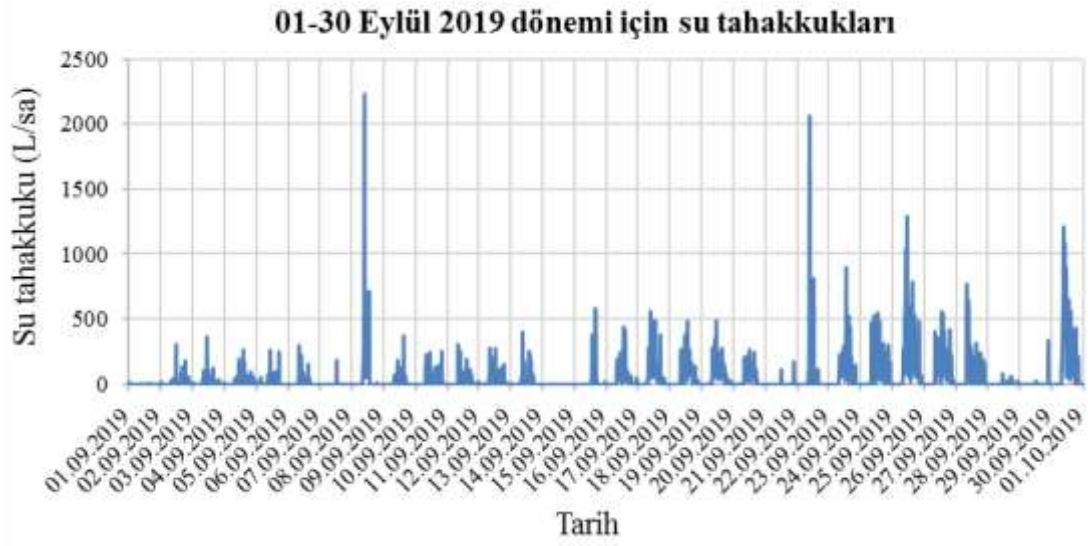
Şekil 4.113. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.114. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.11. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Eylül ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.115'te 01.09.2019 saat 00:00 ile 30.09.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 2180 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 47 L/sa olarak hesaplanmıştır.



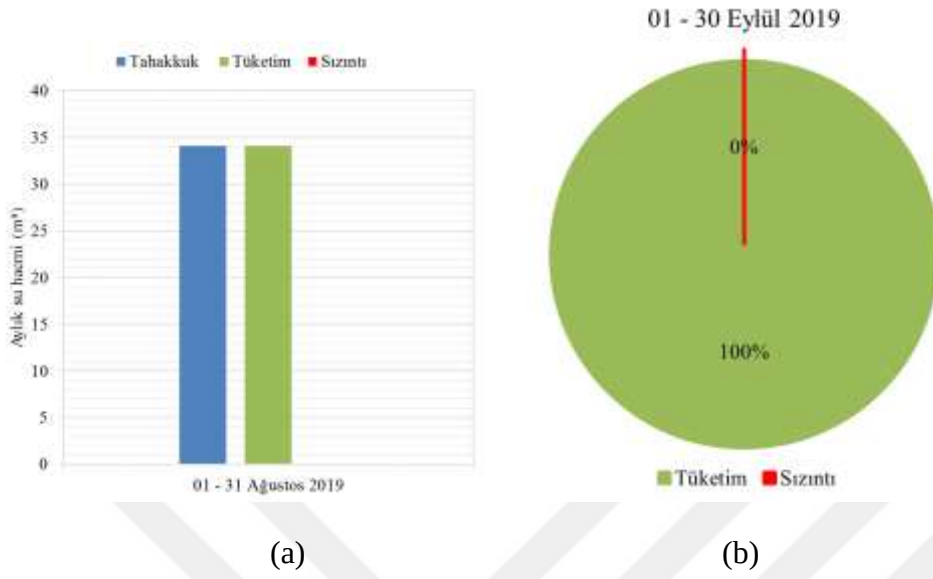
Şekil 4.115. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.12. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Eylül ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.116'da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.117-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %0'lık kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.117-b).



Şekil 4.116. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

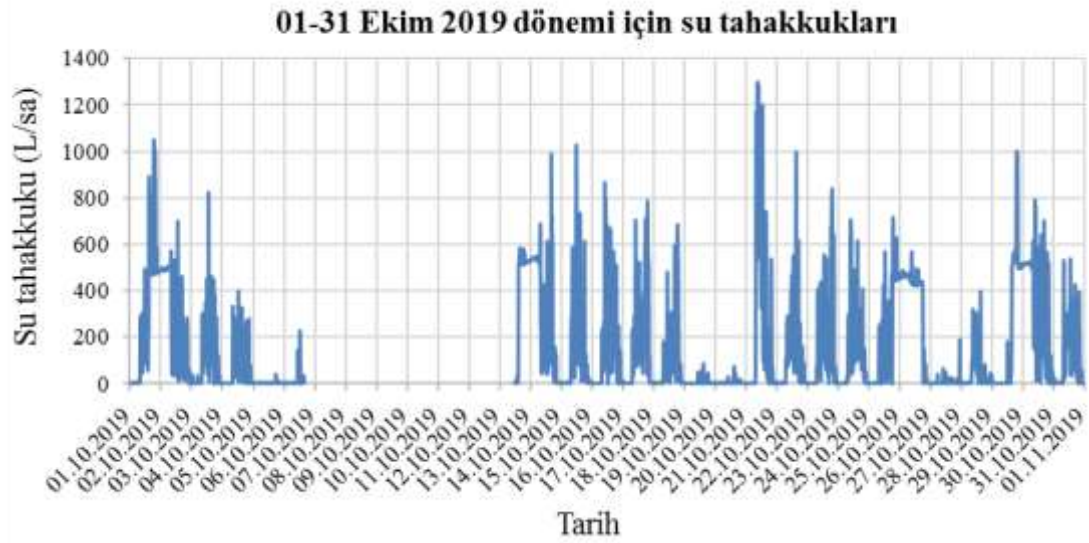


Şekil 4.117. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.13. Mühendislik Fakültesi ikinci kat Ekim ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.118’de 01.10.2019 saat 00:00 ile 31.10.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 06.10.2019 Saat; 15:45’den 13.10.2019 Saat; 23:45’e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır. Bu dönemde ölçülen

minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1300 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 155 L/sa olarak hesaplanmıştır.



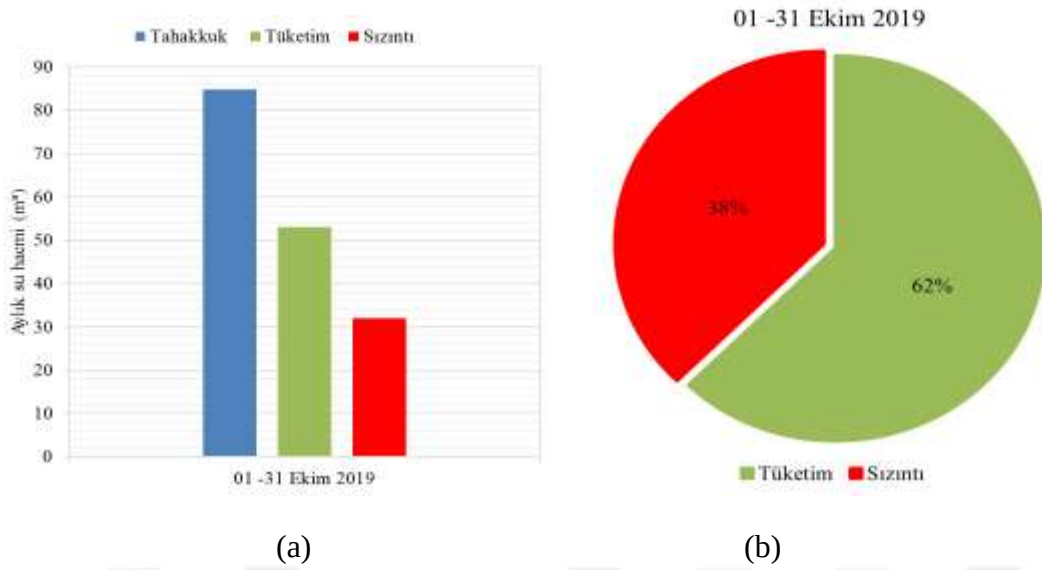
Şekil 4.118. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.5.14. Mühendislik Fakültesi ikinci kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ekim ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.119’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.120-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %38’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.120-b).



Şekil 4.119. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.120. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.5.15. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvalet için 2019 yılı Nisan – Eylül dönemi için (İlk 6 Aylık İzleme) su tahakkuk analizi özeti

Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.5'te ve Şekil 4.121'de sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalet için ilk altı aylık izleme döneminde akıllı sayaçlardan elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 184 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %52'dir.

Çizelge 4.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak İkinci Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Nisan (20 - 30.04.2019)	47	13	34	72
Mayıs (01 - 31.05.2019)	108	52	55	51
Haziran (01 - 30.06.2019)	45	20	25	56
Temmuz (01-31.07.2019)	97	32	65	67

Çizelge 4.5'in devamı

Ağustos (01-31.08.2019)	25	21	4	16
Eylül (01-30.09.2019)	34	34	0	0
Toplam (Nisan-Ekim)	355	172	184	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%48	%52	-

* Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



Şekil 4.121. Mühendislik Fakültesi ikinci kattaki tuvalet için Nisan-Eylül 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

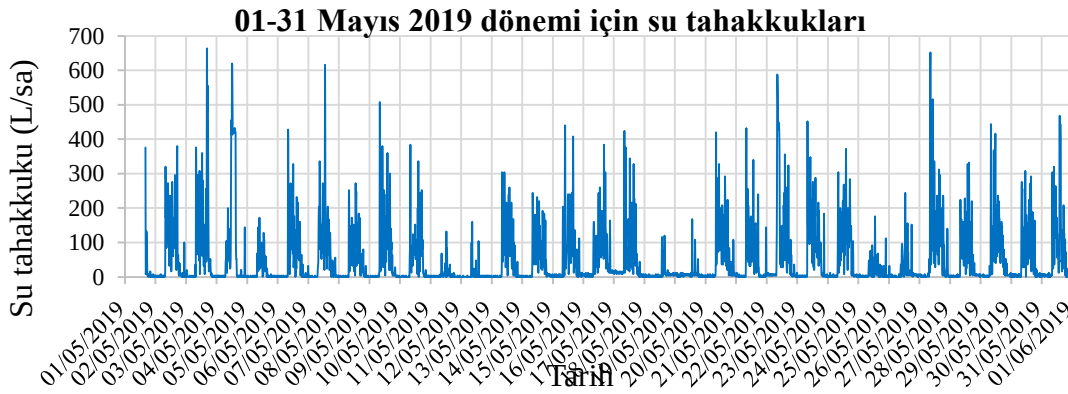
4.2.6. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat tuvaleti analiz sonuçları

Mühendislik fakültesi üçüncü kata akıllı su sayacı Mayıs ayında takılmıştır. Mayıs-Ekim 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti için akıllı sayacıdan elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

4.2.6.1. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4-122’de 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu

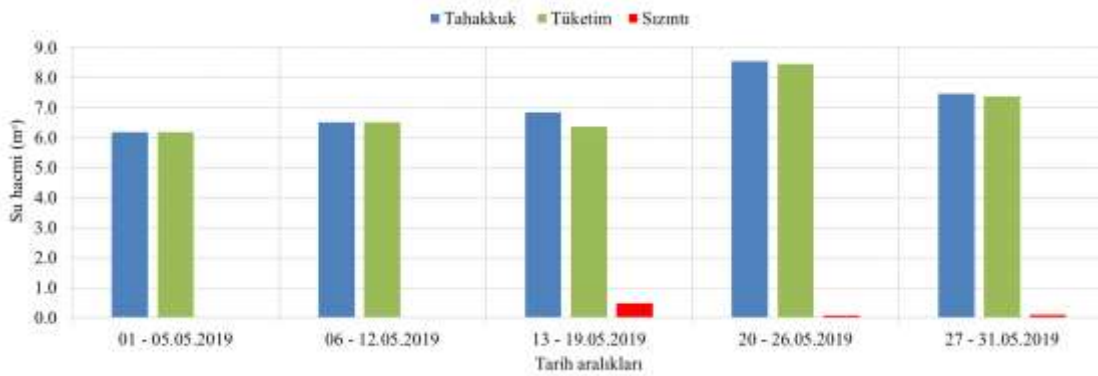
dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 664 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 49 L/sa olarak hesaplanmıştır.



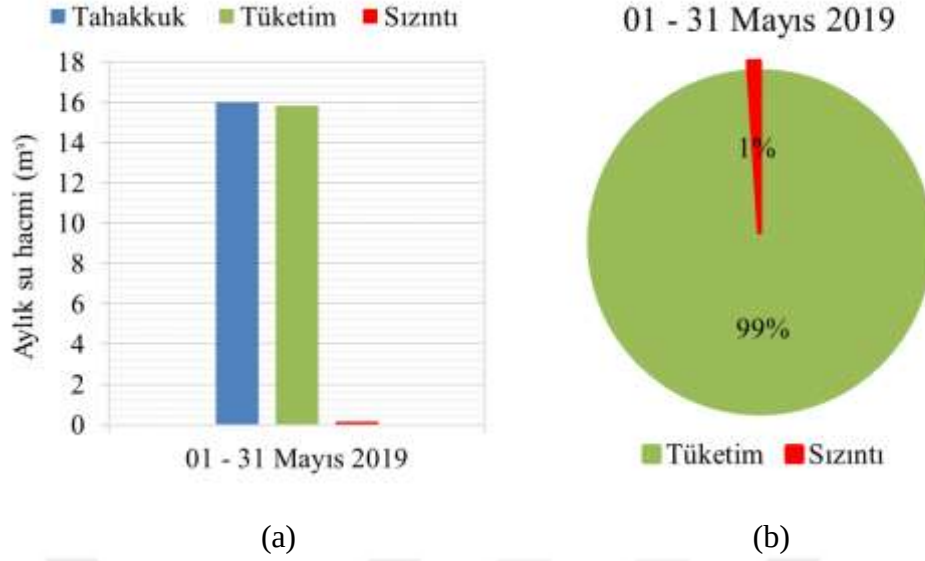
Şekil 4.122. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.6.2. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.123'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.124-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %1'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.124-b).



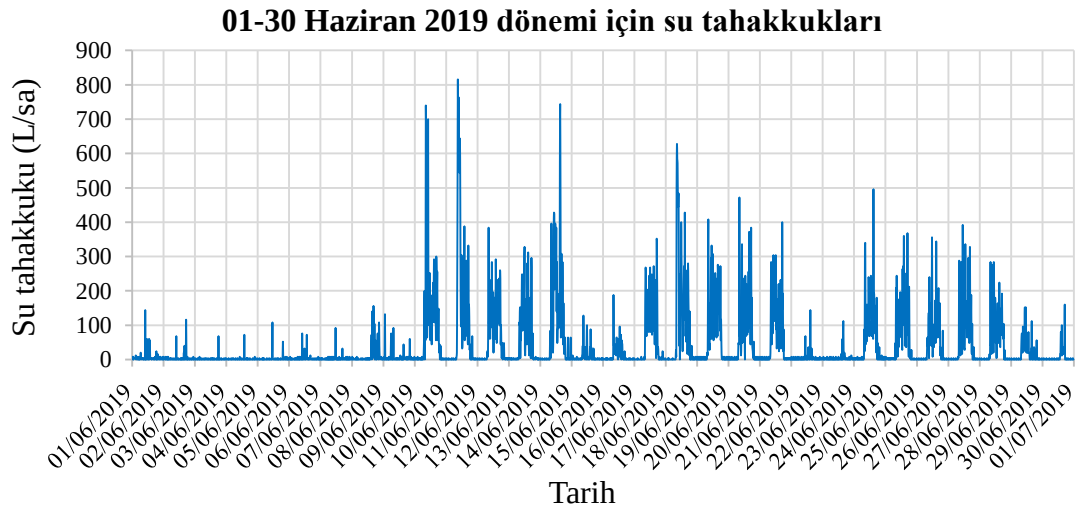
Şekil 4.123. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.124. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.6.3. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.125'te 01.06.2019 saat 00:00 ile 30.06.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 816 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 38 L/sa olarak hesaplanmıştır.



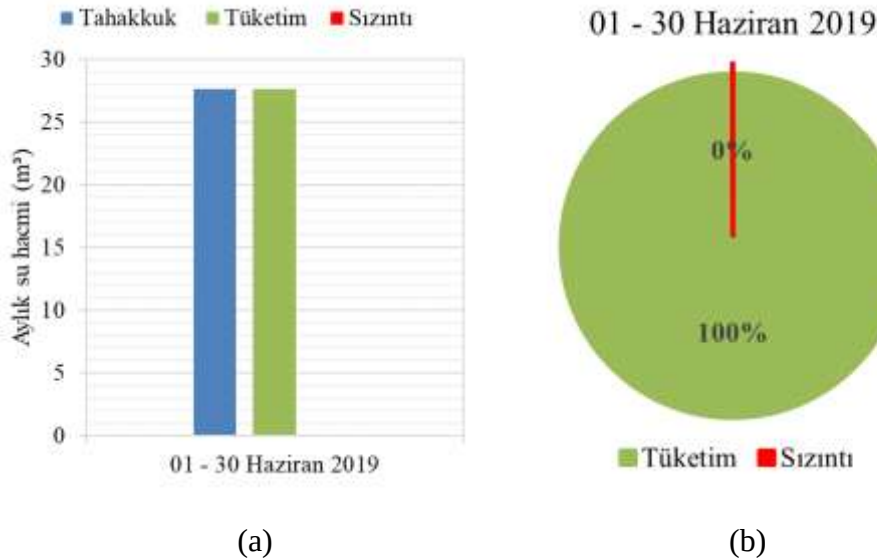
Şekil 4.125. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.6.4. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Haziran ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.126'da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.127-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %0'lık kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.127-b).



Şekil 4.126. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

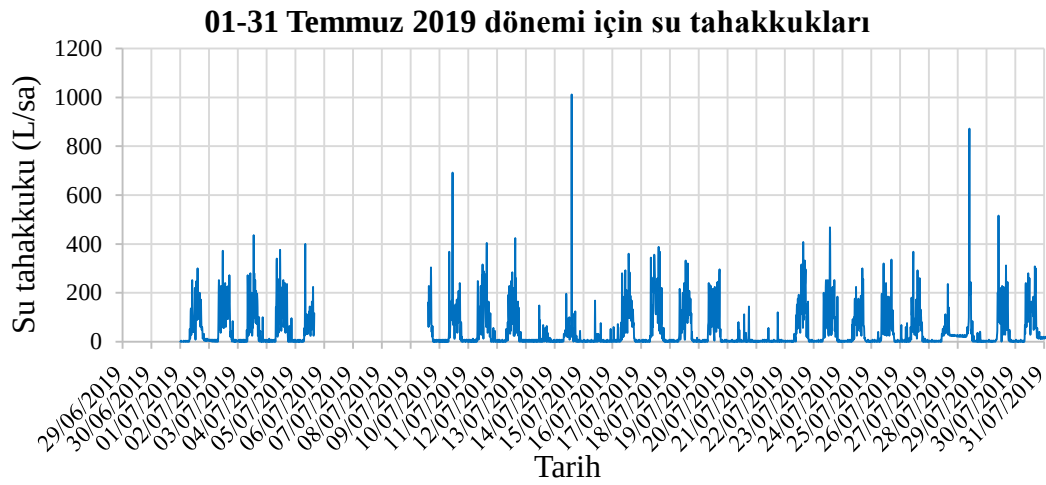


Şekil 4.127. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.6.5. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Temmuz ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.128’de 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 05.07.2019 Saat; 16:15’den 09.07.2019 Saat; 14:30’a kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır.

Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1012 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 47 L/sa olarak hesaplanmıştır.



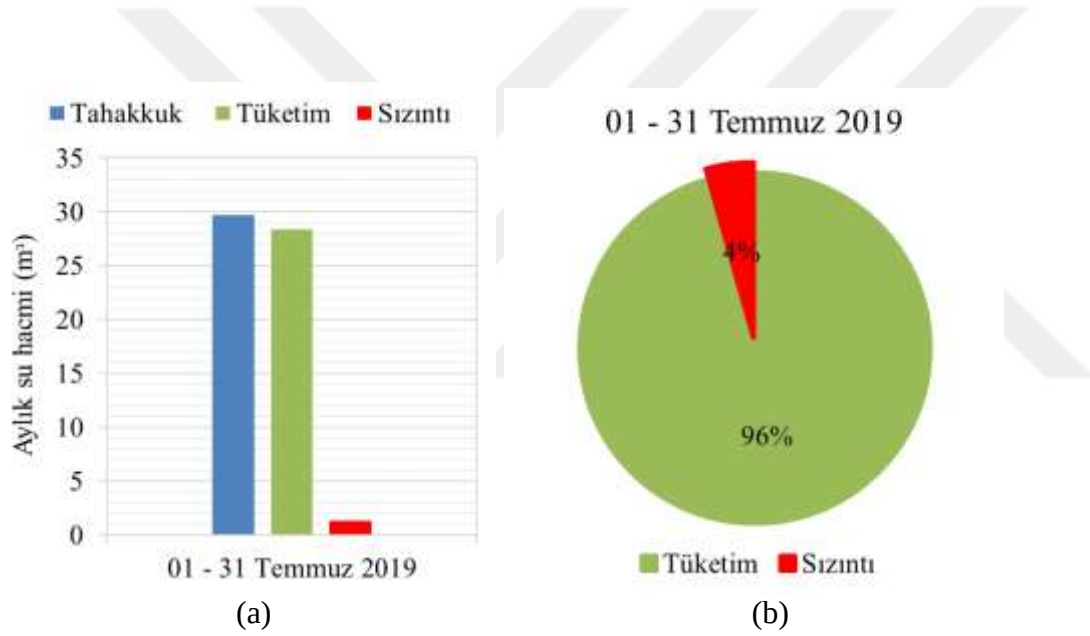
Şekil 4.128. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.6.6. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Temmuz ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.129’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.129-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %4’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.130-b).



Şekil 4.129. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.130. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.6.7. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ağustos ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.131’de 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 840 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 41 L/sa olarak hesaplanmıştır.



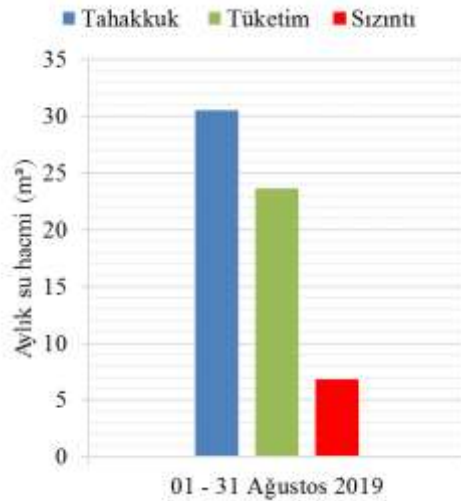
Şekil 4.131. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.6.8. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

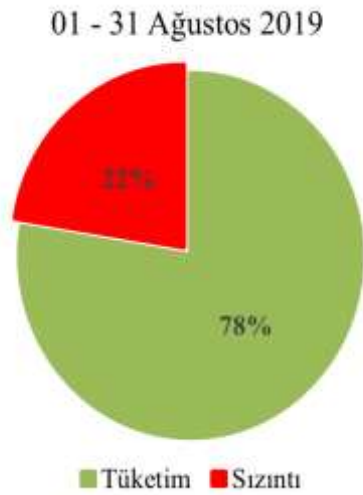
Ağustos ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.132’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.133-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %22’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.133-b).



Şekil 4.132. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



(a)

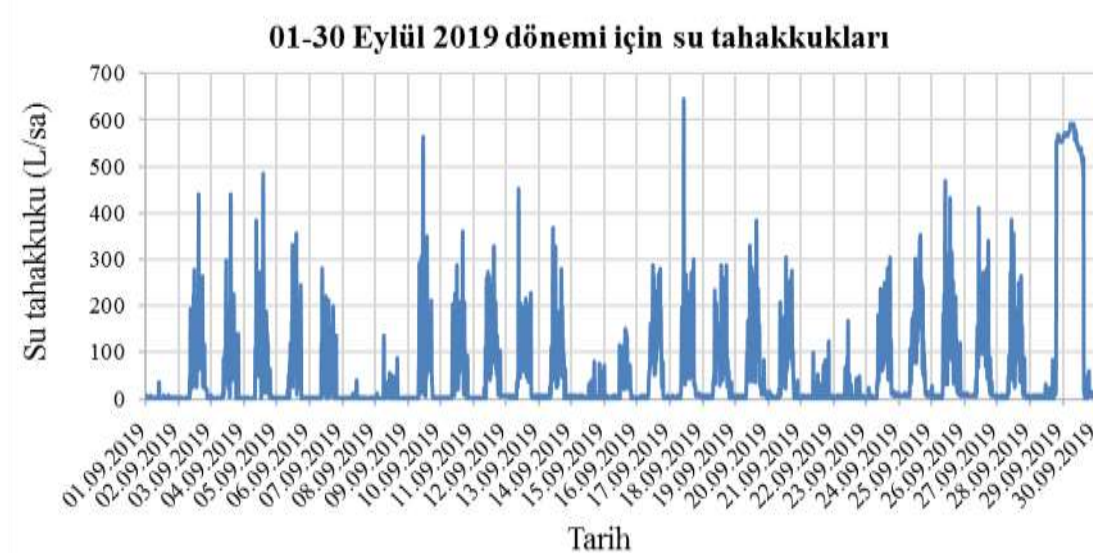


(b)

Şekil 4.133. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.6.9. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Eylül ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.134'te 01.09.2019 saat 00:00 ile 30.09.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 644 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 58 L/sa olarak hesaplanmıştır.



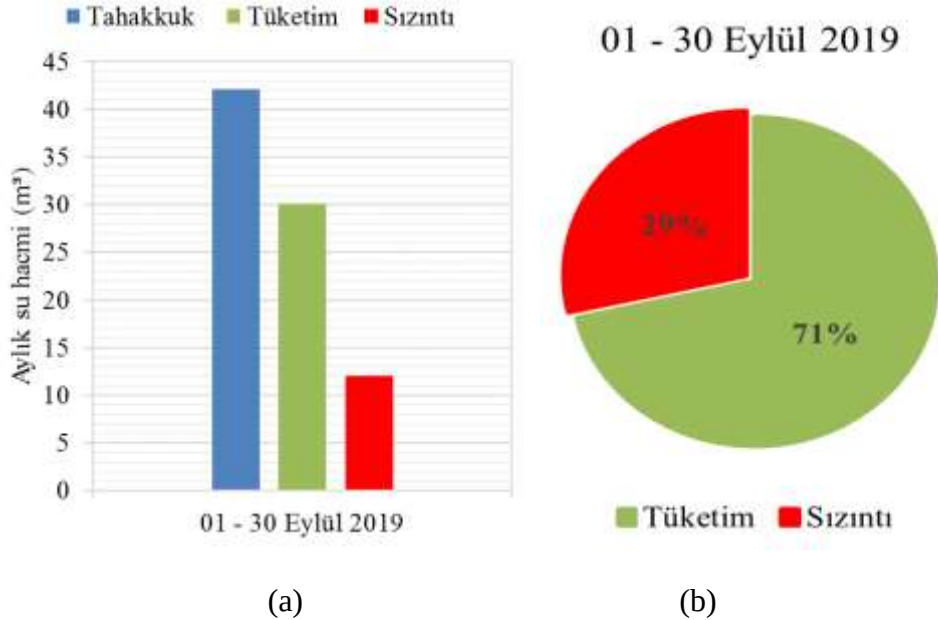
Şekil 4.134. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.6.10. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Eylül ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.135'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.136-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %29'luk kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.136-b).



Şekil 4.135. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri

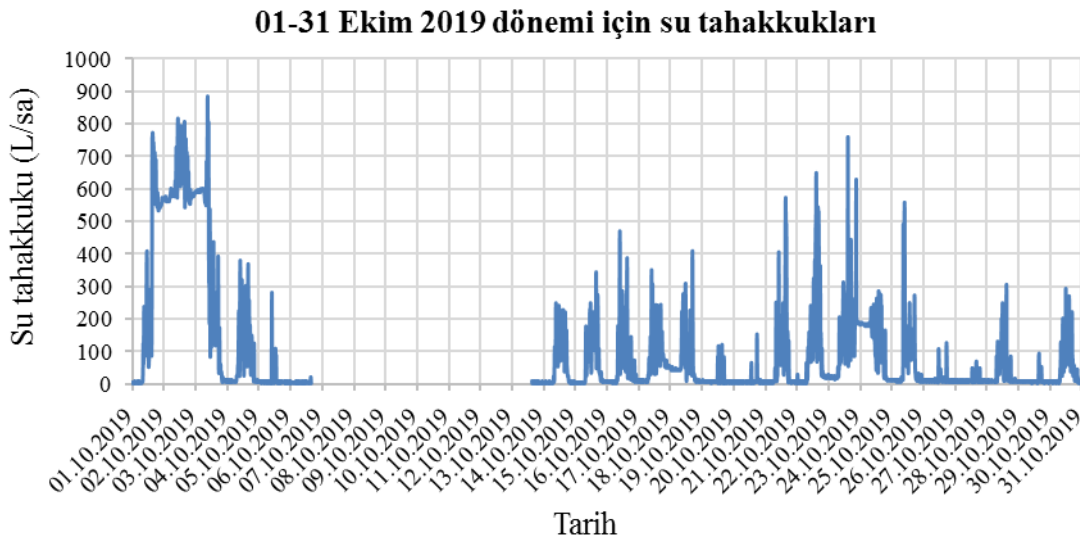


Şekil 4.136. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Eylül ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.6.11. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ekim ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.137’de 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:45 arası Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 06.10.2019 Saat; 16:15’den 13.10.2019 Saat; 23:45’e kadar veri aktarımında yaşanan problem nedeniyle tahakkuklar alınamamıştır ve analizi yapılamamıştır.

Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 884 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 97 L/sa olarak hesaplanmıştır.



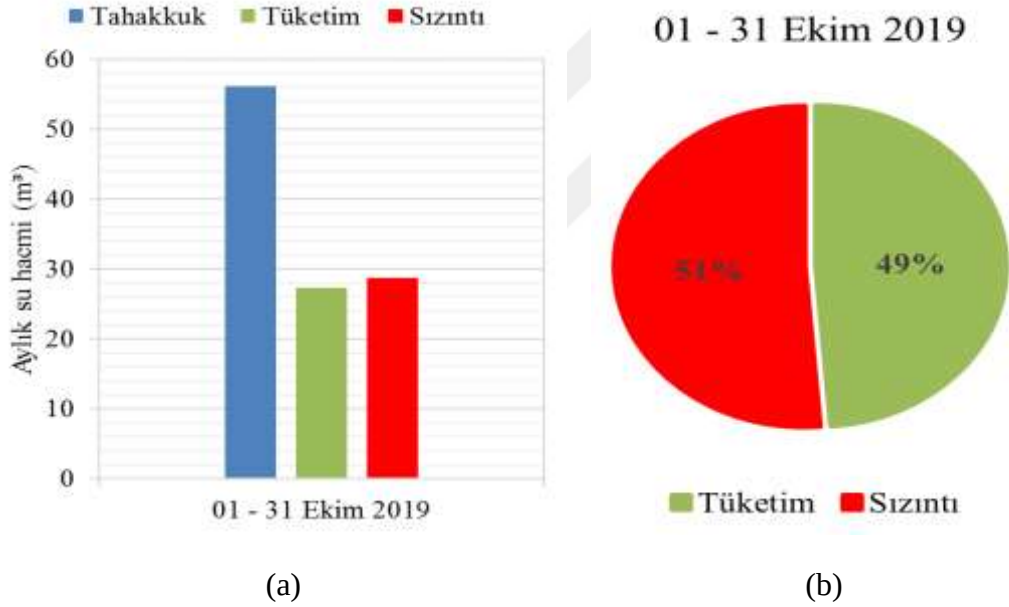
Şekil 4.137. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 01-31.10.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.6.12. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ekim ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.138’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.139-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %51’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.139-b).



Şekil 4.138. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.139. Mühendislik Fakültesi üçüncü kattaki tuvalette 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.6.13. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için 2019 yılı Mayıs – Ekim 2019 dönemi için (ilk 6 aylık izleme)su tahakkuk analizi özeti

Mühendislik Fakültesi Üçüncü Kat Personel Tuvaleti için Mayıs-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.6’da ve Şekil 4.140’da sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için ilk altı aylık izleme döneminde akıllı sayaçlardan elde edilen saatlik su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 49 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %24’tür.

Çizelge 4.6. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Mayıs-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak Üçüncü Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Mayıs (01 - 31.05.2019)	16	16	0	0
Haziran (01 - 30.06.2019)	28	28	0	0
Temmuz (01-31.07.2019)	30	28	1	3
Ağustos (01-31.08.2019)	31	24	7	23
Eylül (01-30.09.2019)	42	30	12	29
Ekim (01-31.10.2019)	56	27	29	52
Toplam (Mayıs-Ekim)	202	153	49	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%76	%24	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



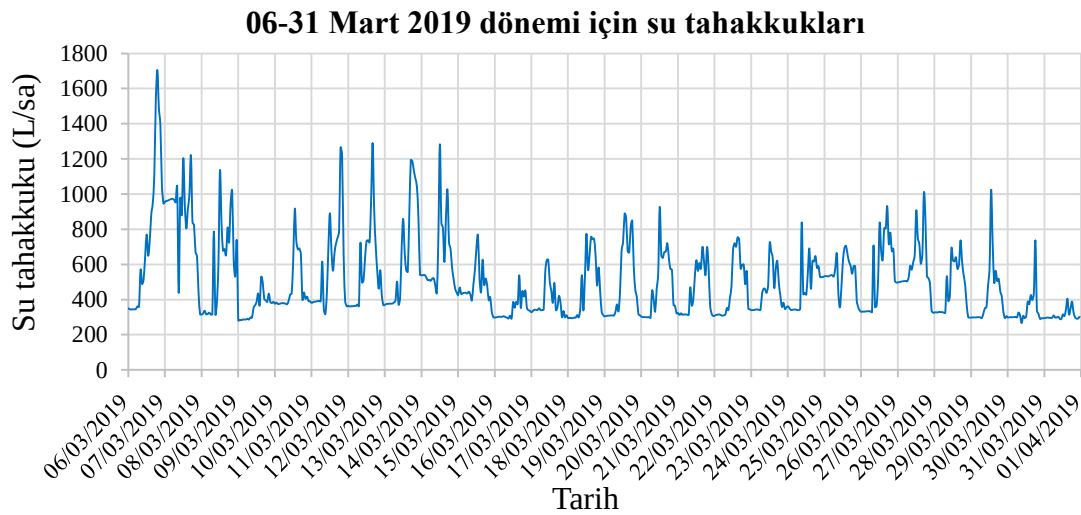
Şekil 4.140. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Mayıs-Ekim 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.2.7. Yakut Çarşısı tuvaleti analiz sonuçları

Mart-Ekim 2019 dönemini oluşturan ilk altı aylık izleme dönemi kapsamında Yakut Çarşısı tuvaleti için akıllı sayacından elde edilen su tahakkuklarının aylık analiz sonuçları aylık grafikler şeklinde ve altı aylık özet tablo halinde hesaplanmıştır. Su tahakkuku terimi, akıllı sayaçtan alınan ölçüm verileri olarak ifade edilmektedir ve “sızıntı + tüketim” debilerinin toplamını göstermektedir.

4.2.7.1. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mart ayı (06 – 31.03.2019) için su tahakkuk analizi

Şekil 4.141’de 06.03.2019 saat 00:00 ile 31.03.2019 saat 23:00 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 267 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1705 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 508 L/sa olarak hesaplanmıştır.



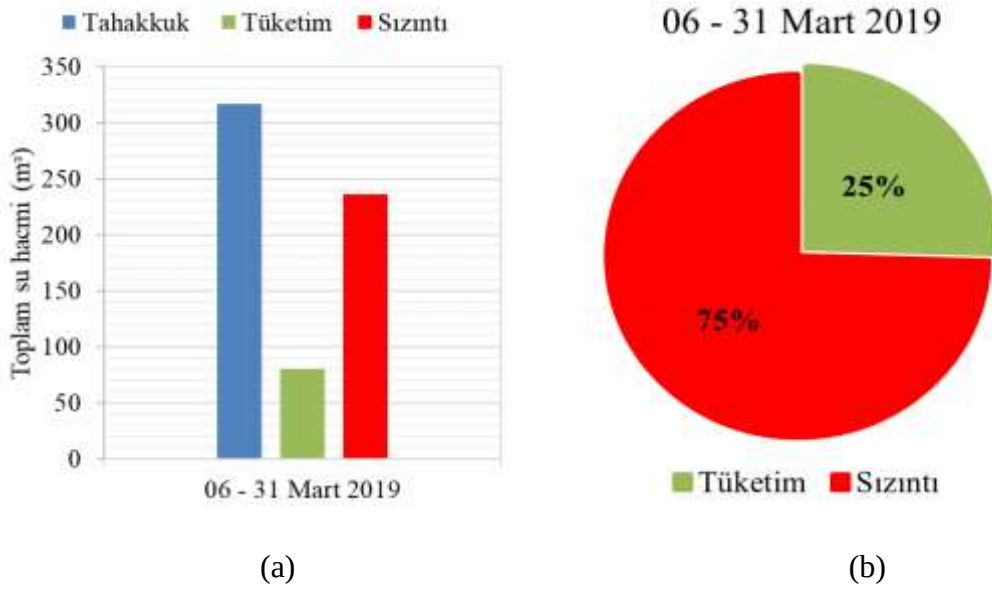
Şekil 4.141. Yakut Çarşısı tuvaletinde 06-31.03.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.2. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mart ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mart ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.142’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.143-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %75’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.143-b).



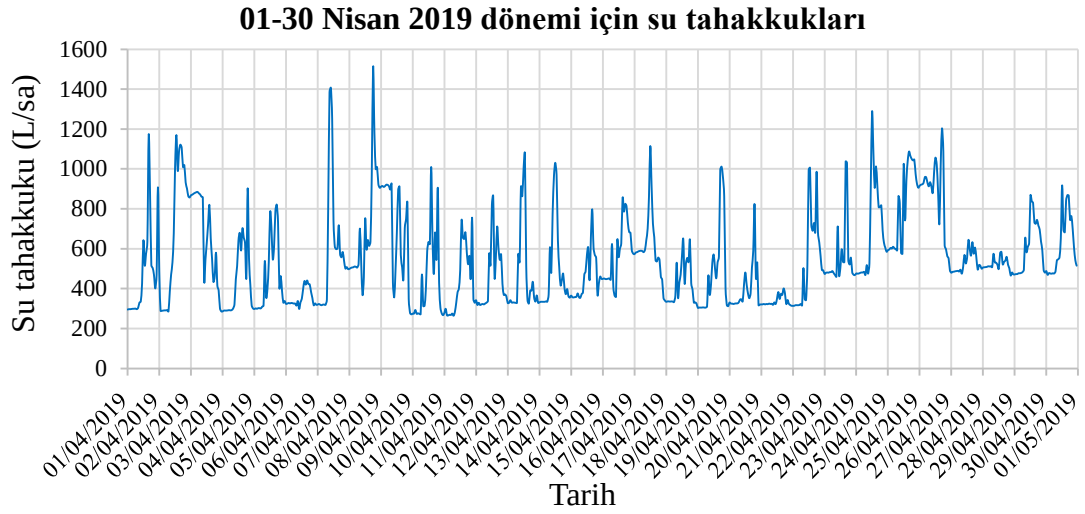
Şekil 4.142. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.143. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mart ayında (a) ölçülen toplam su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.3. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.144'te 01.04.2019 saat 00:00 ile 30.04.2019 saat 23:00 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 264 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1512 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 549 L/sa olarak hesaplanmıştır.



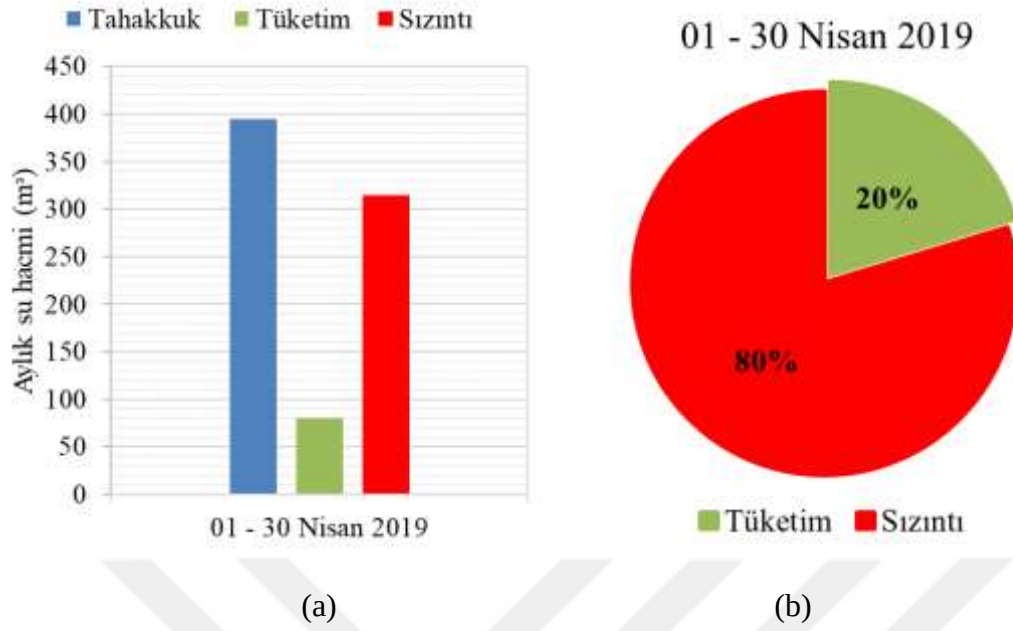
Şekil 4.144. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-30.04.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.4. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Nisan ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Nisan ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.145'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.146-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %80'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.146-b).



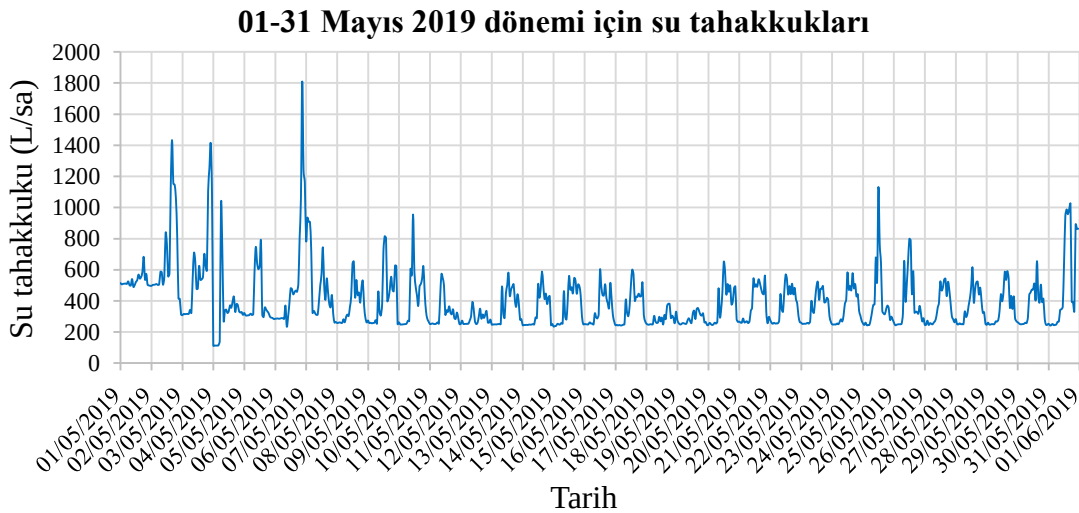
Şekil 4.145. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.146. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Nisan ayındaki değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.5. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.147’de 01.05.2019 saat 00:00 ile 31.05.2019 saat 23:00 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 113 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1809 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 400 L/sa olarak hesaplanmıştır.



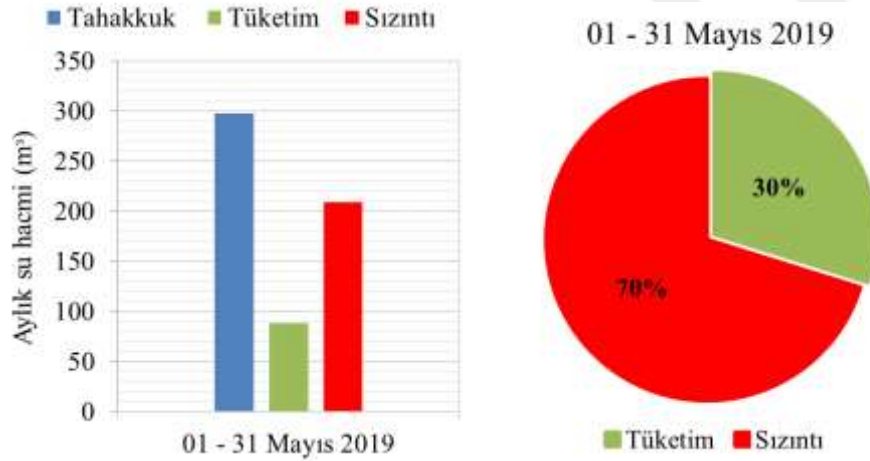
Şekil 4.147. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.05.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.6. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mayıs ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Mayıs ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.148’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.149-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %70’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.149-b).



Şekil 4.148. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



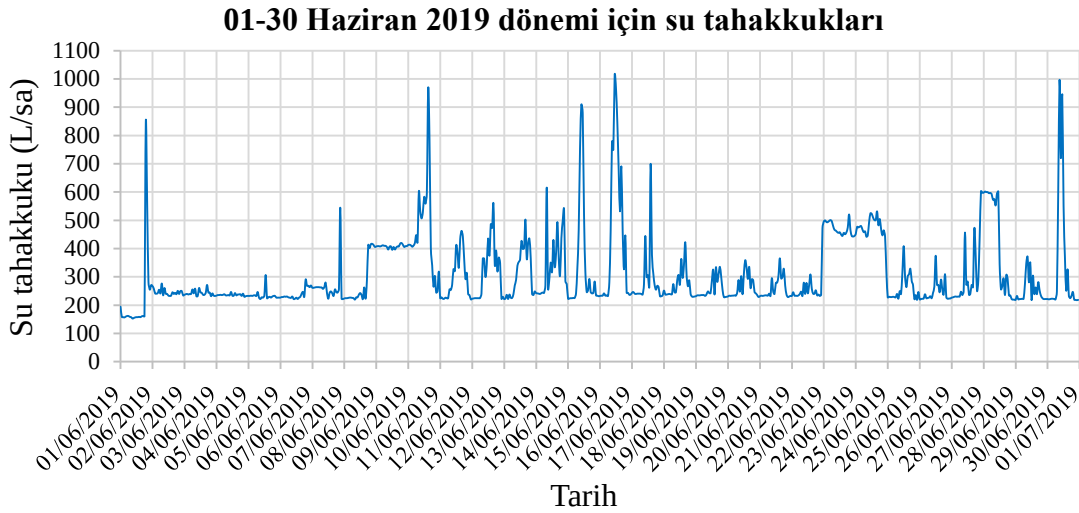
(a)

(b)

Şekil 4.149. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Mayıs ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.7. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.150’de 01.06.2019 saat 00:00 ile 30.06.2019 saat 23:00 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 153 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1012 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 310 L/sa olarak hesaplanmıştır.



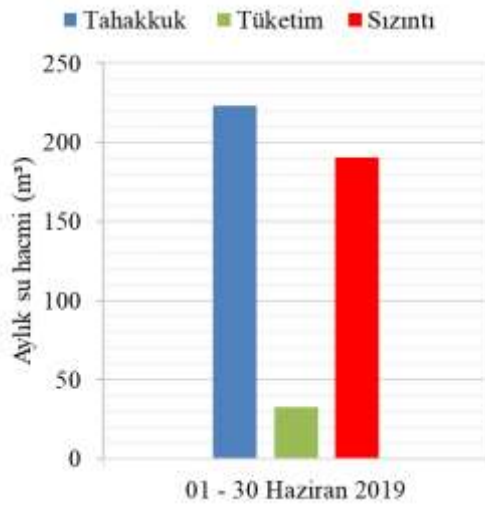
Şekil 4.150. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-30.06.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.8. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Haziran ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

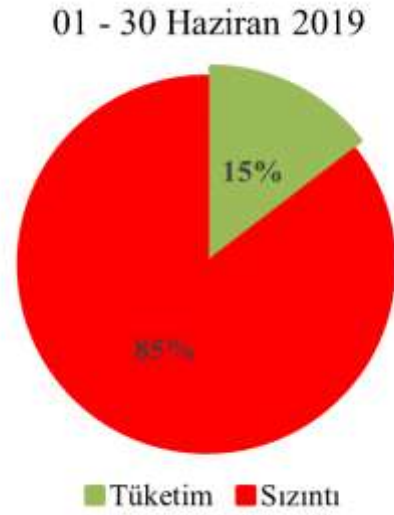
Haziran ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.151’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.152-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %85’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.152-b).



Şekil 4.151. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



(a)

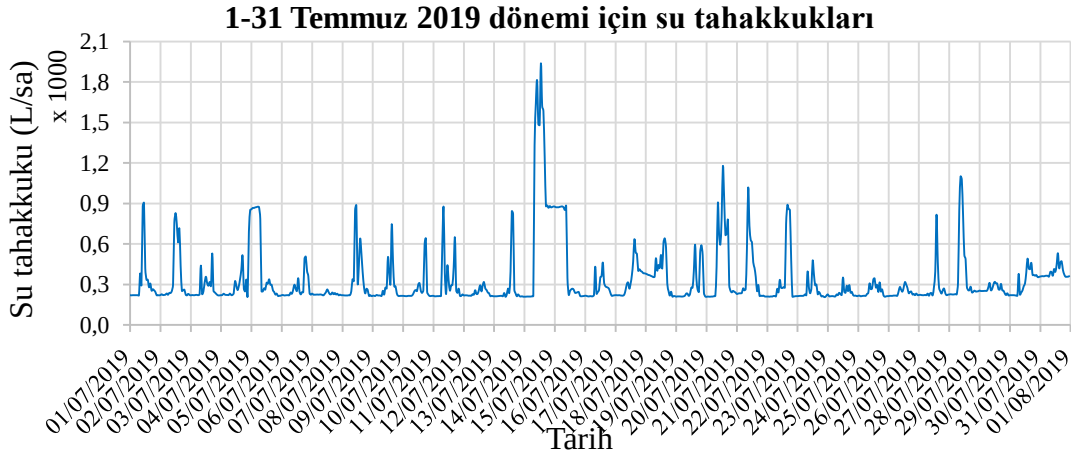


(b)

Şekil 4.152. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Haziran ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.9. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için su tahakkuk analizi

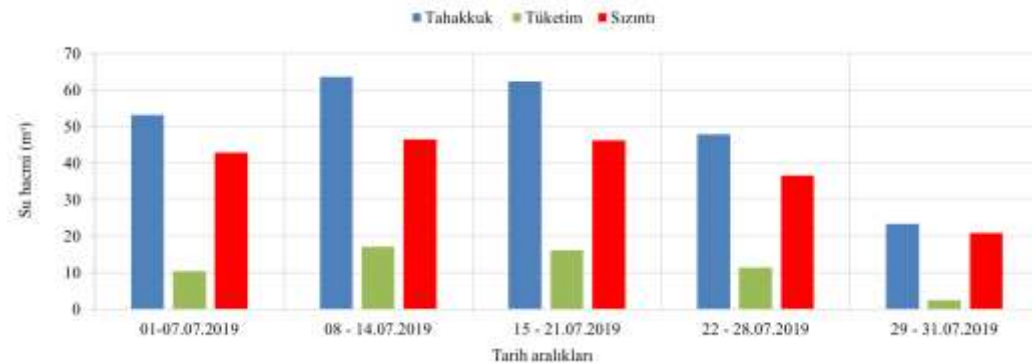
Şekil 4.153'te 01.07.2019 saat 00:00 ile 31.07.2019 saat 23:00 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 208 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1938 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 337 L/sa olarak hesaplanmıştır.



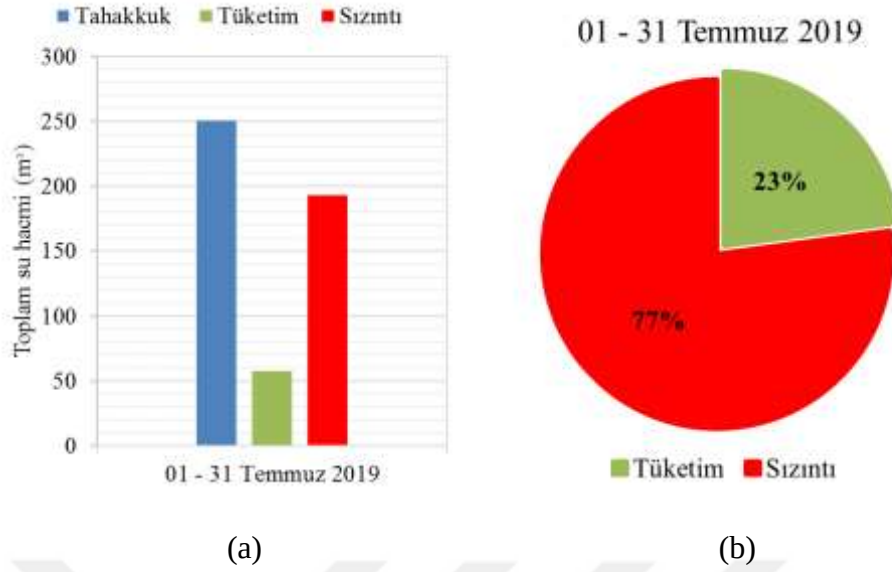
Şekil 4.153. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.10. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Temmuz ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Temmuz ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.154'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.155-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %77'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.155-b).



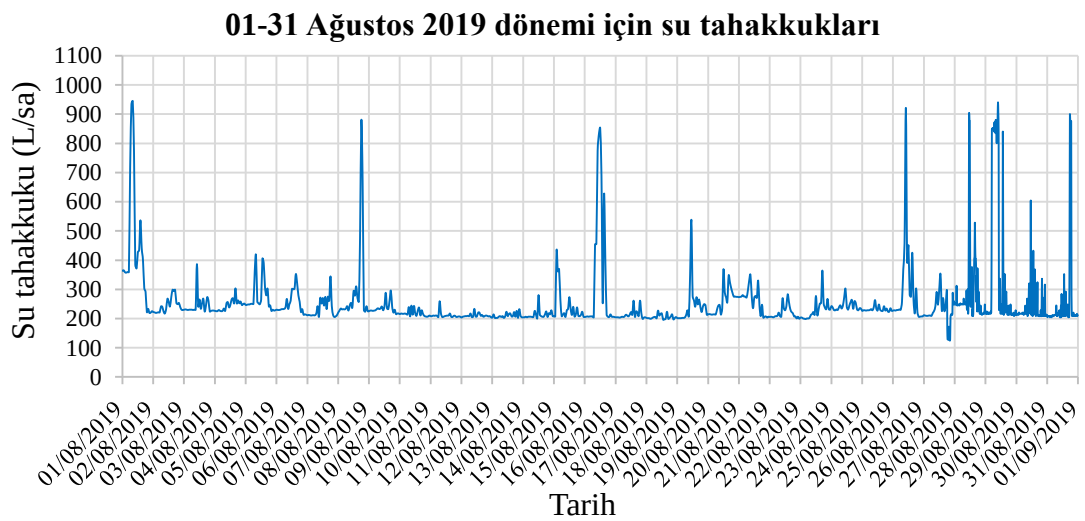
Şekil 4.154. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.155. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Temmuz ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.11. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için su tahakkuk analizi

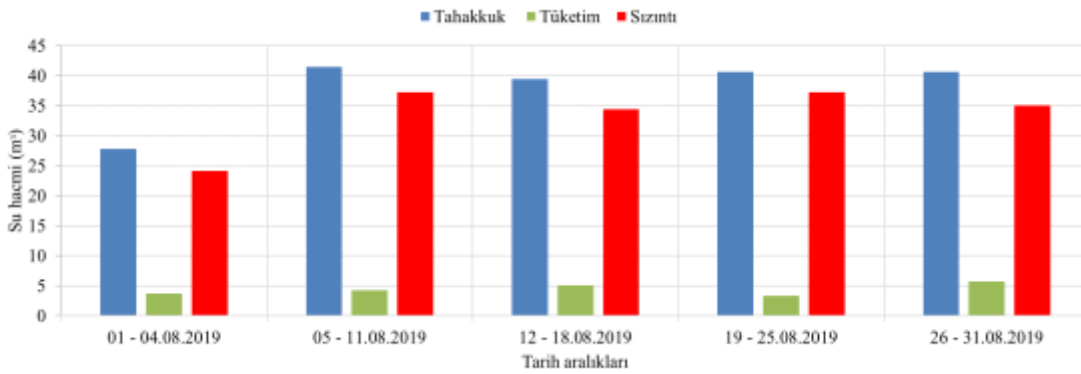
Şekil 4.156’da 01.08.2019 saat 00:00 ile 31.08.2019 saat 23:45 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. 27.08.2019 Saat; 17:55’de saatlik ölçüm yapan akıllı su sayacı 15 dakikalık ölçüm yapan akıllı su sayacıyla değiştirildiği için, 27.08.2019 – Saat 17:55’den 31.08.2019 Saat 23:45’ e kadar olan tahakkuk verileri üzerinde 15 Dakikalık analizler yapılmıştır. Grafikler saatlik tüketimlere göre oluşturulmuştur. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 124 L/sa ve maksimum su tahakkuku 944 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 264 L/sa olarak hesaplanmıştır.



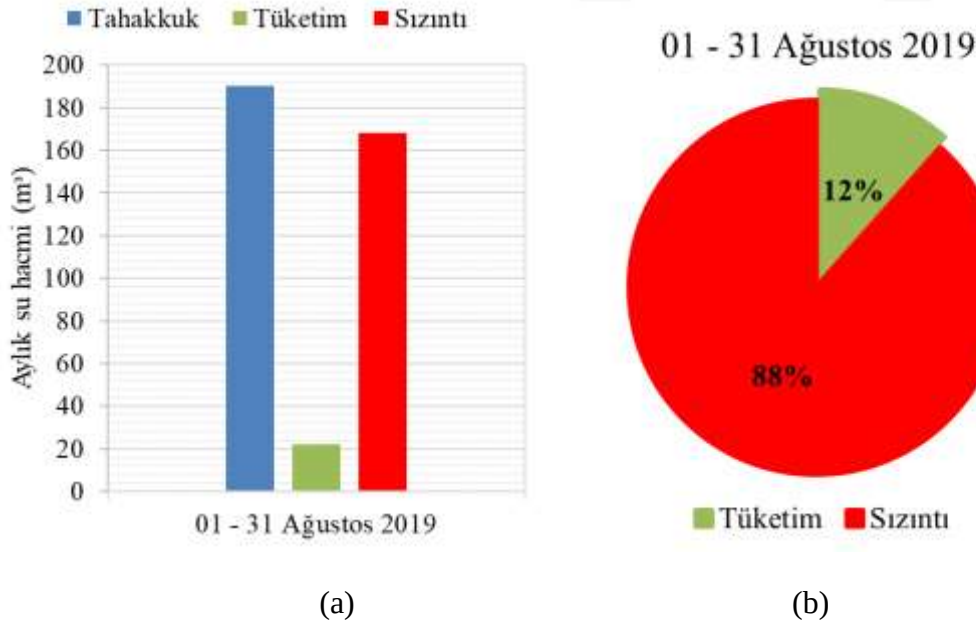
Şekil 4.156. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.08.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.12. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ağustos ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ağustos ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.157’de sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.158-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %88’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.158-b).



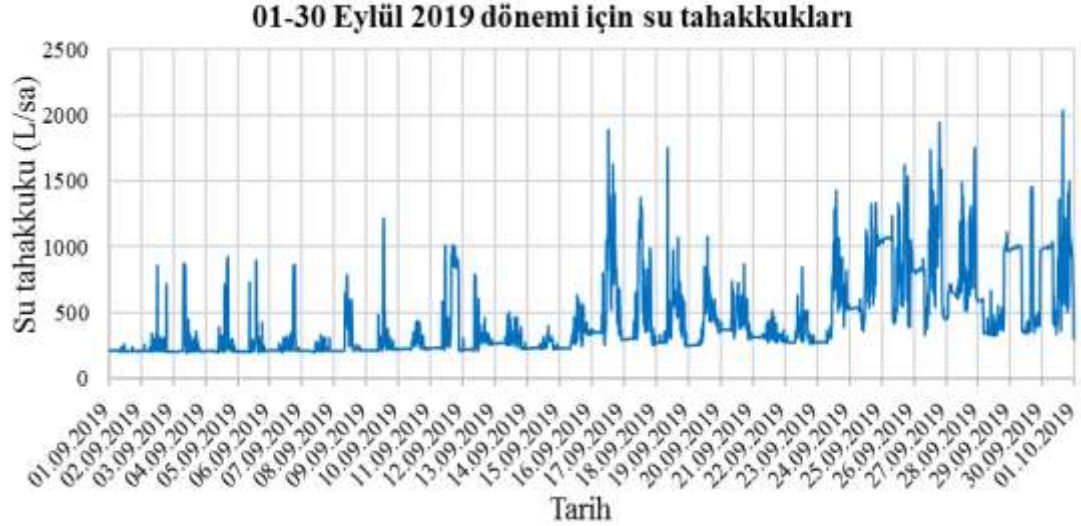
Şekil 4.157. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.158. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ağustos ayındaki su değerleri; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.13. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Eylül ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.159’da 01.09.2019 saat 00:00 ile 30.09.2019 saat 23:45 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 192 L/sa ve maksimum su tahakkuku 1992 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 708L/sa olarak hesaplanmıştır.



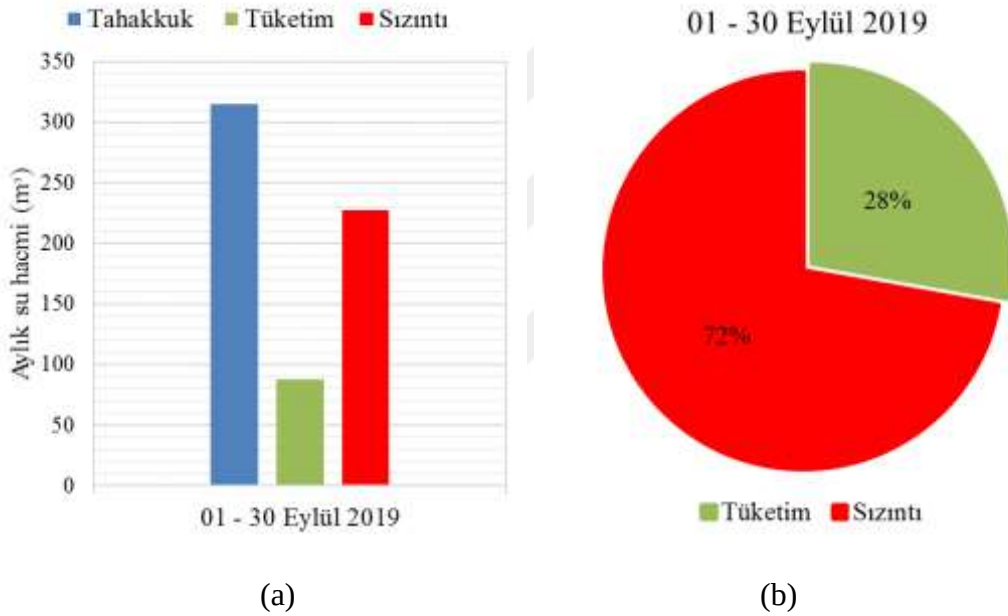
Şekil 4.159.Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-30.09.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.14. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Eylül ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Eylül ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.160’da sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.161-a’da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %72’lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.161-b).



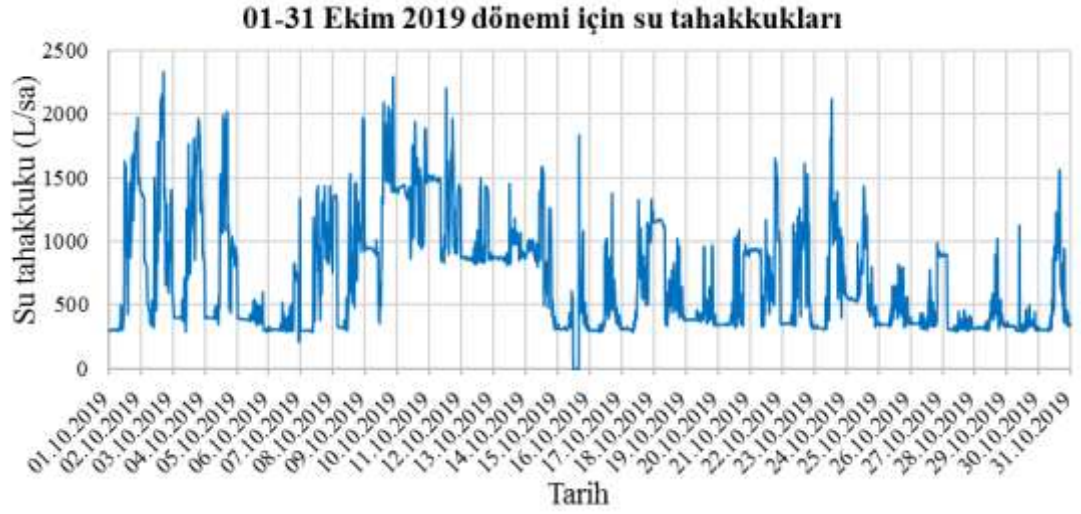
Şekil 4.160. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.161. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Eylül ayındaki değerler; (a) ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; (b) aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.15. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için su tahakkuk analizi

Şekil 4.162’de 01.10.2019 saat 00:00 ile 31.10.2019 saat 23:45 arası Yakut Çarşısı tuvaletinde kaydedilen su tahakkukları sunulmaktadır. Bu dönemde ölçülen minimum su tahakkuku 0 L/sa ve maksimum su tahakkuku 2336 L/sa iken ortalama su tahakkuk değeri 708 L/sa olarak hesaplanmıştır.



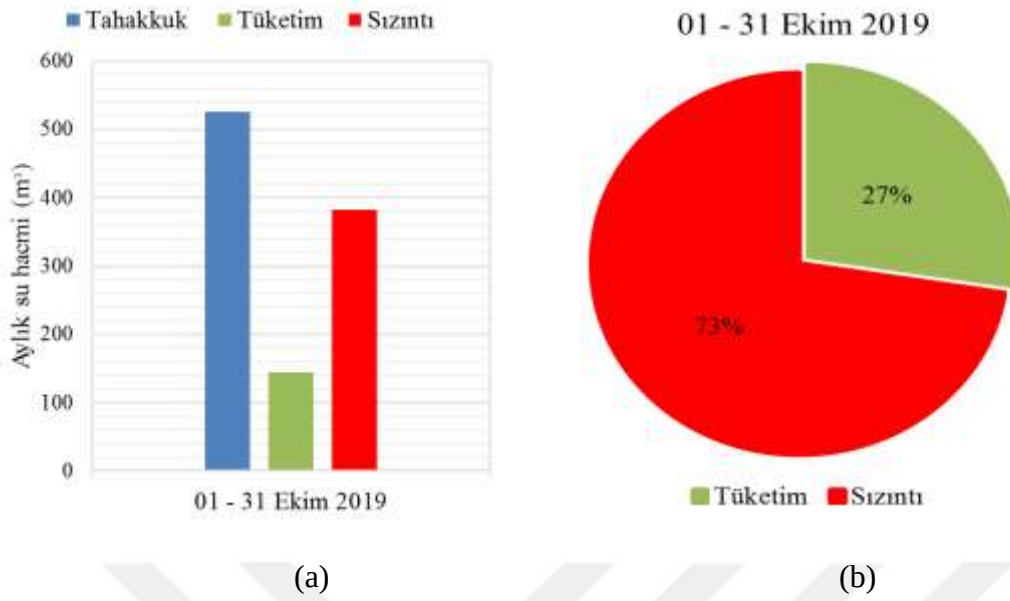
Şekil 4.162. Yakut Çarşısı tuvaletinde 01-31.07.2019 tarihleri arasında ölçülen su tahakkukları

4.2.7.16. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Ekim ayı için sayaç sonrası sızıntı analizi

Ekim ayı süresince her analiz dönemi için ölçülen toplam su tahakkukları, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.163'te sunulmaktadır. İncelenen bir aylık dönem için toplam su tahakkuk hacmi, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri Şekil 4.164-a'da gösterilmektedir. Aylık toplam sızıntı hacmi, aylık su tahakkuk hacminin %73'lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 4.164-b).



Şekil 4.163. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayında her analiz döneminde ölçülen toplam su tahakkuk hacimleri, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri



Şekil 4.164. Yakut Çarşısı tuvaletinde 2019 yılı Ekim ayındaki su değerleri; **(a)** ölçülen toplam su tahakkuku, hesaplanan toplam sızıntı ve tüketim hacimleri; **(b)** aylık sızıntı ve tüketim hacmi yüzdeleri

4.2.7.17. Yakut Çarşısı tuvaleti 2019 yılı Mart – Ağustos dönemi için (ilk 6 aylık izleme) su tahakkuk analizi özeti

Yakut Çarşısına akıllı su sayacı mart ayında takıldığı için, ilk 6 aylık analizler Mart ve Ağustos ayında incelenmiştir. 6 Aylık süre dolduğu için, Ağustos ayından sonrası bu ilk 6 aylık süreç içerisinde incelenmemiştir ve analizlere dahil edilmemiştir. Bu sebeple 6 aylık izleme dönemi sadece 2019 Mart ve Ağustos dönemini kapsamaktadır.

Yakut Çarşısı tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları Çizelge 4.7’de ve Şekil 4.165’te sunulmaktadır. Yakut Çarşısı tuvaleti için ilk altı aylık izleme döneminde akıllı sayaçlardan elde edilen saatlik su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimler) hacmi 1311 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %78’dir.

Çizelge 4.7. Yakut Çarşısı tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Yakut Çarşısı	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Mart (06-31.03.2019)	317	81	236	74
Nisan (01 - 30.04.2019)	395	80	315	80

Çizelge 4.7'nin devamı

Mayıs (01 - 31.05.2019)	297	89	209	70
Haziran (01 - 30.06.2019)	223	33	191	86
Temmuz (01-31.07.2019)	251	57	193	77
Ağustos (01-31.08.2019)	190	22	168	88
Toplam (Mart-Ağustos)	1673	362	1311	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%22	%78	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



Şekil 4.165. Yakut Çarşısı tuvaleti için Mart-Ağustos 2019 dönemine ait ilk altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3. Akıllı Su Sayaçlarına Aktif Müdahale ve Sızıntı Azaltma Dönemi

İkinci 6 aylık dönem olarak, sayaç montaj tarihlerine göre Eylül 2019 – Nisan 2020 dönemini oluşturan ikinci altı aylık izleme dönemi için tüm kampüsteki akıllı sayaçlardan elde edilen su tahakkuklarının aylık ve 6 aylık tüketim analizleri yapılmıştır. Akıllı sayaçlardan alınan sızıntı uyarıları ve su tüketim verilerindeki gözlem ve analizler neticesinde sayaç sonrası sızıntıların nedenlerinin sahada incelemesi gerçekleştirilmiş ve uygun yer ve zamanlarda da sızıntıların engellenmesi amacı ile çeşitli müdahaleler yapılmıştır. Sızıntıların azaltılması için yetkili personeller bilgilendirilmiştir.

4.3.1. Olbia bayan tuvaleti ikinci 6 aylık analizler ve müdahaleler

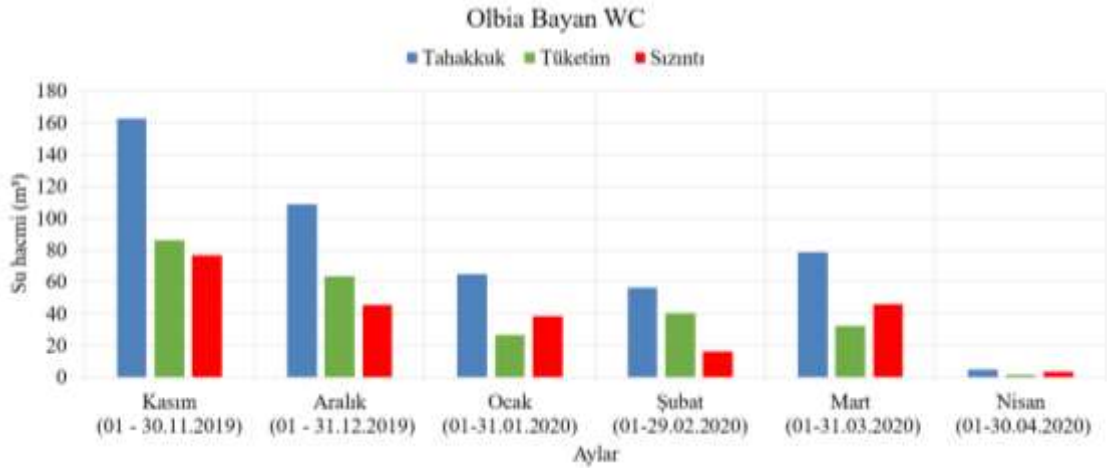
4.3.1.1. Olbia bayan tuvaleti ikinci 6 aylık analizler

Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 06 Mart – 31 Ekim 2019 dönemi için sunulmuş olup, ikinci altı aylık izleme olarak 1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020 dönemine ait su tahakkuk verileri dikkate alınmıştır. İkinci döneme ait izleme sonuçları özeti Çizelge 4.8’de ve Şekil 4.166’da sunulmaktadır. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için ikinci altı aylık izleme döneminde elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimler) hacmi 227 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %48’dir.

Çizelge 4.8. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Olbia Bayan Tuvalet	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Kasım (01 - 30.11.2019)	163	86	77	47
Aralık (01 - 31.12.2019)	109	63	46	42
Ocak (01 - 31.01.2020)	65	26	39	60
Şubat (01 - 29.02.2020)	57	40	16	28
Mart (1 - 31.03.2020)	78	33	46	59
Nisan (01 - 30.04.2020)	5	2	3	60
Toplam (Kasım 2019-Nisan 2020)	477	250	227	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%52	%48	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



Şekil 4.166. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3.1.2. Olbia bayan tuvaleti yapılan müdahaleler

Yapılan müdahalelere bir örnek olarak; Kampüs alanında bulunan Olbia Çarşısı bayan tuvaletinde 16- 18.11.2019 tarihleri arasında sürekli olarak devam eden 650 L/sa düzeyinde sızıntı olduğu görülmüştür ve yerinde gözlem yapılarak sızıntının kaynağı araştırılmıştır. Olbia bayan tuvaletinde yapılan gözlemlerde ara sıra tuvalet rezervuarının takılması nedeniyle su sızıntılarının olduğu tespit edilmiştir.

Su tüketiminin beklenmeyen saatlerde hiç sıfıra düşmemesi nedeniyle akıllı su sayacından alınan uyarılar sonucu ve yapılan analizlerde de anormal bir tüketim olduğu tespit edilmesiyle 16-18.11.2019 tarihleri arasında Olbia bayan tuvaletinde sızıntının kaynağı araştırılmıştır. 16- 18.11.2019 tarihleri arasında Olbia Çarşısı bayan tuvaletindeki tüketim grafiğindeki sürekli sızıntı Şekil 4.167’de kırmızı ile görünmektedir. Sızıntı kaynağının Şekil 4.168’de görüldüğü gibi arızalı (sürekli takılı kalan) rezervuar sonucu olduğu tespit edilmiştir. Sızıntı hakkında yetkili personel Prof Dr. Habib Muhammetoğlu tarafından bilgilendirilmiştir. Bilgilendirmeden sonra yetkili personelin rezervuarı tamir etmesiyle ilerleyen günlerdeki tüketim grafiği Şekil 4.169’da görüldüğü gibi sızıntının en az olduğu hale gelmiştir.



Şekil 4.167. Olbia bayan tuvaletinde 16-18.11. 2019 tarihlerinde gözlenen yüksek düzeydeki su tahakkuk verileri ve bildirim sonrasında sızıntıların azalması



Şekil 4.168. Olbia bayan tuvaletinde 16-18.11. 2019 tarihlerinde sürekli su sızıntısına sebep arızalı tuvalet rezervuarı



Şekil 4.169. 19.11.2019 tarihinden itibaren Olbia bayan tuvaletinde su sızıntılarının azaltılması

Web sitesinden alınan tüketim grafikleri sonucu, gece saatlerindeki su tahakkuk verilerinin oldukça azaldığı ancak sıfırlanmadığı gözlenmiştir. Bu nedenle 22.01.2020 tarihinde Olbia Bayan tuvaletinde tekrar yerinde sızıntı kaynağı incelemesi yapılmıştır. İkinci incelemede sızıntı kaynağının Şekil 4.170’de görüldüğü gibi başka bir tuvaletin sifonundan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Sifonda oluşan arıza sürekli devam eden ortalama 5 L/sa düzeyinde sızıntıya neden olmaktadır. Sızıntı konusunda 22.01.2020 tarihinde temizlik personeli ile görüşme yapılmış ve durum bildirilmiştir. Bu görüşme sonrası sızıntı düzeyi ortalama 2 L/sa düzeyine indirilebilmiştir. Yapılan görüşme sonrasındaki günlerde web sitesinden alınan Olbia Bayan tuvaletindeki su tahakkuk verileri Şekil 4.171’de sunulmaktadır.



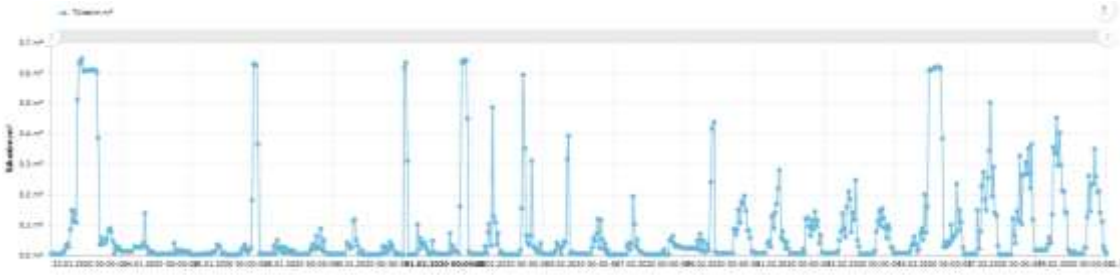
Şekil 4.170. 22.01.2020 tarihinde Olbia bayan tuvaletinde yapılan incelemede sürekli su sızıntısına neden olan arızalı tuvaletin tespit edilmesi

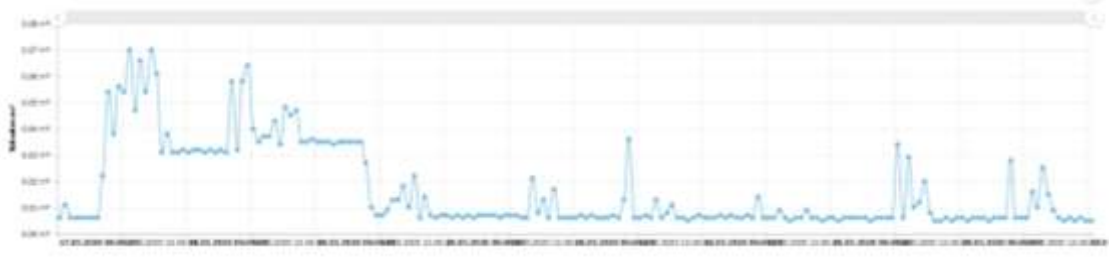


Şekil 4.171. 22.01.2020 tarihindeki müdahale sonrası Olbia bayan tuvaletinde su sızıntılarının azalması

Olbia bayan tuvaletinde devam eden gözlemlerle web sitesinden alınan 22.01.2020-06.03.2020 dönemine ilişkin su tahakkuk verileri incelendiğinde gece saatlerinde de Şekil 4.172'deki gibi sürekli devam eden ortalama 5 L/sa düzeyinde su tüketimi olduğu görülmüştür. 04.03.2020 Tarihinde temizlik personeliyle yapılan görüşme sonucu sızıntı nedeninin Şekil 4.173'deki gibi takılı kalan rezervuar olduğu görülmüştür. 22.01.2020 tarihinde yapılan görüşmeden sonra tuvaletlerde tamir olmadığı

için sızıntıların devam ettiği öğrenilmiştir. Sızıntı durumu ve düzeyi konusunda görevli temizlik personeli bilgilendirilmiştir.





Şekil 4.174. Olbia bayan tuvaleti için 17 - 25.03.2020 dönemine ilişkin su tahakkuk verileri



Şekil 4.175. Olbia bayan tuvaletinde sürekli devam eden su sızıntılarına sebep olan arızalı tuvalet

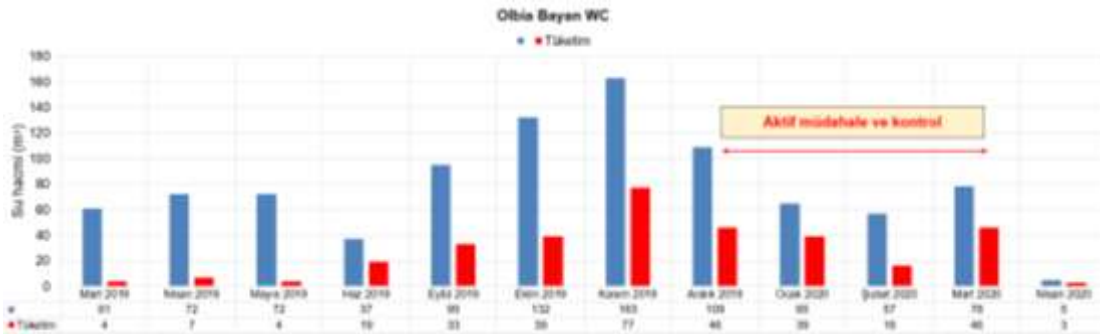
Yurt genelinde 16.03.2020 tarihinde koronavirüs nedeni ile üniversitede eğitime 3 hafta süre ile ara verilmiştir. Bu karara bağlı olarak 16.03.2020 tarihinden itibaren kampüste öğrenci olmadığı sızıntı miktarlarını tespit etmek için daha hassas bir inceleme yapılabilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu sebeple Şekil 4.176’da görünen 23.03.2020 – 03.04.2020 dönemine ilişkin su tahakkuk verileri özellikle incelenmiştir. Kampüste öğrenci ve akademik personel sayısının azalması ile daha az tüketim olması ve sızıntıların azalması beklenmektedir. Ancak Olbia bayan tuvaletindeki sızıntı düzeyi aynı şekilde ortalama 5-6 L/sa düzeyinde devam etmektedir.



Şekil 4.176. 22.03.2020 – 01.04.2020 tarihleri arasında Olbia bayan tuvaletinde izlenen su tahakkukları

Yetkili personel sızıntı durumu hakkında tekrar bilgilendirilmiştir. Personel ile yapılan incelemeler sonucu sızıntının 04.03.2021 tarihinde oluşan sızıntı kaynağıyla aynı sebepten dolayı olduğu ve aynı tuvaletin rezervuarının bozuk olduğu tekrar görülmüştür. Rezervuarın tamir edilemeyeceği yönünde bilgi alınmıştır. Dolayısıyla Olbia Bayan tuvaletinde sürekli su sızıntılarına neden olan arızalı tuvalet net bir şekilde belirlenmiştir ve bu tuvalet dışında başka bir sızıntı kaynağı olmadığı tespit edilmiştir.

Olbia Çarşısı bayan tuvaletinde 1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020 ikinci altı aylık müdahale döneminde sızıntı oldukça sıklıkla yetkili personel ve temizlik görevlisi ile konu hakkında görüşülmüştür. Özellikle Şekil 4.177’de görüldüğü üzere Aralık 2019-Mart 2020 döneminde gerçekleştirilen aktif müdahale ve sızıntı kontrolü çalışmaları ile bu abone için hem su tahakkuk hacimleri hem de sayaç sonrası sızıntılar belirgin bir şekilde azaltılabilmektedir.



Şekil 4.177. Olbia Çarşısı bayan tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi

4.3.2. Mühendislik Fakültesi tuvaletlerine (zemin, 1. kat, 2. kat ve 3. kat) ikinci 6 aylık analizler ve müdahaleler

4.3.2.1. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvalet Ekim 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler

Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 21 Nisan – 30 Eylül 2019 dönemi için sunulmuş olup, ikinci altı aylık izleme olarak 1 Ekim 2019 – 31 Mart 2020 dönemine ait su tahakkuk verileri dikkate alınmıştır. İkinci döneme ait izleme sonuçları özeti Çizelge 4.9’da ve Şekil 4.178’de sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi Zemin Kat Öğrenci tuvaleti için ikinci altı aylık izleme döneminde elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimler) hacmi 409 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %59’dur.

Çizelge 4.9. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak Zemin Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Ekim (01 - 31.10.2019)	139	61	77	55
Kasım (01 - 30.11.2019)	144	82	62	43
Aralık (01 - 31.12.2019)	98	60	38	39
Ocak (01 - 31.01.2020)	151	23	129	85
Şubat (01 - 29.02.2020)	116	36	79	68
Mart (1 - 31.03.2020)	48	24	24	50
Toplam (Ekim 2019-Mart 2020)	696	287	409	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%41	%59	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



Şekil 4.178. Mühendislik Fakültesi zemin kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3.2.2. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti Ekim 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler

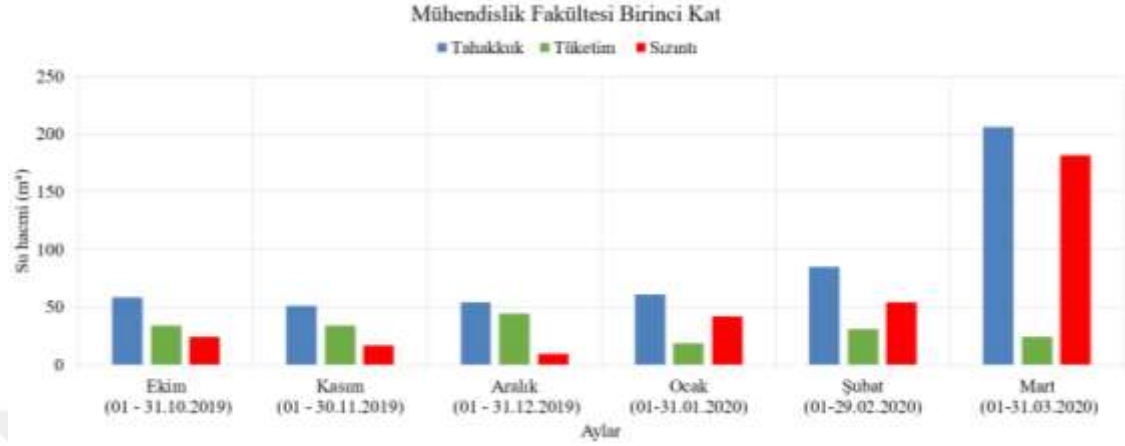
Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 20 Nisan – 30 Eylül 2019 dönemi için sunulmuş olup, ikinci altı aylık izleme olarak 1 Ekim 2019 – 31 Mart 2020 dönemine ait su tahakkuk verileri dikkate alınmıştır. İkinci döneme ait izleme sonuçları özeti Çizelge 4.10'da ve Şekil 4.179'da sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için ikinci altı aylık izleme döneminde elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 329 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %64'tür.

Çizelge 4.10. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

Müh Fak Birinci Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Ekim (01 - 31.10.2019)	58	34	24	41
Kasım (01 - 30.11.2019)	51	34	17	33
Aralık (01 - 31.12.2019)	54	44	10	19
Ocak (01 - 31.01.2020)	61	19	42	69
Şubat (01 - 29.02.2020)	85	31	54	64
Mart (1 - 31.03.2020)	206	24	182	88
Toplam (Ekim 2019-Mart 2020)	516	187	329	-

Çizelge 4.10'un devamı

Dönemsel Dağılım (%)	-	%36	%64	-
-----------------------------	---	------------	------------	---



Şekil 4.179. Mühendislik Fakültesi birinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3.2.3. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler

Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 20 Nisan – 30 Eylül 2019 dönemi için sunulmuş olup, ikinci altı aylık izleme olarak 1 Ekim 2019 – 31 Mart 2020 dönemine ait su tahakkuk verileri dikkate alınmıştır. İkinci döneme ait izleme sonuçları özeti Çizelge 4.11’de ve Şekil 4.180’de sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için ikinci altı aylık izleme döneminde elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontrolsüz tüketimler) hacmi 207 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %41’dir.

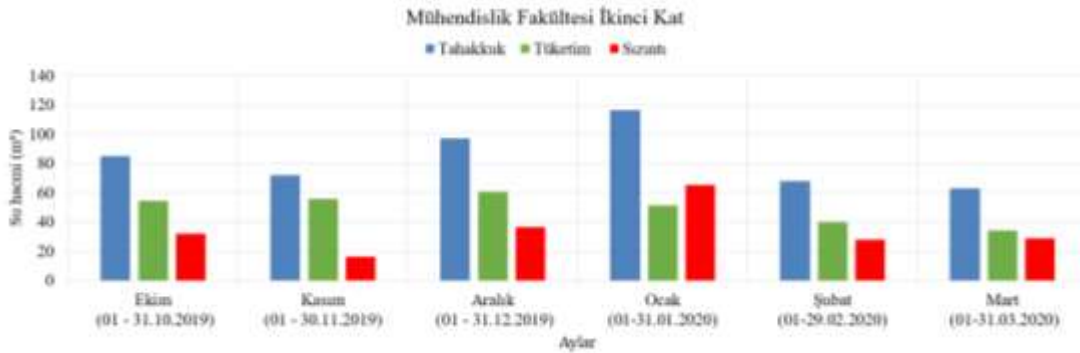
Çizelge 4.11. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak İkinci Kat	Tahakkuk (m3)	Tüketim (m3)	Sızıntı (m3)	Sızıntı (%)
Ekim (01 - 31.10.2019)	85	54	32	38
Kasım (01 - 30.11.2019)	72	56	16	22
Aralık (01 - 31.12.2019)	97	61	36	37
Ocak (01 - 31.01.2020)	117	51	65	56
Şubat (01 - 29.02.2020)	68	40	28	41

Çizelge 4.11'in devamı

Mart (1 - 31.03.2020)	63	34	29	46
Toplam (Ekim 2019-Mart 2020)	501	296	207	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%59	%41	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.



Şekil 4.180. Mühendislik Fakültesi ikinci kat öğrenci tuvaleti için Ekim 2019-Mart 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3.2.4. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat öğrenci tuvalet için Kasım 2019 – Mart 2020 dönemi için ikinci 6 aylık analizler

Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 01 Mayıs – 31 Ekim 2019 dönemi için sunulmuş olup, ikinci altı aylık izleme olarak 1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020 dönemine ait su tahakkuk verileri dikkate alınmıştır. İkinci döneme ait izleme sonuçları özeti Tablo 4-12'de ve Şekil 4.181'de sunulmaktadır. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için ikinci altı aylık izleme döneminde elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimler) hacmi 95 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %37'dir.

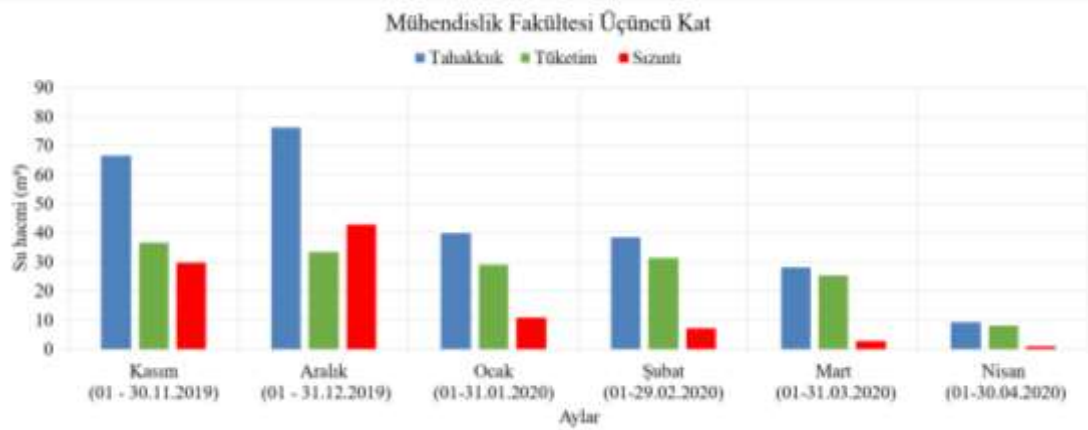
Çizelge 4.12. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Müh Fak Üçüncü Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Kasım (01 - 30.11.2019)	67	37	30	45
Aralık (01 - 31.12.2019)	76	33	43	57

Çizelge 4.12'nin devamı

Ocak (01 - 31.01.2020)	40	29	11	28
Şubat (01 - 29.02.2020)	39	31	7	18
Mart (1 - 31.03.2020)	28	25	3	11
Nisan (01-30.04.2020)	9	8	1	11
Toplam (Kasım 2019-Nisan 2020)	259	164	95	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%63	%37	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.

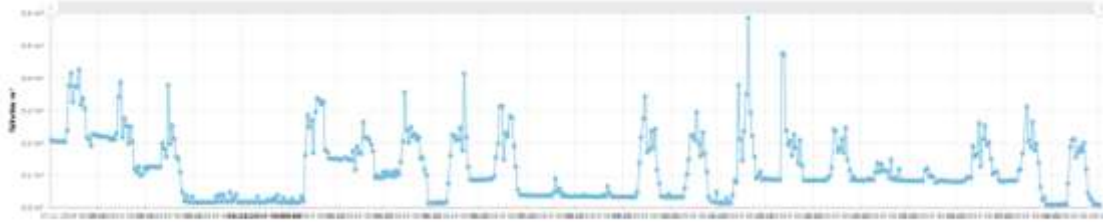


Şekil 4.181. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat personel tuvaleti için Kasım 2019-Nisan 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3.3. Mühendislik Fakültesi tuvaletlerine (zemin, 1. kat, 2. kat ve 3. kat) yapılan müdahaleler

Akdeniz Üniversitesinde bulunan Mühendislik Fakültesine aktif olarak kullanılmakta olan dört ana tuvalete takılan akıllı su sayaçları hem bayan hem erkek tuvaletinin su tüketimlerini ölçmekte ve kaydetmektedir. İkinci 6 aylık dönem olarak, 15 Kasım 2019 tarihinden sonraki dönemde web sitesi üzerinden 4 ana tuvalet için sıklıkla sızıntı uyarıları alınmıştır. Sızıntı uyarılarının olduğu zamanlarda tuvaletlerde yerinde gözlem ile sızıntı kaynakları belirlenmiştir ve doğrulanmıştır. Oluşan su sızıntıları düzenli olarak Fakülte Sekreteri'ne ve ilgili temizlik personeline bildirilmiştir. Su sızıntıları konusu 27.11.2019 tarihinde Tubitak 118Y104 numaralı projenin yürütücüsü olan Prof. Dr. Ayşe Muhammetoğlu tarafından Mühendislik Fakültesi sekreterine bildirilmiştir. Mühendislik fakültesi tuvaletlerinde sürekli olarak devam eden su sızıntıları genellikle takılı kalan tuvalet rezervuarlardan kaynaklanmaktadır. Fakülte sekreterine her kat için

izlenen su tahakkuk verileri grafikler halinde gösterilmiş ve oluşan su sızıntıları hakkında bilgi verilmiştir. Özellikle 27.11.2019 – 18.12.2019 tarihleri arasında personel tuvaleti olan 3. Kat tuvaletinde sürekli sızıntılar meydana geldiği Fakülte Sekreteri'ne bildirilmiştir ve sızıntı kaynağı tamir edilmiştir. 27.11.2019- 18.12.2019 tarihleri arasında 3. Kat tuvaletinde izlenen su tahakkuk verileri Şekil 4.182'de gösterilmektedir. Mühendislik Fakültesinde izlenen su sızıntıları, yapılan görüşme sonrasında büyük oranda azaltılmış ise de tam çözüm sağlanamamıştır.



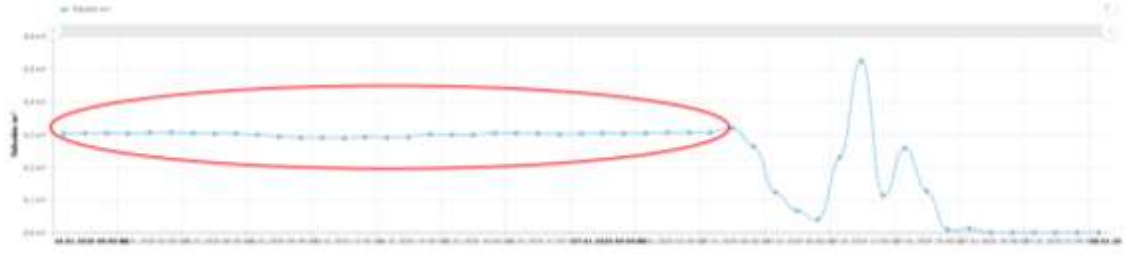
Şekil 4.182. Mühendislik Fakültesi 3. Kat tuvaletinde 27.11.2019- 18.12.2019 tarihleri arasında izlenen su tahakkuk verileri

13.01.2020 tarihinde Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde gece saatlerinde sürekli olarak devam eden su sızıntısı olduğu görülmektedir. Şekil 4.183'teki grafikten görülen su sızıntısı, web sitesinden gelen sızıntı uyarıları ile doğrulanmıştır. 13.01.2020 tarihinde Mühendislik Fakültesi 1. Kat tuvaletinde sızıntı kaynağının araştırılmasıyla tuvalet rezervuarının takılı kalması nedeniyle su sızıntısı olduğu tespit edilmiştir. Sızıntı gün içerisinde kullanım oldukça düzelmiştir. Ertesi günü su sızıntıları tekrar devam etmiştir. Düzenli olarak sızıntının devam etmesi tuvalette bir arıza olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.183. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde 13.01.2020 tarihinde gece saatlerinde izlenen su tahakkukları

27.01.2020 tarihinde 2. kat tuvaletinde Şekil 4.184'te görüldüğü gibi tuvalet rezervuarının takılı kalması ve tam kapatılmayan musluklardaki damlatma sorunlarından dolayı sızıntılar oluşmakta ve gün içerisinde kullanımlar oldukça düzelmektedir. Fakülte sekreterine ve temizlik personeline yerinde yapılan gözlem sonucu rezervuarın tamir edilmesi gerektiği yönünde bilgilendirme yapılmıştır Şekil 4.185'te 1. Kat ve 2. Kat tuvaletlerindeki arıza kaynakları görülmektedir. Tuvalet rezervuarında takılı kalan rezervuarlar sonucunda sızıntıların olduğu tespit edilmiştir.

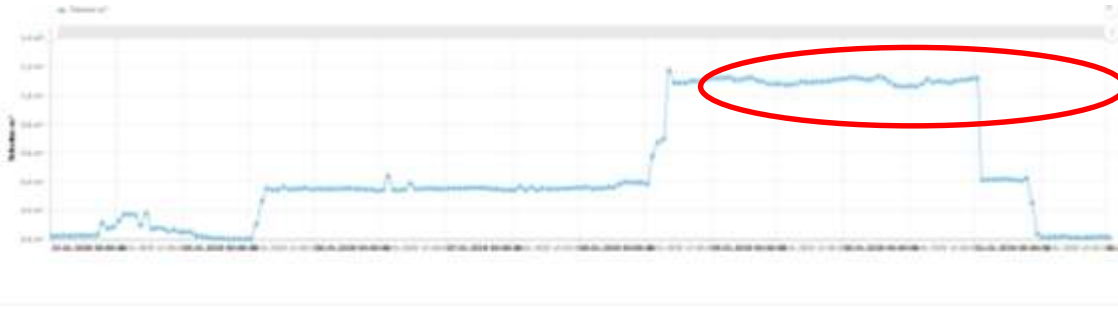


Şekil 4.184. Mühendislik Fakültesi 2. kat tuvaletinde 27.01.2020 tarihinde gece saatlerinde izlenen su tahakkukları



Şekil 4.185. Mühendislik Fakültesi 1. ve 2. kat tuvaletinde su sızıntılarına sebep olan tuvalet ve musluk arızaları (27.01.2020)

Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaleti için 25.01.2020-31.01.2020 tarihleri arasında sürekli olarak devam eden sızıntı olduğu tespit edilmiştir ve web sitesi üzerinden sürekli olarak sızıntı uyarıları alınmıştır. Mühendislik Fakültesi Zemin Kat tuvaletinde sürekli olarak devam eden sızıntılar Şekil 4.186’da verilmektedir. 25.01.2020-31.01.2020 tarihlerinde tüketim hiç $0 \text{ m}^3/\text{sa}$ ‘e düşmemiştir. Su sızıntıları konusunda fakültede görevli olan ilgili temizlik personeli ile görüşülmüştür. Benzer şekilde tuvaletteki rezervuar arızası nedeni ile sızıntıların oluştuğu tespit edilmiştir. Arızalı olan tuvalet rezervuarı düzeltilince sızıntı devam etmemiştir.



Şekil 4.186. Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaletinde 25.01.2020-31.01.2020 tarihleri arasında tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntılar

Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaleti için 21-24.02.2020 tarihleri arasında sürekli sızıntı uyarıları alınmıştır. Bu konu ile ilgili olarak Prof. Dr. Ayşe Muhammetoğlu 24.02.2020 tarihinde Fakülte Sekreteri ile görüşmüştür. Fakülte Sekreterine Şekil 4.187'deki su tahakkukları ve oluşan sızıntıları gösteren grafik gösterilmiştir. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde tuvalet rezervuarlarının takılı kalması nedeni ile sürekli devam eden sızıntılar sıklıkla görülmektedir. 1. kat tuvaletinde yapılan inceleme sonucunda su sızıntılarının Şekil 4.188'de görüldüğü gibi tavandan tuvalet rezervuarlarına su taşıyan tesisat borularındaki sızıntılardan da kaynaklandığı ve tavandan da sürekli suyun damlalar şeklinde aktığı gözlenmiştir. Ek olarak muslukların tam kapatılmamasıyla sürekli olarak su sızdırmasından kaynaklandığı da görülmektedir. Şekil 4.189'da arızalı olduğu için tam kapanmayan musluklar sonucu oluşan sızıntı görülmektedir. Bu sızıntı gün boyunca musluk tam kapatılamadığı için sürekli olarak devam etmektedir. Fakülte sekreteriyle yapılan görüşme sonrasında personel tarafından yapılan müdahaleler ile Şekil 4.190'da grafikten görüldüğü gibi sızıntılar azaltılmıştır.



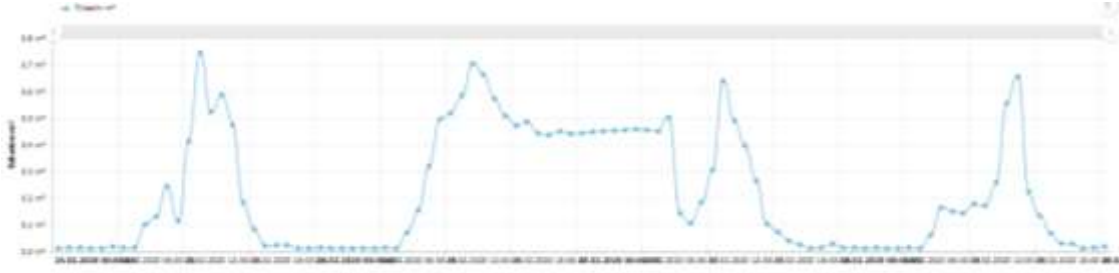
Şekil 4.187. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde 21-24.02.2020 tarihleri arasında tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntılar



şekil 4.188. Mühendislik Fakóltesi 1. kat tuvaletinde tuvalet rezervuarlarına bağlanan su borularından oluşan sızıntılar



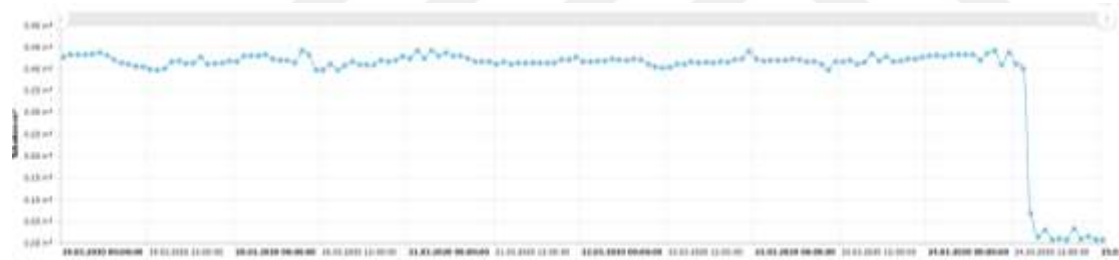
şekil 4.189. Mühendislik Fakóltesi 1. kat tuvaletinde sürekli su sızıntılarına neden olan arızalı musluk



Şekil 4.190. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde sızıntı uyarıları sonrası yapılan bildirim neticesinde 25.02.2020 tarihinden sonra su sızıntılarının azalması

Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaleti için 09-23.03.2020 tarihleri arasında sürekli sızıntı uyarıları alınmıştır. Şekil 4.191’de görüldüğü gibi sızıntılar sürekli olarak 400-450 l/sa miktarında ve sabit bir şekilde devam etmektedir. Prof. Dr. Ayşe Muhammetoğlu tarafından 24.03.2020 tarihinde Fakülte Sekreteri ile görüşülmüştür sürekli olarak devam eden sızıntı grafiği gösterilmiştir. Bu süre içinde Fakülte sekreteri sızıntı kaynağının tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması için teknik personele durum hakkında bilgilendirme yapmıştır. Teknik personel ile birlikte yapılan inceleme sonucunda 1. kat tuvaletindeki arızalı tuvalet rezervuarının takılı kalması sonucu sızıntının oluştuğu görülmüştür ve

Şekil 4.192’deki gibi yetkili personel tarafından tamirata yapılmıştır.

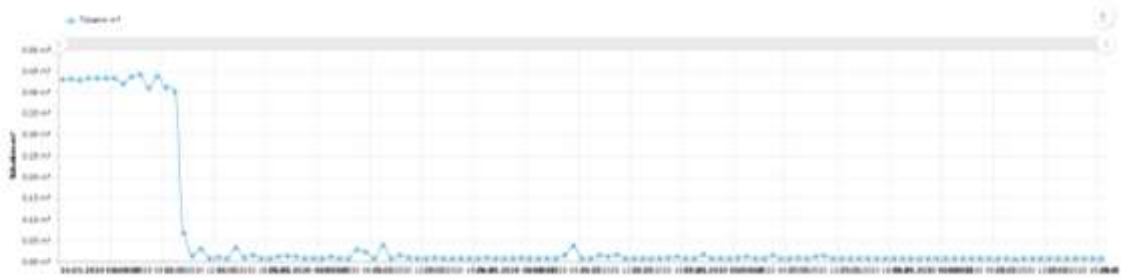


Şekil 4.191. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 19-25.03.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri



Şekil 4.192. Mühendislik Fakültesi 1. kat tuvaletinde tespit edilen arızalı tuvalet ve tamirati

24.03.2020 tarihindeki arızalı tuvalet rezervuarı tamiratından sonra Mühendislik Fakültesi kat tuvaletinde gözlenen sızıntı miktarı Şekil 4.193'teki gibi azalmıştır.



Şekil 4.193. Mühendislik Fakültesi kat tuvaletinde 24.03.2020 tarihindeki tamirattan sonra su sızıntılarının azalması

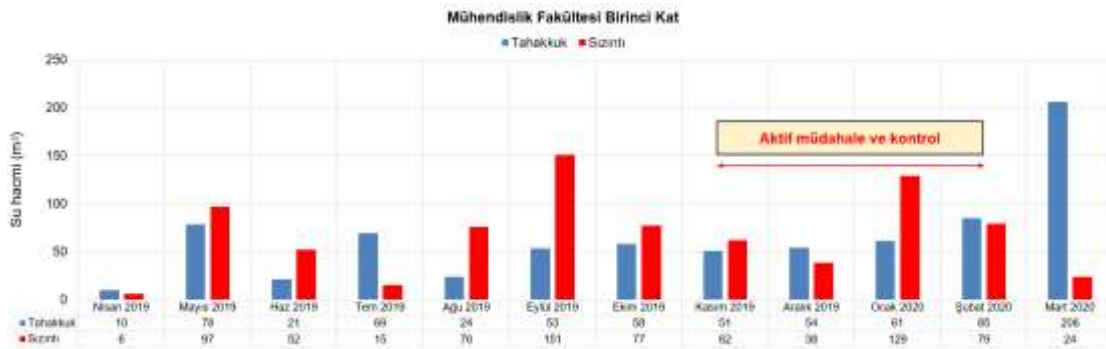
Bu bildirim sonrası Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaletinde sürekli tekrar eden tuvalet arızası nedeni ile daha fazla sızıntı olmaması adına bir süre kullanıma kapatılmıştır. Özellikle 16.03.2020'de koronavirüs nedeni ile öğrenime 3 hafta süreyle ara verilmesi nedeni ile fakültedeki öğrenci sayısı ve dolayısıyla tuvaletlerin kullanımı da oldukça azalmıştır.

Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaleti için ikinci 6 aylık müdahale döneminde (1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020), yapılan bilgilendirmeler ile Fakülte Sekreteri, sorumlu idari personel ve temizlik görevlileri su sızıntıları konusunda dikkatli olmaya çalışmaktadır ve buna bağlı olarak sızıntı oranlarının düşürülmesi için sıklıkla iletişim sağlanmıştır. Özellikle Şekil 4.194'te sunulduğu gibi Ocak-Mart 2020 döneminde gerçekleştirilen aktif müdahale ve sızıntı kontrolü çalışmaları ile bu abone için su tahakkuk hacimleri ve sayaç sonrası sızıntılar için kısmi iyileşme sağlanabilmektedir.



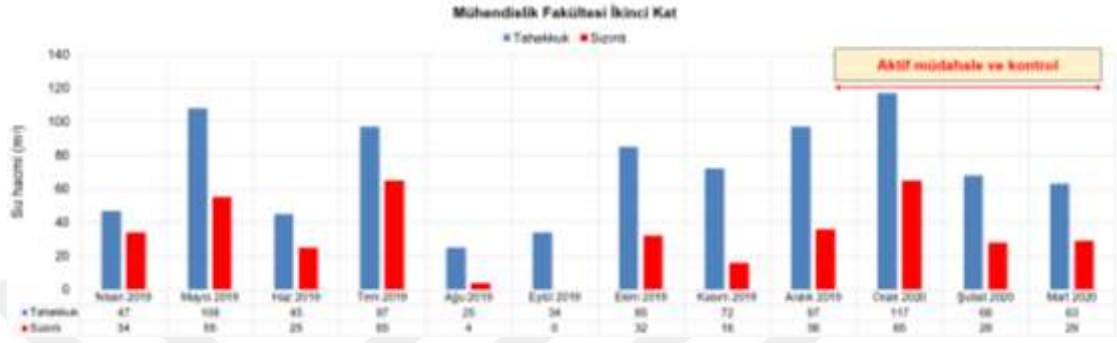
Şekil 4.194. Mühendislik Fakültesi zemin kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi

Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti için ikinci 6 aylık müdahale döneminde (1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020), yapılan bilgilendirmeler ile sorumlu fakülte sekreteri, sorumlu idari personel ve temizlik görevlileri ile su sızıntılarının kontrolü konusunda iletişim sağlanmış ve sızıntı bildirimleri konusunda bilgi verilmiştir. Şekil 4.195'te görüldüğü gibi özellikle Kasım 2019-Şubat 2020 döneminde gerçekleştirilen aktif müdahale ve sızıntı kontrolü çalışmaları ile bu abone için hem su tahakkuk hacimleri hem de sayaç sonrası sızıntılar belirgin bir şekilde azaltılabilmektedir. Mart 2020 döneminde arızalanan ve tamiri gerçekleştirilemeyen bir tuvalet nedeni ile bu dönemdeki su tahakkuk hacimleri belirgin bir artış göstermiştir.



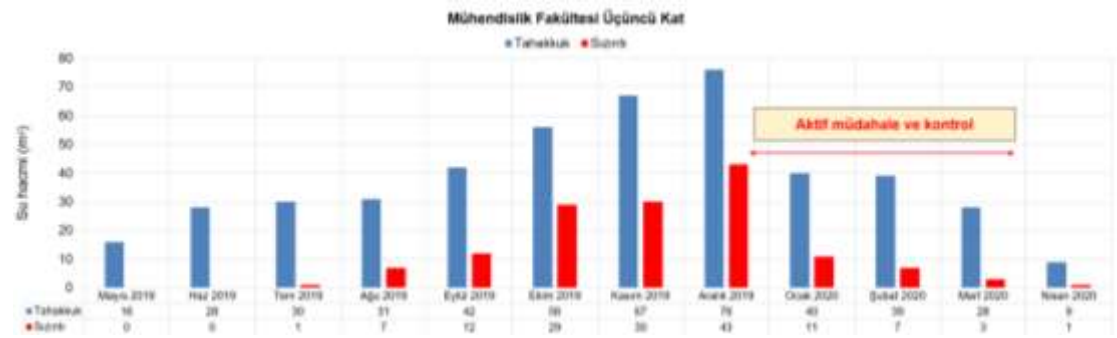
Şekil 4.195. Mühendislik Fakültesi birinci kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi

Mühendislik Fakültesi ikinci kat tuvaleti için ikinci 6 aylık müdahale döneminde (1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020), yapılan bilgilendirmeler ile sorumlu Fakülte Sekreteri, sorumlu idari personel ve temizlik görevlileri ile su sızıntılarının kontrolü konusunda iletişim sağlanmış ve sızıntı bildirimleri konusunda bilgi verilmiştir. Şekil 4.196’da görüldüğü gibi özellikle Aralık 2019-Mart 2020 döneminde gerçekleştirilen aktif müdahale ve sızıntı kontrolü çalışmaları ile bu abone için su tahakkuk hacimleri ve sayaç sonrası sızıntılar için kısmi iyileşme sağlanabilmektedir.



Şekil 4.196. Mühendislik Fakültesi İkinci Kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi

Mühendislik Fakültesi üçüncü kat tuvaleti için ikinci 6 aylık müdahale döneminde (1 Kasım 2019 – 30 Nisan 2020), yapılan bilgilendirmeler ile sorumlu Fakülte Sekreteri, sorumlu idari personel ve temizlik görevlileri ile su sızıntılarının kontrolü konusunda iletişim sağlanmış ve sızıntı bildirimleri konusunda bilgi verilmiştir. Şekil 4.197’de görüldüğü gibi özellikle Ocak-Mart 2020 döneminde gerçekleştirilen aktif müdahale ve sızıntı kontrolü çalışmaları ile bu abone için hem su tahakkuk hacimleri hem de sayaç sonrası sızıntılar belirgin bir şekilde azaltılabilmektedir.



Şekil 4.197. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi

4.3.4. Mühendislik Fakültesi ana sayaç ve 4 akıllı su sayacı okumaları ile aylık su tüketimi değerinin belirlenmesi

Mühendislik fakültesinin girişinde bulunan ve tüm fakültenin su tüketimini ölçen mekanik sayaç günde 2 kez sabah ve akşam olmak üzere okunmuştur. Böylece fakültede bulunan 4 ana tuvalete takılan 4 akıllı su sayacından geçen tüketim değeri incelenmek istenmiştir ve 4 ana tuvalet dışındaki su tüketiminin miktarı tespit edilmiştir. **Çizelge 3.1** Çizelge 4.13’de aylık olarak mühendislik fakültesi ana sayacından geçen toplam su tahakkuku değeri ve mühendislik fakültesi Zemin kat tuvaletindeki akıllı su sayacının toplam su tahakkuku değeri incelenmiştir. Yapılan analizler sonucu 4 ana tuvaletin tüketim ve sızıntı değerleri hesaplanmıştır. Fakültenin girişinde bulunan mekanik sayaçtan geçen toplam tüketimden 4 tuvalettaki akıllı su sayacından geçen toplam tüketim değerinin farkı ise fakültede kullanılan diğer su tüketimleri değerini vermektedir. Ana sayaçtan geçen toplam tüketim ve 4 tuvalettaki 4 akıllı su sayacından geçen toplam tüketim incelendiğinde, 4 tuvalettaki tüketimden daha fazla tuvaletler dışı tüketim olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Mekanik ana sayaç ve zemin kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri

Tarih	Ana Sayaç Toplam Tüketim (m ³)	Zemin Kat Toplam Tahakkuk (m ³)	Zemin Kat Toplam Tüketim (m ³)	Zemin Kat Toplam Sızıntı (m ³)
02.09.2019 - 02.10.2019	703,06	185,654	37,812	151,121
02.10.2019 - 01.11.2019	934,03	138,557	61,337	77,22
01.11.2019 - 02.12.2019	772,13	143,988	82,37	61,618
02.12.2019 - 03.01.2020	760,31	97,949	59,827	38,122
03.01.2020- 03.02.2020	829,07	151,485	22,721	128,764
03.02.2020- 02.03.2020	796,8	115,674	36,447	79,227
02.03.2020- 01.04.2020	821,92	47,865	24,146	23,719
TOPLAM	5617,32	881,172	324,66	559,791
%	100	15,6	6	10

Çizelge 4.14’ de aylık olarak mühendislik fakültesi ana sayacından geçen toplam su tahakkuku değeri ve mühendislik fakültesi Birinci kat tuvaletindeki akıllı su sayacının toplam su tahakkuku değeri incelenmiştir. Ana sayaçtan geçen toplam tüketim ve 4

tuvaletteki 4 akıllı su sayacından geçen toplam tüketim incelendiğinde, 4 tuvaletteki tüketimden daha fazla tuvaletler dışı tüketim olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.14. Mekanik ana sayaç ve birinci kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri

Tarih	Ana Sayaç Toplam Tüketim (m ³)	1. Kat Toplam Tahakkuk (m ³)	1. Kat Toplam Tüketim (m ³)	1. Kat Toplam Sızıntı (m ³)
02.09.2019 - 02.10.2019	703,06	52,626	24,818	27,808
02.10.2019 - 01.11.2019	934,03	58,32	33,829	24,491
01.11.2019 - 02.12.2019	772,13	51,087	34,172	16,915
02.12.2019 - 03.01.2020	760,31	54,149	44,358	9,791
03.01.2020- 03.02.2020	829,07	61,021	18,95	42,071
03.02.2020- 02.03.2020	796,8	85,244	31,046	54,198
02.03.2020- 01.04.2020	821,92	206,121	24,327	181,794
TOPLAM	5617,32	568,568	211,5	357,068
%	100	10	4	6

Çizelge 4.15’ de aylık olarak mühendislik fakültesi ana sayacından geçen toplam su tahakkuku değeri ve mühendislik fakültesi İkinci kat tuvaletindeki akıllı su sayacının toplam su tahakkuku değeri incelenmiştir. Ana sayaçtan geçen toplam tüketim ve 4 tuvaletteki 4 akıllı su sayacından geçen toplam tüketim incelendiğinde, 4 tuvaletteki tüketimden daha fazla tuvaletler dışı tüketim olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.15. Mekanik ana sayaç ve ikinci kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri

Tarih	Ana Sayaç Toplam Tüketim (m ³)	2. Kat Toplam Tahakkuk (m ³)	2. Kat Toplam Tüketim (m ³)	2. Kat Toplam Sızıntı (m ³)
-------	--	---	--	---

Çizelge 4.15'in devamı

02.09.2019 - 02.10.2019	703,06	34,107	34,107	0
02.10.2019 - 01.11.2019	934,03	84,882	54,423	31,894
01.11.2019 - 02.12.2019	772,13	71,995	55,734	16,261
02.12.2019 - 03.01.2020	760,31	97,059	60,613	36,446
03.01.2020- 03.02.2020	829,07	116,539	51,147	65,392
03.02.2020-02.03.2020	796,8	67,889	39,993	27,896
02.03.2020-01.04.2020	821,92	62,858	34,151	28,707
TOPLAM	5617,32	535,329	330,168	206,596
%	100	10	6	4

Çizelge 4.16'da aylık olarak mühendislik fakültesi ana sayacından geçen toplam su tahakkuku değeri ve mühendislik fakültesi Üçüncü kat tuvaletindeki akıllı su sayacının toplam su tahakkuku değeri incelenmiştir. Ana sayaçtan geçen toplam tüketim ve 4 tuvaletteki 4 akıllı su sayacından geçen toplam tüketim incelendiğinde, 4 tuvaletteki tüketimden daha fazla tuvaletler dışı tüketim olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.16. Mekanik ana sayaç ve üçüncü kattaki akıllı su sayacı tüketim değerleri

Tarih	Ana Sayaç Toplam Tüketim (m ³)	3.Kat Toplam Tahakkuk (m ³)	3.Kat Toplam Tüketim (m ³)	3.Kat Toplam Sızıntı (m ³)
02.09.2019 - 02.10.2019	703,06	42,112	30,079	12,033
02.10.2019 - 01.11.2019	934,03	56,16	27,366	28,794
01.11.2019 - 02.12.2019	772,13	66,598	36,742	29,856

Çizelge 4.16'nın devamı

02.12.2019 - 03.01.2020	760,31	76,254	33,335	42,919
03.01.2020- 03.02.2020	829,07	39,935	28,968	10,967
03.02.2020- 02.03.2020	796,8	38,597	31,314	7,283
02.03.2020- 01.04.2020	821,92	28,083	25,34	2,743
TOPLAM	5617,32	347,739	213,144	134,595
%	100	6	4	2

4.3.5. Mühendislik Fakültesi'ndeki ana sayaçtan geçen su tüketiminin incelenmesi

Seçilen bir periyot için (17-18-19-20-21 Şubat 2020) 4 ayrı metotta yapılan incelemeler sonucu, su tüketimlerinin dağılımı gündüz, gece, minimum gece debisi ve haftasonu olarak incelenmiştir. Burada yapılmak istenen, seçilen bir hafta içerisinde öğrencilerin aktif olarak kampüste bulundukları gündüz saati içerisinde olan tüketim ve sızıntı değerlerini görerek, öğrencilerin kampüs alanında bulunmadıkları veya az bulundukları gece saatlerinde tüketim ve sızıntı değerlerini görerek yine aynı hafta içerisinde seçilen bir gündeki minimum gece debisiyle kıyaslamaktır. Böylelikle ölçülen değerlerin doğruluğu ve analizlerin hassasiyetinin artırılması hedeflenmiştir. Yine aynı şekilde öğrencilerin kampüs alanında olmasının beklenmediği hafta sonunda sızıntı değerleri ve tüketim değerleri ölçülerek sızıntılar hakkında daha net bilgi sahibi olunmuştur. Analizlerin incelenmesi için 17-18-19-20-21 Şubat 2020 haftası seçilmiştir. Hem gündüz hem gece hem de minimum gece debisi bu hafta için incelenerek ölçümlerin hassasiyetinin artırılması hedeflenmiştir. Fakültenin girişinde bulunan ana sayaçtan okunan değer ile fakülte binasındaki 4 ana tuvalette bulunan 4 akıllı su sayacından okunan toplam değerler incelenerek analizler yapılmıştır. Şekil 4.198'te fakültenin girişinde bulunan mekanik ana sayaç gösterilmektedir. Fakülte'deki tüm su tüketimleri bu sayaçtan toplam olarak ölçülmektedir.



Şekil 4.198. Fakültenin tüm su tüketimini ölçen mekanik sayaç

4.3.5.1. Gündüz okuması değerleri

Bu inceleme, Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde yapılan 4 ayrı kategoride incelenen Ana sayaç ve Ana Tuvaletlerdeki akıllı su sayacı endeks değerlerinden ana tuvaletlerde harcanan toplam su miktarı ve diğer kullanıma giden (33 adet ara tuvalet, laboratuvarlar, kantin), toplam su miktarı saatlik olarak belirlenmesini kapsamaktadır. Çizelge 4.17’de örnek olarak 17-18-19-20-21 Şubat 2020 tarihlerinde yapılan gündüz okumaları (Saat 09:00-17:00 arası) sonucunda ana sayaçtan geçen toplam su miktarı, 4 ana tuvalette kullanılan toplam su miktarı ve laboratuvarlar 33 ara tuvalet, akademik personel lavabosu gibi diğer kullanıma giden su miktarı saatlik olarak belirlenmiştir. Burada asıl amaç 4 adet akıllı su sayacının takılı olduğu ana tuvaletler dışında ölçümü yapılamayan diğer alanlardaki toplam su tüketim miktarını görmektir. Böylece, fakülteadaki ana sayaçtan (mekanik sayaç) geçen ve 4 ana tuvaletteki 4 akıllı su sayacından ölçülen su tüketimi dışındaki su miktarının oranı (diğer kullanım) bulunmak istenmiştir. İller Bankası Teknik Şartnamesinde verilen evsel olmayan birimlerde özel su ihtiyacı tablosuna göre okullar için öğrenci başı günlük su tüketimi 25 lt/gündür. Bu değerler yemekhane olan okullarda 75 lt/gün olarak kabul edilmektedir.

Bu değerler esas alınarak Mühendislik Fakültesindeki mekanik ana sayaçtan geçen aylık su tüketimi değeri hesaplanmıştır. Mekanik sayaç belirli periyotlarda okunarak öğrenci başı günlük su tüketimi hakkında inceleme yapılmıştır. Aşağıdaki tablo incelendiğinde, hafta içi için fakülteadaki toplam tüketim her gün ortalama 48 m³ değeri civarındadır.

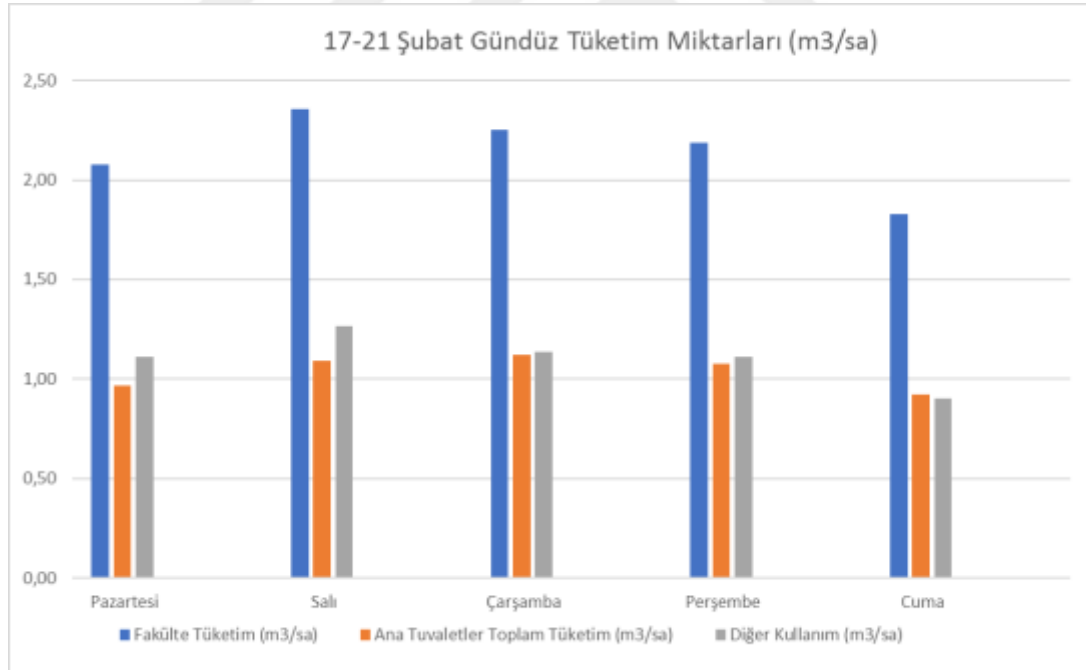
Çizelge 4.17. 17-21 Şubat 2020 gündüz okumalarına göre fakülte su tüketiminin dağılımı

	Fakülte Tüketim (m ³ /sa)	Ana Tuvaletler Toplam Tüketim (m ³ /sa)	Diğer Kullanım (m ³ /sa)
Pazartesi	2,08	0,96	1,11

Çizelge 4.17'nin devamı

Salı	2,36	1,09	1,27
Çarşamba	2,25	1,12	1,14
Perşembe	2,19	1,08	1,11
Cuma	1,83	0,92	0,90

Şekil 4.199'te gündüz alınan endeks değerlerine göre 17-21 Şubat Tarihleri arasındaki tüketim grafiği ve kullanım çeşidine göre dağılımı verilmektedir.



Şekil 4.199. 17-21 Şubat Mühendislik Fakültesi gündüz alınan endeks değerlerine göre tüketim miktarı ve dağılımı

Şekilde görüldüğü üzere mavi ile gösterilen değer çizgileri, fakültenin ana sayacından geçen toplam su tüketimi değerini vermektedir. Turuncu ile gösterilen değer çizgileri ise 4 akıllı su sayacı takılan 4 ana tuvaletin toplam su tüketim değerini vermektedir. Gri ile gösterilen değer çizgisi ise 4 akıllı su sayacının ölçüldüğü tuvaletler

dışındaki fakültede kullanılan su miktarını ifade etmektedir. Gri değer çizgisinin fakültedeki 4 Akıllı su sayacı takılan 4 ana tuvaletteki tüketime yakın miktarda tüketim değerine sahip olduğu görülmektedir.

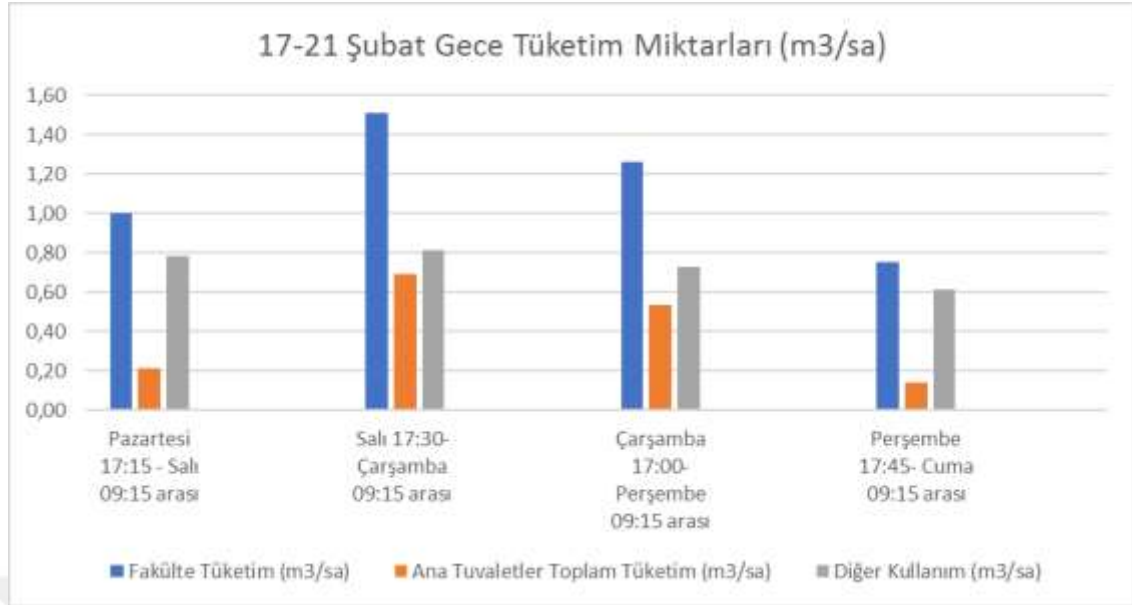
4.3.5.2. Gece okuması değeri

Gündüz okumasıyla aynı endeks değerlerinden çıkartılan gece okuması sonuçları saat 17:00 ile 09:00 arasında geçen tüketim miktarını vermektedir. Fakültedeki su kullanımının gündüze kıyasla daha az miktarda olması beklenmektedir. Çizelge 4.18 örnek olarak, 17-18-19-20-21 Şubat tarihlerinde yapılan gece okumaları (Saat 17:00-09:00 arası) sonucunda ana sayaçtan geçen toplam su miktarı, 4 ana tuvalette kullanılan toplam su miktarı ve laboratuvarlar 33 ara tuvalet, akademik personel lavabosu gibi diğer kullanıma giden su miktarı saatlik olarak belirlenmiştir. Bir günün akşam okuması ve ertesi günün gündüz okumasının endeks değerlerinin farkından fakültedeki tüketim, ana tuvaletlerdeki toplam tüketim ve fakültedeki diğer kullanım miktarı saatlik olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Gece okumalarına göre fakülte su tüketiminin dağılımı

	Fakülte Tüketim (m ³ /sa)	Ana Tuvaletler Toplam Tüketim (m ³ /sa)	Diğer Kullanım (m ³ /sa)
Pazartesi 17:15- Salı 09:15 arası	1,00	0,22	0,78
Salı 17:30- Çarşamba 09:15 arası	1,51	0,69	0,82
Çarşamba 17:00- Perşembe 09:15 arası	1,26	0,54	0,73
Perşembe 17:45- Cuma 09:15 arası	0,76	0,14	0,61

Şekil 4.200'de 17-21 Şubat 2020 tarihleri arasında ana sayacın ve ana tuvaletlerin gece tüketim miktarını gösteren grafik verilmektedir. Gündüz alınan endeks değerleri 09:00-17:00 saatleri içerisindeki tüketimi kapsarken, gece alınan endeks değerleri bir günün sonunda okunan (17:00) endeks değeri ile ertesi gün sabah okunan (09:00) endeks değeri arasındaki farkı vermektedir.



Şekil 4.200. 17-21 Şubat 2020 Mühendislik Fakültesi gece alınan endeks değerlerine göre tüketim miktarı

Şekilde görüldüğü üzere mavi ile gösterilen değer çizgileri, fakültenin ana sayacından geçen toplam su tüketimi değerini vermektedir. Turuncu ile gösterilen değer çizgileri ise 4 akıllı su sayacı takılan 4 ana tuvaletin toplam su tüketim değerini vermektedir. Gri ile gösterilen değer çizgisi ise 4 akıllı su sayacının ölçüldüğü tuvaletler dışındaki fakültede kullanılan su miktarını ifade etmektedir. Gri değer çizgisinin fakültedeki 4 Akıllı su sayacı takılan 4 ana tuvaletteki tüketime yakın miktarda tüketim değerine sahip olduğu hatta bazı günlerde bu değer ana tuvaletlere giden toplam su tüketim değerinden fazla olduğu görülmektedir.

4.3.5.3. Minimum gece debisi değerleri

Örnek olarak, 17-21 Şubat tarihleri arasında yapılan okumalara göre belirlenen gündüz ve gece tüketimlerinin daha hassas olarak ölçülebilmesi ve fakültedeki minimum gece tüketiminin belirlenebilmesi için, okumaların yapıldığı tarihler arasından bir gün seçilerek fakültede kullanımın olmadığı saatte ana sayaçtan geçen suyun debisi, ana tuvaletlerdeki suyun toplam debisi ve diğer kullanıma giden suyun debisi bulunmuştur. 20 Şubat Saat 00:00 ve 21 Şubat Saat 06:00 da ana sayaç ve 4 ana tuvalette bulunan akıllı su sayaçlarının endeks değerleri 2 kez okunmuştur. Okunan endekslere göre tüketilen su miktarları Çizelge 4.19'da verilmektedir. Endeks farkına göre belirlenen su tüketim miktarları ise Çizelge 4.20'de saatlik olarak verilmektedir.

Çizelge 4.19. Minimum gece debisini belirlemek için yapılan okumalar sonucu 20-21 şubat 2020 endeks değerleri ve farkları

	Ana Sayaç	Zemin Kat (m ³ /sa)	Birinci Kat (m ³ /sa)	İkinci Kat (m ³ /sa)	Üçüncü Kat (m ³ /sa)

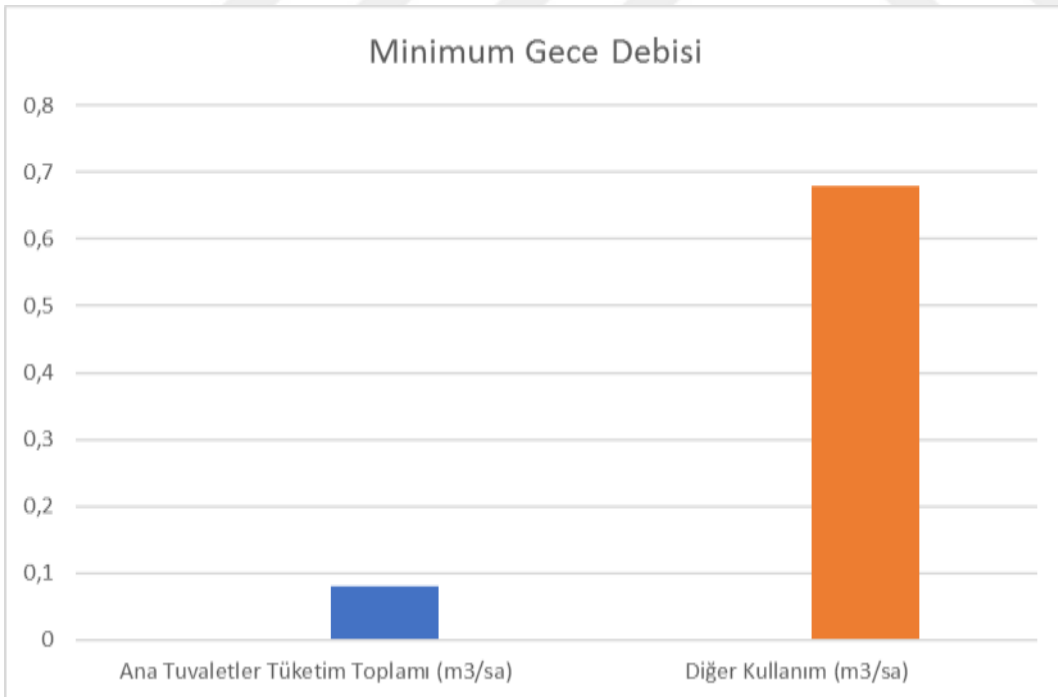
Çizelge 4.19'un devamı

20.02.2020 Saat 00:00	109956,32	1269,896	539,809	805,781	450,334
21.02.2020 Saat 06:00	109960,88	1270,298	539,888	805,781	450,338
00:00-06:00 arası endeks farkı	4,56	0,402	0,079	0	0,004

Çizelge 4.20. Minimum gece debisini belirleyebilmek için yapılan okumalar sonucu ana tuvaletler ve diğer kullanımın miktarı

Ana Tuvaletler Tüketim Toplamı (m ³ /sa)	Ana Sayaç ve Ana Tuvaletler Tüketim Farkı (m ³ /sa) Diğer Kullanım (m ³ /sa)
0,081	0,679

Şekil 4.201'de 20 Şubat 2020 gecesinde minimum gece debisini bulabilmek için yapılan 00:00 ve 06:00 arasındaki ana sayaç ve ana tuvaletlerde bulunan 4 akıllı su sayacının endeks değerlerinin okunmasıyla bulunan değerlerin ana tuvaletler ve diğer kullanım olmak üzere kıyaslamasını gösteren grafiği verilmektedir.



Şekil 4.201. 20 Şubat 2020 Tarihinde minimum gece debisine göre tüketim kıyaslaması

Şekilde görülen değerlerden anlaşıldığı üzere, 4 akıllı su sayacının bulunduğu 4 ana tuvaletteki toplam tüketim değerinden daha fazla tuvalet dışı kullanım olduğu anlaşılmaktadır.

4.3.5.4. Haftasonu okuması değeri

Fakültede hafta içi su tüketim miktarının hafta sonu su tüketim miktarından fazla olması beklenmektedir. Fakültenin ana tuvaletlerinde kullanılan ve diğer kullanımına giden toplam su miktarını bulabilmek için örnek olarak haftanın son günü olan 21 Şubat Cuma günü mesai bitiminde Saat 17:30'da ve diğer haftanın ilk iş günü olan 24 Şubat Pazartesi günü Saat 09:15 de fakültenin ana sayacında ve ana tuvaletlerde bulunan 4 akıllı su sayacında 2 ayrı okuma yapılmıştır. Endeks farkından hafta sonu öğrenciler, akademik ve idari personel yokken ana tuvaletlerde ve diğer kullanıma giden su miktarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Çizelge 4.21'de örnek olarak incelenen 21 Şubat Cuma ve 24 Şubat Pazartesi günlerinde yapılan okumalara göre ana sayacın, 4 ana tuvaletin endeks farkları verilmektedir. Çizelge 4.22'de ise endeks farkına göre belirlenen su tüketim miktarları verilmektedir.

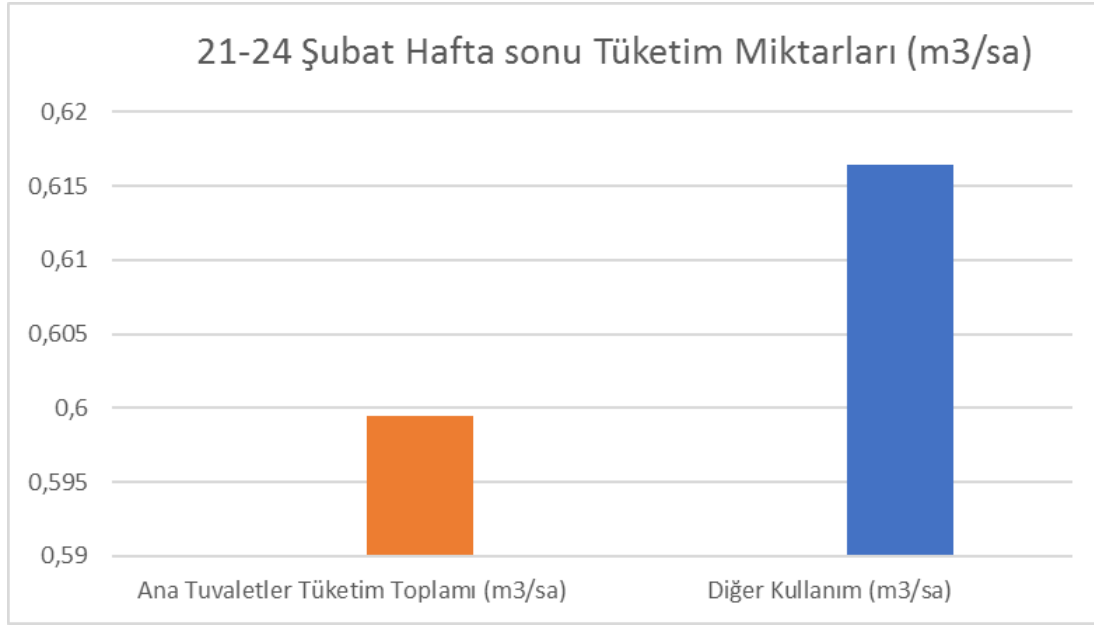
Çizelge 4.21. Haftasonu endeks farkını belirleyebilmek için yapılan okuma değerleri ve endeks farkı

	Ana Sayaç m ³	Zemin Kat (m ³ /sa)	Birinci Kat (m ³ /sa)	İkinci Kat (m ³ /sa)	Üçüncü Kat (m ³ /sa)
21.02.2020 Saat 17:30	109978,16	1272,542	543,154	807,132	451,585
24.02.2020 Saat 09:15	110055,98	1278,703	574,104	807,776	452,198
Hafta sonu endeks farkı	77,82	6,161	30,95	0,644	0,613

Çizelge 4.22. Haftasonu tüketilen suyun dağılımı

Ana Tuvaletler Tüketim Toplamı (m ³ /sa)	Ana Sayaç ve Ana Tuvaletler Tüketim Farkı (m ³ /sa) Diğer Kullanım (m ³ /sa)
0,600	0,616

Şekil 4.202'de cuma akşam (17:00) ve pazartesi sabah (09:00) alınan endeks değerlerine göre 21-24 Şubat 2020 Tarihleri arasındaki tüketim grafiği verilmektedir. Bu grafik ile hafta sonu su kullanımı yokken veya hafta içine kıyasla daha az olması beklenen bir durumda 4 akıllı su sayacının bulunduğu ana tuvaletlere giden toplam su miktarı ve ana tuvaletler dışında olan diğer kullanıma giden toplam su miktarının kıyaslaması yapılmıştır.



Şekil 4.202. Mühendislik Fakültesi hafta sonu endeks değerlerine göre tüketim miktarı kıyaslaması

4.3.5.5. 17.04.2020-20.04.2020 Tarihleri arasındaki ülke genelinde yaşanan koronavirüs salgını nedeniyle sokağa çıkma yasağı olan haftasonu için incelenmesi

Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde ülkeyi etkisi altına alan koronavirüs salgını nedeniyle 16.03.2020 tarihinde uzaktan eğitime geçilmiştir ancak akademik personel, idari personel ve laboratuvarları kullanan öğrenciler hafta içi ve hafta sonu fakülteye gelmektedir. Ülkede salgın olan bu dönemde, salgının önüne geçilebilmesi adına ülke genelinde sokağa çıkma yasağı uygulaması yapılmaktadır. Birçok öğrenci ve idari personel bu dönemde uzaktan eğitim ile eğitime devam etmiştir. Bu sebeple sızıntı ve kullanımları ayırt etmek daha mümkün hale gelmiştir. Kullanım olması tahmin edilmeyen periyotlarda hala su akışı devam ediyorsa sızıntı olarak nitelendirilebilmesi mümkündür. Daha önce yapılan analizler ile fakültedeki ortalama kullanım hakkında fikir sahibi olunduğu için, fakültenin çoğunlukla boş olduğu dönemlerdeki ortalama kullanım hakkında çıkarımda bulunulabilir. Normalde aktif olarak öğrencilerin ve akademik personelin bulunduğu dönemde fakültede 4 ana tuvaletin toplam tüketimi akıllı su sayaçları yardımıyla hesaplanabilmekte ancak 4 ana tuvalet dışındaki su kullanımını hassas olarak belirlemek akademik personel ve öğrenciler tarafından kullanıldığı için ve sürekli devam ettiği için zor olmaktadır.

Bu sebeple ülke genelinde yapılan 18-19 Nisan 2020 tarihlerini kapsayan sokağa çıkma yasağı ilanı ile 17 Nisan Cuma Saat 23:30'da ve 20 Mart Pazartesi Saat 08:00'de 2 kez olmak üzere fakültenin mekanik ana sayacı ve 4 ana tuvalette bulunan akıllı su sayaçlarının aynı saatlerde endeks değerleri okunmuştur. Çizelge 4.23'te okunan endeks değerleri ve saatler verilmektedir.

Çizelge 4.23. 18-19 Nisan 2020 Tarihleri hafta sonu tüketimi belirlemek için yapılan endeks okumaları

	Ana Sayaç	Zemin Kat (m ³ /sa)	Birinci Kat (m ³ /sa)	İkinci Kat (m ³ /sa)	Üçüncü Kat (m ³ /sa)
17.04.2020 Saat 23:30	111204,78	1380,662	808,836	901,159	495,139
20.04.2020 Saat 08:00	111211,25	1384,638	809,158	901,802	495,3

Daha hassas bir analiz yapılabilmesi için, daha önce diğer kullanımın nedenlerini bulabilmek için yapılan sızıntı analizi tekrar yapılmıştır. 16 Nisan 2020 tarihinde fakültede bulunan aktif olarak çok kullanılmayan 33 ara tuvalette tekrar sızıntı incelemesi yapılmıştır. Fakültedeki diğer kullanım kategorisini oluşturan sızıntı kaynakları Şekil 4.203 ve Şekil 4.204’de verilmektedir;



Şekil 4.203. Mühendislik Fakültesi b blok 2. kat gıda mühendisliği personeli tuvaletinde takılı kalan rezervuar



Şekil 4.204. Mühendislik Fakültesi mescidde oluşan sızıntı

17.04 ve 20.04 tarihleri arasında tüketimin diğer günlere kıyasla çok daha az olması beklenmektedir. 17 Nisan Cuma günü ve 20 Nisan Pazartesi günü ana sayacın ve 4 ana tuvalette bulunan akıllı su sayaçlarının endeks okumalarının farkından diğer kullanım miktarı elde edilmiştir. Çizelge 4.24’de Cuma ve Pazartesi günlerinde yapılan okumalara göre ana sayacın, 4 ana tuvaletin endeks farkları verilmektedir. Çizelge 4.25’de ise endeks farkına göre belirlenen su tüketim miktarları verilmektedir. Haftasonu, su tüketiminin olması mümkün olmadığı için varsa sızıntı miktarı hakkında bilgi sahibi olunması mümkündür.

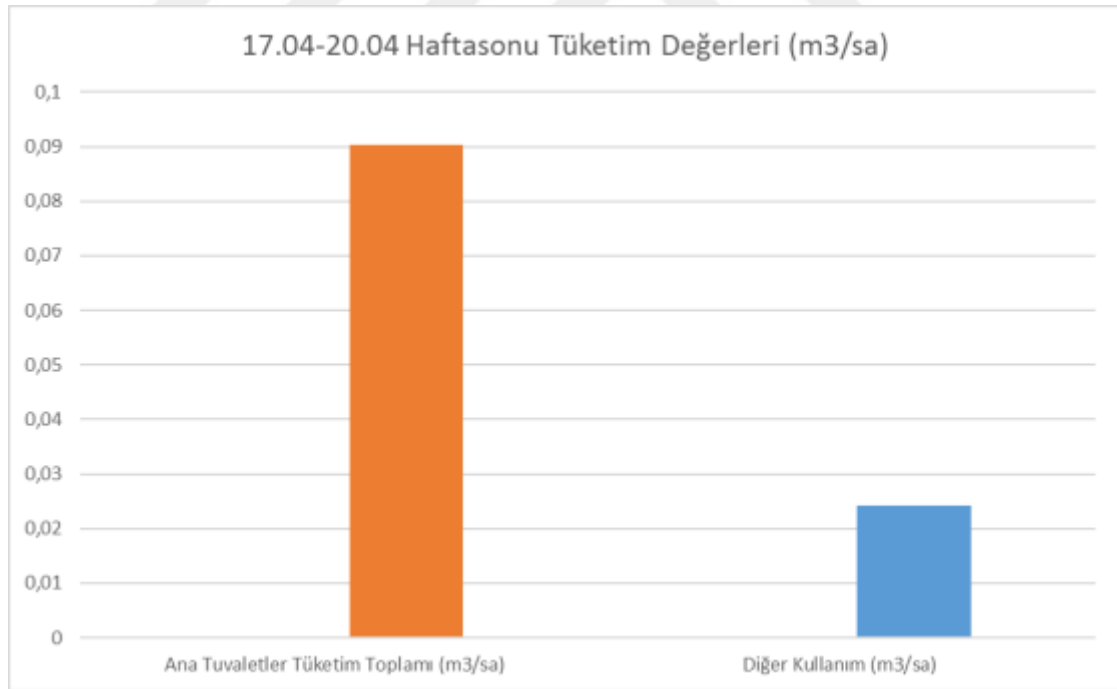
Çizelge 4.24. 17.04-20.04 Tarihleri arasında hafta sonu endeks farkını belirleyebilmek için yapılan okuma değerleri ve endeks farkı

	Ana Sayaç	Zemin Kat (m ³ /sa)	Birinci Kat (m ³ /sa)	İkinci Kat (m ³ /sa)	Üçüncü Kat (m ³ /sa)
17.04.2020 Saat 23:30	111204,78	1380,662	808,836	901,159	495,139
20.04.2020 Saat 08:00	111211,25	1384,638	809,158	901,802	495,3
Hafta sonu endeks farkı	6,47	3,976	0,322	0,643	0,161

Çizelge 4.25. 17.04-20.04 Tarihleri arasında hafta sonu tüketilen suyun dağılımı

Ana Tuvaletler Tüketim Toplamı (m ³ /sa)	Diğer Kullanım (m ³ /sa)
0,090	0,024

Yapılan incelemelere göre Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde bulunan ana sayacın ve 4 ana tuvaletteki sayacın aynı saatlerde alınan endeks değerlerine göre fakültede hiç kullanım yokken sokağa çıkma yaşağının olduğu hafta sonunun tüketimleri bulunmuştur. Aynı zamanda fakültede bulunan 33 ara tuvaletin sızıntı incelemesi yapılarak diğer kullanıma (Q₃) giden su miktarı hakkında bilgi sahibi olunmaya çalışılmıştır. Şekil 4.205'te 17 Nisan 2020 Saat 23:30'da alınan endekslerle ve 20 Nisan 2020 Saat 08:00'de alınan endekslerle 4 akıllı su sayacının bulunduğu ana tuvaletlere giden toplam su miktarı ve ana tuvaletler dışında olan diğer kullanıma giden toplam su miktarının kıyaslaması yapılmıştır.

**Şekil 4.205.** Mühendislik Fakültesi 17.04 2020 -20.04 2020 tarihleri arasında hafta sonu endeks değerlerine göre tüketim miktarı kıyaslaması

4.3.6. Yakut Çarşısı tuvaleti için ikinci 6 aylık analizler ve müdahaleler

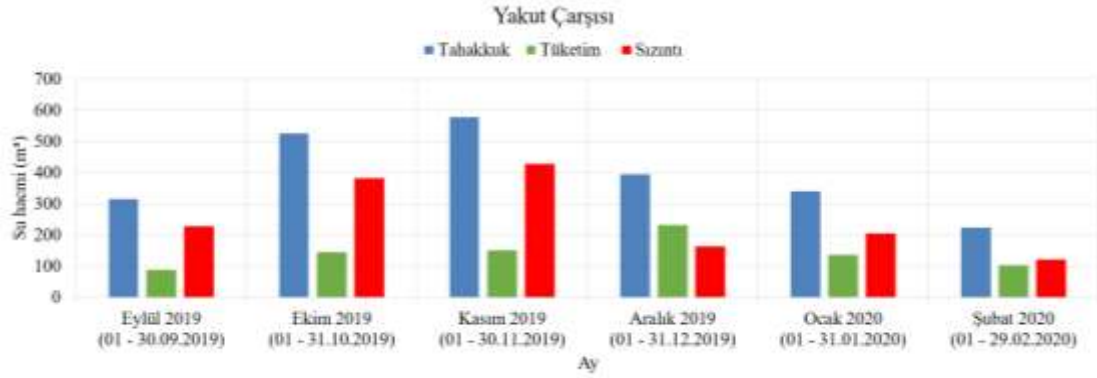
4.3.6.1. Yakut Çarşısı tuvaleti için ikinci 6 aylık analizler

Yakut Çarşısı tuvaleti için ilk dönem izleme çalışması 06 Mart – 31 Ağustos 2019 dönemi için sunulmuş olup, ikinci altı aylık izleme olarak 1 Eylül 2019 – 29 Şubat 2020 dönemine ait su tahakkuk verileri dikkate alınmıştır. İkinci döneme ait izleme sonuçları özeti Çizelge 4.26’da Şekil 4.206’da sunulmaktadır. Yakut Çarşısı tuvaleti için ikinci altı aylık izleme döneminde elde edilen su tahakkuk verileri analiz edildiğinde, sayaç sonrası toplam sızıntı (sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimler) hacmi 1523 m³ ve toplam tahakkuk içindeki oranı %64’tür.

Çizelge 4.26. Yakut Çarşısı tuvaleti için Eylül 2019-Şubat 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları*

Yakut Çarşısı	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Eylül (01 - 30.09.2019)	315	88	227	72
Ekim (01 - 31.10.2019)	526	144	382	73
Kasım (01 - 30.11.2019)	578	151	427	74
Aralık (01 - 31.12.2019)	394	232	162	41
Ocak (01 - 31.01.2020)	340	136	204	60
Şubat (01 - 29.02.2020)	223	102	121	54
Toplam (Eylül 2019 - Şubat 2020)	2377	853	1523	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%36	%64	-

*Tabloda yer alan tüm veriler tam sayı olarak sunulmuştur, ancak veriler hesaplama tablolarında tamsayı ve yüzde birlik hassasiyet ile kullanıldığından, satır/sütun toplamalarında bazen tam sayıya yuvarlama nedeni ile 1 tam sayı fark görülebilmektedir.

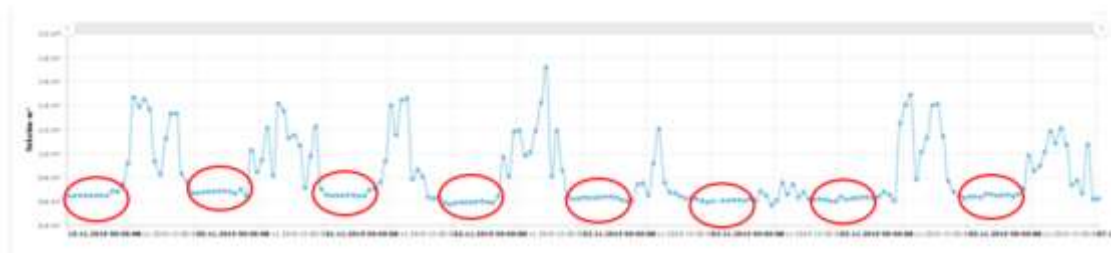


Şekil 4.206. Yakut Çarşısı tuvaleti için Eylül 2019-Şubat 2020 dönemine ait ikinci altı aylık su tahakkuk analizi sonuçları

4.3.6.2. Yakut Çarşısı tuvaleti için yapılan müdahaleler

Yakut Çarşısı sürekli olarak kampüs kullanımına açık ve bayan ve erkek olmak üzere iki ayrı umumi tuvaleti olan bir alandır. Su tüketimlerinin grafikler ile sürekli izlenmesi sonucu sürekli olarak devam eden bir sızıntının olduğu görülmektedir. Aktif olarak kullanılan bir tuvalet olsa da en azından gece saatlerinde su tüketimlerinin sıfıra düşmesi veya minimum düzeyde olması beklenmektedir. 27.11.2019 tarihinde Prof. Dr. Ayşe Muhammetoğlu, proje bursiyer öğrencisi ile birlikte Yakut Çarşısı tuvalet alanındaki su sızıntıları konusunu iletmek için Yakut Çarşısı İşletme Müdürü ile görüşme yapmıştır. Kendisine su tahakkuklarının akıllı sayaç ile izlendiği ve yüksek düzeyde sızıntıların sürekli devam ettiği bilgisi verilmiştir. İşletme Müdürü konuyu takip edeceğini bildirmiştir.

Yakut Çarşısı İşletme Müdürü ile görüşme kapsamında 19-27.11.2019 dönemine ait bir haftalık su tahakkuk verileri grafiği gösterilmiştir ve sürekli devam eden ortalama 600 L/sa düzeyindeki su sızıntıları Şekil 4.207'daki grafik üzerinden açıklanmıştır.



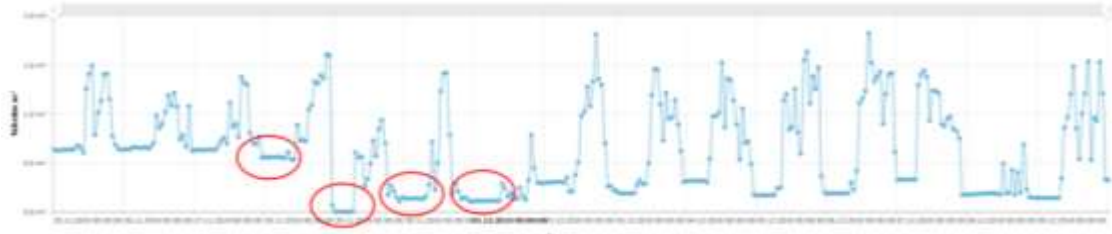
Şekil 4.207. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren

Yakut Çarşısı tuvaletinde sayaç sonrası sızıntılar sürekli olarak devam etmekte ve özellikle gece saatlerindeki su tahakkuk verileri hala sıfıra inmemektedir. Sızıntıların nereden kaynaklandığını belirlemek için 27.11.2019 tarihinde yapılan incelemede Şekil 4.208'de görüldüğü gibi tuvalet rezervuarlarında sızıntı problemi olduğu tespit edilmiştir. Konu ile ilgili olarak temizlik personeliyle görüşülmüş ve bazı rezervuarların takılı kaldığı ve özellikle gece saatlerinde güvenlik personelinin bu sorunu fark edememesi nedeniyle sızıntıların devam ettiği bilgisi alınmıştır. İşletme Müdürü su sızıntıları

konusunda dikkatli olacaklarını, temizlik görevlisi ve güvenlik personelinin konu hakkında bilgilendireceğini ve daha dikkatli olunacağını söylemiştir. Bu görüşme sonrasında sızıntı miktarında Şekil 4.209’de gösterildiği gibi bir azalma olmuş ve ortalama 200 L/sa düzeyine azalmıştır.



Şekil 4.208. Yakut Çarşısı tuvaletinde su sızıntılarına sebep olan arızalı bir tuvalet



Şekil 4.209. Yakut Çarşısı tuvaletinde 25.11.2019 - 09.12.2019 tarihleri arasında kısmen azalan su sızıntıları

Yakut Çarşısı tuvaletinde sızıntıların daha fazla azaltılması için 02.01.2020 tarihinde tekrar İşletme Müdürü ile görüşmeye gidilmiş ve sızıntıların sürekli devam ettiğine dair bilgi verilmiş ve Şekil 4.210’da sunulan grafik verileri ile sızıntı miktarları hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Görüşme sonrasında görevli personel tarafından gece saatlerinde vanalar kapatılarak sızıntılar önlenmeye çalışılmış ise de düzenli olarak yapılamamıştır ve sızıntılar devam etmiştir. Gece saatlerinde vana kapatma işleminin uygulanması sonrası oluşan su tahakkukları Şekil 4.211’te sunulmaktadır.



Şekil 4.210. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 27.12.2019-02.01.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri



Şekil 4.211. Yakut Çarşısı tuvaletinde gece saatlerinde vana kapatılması ile su sızıntılarının azalması

Yakut Çarşısı tuvaletinde vanaların düzenli kapatılmaması ile sızıntı miktarı tekrar bir artış gösterdiği için 22.01.2020 tarihinde durum hakkında görüşmeye gidilmiş ve temizlik personeliyle görüşülmüştür. Görüşülen personelin tuvaletlerden sorumlu olduğu konusunda bilgi alınmıştır. Görüşme sonrasında sızıntıların azaltılması için gece saatlerinde vanalar tekrar kapatılmaya başlanmış ve böylece su tahakkukları gece saatlerinde sıfıra düşmüştür. Herhangi bir tamir/onarım işlemi uygulanmamıştır. Şekil 4.212 ve Şekil 4.213'te görüşme sonrası 23.01.2020-03.02.2020 dönemi için izlenen su tahakkuk verileri sunulmaktadır. Personel ile birlikte yapılan incelemede sızıntının kaynağının arızalı bir tuvalet rezervuarı olduğu, kullanım oldukça rezervuarın takılı kaldığı ve sürekli su akışı olduğu tespit edilmiştir. Vanaların kapatılması ile rezervuarların takılı kalması sonucu oluşan su sızıntılarının önlenmesi sağlanmıştır.



Şekil 4.212. Yakut Çarşısı tuvaletinde 24-30.01.2020 tarihleri arasında gece saatlerinde vana kapatılması ile su sızıntılarının azalması

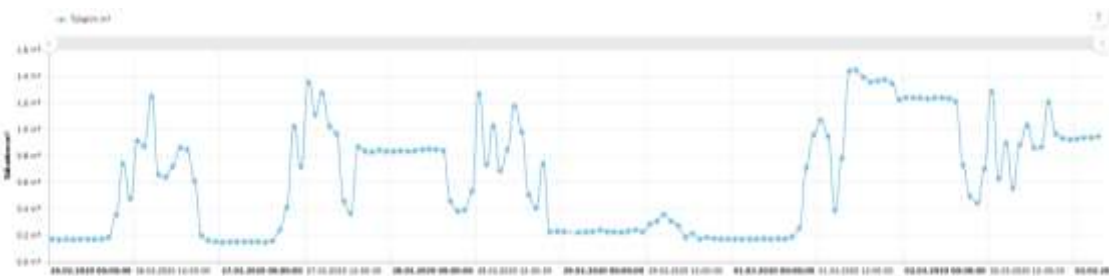


Şekil 4.213. Yakut Çarşısı tuvaletinde 23.01.2020 – 03.02.2020 tarihleri arasında gece saatlerinde vana kapatılması ile su sızıntılarının azalması

Yakut Çarşı tuvaletinde Şekil 4.214’de görüldüğü gibi 12-19.02.2020 tarihleri arasında vanaların kapatılmadığı ve gece saatlerinde tekrar yüksek seviyede sızıntıların olduğu gözlenmiştir. Aynı şekilde web sitesi üzerinden de sürekli olarak sızıntı uyarıları alınmaktadır. Benzer şekilde Şekil 4.215’de sunulduğu üzere 26.02.2020 – 03.03.2020 tarihleri arasında da yüksek seviyede sızıntılar gözlenmiştir. Son dönemde artış gösteren sızıntılar hakkında yetkilileri bilgilendirmek için 04.03.2020 tarihinde görüşme yapılmıştır. Bu süreçte Yakut Çarşısı tuvaletinde yönetim değişikliği olması nedeniyle yetkili kişiler ile görüşülememiş, ancak temizlik personeline bilgilendirme yapılmıştır.



Şekil 4.214. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 12-19.02.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri



Şekil 4.215. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 26.02.2020 – 03.03.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri

Yakut Çarşısı tuvaleti için web sitesinden sürekli sızıntı uyarılarının alınmasını takiben Şekil 4.216’da sunulduğu gibi sızıntıların tekrar artış gösterdiği görülmüş ve 16.03.2020 tarihinde bir kez daha görevli teknik personel ile görüşülmüştür. Yakut Çarşısı alanındaki

tüm tuvaletler ile sadece bu personelin ilgilendiği ve son görüşmeden beri herhangi bir tamirat olmadığı ya da önlem alınmadığı yönünde bilgi alınmıştır. Devam eden sızıntılar hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Sızıntıların kaynağının 27.11.2019 tarihinde yapılan incelemede tespit edilen takılı kalan rezervuar sonucu oluşan sızıntıdan farklı olarak Şekil 4.217’de görünen başka bir rezervuarın takılı kalması sonucu oluştuğu görülmüştür.

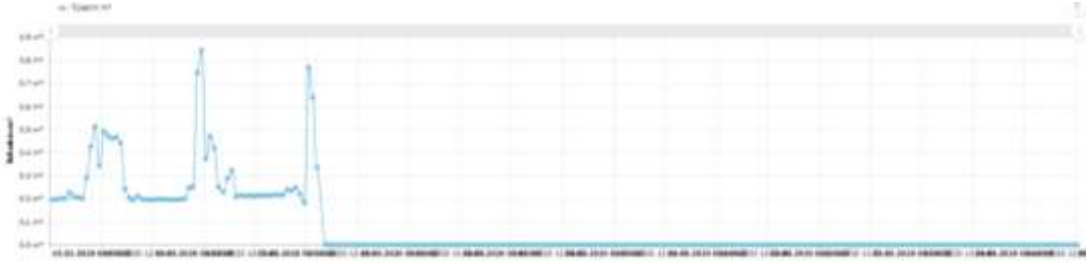


Şekil 4.216. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvalet arızası nedeniyle oluşan sızıntıları gösteren 12 – 18.03.2020 tarihlerine ait su tahakkuk verileri



Şekil 4.217. Yakut Çarşısı tuvaletinde su sızıntılarına sebep olan arızalı tuvalet

Yaşanmakta olan Koronavirüs salgını sebebiyle 16.03.2020 tarihinde üniversitelerde 3 hafta süre ile eğitime ara verilmiş olup bu süreçte kampüs içindeki alanlardaki su sızıntıları daha belirgin bir şekilde gözlemlenmeye başlamıştır. 17.03.2020 tarihi itibarıyla Şekil 4.218’de görüldüğü gibi Yakut Çarşısı tuvaletinde su tahakkuk verileri sürekli 0 m³/sa olarak görülmeye başlandığı için 19.03.2020 tarihinde bilgi almak üzere Yakut Çarşısı’na gidilmiştir. Görüşme ve saha incelemesinde Şekil 4.219’deki gibi sayaç vanası kapatılarak tuvaletlere giden suyun gündüz ve gece sürekli olarak kesildiği ve hatta Şekil 4.220’de görüldüğü gibi tuvaletlerin de kilitlenerek kullanıma kapatıldığı görülmüştür. Bu tarihten sonra Yakut Çarşısı tuvaleti için su tahakkuk verileri sürekli sıfır olarak alınmış olduğundan sızıntı analizi sonlandırılmıştır.



Şekil 4.218. 17.03.2020 tarihinden itibaren Yakut Çarşısı tuvaletinde su tahakkuklarının sürekli sıfır olarak izlenmesi



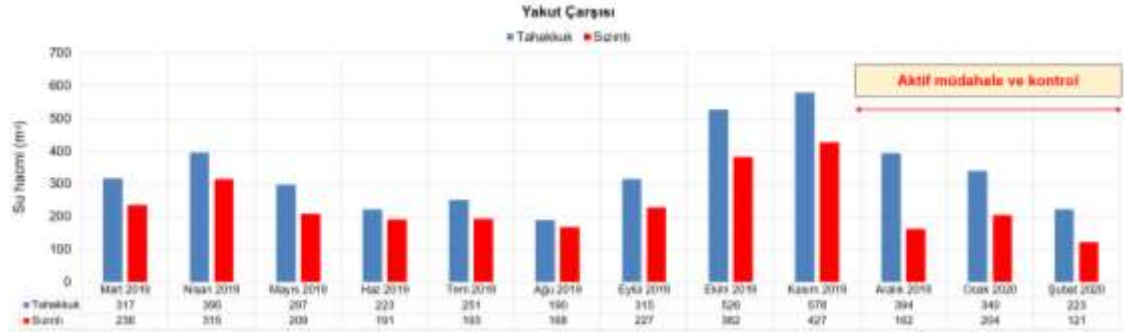
Şekil 4.219. Yakut Çarşısı tuvaletinde bulunan akıllı sayaç vanasının kapatılarak suyun kesilmesine ait görsel



Şekil 4.220. Yakut Çarşısı tuvaletinde tuvaletlerin kilitlenerek kullanıma kapatılmasına ait görsel

Yakut Çarşısı Tuvaleti için 1 Eylül 2019 – 29 Şubat 2020 tarihleri arasında sorumlu olan İşletme Müdürü ve temizlik görevlisi sızıntı miktarı yüksek olduğunda

sıklıkla bilgilendirilmiştir. Yakut Çarşısı İşletme Müdürü ve Temizlik Görevlisi genel olarak su sızıntıları konusunda dikkatli olmaya çalışmaktadır. Şekil 4.221’de görüldüğü üzere özellikle Aralık 2019-Şubat 2020 döneminde gerçekleştirilen aktif müdahale ve sızıntı kontrolü çalışmaları ile bu abone için hem su tahakkuk hacimleri hem de sayaç sonrası sızıntılar belirgin bir şekilde azaltılabilmektedir.



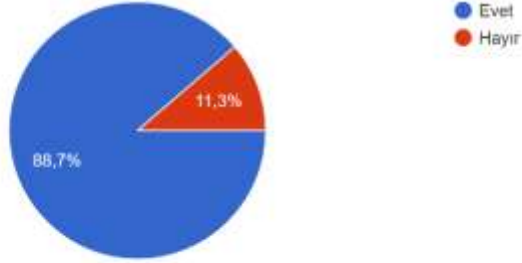
Şekil 4.221. Yakut Çarşısı tuvaleti için su tahakkuk ve sızıntı hacimlerinin yıllık değişimi

4.3.7. Sızıntıların değerlendirilmesi için yapılan anketin sonuçları

Akdeniz Üniversitesi kampüsündeki su sızıntılarının tespiti ve müdahalesi için öğrencilerin bakış açısını değerlendirmeyi amaçlayan anket sonuçları aşağıdaki grafiklerde verilmektedir. Toplamda 62 öğrencinin katıldığı bu anketin sonuçları pasta grafiklerinde incelenmiştir.

-1. Soru ; Su sızıntısı: Lavabo ve tuvaletlerde su akışının kullanım dışında kontrolsüz bir şekilde sürekli olarak devam etmesi durumunda israf olan sular "sızıntı" olarak tanımlanır. Sızıntılar yaygın olarak musluklarda, tuvaletlerde ve tüm boru bağlantılarında meydana gelebilmektedir. Çoğunlukla; açık unutulmuş, ihmal edilen veya yeterince kontrolü yapılmayan tuvalet ve musluklarda oluşmaktadır. İlk soru Şekil 4.222’de verilmektedir.

1) Yukarıda tanımı verilen sızıntı terimi hakkında yeteri kadar bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz?
62 yanıt



Şekil 4.222. Anketin 1. Sorusu

Ortalama % 88,7 Evet cevabı ile sızıntı hakkında öğrencilerin genel bir bilgi sahibi olduğu çıkarımı yapılabilmesi mümkündür.

-2. Soru ; İkinci soru Şekil 4.223'te verilmektedir.

2) Sizce bir gün içinde (24 saat süresince) su sızıntıları günün hangi saatlerinde oluşmaktadır?
62 yanıt



Şekil 4.223. Anketin ikinci sorusu

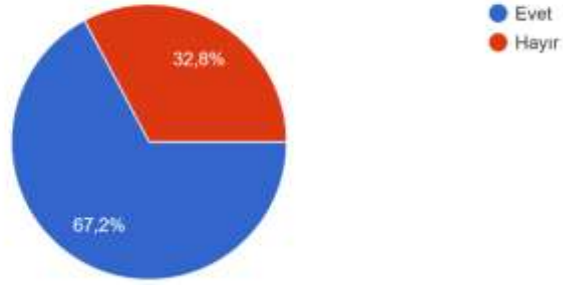
Sızıntılar gün içerisinde çeşitli zaman dilimlerinde oluşabilmektedir. Bu soru ile öğrenciler %91,9 gibi büyük bir yüzde ile sızıntıların hem gündüz hem gece saatlerinde oluşabileceği yönünde geri bildirim yapmışlardır.

-3. Soru; sorulurken Akdeniz Üniversitesi kampüsü içerisinde bulunan Mühendislik Fakültesi, Olbia Çarşısı, Yakut Çarşısı değerlendirilmesi istenmiştir. Anketin üçüncü sorusu Şekil 4.224'de verilmektedir.

Lütfen aşağıdaki soruları Akdeniz Üniversitesi Kampüs alanı içerisinde yer alan Mühendislik Fakültesi, Olbia Çarşısı ve Yakut Çarşısı tuvaletlerini dikkate alarak cevaplayınız:

3) Bu alanlarda su sızıntıları ile sıklıkla karşılaştınız mı?

61 yanıt



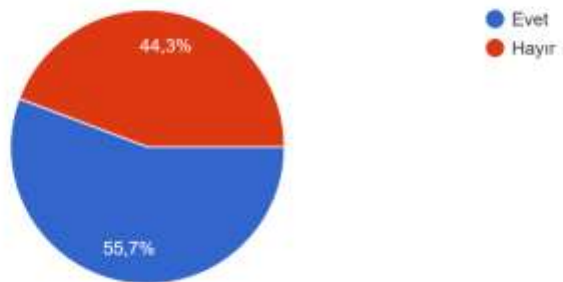
Şekil 4.224. Anketin üçüncü sorusu

Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu (%67,2) kampüsteki incelenen alanlarda sızıntı ile karşılaştıklarını bildirmişlerdir.

-4. Soru; Anketin dördüncü sorusu Şekil 4.225'te verilmektedir.

4) Bu alanlarda sürekli olarak akışı devam eden su sızıntıları gördüğünüzde engellemek için herhangi bir çabada bulundunuz mu? (Örnek: musluğ...ili personel bulabilmek için çaba göstermek vb.)

61 yanıt

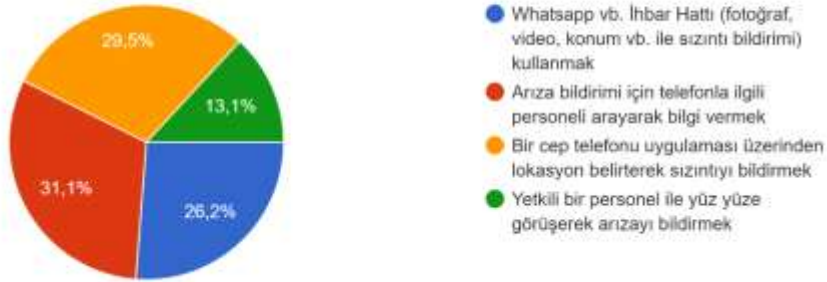


Şekil 4.225. Anketin dördüncü sorusu

Bu soru ile kampüs içerisinde sızıntı ile karşılaşıldığı durumlarda müdahale sürecinde öğrencilerin yaklaşımları görülmek istenmiştir. Bu müdahaleler yetkili bir personeli bularak durumu bildirmek, sızıntıya kendileri müdahale etmek gibi çeşitli şekillerde olabilmektedir. Öğrencilerin % 55,7 oranında büyük bir çoğunluğu sızıntılara müdahale etmek için mücadelede bulunduklarını bildirmişlerdir.

-5. Soru; Anketin beşinci sorusu Şekil 4.226'da verilmektedir

5) Bu alanlarda su sızıntısı gördüğünüzde müdahale edilebilmesi için en uygun ve etkili yöntem sizce hangisi/hangileri olabilir?
61 yanıt



Şekil 4.226. Anketin beşinci sorusu

Bu soru ile öğrencilerin sızıntı gördükleri durumda müdahale sürecinde en etkili yöntem ile ilgili bakış açıları tespit edilmek istenmiştir. En yüksek tercih olan %31,1 gibi bir oy ile arıza bildiriminin telefon ile ilgili personele haber verilmesi olmuştur. Aynı şekilde bir cep telefonu uygulaması üzerinden sızıntının lokasyonunun bildirilmesi ve yetkili personele sızıntının kaynağının ve yerinin bildirilmesi de yüksek oranda tercih edilmiştir.

-6. Soru; Anketin altıncı sorusu Şekil 4.227'de verilmektedir

6) Bu alanlardaki tuvaletlerde meydana gelen su sızıntısını bildirmek üzere bir uygulama, yöntem, yetkili personel bulamadığınız için sızıntıya müdahale edemediğiniz oldu mu?
59 yanıt



Şekil 4.227. Anketin altıncı sorusu

Bu soru ile ise, önceki görülen sızıntılara karşı müdahalede bulunulmak istediği takdirde geçmişte yaşanan sorunların nedeni incelenmek istenmiştir. Örneğin %30,5 gibi büyük bir yüzde ile öğrencilerin yetkili kişiyle yüz yüze görüşmek veya arayabilmek

için vaktinin olmadığı görülmüştür. Ve yine aynı şekilde %23,7 gibi bir oran ile yetkili kişi bulunamamasından kaynaklı sızıntıya müdahale edilemediği görülmektedir.

-7. Soru; Anketin yedinci sorusu Şekil 4.228’de verilmektedir.

7) Su sızıntılarına dikkat çekilmesi, farkındalığın artırılması için sizce aşağıdaki yöntemlerden hangisi daha etkilidir?
62 yanıt

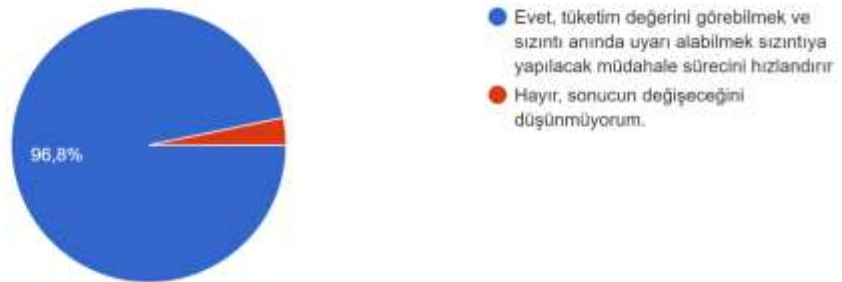


Şekil 4.228. Anketin yedinci sorusu

Bu soru ile sızıntıların daha çok dikkat çeken bir konu haline gelebilmesi için öğrencilerin genel yaklaşımı tespit edilmeye çalışılmıştır. %41,9 oranı ile televizyonlarda, internette gibi sosyal platformlarda sızıntı konusuna daha çok dikkat çekilmesini istedikleri çıkarılabilir. Yine %35,5 gibi büyük bir yüzdeyle ise sızıntının hakkında bilgilendirme talepleri olduğu düşünülebilir.

-8. Soru; Anketin sekizinci sorusu Şekil 4.229’da verilmektedir.

8) Akıllı Su Sayaçları ile su tüketimleri sürekli olarak cep telefonu, tablet veya bilgisayardan izlenebilmektedir. Böylece kullanıcının bilgisi dışı...kullanımıyla su sızıntılarını azaltmak mümkün müdür?
62 yanıt



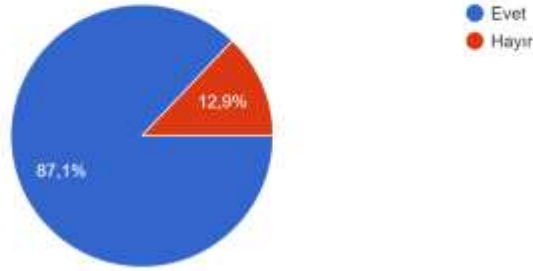
Şekil 4.229. Anketin sekizinci sorusu

Bu soru ile akıllı su sayaçlarıyla görülen su tüketimi değerlerinin aynı zamanda cep telefonu, tablet gibi sürekli kullanıcılar tarafından izlenebilmesi mümkün bir platformdan takip edilmesinin sızıntı değerini etkileyip etkilemeyeceği hakkında çıkarımda bulunulması amaçlanmıştır. %96,8 gibi büyük bir oranda sızıntı değerinin cep

telefonu, tablet, bilgisayar gibi bir ara yüzden izlenerek ve su tüketimleri hakkında bilgilendirme uyarıları alarak azaltılabileceği yönündedir.

-9. Soru; Anketin dokuzuncu sorusu Şekil 4.230'da verilmektedir.

9) Eğer su tüketimlerini sürekli olarak izleyebildiğiniz bir sisteme erişiminiz olsaydı, aktif olarak kullanır mıydınız?
62 yanıt



Şekil 4.230. Anketin dokuzuncu sorusu

Bu soru ile öğrencilerin su tüketimlerini sürekli izleyebilecekleri bir ara yüz olsa kullanım durumları hakkındaki düşünceleri öğrenilmeye çalışılmıştır. %87,1 gibi büyük bir oran ile öğrencilerin su tüketimlerini izleyebilecekleri ara yüz olsa, kullanmak istedikleri çıkarımını yapmak mümkündür.

-10. Soru; Anketin onuncu sorusu Şekil 4.231'de verilmektedir.

10) Sizce Akdeniz Üniversitesi kampüsü içerisindeki toplu kullanım alanlarındaki su sızıntıları, toplam su tüketiminin yüzde kaçını oluşturmaktadır? (Mühendislik Fakültesi- Yakut Çarşısı - Olbia Çarşısı)
62 yanıt



Şekil 4.231. Anketin onuncu sorusu

Bu soru ile kampüs alanındaki genel sızıntı miktarının sisteme giren toplam su miktarıyla ilgili oranı hakkındaki öğrencilerin genel bakış açısı tespit edilmeye çalışılmıştır. %61,3 gibi büyük bir oran ile sızıntıların toplam su hacminin yarısından fazlasını oluşturduğunu düşünüldüğü görülmektedir.

-11. Soru; Anketin on birinci sorusu Şekil 4.232’de verilmektedir.

11) Sızıntıları azaltabilmek için aşağıdakilerden hangilerini yapmak etkili olabilir?
62 yanıt



Şekil 4.232. Anketin on birinci sorusu

Bu soru ile öğrencilerin sızıntılara müdahale aşamasında nasıl bir yaklaşımı daha doğru buldukları görülmek istenmiştir. Verilen tüm şıklara katılanların haricinde en yüksek oran %33,9 ile akıllı su sayaçlarının kullanımıyla cep telefonu, tablet gibi araçlar üzerinden su tüketimlerini görüntüleyebilmenin sızıntıları azaltmak olacağı yönündedir.

Akdeniz Üniversitesi kampüsündeki sızıntılara yaklaşımı genel olarak tespit etmeyi amaçlayan bu anket ile öğrencilerin sızıntı hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak istedikleri ve sızıntılara müdahale edebilmek için kullanabilecekleri bir araç olsa sızıntılara müdahale etmek istedikleri çıkarımını yapmak mümkündür.



5. SONUÇLAR

Su sayaçlarının kullanımı izinsiz tüketimlerin önüne geçilmesine yardımcı olmaktadır. Mekanik sayaç kullanımlarında kaçak servis bağlantıları, sayacın by-pass edilmesi gibi birçok sorunla karşılaşmaktadır. Bir diğer sorun ise sayaçlardan sonra kaynaklanan su sızıntıları olmaktadır. Su sayaçları olsa dahi sonrasında su kayıpları meydana gelebilmektedir. Bunlar tuvaletlerde suyun sürekli akışını sağlamak için sifona başka bir materyalle müdahale etmek, musluklarda suyun sürekli akışının sağlanması için izinsiz ve yasal olmayan kayıplardır. Bazen bu sızıntılar sadece ihmalden kaynaklı da meydana gelebilmektedir.

Akıllı su sayaçlarının kullanılması ile su sızıntılarının yüksek miktarda azaltılması mümkün olacaktır. Tüketicinin sürekli olarak bir ara yüzden su tüketimini görebilmesi, bilgisi dışında olan bir sızıntıya anında müdahale edebilmesini mümkün kılmaktadır. Akıllı sayaç ve yazılım kullanımı ile elde edilen kazanımların değerlendirilmesi amacı ile ilk izleme dönemi (ilk altı aylık dönem) ve ikinci izleme döneminde (ikinci altı aylık dönem) kampüs alanındaki tuvaletler için elde edilen su tüketim verileri karşılaştırılmıştır. Akıllı sayaç ve geliştirilen yazılımın aşırı ve kontrolsüz su tüketimleri için verdiği uyarılar ve bu uyarılara istinaden gerçekleştirilen müdahaleler/değişiklikler ile elde edilen kazanımlar ve verimlilik değerlendirilmiştir. Akıllı sayaçlar ve yazılım kullanılarak sayaç sonrası sızıntıların ve aşırı/kontrolsüz tüketimlerin engellenmesi ile elde edilebilecek tüm çevresel kazanımlar aşağıda listelenmiştir.

Sayaç sonrası su tasarrufu;

- tasarruf edilen suya bağlı olarak enerji tasarrufu
- tasarruf edilen enerji miktarına bağlı olarak karbondioksit emisyonu azalımı
- su tasarrufuna bağlı olarak su kaynaklarından daha az su alınması, su alımı için daha az enerji kullanılması, yeni yatırım ihtiyaçlarının geciktirilmesi, su kaynakları üzerindeki baskıların azaltılması
- su dağıtım sistemlerine iletilen suyun azalmasına bağlı olarak suyun pompalanması için daha az enerji kullanılması
- su tasarrufuna bağlı olarak su arıtımı için daha az kimyasal kullanılması
- şebekeye su iletimi ve dağıtım sürecinde daha az enerji kullanımına bağlı olarak karbondioksit emisyonu azalımı
- atıksu oluşumunda azalma, atıksu arıtma tesislerine daha az atıksu iletilmesi, daha az atıksu arıtma maliyeti oluşturulması

Belirtilen tüm çevresel kazanımlar yerel şartlar dikkate alınarak aşağıdaki üç ana başlık altında gruplandırılmıştır:

- su tasarrufu
- enerji tasarrufu

- karbondioksit emisyonu azalımı

Su tasarrufu konusu detaylı bir şekilde ele alınırsa, kampüs içerisindeki ikinci izleme dönemi içinde aktif müdahale ve sızıntı kontrolü yapılan süredeki su tahakkukları ile birinci dönemde izlenen su tahakkuk verileri karşılaştırılarak, iki dönem arasındaki farklar dikkate alınmıştır. İlk izleme döneminde sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimlere müdahale edilmemiştir. Ancak ikinci izleme dönemi içinde akıllı sayaç verileri ve yazılımdan alınan uyarılar dikkate alınarak sızıntı ve aşırı/kontROLSÜZ tüketimlerin kontrolü amacı ile sahada mümkün olan müdahale ve düzeltmeler yapılmıştır. Öncelikle kampüs içinde yer alan abonelerin iki farklı döneme ait aylık ortalama tahakkuk verileri toplanarak kategori bazında aylık toplam tahakkuk verileri elde edilmiştir. Daha sonra iki döneme ait toplam tahakkuk verileri karşılaştırılarak kategori bazında aylık su tasarrufu hacmi belirlenmiştir. Çizelge 5.1’de kampüs alanında elde edilen su tasarrufu hacimleri verilmektedir. Olbia Bay tuvaletinde düzenli olarak incelemeler tamamlanamadığı için, analizlere dahil edilmemiştir.

Çizelge 5.1. Kampüste elde edilen su tasarrufu hacimleri

Pilot Saha	Birinci izleme dönemi*		İkinci izleme dönemi**		Su tasarrufu (m ³ /ay)
	Ortalama tahakkuk (m ³ /ay)	Toplam tahakkuk (m ³ /ay)	Ortalama tahakkuk (m ³ /ay)	Toplam tahakkuk (m ³ /ay)	
Yakut Çarşısı Tuvalet	347	712	319	684	28***
Olbia Bayan Tuvalet	95		77		
Müh. Fak. Zemin Tuvalet	118		103		
Müh. Fak. 1. Kat Tuvalet	51		63		
Müh. Fak. 2. Kat Tuvalet	59		86		
Müh. Fak. 3. Kat Tuvalet	42		36		

* Birinci izleme dönemi olarak ilk 6 aylık süre içinde verileri tam olan aylar dikkate alınmıştır.

** İkinci izleme dönemi olarak aboneler için sahada aktif müdahale/sızıntı kontrolü yapılan aylar dikkate alınmıştır.

***Bu gruptaki tüketimler ağırlıklı olarak eğitim süresince gerçekleştiği için su tasarrufu hesaplanırken aktif müdahale öncesi ve sonrası eğitim dönemlerine ait aylar dikkate alınmıştır.

Enerji tasarrufu konusu detaylı bir şekilde ele alınırsa, Antalya kenti içmesuyu temini sistemi ile 1 m³ şebeke suyunun kaynaktan alınarak kullanıcıya ulaştırılması sürecinde tüketilen ortalama enerji miktarı yaklaşık 0,67 kWsa/m³ olarak hesaplanmıştır.

Çalışma kapsamında bu değer kullanılarak su tasarrufuna bağlı olarak tasarruf edilen enerji miktarı hesaplanmaktadır.

Sera gazı emisyonlarının azalımı konusu detaylı bir şekilde ele alınırsa, Türkiye’de enerji birim emisyon eşleniği (ortalama 0,53426 kg CO₂/kWsa) referans değeri kullanılarak karbondioksit emisyonu azalım miktarı hesaplanmaktadır.

Çizelge 5.2’de ise kampüs alanında elde edilen enerji tasarrufu ve sera gazı emisyonlarının hesaplanan değerleri verilmektedir.

Çizelge 5.2. Kampüste elde edilen enerji tasarrufu ve sera gazı emisyonlarının azalımı

Kategori	Su tasarrufu (m ³ /ay)	Enerji tasarrufu (kWsa/ay)	Sera gazı emisyonu azalımı (kg CO ₂ /ay)
Kampüs alanındaki ücretsiz Tuvalet	28	19	10

Proje kapsamında uygulaması yapılan akıllı sayaç sistemi ile sayaç sonrası sızıntı ve aşırı tüketimlerin kontrol edilmesi ile elde edilen kazanımlar akıllı sayaç sisteminin ilk kurulum ve işletme maliyetlerini 8 aylık sürede geri ödeyebilmektedir. Geri ödeme süresi farklı kategorilerde yer alan aboneler için farklı olabilecektir ancak bu hesaplama için kategoriler arası farklar dikkate alınmamıştır. Hesaplanan sonuçlar **Çizelge 5.3**’te verilmektedir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, ev, kamusal alan fark etmeksizin, akıllı su sayacı kullanılmasının su tasarrufuna olumlu katkı sağlayacağını söyleyebilmek mümkündür. Örneğin konutlarda meydana gelen bir sızıntı fark edilmezse, günlerce, belki haftalarca ciddi miktarda su kayıpları oluşabilir. Akıllı su sayacı kullanılması bu fark etmeme durumunun ortadan kalkmasına yardımcı olur. Kullanılan su miktarı arttıkça akıllı su sayacı kullanımıyla oluşacak su tasarrufu miktarı artar. Bu sebeple özellikle kamusal alanlarda akıllı su sayacı kullanımı su tasarrufuna büyük etkide katkı sağlar. Sayaçlardaki pil ömrü ise tamamen kullanıcının sayacı kullanma sıklığına göre değişmektedir. Ek olarak pil ömrünü etkileyen en önemli etken haberleşme periyodudur. Ne kadar sık sayaç haberleşme yaparsa, pilin o kadar sık değişmesi gerekmektedir.

Çizelge 5.3. Proje kapsamında seçilen pilot alanlara akıllı sayaçların takılması sonrası aktif müdahale ve sızıntı kontrolü ile sağlanan bir yıllık gelir

Tasarruf kalemleri	Değer	Birim
Farklı kategorilerde yer alan ve akıllı sayaç takılan tüm abonelerden elde edilen aylık su tasarrufu	1.388	m ³ /ay
Farklı kategorilerde yer alan ve akıllı sayaç takılan tüm abonelerden elde edilen yıllık su tasarrufu	16.656	m ³ /yıl
Tasarruf edilen suyun bedeli (2,85 TL/m ³ su + KDV)	56.014	TL/yıl
Atıksu bedelinden tasarruf (su bedelinin %50’si kadar)	28.007	TL/yıl

Çizelge 5.3'ün devamı

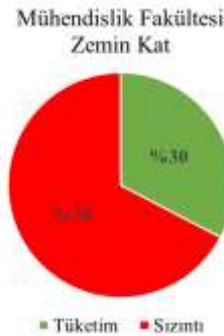
Manuel sayaç okuma bedelinde azalma (her sayaç için aylık 5 TL sayaç okuma bedeli ve 24 adet sayaç dikkate alınmıştır)	1.440	TL/yıl
Toplam	85.461	TL/yıl

Geri ödeme süresi = $57.094 \text{ TL} / 85.461 \text{ TL} = 0,67 \text{ yıl} \approx 8 \text{ ay}$

Yapılan çalışma ile ilk altı ay kampüs içerisinde sadece uygun boyutta sayaç takılmış ve GSM/GPRS çekim alanına göre sayaçlar gözlemlenmiştir. Kampüs alanı için Minimum Gece Debisi değerleri saat 00:00 ile 05:00 arasında ölçülmüş ve bu süre içindeki tahakkuk verileri sızıntı olarak tanımlanmıştır. Özellikle resmî tatiller gibi kampüste su tüketiminin daha az olması beklenen zamanlarda da tüketim ve sızıntı miktarları tespit edilmiştir. Hiçbir müdahale gerçekleştirilmediği için ikinci altı aylık periyotta akıllı su sayaçları kullanımının mekanik sayaçların kullanımıyla olan kıyaslamasını görmek mümkün olmuştur. Altı aylık izleme sürecinin ardından akıllı sayaçlardan alınan sızıntı uyarıları ve su tüketim verilerindeki gözlem ve analizler neticesinde sayaç sonrası sızıntıların nedenlerinin sahada incelemesi gerçekleştirilmiş ve konu hakkında yetkililer bilgilendirilmiştir. Kampüs içinde bulunan Çarşı-1-Çarşı 2-Fakülte Binası (Zemin Kat&1.Kat&2.Kat&3.Kat) alanlarının bir yıllık su tahakkuk ve sızıntı verileri Mart 2019-Şubat 2020 dönemi için sunulmaktadır. Tahakkuk ve sızıntı düzeyleri, aktif müdahale ve kontrol yapılmayan Mart-Ağustos 2019 dönemi ile aktif müdahale ve kontrol yapılan Eylül 2019-Nisan 2020 dönemine ait veriler için karşılaştırılmıştır. Şekil 5.1'de Mühendislik Fakültesi Zemin Katta ilk altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Şekil 5.2'de Mühendislik Fakültesi Zemin Katta ikinci altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Sızıntı değerlerinin %11 gibi bir yüzde ile azaldığı görülmektedir.

Müh Fak Zemin Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Nisan (21 - 30.04.2019)	18	12	6	33
Mayıs (01 - 31.05.2019)	139	42	97	70
Haziran (01 - 30.06.2019)	64	12	52	81
Temmuz (01-31.07.2019)	62	47	15	24
Ağustos (01-31.08.2019)	94	18	76	81
Eylül (01-30.09.2019)	186	38	151	81
Toplam (Nisan-Eylül)	562	169	397	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%30	%70	-

(a)

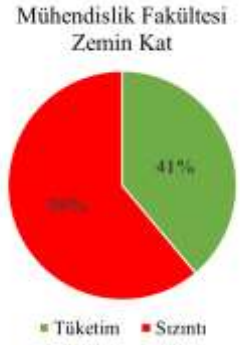


(b)

Şekil 5.1. Mühendislik Fakültesi zemin kat ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi

Müh Fak Zemin Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Ekim (01 - 31.10.2019)	139	61	77	55
Kasım (01 - 30.11.2019)	144	82	62	43
Aralık (01 - 31.12.2019)	98	60	38	39
Ocak (01 - 31.01.2020)	151	23	129	85
Şubat (01 - 29.02.2020)	116	36	79	68
Mart (1 - 31.03.2020)	48	24	24	50
Toplam (Ekim 2019-Mart 2020)	696	287	409	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%41	%59	-

(a)



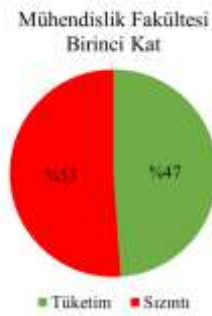
(b)

Şekil 5.2. Mühendislik Fakültesi zemin kat ikinci 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi

Şekil 5.3'te Mühendislik Fakültesi Birinci Katta ilk altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Şekil 5.4'te Mühendislik Fakültesi Birinci Katta ikinci altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Sızıntı değerlerinde azalma görülmemiştir. Ancak bunun çeşitli sebepleri olabilmektedir. Örneğin, sisteme giren toplam su miktarında azalma olmuş olabilir. Veya kullanıcılar tarafından yeterli duyarlılık ve dikkat gösterilmediği için sızıntı değerlerinde azalma olmamış olabilir. Akıllı su sayaçları kullanılsa bile, musluklara, rezervuarlara, bozuk boru bağlantısı tamirlerine yeterli dikkat gösterilmezse, su sızıntıları oluşmaya devam edebilmektedir. Takılı kalan rezervuarlara, açık unutulmuş musluklara, eskimiş boru bağlantısı tamirlerine gibi sızıntının önüne geçilmesine yardımcı olabilecek bu faktörlere dikkat edilmez ise, sızıntılar azaltılamaz. Aynı zamanda son kullanıcıların su sızıntıları hakkında yeterli bilince sahip olması, sızıntıların azaltılması için en önemli noktalardan biridir.

Müh Fak Birinci Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Nisan (20 - 30.04.2019)	10	8	2	20
Mayıs (01 - 31.05.2019)	78	37	42	54
Haziran (01 - 30.06.2019)	21	16	5	24
Temmuz (01-31.07.2019)	69	21	48	70
Ağustos (01-31.08.2019)	24	14	10	42
Eylül (01-30.09.2019)	53	25	28	53
Toplam (Nisan-Eylül)	255	120	135	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%47	%53	-

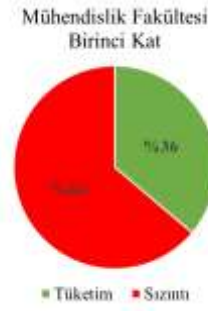
(a)



(b)

Şekil 5.3. Mühendislik Fakültesi birinci kat ilk 6 ay; (a) tüketim-sızıntı değerleri; (b) tüketim-sızıntı yüzdesi

Müh Fak Birinci Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Ekim (01 - 31.10.2019)	58	34	24	41
Kasım (01 - 30.11.2019)	51	34	17	33
Aralık (01 - 31.12.2019)	54	44	10	19
Ocak (01 - 31.01.2020)	61	19	42	69
Şubat (01 - 29.02.2020)	85	31	54	64
Mart (1 - 31.03.2020)	206	24	182	88
Toplam (Ekim 2019-Mart 2020)	516	187	329	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%36	%64	-



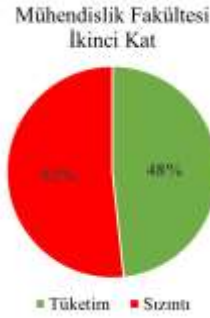
(a)

(b)

Şekil 5.4. Mühendislik Fakültesi birinci kat ikinci 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Şekil 5.5’ te Mühendislik Fakültesi İkinci Katta ilk altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Şekil 5.6’da Mühendislik Fakültesi Birinci Katta ikinci altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Sızıntı değerlerinde %11 oranında azalma olduğu görülmüştür.

Müh Fak İkinci Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Nisan (20 - 30.04.2019)	47	13	34	72
Mayıs (01 - 31.05.2019)	108	52	55	51
Haziran (01 - 30.06.2019)	45	20	25	56
Temmuz (01-31.07.2019)	97	32	65	67
Ağustos (01-31.08.2019)	25	21	4	16
Eylül (01-30.09.2019)	34	34	0	0
Toplam (Nisan-Ekim)	355	172	184	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%48	%52	-



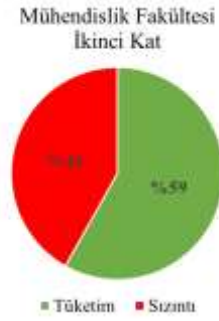
(a)

(b)

Şekil 5.5. Mühendislik Fakültesi ikinci kat ilk 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Müh Fak İkinci Kat	Tahakkuk (m³)	Tüketim (m³)	Sızıntı (m³)	Sızıntı (%)
Ekim (01 - 31.10.2019)	85	54	32	38
Kasım (01 - 30.11.2019)	72	56	16	22
Aralık (01 - 31.12.2019)	97	61	36	37
Ocak (01 - 31.01.2020)	117	51	65	56
Şubat (01 - 29.02.2020)	68	40	28	41
Mart (1 - 31.03.2020)	63	34	29	46
Toplam (Ekim 2019-Mart 2020)	501	296	207	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%59	%41	-

(a)



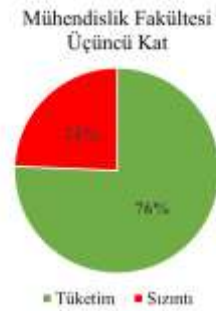
(b)

Şekil 5.6. Mühendislik Fakültesi ikinci kat ikinci 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Şekil 5.7’ de Mühendislik Fakültesi Üçüncü Katta ilk altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Şekil 5-8’de Mühendislik Fakültesi Üçüncü Katta ikinci altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Sızıntı değerlerinde azalma görülmemiştir.

Müh Fak Üçüncü Kat	Tahakkuk (m³)	Tüketim (m³)	Sızıntı (m³)	Sızıntı (%)
Mayıs (01 - 31.05.2019)	16	16	0	0
Haziran (01 - 30.06.2019)	28	28	0	0
Temmuz (01-31.07.2019)	30	28	1	3
Ağustos (01-31.08.2019)	31	24	7	23
Eylül (01-30.09.2019)	42	30	12	29
Ekim (01-31.10.2019)	56	27	29	52
Toplam (Mayıs-Ekim)	202	153	49	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%76	%24	-

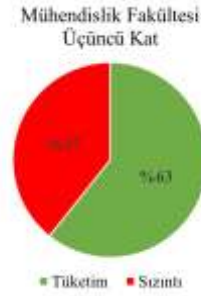
(a)



(b)

Şekil 5.7. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat ilk 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Müh Fak Üçüncü Kat	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Kasım (01 - 30.11.2019)	67	37	30	45
Aralık (01 - 31.12.2019)	76	33	43	57
Ocak (01 - 31.01.2020)	40	29	11	28
Şubat (01 - 29.02.2020)	39	31	7	18
Mart (1 - 31.03.2020)	28	25	3	11
Nisan (01-30.04.2020)	9	8	1	11
Toplam (Kasım 2019-Nisan 2020)	259	164	95	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%63	%37	-



(a)

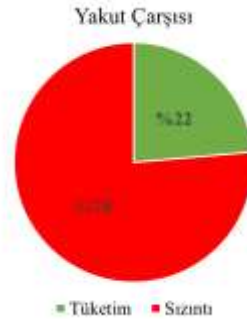
(b)

Şekil 5.8. Mühendislik Fakültesi üçüncü kat ikinci 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Şekil 5.8’de verilen Mühendislik Fakültesi Üçüncü Kat İkinci 6 Aylık tüketim – sızıntı değerlerinde, sızıntı değerinin artış göstermesinin nedenlerinden biri, kullanılan su tüketim değerinin azalmasıyla sızıntı miktarının yüzdesinin artış göstermesi olabilir. Ek olarak, personel tuvaleti olarak kullanılan üçüncü kat tuvaletinde takılı kalan rezervuarlar, açık kalmış muslukların görülememesi nedeniyle sızıntılar devam etmiş olabilir.

Şekil 5.9’ da Yakut Çarşısı ilk altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Şekil 5.10’da Yakut Çarşısı ikinci altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Sızıntı değerlerinde %14 değerinde azalma olduğu görülmüştür.

Yakut Çarşısı	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Mart (06-31.03.2019)	317	81	236	74
Nisan (01 - 30.04.2019)	395	80	315	80
Mayıs (01 - 31.05.2019)	297	89	209	70
Haziran (01 - 30.06.2019)	223	33	191	86
Temmuz (01-31.07.2019)	251	57	193	77
Ağustos (01-31.08.2019)	190	22	168	88
Toplam (Mart-Ağustos)	1673	362	1311	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%22	%78	-



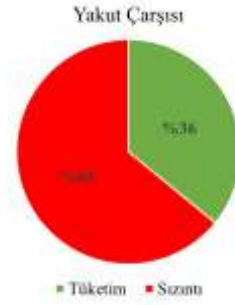
(a)

(b)

Şekil 5.9. Yakut Çarşısı ilk 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Yakut Çarşısı	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Eylül (01 - 30.09.2019)	315	88	227	72
Ekim (01 - 31.10.2019)	526	144	382	73
Kasım (01 - 30.11.2019)	578	151	427	74
Aralık (01 - 31.12.2019)	394	232	162	41
Ocak (01 - 31.01.2020)	340	136	204	60
Şubat (01 - 29.02.2020)	223	102	121	54
Toplam (Eylül 2019 - Şubat 2020)	2377	853	1523	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%36	%64	-

(a)



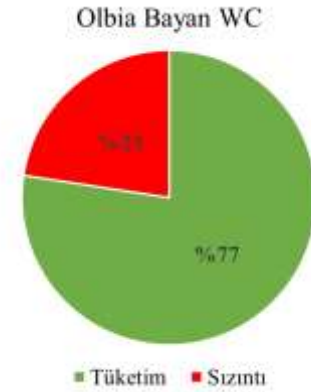
(b)

Şekil 5.10. Yakut Çarşısı ikinci 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Şekil 5.11’de Olbia Çarşısında ilk altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Şekil 5.12’de Olbia Çarşısı ikinci altı ay için tüketim ve sızıntı değerleri verilmektedir. Sızıntı değerlerinde azalma görülmemiştir. Ancak bunun çeşitli sebepleri olabilmektedir. Örneğin, su tahakkuk değeri azalmış olabilir, yeterli duyarlılık gösterilememiş olabilir

Olbia Bayan WC	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Mart (06-31.03.2019)	61	57	4	7
Nisan (01 - 30.04.2019)	72	65	7	10
Mayıs (01 - 31.05.2019)	72	68	4	6
Haziran (01 - 16.06.2019)	37	18	19	51
Eylül (01-30.09.2019)	95	62	33	35
Ekim (01-31.10.2019)	132	93	39	30
Toplam (Mart-Ekim)	469	363	106	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%77	%23	-

(a)

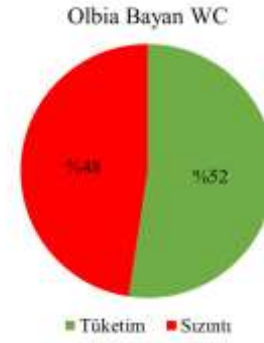


(b)

Şekil 5.11. Olbia Çarşısı ilk 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Olbia Bayan WC	Tahakkuk (m ³)	Tüketim (m ³)	Sızıntı (m ³)	Sızıntı (%)
Kasım (01 - 30.11.2019)	163	86	77	47
Aralık (01 - 31.12.2019)	109	63	46	42
Ocak (01 - 31.01.2020)	65	26	39	60
Şubat (01 - 29.02.2020)	57	40	16	28
Mart (1 - 31.03.2020)	78	33	46	59
Nisan (01 - 30.04.2020)	5	2	3	60
Toplam (Kasım 2019-Nisan 2020)	477	250	227	-
Dönemsel Dağılım (%)	-	%52	%48	-

(a)



(b)

Şekil 5.12. Olbia Çarşısı ikinci 6 ay; **(a)** tüketim-sızıntı değerleri; **(b)** tüketim-sızıntı yüzdesi

Sayaç-tüketici ara yüzü üzerinden tanımlanan sızıntılar ile bazı uyarı mesajları geliştirilmiştir (sızıntı-aşırı tüketim) ve ara rapor şeklinde grafikler alınarak konu hakkında kampüs içerisinde ilgili idareler bilgilendirilmiştir. Bilgilendirmenin ardından idareler su tüketim profillerini detaylı olarak ve zamanları ile görebildikleri için, gerekli önlemleri alarak su kayıplarını azaltabilmek adına çalışmalar yapılmıştır. Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesindeki tuvaletlere tadilat yapılmıştır. Yapılan bu tadilatlar sonucu bağlantı hatlarında veya eskimiş tuvalet rezervuarı gibi sürekli sızıntı olan alanlarda önlem alınması hedeflenmiştir. Su tüketiminin sürekli izlenmesinin yanı sıra anında müdahale de su sızıntılarını fark edebilmek kadar önemlidir. Bu sebeple özellikle kampüs gibi büyük alanlarda ilgili personelin tuvaletlerde sürekli takibi, kontrolü, müdahalesi ve dikkatli olması bu konuda önem arz etmektedir. Kampüs alanı içinde yer alan ücretsiz öğrenci ve personel tuvaletleri için kısmi su tasarrufu sağlanabilmiştir. Bunun sebebi ise aktif müdahale ve sızıntı kontrolü için üniversitede hiçbir mali kaynak olmamasıdır ve buna bağlı olarak sızıntıların kontrolü için gerekli tamir ve onarımlar yapılamadığı için kısmi su tasarrufları sağlanabilmiştir.

Ek olarak tuvaletlerin arkasına sorumlu personelin telefon numarası yazılarak, uyarı afişleri asılarak, sızıntıların bildirilebileceği bir program kullanılarak su tasarrufu yapılabilmesi mümkündür. Bazı alınan küçük önlemler ile büyük sızıntıların önüne geçilebilmesi mümkündür. Örneğin, sensörlü musluklar kullanılarak sürekli musluklarda meydana gelen su akışının önüne geçilebilir. Sifonların sürekli kontrolü ile takılı kalması önlenerek yine aynı şekilde mevcuttaki su sızıntılarını azaltabilmek mümkündür. Akdeniz Üniversitesi Kampüsünde yapılan anket sonuçlarına göre, öğrencilerin ve idarelerin sızıntılar hakkında bilgi sahibi olması ve azaltmak için müdahale yapması ile su sızıntılarını büyük bir çoğunlukta azaltmak mümkün olduğu görülmektedir. Toplumsal ve kişisel bilincin artırılması ile su kayıpları büyük ölçüde azaltılabilir. Bunun için en etkili yol, öncelikle doğru müdahale yöntemini seçmek ve kişilerin konu hakkında yeterli bilinçte olmasını sağlamaktır. Akıllı sayaç kullanımı ile sayaç sonrası sızıntılar tespit edilebilmekte ise de çözümü için ilgili mercilerin bakım/onarım ve tamirat işlerini gecikmeksizin yapması önemlidir. Ek olarak, sayaçların bulunduğu alanlarda çoğu zaman

görevli bir personel bulunmakta ise de bu personel su sızıntılarının takibi, önlenmesi ve arızaların bildirilmesi gibi konularda sorumluluk almamaktadır veya kendilerine böyle bir görev verilmemektedir. Bir diğer unsur ise bu alanları kullanan bireylerin de su israfı konusunda yeterli duyarlılığa sahip olmamasıdır.





6. KAYNAKLAR

- Alliance for Water Efficiency 2016. Smart metering introduction.
<http://www.allianceforwaterefficiency.org/smart-meter-introduction.aspx>. (Son erişim tarihi: 08 Haziran 2016)
- Arthuraliya A, Roberts P, Brown A (2012) Yarra Valley future water: Residential water use study. In: Summer 2012, vol 2, Yarra Valley Water, Victoria, Australia
- Beal C.D., Flynn J., Toward the digital water age: Survey and case studies of Australian water utility smart-metering programs. *Utilities Policy* 29-37, 2015.
- Britton, T. G. Cole, R. Stewart and D. Wiskar, Remote diagnosis of leakage in residential households, *Water* 56-60, 2008.
- Britton, C.T., Stewart, R.A., O'Halloran, K.R., Smart metering: enabler for rapid and effective post meter leakage identification and water loss management. *Journal of Cleaner Production* 166-176, 2013.
- Farah E., Shahrour, I., Smart water technology for leakage detection: feedback of large-scale experimentation. *Analog Integrated Circuits and Signal Processing* 96:235–242, 2018.
- J. Fikejz and J. Roleček, "Proposal of a smart water meter for detecting sudden water leakage," 2018 ELEKTRO, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/ELEKTRO.2018.8398316.
- Hsia S.C., ; Hsu S.-W., Chang Y.-J., Remote monitoring and smart sensing for water meter system and leakage detection. *IET Wireless Sensor Systems*, Volume 2, Issue 4, p. 402 – 408, 2012.
- Joo JC., Je Oh H., Ahn H., Ahn CH., Lee S., Ko KR., Field Application of Waterworks Automated Meter Reading Systems and Analysis of Household Water Consumption. *Desalination and Water Treatment* 1-9, 2014.
- Muhammetoglu A, Muhammetoglu H, Akbayrak Y, Enderoglu S, Bolbol M. Detection and Assessment of Post Meter Leakages in Public Places Using Smart Water Metering. *Water Resources Management (ISSN 0920-4741) Volume 34 Number 9*, 2020.
- Muhammetoglu A., Muhammetoglu H., Adıgüzel A., İritaş Ö., Karaaslan Y, Management of water losses in water supply and distribution networks in Turkey. *Turkish Journal of Water Science & Management* 2(1): 58–75
- Muhammetoglu A, Muhammetoglu H, Enderoglu S. Management of Non-Revenue Water (NRW) in Municipal Water Distribution Networks: Antalya-Turkey Case Study, 3rd International Students Science Congress, 2019.
- Muhammetoglu A, Muhammetoglu H, Enderoglu S. Üniversite Kampüsünde Su Tüketimi ve Sayaç Sonrası Sızıntıların Akıllı Su Sayaçları Kullanılarak İncelenmesi, Akıllı Dönüşüme Yolculuk, 2021.
- Nguyen, K.A., Stewart, R.A., Zhang, H., Sahin, O., Re-engineering traditional urban water management practices with smart metering and informatics. *Environmental Modelling & Software* 256-267, 2018.

- Randall T., Koech R., Smart Water Metering Technology for Water Management in Urban Areas. Online Journal of The Australian Water Association (ISSN 2206-1991), 2019.
- Roberts P (2004) Yarra Valley residential end use measurement study. Yarra Valley Water Technical Report, Victoria, Australia
- Schultz, W., Javey, S., Sorokina, A., Smart Water Meters and Data Analytics Decrease Wasted Water Due to Leaks. JOURNAL AWWA 110:11, 2018.
- Sithole B., Rimer S., Ouahada K., Mikeka C., Pinifolo J., Smart Water Leakage Detection and Metering Device. IST-Africa 2016 Conference Proceedings (ISBN: 978-1-905824-55-7), 2016.



ÖZGEÇMİŞ

SİMGE ENDEROĞLU

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya
Lisans 2014-2018	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Bölümü, Antalya

MESLEKİ VE İDARİ GÖREVLER

Proje Mühendisi 2020- Devam Ediyor	ESLİ Endüstriyel Ürünler Paz. San. Ve Tic. Ltd. Şti.
---------------------------------------	--

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Muhammetoglu A, Muhammetoglu H, Akbayrak Y, Enderoglu S, Bolbol M. Detection and Assessment of Post Meter Leakages in Public Places Using Smart Water Metering. Water Resources Management (ISSN 0920-4741) Volume 34 Number 9, 2020.

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler

1- Muhammetoglu A, Muhammetoglu H, Enderoglu S. Üniversite Kampüsünde Su Tüketimi ve Sayaç Sonrası Sızıntıların Akıllı Su Sayaçları Kullanılarak İncelenmesi, Akıllı Dönüşüme Yolculuk, 2021. (Bildiri)

2- Muhammetoglu A, Muhammetoglu H, Enderoglu S. Management of Non-Revenue Water (NRW) in Municipal Water Distribution Networks: Antalya-Turkey Case Study, 3rd International Students Science Congress, 2019. (Bildiri)

