

Üniversite Binalarında Isıl Konfor Şartları ve Enerji Verimliliği İlişkisinin Belirlenmesi

Dr. Hacer ŞEKERCİ

Elektrik ve Elektronik Müh. Böl.

Doç. Dr. Nurdan YILDIRIM

Makine Müh. Böl.



Sunum İçeriği

- Mevcut Durum Tespiti
- Enerji Tüketim Analizleri
- Literatür Araştırması
- Bilimsel Araştırma Projesi (BAP066)
- Proje Kapsamında Elde Edilen Veriler
- Sonuç ve Yorum



TS EN ISO 50001:2011 Belgesi ve Yaşar Üniversitesi

İlk Belge Alımı:

Ocak 2016

2 gözetim tetkiki başarı ile atlatıldı.

Belge Yenileme:

Aralık 2018

TSE kayıtlarına göre halen Türkiye’de Enerji Yönetim Sistemi olan *tek üniversite Yaşar Üniversitesi’dir.*

The certificate is issued by the Turkish Standards Institution (TSE) to Yaşar University for compliance with the TS EN ISO 50001 standard. It includes the TSE logo, the university's name in Turkish and English, and the scope of the certificate. The certificate is valid until 05.01.2019.

TSE
ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ BELGESİ
ENERGY MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATE

TSE
TS - EN - ISO
50001

TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ
TURKISH STANDARDS INSTITUTION
SİSTEM BELGELENDİRME GRUP BAŞKANI
HEAD of SYSTEM CERTIFICATION GROUP

GÖKÇEN BİRİNCİ DEĞERLİYURT

Belge No / Certificate No
EYB-05/16

Belge Tarihi / Date of Certificate
05.01.2016

Geçerlilik Tarihi / Valid Until
05.01.2019

Revizyon Tarihi / Date of Revision
05.01.2016

İlk Belge Tarihi / Initial Certification Date
05.01.2016



Selçuk Yaşar Kampüsü

Y Blok

Kullanıma Başlama: **Eylül 2013**



Selçuk Yaşar Kampüsü

T Blok

Kullanıma Başlama: **Ocak 2017**





Binaların Kullanım Alanları

Binanın Kullanım Amacı	Y Blok		T Blok		
	Kullanım Alanı (m ²)	Kullanım Yüzdesi (%)	Kullanım Alanı (m ²)	Kullanım Yüzdesi (%)	
Sınıflar	4995.4	25.8	2230.3	25.9	
Laboratuvarlar	479.2	2.5	656.3	7.6	
Ofisler	3784.8	19.5	1246.0	14.4	
Konferans Salonları	392.8	2.0	406.0	4.7	
Sosyal Alanlar	354.8	1.8	284.9	3.3	
Tuvaletler	862.9	4.5	289.1	3.4	
Koridorlar	6145.4	31.7	2246.0	26.0	
Diğer	2362.1	12.2	1267.0	14.7	
TOPLAM	19377.3	100.0	8625.6	100.0	



Binaların Yapısal Özellikleri

Binaların Yapı ve Yön Detayları		Y Blok		T Blok	
		Alan (m ²)	U (W/m ² K)	Alan (m ²)	U (W/m ² K)
Dış Duvarlar	Perde Duvarlı	3008.4	0.670	840.28	0.493
	Perde Duvarsız			526.84	0.532
Kolon ve Kiriş	Perde Duvarlı	1781.3	0.486	723.89	0.631
	Perde Duvarsız			84.2	0.696
Pencere Yönleri	K	424.2	2.100	312.77	1.120
	G	753		260.1	
	B	232.4		553.29	
	D	479.3		438.01	
	Toplam	2023.2		1564.17	
Çatı		2493.5	0.310	855.19	0.424
Zemin (hava ile temaslı)		207.4	0.680	132.9	0.592
Zemin (toprak yüzeyle temaslı)		4439.9	0.450	1185	0.551
Toplam Dış Yüzey Alanı (m ²)		13953.7		5912.5	
Ortalama U /Dış Yüzey Alanı (W/m ² K)		0.648		0.631	
Pencere / Dış Duvar Oranı		0.42		0.72	



HVAC-R Sistemleri ve Kapasiteleri

	Y Blok	T Blok
Türü ve Kapasitesi	Chiller (750 kW) + Boiler (5x100 kW) + Hava Kontrol Ünitesi (440.3 kW soğutma, 360.8 kW ısıtma)	VRF (590.832 kW) + Isı Geri Kazanım Sistemi (673.91 kW)
Çalışma Saatleri	06:00 -18:00 (mesai saatleri boyunca)	08:00 - 17:30 (mesai saatleri boyunca)
Çalışma Tipi & Set Değerleri	Merkezi Isıtma: 22°C Soğutma: 23°C	Merkezi & Bireysel 22-25°C



Enerji Tüketim Analizleri

Enerji analizörü ile ölçüm ve kayıtlama

- Y blok için toplam 6 adet
- T blok için toplam 61 adet

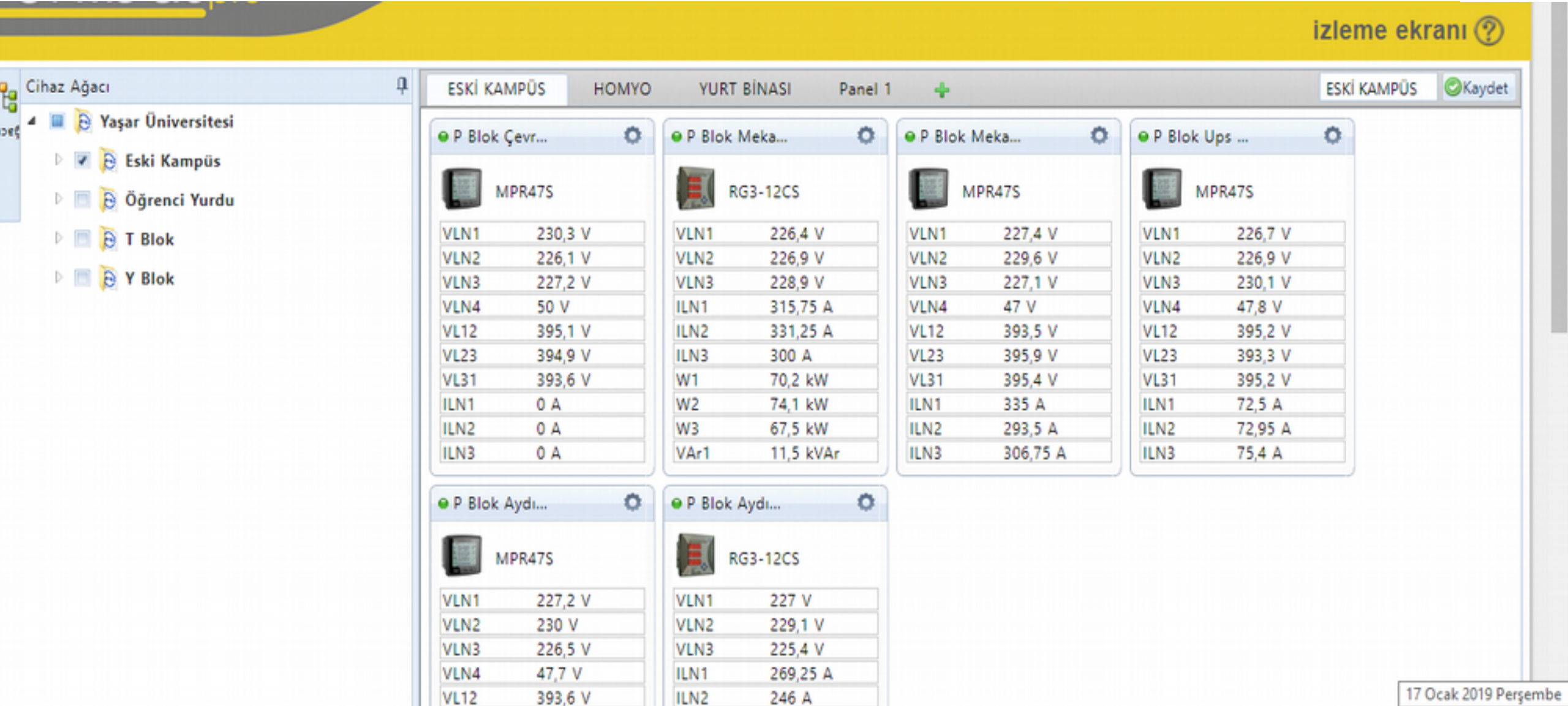
Ölçüm noktaları

- Aydınlatma
- Prizler
- UPS
- Mekanik Yükler (HVAC-R Sistemleri)

Y Bloкта ***bina*** bazlı, T bloкта ***kat*** bazlı



Enerji Analizörü ile Ölçümler



17 Ocak 2019 Perşembe



Cihaz Modeli RG3-12CS R1

Baglantı Adresi 192.168.1.100/24

15:54:47

Tarih	Gerilim LN1	Gerilim LN2	Gerilim LN3
15:54:47	219,3	222,3	218,3
15:55:27	218,8	221,8	218,9
15:55:47	216,8	220,5	217,9
15:56:07	217,7	221,8	219,1
15:56:27	218,5	222,9	218,9
15:56:47	217,9	221,7	218,6
15:57:07	217,5	221,3	217,5
15:57:30	218,5	222,2	217,8

Gerilim LN1

Gerilim LN2

Gerilim LN3

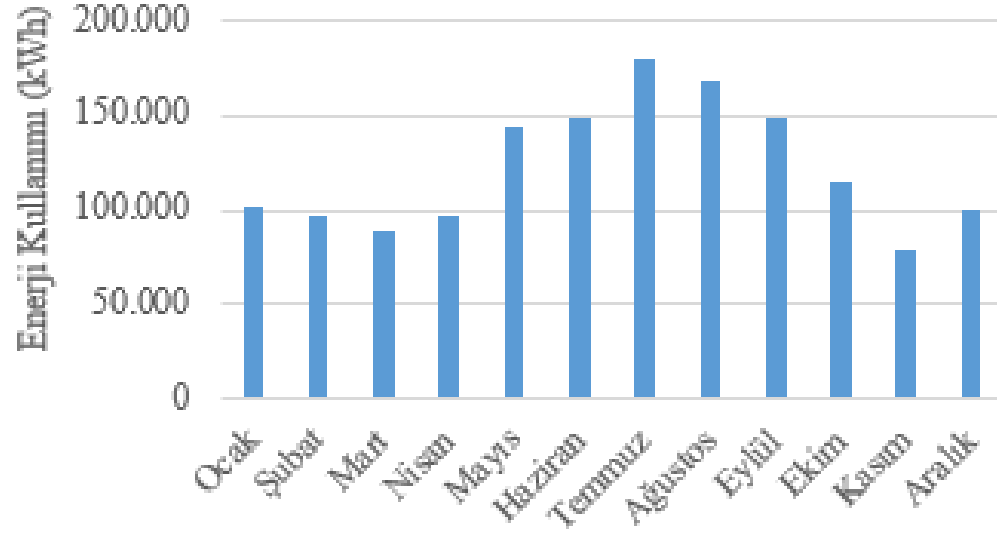
☒ Gerilim LN1	218.5 V
☒ Gerilim LN2	222.2 V
☒ Gerilim LN3	217.8 V
☐ Akım LN1	28.128 A
☐ Akım LN2	10.624 A
☐ Akım LN3	22.528 A
☐ Aktif Güç L1	6.13 kW
☐ Aktif Güç L2	2.235 kW
☐ Aktif Güç L3	4.904 kW

☐ Toplam Kapasitif Reaktif Güç	500.8 VAR
☐ Toplam Import	1
☐ Toplam Export	-1
☐ Sıcaklık	12.3 °C
Kademe Durumu ●●●●●●●●●●●●●●●●	
Alarm Durumu ●●●●●●●●●●●●●●●●	
☐ İndüktif Reaktif Enerji Oranı	8.8 %
☐ Kapasitif Reaktif Enerji Oranı	10.3 %

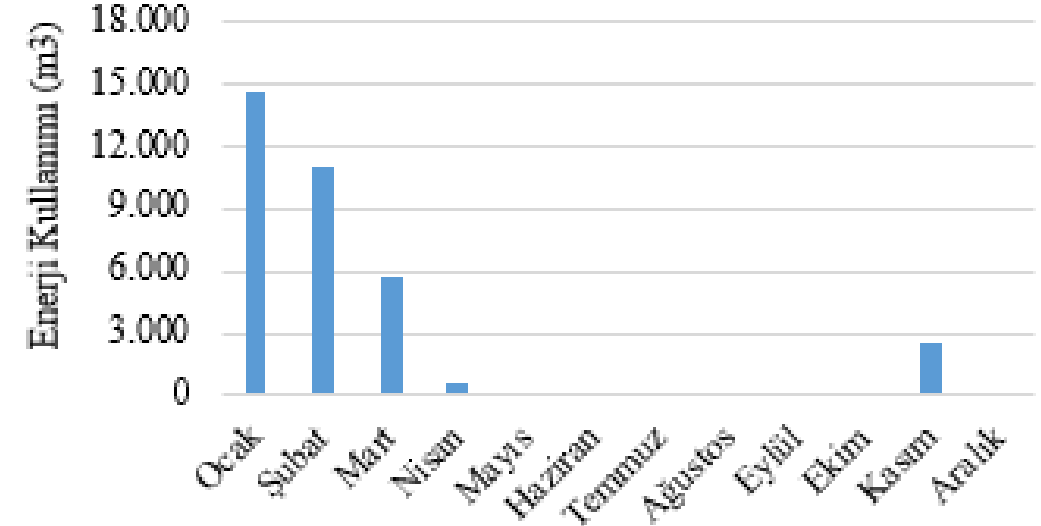


Y Blok 2018 Yılı Enerji Tüketimleri

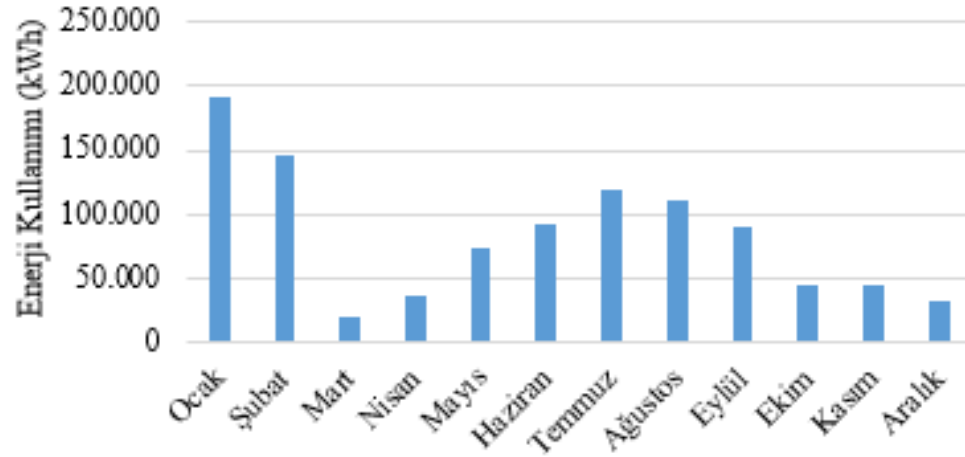
Y Blok Elektrik



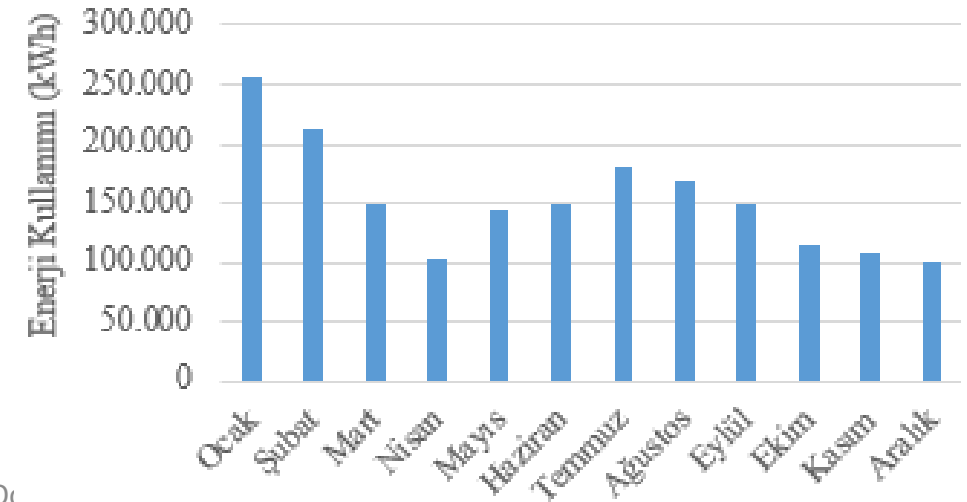
Doğalgaz

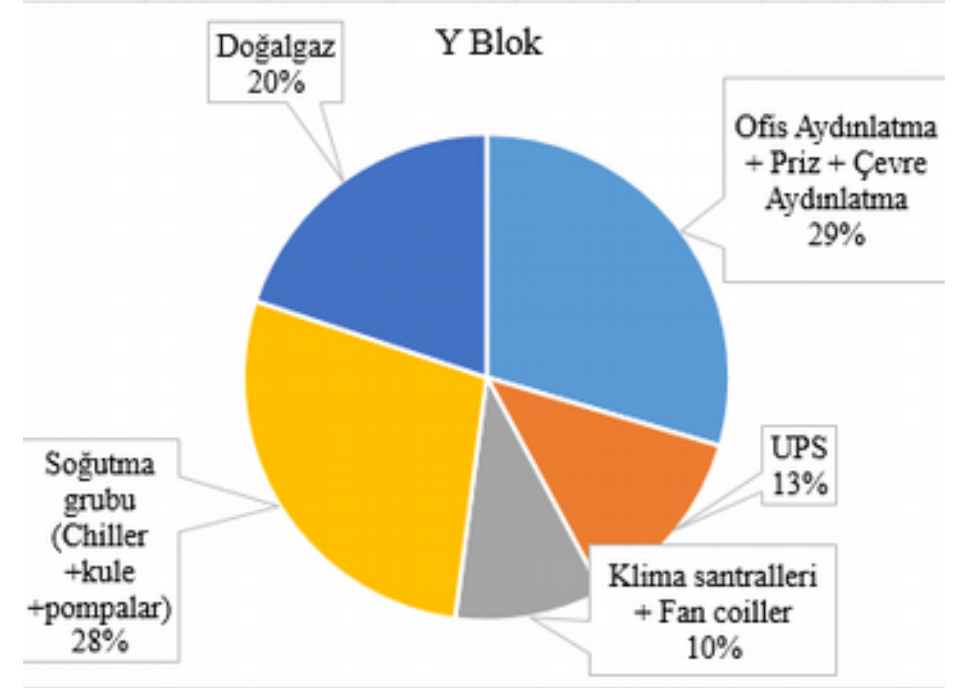
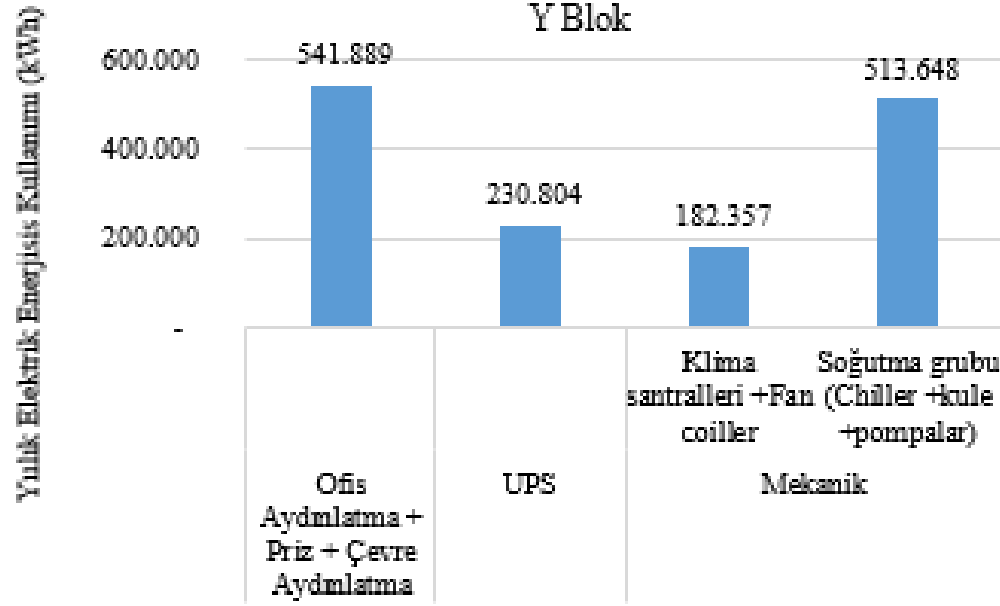


Mekanik



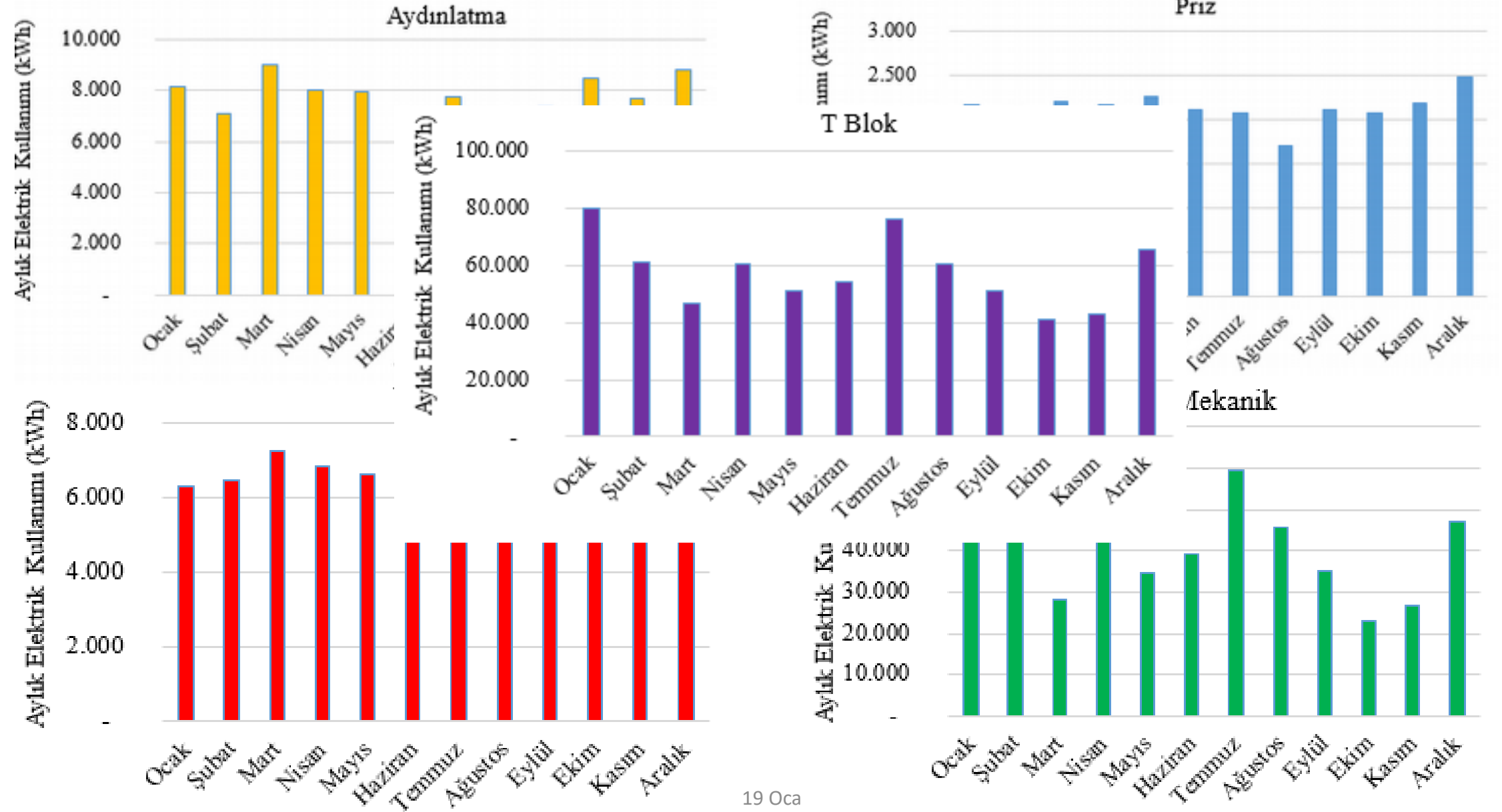
Y Blok (Elektrik+Doğalgaz)







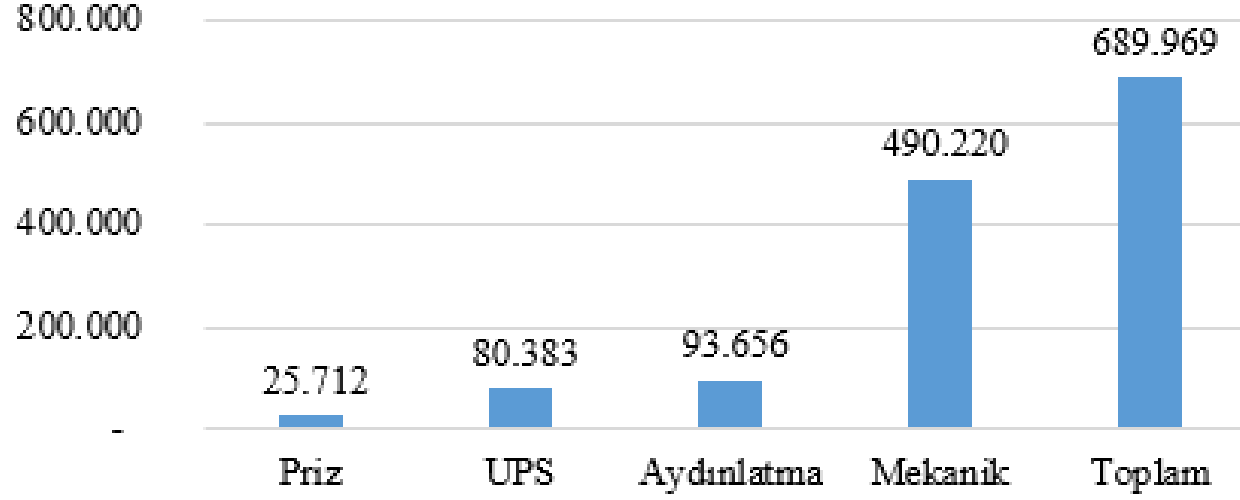
T Blok 2018 Yılı Enerji Tüketimleri



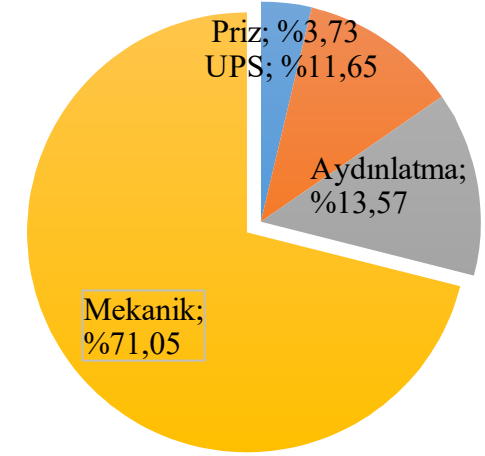


Yıllık Enerji Kullanımı (kWh)

T Blok



T Blok

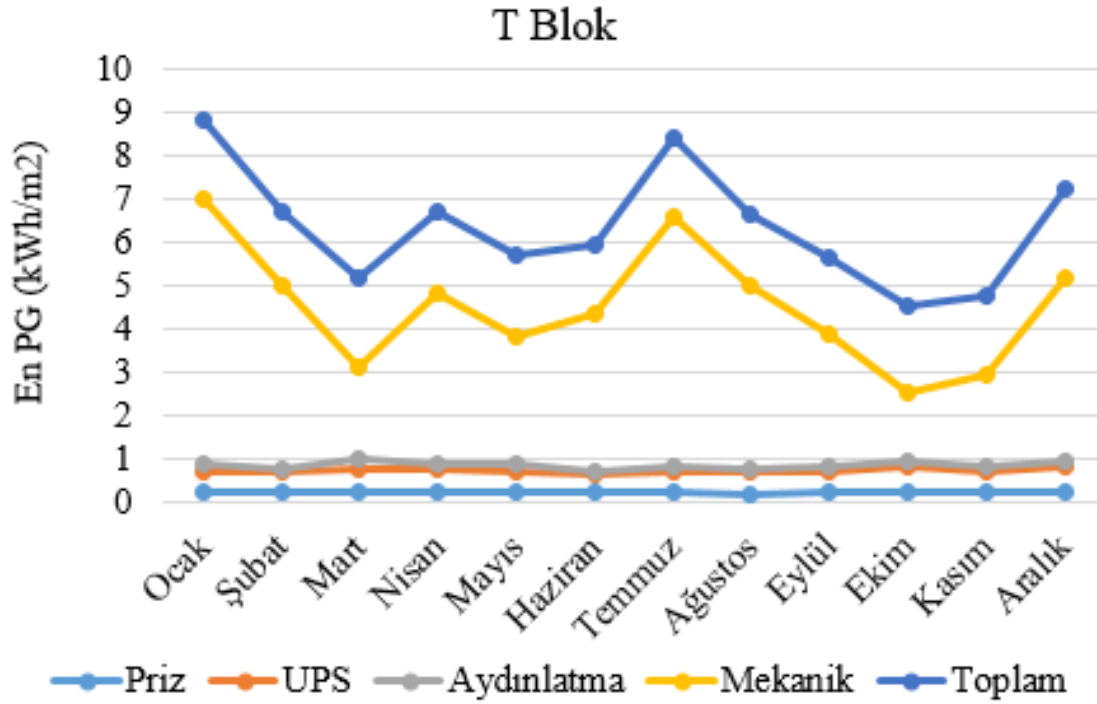




Basitleştirilmiş Enerji Kullanım İndeksi

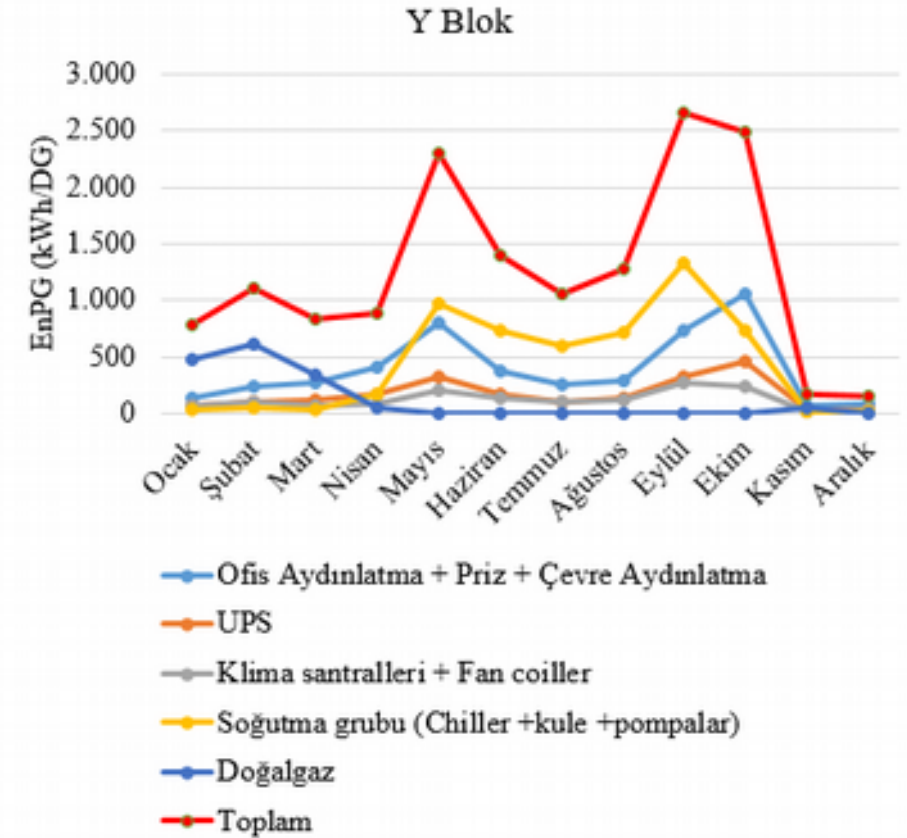
Birim alana göre tüketilen enerji

$$EUI_{alan} = \frac{\text{Enerji Tüketimi}}{\text{Toplam Kullanım Alanı}} \left(\frac{kWh}{m^2} \right)$$



Derece-güne göre tüketilen enerji

$$EUI_{alan} = \frac{\text{Enerji Tüketimi}}{\text{Toplam Derece - gün}} \left(\frac{kWh}{derece - gün} \right)$$





- Blokların yapısal özellikleri
- Blokların tükettiği enerjiler
- Enerji tüketimleri m^2 ve derece-gün
- Derece-günlere göre regresyon analizleri
- Başka ?



Literatür Araştırması

Energy and Buildings 139 (2017) 732–746

Energy & Buildings 165 (2018) 246–258

Renewable and Sustainable Energy Reviews 79 (2017) 1353–1379

Available online at www.sciencedirect.com

Available online at www.sciencedirect.com

International Journal of Sustainable Built Environment (2017) 6, 476–490

HOSTED BY



ELSEVIER

Gulf Organisation for Research and Development

International Journal of Sustainable Built Environment

ScienceDirect
www.sciencedirect.com



Original Article/Research

Occupant productivity and indoor environment quality: A case of GSAS

Yousef Al Horr^a, Mohammed Arif^b, Amit Kaushik^{c,*}, Ahmed Mazroei^d, Esam Elsarrag^a,
Shashwat Mishra^e



Bilimsel Araştırma Projesi (BAP066)

- Optimum işletme koşullarının belirlenmesi ve uygulanması ile mevcut binalarımızın enerji tüketimlerinde önemli ölçüde düşüş sağlanacak ve böylece enerji verimliliğinde iyileştirmeler elde edilecektir.
- Ofis ve sınıflardaki kullanıcı alışkanlıkları ve isteklerinin belirlenmesi ile bu davranışların enerji tüketimimize olan etkileri sayısal veriler ile aktarılarak kullanıcılar için farkındalık oluşturulacaktır.
- Yeni yapılacak binaların fiziksel özellikleri hakkında da enerji verimliliği açısından yönlendirme yapılmasına olanak sağlayacaktır.

YAŞAR ÜNİVERSİTESİ tarafından, Proje Destek Ofisi kapsamında **18 ay** olarak desteklenen ve **08.06.2018** tarihinde imzalanarak hayata geçen **066 nolu** proje, yürütücüsü **Doç. Dr. Nurdan Yıldırım** koordinatörlüğünde, 5 araştırmacı ve 1 bursiyer ile devam etmektedir.



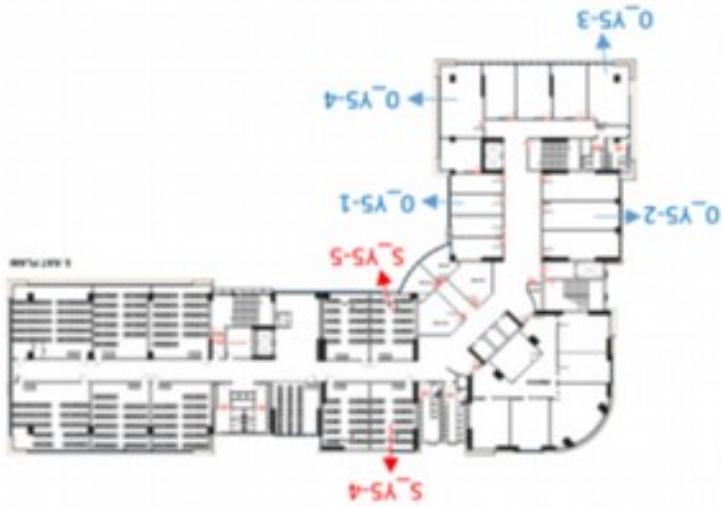
Proje Kapsamında Üniversitemizdeki sınıf ve ofislerde iç hava kalitesini ve ısı konforu ölçmek için:

- **8 adet** CO₂ seviyesi, iç hava sıcaklığı, nemi ve basıncı ölçen cihaz,
- **16 adet** iç hava sıcaklığı, nemi ve basıncı ölçen cihaz,
- **13 adet** pencere açılımlarını tespit eden cihaz ve
- Tüm bu bilgilerin buluta aktarılması, oradan okunması için **lisans** satın alınmıştır.

Ekim 2018'de bu cihazlar Y ve T blok da **12 adet sınıf** ile **13 adet ofise** takılarak **15 dakikalık** ölçümler alınmaya ve bulutta saklanmaya başlanmıştır.



d) Y Blok 2. kat vaziyet planı



e) Y Blok 5. kat vaziyet planı



a) T Blok 2. kat vaziyet planı



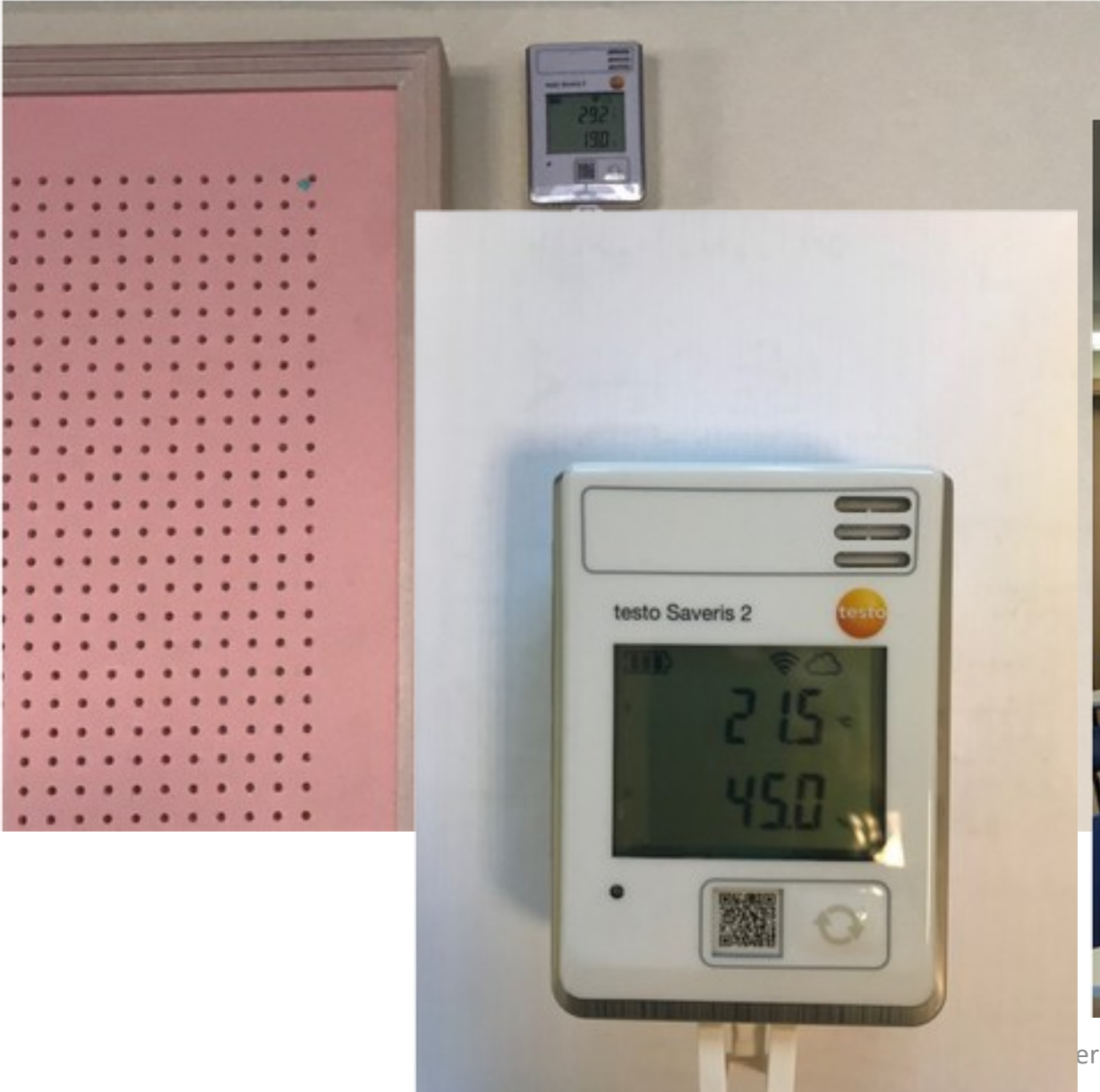
b) T Blok 5. kat vaziyet planı



c) T Blok 6. kat vaziyet planı



CO₂ seviyesi, iç hava sıcaklığı, nem ve basıncı ölçen cihazlar





Pencere açılımlarını ölçen cihazlar





Sistem buluta verileri internet üzerinden depolarken kullanıcıların set ettiği sıcaklık, nem ve CO₂ değerleri aşıldığı anda, tanımlı mail adreslerine alarm mailleri göndermekte ve bu alarmları da gene bulutta depolamaktadır.

← → ↻ <https://www.saveris.net/alertlist> ☆

Uygulamalar Browse Engineering t yasar.edu.tr COMET System SEE20 New Tab T.C. Resmi Gazete İçer aktarılanlar

testo Saveris 2 onaylanmamış alarmlar 288 ? ✉ Hacer Şekerci

Gösterge panosu Analizler ve raporlar Alarmlar Konfigürasyon

Alarm listesi

Ölçüm noktaları

- ☒ Tümünü seç
 - ☒ Y Blok
 - ☒ Y214S
 - ☐ Y214S IAQ
 - ☐ Y214S Güney Pe
 - ☐ Y214S Doğu Pen
 - ☐ Y214S Sıcaklık-N
 - ☒ Y205S
 - ☐ Y205S IAQ
 - ☐ Y205S Güney Pe

Başlangıç tarihi - 17.01.2019 20:04

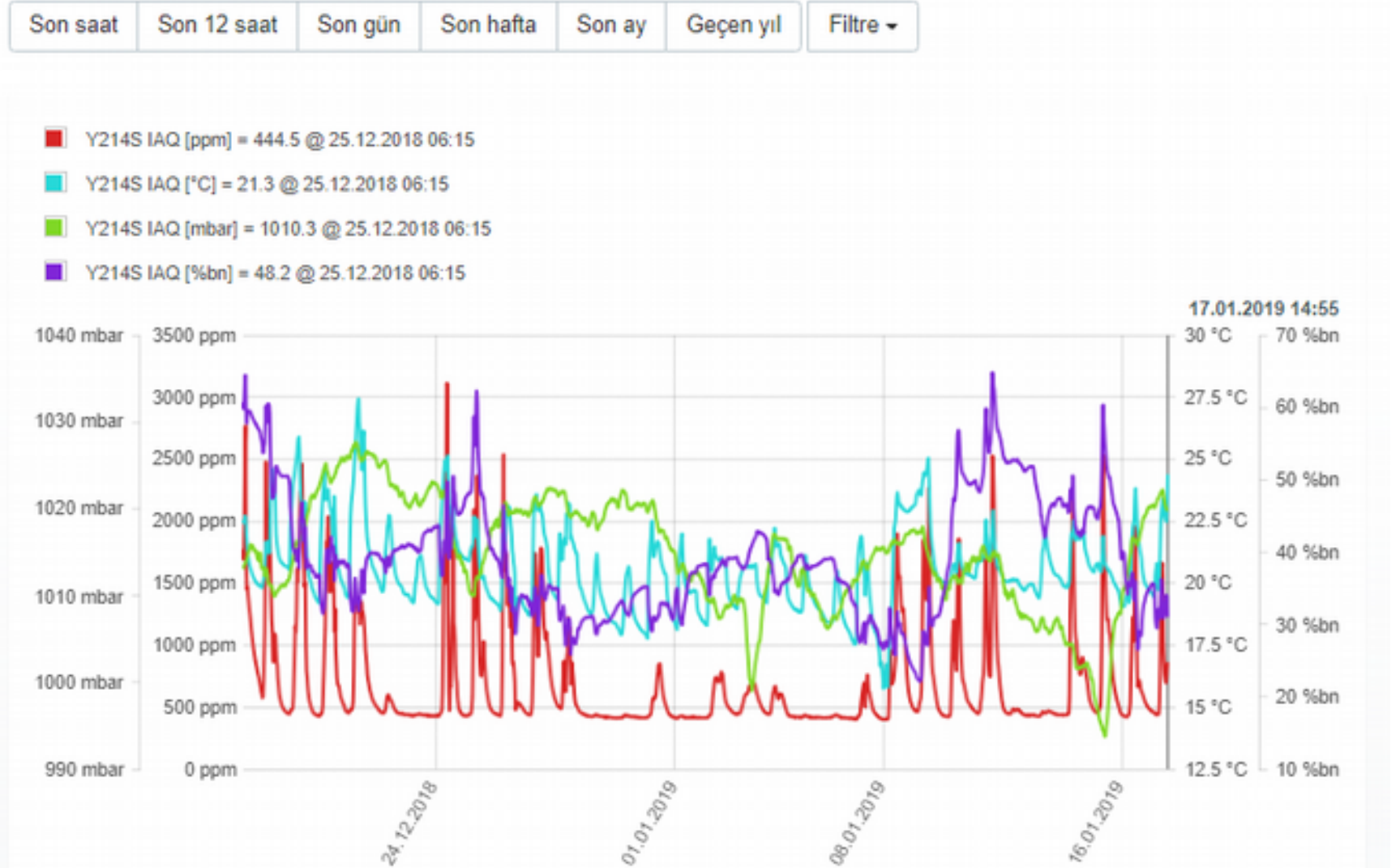
Okunmamış alarmlar Tümünü okunmuş olarak işaretle

	Durum	Tarih	Tip	Şehir	Olay
>	✓	17.01.2019 15:20	Alarm	Y213S Sıcaklık-Nem	Tekrar sorunsuz (30.0 °C <= 30 °C)
>	⚠	17.01.2019 13:15	Alarm	Y213S Sıcaklık-Nem	Aşma (30.0 °C >= 30 °C)
>	✓	17.01.2019 11:10	Alarm	Y505O Sıcaklık-Nem	Tekrar sorunsuz (29.7 °C <= 30 °C)
>	✓	17.01.2019 10:30	Alarm	Y501O Sıcaklık-Nem	Tekrar sorunsuz (29.6 °C <= 30 °C)
>	⚠	17.01.2019	Alarm	Y501O Sıcaklık-Nem	Aşma



Mahaldeki sıcaklık, nem, CO₂ ve basınç düzeyi, istenen zaman aralıkları için buluttan görülüp, raporlanabilir.

- ▼ ☒ Y Blok
 - ▼ ☒ Y214S
 - ☒ Y214S IAQ
 - ☐ Y214S Güney Pencere
 - ☐ Y214S Doğu Pencere
 - ☐ Y214S Sıcaklık-Nem
 - ▶ ☐ Y201S
 - ▶ ☐ Y205S
 - ☐ Y213S Sıcaklık-Nem
 - ☐ Y213S Doğu Pencere
 - ☐ Y213S Kuzey Pencere
 - ☐ Y213S IAQ
 - ☐ Y5080
 - ☐ Y5050 Sıcaklık-Nem
 - ☐ Y5010 Sıcaklık-Nem
 - ☐ Y5390 Doğu Pencere
 - ☐ Y5390 Ortam Sıcaklığı
 - ☐ Y6270 IAQ
 - ☐ Y6510 Ortam Sıcaklığı
 - ☐ Y6510 Güney-Doğu Pencere





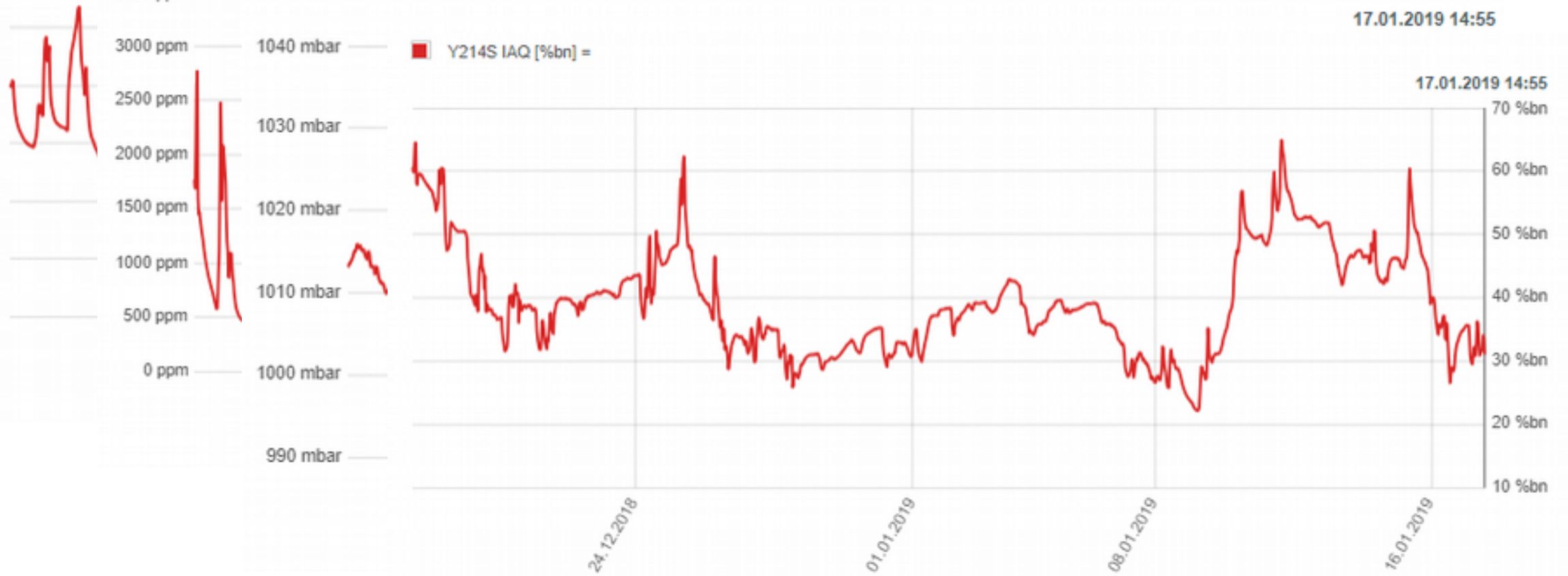
■ Y214S IAQ [°C] =

17.01.2019 14:55

■ Y214S IAQ [ppm] =

■ Y214S IAQ [mbar] = 1008.4 @ 16.01.2019 01:25

■ Y214S IAQ [%bn] =





Mahaldeki pencere açılma süreleri istenen zaman aralıkları için buluttan görülüp, raporlanabilir.

■ Y214S Güney Pencere [On/Off] = 0 @ 14.01.2019 12:20

17.01.2019 14:50

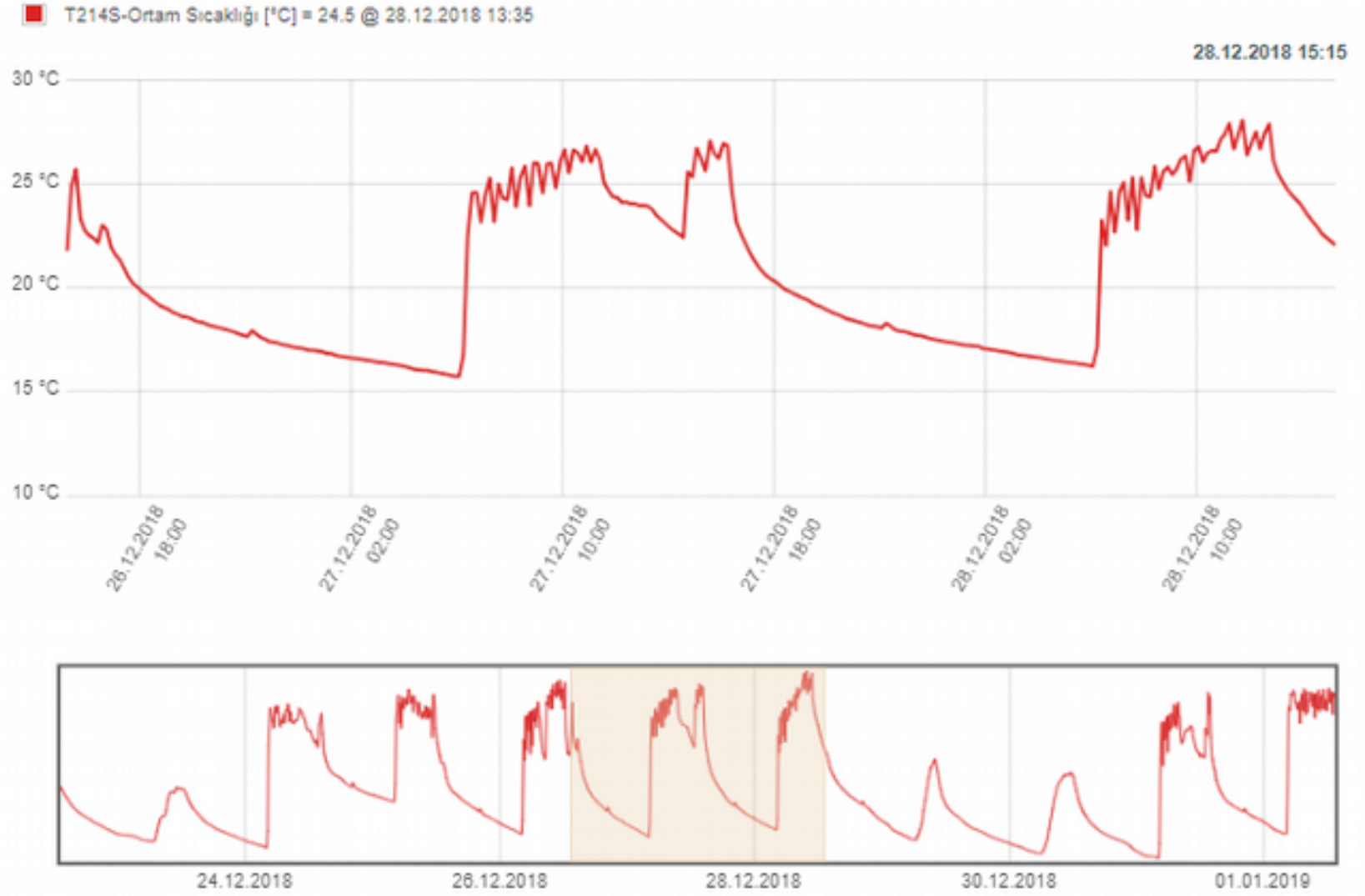
■ Y214S Güney Pencere [On/Off] = 0 @ 28.12.2018 07:45

28.12.2018 15:15



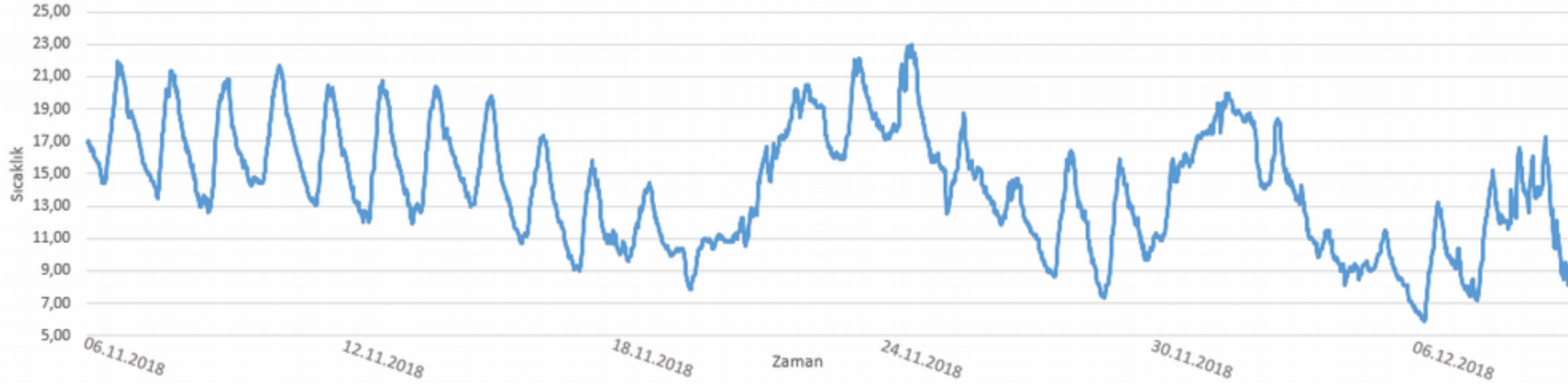


- ☐ Y213S Sıcaklık-Nem
- ☐ Y213S Doğu Pencere
- ☐ Y213S Kuzey Pencere
- ☐ Y213S IAQ
- ☐ Y508O
- ☐ Y505O Sıcaklık-Nem
- ☐ Y501O Sıcaklık-Nem
- ☐ Y539O Doğu Pencere
- ☐ Y539O Ortam Sıcaklığı
- ☐ Y627O IAQ
- ☐ Y651O Ortam Sıcaklığı
- ☐ Y651O Güney-Doğu Pencere
- ☐ F001S IAQ
- ☐ U213O Sıcaklık-Nem
- ☐ F001S Batı Pencere
- ☐ F001S Ortam Sıcaklığı
- ☐ T204S Ortam Sıcaklığı
- ☐ T204S Doğu Pencere
- ☐ T214S IAQ
- ☒ T214S-Ortam Sıcaklığı
- ☐ T214S Doğu Penceresi
- ☐ T213S Ortam Sıcaklığı
- ☐ T213S Güney Penceresi





Dış hava sıcaklığının aylık değişimi





Isıl Konfor ve Anketler

Isıl Konfor

- Fiziksel yapı, aktivite düzeyi, kişisel algı vb. değişken etkenler,
- TS EN-ISO 7730 & ASHRAE Standart 55 yasal ve bilimsel tanımlar.

Isıl Konfor  İç Hava Kalitesi

‘Bilinen kirleticilerin hava içinde yasal limitleri aşmadığı ve ortamda bulunan kişilerin yaklaşık %80’inin bir memnuniyetsizlik hissetmediği durum’

Ortalama Tahmini Oy (Predicted Mean Vote/PMV)

Memnuniyetsizlerin Tahmini Yüzdesi (Predicted Percentage Dissatisfied/PPD)

Giyim tarzı, hareket düzeyi, sıcaklık, nem, hava hareketi, ortalama radyan sıcaklık, vb



BAP066 ANKET SORULARI



Mahal No:

Cinsiyetiniz?
Kadın Erkek

Yaşınız?

18-20 21-23 24-26 27-30 31-35 36-40 41-50 >50

Boyunuz?

<1.50m 1.50-1.60m, 1.60-1.70m 1.70-1.80m 1.80-1.90m 1.90-2.00m >2.00m

Kilonuz?

<50 kg 50-60 kg 60-70 kg 70-80 kg 80-90kg 90-100 kg >100kg

Mahaldeki şu anki konumunuz?

Pencere yakını Dış duvar yakını Kapı Yakını Diğer

Şu anki giyim durumunuza uyan giysileri seçiniz?

Uzun kollu gömlek/tiört	Kısa kollu gömlek/tiört	Kolsuz gömlek/tiört	Ceket/Hırka	Kaban
Sweatshirt	Kazak	Yelek/Süeter	Kapri	
Kısa Etek/Elbise	Uzun Etek/Elbise	Şort		
Kot Pantolon	Kalıp Kumaş Pantolon	İnce Kumaş Pantolon	İnce Çorap	Kalın Çorap
Eşofman	Tayt	Atlet/Fanila		
Bot/Çizme	Ayakkabı/Spor Ayakkabı	Sandalet/Terlik		

GENELDE iç hava sıcaklığı tercihi/beklenti aradığınız nedir?

Kış : 18-20 (Soğuk) 21-23 (Normal) 24-26 (Sıcak)

Yaz: 18-20 (Soğuk) 21-23 (Normal) 24-26 (Sıcak)

Mahaldeki SU ANKI iç hava sıcaklığı hakkındaki görüşünüz?

çok sıcak sıcak biraz sıcak normal biraz soğuk soğuk çok soğuk

Mahalde varsa hissettiğiniz olumsuz konfor koşullarının genel zamanını ve tipini nasıl tanımlarsınız?

Sabah (8.30-10.30) çok sıcak	Sabah (8.00-10.30) çok soğuk
Öğle (10.30-14.30) çok sıcak	Öğle (10.30-14.30) çok soğuk
Öğleden sonra (14.30-18.30) çok sıcak	Öğleden sonra (14.30-18.30) çok soğuk

Mahaldeki SU ANKI iç hava kalitesi hakkındaki görüşünüz?

Konforlu/Normal Oksijen seviyesi düşük Nemli Kuru

Pencerelerin açılıp açılmaması üzerine görüşünüz nedir?

- a) Psikolojik Rahatlık için açmıyorum
- b) Psikolojik Rahatlık için açıyorum
- c) Temiz hava ihtiyacı ile açıyorum
- d) Çok Soğuk olduğu için açmıyorum
- e) Hava akımı olduğu için açmıyorum

Anketin yapıldığı andaki mahaldeki kişi sayısı kaçtır?

Konfor koşulları hakkında iletmek istediğiniz diğer görüş ve önerileriniz?

.....

Teşekkürler

Söz konusu anket

- 2 haftaya yayılan bir zaman diliminde,
- T blokta 10 ayrı sınıfta & Y blokta 5 ayrı sınıfta toplam 44 kez tekrarlanmıştır.
- Ofislerde 18 defa yapılmıştır.
- Toplamda 881 kişi ankete katılım göstermiştir.
- Katılımcıların %54,8'i anket anında iç hava sıcaklığından memnun olduklarını belirtmişlerdir.
- Katılımcıların %78,2'si pencereyi temiz hava ihtiyacı için açtıklarını ifade etmişlerdir.
- Anket sonuçlarının analizi devam etmektedir.

https://docs.google.com/forms/d/1oWI8wjYJIEBw7dxYQD9y7cKpUUuvivJZsH_kgL0amHE/edit



Sonuç ve Yorum

- Bu BAP projesi ile mekanı kullanan kişilerin ısı konfor hissini sağlayacak şekilde iklimlendirme sistemlerinin doğru çalışma modelini belirlemek ve böylece hem kullanıcı memnuniyeti hem de enerji verimliliğini birlikte elde etmek amaçlanmıştır.
- 18 aylık proje süresinin ilk 6 ayında montajı tamamlanan cihazlardan alınan veriler ve yapılan anketlerin sonuçlarına göre PMV hesaplamaları yapılarak bu değerler ile o anda mahalın sıcaklığı ve bu sıcaklığı ne kadar enerji kullanarak elde edildiği bilgisi elde edilecektir.
- Daha sonra sistemlerin işletme sıcaklıkları anket sonuçlarındaki memnuniyet veya memnuniyetsizlik düzeyine göre farklı değerlere set edilerek, anketler ve hesaplamalar tekrarlanacaktır.
- Böylelikle farklı zamanlarda farklı yapı elemanları ve ısıtma/soğutma sistemleri ile yapılan, ancak aynı amaç için kullanılan iki farklı eğitim binasının ısı konforu ve enerji tüketimi en optimum değerlere getirilmeye çalışılacaktır.
- Proje sonuçları 17-20 Nisan 2019'da İzmir'de yapılacak olan 14. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi'nde paylaşılacaktır.



Dinlediğiniz İçin Teşekkürler

