



## DEVELOPING A MONITOR SYSTEM FOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Recep Balbay<sup>\*1</sup>, Nazlı Yılmaz<sup>1</sup>, Cihan Tuğrul Tezcan<sup>1,2</sup>, Onur Şatır<sup>1,2</sup>, Cahit Yeşilyaprak<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Astrophysics Research and Application Center (ATASAM), Erzurum, Turkey.

<sup>2</sup>Atatürk University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erzurum, Turkey.

(Alınış / Received: 29.05.2021, Kabul / Accepted: 06.12.2021, Online Yayınlanma / Published Online: 31.12.2021)

\*Corresponding Author: [recep.balbay@atauni.edu.tr](mailto:recep.balbay@atauni.edu.tr) (R. Balbay)  
(ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9659-7192>)

### Keywords

Temperature,  
Humidity,  
Pressure,  
Measurement,

**Abstract:** This study is something in which the materials can be created (moisture in materials, unwanted heat gain and losses, etc.) Meteorological data analysis is an automatically obtained design of the internal sample preparation process in this study and is for examination purposes. It has been concluded that the examinations to be made on the measurements that can be evaluated that will be prepared here today and the measurements of the system options that can be selected ready for you and a measurement system that can be created by selecting one by one that can be applied in a more detailed way; A prototype was prepared in which indoor environment, temperature, relative humidity and pressure data will be taken. In these data sources, the BME280 measurements, which can take the measurement of three parameters and have an error calculation; The 4th Raspberry Pi brand 2GB (model B) model has been programmed to record and read data on the system as data. Data tracking thanks to the developed codes; Keeping the files for the date the data was filed is done by saving the data and the tabulation related to the database recorded in the date file. Prototype by being equipped according to the Raspberry Pi where the codes are prepared and fixed in the plastic project box. How to design, then build prototypes, deploy and data on the system.

## ÇEVRESEL ŞARTLARIN TAKİBİNİ YAPAN ÖLÇER SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

### Anahtar Kelimeler

Sıcaklık,  
Nem,  
Basınç,  
Ölçüm,

**Özet:** Bu çalışma, binalardaki çevresel şartların oluşturabileceği istenmeyen durumlara (malzemelerde nemlenme, istenmeyen ısı kazanç ve kayıplar vb.) karşın mimari tasarım verimliliğinin test edilmesi amacıyla yapılmıştır. Meteorolojik verilerin kullanıldığı bu çalışmada iç ortam şartlarının takibini otomatik olarak gerçekleştiren bir sistemin tasarımı ve çalışma prensibi anlatılmıştır. Günümüzde bu takibi yapabilecek oldukça yaygın bulunabilen ticari ölçerler bulunmaktadır. Ancak yapılan incelemeler sonucunda hazır ticari bir sistem kullanmak yerine ölçerlerin ve diğer parçaların tek tek seçildiği bir ölçüm sisteminin daha uygun maliyetli olacağı sonucuna varılmıştır ve iç ortamın sıcaklık, bağıl nem, basınç verilerinin alınacağı bir prototip hazırlanmıştır. Bu verilerin alınmasında üç değer ölçümünü alabilen, hata payı ideal olan BME280 ölçeri; verilerin dakikalık olarak sistem üzerine kaydolması ve okuma yapması için Raspberry Pi marka 4. Nesil 2GB (model B) model bilgisayar kullanılmıştır. Geliştirilen kodlar sayesinde veri takibi; ilgili tarih için klasör ve dosyaların oluşturulması, verinin okunması ve ilgili tarih dosyasına kaydedilip veri tabanında ilgili tablolara kaydedilmesi ile yapılmıştır. Kodların hazırlandığı Raspberry Pi üzerine ölçer bağlantısı yapılarak plastik proje kutusuna sabitlenerek prototip oluşturulmuştur. Daha sonra prototipler ölçüm

## 1. Giriş

Binalarda iç ortamların çevresel şartlarının (sıcaklık, nem ve basınç vb.) takibinin yapılması mimari tasarım ve inşaat mühendisliği açısından oldukça önemli bir konudur. İklim faktörü olarak isimlendirilen sıcaklık, nem, rüzgâr etkileri, gün ışığı vb. etkenler dış ortam ile iç ortam arasında fark yarattığı için kullanılan malzemelerin tasarımlarının ve malzeme yapısının seçilmesinde kritik rol oynamaktadır. Bu durum bina yüzeylerinde ve diğer malzemelerde nemlenme, istenmeyen sıcaklık artışı veya ısı kaybına yol açarak iç konforu olumsuz yönde etkiler ve bina içerisinden bina dışına doğru ısı ve enerji kaybına neden olur [1].

Mimari tasarımlarda ısı ve enerjinin korunmasına yönelik tedbirler; 2008/27075 ve 2010/27539 sayılı "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" (BEP) ve sonrasında yapılan değişiklikler ile belirlenmiştir. Binalardaki iklimsel etkilere karşı alınacak uygulamaları kapsayan üçüncü bölümün ikinci maddesinin a bendi şöyledir: *(Değişik: RG-1/4/2010-27539) Binaların ve iç mekânların yönlendirilmesinde, güneş, rüzgâr, nem, yağmur, kar ve benzeri meteorolojik veriler dikkate alınarak oluşturulan mimari çözümler aracılığı ile istenmeyen ısı kazanç ve kayıpları asgari düzeyde tutulur.*

Yukarıda verilen yönetmelik maddesinden yola çıkarak, oluşabilecek istenmeyen durumların engellenmesi ve mimari tasarımın verimliliğinin test edilebilmesi için bina dışı ve iç mekânlarında meteorolojik verilerin takibinin yapılmasının son derece kritik olduğu anlaşılmaktadır. Bu ihtiyaca cevap verecek meteorolojik verilerin takibi günümüzde oldukça yaygın bulunabilen ticari ölçer sistemleri ile kolaylıkla yapılabilmektedir [2]. Ancak bu ticari ölçer sistemlerinin kurulum, bakım ve sürdürülebilirlik maliyetleri oldukça yüksektir [3]. Bu sistemlerin özellikle yurt dışından temin edilişi, bu tür uygulamaları yapmak isteyenleri farklı arayışlara itmektedir. Yapılan incelemeler ve değerlendirmeler sonucunda hazır ticari bir sistem kullanmak yerine ölçerlerin ve diğer parçaların tek tek seçilerek üretilecek bir ölçüm sisteminin daha uygun maliyetli olacağı sonucuna varılmıştır [4].

Bu kararın gerekçeleri şöyle sıralanabilir:

1. Piyasada bulunabilen birçok ölçerin bilgisayar (veritabanı) ile doğrudan iletişimi bulunmamaktadır.
2. Veri kaydetme özelliği bu ölçerlerde genellikle ek cihazlarla sağlanmaktadır. Bu durumda fazladan maliyet oluşturmaktadır
3. Bilgisayar arayüzü / iletişimi bulunan endüstriyel ölçer sistemlerin, bu çalışma için planlanan şekilde hizmet binasının birçok

noktasına konulması maliyeti çok yüksek miktarlara çıkarmaktadır.

Benzer çalışmalarda maliyet ön planda tutularak ölçerlerin yine bir araya getirildiği sistemlerle kıyaslama yapıldığında hazırlanan prototip başta iç mekân çevresel şartlarının takip edilmesi, rahatlıkla çoğaltılabilmesi ve prototipin korunaklı yapısı yüksek bir nitelik ortaya koymaktadır [5,6].

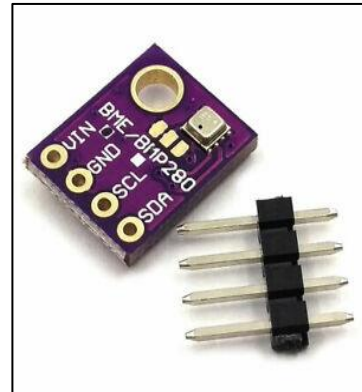
İnşaat aşaması tamamlanan Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) hizmet binasının tasarım verimliliğinin test edilmesi için de bu tür ölçer sistemlerin binanın tüm odalarında olacak şekilde konumlandırılması gerçekleştirilmiştir. Veri takibi DAG-MAM (Doğu Anadolu Gözlemevi- Meteorolojik ve Astronomik İzleme Sistemi) web sitesi üzerinden kullanıcılarla paylaşılmaktadır [7].

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu bölümde, iç mekânlarda hizmet vermek üzere tasarlanan, bilgisayar üzerinden kontrol ve takip edebilen otomatik gözlem istasyonunun çalışma prensibi anlatılmaktadır. İhtiyaç duyulan sistemin temel istekleri şu şekildedir:

1. Sıcaklık, bağıl nem ve basınç verilerinin hassas ölçülmesi
2. Verilerin belirli aralıklar ile (örn. dakikalık) sistem bünyesinde kayıt edilmesi
3. Verilerin bilgisayar arayüzü üzerinden düzenli olarak veri tabanına aktarılması
4. Verilerin internet üzerinden takibinin yapılabilmesi

Ölçümlerin istenen hassasiyette yapılması için piyasada yaygın olarak kullanılan **BME280** ölçeri (bkz. Şekil 1) tercih edilmiştir. Bu ölçer, bağıl nem oranını  $\pm \%3$  doğrulukla, barometrik basıncı  $\pm 1$  hPa mutlak hassasiyetle ve sıcaklığı  $\pm 1.0^\circ\text{C}$  doğrulukla ölçmektedir. Bu ölçer, diğer bir ister olan bilgisayar ile haberleşmeyi de sektör standardı haline gelmiş olan I2C ya da SPI bağlantı portları üzerinden yapmaktadır.

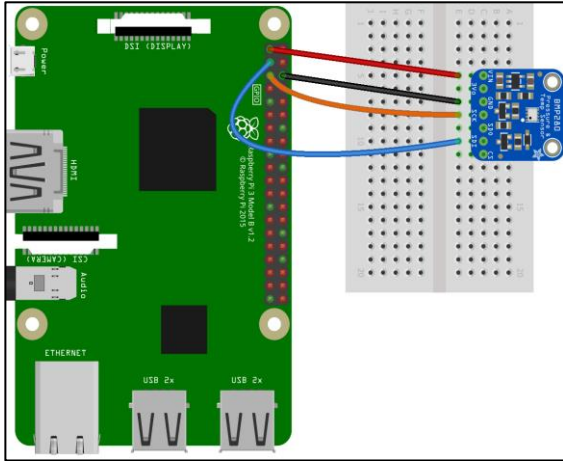


Şekil 1. BME280 ölçer

Sensör Bilgileri		
Sıcaklık	Nem	Basınç
$\pm 1^{\circ}\text{C}$	$\pm \%3$	$\pm 1 \text{ hPa}$

Ölçer üzerinden meteorolojik verilerin düzenli okunması ve kayıt edilmesi için sistemin kalbi olarak nitelendirilebilecek bilgisayar sistemi, yine piyasada oldukça yaygın olarak bulunan ve düşük maliyetli *Raspberry Pi* marka 4. Nesil 2GB (model B) model bilgisayar tercih edilmiştir.

Raspberry Pi üzerinde 32GB sistem ana belleği olarak kullanılan mikro SD yapıda bellek bulunmaktadır. Bilgisayarın çalışması için gerekli olan güç ise 5V DC adaptörle sağlanmaktadır.



**Şekil 2.** Raspberry Pi 4 2GB ve BME280 ölçerinin kablo bağlantı şeması. Veri bağlantısı I2C portları (SDA ve SCL) üzerinden yapılmaktadır.

Tüm bu bileşenler 130 mm x 138 mm x 61 mm boyutlarında plastik malzemeden üretilmiş bir proje kutusu içinde muhafaza edilmektedir. Bilgisayar ve ölçer giriş çıkışları için kutu üzerinde gerekli noktalarda delikler açılmış ve bu delikler uygun ölçüdeki rakorlar kullanılarak dışarıdan toz vb. madde girişi engellenmiştir (bkz. Şekil 3).

Gerekli tüm bağlantılar ilgili şemalara (bkz. Şekil 2) uygun olarak yapıldıktan sonra geriye sadece yazılımın ayarlanması kalmaktadır. İşletim sistemi olarak Raspberry Pi sistemi için üretilen *Raspberry Pi OS (32-bit)* işletim sistemi tercih edilmiştir. Bu sayede uygulama geliştirmeye uygun birçok yazılım kütüphanesine erişim sağlanmıştır.



**Şekil 3.** Ölçüm sisteminin prototipi

Ölçerlerden verinin periyodik olarak elde edilmesi, verilerin ilgili tarihe göre düzenli tutulması ve verilerin önceden kurulu olan veri tabanına gönderilmesi için gerekli tüm kodlamalar *Python (3.9)* dilinde *mysql-connector*, *os*, *datetime*, *smbus* ve *ctypes* modülleri kullanılarak geliştirilmiştir. Uygulama dakikada bir otomatik olarak çalışarak verinin ölçer bünyesinde kaydedilmesini ve internet üzerinden ilgili veri tabanına yazılmasını sağlamaktadır.

+ Options				date	sicaklik	nem	basinc
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:09:00	28	1	695
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:11:00	18	4	694
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:12:00	17	5	695
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:13:00	15	6	694
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:14:00	14	7	695
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:16:00	13	7	695
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:17:00	13	8	695
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:18:00	13	8	695
<input type="checkbox"/>	Edit	Copy	Delete	2021-01-08 12:19:00	12	8	695

**Şekil 1.** Sisteme ait veri tabanı örneği. Toplanan veriler dakikalık olarak sisteme yüklenmektedir. Sırası ile Sıcaklık, Nem ve Basınç verilerine "date" anahtarı ile erişim sağlanmaktadır.

Sistemin algoritması aşağıdaki şekildedir:

1. İlgili tarih için klasör ve dosyaların kontrol edilmesi, yoksa oluşturulması.
2. Ölçerden verinin okunması,
3. Verilerin ilgili tarih dosyalarına kayıt edilmesi,
4. Verilerin, veri tabanında ilgili tablolara kayıt edilmesi.

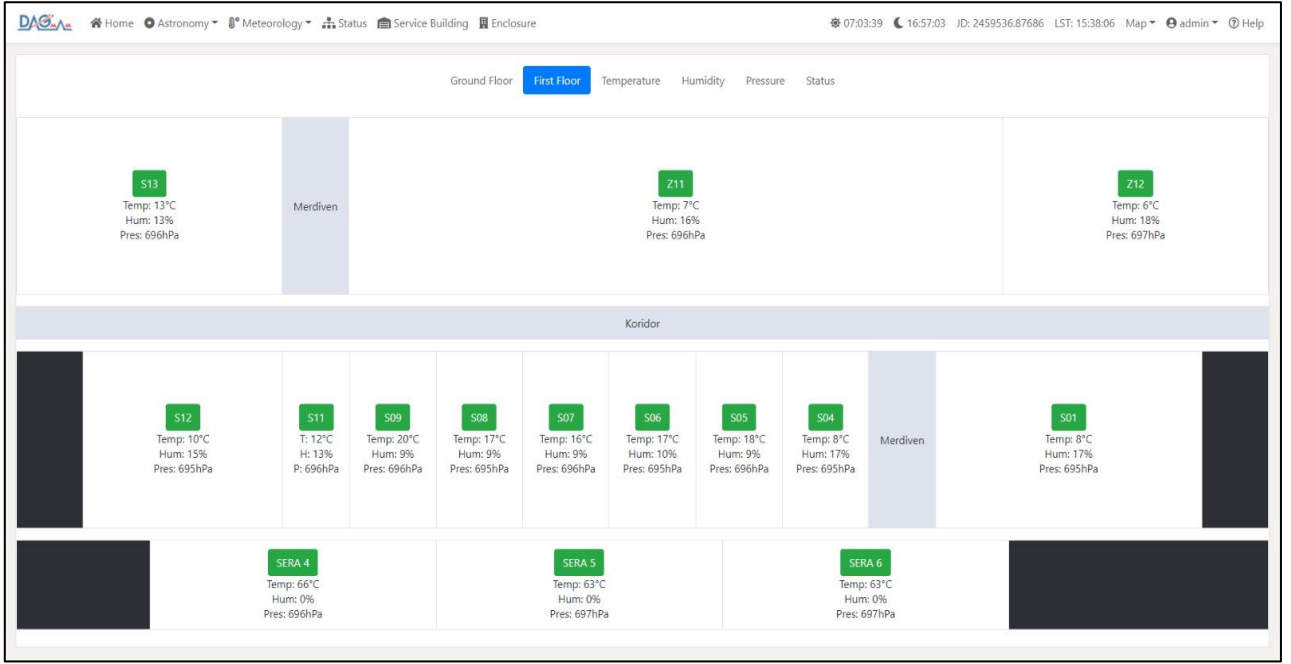
<i>Benzer Çalışmalar</i>	<i>Kontrolcü</i>	<i>Sensörler</i>	<i>Maliyet</i>	<i>Verilere Erişim</i>
<i>Üçgün, Kaplan ve Yüzgeç [4]</i>	Raspberry Pi 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sıcaklık</li> <li>• Nem</li> <li>• Basınç</li> <li>• Yağmur</li> <li>• Rüzgâr Hızı</li> <li>• Rüzgâr Yönü</li> </ul>	Yüksek	Web üzerinden
<i>Muck ve Homam [5]</i>	Raspberry Pi 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sıcaklık</li> <li>• Nem</li> <li>• Basınç</li> <li>• Yağmur</li> <li>• Rüzgâr Hızı</li> <li>• Rüzgâr Yönü</li> <li>• Pironometre</li> </ul>	Yüksek	Web üzerinden
<i>Baste ve Dighe [6]</i>	Raspberry Pi 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sıcaklık</li> <li>• Nem</li> <li>• Basınç</li> <li>• Yağmur</li> <li>• Rüzgâr Hızı</li> <li>• Rüzgâr Yönü</li> <li>• Yağmur</li> <li>• Işık yoğunluğu</li> </ul>	Çok Yüksek	Web ve Mobil Uygulama üzerinden

### 3. Bulgular ve Tartışma

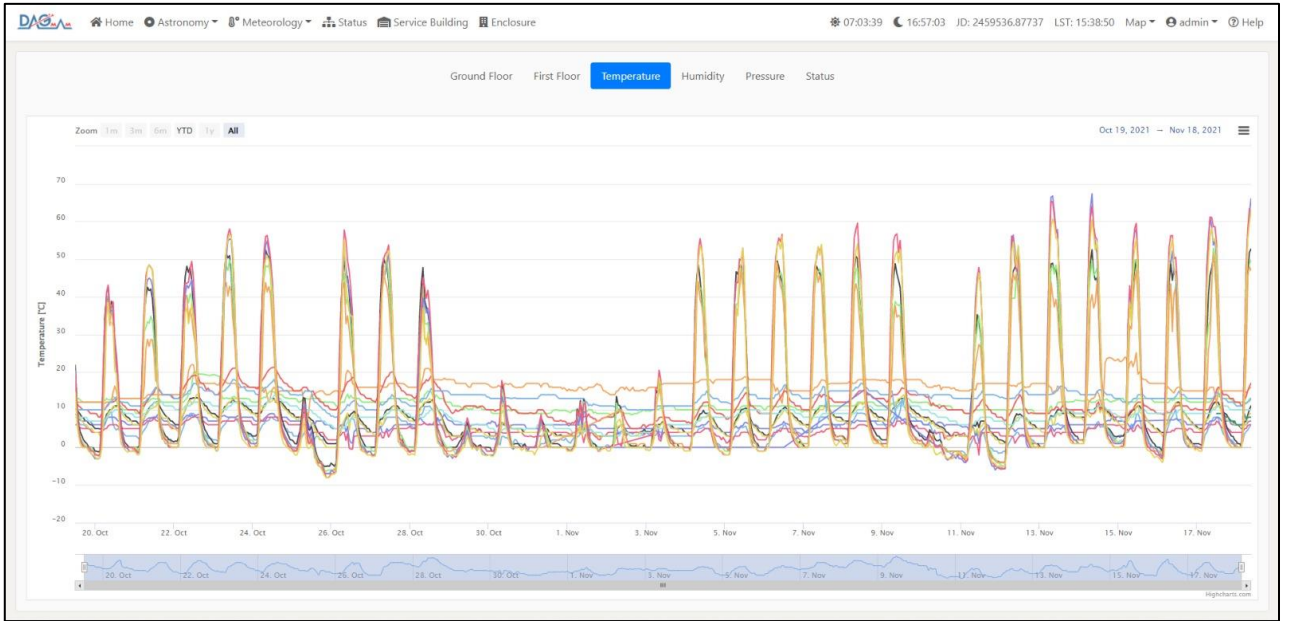
Prototipin hem donanımsal hem de yazılımsal olarak tamamlanması sonrasında test sürecine başlanmıştır. Test süresi boyunca dikkat edilen unsurlar sırasıyla fiziksel bütünlük, donanımların sürekli ve istikrarlı çalışmaları, yazılımların herhangi bir hataya düşmeden veya hata durumlarında gerekli istisnalar ile çalışmaya devam etmeleri, verilerin düzenli aralıklarla ölçer üzerinde kayıt edilmesi ve internet olduğunda veri tabanına aktarılmasıdır.

Bu metriklerin tümü incelendiğinde seçilen donanımların bu işin yapılabilmesi için yeterli performansta olduğu gözlemlenmiştir. Geliştirilen yazılımlarda yapılan güncellemeler ile de sistemin sorunsuz çalışması sağlanmıştır.

DAG-MAM web sitesi üzerinden kullanıcılara aktarılan veriler aşağıdaki grafiklerle (bkz. Şekil.5, Şekil.6, Şekil.7, Şekil.8) gözlemlenebilir.

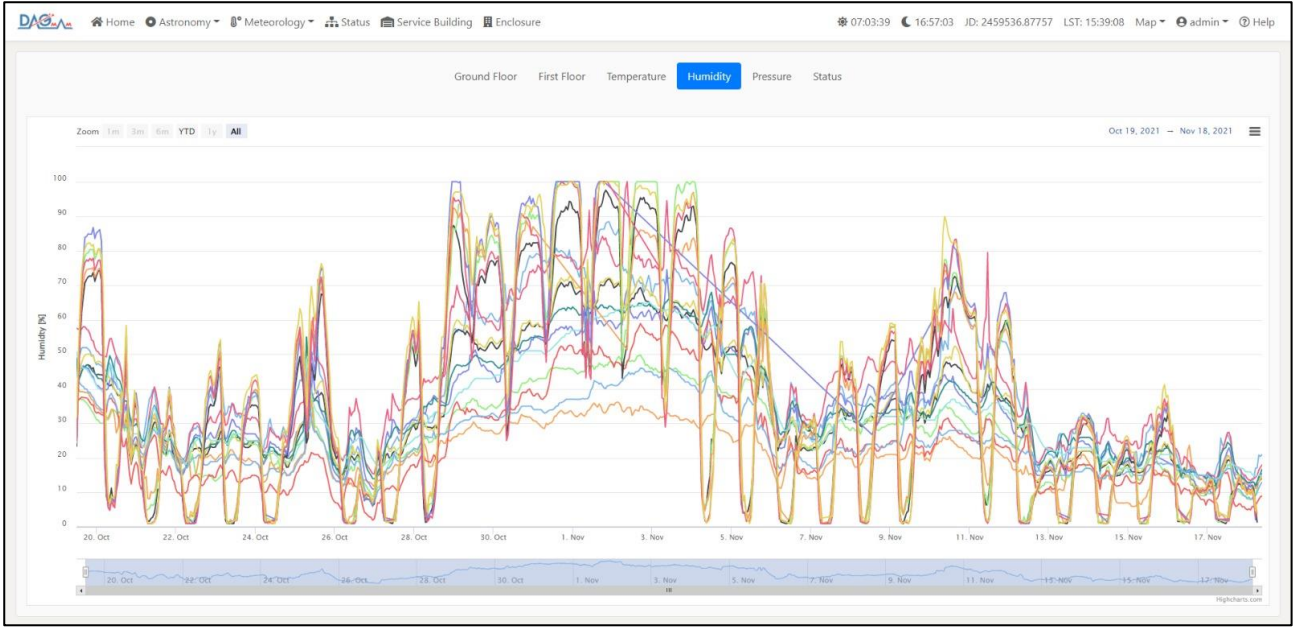


Şekil 5. Prototiplerin yerleştirildiği odalardaki veriler.

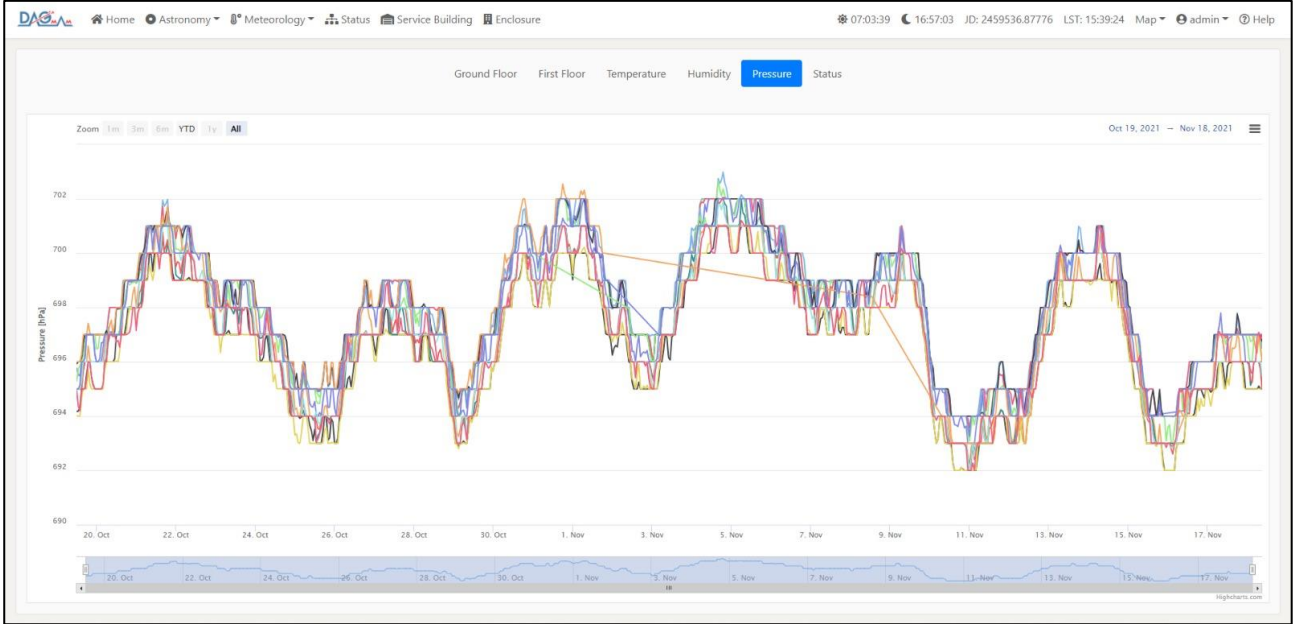


Şekil 6. 18.11 2021 tarihinde DAG-MAM web sitesi üzerinden alınan sıcaklık değişim grafiği





Şekil 7. 18.11 2021 tarihinde DAG-MAM web sitesi üzerinden alınan nem değerlerinin değişim grafiği.



Şekil 7. 18.11 2021 tarihinde DAG-MAM web sitesi üzerinden alınan basınç değerlerinin değişim grafiği.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada teknik detaylarına yer verilen ölçer sisteminin ve arkasında veri saklama /paylaşma sisteminin, aynı özelliklere sahip ancak yukarıda bahsedilen farklı işleri yapamayan ya da bu işlerin yapılması için ek donanımlara ihtiyaç duyan sistemler arasındaki kurulum ve işletme kolaylığı, üretimi / çoğaltılabilirliği, maliyeti gibi farklar göz önünde alındığında, fiyat / performans verimliliği öne çıkmaktadır.

Tasarım konusunda ileride yapılacak geliştirmeler (3B yazıcı kullanarak parça üretimi vb.) ve hatta IP koruma sınıfı düzeyinde malzemelerin kullanılması ile birlikte bu sistem çok daha profesyonel hale getirilebilir yapıdadır.

Öte yandan geliştirilen ölçer sisteminin, endüstriyel ölçekteki sistemler kadar dayanıklı olmaması, darbe veya titreşimlere karşı hassas olması gibi konular ise bu sistemin geliştirilmeye açık noktalarıdır.

## Teşekkür

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Astrofizik Araştırma ve Uygulama Merkezi (ATASAM) müdürlüğü tarafından yürütülmekte olan Doğu Anadolu Gözlemevi (DAG) Projesi (Proje No: 2011K120230) kapsamında desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] A. Aytaç, U.T. Aksoy, Enerji Tasarrufu İçin Dış Duvarlarda Optimum Yalıtım Kalınlığı ve Isıtma Maliyet İlişkisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 21 (2006) 753-758.
- [2] F. İbanoğlu, M. Atmaca, A.B. Kurtuluş, Eski ve Yeni Üniversite Yapılarında Enerji Verimliliği, Marmara Fen Bilimleri Dergisi 2014 3: (2014) 65-80  
DOI:10.7240/mufbed.14831.
- [3] H. Saini, A. Thakur, S. Ahuja, N. Sabharwal, N. Kumar, Arduino Based Automatic Wireless Weather Station with Remote Graphical Application and Alerts. 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN) 11-12 February Noida India (2016) 605-609.
- [4] H. Üçgün, Z.K. Kaplan, U. Yüzgeç, Akıllı Hava İstasyonu ile IoT Tabanlı Hava Durumu İzleme Sistemi, European Journal of Science and Technology 21 (2021) 563-571.
- [5] P.Y. Muck, M.J. Homam, Iot Based Weather Station Using Raspberry Pi 3, International Journal of Engineering & Technology 7 (2018) 145-148.
- [6] P. Baste, D.D. Dighe, Low Cost Weather Monitoring Station Using Raspberry Pi. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) 4 (5) (2017) 3184-3189.
- [7] R. Balbay, C.T. Tezcan, M.S. Niaei, O. Satır, C. Yesilyaprak, DAG-MAM: Eastern Anatolia Observatory Meteorological and Astronomical Monitoring System, Astronomical Data Analysis Software and Systems, XXIX ASP Conference Series Vol. 527 R. Pizzo, E.R. Deul, J-D. Mol, J. de Plaa and H. Verkouter, eds. C., (2020) Astronomical Society of the Pacific.