

BİLİŞİM ALTYAPILARI İÇİN AÇIK KAYNAK KODLU VERİ KAYIT VE GÖZLEM YAZILIMI

Doğan BAŞARAN^{1*} , Burak TÜYSÜZ² 

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Rize, Türkiye

² Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Rize, Türkiye

Makale Künye Bilgisi:

Başaran, D., & Tüysüz, B. (2018). Bilişim altyapıları için açık kaynak kodlu very kayıt ve gözlem yazılımı. *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 77-87.

Öneçikanlar

- Yapılandırma dosyası kullanılarak kaynak kod üzerinde değişiklik yapılmadan yazılım sistemlerine ve One-Wire sensörelere adapte edilebilir.
- Yapılandırma dosyasına göre veri tabanı dosyaları ve web ara yüzü otomatik bir şekilde oluşur ve güncellenir.
- Yapılandırma dosyasında yapılan değişiklikler otomatik olarak kullanıcıya yansıtılır.

Makale Bilgileri	Öz
Makale Tarihiçesi: Geliş: 07 Nisan 2018 Kabul: 29 Kasım 2018	Veri kaydediciler kullanıcılar tarafından ihtiyaç duyulan türde verilerin gözlemlenmesini ve kayıt altında tutulmasını sağlayan cihazlardır. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte sıcaklık, nem ve benzeri fiziksel parametrelerden etkilenen sistemlerin hem takip edilebilmesi hem de verimlilik güncellemelerinin yapılabilmesi için bu gibi yazılım ve cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada bilişim teknolojilerinde kullanılan işlem yükü fazla olan sistemler için sıcaklık kaynaklı periyodik verimsizliklerin belirlenmesi, giderilmesi ve verimlilik güncellemelerinin yapılabilmesi amacıyla tasarlanan açık kaynak kodlu OpenTEMP yazılımının yapısı anlatılmıştır. Geliştirilen yazılımda test aşamasında kullanılacak fiziksel veri sıcaklık olarak belirlenmiştir ve testler bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Yazılım, sunucuların ve buldukları ortamın iç-dış sıcaklıklarını kayıt altında tutmak ve gözlemek amacıyla geliştirilmiştir. Bilişim altyapılarının denetlenmesi için açık kaynak kodlu veri kayıt ve gözlem yazılımı sisteminin kullanıcı arayüzünü bir web sayfası oluşturmaktadır. Bu makalede geliştirilen OpenTEMP sisteminin donanım ve yazılım bileşenleri tanıtılmış, operasyon aşamaları anlatılmıştır.
Anahtar Kelimeler: veri kaydedici; açık kaynak kodlu bilişim teknolojileri; web tabanlı.	

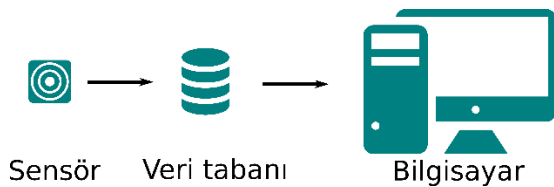
OPEN SOURCE CODED DATA RECORDING AND OBSERVATION SOFTWARE FOR CONTROLLING INFORMATICS INFRASTRUCTURE

Article Info	Abstract
Article History: Received: April 07, 2018 Accepted: November 29, 2018	Data logger devices allow users to observe and record types of data. In order to be able to keep track of the systems, which are affected by temperature, humidity, and similar physical parameters and to be able to update the productivity, this kind of data is needed. In this study, OpenTEMP, an open source data recording, and observation software have been developed in order to carry out instantaneous and historical follow up of physical data. The physical data to be used in the developed system is determined as temperature. The system is programmed to observe and record the inside and outside temperatures of a server room. The user interface of the developed open-source data logger system is web-based. In this article, the components of the OpenTEMP system are introduced and the operation steps are explained.
Keywords: data logger; open source information technologies; web based.	

1. Giriş

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında bilişim teknolojilerinin hızla gelişmesi ve kullanım alanlarının yaygınlaşmasıyla birlikte yüksek maliyetli donanımların kullanım alanları da genişlemiştir. Bu donanımların performansı ve güvenliği ise fiziksel koşullardan olumsuz etkilenebilmektedir (Senyk, 2002). Fiziksel koşulların olumsuz etkilerine örnek olarak sıcaklık sınır değerinde çalışan cihazların kullanım ömürlerinin azalması ve performans kayıplarının yaşanması verilebilir. Bu gibi durumlarda bilişim altyapılarında verimsizleşme oluşması muhtemeldir (Karabük Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı). Ayrıca bu durum veri kaydedici sistemlerinin maliyetleri yüksek donanımlardan uzun süre faydalanmak için büyük önem taşıdığını da göstermektedir.

Veri kayıt sistemleri genellikle bağımsız veya donanım üzerine yerleştirilmiş sensörlerden elde edilen verilerin kaydedilmesi ve daha sonra kullanıcı tarafından kontrol edilebilmesini sağlar (Aydın vd., 2005). Basit bir veri kaydedici yapısı Şekil 1'de olduğu gibi gösterilebilir.



Şekil 1. Basit bir veri kaydedici sisteminin yapısı.

Şekilde görülebileceği gibi sistem; verileri sağlayan sensör(ler), verilerin kaydedilmesi için gerekli veri tabanı ve bu verilerin kontrolü için gerekli bir bilgisayardan oluşmaktadır. Bu yapı ihtiyaçlar doğrultusunda farklı şekillerde değiştirilerek kullanılabilir.

Literatürde farklı amaçlar için geliştirilen birçok veri kaydedici için çalışmalar mevcuttur (Badhiye vd., 2011). Fuentes vd. tarafından geliştirilen Arduino tabanlı bir veri kaydedici fotovoltik parametrelerin

kaydedilmesi için kullanılmıştır (Fuentes vd., 2014). Geliştirilen sistemde sınırlı sayıda analog ve sınırsız sayıda dijital sensör kullanılabilir. Sensörlerden toplanan veriler ise daha sonra incelenmek üzere bir hafıza modülüne kaydedilmektedir. Akyıldız vd. tarafından yapılan bir çalışmada ise yer altına yerleştirilerek toprağın özelliklerini kaydeden bir yer altı sensör ağının oluşturulmasının önündeki zorluklar irdelenmiştir (Akyıldız ve Erich, 2006). Önerilen yaklaşımda sensörlerin tamamının yer altında olması ve yeryüzünde herhangi bir kablo bağlantısı olmaması gereksinimi vurgulanmıştır. Kumar vd. tarafından ise binalarda enerji verimliliğini ölçmek için 4 kanallı bir veri kaydedici geliştirilmiştir (Kumar vd., 2010). Geliştirilen sistem donanım tabanlı olup veriler daha sonra erişilmek üzere cihaz üzerinde bulunan EEPROM hafızasına kaydedilmektedir. Uygulama tasarımı sırasında belirtilen sınırlı sayıda analog sensör ile kullanılabilir. Bir başka uygulamada Gurav vd. elektrik saatlerinin verilerinin kaydedilmesi ve kablosuz olarak iletilmesi için Zigbee tabanlı bir sistem geliştirmiştir (Gurav vd., 2016). Sistem sınırlı sayıda analog sensörle kullanılabilir. Geliştirilen cihaz 3 dakika aralıklarla verileri bilgisayara kablosuz ağ üzerinden göndermektedir. Bu yaklaşım özellikle oluşturduğu elektromanyetik alan sebebiyle bilişim altyapılarında ve sunucu odalarında kullanılamaz. Aynı zamanda duvar kalınlıklarının arttığı durumlarda kablosuz ağda mesafe düşümü yaşanabileceği gibi bağlantı sorunları da ortaya çıkabilir.

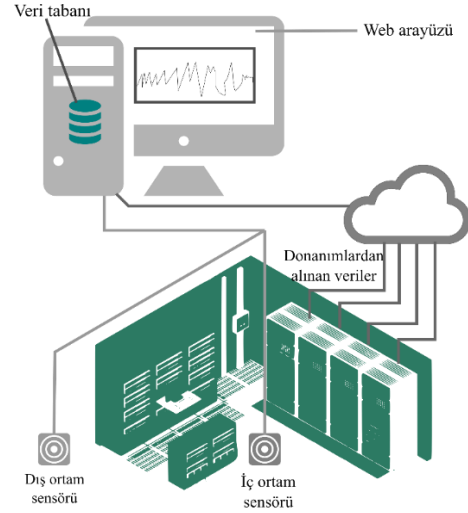
Literatürde bulunan birçok benzer uygulamadaki eksiklikler ve sistem kazancını düşüren olumsuzluklar irdelenmiştir. Ayrıca yapılan incelemeler sonucunda bu amaçla kullanılacak mevcut ticari yazılımlar ve donanımların maliyetlerinin fazla olduğu görülmüştür (Canan vd., 2015)(Bekleyen vd., 2014). Bu doğrultuda One-Wire teknolojisi kullanarak tek bir hat üzerinde birden çok sensör ile ortam sıcaklık ölçümü yapabilen, sunucuların merkezi işlem birimi çekirdek sıcaklıklarını kaydeden ve bu verileri gerçek zamanlı

olarak bir web sunucu üzerinden grafiklerle yayınlayan esnek, ekonomik ve açık kaynak kodlu bir veri kayıt ve gözlem yazılımı olan OpenTEMP geliştirilmiştir. Sistemin topladığı veriler ile oluşturulan günlük, haftalık, aylık ve yıllık grafikler bir web sunucu ile servis edilmekte ve uzaktan izlenebilmektedir. Ayrıca sisteme yeni sensörlerin entegrasyonu yapılandırma dosyası ile kolaylıkla yapılabilmekte ve sunucu kullanıcı bilgileri ve çekirdek sayısı girilerek farklı sunucular takip edilebilmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada bilişim altyapısı bulunan kurumlarda sunucularının işlemci sıcaklıklarının ve sunucu odalarının ortam sıcaklıklarının takibi ve grafiksel gösterimi için açık kaynak kodlu bir veri kaydedici ve gözlem yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen yazılım sayesinde maliyeti yüksek sunucu odaları ve bu odada bulunan sistemlerin gerçek zamanlı olarak sıcaklık takibi mümkün olmaktadır. Aynı zamanda bu sıcaklıklar günlük, haftalık, aylık ve yıllık grafikler ile kullanıcıya sunulmaktadır. Böylece operatörler grafiklerden faydalanarak olası soğutma problemlerini maliyeti yüksek etkiler yaratmadan tespit edebileceklerdir. Önerilen yazılımın açık kaynak kodlu olması ve esnek yapısı ise kolaylıkla farklı sistemler ve sistem odaları için uyarlanabilmesini sağlamaktadır.

Şekil 2’de sistemin temel bileşenleri olan; iç ortam sıcaklık verileri, dış ortam sıcaklık verileri, sunuculardan alınan sıcaklık verileri, veri tabanı ve web arayüzü görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi sistemde veri kaynağı olarak iç/dış ortam sıcaklık sensörleri ve sunucu donanımlarının merkezi işlem birimleri üzerinde bulunan mevcut sensörler kullanılmıştır. Bu kaynaklardan alınan verilerin veri tabanına kayıt edilmesi ve elde edilen veriler kullanılarak günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak

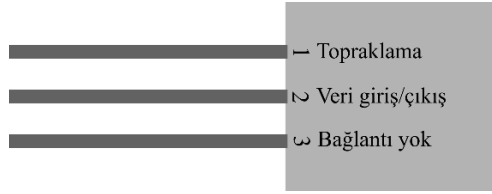


Şekil 2. Geliştirilen açık kaynak kodlu veri kayıt ve gözlem yazılımının şeması.

oluşturulan grafiklerin web arayüzünde görüntülenmesi sağlanmıştır. Bu aşamalar bölüm içinde alt başlıklar halinde incelenmiştir

2.1. Ortam Sıcaklıklarının Alınması

Ortam sıcaklık verilerinin alınması için One-Wire teknolojisi ile çalışan DS18B20 sıcaklık sensörleri kullanılmıştır (DS18B20). Bu sensörler düşük hata payı ve olumsuz fiziksel şartlara karşı olan direnci nedeniyle termostatik kontrol sistemleri, endüstriyel sistemler, termometreler ve termal duyarlılığı olan diğer sistemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Sensörler -55°C ile $+125^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında çalışabilmektedir ve -10°C ile $+85^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ hata payı ile sıcaklık verileri sağlamaktadır. Bu nedenlerden dolayı iç ve dış ortam sıcaklık verilerinin elde edilmesi için kullanılmaları uygun görülmüştür. Bunlara ek olarak maliyetinin uygun olması ve özel kimlik bilgileri sayesinde tek bir kablo hattı üzerinde birden fazla sensörün kullanılabilmesi en önemli avantajlarından (Albayrak vd., 2013). Kullanılan sensörün yapısı Şekil 3’te gösterilmiştir. Şekilde görülebileceği gibi 3 bacaklı olarak kullanılan sensörde ortadaki bacak veri giriş/çıkışı için kullanılmaktadır. Diğer bacaklardan birisi topraklama için kullanılmakta ve 3. bacak boş bırakılmaktadır.



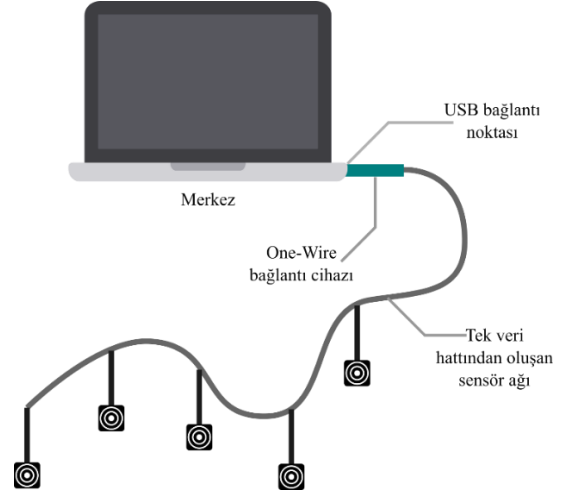
Şekil 3. Kullanılan DS18B20 sensörünün bağlantı yapısı.

DS18B20 sensörlerinden alınan sıcaklık verilerinin merkeze iletilmesi için tek bir kablo hattı ve kullanılan veri hattının OpenTEMP sisteminin çalışacağı bilgisayara bağlantısı için DS9490R USB/One-Wire dönüştürücü kullanılmıştır. Kullanılan bu dönüştürücü Şekil 4'te görülmektedir (DS9490R). Şekilde görülebileceği gibi dönüştürücünün bilgisayar bağlantısı USB portu üzerinden sağlanmakta, sensörler için ise iki kanallı bir kablo kullanılmaktadır. Kablonun uzunluğu için belirlenen maksimum uzunluk 30 metredir ve 100'ün üzerinde sensör bu kablo üzerine yerleştirilebilmektedir.



Şekil 4. One-Wire sensör ağı ve bilgisayar bağlantısının yapıldığı dönüştürücü.

Dönüştürücü ve sensörler kullanılarak yapılan örnek bir bağlantı şeması ise Şekil 5'te gösterilmiştir. Şemada bilgisayar bağlantısı için kullanılan USB/One-Wire dönüştürücüsü üzerine 5 farklı sıcaklık sensörü yerleştirilmiştir. Bu sensörlerden birbirinden farklı ve değiştirilemez özel kimlik numaraları sayesinde farklı zaman çözünürlüklerinde veri alınabilmektedir. Her sensörlere ait özel kimlik numarası ise USB bağlantısı yapıldığında otomatik olarak aktifleşmekte ve her biri ayrı bir cihaz olarak görülebilmektedir.



Şekil 5. One-Wire teknolojisi ile gerçekleştirilen tek veri hattı barındıran sensör ağı.

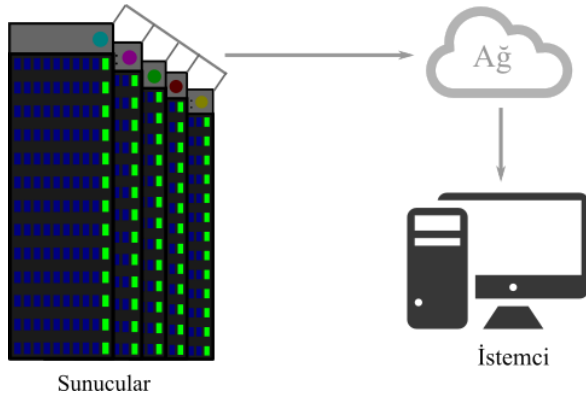
Geliştirilen OpenTEMP yazılımında sensörlerin sisteme entegrasyonu öncesinde dönüştürücü üzerine bağlanarak kimlik belirlemesi yapılması bu bilgilerinin kaydedilmesi gerekmektedir. Sensör kimlik bilgileri değiştirilemez olduğu için daha sonra kullanılmak üzere de kaydedilebilir.

2.2. Sunucu Sıcaklıklarının Alınması

Veri kaydedici sistemlerin kullanımı yüksek işlem yüküne sahip sunucularda hasar oluşumuna karşı önlem alınması ve sistemlerin performanslarının düzenli bir şekilde devam edebilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle; geliştirilen OpenTEMP sisteminde sunucuların merkezi işlem birimi sıcaklıkları veri olarak kullanılmıştır. Bu durumu gerçekleştirmek amacıyla uzak sunuculardan ağ üzerinden veri alınmaktadır. Bu aşamada izlenen yöntem sunucudaki mevcut sensörler aracılığıyla çekirdek sıcaklıklarının sorgulanmasıdır. Aynı zamanda bu yöntemle işlemci üzerindeki tüm çekirdeklerin sıcaklıklarının gözlemlenmesi çoklu işlem gerektiren durumlarda çekirdeklerin çalışma performanslarının belgelendirilmesini de sağlamaktadır.

Sunucu çekirdek sıcaklıklarına istenilen zaman çözünürlüklerinde erişilebilmesi için güvenli veri

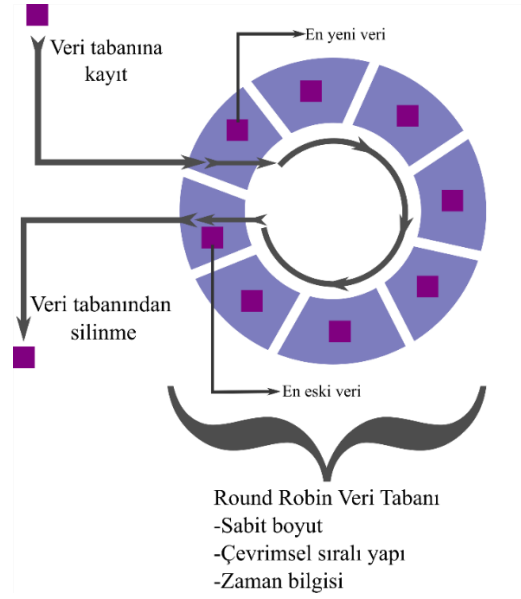
iletimi sağlayan SSH (Secure Shell) ağ protokolü kullanılmıştır (Ylonen ve Lonvick, 2006). SSH ile ağa bağlı iki sistem arasında güvenli bir şekilde veri aktarımı yapılabilmektedir. Veri aktarımı esnasında istemci sunucu modeli kullanılmaktadır (Rapier ve Bennett, 2008). Bu modelin sistemdeki kullanımı Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere kayıtlı kullanıcı adı ve şifreler kullanılarak birçok birimin ağ üzerinden veri transferi yapılması sağlanmıştır.



Şekil 6. Sunucular ve istemci arasındaki veri transferinin temsili şeması.

2.3. Veri Tabanı Yapısı

Geliştirilen sistemde sensörlerden alınan verilerin kaydedilmesi için Round Robin Veri Tabanı (RRDtool) kullanılmıştır. Round Robin Veri Tabanı zaman serisi verilerini saklamak ve gözlemek amacıyla kullanılan bir sistemdir (Plonka, 2000). Şekil 7'de kullanılan veri tabanının yapısı gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere oluşturulan veri tabanı dosyalarının boyutunu tasarlanan zaman aralığı ve çözünürlüğü belirlemektedir ve oluşturulan veri tabanı dosyalarının boyutu çevrimsel sıralı yapıları sayesinde ilk oluştuğu boyutta sabit kalmaktadır. Belirlenen süre boyunca veri kaydı tamamlandığında gelen her yeni veri için en eski veri silinerek yeni veriye yer açılmaktadır.

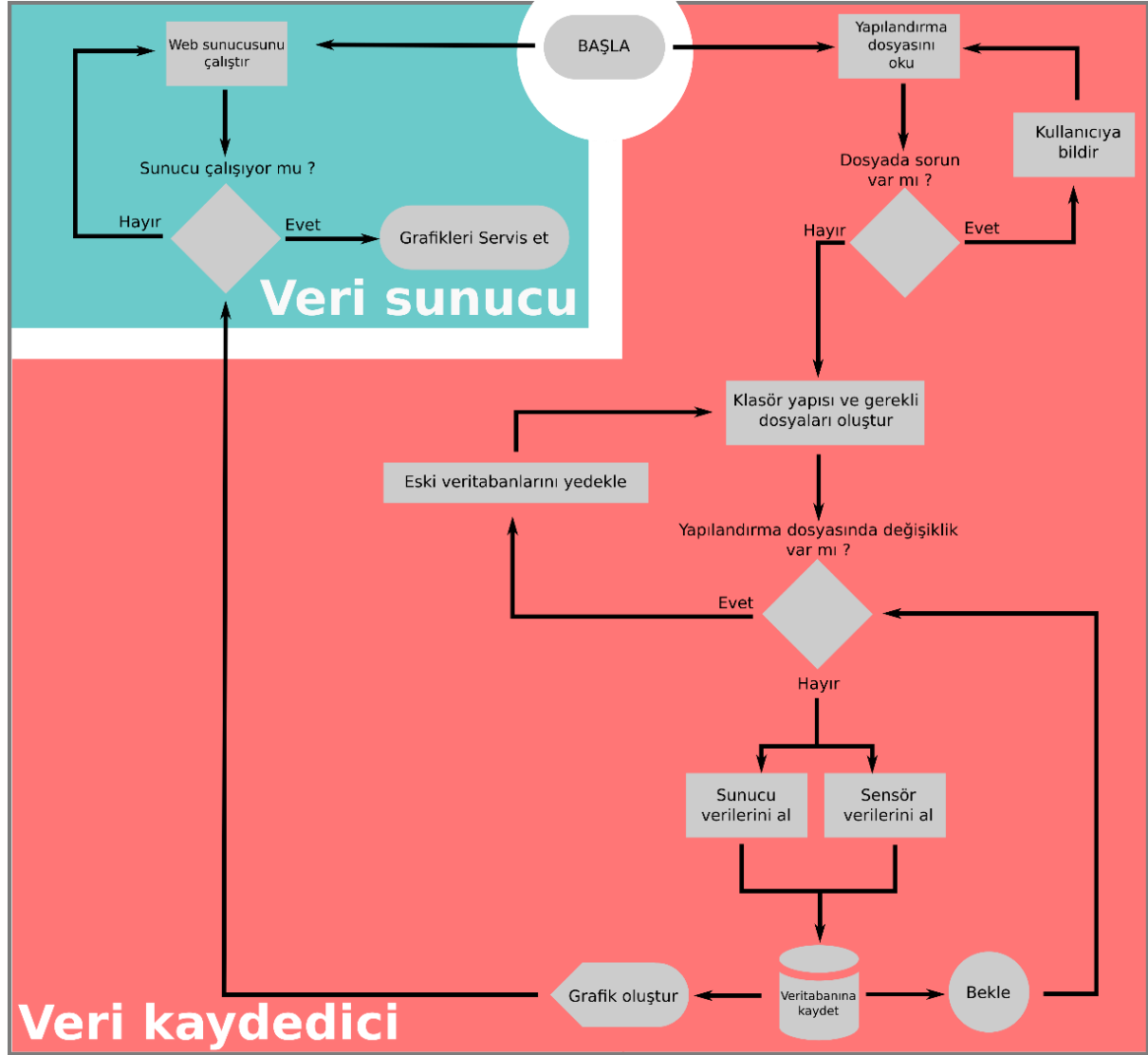


Şekil 7. Round Robin Veri Tabanı yapısı.

2.4. Yazılım

Geliştirilen veri kayıt ve gözlem yazılımı Python programlama dili kullanılarak gerçekleştirilmiştir ve temel olarak 2 bölümden oluşmaktadır: veri kaydedici ve veri sunucu. Yazılımın veri kaydedici bölümü yapılandırma dosyasına göre sensörlerden verilerin okunması ve bu veriler doğrultusunda grafiklerin oluşturulmasını sağlamakla görevlidir. Veri sunucu bölümü ise oluşturulan grafiklerin bir web arayüzü ile ağ üzerinden sunulmasını sağlar. Bu bölümler ve gerçekleştirilen yazılımın kod akış şeması Şekil 8'de verilmiştir. Şekilde gösterildiği gibi program çalıştırıldığında ilk olarak yapılandırma dosyası okunur ve eş zamanlı olarak web sunucu başlatılır.

Bu bilgiler bilgilendirme amaçlı olup farklı yapılandırma dosyalarının birbirinden ayırt edilebilmesi için kullanılmaktadır. İkinci olarak "hardware" alanında sıcaklık takibi yapılacak sunuculara ait kullanıcı adı, şifre, IP ve çekirdek bilgisi alt başlıkları bulunmaktadır. Takip edilmek istenilen sunuculara ait gerekli bilgiler bu alanlara sırasıyla girilebilir. Ortam sıcaklık sensörlerinin bilgileri için ise "sensors" başlığı oluşturulmuştur.



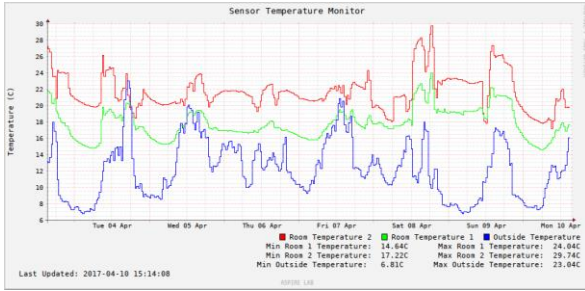
Şekil 8. Geliştirilen yazılımın kod akış şeması.

Bu alan altına sensörlerin özel kimlik numaraları, buldukları konum ve grafiklerde kullanılacak renk kodu bilgileri girilmelidir. Sırasıyla “connection” ve “directories” başlıkları altında ortam sıcaklık sensörlerinin bağlantı arayüz bilgisi ve otomatik olarak oluşturulan klasörlerin bilgileri bulunmaktadır. Ortam sıcaklık verilerinin kaydedildiği veri tabanı bilgisi “fnames” altında tanımlanmıştır. Sunucuların çekirdeklerine ait sıcaklık bilgilerinin bulunduğu veri tabanı dosyaları ise yapılandırma dosyasında belirtilen sunucu isimlerine göre farklı olarak oluşturulmaktadır. Böylece yapılandırma dosyasına yeni bir sunucu eklendiğinde yeni bir veri tabanı dosyası oluşturularak mevcut veriler korunmaktadır. En son olarak

yapılandırma dosyasının “times” bölümünde saniye cinsinden verilerin toplanma çözünürlüğü belirlenmektedir. Bu bilgi doğrultusunda sensörlerin kaç saniyede bir sorgulanacağı tanımlanmaktadır.

Kod akış şemasına göre eğer yapılandırma dosyasında yapısal bir bozukluk bulunmuyorsa ilk olarak gerekli klasör ve veri tabanı dosyaları oluşturulmaktadır. Geliştirilen yazılım çalışırken yapılandırma dosyasında yapılan değişiklikler kontrol edilmekte ve buna göre gerekli değişiklikler sensörler okunmadan önce yapılmaktadır. Yapılandırma dosyasında herhangi bir değişikliğin olmadığı tespit edilirse, sunucu ve sensör bilgileri sorgulanmaktadır. Sırayla sorgulanan

sensörlerde eğer veri akışı bulunmuyorsa bir sonraki sensör sorgulanarak devam edilmektedir. Daha sonra toplanan veriler ilgili veri tabanına kaydedilerek bu veriler doğrultusunda günlük, haftalık, aylık ve yıllık grafikler oluşturulmaktadır. Son olarak yazılımın veri kaydedici bölümünün oluşturduğu grafikler veri sunucuya iletilerek ilgili web sayfalarının oluşturulması ve web sunucu üzerinden servis edilmesi sağlanmaktadır. Böylece sensörlerden toplanan verilerin anlık olarak uzaktan izlenebilmesi mümkün olmaktadır. Örnek bir haftalık ortam sıcaklık grafiği Şekil 9'da gösterilmiştir. Şekilde x eksenini zaman bilgisini, y eksenini ise sıcaklık derecesini göstermektedir. Grafiğin sol alt köşesinde son güncelleme zaman bilgisi bulunmaktadır. Böylece kullanıcı, grafiğin oluşturulma zamanını kesin olarak öğrenebilmektedir. Ayrıca sensörlerin yapılandırma dosyasında tanımlanan renk kodlarına ve konum bilgilerine göre oluşturulan grafik kullanıcılara yorum kolaylığı sağlamaktadır. Bunların haricinde sunulan grafikteki en yüksek ve en düşük değerler grafiğin altında listelenerek kullanıcıya sunulmuştur.



Şekil 9. Sensörlerden alınan verilerle sistem tarafından oluşturulan haftalık sıcaklık grafiği örneği.

3. Bulgular ve Tartışma

Geliştirilen OpenTEMP yazılımı, gerçek zamanlı sinyal işleme aşamaları barındıran bir sistem odasında uzun süreli olarak test edilmiştir (Tuysuz, 2018). Üzerinde testlerin gerçekleştiği sistem 5 bilgisayardan oluşmaktadır. Bu bilgisayarlardan 2 tanesinin merkezi işlem birimi 4 çekirdekten, diğer 3 bilgisayarın merkezi işlem birimleri ise 12 çekirdekten oluşmaktadır.

Testlerin gerçekleştiği ortama ayrıca 3 adet One-Wire sıcaklık sensörü konuşlandırılmıştır. Bu sensörlerden bir tanesi bina dışına diğer ikisi ise sistemin bulunduğu odanın içinde ayrı uçlara yerleştirilmiştir. Bu sistem odası için oluşturulan yapılandırma dosyası Şekil 10'da gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi kullanılan sunuculara ait bilgiler "hardwares" bölümü altında sırasıyla girilmiştir. Ortamda bulunan 3 sensöre ait bilgiler ise "sensors" bölümüne yazılmıştır. One-Wire bağlantısının ise "usb2" portu üzerinden sağlandığı belirtilmiştir. One-Wire sensörlerin veri tabanı dosyasına verilecek isim "fname" bölümünde "tempsensor.rrd" olarak belirlenmiştir. Yazılımın veri alma çözünürlüğü ise "times" bölümünde saniye cinsinden "300" olarak yani 5 dakikada bir olmak üzere tercih edilmiştir.

```
[user]
name           =Dogan BASARAN
company        =ASPIRE LAB

[hardwares]
hostnameList   =dagobah,mustafar,endor,naboo,tatooine
usernameList   =radar,radar,radar,radar,radar
passwordList   =aspire,aspire,aspire,aspire,aspire
coreList       = 4,4,12,12,12

[sensors]
sensorAreaList =Outside Temperature,Room
               Temperature 1,Room Temperature 2
sensorIdList   =/28.B8A8D0050000,/28.7EB5D0050000,/28.C7483C040000
lineColorList  =#FF0000,#00FF00,#0000FF

[connection]
usbPort        =usb2

[directories]
libraries      =lib
images         =img
figures        =fig
websites       =web
database       =db

[fnames]
fname          =tempsensor.rrd

[times]
getData_res    =300
```

Şekil 10. Gerçekleştirilecek test için oluşturulan yapılandırma dosyası.

Yapılandırma dosyasının test için uygun hale getirilmesinin ardından OpenTEMP yazılımı ile yaklaşık 1 ay süresince testler yapılmıştır. Test edilen sistemdeki her sunucu ve sensör için veri tabanı dosyaları otomatik olarak oluşmuş ve bu yapılandırma

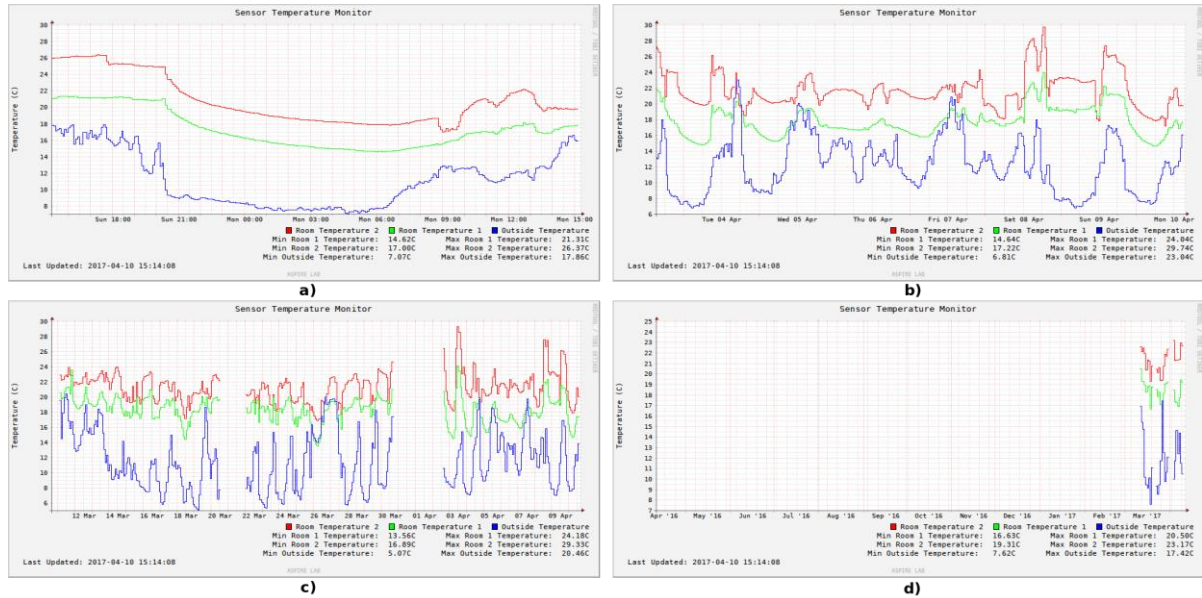
dosyasına göre oluşturulan web sayfasındaki menü kısmı Şekil 11’de verilmiştir. Şekildeki menüde “Sensors” başlığı altında test ortamında bulunan 3 adet One-Wire sıcaklık sensörünün verileri bulunmaktadır. “Mustafar”, “Dagobah”, “Endor”, “Naboo” ve “Tatooine” başlıkları altında ise test ortamındaki sunucuların sıcaklık verileri bulunmaktadır.



Şekil 11. Web arayüzünün menü sayfası.

Menü sayfası üzerinden erişilen “Sensors” sayfasında bulunan ortam sensörlerine ait sıcaklık grafikleri Şekil 12’de verilmiştir. Şekilde sırasıyla verilen 12a, 12b, 12c ve 12d grafikleri ortam sensörlerinden alınan verilerle oluşturulan günlük, haftalık, aylık ve yıllık

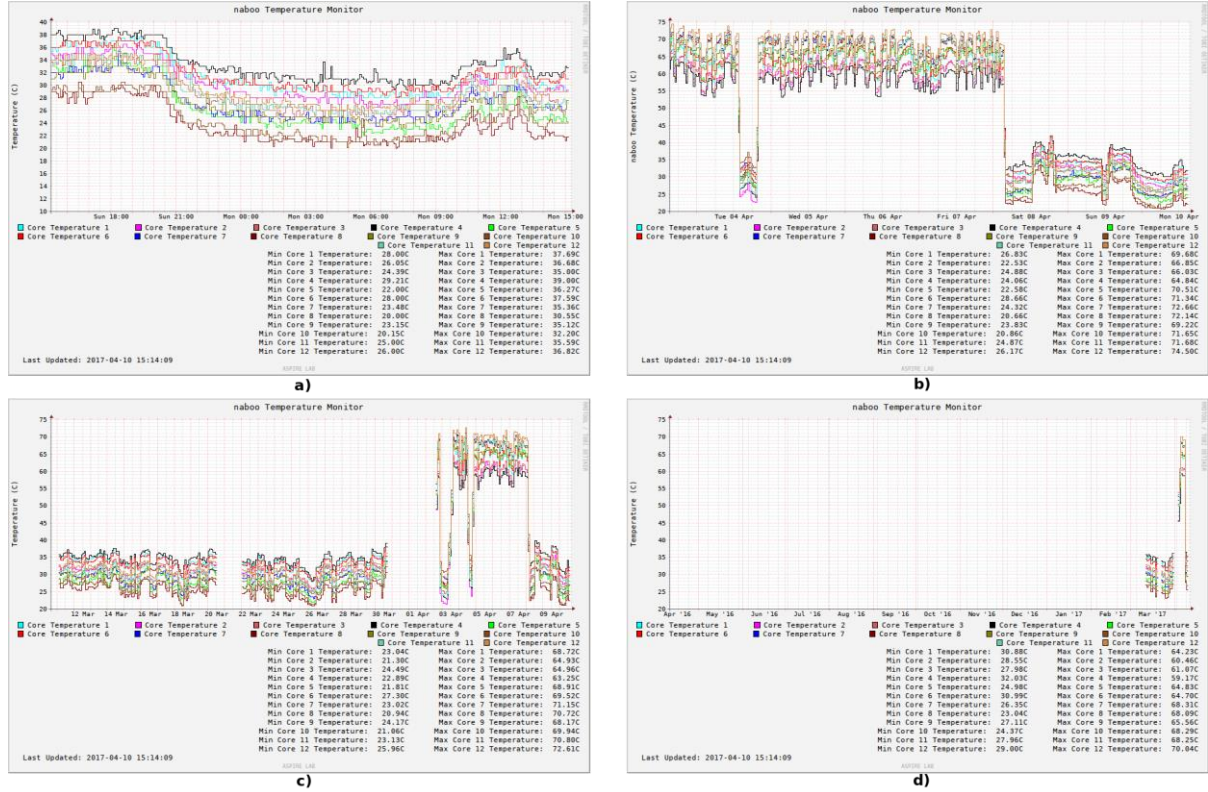
sıcaklık grafikleridir. Bu grafiklerin tümünde mavi renk bina dışındaki sensörün verilerini, yeşil renk oda içinde cama yakın olan sensörün verilerini ve kırmızı renk ise oda içinde sunuculara yakın olan sensörün verilerini göstermektedir. Bu renkler ve sensör adı bilgileri kullanıcı tarafından yapılandırma dosyasında belirlendiği gibi grafiklere yansıtılmıştır. Şekil 12a incelendiğinde yaklaşık olarak saat 20:30’da güneşin batması ile dış ortam ve iç ortam sıcaklıklarında oluşan üstel düşüş fark edilebilir. Ayrıca mavi ile gösterilen dış ortam sensöründen alınan verilerdeki tepelikler parçalı bulutu hava nedeniyle oluşmuştur. Gece ve gündüz sıcaklıklarının ortama etkileri ise daha düşük çözünürlük sağlayan haftalık, Şekil 12b, ve aylık, Şekil 12c, grafiklerinde rahatlıkla görülebilmektedir. Şekil 12d ise yıllık bazda sıcaklık değişim trendinin izlenebilmesine olanak sağlamıştır. Ayrıca tüm grafiklerde görülen en yüksek ve en düşük sıcaklık verileri, grafiklerin sağ alt köşesinde görülebilir. Yapılandırma dosyasında da belirtildiği gibi 5 dakika zaman aralıklarıyla alınan veriler, aynı zamanda grafikler her 5 dakikada güncellenirken kullanılmıştır ve gerçek zamanlı sıcaklık takibine olanak sağlamıştır.



Şekil 12. Web sayfasında ortam sensör verilerinin gözlemlenebildiği a) günlük b) haftalık c) aylık ve d) yıllık periyotlarla yazılım tarafından oluşturulan grafikler. Grafiklerde dikey eksen sıcaklıklar santigrat derece, yatay eksen zaman ise yerel zaman olarak verilmiştir.

Şekil 11'de verilen web arayüzünde gösterilen diğer bölümler ise sunucu bilgisayarlara aittir. Örnek olarak, Naboo adlı sunucuya ait sayfada sunulan 12 çekirdeğin sıcaklık grafikleri Şekil 13'te sırasıyla günlük, haftalık,

aylık ve yıllık olarak Şekil 13a, Şekil 13b, Şekil 13c ve Şekil 13d'de verilmiştir.



Şekil 13. Web sayfasında sunucu verilerinin gözlemlenebildiği günlük, haftalık, aylık ve yıllık periyotlarla oluşturulan grafikler. Grafiklerde dikey eksen sıcaklıklar santigrat derece, yatay eksen zaman ise yerel zaman olarak verilmiştir.

Şekil 13a'da sunucu yük altında çalışmıyorken tüm çekirdeklerin sıcaklık dereceleri görülebilmektedir. Şekilden, çekirdek sıcaklıklarının gün içerisinde 20oC ile 39oC arasında değiştiği ve daha önce Şekil 12a'da oda sıcaklıklarında görülen gece gündüz farkından kaynaklanan üstel sıcaklık düşümünün, sunucu çekirdek sıcaklıklarına önemli oranda etki ettiği anlaşılmaktadır. Şekil 13b'de verilen haftalık grafikte ise 4 Nisan tarihinde yaklaşık yarım gün ve 8 Nisan tarihinden sonra sunucuda işlem yükü olmadığı görülmektedir. Geri kalan dönemlerde ise çalıştırılan işlemlerde paralel mimari kullanıldığı ve tüm çekirdeklerden verimli şekilde faydalandığı söylenebilir. Sunucunun kullanıldığı bu yoğun dönem

Şekil 13c'de verilen aylık grafiğe de yansımıştır. Şekil 13c ve Şekil 13d'de görülen boş bölümler ise veri alınmayan, sunucunun kapalı olduğu veya OpenTEMP'in çalışmadığı zamanları göstermektedir.

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Bilişim altyapılarını oluşturan maliyeti yüksek sunucu sistemlerinden alınan verimin yüksek seviyelerde tutulabilmesi için sunucuların ve çalıştıkları ortamların olumsuz fiziksel koşullara karşı korunabilmesi önemli bir ihtiyaçtır. İşlem yükünün fazlalığı nedeniyle bu tür cihazların kritik sıcaklıklara ulaşması istenmedik sorunlara sebep olabilmektedir. Bu çalışmada sunucu odaları ve mevcut sunucular için; sıcaklık kaynaklı

periyodik verimsizliklerin fark edilip giderilmesi ve verimlilik güncellemelerinin yapılabilmesi amacıyla geliştirilen OpenTEMP yazılımı tanıtılmıştır.

Literatürde mevcut sistemler incelendiğinde OpenTEMP'in farklılıkları ortaya çıkmaktadır. Buna göre OpenTEMP ve literatürde bulunan benzer veri kayıt ve gözlem sistemlerinin belirgin özellikleri Tablo 1'de kıyaslamalı olarak verilmiştir.

Tablo 1. OpenTEMP ve literatürdeki benzer sistemlerin özellik tablosu. (D: Dijital, A:Analog)

	(Fuantes vd., 2014)	(Kumar vd., 2010)	(Gurav vd., 2016)	(Canan vd., 2015)	(Bekleyen vd., 2014)	OpenTEMP
Kaydedilen veri tipi	Sıcaklık	Sıcaklık, Nem, SO2, NO2	Sıcaklık	Sıcaklık, Nem	Sıcaklık	Sıcaklık
Desteklenen sensör sayısı	D: Limitsiz A: Limitli	A: Limitli	A: Limitli	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	D: Limitsiz
Kullanılan veri tabanı yapısı	Metin dosyası	Metin dosyası	Excel	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	Round Robin Veritabanı
Uzaktan erişim seçeneği	Yok	Yok	Yok	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	Mevcut
Programlama dili	C,C++	C	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	Python, HTML, CSS
Yazılım platformu	Arduino IDE	PIC-18F4458	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	Bilinmiyor.	Bilgisayar
Kaynak kodu erişimi	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Var
Kullanılan donanımlar	ArduinoUno, DS18B20, LM35	LM35, HIH4000, SO2-BF, NO2-A1	LM35	HOB0	MicroLite	DS18B20, DS9490R
Veri kaydedici tipi	Ticari Değil	Ticari değil	Ticari değil	Ticari	Ticari	Ticari değil
Web arayüzü	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Var

Tablo 1' de görülen; literatürde bulunan 5 adet veri kaydedici sistem/yazılım ve OpenTEMP'in özellikleri karşılaştırıldığında, kıyaslanan sistemlerde de genellikle sıcaklık verilerinin kayıt altına alındığı görülmüştür. Bununla birlikte OpenTEMP yazılımında olduğu gibi One-Wire sensörler barındıran diğer sistemlerin de desteklenen sensör sayısı bakımından avantajları olduğu gözlemlenebilmektedir. OpenTEMP sistemini benzerlerinden farklı kılan özelliklerin ise sahip olduğu web arayüzü, gelişmiş veri tabanı yapısı ve açık kaynak kodlu mimarisi olduğu görülmüştür.

OpenTEMP kullanılarak gerçekleştirilen test aşamasının sonucunda, sunucuların merkezi işlem

birimi çekirdek ve ortam sıcaklıkları yazılım tarafından kayıt altına alınmış ve web üzerinden oluşturulan arayüz ile kullanıcılara sunulmuştur. Test sonuçları değerlendirildiğinde OpenTEMP yazılımının belirlenen hedefler doğrultusunda sunucular için veri kayıt ve gözlem imkânı sunduğu, sunucu merkezi işlem birimi sıcaklıklarının gerçek zamanlı takibine olanak sağladığı ve ortam sıcaklığının sunucu sıcaklıkları üzerine etkilerinin değerlendirilebilmesini mümkün kıldığı görülmüştür. Ayrıca geliştirilen OpenTEMP yazılımının güncel kaynak kodları paylaşılarak erişime açılmıştır (OpenTEMP kaynak kodları).

Geliştirilen yazılımda bu çalışma için sadece sıcaklık sensörleri kullanılmasına karşın One-Wire teknolojisi ile çalışan farklı sensörler sisteme kolaylıkla entegre edilerek nem, basınç vb. parametreler de takip edilebilir. Ayrıca uygun donanımlar kullanılarak takip edilen parametreler doğrultusunda sucunu odalarında kullanılan iklimlendirme cihazlarının otomatik kontrolü sağlanabilir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bilimsel çalışmamız ile kişisel durumumuz arasında potansiyel veya mevcut bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı'na bu çalışmaya sağladıkları katkılardan dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

AKYILDIZ IF., ERICH PS. Wireless underground sensor networks: Research challenges. *Ad Hoc Networks*. 4.6 : 669-686, 2006.

ALBAYRAK Y., KOÇER A., USLU S. Web servis aracılığıyla android cihazlardan sıcaklık kontrolü. *Akademik Bilişim*. 2013.

AYDIN M., SÜZER M., YEŞİLATA B. Fotovoltaik sistemlerde anlık çalışma koşullarının ölçümü için özgün bir veri (daq) kartı tasarımı. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı*. 108-111, 2005, Mersin.

BADHIYE SS., CHATUR PN., WAKODE BW. Data logger system: A Survey. *International Journal of Computer Technology and Electronics Engineering*. 24-26, 2011.

BEKLEYEN A., DALKILIÇ N., ÖZEN N. Geleneksel Mardin Evi'nin Mekansal ve Isısal Konfor Özellikleri. *TÜBAV Bilim Dergisi*. 7(4) : 28-44, 2014.

CANAN İ., AĞAR İT., GÜNDOĞDU M. Türkiye'de Limon Üretim Bölgesine yakın Yerlerde Kullanılan

Doğal Depoların Mevcut Durumu ile Sıcaklık ve Nem Durumlarının Araştırılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*. 1(2) : 66-77, 2015.

DS18B20 – Sensör özellikleri ve kullanım alanları. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>, Erişim tarihi : 23-01-2018.

DS9490R – One-Wire/USB bağlantı aparatı. <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/1796>, Erişim tarihi : 28-01-2018.

FUENTES M., VIVAR M., BURGOS J., AGUILERA J., VACAS J. Design of an accurate, low-cost autonomous data logger for pv system monitoring using arduino TM that complies with iec standards. *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 130 : 529-543, 2014.

GURAV KV., NAIKAWADI PS., PATIL KR., PATIL SS. Data Logger System. *International Journal of Innovative Research in Science and Engineering*. 2 : 725-729, 2016.

KUMAR A., SINGH IP., SUD SK. Development of multi-channel data logger for indoor environment. *Engineering*. 2 : 690-697, 2010.

OpenTEMP sistem kaynak kodları, (<https://gitlab.com/labaspire/opentemp.git>), Düzenlenme tarihi : 03.03.2018.

PLONKA D. FlowScan: A Network Traffic Flow Reporting and Visualization Tool. *In: LISA*. 305-317, 2000.

RAPIER C., BENNETT B. High speed bulk data transfer using the SSH protocol. *15th ACM Mardi Gras Conf*. 1-7, 2008.

SENKY BS., Method and apparatus for monitoring the temperature of a processor. U.S. Patent No. 6,363,490. 26 Mart 2002.

Sistem odası ortam gereksinimleri ve olumsuz fiziksel koşulların sistemlere etkileri, (http://sistemnetwork.karabuk.edu.tr/sistem_odasi/sistem_odasi.html), Erişim tarihi : 16-02-2018.

TÜYSÜZ B. Hava Hedeflerinin Tespiti İçin Yakın Gerçek Zamanlı Çoklu Frekans Destekli Pasif Radar Sisteminin Geliştirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 1 : 1-1, 2018.

YLONEN T., LONVICK C. The secure shell (SSH) protocol architecture. 2006.