



B-GİZLİ

BOĞAZIÇI
ELEKTRİK
DAĞITIM

BOĞAZIÇI ELEKTRİK DAĞITIM A.Ş.
Genel Müdürlük

Sayı :
Konu : Trafo Isı Kontrolü Projesi Kapanışı Hakkında

İvedi

ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURULUNA
Tarifeler Dairesi Başkanlığı'na
İşçi Blokları Mah.Muhsin Yazıcıoğlu Cd. No:51/06530
Yüzüncüyıl / Çankaya / ANKARA
Tel: 0312 201 41 96 Faks: 031 201 41 50

Elektrik dağıtım şirketleri ile doğalgaz dağıtım şirketlerinin gelir gereksinimleri içerisinde yer alan Ar-Ge giderlerine ilişkin başvuru, onay ve izleme ile proje giderlerinin kapsamı hakkında alınan karar doğrultusunda, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş. , Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ş. ve Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ş. ortak proje başvurusu olan, Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ş.'nin proje yürütücüsü olduğu 30/03/2016 tarih ve 58898295-110.05.02.01 (15620) numara ile onaylanan '*Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayılcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi*' projesitamamlanmış olup, ilgili proje sonuç raporu yazımız ekinde yer almaktadır. Bilgilerinize arz ederiz.

e-imza
İlker DURSUN
Ar-Ge ve İnovasyon Direktörü

e-imza
Mehmet İSLAMOĞLU
Genel Müdür

EKLER :
Ek 1: Proje Sonuç Raporu

12/01/2017 İdari Personel
___/___/___ Mühendis

A.ŞAHİN
M.CAN SİNİM

Evrakı Doğrulamak İçin : <https://ebys.bedas.com.tr/enVision-Dogrula/BelgeDogrulama.aspx?V=BE8VB89L9> Pin : 09691



T.C.
ENERJİ PİYASASI DÜZENLEME KURUMU



BOĞAZIÇI
ELEKTRİK
DAĞITIM

ULUDAĞ
ELEKTRİK
DAĞITIM

AKDENİZ
ELEKTRİK
DAĞITIM

Proje Adı:

*Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayılcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile
Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi*

Proje Dönemi:

Ocak 2016

Ar-Ge Komisyon Karar No:

58898295-110.05.02.01 (15620) 30/03/2016

Proje Sahibi Őirket:

Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ő.

Uludağ Elektrik Dağıtım A.Ő.

Akdeniz Elektrik Dağıtım A.Ő.

Proje Yürütücüsü:

Boğaziçi Elektrik Dağıtım A.Ő.

Kasım 2016

ANKARA

1. Proje Künyesi

Proje Sahibi:	Boğaziçi Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi Uludağ Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi Akdeniz Elektrik Dağıtım Şirketi
Proje Sahibinin Adresi:	Abdülhak Hamit Cad. No:21 34437 Taksim Beyoğlu/İstanbul
Proje Adı:	Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayıcılığı Düşürülmüş Kaplamlar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi
Proje Bölgesi (Uygulama Yapılan Konum):	İstanbul, Bursa, Antalya
Proje Süresi:	8 AY
Ar-Ge Dönemi:	Ocak 2016
Ar-Ge Komisyon Kabul no ve Tarihi:	58898295-110.05.02.01 (15620) 30/03/2016

2. Önsöz

Projemizde, oluşturduğumuz selektif yüzeylerin trafolardaki performanslarını gözlemlemek, teorik hesap değerleri ile pratiğin ne kadar yaklaştığını görmek hedeflenmiştir. Trafoların iç sıcaklıklarının düşürülmesinin hem ekonomik hem de etkili bir şekilde nasıl sağlanabileceğinin araştırması yapılmıştır. Projede, teori ile pratiğin karşılaştırmasını yapma fırsatı da bulunmuştur. Burada üretilen sonuçlar ile daha sonra herhangi bir trafonun iç sıcaklıklarının tahmin edilebilmesi de mümkün olacaktır.

3. Proje Özeti

Projede, trafoların iç ortam sıcaklıklarında, trafo yüzeylerinin yansıtıcılık ve yayıcılık değerlerinin değiştirilerek düşüş sağlanıp sağlanamayacağı görülmek istenmiştir. Oluşturulan selektif yüzey kalın bir izolasyon tabakası olmadığı için, trafo tarafından üretilen ısının içeride hapsolmesini sağlamayacak ve ısınan binanın tekrar iç tarafa doğru değil dış ortama doğru ısı kaybetmesini sağlayacaktır. Bu amaçla, projede yer alan 3 dağıtım şirketi tarafından belirlenen trafoların iç sıcaklıkları uygulama öncesi ve uygulama sonrasında ölçülmüştür. Ayrıca yüzeylerin yayıcılık ve yansıtıcılık değerleri de proje kapsamında ölçülmüştür. Bu sayede teorik matematiksel hesap ile pratiğin uyumu gözlenmiştir.

Proje sonunda trafoların iç sıcaklıklarında belirgin düşüşler sağlanmıştır. Daha da önemlisi ölçümler sırasında trafo binalarında, içeride bulunan trafonun oluşturduğu sıcaklık sebebiyle, bina içi sıcaklıklarının her zaman dış ortam sıcaklıklarından daha fazla olduğu gözlenmiştir. Ancak uygulama sonrası, bina içi sıcaklıkların, her zaman ortam sıcaklarında veya ortam sıcaklığından daha az olduğu gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bu tür kaplamalarla selektif yüzey oluşturulması, içeride oluşan sıcaklığın dışarıya atılmasında ve özellikle yaz aylarında güneş kaynaklı artan sıcaklığın kontrol edilmesinde çok fayda sağlamaktadır.

4. İçindekiler

1. Proje Künyesi	1
2. Önsöz	2
3. Proje Özeti.....	3
4. İçindekiler	4
5. Tablo ve Şekiller Listesi	5
5.1. Tablolar	5
5.2. Şekiller	5
6. Giriş ve Teorik Çerçeve.....	7
7. Projenin Amacı, Kapsamı ve Önemi	9
8. Projeye İlişkin Sorular ve/veya Hipotezler	10
9. Literatür Taraması	10
10. Projeye İlişkin Tasarım – Metotlar ve Prosedürler	11
11. Kısıtlama ve Sınırlamalar	11
12. Proje Süreci Hakkında Detaylı Bilgiler	11
12.1. BEDAŞ Uygulamaları	14
12.2. Akdeniz EDAŞ Uygulamaları	19
12.3. UEDAŞ Uygulamaları	28
13. Bütçe – Mali Kısım	32
13.1. BEDAŞ BÜTÇE –Mali Kısım.....	32
13.2. UEDAŞ BÜTÇE.....	33
13.3. Akdeniz EDAŞ BÜTÇE	34
14. Sonuç ve Yorumlar.....	35
15. Referanslar/Kaynaklar/Atıflar	38
16. Ekler	39

5. Tablo ve Şekiller Listesi

5.1. Tablolar

Tablo 1: Projede Uygulanan İş Zaman Grafiği	12
Tablo 2: Trafoların uygulama öncesi ve sonrası yüzey yansıtıcılık ve yayıcılık değerleri	16
Tablo 3: Antalya'da trafo binalarının yüzeylerinin uygulama öncesi ve sonrası yansıtıcılık ve yayıcılık değerleri	21
Tablo 4: Günün geç saatlerinde ölçülmüş max. sıcaklıkların tarih ve saatleri	36

5.2. Şekiller

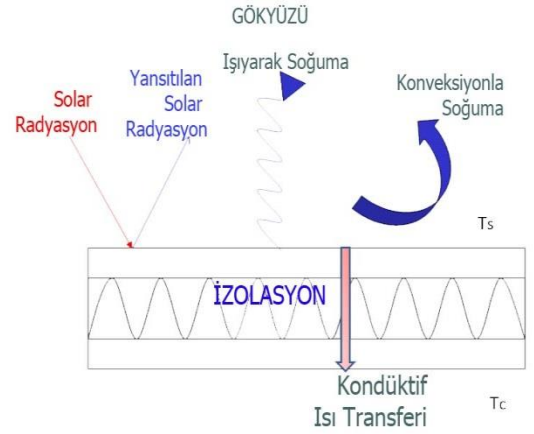
Şekil 1: Gün ışığı altındaki bir cismin ısı dengesi	7
Şekil 2: İç ve dış yüzeyleri farklı malzemelerle kaplanmış trafo örneği	9
Şekil 3: Projede kullanılan tek kullanımlık data loggerlar	12
Şekil 4: Örnek yüzey yansıtıcılığı ölçümü	13
Şekil 5: Yüzey yayıcılığını ölçen cihazın hazırlanma aşaması	13
Şekil 6: İstanbul-Beyoğlu Kontrol trafosunun günlük maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen değerlerin karşılaştırılması	14
Şekil 7: Uygulama sonrası Beyoğlu'nda 3871 no'lu trafonun maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen sonuçlar	15
Şekil 8: Birbirine yakın olan uygulama trafosu ile kontrol trafosunun haritadaki durumu	16
Şekil 9: İstanbul Etiler'de trafonun uygulama öncesi çatı görünümü	17
Şekil 10: İstanbul Etiler'de Trafo binası çatısının uygulama sonrası görünümü	17
Şekil 11: Uygulama öncesi data logger #9600 günlük maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen sonuçlar	22
Şekil 12: Uygulama sonrası Data logger #9600 günlük maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen sonuçlar	23
Şekil 13: #9597 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	23
Şekil 14: #9598 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	24
Şekil 15: #9599 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	24
Şekil 16: #9600 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	25
Şekil 17: #9601 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	25
Şekil 18: #9602 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	26
Şekil 19: #9604 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	26

Şekil 20: #9593 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	27
Şekil 21: #9596 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	27
Şekil 22: Osmangazi 66 no'lu trafo renkli dış cephe boyası ve renkli reflektif kiremit boyası ile uygulanmış hali	28
Şekil 23 Osmangazi 66 no lu trafonun iç ortam sıcaklıklarının ve hava sıcaklığının maksimum ve minimum değerlerinin günlere göre değişimi	29
Şekil 24: Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafonun Ekim ayındaki sıcaklık ölçümü	30
Şekil 25: Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafonun renkli reflektif boyalarla boyanmış hali	30
Şekil 26: Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafonun renkli reflektif çatı boyası ile boyanmış hali	31
Şekil 27: Trafo İç Görüntüsü ve OG tarafta termometrenin yerleşimi	35
Şekil 28: Uygulama sonrası Beyoğlu Kasımpaşa trafosu sıcaklık değerleri	36
Şekil 29: Beyoğlu Kasımpaşa kontrol trafosu sıcaklık değerleri	37

6. Giriş ve Teorik Çerçeve

Güneş enerjisi dünyamıza atmosferden yayılarak ışınlım yolu ile gelen bir enerji türüdür. Bu enerji türüne karşı izolasyon yapmak, konvansiyonel kondüktif ısıyı yalıtım sistemleri ile başarılı sonuç vermemektedir. Şöyle ki; özellikle trafo binaları gibi içeride ısı üreten cihazların bulunduğu bir mekânı düşündüğümüzde, konvansiyonel ısı yalıtım malzemeleri ile kaplanmış bir bina (taş yünü, strafor gibi), içeride ısıyı hapsedeceği ve kayıpları azaltacağı için, binanın iç sıcaklığı yükselecektir. İçerideki ısının hızlı bir şekilde düşürülmesinin gerekliliği açıktır.

Isıyı hızla mekândan uzaklaştırmak ve dışarıdan gelen ısının bina tarafından reflekte edilerek içeriye alınmaması sağlamak ancak selektif yüzey oluşturarak mümkündür. Bu yüzeyler bir tarafta yansıtıcı ve bir tarafta düşük emisiviteli yüzey oluşturarak mümkün olabilir. Trafo binasını bir kütle olarak düşünürsek, bina yaz mevsimi için hem içeride hem de dışarıda bulunan ısı kaynakları ile ısınmaktadır. İç yüzey yayıcılığının düşürülmesinde ve aynı zamanda dış yüzey yayıcılığının artırılmasında kullanılan yöntem, elektrik devresinde paralel bağlı iki rezistansın çalışma mantığıyla benzerdir. Akım direncin az olduğu yerden daha fazla miktarda akar. Isı da yüzey ısı direncin az



Şekil 1: Gün ışığı altındaki bir cismin ısı dengesi

olduğu yerden Δt farkının 4. üssü kadar fazla geçer. Bu durumda bina kütlesi tarafından soğurulan enerji (dış ve iç kaynaklardan) tekrar içeriye verilmemiş olur. Neredeyse tamamı dış mekâna doğru kaybedilir.

Genel anlamda ısıyı yansıtan bir madde bu enerjinin bir kısmını emer, bir kısmını yayar, enerjinin bir kısmı ise yüzeyden kaybolur. Bir malzemenin ısı dengesi yan taraftaki Şekil 1'de verilmiştir. Yüzey yayıcılığının değiştirilmesi, Ar-Ge projesi kapsamında gerçekleştirilmektedir. Güneş ışınlarına maruz kalan herhangi bir yatay yüzeyin termal dengesi ise matematiksel olarak aşağıdaki denklemle ifade edilebilir:

$$(1-SR) I = \sigma \epsilon (t_s^4 - t_{sky}^4) + hc (T_s - T_a) + Q_{in}$$

Denklem 1: Bir maddenin ısı dengesi

I : Insolasyon (W/m²)

SR : Solar Reflektivite

σ : Stephan Boltzman Sabiti (=5,6685 x 10⁻⁸ W/m² K⁴)

ε : Yüzey Yayılcılığı

hc : Konveksiyon katsayısı (W/m²K)

Ta : Ortam Sıcaklığı

Tsky : Gökyüzü Sıcaklığı

Tüm bu konular göz önüne alınarak proje çalışmalarında uygulanacak yöntemler şunlardır:

1. Yüzey Ölçümleri
2. Dış Yüzeyin Reflektif Ürünlerle Kaplanması
3. İç Yüzeyin Düşük Emisiviteli malzeme ile Kaplanması
4. Uzun Süreli Ölçümler

7. Projenin Amacı, Kapsamı ve Önemi

Önerilen projede, yukarıda açıklanan yöntemler kullanılarak güneş enerjisine karşı ucuz, kolay uygulanabilen bir izolasyon malzemesi oluşturulacak, **trafoların verimliliği arttırılacak ve ısınma kaynaklı arızalar ve kayıplar azaltılacaktır.**



Şekil 2: İç ve dış yüzeyleri farklı malzemelerle kaplanmış trafo örneği

Bu projenin seçilmesindeki en büyük etken, kullanılacak malzemelerin bir kalınlık oluşturup ısıyı içeride depolamamasıdır. Her ne kadar yazları ısı kaynağımız güneş olsa da, trafoların kendisi de bir ısı kaynağıdır. Bu nedenle seçilecek izolasyon malzemesinin içerideki ısıyı da depolamaması gerekmektedir. Zaten proje sırasında da görülmüştür ki; boya yapılmayan bütün trafo binalarının iç sıcaklıkları dış ortam sıcaklığından fazladır.

8. Projeye İlişkin Sorular ve/veya Hipotezler

- Projenin gerçekleştirilmesindeki temel gaye nedir?
 - Proje esasında transformatörü ve içinde bulunduğu ortamın ısınısını selektif yüzey oluşturarak azaltmayı gaye edinmiştir. Bunun gerçekleştirilebilmesiyle transformatörün aşırı ısınması ve ısınma kaynaklı arızaların ve teknik kayıpların azaltılması hedeflenmiştir.
- Transformatörün bulunduğu ortamın sıcaklığının düşürülmesi için sunulan hipotezler nelerdir?
 - Projedeki temel amaç, iç sıcaklıkları azaltmak yani bir nevi iç ortam sıcaklığının dış ortam sıcaklığından yüksek olmasını engellemektir. Bu doğrultuda dış yüzeyin yansıtıcı yüzeye kaplanması, iç yüzeyinde yayıcılığı düşük malzeme ile kaplanması önerilmiştir.
- Hipotezde sunulan kaplamaların sistemdeki etkileri nelerdir?
 - Reflektif dış kaplama oluşturmak, ışınlam ile gelen ısının neredeyse %85'ini geri yansıtarak bina kütlelerinin ısınmasını engeller.
 - Yayıcılığı düşük yüzey oluşturmak ise, bina kütlelerinin kazanmış olduğu ısının iç tarafa doğru kaybedilmesini engelleyerek iç ortam sıcaklığının artmasına engel olur.

9. Literatür Taraması

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışma referans gösterilerek elde edilen tasarrufun ekonomik büyüklüğü de görülmüştür. Makale, ABD Enerji Bakanlığının kendi verileri ile oluşturulmuştur ve iç sıcaklıklardaki 7 F ile 10 F (yaklaşık 4-5 C) azalmanın %10 tasarruf sağlayabileceği belirtilmektedir. Bu durumda bizim projemizde de 5 C ile 10 C düşüşler sağlandığı düşünülürse, %10 ila %20 aralığında bir tasarruf sağlanabilecektir (1).

Yine Slovakya'da AB destekli yapılan bir akademik çalışma göstermektedir ki, her 7°C'lık sıcaklık düşüşü trafo ömrünü iki kat arttırmaktadır (2).

Portekiz'de yapılmış başka bir çalışmada ise, 11,1 °C sıcaklık düşüşünün trafo ömrünü 2,53 kat arttırdığı belirtilmektedir (3).

10. Projeye İlişkin Tasarım – Metotlar ve Prosedürler

Proje sırasında istenilen hedeflere ulaşılması adına teorik hesap metotlarının, uzun süreli sahada yapılan ölçüm sonuçları ile karşılaştırılması sağlandı. Teorik hesap yönteminde meteoroloji sonuçları ile Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün yayınladığı güneş atlasındaki radyasyon verileri kullanıldı.

11. Kısıtlama ve Sınırlamalar

Temmuz 2016'daki malum olaylardan sonra gümrüklerin bir süre çalışmaması, kullanılan bazı kimyasal maddelerin ithalatını geciktirmiş, bu nedenle özellikle Uludağ EDAŞ bölgesinde, en sona kalan trafolarında kış şartlarının yaklaşmasıyla boyanın etkisi tam olarak gözlemlenememiştir.

12. Proje Süreci Hakkında Detaylı Bilgiler

Projenin nasıl gerçekleştirileceğine, hangi trafoların seçileceğine karar verilmesi gibi süreçler proje danışmaları ile görüşülmüştür ve bu süreçlere kesinlik kazandırılmıştır. Bu bağlamda, Omis Enerji ile Haziran ayında bir danışmanlık sözleşmesi imzalanmıştır. Sözleşme içeriği, yüzeylerin yansıtıcılık ve yayıcılık değerlerinin önceki ve sonraki ölçümlerinin alınmasını, yüzeyler için Orijinal Ar-Ge firması tarafından geliştirilen yansıtıcılık ve yayıcılık değerleri ayarlanmış ve belirlenmiş kaplamaların tedarikini ve uygulamasını kapsamaktadır.

İstanbul için, ilk data logger ve boya uygulaması 13.08.2016 tarihinde 4507 no'lu trafoda gerçekleşmiştir ve her bölgede ayrı bir kontrol trafosu seçilerek sıcaklıklar proje sonunda kıyaslanmıştır. Malum olaylar dolayısıyla oluşan gecikme, verimli çalışma ve yeniden planlama ile proje süresi içerisinde telafi edilmiştir ve yeterli sonuca ulaşılmıştır. Kullanılan data loggerlar, tek sefer kullanıma izin veren ve kullanıcı güvenlik bandını kopardıktan sonra ölçüme başlayan, bir daha verilerin değişimine izin vermeyen TempLog marka data loggerlardır..



Şekil 3: Projede kullanılan tek kullanımlık data loggerlar

		Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
İş Paketi 1	Plan oluşturulması ve danışman seçimi								
Ara Paket	Uygun trafoların belirlenmesi ve yüzeylerin önceki durumlarının ölçümü								
İş Paketi 2	Dış yüzeyin reflektif ürünlerle kaplanması iç yüzeye düşük emisiviteli malzeme tedarigi								
İş Paketi 3	Uzun süreli ölçümler								
İş Paketi 4	Sonuçların değerlendirilmesi ve raporlanması								

Tablo 1: Projede Uygulanan İş Zaman Grafiği

Örnek bir trafo için, yukarıda denklem 1’de verilmiş olan teorik matematiksel hesap yöntemi kullanılarak sıcaklık tahminlerinde bulunulmuştur. Bu teorik hesabın, pratik ile uyuşması gözlemlenmiştir. Aşağıda uygulama öncesi hesap edilen sıcaklıklar ve ölçülen sıcaklıklar verilmiştir.

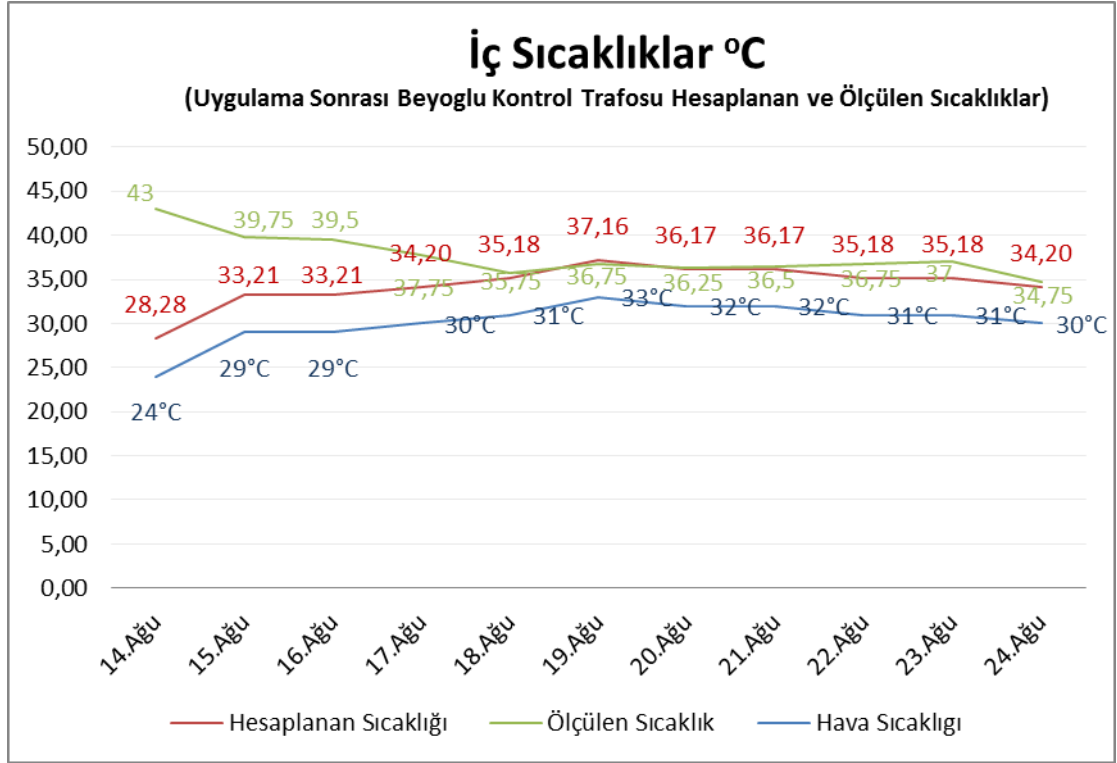


Şekil 4: Örnek yüzey yansıtıcılığı ölçümü

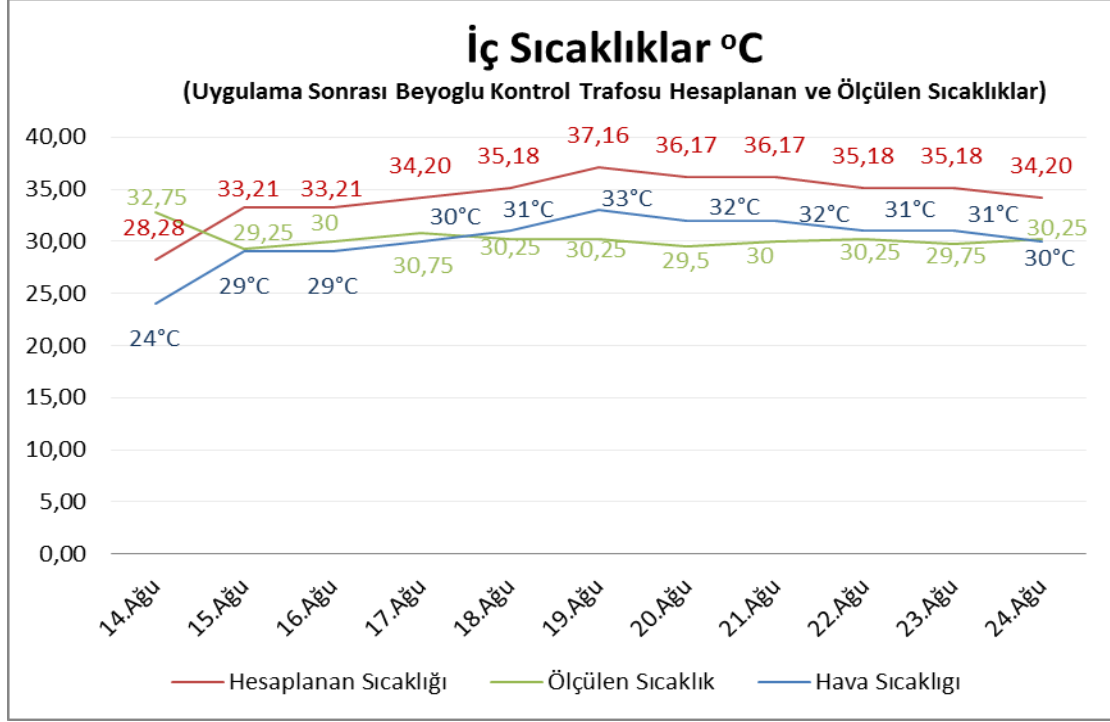


Şekil 5: Yüzey yayıcılığını ölçen cihazın hazırlanma aşaması

12.1. BEDAŞ Uygulamaları



Şekil 6: İstanbul-Beyoğlu Kontrol trafosunun günlük maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen değerlerin karşılaştırılması



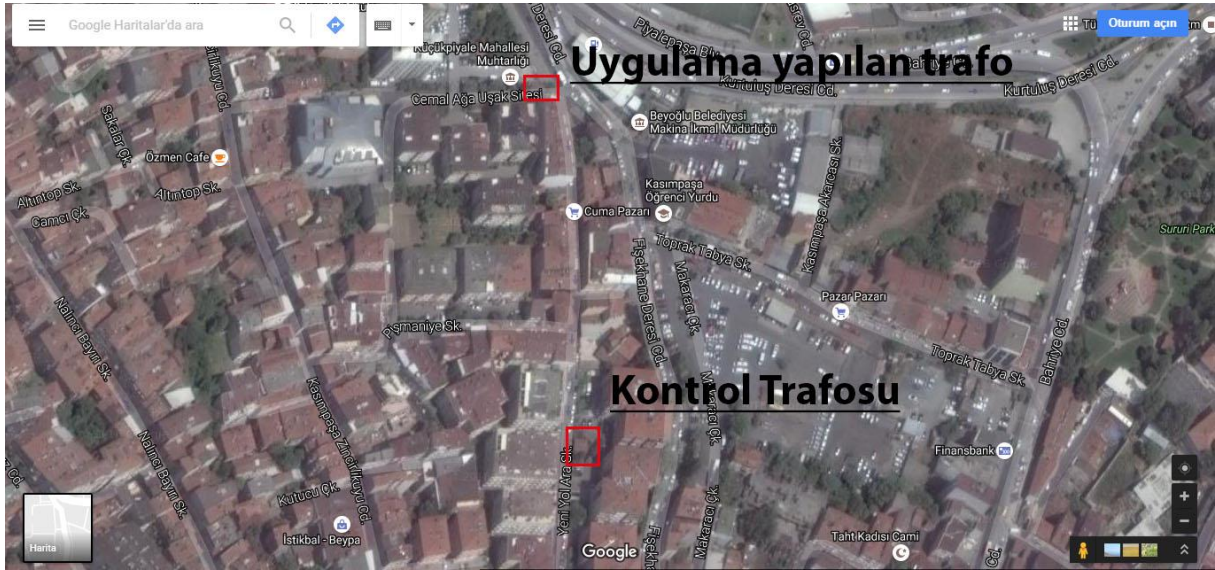
Şekil 7: Uygulama sonrası Beyoğlu'nda 3871 no'lu trafonun maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen sonuçlar

Proje sırasında görülmüştür ki, doğru olarak ASTM C1549 ve ASTM C1371'e göre yüzey değerleri ölçümlenmiş trafoların, ASTM E 1980'e göre hesap yöntemi kullanılarak elde edilen sıcaklık değeri ile gerçekte ölçümlenen sonuçlar arasında çok büyük benzerlikler vardır. Projenin en önemli çıktılarından biri de bu olmuştur. Bu sayede trafo binalarının iç sıcaklıklarının ne seviyede olabileceği matematiksel olarak önceden hesap edilebilir.

Projede yüzeylerin yansıtıcılık ve yayıcılık özellikleri aşağıdaki tabloda verildiği gibi ölçülmüştür.

Sıra No	Bölge	Trafo No	Önceki Ölçümler			Sonraki Ölçümler		
			Reflektivite	Emmisivite	SRI	Reflektivite	Emmisivite	SRI
1	Beyoğlu	3118	0,33	0,88	35	0,78	0,89	97
2	Beyoğlu	3871	0,186	0,87	16	0,81	0,89	101
3	Beyoğlu	3407	0,28	0,89	29	0,75	0,89	93
4	Bayrampaşa	18017	0,341	0,9	37	0,79	0,89	98
5	Bayrampaşa	8627	0,29	0,89	29	0,8	0,9	100
6	Bayrampaşa	8782	0,35	0,89	38	0,82	0,89	103
7	Avcılar	22071	0,33	0,91	37	0,78	0,89	97
8	Avcılar	21487	0,271	0,88	28	0,77	0,88	95
9	Avcılar	22400	0,31	0,9	0,33	0,79	0,9	99
10	Sarıyer	4035	0,19	0,89	17	0,8	0,88	100
11	Sarıyer	4092	0,34	0,89	37	0,79	0,89	98
12	Sarıyer	4038	0,186	0,87	16	0,8	0,9	100

Tablo 2: Trafoların uygulama öncesi ve sonrası yüzey yansıtıcılık ve yayıcılık değerleri



Şekil 8: Birbirine yakın olan uygulama trafosu ile kontrol trafosunun haritadaki durumu

Proje sırasında uygulama yapılan bölgelerde bir de kontrol trafosu bırakılmıştır. Bu kontrol trafosuna hiçbir işlem yapılmamıştır ve bu trafodan alınan değerler, uygulama yapılmış trafoların sonuç değerleri ile karşılaştırılmıştır.



şekil 9: İstanbul Etiler'de trafonun uygulama öncesi çatı görünümü



şekil 10: İstanbul Etiler'de Trafo binası çatısının uygulama sonrası görünümü

Antalya ve Bursa için ise süreç, projede yaşanan gecikmelerden dolayı İstanbul'da izlenen süreçten farklı olarak yönetilmiştir. Bu bölgelerde trafolarla yerleştirilen data loggerlar ile sıcaklık ölçümleri, uygulama öncesi ve sonrası kayıt altına alınmıştır. Bursa'da farklı renkte dış cephe kaplamalarının etkisi kontrol edilmiştir.

12.2. Akdeniz EDAŞ Uygulamaları



Şekil 11: Hüsni Karakaş Mh Sütçüler Cd-Güneş Cd Kesişimi DM Uygulama Anında Görünüm



Şekil 12: Hüsni Karakaş Mh Sütçüler Cd-Güneş Cd Kesişimi DM Uygulama Sonrası Görünüm

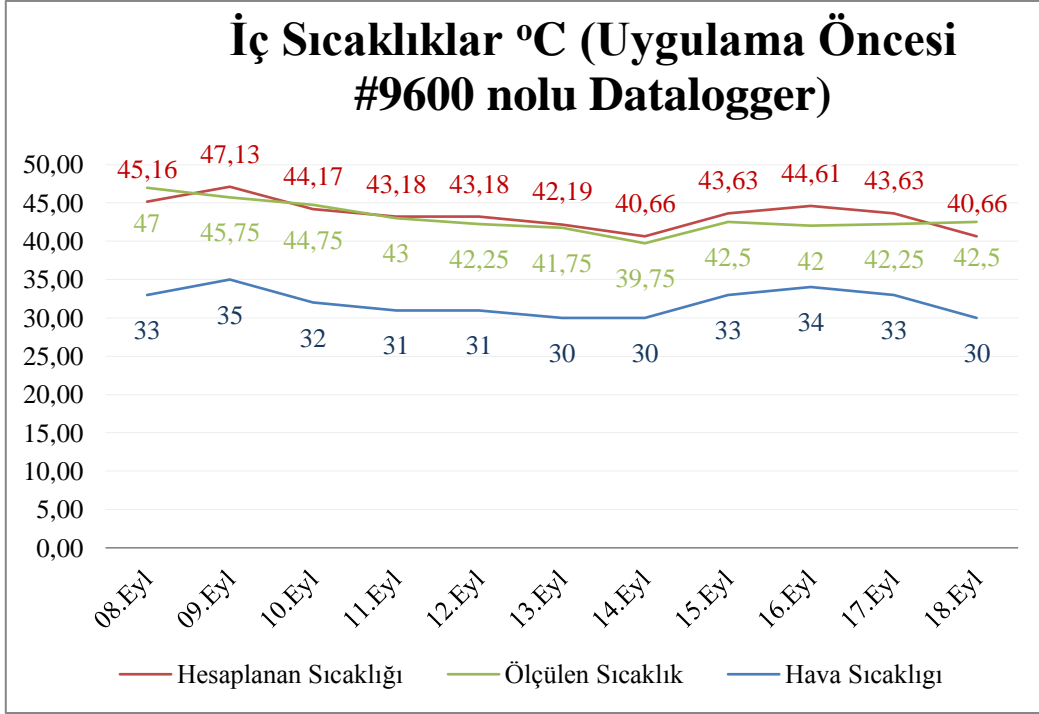


Şekil 13: Yenigün Mh. 1066 Sk. Avşar Simit Karşısı DM Uygulama Sonrası Dış ve İç Görünüm

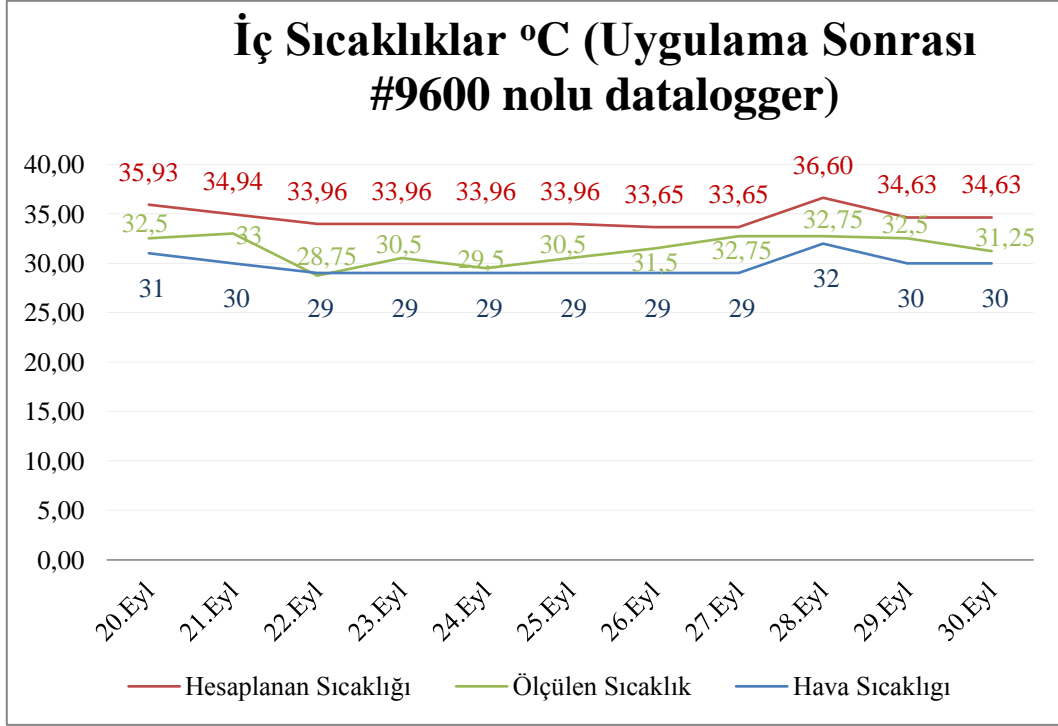
TR NO	TR Adresi	Termometre Seri No	Ölçülen Yansıtıcılık	Emisite vite	Ölçülen Yansıtıcılık	Emisi vite
202085	Altinkum Mh Gazi Mustafa Kemal Bulv-436 Sk Kesişimi	102019601	0,510	0,89	0,861	0,19
542173	Kanal Mh 4736-4737 Sk Kesişimi	102019597	0,311	0,89	0,855	0,19
542166	Zafer Mh 2612 Sk Cumartesi Pazarı Girişi	102019604	0,370	0,89	0,851	0,19
542337	Varsak Karşiyaka Mh 1634 Sk Gürdal Sitesi (Fider 14 1. Bina)	102019599	0,694	0,89	0,822	0,19
541030	Fatih Mh Antalya Bulvarı Yan Yol	102019602	0,630	0,89	0,84	0,19
542160	Zafer Mh Sakarya Bulv. Elemeği Parkı İçi	102019598	0,467	0,89	0,839	0,19
542558	Hüsnu Karakaş Mh Sütçüler Cd-Güneş Cd Kesişimi	102019600	0,315	0,89	0,817	0,19
	Yenigün Mahallesi 1066 Sk. Avşar Simit Karşısı	102019596	0,196	0,89	0,809	0,19
	Konuksever Mahallesi 821-793 Sokak Kesişimi	102019595	0,413	0,89	0,84	0,19
	Memurevleri Mahallesi 205 Sokak Namık Kemal İlköğretim Okulu Yanı	102019593	0,307	0,89	0,836	0,19
	Ermenek Mahallesi Birlik Sokak	102019605	0,69	0,89	0,851	0,19
	Ticaret Meslek Lisesi	102019594	0,459	0,89	0,833	0,19

Tablo 3: Antalya'da trafo binalarının yüzeylerinin uygulama öncesi ve sonrası yansıtıcılık ve yayıcılık değerleri

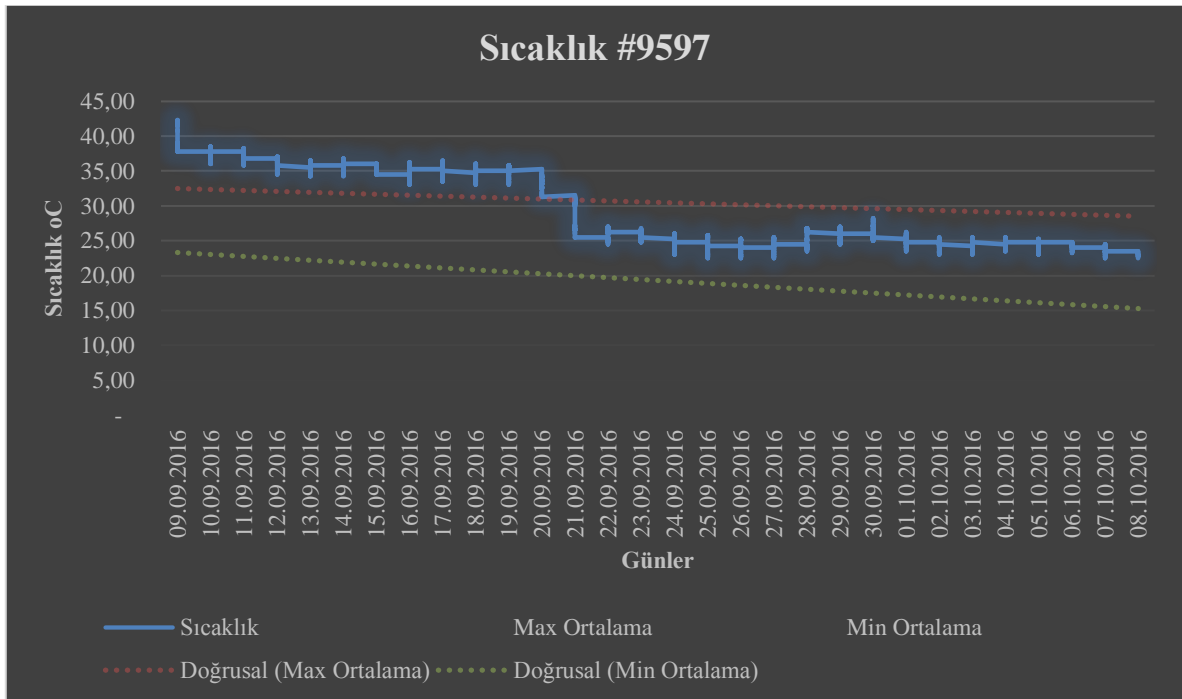
Antalya’da trafo binaları boyanmadan önce ölçülen iç sıcaklık, her gün için ölçülen dış ortam sıcaklığından daha yüksekti. Boyama işlemi yapılan tüm trafoların iç sıcaklıkları, uygulama gününden itibaren günlük dış ortam sıcaklıklarının da altında seyretmiştir.



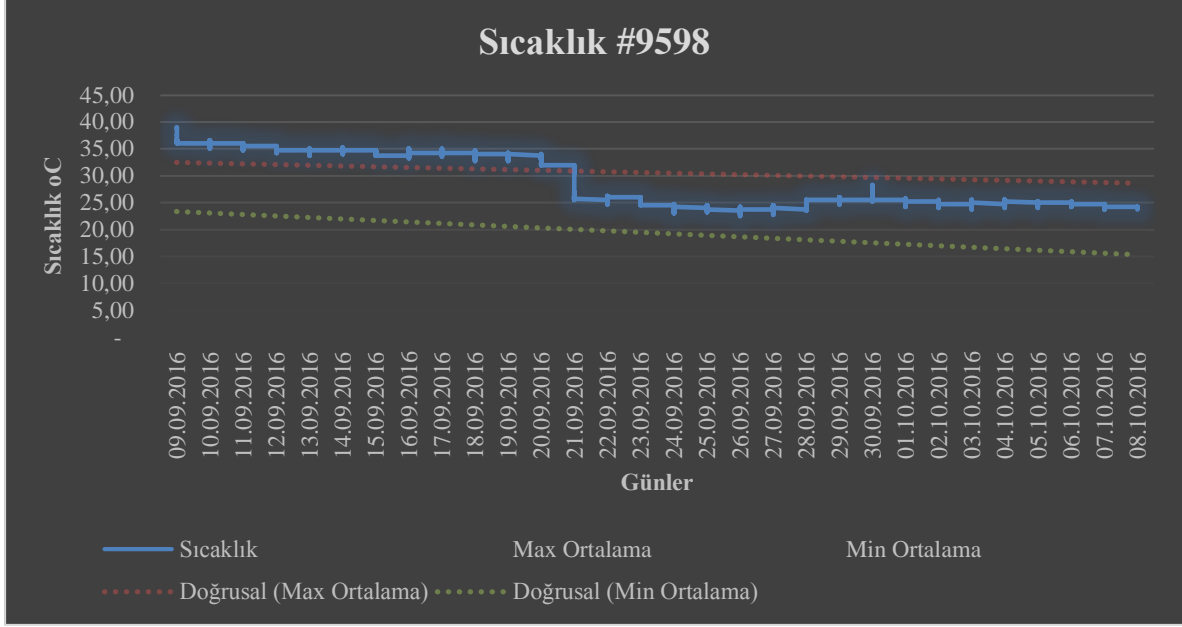
Şekil 11:Uygulama öncesi data logger #9600 günlük maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen sonuçlar



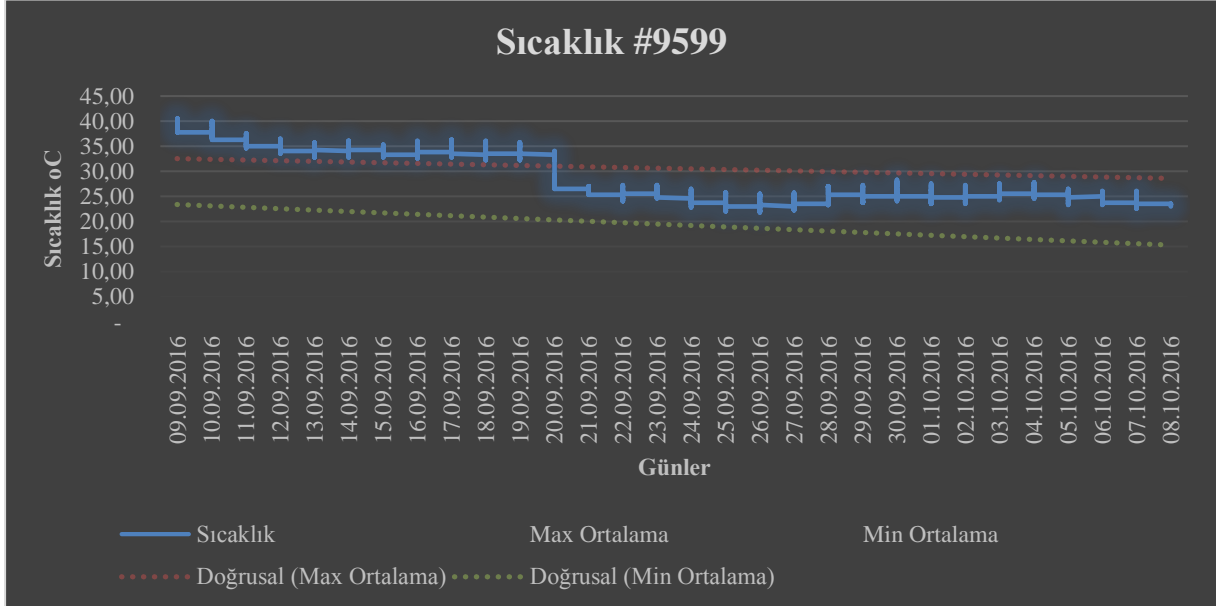
Şekil 12: Uygulama sonrası Data logger #9600 günlük maksimum ölçüm değerleri ile matematiksel hesap yöntemi kullanılarak hesap edilen sonuçlar



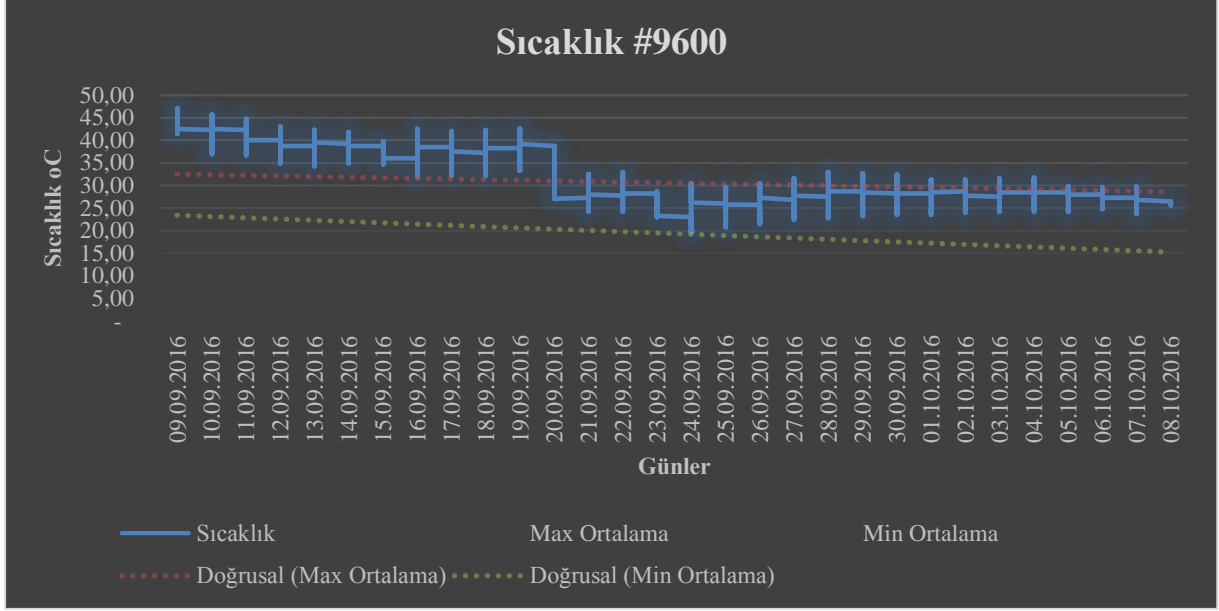
Şekil 13: #9597 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



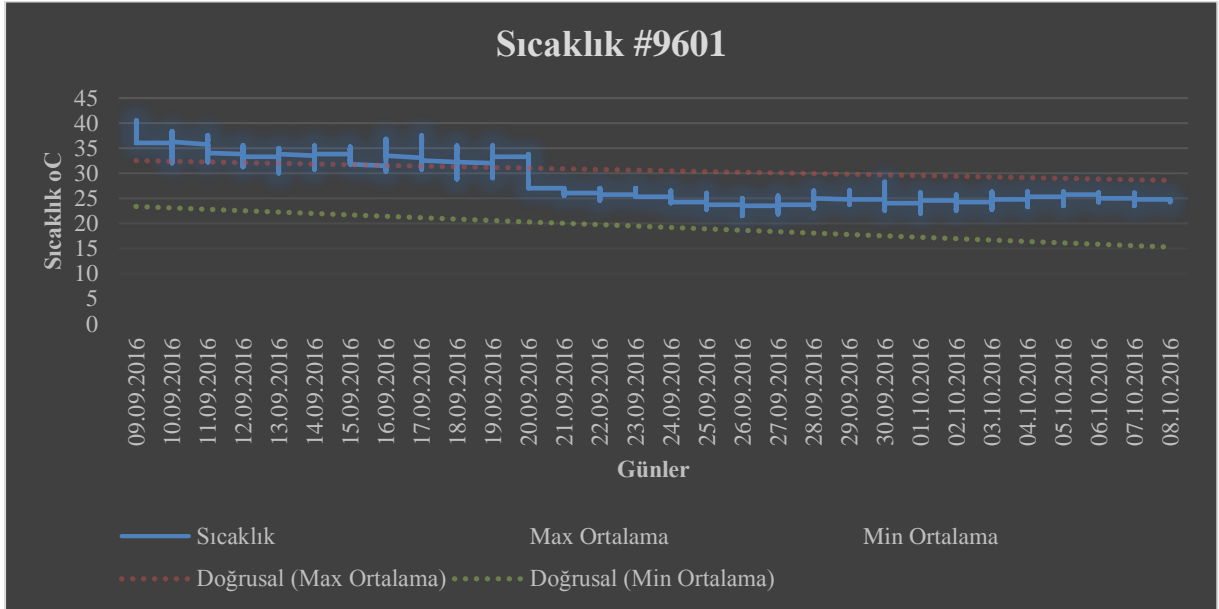
Şekil 14: #9598 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



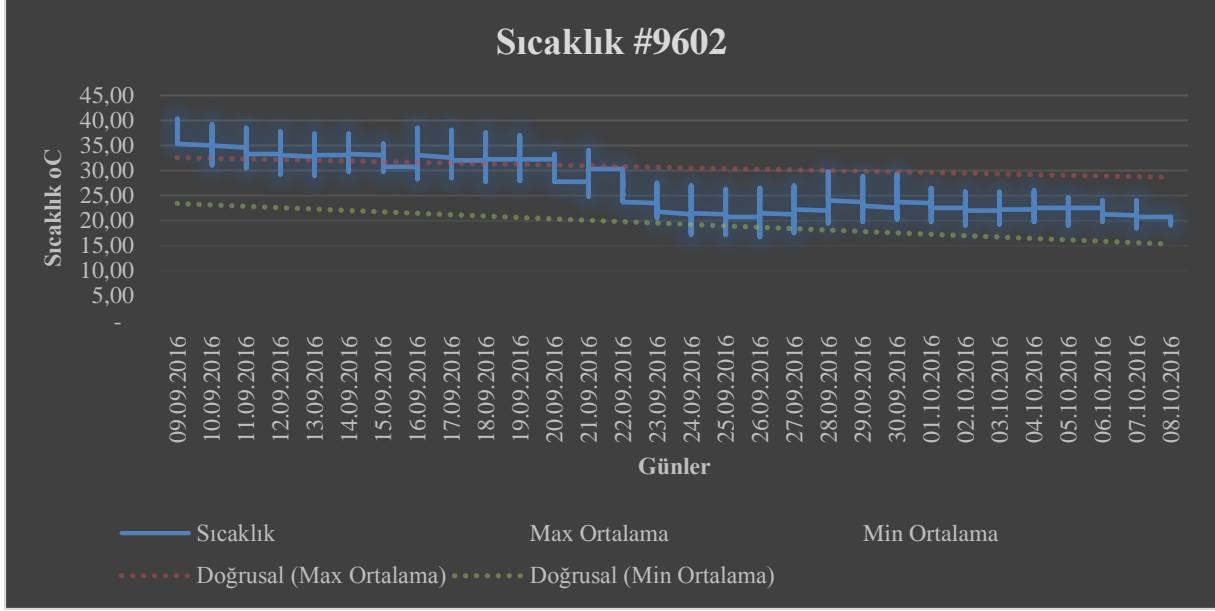
Şekil 15: #9599 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



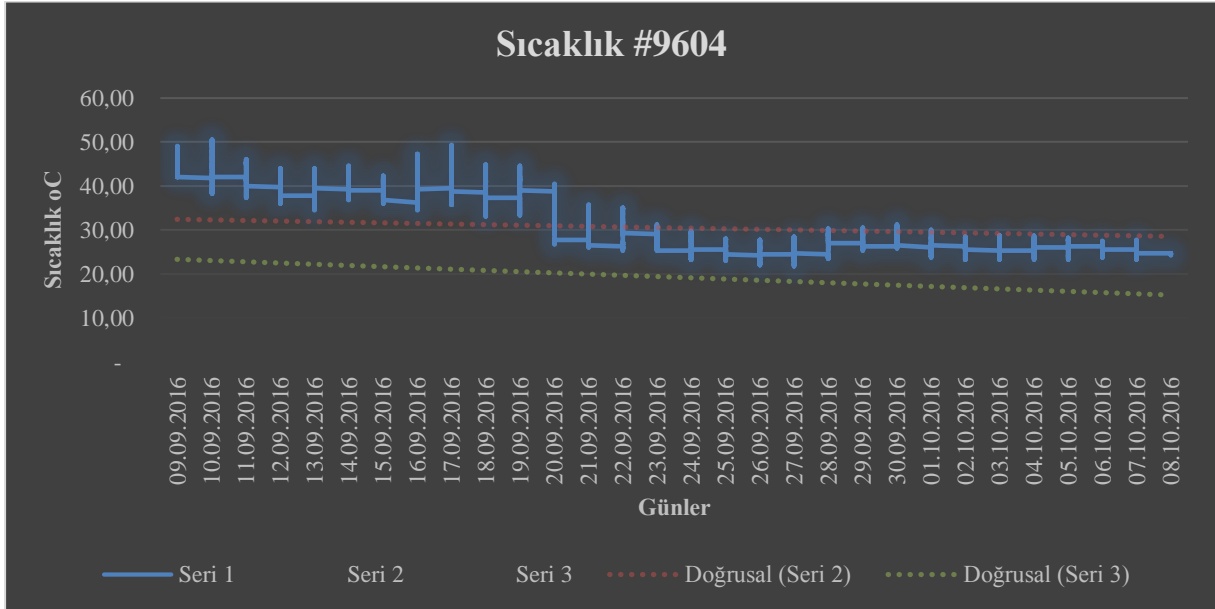
Şekil 16: #9600 no'lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



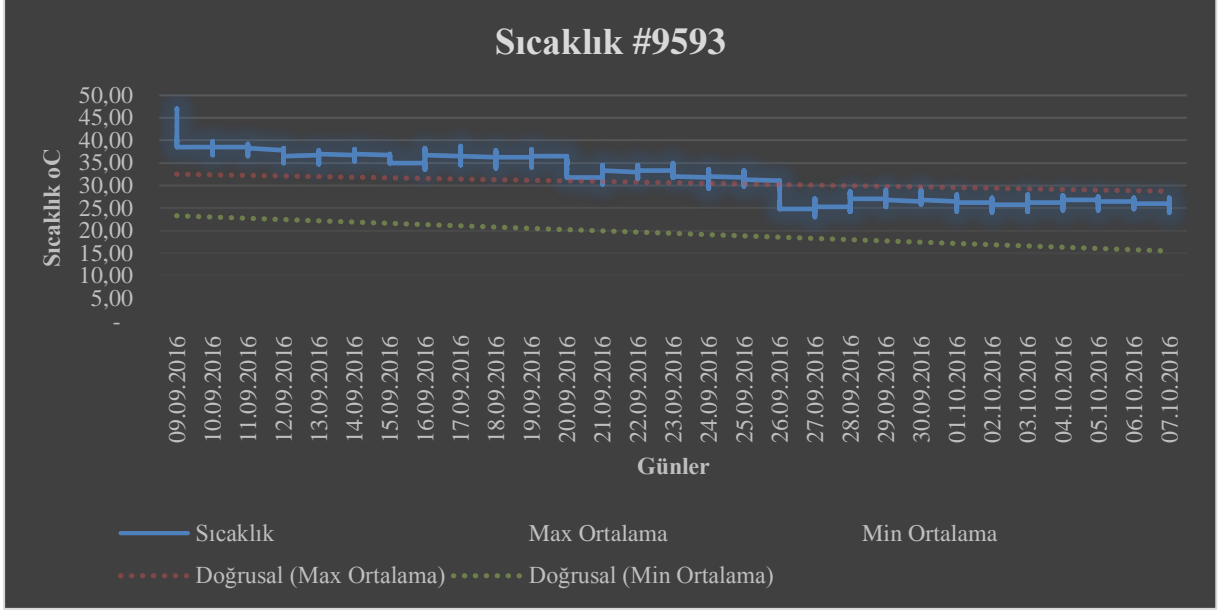
Şekil 17: #9601 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



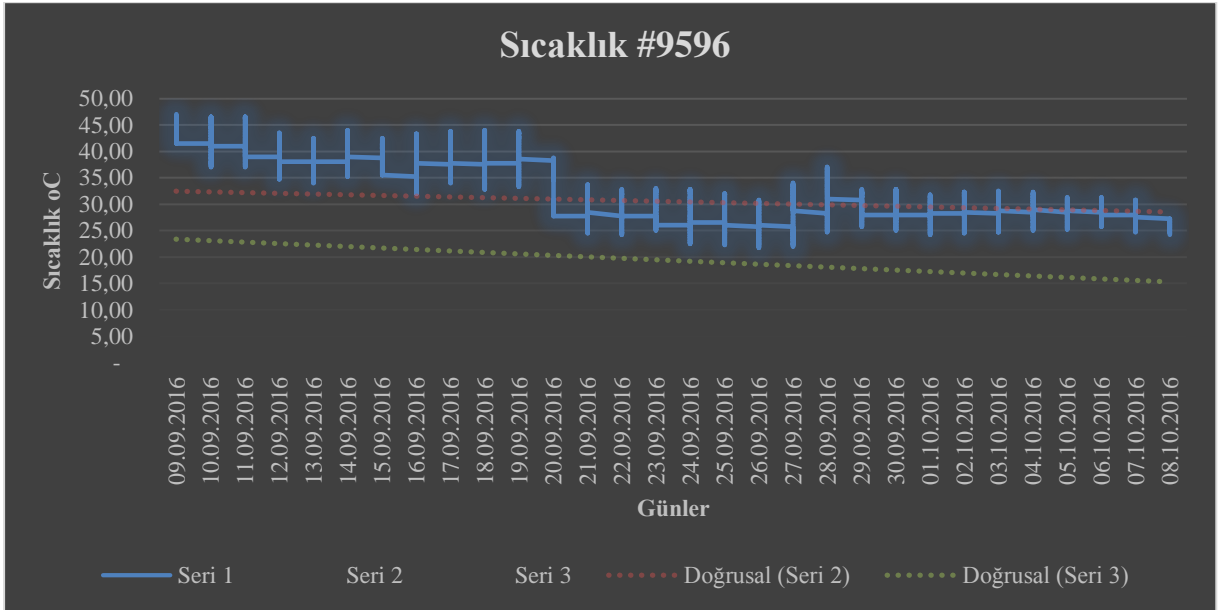
Şekil 18: #9602 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



Şekil 19: #9604 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



Şekil 20: #9593 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri



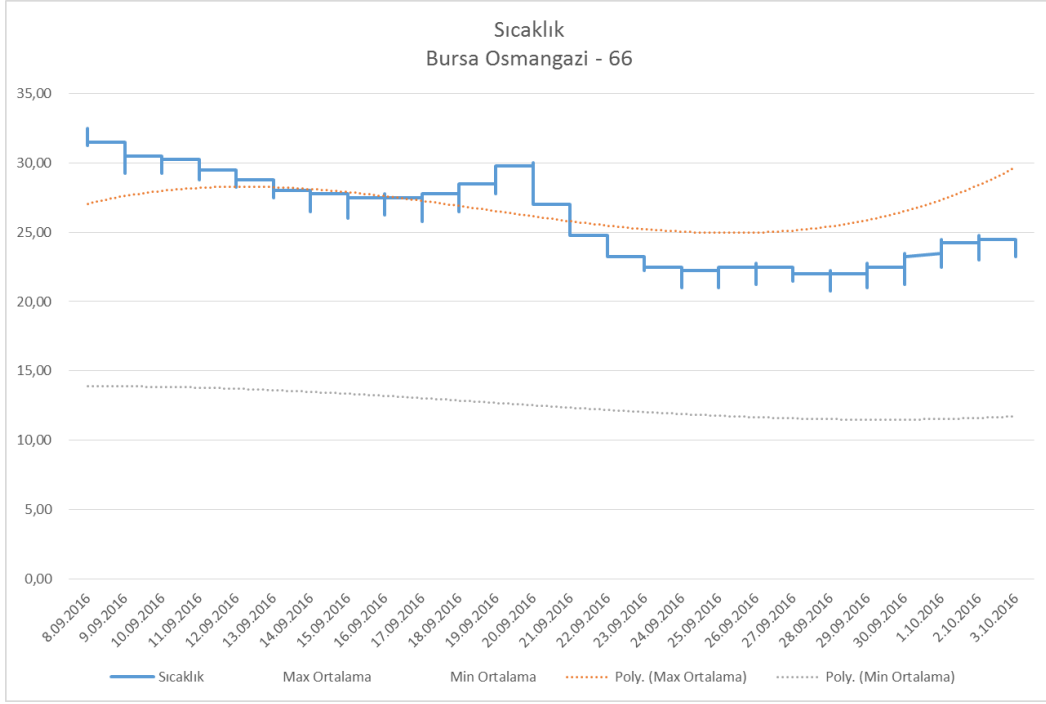
Şekil 21: #9596 no lu istasyonda ölçülen günlük ortalama, maksimum ve minimum sıcaklık değerleri

12.3. UEDAŞ Uygulamaları

Bursa ilindeki çalışma malum olaylardan dolayı meydana gelen gecikmelerden en çok etkilenen bölge olmuştur. İstanbul ilinde Ağustos ayında yapılan ölçümler Bursa'da da, Antalya'da olduğu gibi Eylül, Ekim ve Kasım aylarına kalmıştır. Antalya gibi uzun süren bir yaz mevsimi olmayan Bursa'da sıcaklıkların değişimini her trafoda gözlemlemek mümkün olmamıştır. Bursa ilinde diğer bölgelerden farklı olarak renkli yansıtıcı boyalar denenmiştir. Eylül ayında ölçümlemesine başlanmış olan Osmangazi 66 no'lu trafo, aynı Antalya ve İstanbul ilindeki trafolarda gözlemlenen şekilde davranış göstermiştir. Sıcaklıklar ortam sıcaklığının üzerinde iken, uygulama sonrası iç ortam sıcaklıkları ortam sıcaklığından daha düşük olmuştur. Bu veriden de anlaşıldığı gibi renkli reflektif ürünler de; aynı beyaz renk gibi sonuç vermektedir ve bu ürünler iç ortam sıcaklığının, hava sıcaklığının 5 °C ila 7 °C altına inmesini sağlamıştır.

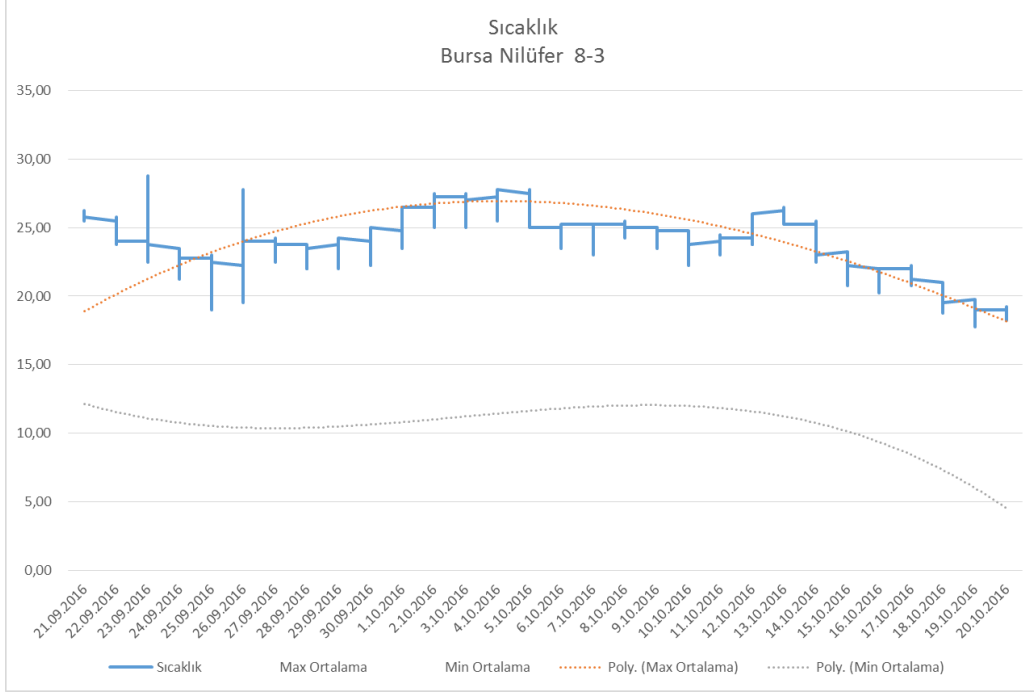


Şekil 22: Osmangazi 66 no'lu trafo renkli dış cephe boyası ve renkli reflektif kiremit boyası ile uygulanmış hali



Şekil 23 Osmangazi 66 no lu trafonun iç ortam sıcaklıklarının ve hava sıcaklığının maksimum ve minimum değerlerinin günlere göre değişimi

Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafoda olduğu gibi, artık günlük maksimum hava sıcaklıklarının 20 °C'nin altına indiği Ekim ayında yapılan ölçümlerde, trafonun boyasının bir yalıtım değeri görülmemiştir. Aslında bu da ince olan izolasyon kaplamasının iç sıcaklığı içeride tutmayıp kaybetmesi demektir ve trafolar için istenilen bir durumdur. İçeride oluşturulan selektif yüzey içeride ısıyı tutmazken, içeride ısının depolanmasını da engellemektedir.



Şekil 24: Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafonun Ekim ayındaki sıcaklık ölçümü



Şekil 25: Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafonun renkli reflektif boyalarla boyanmış hali



Şekil 26: Bursa Nilüfer 8-3 no'lu trafonun renkli reflektif çatı boyası ile boyanmış hali

13. Bütçe – Mali Kısım

13.1. BEDAŞ BÜTÇE –Mali Kısım

Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayılcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi Gerçekleşen Bütçe Tablosu		BEDAŞ Onaylanan Bütçe	BEDAŞ Kullanılan Bütçe	BEDAŞ Kalan Bütçe
1	Personel Maliyetleri (EDAŞ)	100.000,00 TL	49.000,00 TL	51.000,00 TL
2	Seyahat Maliyetleri	20.000,00 TL	- TL	20.000,00 TL
3	Yüklenici Firma personel Maliyetleri (Proje Koordinatörü, Saha Mühendisi ve Teknikerler)	37.500,00 TL	37.500,00 TL	- TL
4	Reflektivite Ölçümü (3 İl X 4 İlçe X 4 Trafo X 2 (Öncesi, Sonrası) 96 Adet Ölçüm x 900 TL)	28.800,00 TL	28.800,00 TL	- TL
5	Emisivite Ölçümü (3 İl X 4 İlçe X 4 Trafo X 2 (Öncesi, Sonrası) 96 Adet Ölçüm x 900 TL)	28.800,00 TL	28.800,00 TL	- TL
6	Numune Trafo Boya Kaplaması (İç Mekan) 36 X 100 kg X 15 USD (USD / TL :3 TL alınmıştır.)	54.000,00 TL	54.000,00 TL	- TL
7	Numune Trafo Boya Kaplaması (Dış Mekan) 36 X 120 kg X 11 USD (USD / TL :3 TL alınmıştır.)	47.520,00 TL	47.520,00 TL	- TL
8	Boya Uygulama İçin Vinç Kiralama	4.000,00 TL	4.000,00 TL	- TL
TOPLAM		320.620,00 TL	249.620,00 TL	71.000,00 TL

Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayılcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi Personel Adam/Ay Tablosu

Personel İsimleri	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
İlker DURSUN	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Murat Can SİNİM	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,80
Yusuf Memduhoğlu	0,16	0,16	0,16	0,16	0,81	0,81	0,81	0,81
Çiğdem AKIN								0,88

13.2. UEDAŞ BÜTÇE

Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayıcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi Gerçekleşen Bütçe Tablosu		UEDAŞ Onaylanan Bütçe	UEDAŞ Kullanılan Bütçe	UEDAŞ Kalan Bütçe
1	Personel Maliyetleri (EDAŞ)	100.000,00 TL	42.016,33 TL	57.983,67 TL
2	Seyahat Maliyetleri	20.000,00 TL	157,24 TL	19.842,76 TL
3	Yüklenici Firma personel Maliyetleri (Proje Koordinatörü, Saha Mühendisi ve Teknikerler)	37.500,00 TL	37.500,00 TL	- TL
4	Reflektivite Ölçümü (3 İl X 4 İlçe X 4 Trafo X 2 (Öncesi, Sonrası) 96 Adet Ölçüm x 900 TL)	28.800,00 TL	28.800,00 TL	- TL
5	Emisivite Ölçümü (3 İl X 4 İlçe X 4 Trafo X 2 (Öncesi, Sonrası) 96 Adet Ölçüm x 900 TL)	28.800,00 TL	28.800,00 TL	- TL
6	Numune Trafo Boya Kaplaması (İç Mekan) 36 X 100 kg X 15 USD (USD / TL :3 TL alınmıştır.)	54.000,00 TL	54.000,00 TL	- TL
7	Numune Trafo Boya Kaplaması (Dış Mekan) 36 X 120 kg X 11 USD (USD / TL :3 TL alınmıştır.)	47.520,00 TL	47.520,00 TL	- TL
8	Boya Uygulama İçin Vinç Kiralama	4.000,00 TL	4.000,00 TL	- TL
TOPLAM		320.620,00 TL	242.793,57 TL	77.826,43 TL

Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayıcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi Personel Adam/Ay Tablosu								
Personel İsimleri	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Barış USLU	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	0,8
Erkan YAŞAR					0,6	0,6	0,6	0,6

13.3. Akdeniz EDAŞ BÜTÇE

Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayıcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi Gerçekleşen Bütçe Tablosu		Akdeniz EDAŞ Onaylanan Bütçe	Akdeniz EDAŞ Kullanılan Bütçe	Akdeniz EDAŞ Kalan Bütçe
1	Personel Maliyetleri (EDAŞ)	100.000,00 TL	51.640,00 TL	48.360,00 TL
2	Seyahat Maliyetleri	20.000,00 TL	- TL	20.000,00 TL
3	Yüklenici Firma personel Maliyetleri (Proje Koordinatörü, Saha Mühendisi ve Teknikerler)	37.500,00 TL	37.500,00 TL	- TL
4	Reflektivite Ölçümü (3 İl X 4 İlçe X 4 Trafo X 2 (Öncesi, Sonrası) 96 Adet Ölçüm x 900 TL)	28.800,00 TL	28.800,00 TL	- TL
5	Emisivite Ölçümü (3 İl X 4 İlçe X 4 Trafo X 2 (Öncesi, Sonrası) 96 Adet Ölçüm x 900 TL)	28.800,00 TL	28.800,00 TL	- TL
6	Numune Trafo Boya Kaplaması (İç Mekan) 36 X 100 kg X 15 USD (USD / TL :3 TL alınmıştır.)	54.000,00 TL	54.000,00 TL	- TL
7	Numune Trafo Boya Kaplaması (Dış Mekan) 36 X 120 kg X 11 USD (USD / TL :3 TL alınmıştır.)	47.520,00 TL	47.520,00 TL	- TL
8	Boya Uygulama İçin Vinç Kiralama	4.000,00 TL	4.000,00 TL	- TL
TOPLAM		320.620,00 TL	252.260,00 TL	68.360,00 TL

Trafo Merkezlerinde Güneş Enerjisini Yansıtan ve Yayıcılığı Düşürülmüş Kaplamalar ile Selektif Yüzey Oluşturulan Isı Kontrolü Projesi Personel Adam/Ay Tablosu								
Personel İsimleri	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım
Atiye TUNÇER	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Saim FİŞEKÇİOĞLU	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Ertuğ BABACAN	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Yusuf TUNÇ	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

14. Sonuç ve Yorumlar

Isıl boya kaplamasının, trafoların iç sıcaklıklarını düşürmekte faydalı olduğu hesaplamalarla ve ölçümlerle görülmüş ve tespit edilmiştir. Proje dosyasında da birçok kez belirtildiği üzere, normal şartlarda trafoların iç sıcaklıklarının, dış ortam sıcaklığından 2°C ile 7°C fazla olduğu gözlemlenmiştir. Sıcaklıklar, OG kısımda trafoya yakın bir yerde, cihazların binanın iç duvarına yapıştırılmasıyla ölçülmüştür. Dış ortam sıcaklıkları ise, ortalama değerler olarak Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra ise, bina iç sıcaklıklarının, ortam sıcaklığının 1°C ile 6°C altında seyrettiği gözlemlenmiştir.



Şekil 27: Trafo İç Görüntüsü ve OG tarafta termometrenin yerleşimi

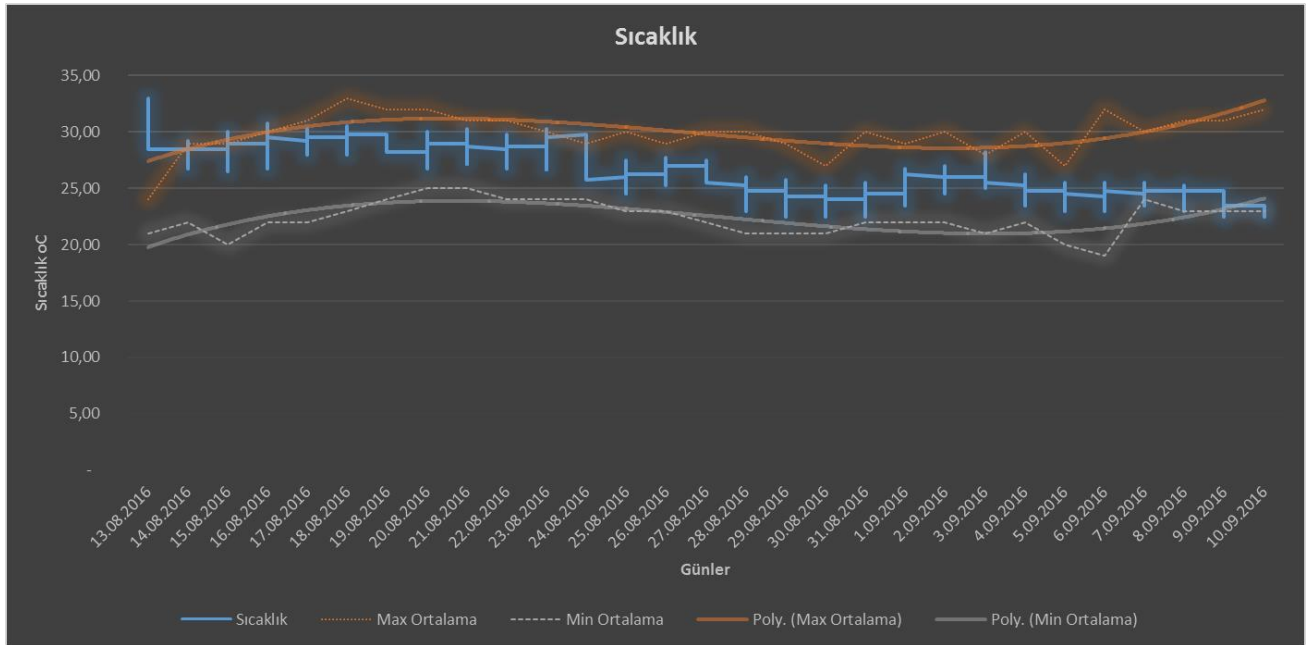
Çalışma sırasında görülmüştür ki; uygulama yapılan trafolar ortam sıcaklıkları limitleri içerisinde kalmışlardır. Bu da kontrol trafosuna göre 8°C-10°C arasında iç sıcaklıklarının düşüşünü göstermektedir. Ayrıca kontrol trafosu, günün en yüksek iç sıcaklık değerlerini, saat 15:00–17:00 arasında verirken, boyalı trafoda günlük en yüksek sıcaklıkların saatleri değişim göstermektedir. Örneğin; 14.08.2016 günü, günün en yüksek sıcaklığı 29.75°C ile saat 19:50'de gerçekleşmiştir. Bunun gibi günün geç saatlerinde ölçülen yüksek sıcaklıklar güneşten dolayı değil trafonun yüklü çalışmasından dolayı oluşmaktadır. Bu veride, kaplamanın gün içerisinde güneş enerjisini yansıttığının ve güneşin gün içerisinde trafoyu ısıtmadığının

göstergesidir. Bu da projede amaçlanan en önemli sonucuna varıldığını göstermektedir.

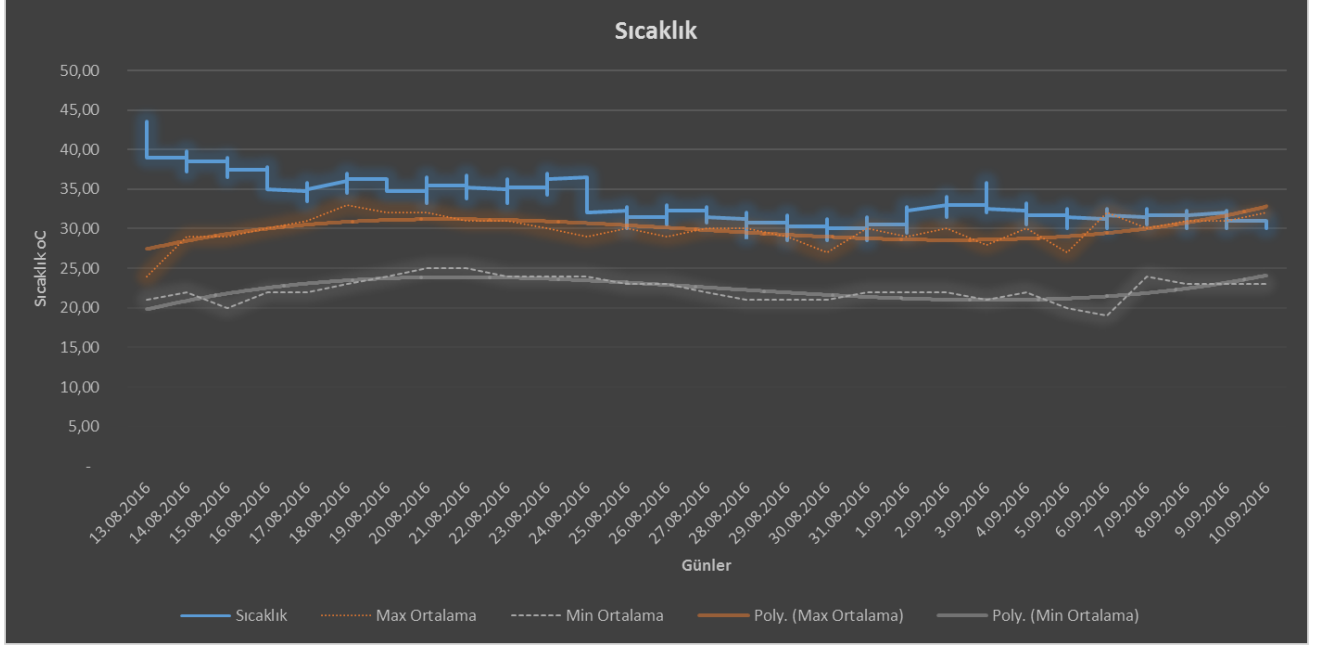
Aşağıda gündüz saatleri dışında elde edilmiş günlük max. sıcaklıklar ve saatleri bulunmaktadır.

Günler	Saat	Sıcaklık (°C)
14.08.2016	19:50	29,75
15.08.2016	20:00	30
20.08.2016	20:53	30
23.08.2016	20:44	30,25
23.08.2016	21:20	30,25
25.08.2016	20:08	27,50
30.08.2016	20:26	25,25
31.08.2016	20:08	25,50
08.09.2016	19:05	25,25

Tablo 4: Günün geç saatlerinde ölçülmüş max. sıcaklıkların tarih ve saatleri



Şekil 28: Uygulama sonrası Beyoğlu Kasımpaşa trafosu sıcaklık değerleri



Şekil 29: Beyoğlu Kasımpaşa kontrol trafosu sıcaklık değerleri

Ayrıca selektif yüzey oluşturmak, içeride oluşan ısının kaybını hızlandırmaktadır. Bu sayede içeride ısı birikmemekte ve diğer izolasyon ürünleri gibi içeride oluşan ısıyı hapsetmemektedir.

Sonuç olarak, iç yüzeyi, reflektif ve yayıcılığı düşük kaplamalarla kaplamak, trafonun güneş tarafından ısıtılmasını engellemektedir. Kaplama ile elde edilen sıcaklık düşüşü ile Güneş'in bu şekildeki etkisinin günlük 8°C – 10°C arasında olduğu görülmüştür. Ayrıca trafoların aşırı yüklendiği saatler, her zaman gündüz saatleri değildir. Kaplama tarzı izolasyon malzemeleri, trafoların bu saatlerde yaydığı ısının diğer izolasyon malzemeleri gibi içeride tutulmasına izin vermemekte ve dışarı atılmasını sağlamaktadır. Aksine bu sıcaklığın hızlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Bu yüzden trafolar için doğru izolasyon sisteminin bu tarz kaplamalar olduğu görülmektedir.

Bu proje ile gerçekleştirilen trafo merkezlerinin iç ortam sıcaklıklarındaki 5°C – 10°C 'lik sıcaklık düşüşü, başta trafolar olmak üzere, tüm şalt malzemelerinin ekonomik ömürlerinin önemli oranda artmasına, daha verimli çalışmasına, arızaların ve teknik kayıpların azalmasını sağlamaktadır. Elde edilen analiz ve sonuçlara göre kazanılan faydalar göz önüne alındığında, bu uygulamanın özellikle aşırı yüklü trafolarında ve güneşlenme süresi yüksek olan yerlerde yaygınlaştırılması tavsiye edilmektedir.

15. Referanslar/Kaynaklar/Atıflar

- 1.) <https://energy.gov/energysaver/thermostats>
- 2.) The Effect of Temperature and Temperature Rise Test of Distributed Transformers, doc. Ing. Jaroslav Lelák, CSc., Ing. Eduard Firický, Ing. Michal Váry, PhD., Ing. Juraj Packa, PhD., Ing. Terézia Skoršepová, ITMS: 26220220077
- 3.) Effect of Loads and Other Key Factors on Oil-Transformer Ageing: Sustainability Benefits and Challenges, Radu Godina, Eduardo M. G. Rodrigues , João C. O. Matias and João P. S. Catalão, Yayın tarihi: 27 October 2015, Yayınlandığı Yer: Energies 2015,8,12147-12186;doi:10.3390/en81012147)