



**BURSA OSMANGAZİ BELEDİYESİ İKLİM
DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE ÇALIŞMALARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rüveyşa Burça TURAN



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BURSA OSMANGAZİ BELEDİYESİ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE
ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

Rüveyşa Burça TURAN

ORCID ID: 0000-0001-5984-4484

Prof. Dr. Feza KARAER

ORCID ID: 0000-0002-2986-0114
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2019

TEZ ONAYI

Rüveyşa B. TURAN tarafından hazırlanan “BURSA OSMANGAZİ BELEDİYESİ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Feza KARAER

Başkan: Prof. Dr. Feza KARAER

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Prof. Dr. S. Sıddık CİNDORUK

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Zeynep PEKER

Bursa Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN

Enstitü Müdürü

06/11/2019

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

08/09/2019

İmza

Rüveyşa Burça TURAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BURSA OSMANGAZİ BELEDİYESİ İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE MÜCADELE ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Rüveyşa Burça TURAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Feza KARAER

Bu çalışmada, iklim değişikliğine uyum sağlamak amacıyla Bursa ili Osmangazi Belediyesi tarafından gerçekleştirilen çevreci projelerin kazançlarını ortaya koyan hesap sonuçlarına yer verilmektedir. İlk olarak, belediyenin merkez hizmet binasına ait karbon salınım miktarları ve karbon ayak izi değerleri hesaplanmıştır. Hesap sonucunda; 2014-2017 yılları arası karbon salınım miktarı toplamda 2.537,03 ton CO₂ bulunmuştur. Karbon ayak izi değeri; 2014 yılında 1,60 ton CO₂/kişi-yıl iken, 2017 yılına gelindiğinde 1,73 ton CO₂/kişi-yıl değerine yükselmiştir. 4 yıllık süreç sonunda atmosfere salınan karbon miktarının ton CO₂ cinsinden %8,12 oranında arttığı tespit edilmiştir. 2009-2014 yılları arasında gerçekleştirilen 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası ile atmosfere salınan karbon miktarının tutulması amaçlanmıştır. Dikilen fidanların 1 yıllık karbon yok etme miktarının “7.275 ton CO₂” olduğu hesaplanmıştır. Buna göre; merkez hizmet binasından 2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte gerçekleşen karbon salınım miktarının yaklaşık 2,9 katı, dikilen fidanlar sayesinde yalnızca 1 yılda tutulmaktadır. İkinci olarak, Bursa’da kamu kurumuna ait ilk yeşil yapı olma özelliği taşıyan Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi’nin güvenli-yeşil bina belgesi alma süreci anlatılmıştır. Müzenin hizmete açıldığı süreç ele alınarak mevsimsel kullanımlar göz önünde bulundurulmuş ve yıllık bazda elde edilen kazançlar ortaya konulmuştur. Her bir teknolojinin sağladığı faydalar göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar sonucunda, yapının ısıtma amaçlı kullanılan doğalgaz harcamalarından yıllık 130.602,28 m³’lük, soğutma amaçlı kullanılan elektrik harcamalarındansa yıllık 344.473,46 kW’lık enerji kazancı elde ettiği görülmektedir. Ayrıntılı açıklamalarına ve hesaplamalarına yer verilen projeler sayesinde; gerek Bursa atmosferine sağlanan faydalar, gerekse enerji kaynaklarının korunması yönünden elde edilen faydalar somut bir şekilde ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, karbon ayak izi, güvenli-yeşil bina, Bursa ili

2019, ix + 141 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

ASSESSMENT OF CLIMATE CHANGE MITIGATION STUDIES OF BURSA OSMANGAZI MUNICIPALITY

Rüveyşa Burça TURAN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Feza KARAER

In this study, in order to adapt to climate change, the results of the environmental projects carried out by the Osmangazi Municipality of Bursa are presented.. Firstly, the carbon footprint and carbon footprint values of the central service building of the municipality were calculated. Account result is 2.537,03 tons of CO₂ carbon emissions between 2014-2017 in total. While carbon footprint value is 1,60 tons of CO₂/person-year in 2014, it increased to 1,73 tons of CO₂/person-year by 2017. After 4 years, the amount of carbon released into the atmosphere tons in terms of CO₂ was found to increase by 8,12%. The 1,000,000 Sapling Planting Campaign conducted between 2009 and 2014 aimed to keep the amount of carbon released into the atmosphere. It was calculated that the amount of carbon destruction of the planted saplings for 1 year was “7.275 tons CO₂”. According to this; 2,9 times the amount of carbon emission from the central service building during the 4-year period between 2014-2017, is kept in only 1 year thanks to the planted saplings. Secondly, the process of obtaining the secure-green building certificate of Bursa Panorama 1326 Fatah Museum, which is the first green building belonging to the public institution in Bursa, is explained. Seasonal uses are taken into consideration by taking into consideration the process in which the museum is opened for service and the annual gains are presented. As a result of calculations made considering the benefits of each technology; yearly energy gain from natural gas used for heating is 130.602,28 m³ and energy gain for electricity used for cooling is 344.473,46 kW. Thanks to the projects that include detailed explanations and calculations; The carbon emissions from the Bursa atmosphere, benefits to Bursa atmosphere and the benefits obtained from the protection of energy resources have been demonstrated in a concrete manner.

Key words: Climate change, carbon footprint, safe-green building, Bursa province

2019, ix + 141 pages.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez hazırlama sürecimde bilgi ve tecrübeleriyle ihtiyaç duyduğum her an bana katkı sağlayan, akademik kariyeriyle ve her anlamda örnek aldığım değerli danışman hocam Bursa Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Feza Karaer'e,

Yüksek lisans tezimin içeriği itibariyle çalıştığım kurumun bilgilerini kullanmama imkan sağlayan ve yüksek lisans eğitimimi destekleyen işyerim Bursa Osmangazi Belediyesi yöneticileri ve çalışanlarına,

Yüksek lisans tezimin yazım aşamasında güvenli-yeşil bina konusunda iş tecrübelerini paylaşan ve katkılarını esirgemeyen değerli iş arkadaşım Makine Mühendisi Ali Eftal Uludağ'a,

Uludağ Üniversitesi yüksek lisans eğitim sürecimde zor zamanlardan geçerken bende saklı bir cümlesi sebebiyle beni yukarı çekmeyi başaran ve her zaman destekleyen tavrı nedeniyle saygıdeğer hocam Bursa Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç Dr. Taner Yonar'a,

Aynı zor zamanları elinden geldiğince benim yanımda olduğunu göstererek paylaşmaya çalışan ve yüksek lisans eğitim sürecimin kolaylaşmasını sağlayan değerli arkadaşım Bursa Uludağ Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü yüksek lisans öğrencisi Kimyager Zerrin Ansen'e,

Hayatımın iyi ve kötü zamanlarının gönülden paylaşımıcısı olan ve dualarıyla beni koruduklarına inandığım sevgili aile büyüklerim anneannem Zöhre Demiral, babaannem Yıldız Turan, amcam Ali Fuat Turan ve yengem Fatma Turan ile halam Semanur Kaplan ve eniştem Aytekin Kaplan'a,

Bana ablalık yapma şansını sunan ve böylece hayatıma renk katan kuzenlerim Ömer Demiral, Ömer Faruk Turan, Kadir Eren Kaplan ve Ezgi İrem Kaplan'a,

Her zaman en iyisini yapabileceğime olan güvenini belli eden sevgili babam Atanur Turan'a,

Her zaman her konuda en iyisini yapmaya çalışmış olan ve bu sebeple her çalışmama, hayatıma ışık tutan sevgili annem Ayten Turan'a,

Sonsuz teşekkürler.

Rüveyşa Burça TURAN
08/09/201

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Kaynak Araştırması.....	5
2.2. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Kaynak Araştırması.....	9
2.2.1. Sürdürülebilir Gelişme ve Yeşil Binalar.....	11
2.2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Yeşil Bina Kavramı.....	16
2.2.3. Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Veri ve Çalışma Alanı.....	27
3.2. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Yöntem.....	31
3.2.1. Osmangazi Belediyesi Merkez Hizmet Binası 2014-2017 Yılları Arası Karbon Ayak İzi Hesap Sonuçları.....	31
3.2.2. Osmangazi Belediyesi Merkez Hizmet Binası 2014-2017 Yılları Arası Karbon Ayak İzi Değişimleri.....	39
3.2.3. Osmangazi Belediyesi Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesap Sonuçları.....	43
3.3. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Veri ve Çalışma Alanı.....	45
3.3.1. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi İçin İlgili Kanun ve Yönetmeliklerden Doğan Yapı İhtiyaçları.....	50
3.3.2. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi İçin Tasarlanan Konfor ve Mimari İhtiyaçlar.....	52
3.3.3. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi İçin Yeşil Bina Sınıflandırması Gereği Ortaya Çıkan İhtiyaçlar.....	58

3.3.4. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Genel Hacimlerinde Kullanılan Sistemler ..	60
3.3.5. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Havalandırma Sistemi Tanıtımı	65
3.3.6. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Gri Su Sistemi Tanıtımı	68
3.3.7. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Otomatik Sulama Sistemi Tanıtımı.....	69
3.4. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Yöntem	70
3.4.1. Isıtma Amaçlı Kullanılan Kaynaklar	73
3.4.2. Soğutma Amaçlı Kullanılan Kaynaklar	86
3.4.3. Isı Geri Kazanım Sistemi	106
4. BULGULAR	112
4.1. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Bulgular	11212
4.2. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Bulguları	1133
4.2.1. Seçilen Mekanik Tesisat Sisteminin Verim Hesabı Bulguları	118
4.2.2. Güvenli-Yeşil Bina Belgesi ve Belge Alım Süreci Sayesinde Elde Edilen Enerji Kazancı Bulguları.....	121
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	126
KAYNAKLAR	1377
ÖZGEÇMİŞ	14141

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
dk	Dakika
Δ	Delta
N ₂ O	Diazotmonooksit
CO ₂ e	Eşdeğer Karbondioksit
ha	Hektar
CO ₂	Karbondioksit
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
kWh	Kilowattsaat
Lt	Litre
CH ₄	Metan
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
µg	Mikrogram
O ₂	Oksijen
sa	Saat
s	Saniye
°C	Santigrat Derece
Sm ³	Standart Metreküp
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TJ	Ton Joule
%	Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
BEP-TR	Bina Enerji Performansı-Türkiye
EPBD	Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi
BREEAM	BRE Çevresel Değerlendirme Yöntemi
LEED	Çevre ve Enerji Tasarımında Liderlik
DGNB	Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
COP	Performans Katsayısı
HAP	Saatlik Analiz Programı
TUOB	Toplam Uçucu Organik Bileşen
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ISO	Uluslararası Standartlar Örgütü
UOB	Uçucu Organik Bileşen

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Sürdürülebilir bina alt bileşenleri	155
Şekil 2.2. AB enerji etkinliği ve çevresel etki sertifikaları	199
Şekil 3.1. Osmangazi ilçesinin Bursa ilçeleri haritasındaki yeri.....	288
Şekil 3.2. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası görünümü	299
Şekil 3.3. Osmangazi Belediyesi 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası görselleri	30
Şekil 3.4. 2014-2017 yılları arası doğalgaz tüketim miktarları.....	399
Şekil 3.5. 2014-2017 yılları arası elektrik tüketim miktarları	40
Şekil 3.6. 2014-2017 yılları arası dizel yakıt tüketim miktarları	40
Şekil 3.7. Panorama 1326 Fetih Müzesi dış mekan görselleri	455
Şekil 3.8. Panorama 1326 Fetih Müzesi sergi salonu ve çini görselleri	466
Şekil 3.9. Panorama 1326 Fetih Müzesi forum alanı görseli	477
Şekil 3.10. Panorama 1326 Fetih Müzesi sinema salonu ve kütüphane görselleri	488
Şekil 3.11. Panorama 1326 Fetih Müzesi süs havuzu ve akış şelalesi görseli	566
Şekil 3.12. Panorama 1326 Fetih Müzesi tematik bahçe görseli	577
Şekil 3.13. Panorama 1326 Fetih Müzesi yeşil çatı görseli	577
Şekil 3.14. Panorama 1326 Fetih Müzesi cam cephe görseli.....	588
Şekil 3.15. Panorama 1326 Fetih Müzesi toplantı salonu görseli	6161
Şekil 3.16. Panorama 1326 Fetih Müzesi kütüphanesi görseli	622
Şekil 3.17. Panorama 1326 Fetih Müzesi genel hacim görselleri	633
Şekil 3.18. Panorama 1326 Fetih Müzesi dış mekan kubbe görünümü ve iç mekan panoramik resim görseli	644
Şekil 3.19. Ashrae standartlarına göre ortamdaki CO ₂ miktarı havalandırma ilişkisi...677	
Şekil 3.20. BEP-TR program çıktısı olan enerji kimlik belgesinde yer alan enerji verileri	71
Şekil 3.21. Yeşil çatı güneş enerji panelleri görseli	766
Şekil 3.22. Güneş enerjisi sistemi şeması	766
Şekil 3.23. Bursa ili güneş radyasyonu alma değerleri	788
Şekil 3.24. Bursa ili güneş alma süreleri.....	788
Şekil 3.25. Isıtma işi için toprak kaynağının kullanımının anlatıldığı sistem akış şeması	844
Şekil 3.26. Bursa ili için aylara göre toprak sıcaklıkları grafiği	855
Şekil 3.27. Bursa ili için derinliğe ve mevsimlere bağlı toprak sıcaklığı grafiği.....	855
Şekil 3.28. Kapalı tip soğutma kulesi örnek çizimi	9090
Şekil 3.29. Süs havuzu ve laminar akış şelalesi görünümü.....	999
Şekil 3.30. Heat recovery ısı pompası giriş ve çıkış bağlantı noktaları	1077
Şekil 4.1. Bina otomasyon sistemi görselleri	1144
Şekil 4.2. Isıtma enerji kaynakları kullanım oranları	120
Şekil 4.3. Soğutma enerji kaynakları kullanım oranları.....	121
Şekil 4.4. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi TSE güvenli-yeşil bina belgesi	122

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Dünya’da yaygın kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri.....	22
Çizelge 3.1. 2014 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	32
Çizelge 3.2. 2014 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	32
Çizelge 3.3. 2014 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları.....	32
Çizelge 3.4. 2014 yılı toplam karbon salınım miktarları	33
Çizelge 3.5. 2014 yılı karbon ayak izi değerleri	33
Çizelge 3.6. 2015 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	34
Çizelge 3.7. 2015 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	34
Çizelge 3.8. 2015 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları.....	34
Çizelge 3.9. 2015 yılı toplam karbon salınım miktarları	35
Çizelge 3.10. 2015 yılı karbon ayak izi değerleri	35
Çizelge 3.11. 2016 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	36
Çizelge 3.12. 2016 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	36
Çizelge 3.13. 2016 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları.....	36
Çizelge 3.14. 2016 yılı toplam karbon salınım miktarları	37
Çizelge 3.15. 2016 yılı karbon ayak izi değerleri	37
Çizelge 3.16. 2017 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	38
Çizelge 3.17. 2017 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları	38
Çizelge 3.18. 2017 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları.....	38
Çizelge 3.19. 2017 yılı toplam karbon salınım miktarları	38
Çizelge 3.20. 2017 yılı karbon ayak izi değerleri	38
Çizelge 3.21. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 yılları arası elektrik ve ısı yoğunlukları karşılaştırması	41
Çizelge 3.22. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 yılları arası karbon salınım miktarları karşılaştırması.....	42
Çizelge 3.23. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 yılları arası karbon ayak izi değerleri karşılaştırması.....	43
Çizelge 3.24. Panorama 1326 Fetih Müzesi mimari bölümleri ve alanları.....	48
Çizelge 3.25. Panorama 1326 Fetih Müzesi iç ortam alanları sıcaklık değerleri.....	54
Çizelge 3.26. Panorama 1326 Fetih Müzesi mahallerinde önerilen kişi sayısına göre önerilen taze hava miktarı değerleri	66
Çizelge 3.27. TSE güvenli yeşil bina iç ortam UOB kriterleri	68
Çizelge 3.28. Isıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı ihtiyaç duyulan saatlik en yüksek enerji miktarı değerleri	72
Çizelge 3.29. Isıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı kullanılan kaynak çeşitleri.....	73
Çizelge 3.30. Isıtma amaçlı ihtiyaç duyulan enerji miktarı değerleri	74
Çizelge 3.31. Güneş panelleri kaynaklı elde edilen aylık toplam enerji miktarı değerleri.....	79
Çizelge 3.32. Toprak kaynağının Nisan, Mayıs, Ekim ve Kasım aylarında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen enerji miktarları	87
Çizelge 3.33. Nisan-Ekim ayları arasında çalıştırılan kapalı tip soğutma kulesinin sağladığı aylık toplam kazanç süreleri	91
Çizelge 3.34. Nisan-Ekim ayları arasında süs havuzu ve şelalede doğal soğutma kaynağı olarak suyun kullanılmasıyla elde edilen aylık toplam enerji kazanç miktarları	100

Sayfa

Çizelge 3.35. Isı geri kazanımından (ısı geri kazanımlı ısı pompası) yıl boyunca elde edilecek olan aylık enerji kazanç miktarları.....	110
Çizelge 4.1. Yıllık ısıtma/soğutma enerji ihtiyacı miktarları.....	115
Çizelge 4.2. Isıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı ihtiyaç duyulan saatlik en yüksek enerji miktarı değerleri	115
Çizelge 4.3. TSE Altın Belge standartlarına uygun tasarlanan enerji kaynaklarından elde edilen enerji kazancı miktarları.....	117
Çizelge 4.4. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi yenilenebilir enerji ve kaynak (doğalgaz-elektrik) kullanılarak tüketilen enerji miktarları	123
Çizelge 4.5. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi yenilenebilir enerji kaynakları kullanımını sebebiyle elde edilen doğalgaz ve elektrik enerjisi kazanç miktarları.....	125



1. GİRİŞ

İnsanoğlu tarafından atmosfere verilen gazların sera etkisi yaratması sonucunda, dünya yüzeyinde sıcaklığın artmasına küresel ısınma deniyor. İklim sisteminde vazgeçilmez bir yere sahip olan sera gazları, güneş ve yer radyasyonunu tutarak, atmosferin ısı dengesini sağlıyorlar. Önceleri dar bir bilimsel çevrede başlayan, daha sonra giderek bilimsel kanıtlarla beslenen olguya göre, özellikle 20. yüzyılda görülen ısınma artışının en önemli sebebi, insan faaliyetleri sonucu üretilen çeşitli gazların atmosferdeki oranlarının beklenmedik ölçüde artmasıdır. Dolayısıyla, ısınmaya yol açan gazların salınım kontrolünün insanın elinde olduğu anlaşılmış ve iklim değişikliğini önleme çabaları, söz konusu gazların çıkış kaynaklarını bulmaya ve denetim altına almaya yönelmiştir. İklim sistemi 18. yüzyıla kadar denge halinde iken sanayi devriminin gerçekleşmesi sonucu bu denge bozulmuştur. Sanayileşme ile fosil yakıtların kullanımındaki artış, artan ihtiyaçların karşılanması için yeni alanların açılmasının yarattığı ormansızlaşma, sanayinin farklı kollarından kaynaklı sera gazlarının atmosfere atılması küresel ısınmanın ortaya çıkışının en büyük kaynaklarıdır.

Atmosferdeki karbondioksit birikiminin değişmesine bağlı olarak iklimin değişebilme olasılığı, ilk kez 1896 yılında Nobel ödülü sahibi İsveçli Svante Arrhenius tarafından öngörülmüştür. Bu öngörü ancak 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün öncülüğünde düzenlenen Birinci Dünya İklim Konferansı'nda duyurulmuştur. Bu da iklim değişikliğine karşı atılan ilk adım sayılır. Bu yıldan sonra birçok uluslararası konferans yapılarak küresel ısınmayla küresel mücadele için adımlar atılmıştır. Bu adımlardan biri de, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi' dir. İklim değişikliğine neden olan sera gazı salınımlarını azaltmaya yönelik eylem stratejilerini ve yükümlülüklerini düzenleyen bu sözleşme günümüzde etkin olan Kyoto Protokolü'nün de zeminini oluşturmaktadır. Haziran 1992' de Rio'da gerçekleştirilen Yerküre Zirvesi'nde (UNCED) imzaya açılan ve Mart 1994' te yürürlüğe giren İDÇS (İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi)'ye, bugüne kadar yaklaşık 185 ülke ve Avrupa Topluluğu taraf olmuştur. Sözleşmenin nihai amacı, "Atmosferdeki sera gazı birikimlerini, insanın iklim sistemi üzerindeki tehlikeli etkilerini önleyecek bir düzeyde durduracaktır". Sözleşmede, ülkelerin ortak fakat farklı sorumlulukları, ulusal ve bölgesel kalkınma öncelikleri, amaçları ve özel koşulları dikkate alınarak, tüm taraflara

insan kaynaklı sera gazı salınımlarının azaltılması, iklim değişikliğinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılması vb. alanlarda ortak yükümlülükler verilmiştir (Anonim 1996).

Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Kyoto Protokolü'ne taraf ülkeler karbon ayak izini minimum %5,2 oranında azaltmaya çalışırken öncelikle azaltım için kurumların emisyonlarını azaltımına yönelmektedir. Bunun için taahhüt altındaki ülkeler bazı işletmelere emisyon salım kotaları koymakta, kotayı her aşan ton.CO₂-e (eşdeğer ton CO₂) için parasal ceza yaptırımları uygulamaktadır. İşletmeler hem bu cezalara maruz kalmamak, hem bu tür bir ceza ile prestij ve marka kalitesini kaybetmemek, hem de bu cezaların yanı sıra kurum ve marka prestijini arttırmak, reklam aracı olarak kullanmak, yatırımcıların dikkatini çekebilmek için de emisyonlarını azaltmaya çalışmaktadır.

20. yüzyılın son çeyreğinden beri, iklim değişikliği çevre sorunları içindeki en önemli konu olmuştur. İklim değişikliği genel olarak belli zaman periyotlarında hava durumunun istatistiksel dağılımındaki değişim olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, özellikle çevre politikaları bağlamında iklim değişikliği ile küresel ısınma sık sık birbiri yerine kullanılmaktadır. Aslında, küresel ısınma Dünya yüzeyindeki ve okyanuslardaki ortalama sıcaklığın artışı ifade etmektedir. İklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın temel nedeni ise atmosfere CO₂ salınımindan ve fosil yakıtların yakılmasından kaynaklı sera etkisidir. Bu sera etkisinin ortaya çıkmasının temel sebebi de atmosferde bulunan su buharı, karbondioksit, metan, azot oksit ve ozon olarak isimlendirilen sera gazlarıdır.

Özellikle son 20 yıldır, iklim üzerine insan etkisinin büyük oranda arttığına inanılmaktadır ve bu durum IPCC raporlarında açık şekilde belirtilmektedir. İnsanoğlunun fosil yakıtları tüketmesinin iklimi ısıtabileceğini 19. yüzyılın sonlarına ortaya atan Svante Arrhenius insan etkisiyle küresel ısınma öngörüsünü kuran ilk bilim adamıdır. 1930'ların sonlarında, Guy Stewart Callendar ilk defa küresel ısınmanın insan etkisiyle gerçekleştiğini iddia etmiştir. 1950'lerde, insanoğlunun çevreyi büyük ölçüde değiştirebilecek gücü olduğu fikri kabul görmüştür. 1970'ler ve 1980'lerdeki asit yağmuru ve ozon tabakasındaki bozulma hakkındaki tartışmalar iklim tartışmalarının başlangıcı olmuştur.

Bu tartışmalar çerçevesinde, iklim değişikliği, tek bir iklim sistemine sahip olunduğu için tüm dünya için geçerli ve tüm ulusları etkileyecek bir mesele olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. 21. yüzyılın başından beri, dünyanın çeşitli bölgelerinde yangınlar, kaynakların kıtlığı, sel, kuraklık gibi çeşitli problemler sıkça yaşanmaktadır. Küresel ısınmanın etkisiyle şiddetlenen bu doğa felaketleri uluslararası güvenliğin pratikleri ve algılamalarını da etkilemiştir.

AB, 1992 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Kyoto sonrası iklim değişikliği müzakereleri sürecinde kilit rol oynamıştır. Aynı zamanda Birlik uluslararası arenada ve birlik içinde kendi emisyonlarını azaltmak için çeşitli önemli kararlar almıştır. Bu bağlamda, özetle, Avrupa Birliği iklim değişikliğinin var olan trendleri, sorunları, gerginlikleri ve istikrarsızları arttıran bir tehdit çarpanı olarak görmekte ve bu bilinçle davranmaktadır (Sağsen 2015).

Emisyon azaltımı için izlenebilecek yöntemler; enerji verimliliği, geri dönüşüm, ağaç dikmek, yenilenebilir enerji kullanımı, karbon salınımı düşük ürün ve hizmetleri tercih etmek, ulaşım tercihlerini değiştirmek, yakıt tercihini değiştirmek, karbon azaltım kredisi almak şeklinde sıralanabilir (UNFCCC 1997).

Bu çalışma ile Bursa kentinde iklim değişikliğine uyum sağlamak amacıyla gerçekteşirilen çalışmalardan örneklere yer verilmiştir. İlin nüfus ve alan bakımından en büyük ilçesi olan Osmangazi'ye hizmet eden ilçe belediyesinin, iklim değişikliğine uyum çerçevesinde gerçekteşirdiği örnek çalışmalar anlatılmıştır. Çalışmalardan ilki, belediyenin merkez hizmet binası karbon ayak izi çalışması olup bu çalışma hesap yöntemleri ve açıklamaalı detayları ile anlatılmıştır. Karbon ayak izi hesabı sonucunda elde edilen veriler, yine ilgili belediyenin gerçekteşirmiş olduğu fidan dikim kampanyası sonucu şehir atmosferine kazanç olarak kattığı verilerle karşılaştırılmış ve kıyaslama yapılarak değerlendirme sonucu açıklanmıştır. İkinci konu başlığında ise iklim değişikliğine hassasiyet göstergesi olarak ele alınması gereken bir diğer konu olan yeşil bina olgusuna değinilmiş ve yine ilçe belediyesinin faaliyete açtığı Panorama 1326 Fetih Müzesi'nin TSE onaylı yeşil bina sertifikası almaya hak kazanma amacıyla yürüttüğü çalışma programı ve detayları anlatılmıştır. Yapı, TSE onaylı güvenli-yeşil bina belgesi almaya hak kazanması amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarından

yararlanmış ve çalışmada bu kaynaklar kullanılarak yapıda sağlanan ısıtma ve soğutma enerjisi kazanç miktarları hesaplanmıştır. Yapının güvenli-yeşil bina özelliği göstermediği hal de ele alınarak elde edilen enerji kazancı miktarı ortaya koyulmuştur.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Kaynak Araştırması

Yeryüzündeki karbon kaynakları binlerce yıldır kararlı idi, ancak günümüzde modern insan aktiviteleri ile büyük artış göstermiştir. Karbon içeren sera gazlarının atmosferdeki bu büyük artışı sonucunda küresel ısınma ve iklim değişikliği etkileri oluşmuştur. Dünya üzerinden yansıyan güneş ışınları, atmosferde bulunan yoğun miktardaki karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), su buharı gibi sera gazları tarafından tutulmakta ve dünyamız böylece ısınmaktadır. Atmosferdeki sera gazları ne kadar çoksa o kadar çok ısı tutulur. Bunun sonucunda Dünya'nın ortalama sıcaklığında yükselme görülür ve iklimler değişir. Kentlerin iklim değişikliğine karşı uyum ve savunma eylem planlarında, ortalama küresel sıcaklık artışlarına neden olan sera gazı salınımlarının yarısından fazlasının (%78) insan kaynaklı olduğu vurgulanmaktadır (Moradi ve Tamer 2017). İklim değişikliği, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nde şu şekilde tanımlanmıştır: "Karşılaştırılabilir bir zaman periyodunda gözlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan ya da dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan bir değişiklik" (Yaylalı 2009).

Atmosferde en çok sera etkisi yapan gazlar karbondioksit (CO₂), metan gazı (CH₄), diazotmonoksit (N₂O), kloroflorokarbon gazları (CFC), ozon gazı (O₃) ve su buharıdır. Karbondioksit havada çok az oranda, % 0 – 0,03 arasında, bulunmasına karşın miktarı ve değişkenliği nedeniyle yaşamsal önemi olan bir gazdır. Havadaki CO₂ miktarı karalar üzerinde denizlerdekinden fazladır ve karalarda şehirler civarında özellikle geceleri bu miktar daha da artar. Çünkü şehirlerde insan ve diğer canlıların sayıları fazladır ve aynı zamanda fabrika ve ev bacalarından çıkan CO₂ oranı yüksektir. Atmosfere karışan karbondioksitin yaklaşık %80–85'i fosil yakıtların (petrol, kömür, doğal gaz) kullanılması sonucunda oluşarak atmosfere karışmaktadır. Mevcut metan gazı salınımının neredeyse yarısı fosil yakıtların kullanımından, atık ve artıkların gömülmesinden, hayvan yetiştiriciliği ve pirinç tarımı gibi insan aktiviteleri sonucu

ortaya çıkmaktadır. Küresel ısınmadaki etki payı %13 kadardır. Atmosfere diazotmonoksit salınımının yaklaşık üçte birine yakın bir miktarı, tarıma açık toprakların kullanımı, kimya sanayi ve büyükbaş hayvan yemleri yapımı sırasında gerçekleşmektedir. Küresel ısınmadaki payı %4'tür. Kloroflorokarbon gazları için doğal kaynak bulunmamaktadır. Spreylerdeki püskürtücü gazlar, soğutucu aletlerde kullanılan gazlar, bilgisayar temizleyiciler, bu gazların başlıca yapay kaynaklarını oluşturmaktadırlar. Küresel ısınmadaki payları %22 oranındadır. Ozon gazı, atmosferin ozon tabakasını oluşturarak hem güneşten gelen fazla ultraviyole ışınlarını emerek dünyanın yaşanabilir bir gezegen olmasında çok önemli bir rol oynarken, hem de sera etkisi olan bir gaz olmasıyla da yeryüzü sıcaklığının belirli derecelerde kalarak canlılara yaşama ortamı sağlamaktadır. Sera gazları içerisindeki payı %7 oranındadır. Su buharının yeryüzüne yakın atmosfer içindeki miktarı çok nadir hallerde yükselir. Küresel ısınmadaki payı %3'tür (Uzel 2015).

İklim değişikliği ve küresel ısınma insanlık tarihinin yaşadığı en yıkıcı felaketlerden biri haline gelme potansiyeline sahiptir. İklim değişikliğinin bazı yıkıcı etkileri hali hazırda gözlemlenebilmektedir. Günümüzde bu problemin çözümü için uluslararası ve ulusal düzeyde çabalar sürmektedir. Bazı istisnai örnekleri haricinde, henüz bu çabaların başarılı küresel sonuçlar getirdiğini söylemek oldukça zordur. Şehirler, hem uyum hem de emisyon azaltma eylemleri için önemi gittikçe artan bir pozisyona sahiptir. Mevcut tüketim alışkanlıkları ve sera gazı emisyonu seviyeleri düşünüldüğünde, kentler bu sorunun önemli bir parçasıdır. Diğer yandan, sundukları birçok fırsat sebebiyle kentler bu sorunun çözümü olma potansiyeline de sahiptir. İklim değişikliği politikaları tarihinde tartışmaların genellikle ulusal taahhütler üzerinde yoğunlaştığı gözlemlenebilir. Ancak, kent ölçeğinde etkili bir eylem gerçekleşmeden devletlerin bu hedeflere ulaşmalarının mümkün olmadığı belirtilmelidir.

İnsanların doğa üzerindeki etkisi Sanayi Devrimi'nden bu yana gözle görülür bir şekilde artmıştır. Takip eden dönemde hava kirliliği, su kirliliği ve beklenmedik hava olayları gibi bazı çevresel problemlerle karşı karşıya kalınmıştır. Doğanın yaşamın devamlılığını sağlayan hizmetlerinin risk altında olduğu gerçeğinin anlaşılması ile beraber, çevre sorunları özellikle 1960 ve sonraki yıllarda uluslararası toplum tarafından tartışılmaya başlanmıştır. Çevre problemleri her ne kadar dünyanın farklı yerlerinde farklı şekillerde

etkisini gösterse de, bu problemlerin ulusal sınırlardan bağımsız olan etkisi, stratejilerin ortak bir mücadele için geliştirilmesi gerekliliğini doğurmuştur.

Birçok çevresel tehdidin içinde iklim değişikliği ve küresel ısınma, insanlık tarihinin bugüne kadar karşılaştığı en yıkıcı facialardan birisine dönüşme potansiyeline sahiptir. Her ne kadar iklim değişikliğinin varlığını sorgulayanlar ve inkâr edenler olsa da, bulgular bu değişimin gezegen üzerinde ciddi ve onarılamaz sonuçlara sebep olacağını göstermektedir. Geçtiğimiz dönemde teknolojinin gelişmesi ile birlikte bilim insanları iklim değişikliğinin sebepleri ve sonuçları üzerine daha çok şey keşfetme fırsatı bulmuştur. Örneğin insan kökenli faktörlerden dolayı atmosferdeki yükselen sera gazı seviyesinin, bugün yüzleştiğimiz küresel ısınmanın temel nedeni olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel göstergeler iklim koşullarında yaşanan bu değişimin, insan kaynaklı etkenler sebebiyle, normalde olması beklenenden çok daha hızlı bir şekilde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bununla beraber iklim değişikliğinin; deniz ve okyanus seviyelerindeki değişimler, sert hava koşulları, sel, sıcak dalgaları, hava kirliliği, su kirliliği ve su kıtlığı gibi bazı yıkıcı etkileri hali hazırda hissedilmektedir. Atmosferdeki sera gazı seviyesini düşürmek ve gelecekte yaşanması beklenen iklimsel olaylara karşı önlem almak için, uygun politikaların geliştirilmesi gerekmektedir (Kocakuşak 2016).

Hükümetlerarası İklim Paneli tarafından yayınlanan tüm raporlara göre küresel iklim değişikliğinin tehlikelerini en yüksek derecede hisseden ülkeler az gelişmiş ve fakir ülkelerdir. Bu gerçek dünya çapında bilinen bir gerçek olsa da, bugün savunmasız ada devletleri ve gelişmekte olan ülkeler, dünyanın önde gelen gelişmiş/sanayileşmiş ülkeleri tarafından desteklenmemektedir (Düzleyen 2017).

Ülkemizde günümüze kadar çok sayıda ciddi iklim değişikliği etkileri yaşanmıştır. Bunlardan bazıları; 2007'de yaşanan kuraklık, 2009'da İstanbul'da ve 2012'de Samsun'da yaşanan sel felaketleri, İstanbul'da görülen hortumlar, Burdur Gölü seviyesinin son 35 yılda 13 m azalması (alanının 226 km²'den 150 km²'ye gerilemesi), Kırşehir'de milli park niteliğindeki korumalı bölge olan Seyfe Gölü'nün günden güne kuruması ve çorak bir toprak haline dönüşmesi şeklinde örneklendirilebilir. Ancak Türkiye'de henüz, iklim değişikliğinin yarattığı ve giderek artan risklerin geleneksel

kalkınma politikaları açısından sonuçları, hükümetlerin ya da özel sektörün yatırım kararlarında net bir faktör olarak hesaba katılmamaktadır (Anonim 2017a).

Türkiye'nin ve Marmara Bölgesi'nin sürekli artan nüfusu ve gelişen ekonomisine paralel olarak, Bursa ili de sürekli büyüme ve gelişme göstermektedir (Anonim 2017b). 2017 yılı il nüfus verilerine göre Bursa nüfusu 2.936.803'tür (Anonim 2018a). Bursa'da, uydu görüntüleri ve sıcaklık verileri kullanılarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, 1984-2014 yılları arasındaki 30 yıllık dönemde, kentsel arazi örtüsünde %20'ye varan artış olduğu, kent yerleşim alanının 6 kat büyüdüğü ve kent nüfusunun 2,5 kat arttığı tespit edilmiştir. Kentin yayılarak büyümesi, başta işyeri ile konut arasındaki ve tüm kentteki ulaşım talepleri ile yolculuk sürelerini etkilemiştir. Kentsel yayılma arttıkça, ulaşım kaynaklı fosil yakıt tüketimleri ve dolayısıyla sera gazı salınımları artmış, kentin çevresindeki orman ve tarım alanları yapılaşarak önemli yutak alanlar (arazi örtüsü) azalmış, yerel iklim değişmiş, sıcaklıklar artmıştır. Bursa ovasının kentsel gelişmesi, 1974-2014 döneminde aylık minimum sıcaklıkların 1,36⁰C artmasına sebep olmuştur. Son 20 yıllık süreçte, ilk 20 yıla göre daha fazla artış (0,93⁰C) olduğu gözlenmiştir (Moradi ve Tamer 2017).

Karbon ayak izi; insan faaliyetlerinin karbondioksit cinsinden ölçülen ve üretilen sera gazı miktarı açısından çevreye verdiği zararın ölçüsüdür. Birimi "kg.CO₂-eşdeğer" veya "ton.CO₂-eşdeğer"dir. Karbon ayak izi kurumlarca; yasal zorunluluklar, kurumsal sosyal sorumluluk, müşteri veya yatırımcı talepleri, pazarlama ve kurum imajı, zorunlu veya gönüllü sera gazı emisyonu azaltımı ve emisyon ticaret mekanizmalarına katılım amacıyla hesaplanmaktadır. Karbon ayak izi iki farklı kategoride incelenebilir; "kişisel karbon ayak izi ve kurumsal karbon ayak izi". Kurumsal karbon ayak izi kurumların yıllık faaliyetlerine bağlı emisyonları gösteren kavramdır. Kurumsal karbon ayak izi üç ana parçadan oluşur; "doğrudan karbon ayak izi (kapsam 1), dolaylı karbon ayak izi (kapsam 2), diğer dolaylı karbon ayak izi (kapsam 3)". Doğrudan karbon ayak izi (kapsam 1), kurumların faaliyetleri için (ısınma veya üretim prosesi için) kullandıkları fosil yakıtlar ve kurumun sahip olduğu araçların kullandığı fosil yakıtların yaratmış olduğu emisyonları; dolaylı karbon ayak izi (kapsam 2), kurumların tükettiği elektrik enerjisinin neden olduğu emisyonlar ile kurumun başka bir kurumdan satın aldığı buhar,

soğutma veya sıcak suya bağlı emisyonları; diğer dolaylı karbon ayak izi (kapsam 3), kurumların kullandıkları ürünlere (örneğin hammaddeden reklam amaçlı broşürlere kadar), aldıkları taşıeron faaliyetlerine, kurumun kiralık araçlarının kullandığı yakıtlara, kurum çalışanlarının iş amaçlı kara, deniz ve hava ulaşımına bağlı tüm emisyonları kapsamaktadır (Eggleston ve ark. 2006).

Bursa Büyükşehir Belediyesi 2014 yılında karbon ayak izi hesabı çalışması yapmıştır. Bu çalışma kapsamında kurumsal sera gazı hesabı için belediye binaları ve tesisleri, sokak aydınlatma ve trafik ışıkları, araç filosu, toplu taşıma araçları, kaçak emisyonlar (klima gazları) ve diğer emisyonlar (uçuşlar) göz önüne alınarak; CO₂ (karbondioksit), CH₄ (metan) ve N₂O (diazotmonooksit) gazları salınım miktarı toplamda 217.744 ton CO₂e olarak bulunmuştur. Aynı hesaplama göre; Bursa ili toplam karbon ayak izi 2014 yılı için 12,8 milyon ton CO₂e'dir. Kentin elektrik tüketimleri %36 ile en büyük sera gazı kaynağıdır. 2014 yılı itibariyle Türkiye'nin karbon ayak izi 460 milyon ton CO₂e ve Dünya'nın karbon ayak izi 43 milyar 130 milyon ton CO₂e'dir. Bu verilere göre, Bursa Büyükşehir Belediyesi kurumsal karbon salınımı tüm Bursa salınımlarının %1,7'sini oluştururken; Bursa ili Türkiye karbon salınımlarının %2,7'sini oluşturur ve Türkiye Dünya'daki karbon salınımlarının %1,06'sını oluşturmaktadır (Anonim 2017a).

2.2. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Kaynak Araştırması

İklim değişikliği insanlığın ortak problemi olduğu gibi her devlet eşit oranda sonuçlarından etkilenmez ve devletlerin sorumlulukları da farklıdır. Bu sebeple iklim değişikliği politikalarını sadece iç politikalarla gözlemlemek doğru değildir. Uluslararası anlaşmalar, platformlar ve yaptırımlar da ülkelerin iklim değişikliği politikalarındaki pozisyonlarını değiştirmektedir.

İklim rejimleri devletlerin bazı ulusal çıkarlarını sağlamak için anlaşma maliyetlerini azaltma, karşılıklı iletişimi ve krediyi sağlama anlamında olanak sağlar. Devletler ve aktörler farklı çıkarlara sahiptir ve iklim değişikliği politikalarında bazı devletler daha esnek politika yapma gücüne sahip değildirler. Global iklim diplomasisine odaklanmak gerekirse, ilk olarak iklim değişikliğine tanım getirmek önemlidir. Kısaca, iklim

değişikliği üzerine birçok tanım yapılmakta olup, kabul değer tanım, uzun bir periyod sonundaki ortalama sıcaklık derecesindeki artışın doğal ya da insan kaynaklı sebeplerle artmasını içermektedir. Şunu söylemek mümkündür ki Sanayi Devrimi sonrasında, ortaya çıkan metan ve karbondioksit gibi zararlı gazların havaya karışmasıyla beraber iklim değişmektedir. Bunların sonucunda, son raporlar göstermektedir ki, iklim değişikliği bağlantılı doğal afetler artmakta, iklim değişikliği tahmin edilemez sel baskınları, fırtına, sıcaklık dalgası gibi sonuçlara sebep olup süregelen insan ve doğa sağlığını tehdit etmektedir. Bu aktiviteler, insanlığı sosyoekonomik olarak etkilemektedir ve bu sebeple uluslararası ilişkiler politikalarında önemli bir yer tutmaktadır.

Almanya ve ABD iklim değişikliği politikalarına daha erken katılım sağlamasına rağmen; ABD uzun bir periyod boyunca iklim değişikliği konusuna bilimsel gerçekliği konusunda şüpheli yaklaşmıştır. Bununla beraber, Türkiye ve Çin'in iklim değişikliği rejimine katılımları çok daha sonra olduğu görülmektedir. Türkiye bu süreçte "bekle ve gör" politikası doğrultusunda ilerlediği anlaşılmıştır. Çin, bu süreçte daha özel bir konuma sahiptir, çünkü 2008'den itibaren Çin Dünya'nın en büyük sera gazı emisyon değerine sahiptir fakat iklim değişikliği politikalarına sınırlı katılım sağlamıştır.

Türkiye'nin iklim değişikliği politikalarına katılımının Almanya ve ABD'nin aksine daha geç olduğu görülmektedir. Ancak Türkiye coğrafi konumu dolayısıyla iklim değişikliğinden etkilenecek bir noktadadır. Türkiye 1980'lere kadar iklim değişikliği politikalarında şüpheli yaklaşmıştır. Net olarak iklim değişikliği bu süreçte raporlarında belirtilmese de kalkınma planlarında ekonomik kalkınma ile sürdürülebilir çevre politikalarının önemi çizilmiştir. Türkiye'nin iklim politikalarında, ilk dönemde Ulusal Çevre Eylem Planı'nın (NEAP) oluşturulmasıyla başladığı görülmektedir. Ulusal Çevre Eylem Planı'yla beraber kalkınma hedefleri çevresel faktörler dikkate alınarak sunulmuş; çevresel kirliliği azaltma, etkilerine hassasiyetin azaltılması hedeflenmiş ve ekonomiyi çevre politikalarıyla beraber kalkındırmanın önemi vurgulanmıştır (Okutan 2018).

Sera gazı emisyonlarının küresel ölçekte artmaya devam etmesi ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin giderek daha fazla hissedilir olması üzerine, gelişmiş ülkelerin bağlayıcı yükümlülükler üstlenmeleri için Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve

Sözleşmesi'ne taraf ülkeler mevcut sözleşmenin niteliğini güçlendirmek amacıyla, Kyoto Protokolü'nü müzakere etmeye başlamışlardır. İki buçuk yıl süren müzakereler sonucunda protokol, sözleşmenin 1997 yılında Kyoto'da yapılan 3. Taraflar Konferansı'nda kabul edilmiş, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Ülkemiz protokole 2009 yılında taraf olmuştur. Protokol'e halen 191 ülke ve AB taraftır (Anonim 2019e).

Mühendisler, ticari, endüstriyel ve kurumsal bina tasarımlarının geliştirilmesinde önemli bir role sahiptirler. Mimarların bina tasarımlarını iyileştirme çabaları mühendisler kadar önemlidir. Tasarımda uzmanlık gerektiren temel hususlar, binaları daha verimli hale getirmek, açık alan geliştirme yerine mevcut altyapıları kullanmak, araçlara bağımlılığı azaltmak, bir topluluk duygusunu teşvik etmek, malzemeleri etkin bir şekilde kullanmak ve tasarımı geliştirmek, korumaktır. Ekosistem ve biyoçeşitlilik yanı sıra tasarımdaki dayanıklılık ve uyarlanabilirlik özelliklerini garanti edilmesi gerekmektedir.

2007 yılında yeşil strateji ve sürdürülebilirlik ilkelerinin etkileri için Türkiye Yeşil Binalar Birliği ÇEDBİK (Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği) kurulmuştur. Yeşil binaları teşvik etmek ve farkındalık yaratmak için pilot projelerle eğitim programları uygulanmıştır.

Türkiye, küreselleşmenin gelecekteki etkileri ile ilgili önemli değişiklikler yapmak için modern teknolojilerin yeniliklerini kullanmaya başlamıştır. Enerji kaynaklarını modernize ederek ekonomik gelişmelere ulaşmak için birkaç adım atılmıştır, çözüm uyarlaması yapılmıştır. ABD Yeşil Binalar Konseyi (USGBC) yıllık raporuna göre, Türkiye yeşil bina sertifikalandırma sistemlerinin uygulanmasında dokuzuncu sırada yer almaktadır (Said 2017).

2.2.1. Sürdürülebilir Gelişme ve Yeşil Binalar

Hızla artan dünya nüfusu ve doğal kaynakların bilinçsiz tüketimi, başta çevre kirliliği olmak üzere, küresel ısınma, iklim değişikliği, biyoçeşitliliğin azalması, ozon tabakasının zarar görmesi ve doğal kaynakların tahribi gibi birçok ekolojik soruna neden olmaktadır. Ekolojik sorunlar, ekonomik ve toplumsal sorunları da beraberinde getirmektedir. 1960'lı yıllarda başlayan çevre kaygısı ile çevresel sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmış, 1980'li yıllarda ise sürdürülebilirlik kavramı genişlemiştir.

Tanımı genişleyen sürdürülebilirlik kavramı gün geçtikçe daha çok önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla tüm sektörler çözüm arayışı içine girmiştir.

Yapı sektörü, doğal kaynakların kullanımı ve enerji tüketimi ile ekolojik dengenin bozulmasında önemli rol oynamaktadır. Öyle ki, dünyada tüketilen enerjinin %50'si ile tüketilen suyun %42'si bina yapımında veya kullanım süreçlerinde harcanmaktadır (Arslan 2015). İnşaat sektörü ayrıca, sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin de %24'ünden sorumludur (Şermet ve Özyavuz 2017). Ayrıca yapılan araştırmalara göre bina yapımı sebebiyle doğadan elde edilen hammaddelerin %50'si kullanılmakta ve dünya üzerinde oluşan katı atıkların %50'si bina sektörü sebebiyle oluşmaktadır (Çelik 2009).

Bu rakamlar göz önüne alındığında inşaat sektörünün sürdürülebilirliğinin sağlanmasının önemi anlaşılmaktadır. Bu sorunların önüne geçilebilmesi için, inşaat sektöründe su ve enerji kullanımı ile atık ve kirliliğinin azaltılması; yapı malzemelerinin verimliliği ve bina konforunun artırılması gerekmektedir. Yeşil bina kavramının ortaya çıkışı da işte bu noktada başlamaktadır. Yapıların çevre dostu uygulamalarını desteklemek, sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla yeşil bina sertifika sistemleri geliştirilmiştir (Şermet ve Özyavuz 2017).

Yeşil ekonomiler özellikle 20. yüzyılın sonlarına doğru hem akademik çalışmalarda hem de düzenlenen uluslararası toplantıların ardından oluşturulan nihai metinlerde kendisine sıklıkla yer bulmaya başlamıştır. Yeşil ekonomiler; kaynakların nesiller boyunca adaletli kullanımının sağlandığı, sosyal ve ekonomik etmenlerin en az çevresel etmenler kadar kapsayıcılık ilkesi ışığında konu edindiği yapılardır (Duman 2015).

Dolayısıyla yeşil bina kavramı ilk başta akla geldiği üzere sadece bina içinde çevre dostu uygulamalar anlamına gelmemektedir. Sürdürülebilir veya yeşil olarak adlandırılan şehirlerin en küçük biriminin binalar olması ve yeşil uygulamaların çıkış noktası enerji etkin binalar olmasından dolayı çevreci uygulamaya yeşil bina denmektedir. Asıl amaç ekolojik, ekonomik ve sosyal kaynakların gelecek nesillere aktarılmasını sağlamak, yaşanılabilir bir çevre oluşturmaktır. Binalara yeşil bina ünvanı; doğal kaynakların kullanımı, arazi seçimi, su ve enerji tüketimi, malzeme kullanımı,

tasarım, kirlilik, konfor gibi konularda belirlenen ölçütler baz alınarak verilmektedir (Şermet ve Özyavuz 2017).

Küresel enerjinin yaklaşık üçte birini tüketmesi nedeni ile toplam sera gazı emisyonunun en büyük sorumlusu olan bina sektörünün, çevre üzerindeki olumsuz etkileri de (karbon ayak izi) büyüktür. Son 40 yılda binalarda enerji tüketimini azaltan tasarım stratejileri ve teknolojiler bağlamında pek çok deney ve uygulama yapılmış, önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Örneğin; net sıfır karbon binalar, pasif evler, artı enerji binaları, yüksek performanslı yeşil binalar gibi çeşitli uygulamalar dünyanın değişik ülkelerinde devam etmektedir. Ancak ne yazık ki geleceğin norm binaları olması beklenen yeşil binaların pek çok ülkedeki gelişim çizgisi henüz başlangıç evresindedir (Utkutuğ ve Utkutuğ 2012).

1990’lardan beri hayatımıza girmiş bir kavram ve yapım işleyişi olan yeşil bina hareketi her geçen sene artarak daha yaygın hale gelmektedir. Bu tarz binalarda, içerisinde kullanılan malzemeden çevresindeki binaların etkisine kadar her bileşenin toplam yaşam döngüsü göz önünde bulundurularak tasarlanmaya ve işletilmeye çalışılmaktadır. Ancak, bu tarz yaklaşımları sürdürülebilir kılmak için, farklı mesleklerin ve katılımcıların işbirliği sürekli olarak gereklidir (Tatar 2018).

Yeşil bina; bina inşaatı, inşaat malzemelerinin kullanımı, bina sisteminin işlevselliği, performans, enerji ve su verimliliği, iç mekan kalitesi, hava kalitesi, ısı konfor, aydınlatma, alan rahatlığı, atık yönetimi, hava emisyonları, su yönetimi ve kullanıcı ihtiyaçlarındaki değişim ve yolcu taşımacılığı için seçenekler bakımından uyarlanabilirliği içerir. Yeşil bina prensiplerinin kullanılması, çevresel zararları azaltma imkanı sunar. Çevre mühendisleri ve enerji ekonomistleri tarafından, şirketlerin ekonomik büyümesinin korunurken karbon salınımının azaltılmasının da önemli olduğu açıklanmaktadır. Sağlıklı bir çevrenin güçlendirilmesinin ve ekolojik sistemlerin de dahil olduğu yeşil binaların uygulanmasının sağladığı çeşitli avantajlar vardır (Said 2017).

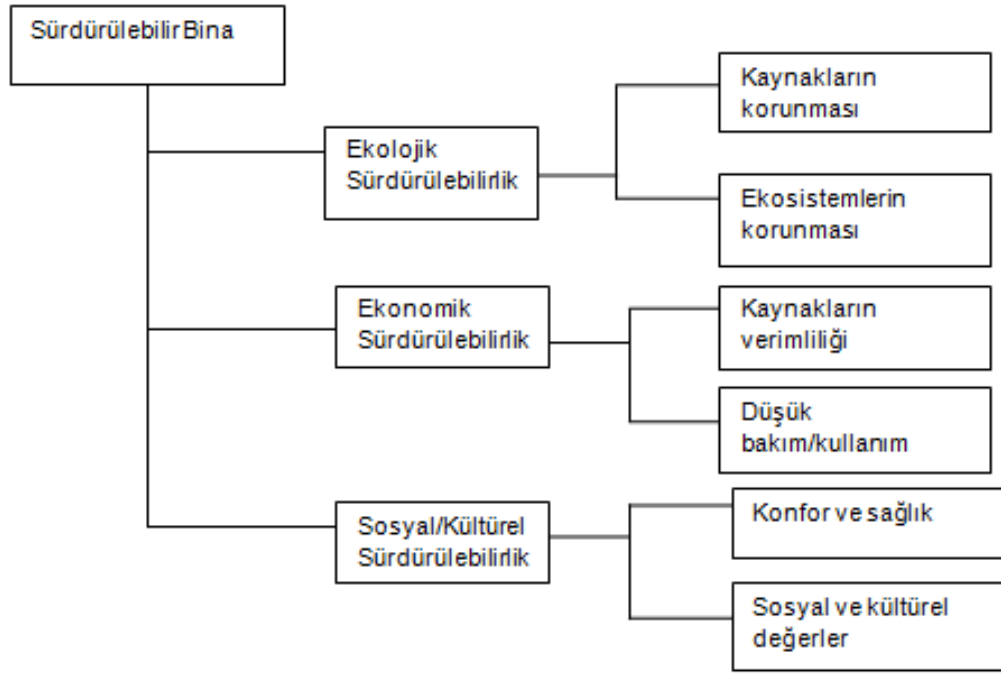
Yeşil bina uygulamalarının hedefini; enerji, su ve diğer kaynakların verimli bir şekilde kullanılması, kullanıcı sağlığının ve üretkenliğinin geliştirilmesi ile yeni iş alanlarının yaratılması oluşturmaktadır. Dünyada enerjinin yaklaşık üçte birini binaların kullanması

sebebiyle; binalardaki enerji tüketimleri küresel ısınmaya neden olmaktadır. Binaların kaynakları nasıl kullandığının, kişileri nasıl etkilediğinin ve çevreye nasıl zarar verdiğinin fark edilmesiyle birlikte, yeşil bina yaklaşımı dünya çapında yayılmaya başlamıştır. Yeşil binalar, binaların çevresel izlerini en aza indirmek, binalarda yaşayanların ve çalışanların sağlığını korumak için tasarlanmaktadır (Alkibay ve ark. 2012).

Sürdürülebilir kalkınma ibaresi, resmi olarak ilk kez 1987’de Gro Harlem Brundtland (Norveç’in ilk kadın başbakanı) tarafından Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu için hazırlanan “Ortak Geleceğimiz” raporunda tanımlanmıştır. Bu rapora göre insanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir. Sürdürülebilir gelişme ise, bugünün gereksinimlerini gelecek kuşakları kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden mahrum bırakmamak koşuluyla karşılamak olarak tanımlanmaktadır. Yeşil bina, başka bir deyişle sürdürülebilir bina, kısaca sürdürülebilir kalkınmanın yapı sektörüne yansımaları olarak özetlenebilir (Bourdeau 1999).

Yeşil yapılar doğal ışık ve iyi bir iç mekan hava kalitesiyle kullanıcıların sağlığını ve üretkenliğini korur ve geliştirirken, yapım ve kullanım sırasında doğal kaynakların tüketimine duyarlıdır, çevre kirliliğine neden olmaz, yıkımından sonra diğer yapılar için kaynak oluşturur ya da çevreye zarar vermeden doğadaki yerine geri döner (Sev 2009).

Yeşil binalarda, sürdürülebilir gelişmenin üç alt bileşeni öne çıkmaktadır. Bunlar ekolojik sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve sosyal/kültürel sürdürülebilirliktir. Şekil 2.1’de sürdürülebilir bina için alt bileşenler gösterilmiştir. Sürdürülebilir bina üretiminde, doğal kaynakların ve ekosistemin korunması ekolojik sürdürülebilirliği; kaynakların verimliliği, bina bakım ve kullanım maliyetleri ekonomik sürdürülebilirliği; kullanıcı konforu ve sosyal değerlere verilen önem ise sosyal/kültürel sürdürülebilirliği ifade eder (Arslan 2015).



Şekil 2.1. Sürdürülebilir bina alt bileşenleri

Sürdürülebilir binanın ana hedefleri; esnek ve değişen koşullara uyum sağlayabilen ve uzun kullanım ömrü olan bina tasarımı, enerjinin verimli kullanımı, kaynakların etkin kullanımı, atıkların azaltılması, temiz su kaynaklarının korunması, zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması, sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirilmesi, sağlıklı iç mekân hava kalitesi sağlanması, biyolojik çeşitliliğin korunması olarak sıralanabilir (Anonim 2004).

2030 yılı için Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC-Intergovernmental Panel of Climate Change) tarafından yapılan tahminler, binaların neden olduğu CO₂ emisyonlarının küresel CO₂ emisyonlarının yaklaşık üçte birini bulacağı yönündedir. Fosil tabanlı yakıtların aşırı tüketiminin en önemli olumsuz etkisi sera gazı emisyonları olmakla birlikte; diğer olumsuz etkileri hava ve çevre kirliliği, sağlık sorunları gibi başka sorunlara da neden olmalarıdır. Yaklaşık üç milyar insan pişirme ve diğer enerji gereksinimleri için biyoyakıt ve kömür kullanmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerdeki konutlarda katı yakıtların kötü yanması ve havalandırma koşullarının yetersizliğinden kaynaklanan iç ve dış ortam hava kirliliği, ciddi sağlık sorunlarına ve ölümlere yol

açmaktadır. Hava kirliliğine bağlı zatürre ve tüberküloz gibi akciğer enfeksiyonları, küresel ölçekte yıllık ölümlerin %11'ini oluşturmaktadır.

Geleneksel konut maliyetini karşılayamayan, ekonomik gücü yetersiz geniş halk yığınları için erişilebilir yeşil konutların gerçekleştirilmesi zordur. Ancak yapılan analizler, yeşil özellikler taşıyan sosyal toplu konutların geleneksel olanlardan daha yüksek inşaat maliyeti gerektirdiğini doğrulamamaktadır. Buna ek olarak, yeşil toplu konutlar yapım aşamasında daha yüksek maliyetli olsa dahi, bina ömrü boyunca su, enerji vb. tüketiminden sağlanacak tasarruflar zamanla dönüşecektir. Eğer mali olarak erişilebilirliği sağlanırsa, binaların yeşilleştirilmesi yoksul kesimi daha iyi yaşam koşullarına kavuşturacaktır denebilir (UNEP SBCI 2010).

2.2.2. Dünya’da ve Türkiye’de Yeşil Bina Kavramı

Dünya’da şehirlerin toplam nüfusu, 20. yüzyılın başında dünya nüfusunun %15’ine tekabül edecek şekilde 200 milyon kişiyken, 21.Yüzyılın başında %50’sine tekabül edecek sayı olan 2,9 milyar kişiye ulaşmıştır. 19. yüzyılın sonlarından itibaren kentlerdeki nüfus artışı ve insan faaliyetleri, kentlerde sıcaklık artışına sebep olmuş ve beraberinde küresel ısınmayı getirmiştir (Chen ve ark. 2006). 20. yüzyılda özellikle İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra gittikçe artan hızlı ve plansız kentleşme, endüstriyel gelişme ve kontrolsüz nüfus artışı ekolojik dengenin bozulmasına ve enerji kaynaklarının tükenmesine neden olmuştur. Doğal ve yapay çevre arasındaki dengenin bozulması ile enerji kavramları sorgulanmaya başlanmış ve sürdürülebilirlik kavramı doğmuştur (Dikmen 2011).

Dünyada enerji tüketimi 1980’den bu yana %45 oranında artmıştır ve gün geçtikçe artmaya devam etmektedir. 2030 yılında bu artışın %70’ten daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Avrupa kentleri incelendiğinde, toplam enerji tüketiminin %40’ının binalardan kaynaklandığı gözlenmiştir (Anonim 2018f).

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change) 4. Değerlendirme Raporu’na göre 2050 yılından önce, Akdeniz havzasında yer alan ülkelerde yılda 3 hafta daha az ısıtma ihtiyacı olacak, ancak soğutma ihtiyacı

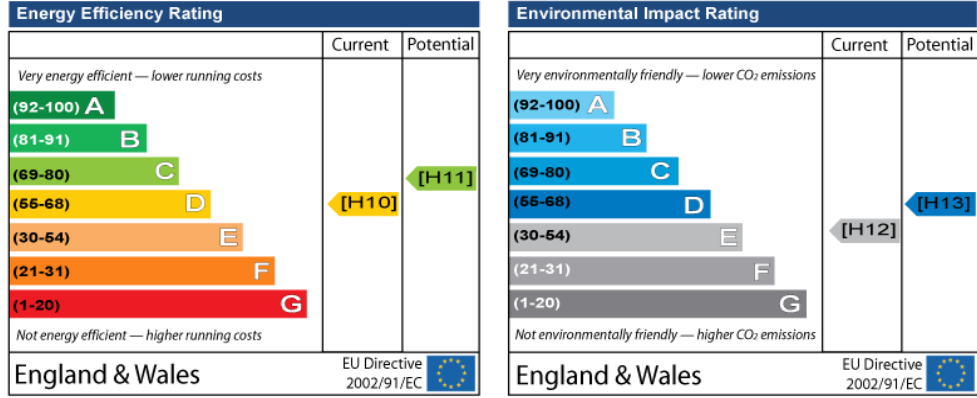
gereken zaman 2–5 hafta arasında artacaktır. 2030'dan önce Güneydoğu Akdeniz bölgesinde ısıtma ihtiyacı %8 azalacak, soğutma ihtiyacı ise %28 artacaktır. Diğer yandan, Akdeniz bölgesi ülkelerinde hidroelektrik üretiminde %50'ye varan azalma beklenmektedir. Termik elektrik üretimine, soğutma suyu ihtiyacının karşılanamaması nedeniyle ara verilebileceği ifade edilen raporda, elektrik iletim ve doğalgaz boru hatlarında verimlilik düşeceği, sel, taşkın veya aşırı yağış gibi olağandışı olaylar nedeniyle de enerji altyapısının etkilenebileceği belirtilmiştir (Anonim 2007).

Gerek Avrupa'da gerekse tüm dünyada enerji tüketiminin büyük bir bölümünün binalardan kaynaklandığı bilinmektedir; bu sebeple dünyada birçok ülke enerji tasarruf potansiyelinden yararlanmak üzere ilgili yasal mevzuatlarını geliştirmektedir. Binalar için enerji performansı gereksinimlerinin belirlenmesi, binalara enerji kimlik belgelerinin verilmesi ve bu yolla binalarda enerji verimliliğinin teşvik edilmesi amacıyla Avrupa Parlamentosu tarafından 2002 yılında 2002/91/EC sayılı Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) yayımlanmıştır. AB yasaları uyum sürecinde Türkiye'de de, EPBD kapsamında 2008 yılında Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği yayımlanmış olup, bu yönetmelikle tüm binalarda kullanılmak üzere, Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi kullanılarak Enerji Kimlik Belgesi verilmesi zorunlu hale getirilmiştir. Bu süreç göz önüne alındığında, aynı şekilde Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi (EPBD-Recast) kapsamında binalarda yaklaşık sıfır enerji seviyelerinin hesaplanmasının da yakın bir gelecekte Türkiye için bir zorunluluk haline geleceği öngörülmektedir (Anonim 2010).

Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi (EPBD-Recast)'nde “yaklaşık sıfır enerji bina”, çok yüksek enerji performansına sahip bina olarak tanımlanmış ve ihtiyaç duyulan az miktardaki enerjinin çoğunlukla yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması zorunlu kılınmıştır. Bu tanımda belirtilen “çok yüksek enerji performansı” için mevzuata bağlı standart bir değer verilmemiş olup, her AB üyesi ülkenin hesaplamalar yolu ile kendi ulusal koşullarına uygun şekilde bu seviyeyi belirlemesi beklenmektedir. Yaklaşık sıfır enerji bina kavramı, aynı direktifte yer alan maliyet optimum enerji verimliliği kavramı ile de doğrudan ilişkilidir. Maliyet optimum enerji verimliliği seviyesi, Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi'ne göre, “ekonomik

yaşam dönemi boyunca en düşük maliyet ile sonuçlanan enerji performansı seviyesi” olarak tanımlanmakta ve bu seviyenin 2020 yılı sonuna kadar yaklaşık sıfır enerji seviyesini yakalaması hedeflenmektedir (Sağlam ve Yılmaz 2015). Küresel ısınma ve iklim değişikliği, asit yağmurları, hava, toprak ve su kirliliği gibi çevre sorunlarına yönelik geliştirilen politikalar, çevre için daha az tehdit oluşturan alternatif enerji kaynaklarına yönelimi gündeme getirmiştir. 1970’lerdeki petrol krizi ile birlikte enerji arz güvenliğine yönelik ortaya çıkan endişeler de bu yönelimi hızlandırmıştır. Bu anlamda çevreye ve enerji arz güvenliğine yönelik kaygıları gidermede yenilenebilir enerji kaynakları önemli bir alternatif oluşturmaktadır. Bu kaynaklar hem çevreye daha az zarar vermekte hem de ülkelerin kendi öz kaynaklarından elde edilebilmektedir (Çeçen 2018).

Binalarda Enerji Performansı Direktifi (EPBD) kapsamında; binaların bütüncül enerji performansını hesaplamak için kullanılacak ortak bir metodoloji, yeni binalar için minimum enerji performansı şartları, yenilenecek mevcut büyük ölçekli binalar için minimum enerji performansı şartları, binalara enerji sertifikası uygulaması, sıcak su kazanları ve iklimlendirme sistemlerinin düzenli denetimi ile ilgili esaslar yer almaktadır. Şekil 2.2’de İngiltere ve Galler için hazırlanmış enerji verimliliği ve çevresel etki sınıflarını belirten örnek etiketler gösterilmiştir. Şekilde yer alan AB enerji etkinliği ve çevresel etki sertifikaları şu şekilde okunmaktadır; “Enerji verimliliği oranı bir evin genel verimliliğinin bir ölçüsüdür. Puan ne kadar yüksekse, ev o kadar verimlidir ve yakıt faturaları o kadar düşük olacaktır.” ve “Çevresel etki derecesi, karbondioksit emisyonları açısından çevreye olan etkilerinin bir ölçüsüdür. Puan arttıkça çevre üzerindeki etkisi daha azdır.” (Çelik 2009).



The energy efficiency rating is a measure of the overall efficiency of a home. The higher the rating the more energy efficient the home is and the lower the fuel bills will be.

The environmental impact rating is a measure of a homes impact on the environment in terms of carbon dioxide (CO₂) emissions. The higher the rating the less impact it has on the environment.

Şekil 2.2. AB enerji etkinliği ve çevresel etki sertifikaları (Çelik 2009)

Yeşil bina oluşumunda enerji verimliliği, tasarım kriterlerinden yalnızca biridir. Enerjinin verimli kullanımı, binanın kendi enerjisini üretmesi yeşil bina kriterlerinin önemli bir kısmını oluşturmakla birlikte, sera gazı salınımını sıfıra indirmek, atık yönetimi, geri dönüşümlü malzeme kullanımı, arazi yerleşimi gibi kriterler bir bütün olarak algılanmalıdır. Bir binanın çevresel performansı o binanın yeşil bina olmasını sağlayan görünen ve görünmeyen kriterlerin her ikisini de sağlamasıyla ölçülmelidir. Görünür yeşil metotlar (fotovoltaik paneller, yeşil çatılar vb.) bina üzerinde net bir biçimde algılanabilirler, bunun yanında enerji verimliliği, kaynakların efektif kullanımı, binanın çevre ve insan üzerindeki etkileri gibi görünür olmayan kriterler çok daha önemlidir ve ancak bir ölçme sistemi ile belirlenebilirler. Sertifika sistemleri bu ihtiyacı karşılamaktadır (Julien 2009).

Dünyadaki yeşil bina uygulamaları, yeşil bina pazarı gelişiminin gelişmiş ülkelerde genellikle devlet desteği ile kamu sektörü çerçevesinde başladığını göstermektedir. Devletin geliştirdiği düzenlemeler ve teşviklerle, öncelikli olarak kamu binaları, yeşil binalara dönüştürülmekte veya yeniden inşa edilmektedir. Devletin toplam çabasının (yeniden inşa etmek, teşvikler, tanıtım ve halkla ilişkiler vb.) yoğunluğuna göre, yeşil bina pazarı, ticari binaları ve konutları kapsayacak şekilde yavaş veya hızlı bir büyüme ile genişlemektedir (Alkibay ve ark. 2012).

Binaların çevreye verdiği zararlı etkileri azaltmak amacıyla son otuz yılda sürdürülebilir bina üretimini ve buna bağlı sektörleri destekleyen bağımsız kar amacı gütmeyen, üçüncü kişiler tarafından yürütülen ve çok katılımlı birçok organizasyon oluşmuştur. Çevreyle dost binaların inşaa edilmesinde kullanılan yöntemlerin standartlaştırılması için sertifika sistemleri geliştirilmiştir. Sertifika sistemleri oluşturan bağımsız organizasyonlar dışında Birleşmiş Milletler Çevresel Programı UNEP, Sürdürülebilir Kalkınma Departmanı UNDP, Avrupa Birliği dahilinde Ulaşım ve Enerji Direktörlüğü, Sürdürülebilirlik Araştırmaları, Enerji Sistemleri Direktörlükleri, IES Çevresel Sürdürülebilirlik Enstitüsü'nün yayınladıkları araştırmalar, pilot uygulamalar ve devletler üstü geliştirdikleri stratejilerle sürdürülebilir dünya oluşturmaya katkıda bulunmaktadır (Çelik 2009).

2.2.3. Yeşil Bina Sertifikasyon Sistemleri

Yeşil bina sertifika sistemleri, bina bazındaki projelerin çevre üzerindeki etkilerini ve doğal kaynakları korumadaki duyarlılıklarını ortaya çıkarmada ölçülebilir bir referans sağlamaya çalışan bir tür derecelendirme sistemi olarak tanımlanabilir (Anonim 2009a). Yeşil bina sertifikaları, yeşil performans için bina projelerine öncülük eder ve yeşil bina durumlarını doğrular. Yeşil bina sertifikaları, binaların yeşil performansını geliştirmek ve değerlendirmek için kullanılan çerçevelerden oluşmaktadır. Yeşil bina sertifikasyon puanı, binanın pazardaki yeşil performans kimliği gibidir ve yatırımcıları, kullanıcıları ve kiracıları bilgilendirir. Farklı vakıflar tarafından ve farklı ülkelerde geliştirilen yeşil bina sertifikaları, hepsinin yeşil performansın değerlendirilmesi ve artırılması konusunda benzer amaçları olmasına rağmen, değerlendirme yöntemleri ve ilerlemelerinde farklılıklar göstermektedir (Yılmaz 2013).

Dünyadaki en yaygın yeşil bina sistemleri 1990 yılında İngiltere'de BRE Bina Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen BREEAM (BRE Environmental Assessment Method-BRE Çevresel Değerlendirme Yöntemi), 1998 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde ABD Yeşil Bina Konseyi (USBGC) tarafından geliştirilen LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design-Çevre ve Enerji Tasarımında Liderlik) ve 2007 yılında Almanya'da ortaya çıkan DGNB (Leadership in Energy and Environmental Design-Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik) sertifikalarıdır. Üç

sistemin de çıkış amacı insanların refah düzeylerini artırmaya çalışırken gelecek nesillerin hayatlarını kötü yönde etkileyecek ürün ve uygulamalardan kaçınmasını sağlamaktır. Dünyada yaygın kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir. Binaların yeşil bina kriterleri ile değerlendirilerek, uluslararası ve yerel standartların üzerine çıkmalarını sağlamak ve bunu başaran yapıları da ödüllendirerek katkı sağlamak bu sistemler ile gerçekleştirilir. Ancak bu sertifikaları sadece bina gözü ile görmek yanlışır. Asıl amaç binalar ile başlayarak, üreticileri çevreye duyarlı ürünler geliştirmeye teşvik etmek ve sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktır (Şermet ve Özyavuz 2017). Sürdürülebilir mimarlık adına yeşil bina kavramı bir adım ileri götürülmüş, sıfır karbon ve sıfır enerji yapılar tartışılmaya başlanmıştır. Bugünün teknolojisiyle ideal bir durum olarak gösterilen karbon salınımı sıfır ya da ihtiyacı olan tüm enerjiyi kendi üreten yapılar İngiltere’de devlet politikası hedefi haline gelmiştir. Sıfır karbon yapılar yaşam döngüsü boyunca tüm enerjilerini kendileri üretmekte ve karbon salınımı yaratmamaktadır. İngiltere’de Citu firması tarafından gerçekleştirilen Leeds Yeşil Ev Projesi ürettiği enerjiden daha azını harcayarak kalan enerjisini İngiltere Elektrik İdaresi’ne vermektedir. Yapı bu özelliğiyle karbon negatif olarak değerlendirilmektedir (Gething 2009).

Çizelge 2.1. Dünya’da yaygın kullanılan yeşil bina değerlendirme sistemleri

Değerlendirme Sistemi	BREEAM	LEED	GREEN STAR	CASBEE	HK-BEAM	SBTOOL
Açıklama	BRE Çevresel Değerlendirme Yöntemi	Çevre ve Enerji Tasarımında Liderlik	Yeşil Yıldız	Bina Çevresel Etkinliği için Kapsamlı Değerlendirme Sistemi	Hong Kong Çevresel Bina Değerlendirme Raporu	Sürdürülebilir Bina Aracı
Oluşturulma Tarihleri	1990	1998	2003	2004	1996	1996
Sertifika Veren Kurum	BRE Bina Araştırma Enstitüsü	USGBC Amerika Yeşil Bina Konseyi	GBCA Avustralya Yeşil Bina Konseyi	JSBC Japonya Sürdürülebilir Bina Konsorsiyumu	BEAM Bina Çevresel Değerlendirme Metodu Kurumu	IISBE Sürdürülebilir Tasarlanmış Çevreler için Uluslararası Girişim
Ülke/Orijin	Britanya	Amerika	Avustralya	Japonya	Hong Kong	Kanada

Uluslararası standartlar olarak baktığımızda; ISO’nun çıkarttığı 14000 Çevre Yönetim Sistemi Standartları serisi; hem işletmeler hem de ürünler için çevre faaliyetlerinin analiz edilmesi, etiketleme, denetleme ve yönetme sistem ve araçlarını kapsamaktadır (Anonim 2009b).

Bu çalışmada yeşil bina sistem tanıtımına yer vereceğimiz Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi, 29.04.2014 tarih ve XIX/50/236 numaralı yönetim kurulu kararıyla, 05.05.2014

tarihinde yürürlüğe giren TSE Güvenli Yeşil Bina Belgelendirme Usul ve Esasları'na göre tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Bu belgelendirme usul ve esasları; Türk Standardları Enstitüsü'nün ulusal ve uluslararası alanda güvenli-yeşil bina belgelendirme faaliyetlerinin yürütülmesi, bu faaliyetler kapsamında düzenlenen belgeler ve bunlarla ilişkilendirilmiş markaların kullanılmasının düzenlenmesi amacıyla hazırlanmıştır (Anonim 2014).

LEED ve BREEAM gibi sistemler tarafından sertifikalanmış yeşil binaların yaygınlaşması ise, yeni bir pazar yaratmaktadır. Ancak Türkiye'deki yeşil bina pazarının, az gelişmiş pazar koşulları ile niş bir pazar olduğu görülmektedir (Alkibay ve ark. 2012).

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK), 2017 yılına ilişkin açıkladığı "Sektörel Enerji Tüketim İstatistikleri"ne göre sanayi ve hizmet sektörlerinde 2017 yılında toplam 107 milyon 265 bin 393 TEP enerji tüketilmiştir. Sanayi sektöründe 91 milyon 370 bin 932, hizmet sektöründe ise 15 milyon 894 bin 461 TEP enerji harcanmıştır. İmalat sanayi yüzde 42,2, elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtımı yüzde 40, ulaştırma ve depolama yüzde 10,2 ile toplam enerji tüketimi içinde en fazla paya sahip sektörler olarak belirlenmiştir (Anonim 2018e).

Bu çalışmada inceleyeceğimiz Panorama 1326 Müzesi, 15 milyon 894 bin 461 ton eşdeğer petrol enerji tüketimi ile Türkiye'de enerji tüketimi konusunda büyük orana sahip olan hizmet sektöründeki binalar içerisinde ve dolayısıyla yeşil bina olarak faaliyet göstermesi ve bununla bağlantılı olarak daha az enerji tüketimi çalışmaları yapılması konusunda en çok ihtiyaç duyulan alanda yer almaktadır.

Yeşil bina sertifika sistemleri başlangıçta her ülkenin kendi yerel standartlarını, iklimsel verilerini ve yaşam koşullarını göz önünde bulundurarak kendisine özgü bir sistem oluşturmayı amaçlamış olsa da, LEED ve BREEAM değerlendirme sistemleri uluslararası bir kimlik kazanmış ve kendisine özgü değerlendirme sistemi bulunmayan ülkeler bu iki sertifika sistemini kullanmaya başlamıştır (Erten ve ark. 2009).

Yeşil bina adayı olan proje hangi sertifikasyon sistemine aday olursa olsun tasarım sürecinin iyi kavranması ve önemsenmesi gerekmektedir. Fakat ne yazık ki günümüzde birçok yatırımcı bu sertifikaları sadece reklam amaçlı almayı hedeflemekte ve tasarımcılar çoğunlukla sürecin gerisinde kalmakta, sertifika gereksinimleri tasarıma sonradan ve zorlama olarak adapte edilmeye çalışılmaktadır. Oysaki yeşil bina projelerinde sertifika sistemleri amaç değil araç olarak kullanılmalı, asıl amaç çevreye duyarlı sürdürülebilir bir bina tasarlamak olmalıdır. Bu konuda disiplinler arası entegre bir süreç olan sürdürülebilir bina geliştirme süreci içerisinde en fazla görev ve sorumluluk tasarımcılara düşmektedir. Tasarımın ilk aşamalarında yapılmış bir seçim ve buna uygun yapılanmış bir proje ekibinin gerçekleştireceği yeşil bina projeleri hem maliyet açısından yatırımcıya en az yükü getirdiği, hem de kalite açısından daha üstün olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Cebeci 2005). Türkiye, Binalarda Isı Yalıtım Kuralları isimli TS 825 Standardını ilk olarak 1989'da çıkartmış, daha sonra bu standart zaman zaman yenilenerek veya düzeltilerek günümüze kadar gelmiştir. Yeni yapılacak olan binalarda bu standart, yeni inşa edilecek binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplama kurallarını, izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ve hesaplama ile ilgili bilgilerin sunuş şeklini kapsar. Bu kurallar pasif güneş enerjisi sistemlerini ihtiva eden binalarda kullanılamaz (Utkutuğ ve Utkutuğ 2012). Mevcut binaların tamamına veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerdeki uygulama yapılacak olan bölümler için bu standartta verilen ısı geçirgenlik kat sayılarına eşit ya da daha küçük değerlerin sağlanması bakımından uyulmalıdır. Standartta tanımlanan hesap metodunun kullanılması sırasında gerekli olan bazı bilgiler, standardın sonuna eklenmiştir. Bu standart, binalarda ısıtma enerjisi ihtiyacının hesabına yönelik bir metod belirlemektedir. Diğer amaçlarla olan enerji ihtiyaçları bu standardın kapsamı dışındadır. Zorunlu standart haline 2000 yılında gelmiştir. 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu 2007 yılında kabul edilmiştir ve bu standart son olarak Temmuz 2009'da revize edilmiştir (TS 825, 2009). 2011 yılından bu yana yeni yapılan binalarda Enerji Kimlik Belgesi zorunluluğu getirilmiştir. Mevcut binalar için Enerji Kimlik Belgesi 1 Ocak 2020'den itibaren zorunlu hale gelecektir. Türkiye'de ayrıca, Enerji Performansı Sertifikalama Projesi çerçevesinde Ulusal Hesaplama Metodu üzerinde çalışılmaktadır. Az sayıda yeşil sertifikalı projeleri ile

Türkiye’deki yeşil bina sektörü henüz emekleme evresini yaşamaktadır (Utkutuğ ve Utkutuğ 2012).

Sürdürülebilir Yeşil Bina Tasarım ve İnşaa Prensipleri isimli TST 2016105972 standardı, sürdürülebilir yeşil binaların tasarımı, beton ısıl kütlelerinin faydaları, kentsel ısı adası etkilerinin azaltılması, yaya kaldırımları ve park alanlarında gözenekli beton kullanılması ve yüzey akışı ile inşa atıklarının azaltılması ve binaların enerji ve çevresel performansının belirlenmesi için yöntemleri kapsamaktadır. Güvenli-Yeşil Binaların Uçucu Organik Bileşikler Açısından Değerlendirilmesi isimli TKT 2015101642 kriteri ise, yaşama ve çalışma ortamları olarak yapımı tamamlanan ve henüz yerleşime açılmamış binalarda (evler, iş yerleri, okullar, hastaneler, oteller, sanayi binaları vb.) iç ortam havasında bulunan UOB (uçucu organik bileşik) ölçümüne yönelik örnek alma, ölçüm ve deney yöntemleri ile bunların değerlendirme kriterlerini kapsamaktadır. Bu çalışmada inceleyeceğimiz Panorama 1326 Müzesi’nin inşası, TST 2016105972 standardında ve TKT 2015101642 kriterinde anlatılan gerekliliklere uyularak gerçekleştirilmiştir ve şu anda hizmet faaliyetini gerçekleştirmekte olan müze TSE’den yeşil bina sertifikası almak üzere başvuruda bulunmuştur.

Yeşil bina sertifikasyonları temel olarak ortaya çıktıkları ülkenin karakteristiklerini ve kurallarını göz önünde bulundurlar. Ancak her ülkenin olduğu gibi Türkiye’nin de kendi karakteristikleri ve dinamikleri bulunmaktadır. Yeşil bina değerlendirilmesinde bunların dikkate alınmaması sonucu bazı kriterler oldukça kolay elde edilebilir hale gelebilmektedir. Bu durum sertifikadan aldıkları yüksek puanlara rağmen yeterli performans gösteremeyen binaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yılmaz 2013). Yeşil Bina üretimini destekleyen bir sistem olarak değerlendirilen sertifika sistemlerinin yerel kod ve yönetmeliklerle uyumu ve mutlaka sürdürülebilir devlet politikaları ile desteklenmesi gerekmektedir. Devlet politikası olarak benimsenen bu yaklaşımın kamu ve özel sektörün tüm faktörleri ile birlikte oluşturulması ve sürekli geliştirilmesi gerekliliği vardır. Yeşil bina sektörü devlet tarafından verilen teşvikler, krediler ve vergi indirimleri ile desteklenmelidir. Teşvik süreci gerekli alt yapıların devlet tarafından sağlanması sonrası gerçekçi ve yasayı geliştirici nitelikte olmalıdır. Kanun ve yönetmeliklerle desteklenen çeşitli uzmanlarla Türkiye’ye adapte edilmiş uluslararası

bir sertifika sistemi ya da Türkiye için oluşturulmuş yeni bir sistem yaratılabilir. Asıl amacın çevre dostu bina üretimini ve bilincini arttırmak olduğu unutulmamalıdır (Erten 2008).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

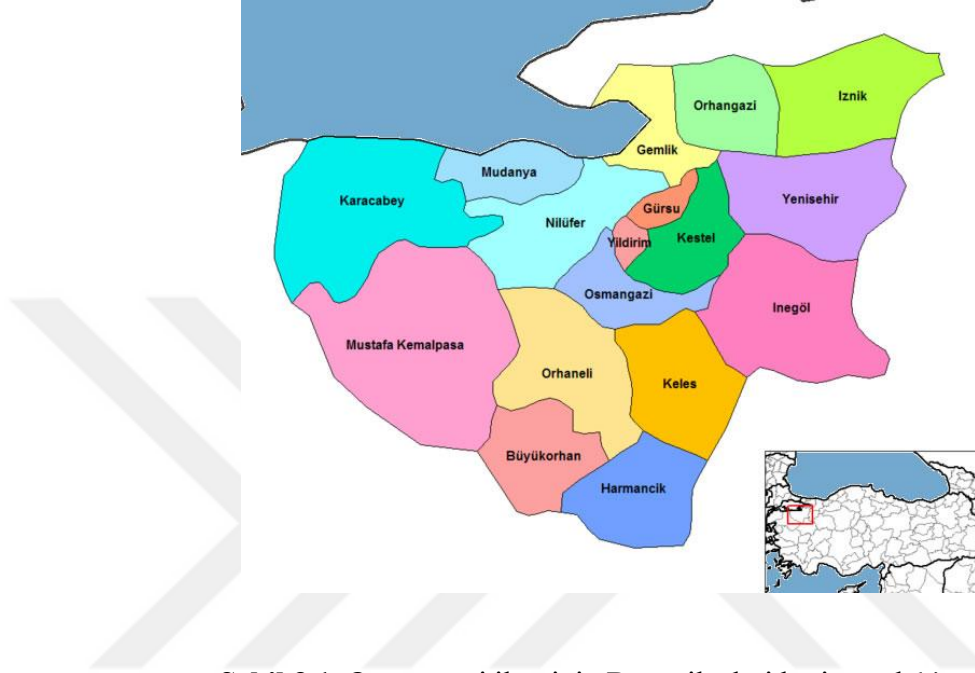
3.1. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Veri ve Çalışma Alanı

Kentler, günümüzde küresel sera gazı salınımlarına en fazla katkıda bulunan unsurlar olduğundan, kentsel karbon ayak izi güncel küresel iklim politikalarının yapı taşlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Kentsel emisyonları ve buna bağlı olumsuz etkileri azaltmayı hedefleyen sağlıklı politikalar geliştirmek için ilk olarak karbon ayak izini olabildiğince doğru hesaplamak gerekmektedir (Perdeli 2018).

Bu çalışmada incelenecek olan Osmangazi ilçesi, son yıllarda artan şehir içi araç kullanımları ile birlikte yoğun trafik sorunu ile boğuşan bir ilçe konumuna gelmiştir. İlçede artan trafiğe bağlı olarak oluşan hava kirliliği önemli bir çevre problemidir. Trafikğin etkisinin özellikle sabah saatlerinde ve akşam mesai bitiminin olduğu saatlerde yoğun bir şekilde gözlemlenmesi sonucu, toplu taşıma araçları ve eski araçların egzoz gazlarının hava kirliliğine sebep olduğu görülmektedir. Trafik dışında sanayi kaynaklı hava kirliliği problemi de mevcuttur. Özellikle gece saatlerinde sanayinin atık gazları havaya salmasına bağlı olarak hava kirliliği artmaktadır. Bu sorun, ilgili sanayi kuruluşlarının atık gazlarını gerekli tedbirler (filtre vb.) aldıktan sonra havaya vermesi sonucu çözüme kavuşturulabilir. Konut planlamasının sanayi alanları ile iç içe olması da hissedilen hava kirliliği oranının artmasına sebep olmaktadır. İlçede; ısınma kaynaklı kava kirliliği de gözlemlenmekte ve özellikle kışın kömür kullanılan yerlerde bu sorun artmaktadır (Anonim 2016).

Çalışma alanı olan Osmangazi, 40⁰ 10' 57" enlem ve 29⁰ 04' 01" boylam üzerinde yer alan (Anonim 2018b), Bursa ilinin 1.165 km²'lik alana sahip merkez ilçesidir. Yüzölçümü 65.708 ha'dır. Doğuda Gürsu, Yıldırım, Kestel; kuzeyde Gemlik, Mudanya; batıda Nilüfer; güneyde Orhaneli ve Keles ilçelerine komşudur (Anonim 2016). İlçe; Uludağ'ın eteklerinde, doğuda Gökdere Vadisi'yle başlar, batıda Nilüfer Deresi ve yeni Mudanya yolu, Kuzeyde Katırlı Dağları, Nilüfer Çayı ve Bursa Ovası'nı içine alan topraklara sınır oluşturan bölgeyi kapsar. İlçenin denizden yüksekliği ortalama 150 m'

dir. İzmir, İstanbul, Eskişehir yollarının kesiştiği kavşak noktasında bulunan Osmangazi; Mudanya Limanı'na 31 km, Yalova'ya 74 km, Gemlik'e 30 km uzaklıktadır (Anonim 2017c). Osmangazi ilçesinin Bursa ilçeleri haritasındaki konumuna Şekil 3.1'de yer verilmiştir.



Şekil 3.1. Osmangazi ilçesinin Bursa ilçeleri haritasındaki yeri

Osmangazi ilçesi nüfusu, 2017 yılı TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı) verilerine göre 856.770 olarak tespit edilmiş olup; ilçe Bursa'nın nüfus olarak en büyük ilçesi konumundadır. İlçe nüfus yoğunluğu 735 kişi/km²'dir (Anonim 2016). İlçe; tarihi, kültürel zenginlikleri, dağ ve kaplıcalarıyla bir turizm kentidir. Bu özelliği ile başta yaz ayları olmak üzere gündüzleri ilçe merkezi nüfusu 1 milyonu geçmektedir (Anonim 2017c).

Bu çalışmada kurumsal karbon ayak izi hesabı yapılan bina Osmangazi Belediyesi'nin merkez hizmet binasıdır ve Santral Garaj mahallesi, Ulubatlı Hasan Bulvarı No:10 adresinde yer almaktadır. Bina, Ankara Yolu caddesi üzerinde ve kent merkezinde konumlanmıştır. Binaya ait görsel Şekil 3.2'de yer almaktadır (Anonim 2018c).



Şekil 3.2. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası görünümü

Karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler, 2014, 2015, 2016 ve 2017 yıllarına aittir. Binanın doğalgaz, elektrik ve dizel yakıt tüketim verileri ele alınarak karbon salınım hesabı yapıldığından; yapılan hesap kurumsal karbon ayak izi kapsam 1 ve kapsam 2'ye girmektedir (Eggleston ve ark. 2006). Hesap yapılırken; belediye veritabanında geçmiş yıllara yönelik merkez hizmet binası personel sayısı yer almadığından, personel sayısı olarak her yıl için 2018 yılı Eylül ayı itibariyle güncel personel sayısı olan 381 kişi esas alınmıştır. Merkez hizmet binası müdürlükleri çalışan sayıları 2014 yılından beri büyük değişimler göstermediğinden ortaya çıkması muhtemel fark göz ardı edilmiştir (Yılmaz 2018).

Osmangazi Belediyesi; hizmet binaları sebebiyle atmosfere saldıgı kurumsal karbon salınımlarını tutmak amacıyla sürdürülebilir nitelikte bir çevreci sosyal sorumluluk projesine imza atmıştır. 2009-2014 yılları arasında Orman Bölge Müdürlüğü ve Osmangazi Belediyesi protokolü kapsamında 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası gerçekleştirmiştir. Bu kampanya ile Avdancık'ta 110 ha (hektar) alanda 178.000; Demirtaş Barajı Havzası, Yalova Yolu, Ovaakça-Selçukgazi Köyü, Soğukpınar, İsmetiye Köyü, Bağlı Köyü, Dürdane, Ahmetbeyköy, Aksungur, Çağlayan'da ise 375

ha+14 km'lik alanda 822.000 adet olmak üzere toplamda 485 ha+14 km'lik ormanlık alanda 1.000.000 adet fidan dikimi gerçekleştirilmiştir. Fidan dikim çalışmaları Bursa'nın çeşitli okullarında eğitim görmekte olan öğrenciler ve öğretmenleriyle beraber gerçekleştirilmiştir. Bu projenin uygulanması aşamasında çekilen fotoğraflardan örnekler Şekil 3.3'te yer almaktadır (Dinçkol 2018).



Şekil 3.3. Osmangazi Belediyesi 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası görselleri

3.2. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Yöntem

3.2.1. Osmangazi Belediyesi Merkez Hizmet Binası 2014-2017 Yılları Arası Karbon Ayak İzi Hesap Sonuçları

Doğalgaz kullanımı sonucunda oluşan CO₂ emisyon hesabı yapılırken, sabit yanma proseslerinde kullanılan doğalgazın aylık faturalardaki Sm³ (standart metreküp) cinsinden olan doğalgaz harcama değerlerine; elektrik kullanımları sonucu oluşan CO₂ emisyon hesabı yapılırken, hem kapalı alan hem de açık alanda kullanılan Kwh (kilowattsaat) cinsinden olan elektrik harcama değerlerine; dizel yakıt kullanımları sonucu oluşan CO₂ emisyon hesabı yapılırken, merkez hizmet binasına bağlı çalışan araçların Lt (litre) cinsinden tüketim değerlerine bakılmıştır. Karbon ayak izi hesabı, hesabı gerçekleştirilen binanın 2018 yılı Eylül ayı itibariyle güncel personel sayısı olan 381 kişi esas alınarak yapılmıştır.

2014-2015-2016 ve 2017 yıllarına ait veriler kullanılarak gerçekleştirilen karbon ayak izi hesabı ve hesap sonuçlarına yer verilmiştir.

-2014 Yılı Karbon Ayak İzi Hesabı;

2014 yılı aylık doğalgaz, elektrik ve yakıt tüketim miktarları veri kaynağı olarak kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan CO₂ salınımlarının TJ (tonjoule) ve TEP (ton eşdeğer petrol) biriminden sonuçları Çizelge 3.1, 3.2 ve 3.3'teki gibidir.

Çizelge 3.1. 2014 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

AYLAR	DOĞALGAZ			
	TÜKETİM (Sm ³)	TJ	Ton CO ₂	TEP
Oca.14	11.495	0,3977	22,33	9,48
Şub.14	8.489	0,2937	16,49	7,00
Mar.14	6.546	0,2265	12,72	5,40
Nis.14	5.516	0,1908	10,71	4,55
May.14	2.388	0,0826	4,64	1,97
Haz.14	224	0,0077	0,43	0,18
Tem.14	0	0,0000	0,00	0,00
Ağu.14	0	0,0000	0,00	0,00
Eyl.14	0	0,0000	0,00	0,00
Eki.14	1.467	0,0508	2,85	1,21
Kas.14	4.275	0,1479	8,30	3,53
Ara.14	6.702	0,2319	13,02	5,53
TOPLAM	47.102	1,6296	91,51	38,86

Çizelge 3.2. 2014 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

AYLAR	ELEKTRİK		
	TÜKETİM (Kwh)	Ton CO ₂	TEP
Oca.14	82.397	43,84	7,09
Şub.14	46.460	24,72	4,00
Mar.14	48.586	25,85	4,18
Nis.14	32.691	17,39	2,81
May.14	48.154	25,62	4,14
Haz.14	68.240	36,30	5,87
Tem.14	72.025	38,32	6,19
Ağu.14	82.259	43,76	7,07
Eyl.14	61.132	32,52	5,26
Eki.14	46.005	24,47	3,96
Kas.14	34.856	18,54	3,00
Ara.14	56.490	30,05	4,86
TOPLAM	679.295	361,38	58,42

Çizelge 3.3. 2014 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

2014	YAKIT (DİZEL)			
	TÜKETİM (Lt)	TJ	Ton CO ₂	TEP
TOPLAM	58.731	2,0784	156,69	49,72

Toplam karbon salınım miktarları Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. 2014 yılı toplam karbon salınım miktarları

	Ton CO₂	TEP
Doğalgaz tüketimi	91,51	38,86
Elektrik tüketimi	361,38	58,42
Dizel tüketimi	156,69	49,72
TOPLAM	609,58	147,00

Karbon ayak izi hesabı yapılan merkez hizmet binasının çalışan kişi sayısı 381 olduğundan, hesaplanan karbon salınım miktarları kullanılarak elde edilen 2014 yılı karbon ayak izi sonuçları Çizelge 3.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. 2014 yılı karbon ayak izi değerleri

KARBON AYAK İZİ (Ton CO₂)	KARBON AYAK İZİ (TEP)
1,600	0,386

Hesabı yapılan merkez hizmet binası kapalı alanı 8.033 m² ve açık alanı 2.190 m² olmak üzere toplamda 10.223 m²'dir. Elektrik tüketimlerinin açık ve kapalı alanda olduğu kabulüyle yapılan hesap sonucunda ortaya çıkan tüketim miktarı değeri, açık ve kapalı alan toplam değerine bölüldüğünde elde edilen 2014 yılı elektrik yoğunluğu miktarı 66,45 kWh/m² bulunmuştur. Isınma ihtiyacının yalnızca iç mekan kapalı alanda giderildiği kabulüyle yapılan hesap sonucunda elde edilen 2014 yılı ısı yoğunluğu miktarı 5,86 m³/m² bulunmuştur.

-2015 Yılı Karbon Ayak İzi Hesabı;

2015 yılı aylık doğalgaz, elektrik ve yakıt tüketim miktarları veri kaynağı olarak kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan CO₂ salınımlarının TJ ve TEP biriminden sonuçları Çizelge 3.6, 3.7 ve 3.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. 2015 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

AYLAR	DOĞALGAZ			
	TÜKETİM (Sm ³)	TJ	Ton CO ₂	TEP
Oca.15	10.518	0,3639	20,43	8,68
Şub.15	8.417	0,2912	16,35	6,94
Mar.15	7.537	0,2608	14,64	6,22
Nis.15	4.860	0,1681	9,44	4,01
May.15	357	0,0124	0,70	0,29
Haz.15	236	0,0082	0,46	0,19
Tem.15	0	0,0000	0,00	0,00
Ağu.15	0	0,0000	0,00	0,00
Eyl.15	0	0,0000	0,00	0,00
Eki.15	0	0,0000	0,00	0,00
Kas.15	2.241	0,0775	4,35	1,85
Ara.15	5.127	0,1774	9,96	4,23
TOPLAM	39.293	1,3595	76,34	32,42

Çizelge 3.7. 2015 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

AYLAR	ELEKTRİK		
	TÜKETİM (kWh)	Ton CO ₂	TEP
Oca.15	66.146	35,19	5,69
Şub.15	58.182	30,95	5,00
Mar.15	87.577	46,59	7,53
Nis.15	48.513	25,81	4,17
May.15	52.347	27,85	4,50
Haz.15	57.578	30,63	4,95
Tem.15	87.749	46,68	7,55
Ağu.15	68.463	36,42	5,89
Eyl.15	68.571	36,48	5,90
Eki.15	42.550	22,64	3,66
Kas.15	42.677	22,70	3,67
Ara.15	40.502	21,55	3,48
TOPLAM	720.855	383,49	61,99

Çizelge 3.8. 2015 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

YAKIT (DİZEL)			
TÜKETİM (Lt)	TJ	Ton CO ₂	TEP
64.150	2,2701	171,14	54,31

Toplam karbon salınım miktarları Çizelge 3.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. 2015 yılı toplam karbon salınım miktarları

	Ton CO₂	TEP
Doğalgaz tüketimi	76,34	32,42
Elektrik tüketimi	383,49	61,99
Dizel tüketimi	171,14	54,31
TOPLAM	630,98	148,72

Karbon ayak izi hesabı yapılan merkez hizmet binasının çalışan kişi sayısı 381 olduğundan, hesaplanan karbon salınım miktarları kullanılarak elde edilen 2015 yılı karbon ayak izi sonuçları Çizelge 3.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. 2015 yılı karbon ayak izi değerleri

KARBON AYAK İZİ (Ton CO₂)	KARBON AYAK İZİ (TEP)
1,656	0,390

Hesabı yapılan merkez hizmet binası kapalı alanı 8.033 m² ve açık alanı 2.190 m² olmak üzere toplamda 10.223 m²'dir. Elektrik tüketimlerinin açık ve kapalı alanda olduğu kabulüyle yapılan hesap sonucunda ortaya çıkan tüketim miktarı değeri, açık ve kapalı alan toplam değerine bölündüğünde elde edilen 2015 yılı elektrik yoğunluğu miktarı 70,51 kWh/m² bulunmuştur. Isınma ihtiyacının yalnızca iç mekan kapalı alanda giderildiği kabulüyle yapılan hesap sonucunda elde edilen 2015 yılı ısı yoğunluğu miktarı 4,89 m³/m² bulunmuştur.

-2016 Yılı Karbon Ayak İzi Hesabı;

2016 yılı aylık doğalgaz, elektrik ve yakıt tüketim miktarları veri kaynağı olarak kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan CO₂ salınımlarının TJ ve TEP biriminden sonuçları Çizelge 3.11, 3.12 ve 3.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. 2016 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

AYLAR	DOĞALGAZ			
	TÜKETİM (Sm ³)	TJ	Ton CO ₂	TEP
Oca.16	10.432	0,3609	20,27	8,61
Şub.16	10.014	0,3465	19,46	8,26
Mar.16	5.517	0,1909	10,72	4,55
Nis.16	4.986	0,1725	9,69	4,11
May.16	387	0,0134	0,75	0,32
Haz.16	0	0,0000	0,00	0,00
Tem.16	0	0,0000	0,00	0,00
Ağu.16	0	0,0000	0,00	0,00
Eyl.16	938	0,0325	1,82	0,77
Eki.16	305	0,0106	0,60	0,25
Kas.16	1.813	0,0627	3,52	1,50
Ara.16	8.071	0,2792	15,68	6,66
TOPLAM	42.463	1,4691	82,50	35,03

Çizelge 3.12. 2016 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

AYLAR	ELEKTRİK		
	TÜKETİM (Kwh)	Ton CO ₂	TEP
Oca.16	63.284	33,67	5,44
Şub.16	58.182	30,95	5,00
Mar.16	59.182	31,48	5,09
Nis.16	37.363	19,88	3,21
May.16	40.562	21,58	3,49
Haz.16	69.078	36,75	5,94
Tem.16	68.910	36,66	5,93
Ağu.16	82.474	43,88	7,09
Eyl.16	52.590	27,98	4,52
Eki.16	44.686	23,77	3,84
Kas.16	52.198	27,77	4,49
Ara.16	62.018	32,99	5,33
TOPLAM	690.527	367,36	59,39

Çizelge 3.13. 2016 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

2016	YAKIT (DİZEL)			
	TÜKETİM (Lt)	TJ	Ton CO ₂	TEP
TOPLAM	70.770	2,5044	188,81	59,91

Toplam karbon salınım miktarları Çizelge 3.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.14. 2016 yılı toplam karbon salınım miktarları

	Ton CO₂	TEP
Doğalgaz tüketimi	82,50	35,03
Elektrik tüketimi	367,36	59,39
Dizel tüketimi	188,81	59,91
TOPLAM	638,67	154,33

Karbon ayak izi hesabı yapılan merkez hizmet binasının çalışan kişi sayısı 381 olduğundan, hesaplanan karbon salınım miktarları kullanılarak elde edilen 2016 yılı karbon ayak izi sonuçları Çizelge 3.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.15. 2016 yılı karbon ayak izi değerleri

KARBON AYAK İZİ (Ton CO₂)	KARBON AYAK İZİ (TEP)
1,676	0,405

Hesabı yapılan merkez hizmet binası kapalı alanı 8.033 m² ve açık alanı 2.190 m² olmak üzere toplamda 10.223 m²'dir. Elektrik tüketimlerinin açık ve kapalı alanda olduğu kabulüyle yapılan hesap sonucunda ortaya çıkan tüketim miktarı değeri, açık ve kapalı alan toplam değerine bölüldüğünde elde edilen 2016 yılı elektrik yoğunluğu miktarı 67,55 kWh/m² bulunmuştur. Isınma ihtiyacının yalnızca iç mekan kapalı alanda giderildiği kabulüyle yapılan hesap sonucunda elde edilen 2016 yılı ısı yoğunluğu miktarı 5,29 m³/m² bulunmuştur.

-2017 Yılı Karbon Ayak İzi Hesabı;

2017 yılı toplam doğalgaz, elektrik ve yakıt tüketim miktarları veri kaynağı olarak kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan CO₂ salınımlarının TJ ve TEP biriminden sonuçları Çizelge 3.16, 3.17 ve 3.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.16. 2017 yılı doğalgaz tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

2017	DOĞALGAZ			
	TÜKETİM (Sm ³)	TJ	Ton CO ₂	TEP
TOPLAM	46.964	1,6249	91,24	38,75

Çizelge 3.17. 2017 yılı elektrik tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

2017	ELEKTRİK		
	TÜKETİM (kWh)	Ton CO ₂	TEP
TOPLAM	701.078	372,97	60,29

Çizelge 3.18. 2017 yılı dizel yakıt tüketimi kaynaklı karbon salınım miktarları

YAKIT (DİZEL)			
TÜKETİM (Lt)	TJ	Ton CO ₂	TEP
72.560	2,5677	193,58	61,43

Toplam karbon salınım miktarları Çizelge 3.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.19. 2017 yılı toplam karbon salınım miktarları

	Ton CO ₂	TEP
Doğalgaz tüketimi	91,24	38,75
Elektrik tüketimi	372,97	60,29
Dizel tüketimi	193,58	61,43
TOPLAM	657,80	160,47

Karbon ayak izi hesabı yapılan merkez hizmet binasının çalışan kişi sayısı 381 olduğundan, hesaplanan karbon salınım miktarları kullanılarak elde edilen 2017 yılı karbon ayak izi sonuçları Çizelge 3.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.20. 2017 yılı karbon ayak izi değerleri

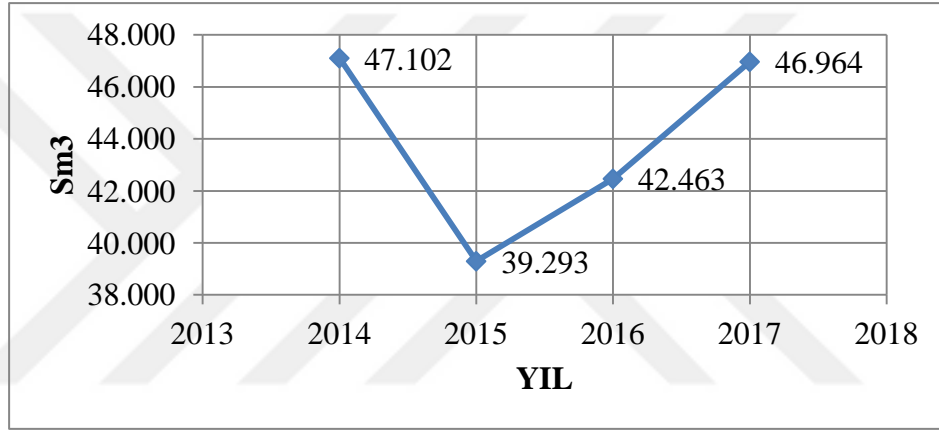
KARBON AYAK İZİ (Ton CO ₂)	KARBON AYAK İZİ (TEP)
1,726	0,421

Hesabı yapılan merkez hizmet binası kapalı alanı 8.033 m² ve açık alanı 2.190 m² olmak üzere toplamda 10.223 m²’dir. Elektrik tüketimlerinin açık ve kapalı alanda olduğu kabulüyle yapılan hesap sonucunda ortaya çıkan tüketim miktarı değeri, açık ve kapalı

alan toplam değerine bölüdüğünde elde edilen 2017 yılı elektrik yoğunluğu miktarı 68,58 kWh/m² bulunmuştur. Isınma ihtiyacının yalnızca iç mekan kapalı alanda giderildiği kabulüyle yapılan hesap sonucunda elde edilen 2017 yılı ısı yoğunluğu miktarı 4,59 m³/m² bulunmuştur.

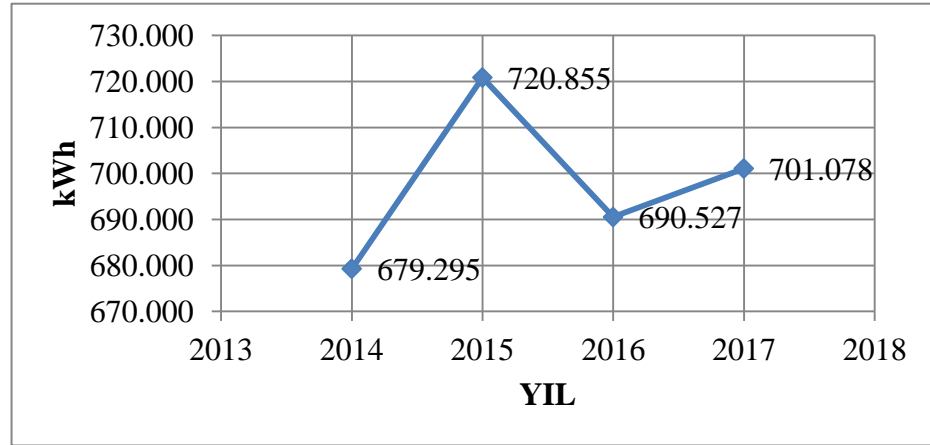
3.2.2. Osmangazi Belediyesi Merkez Hizmet Binası 2014-2017 Yılları Arası Karbon Ayak İzi Değişimleri

2014-2017 yılları arası doğalgaz, elektrik, dizel yakıt tüketim verileri karşılaştırma grafikleri Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6'da gösterilmiştir.



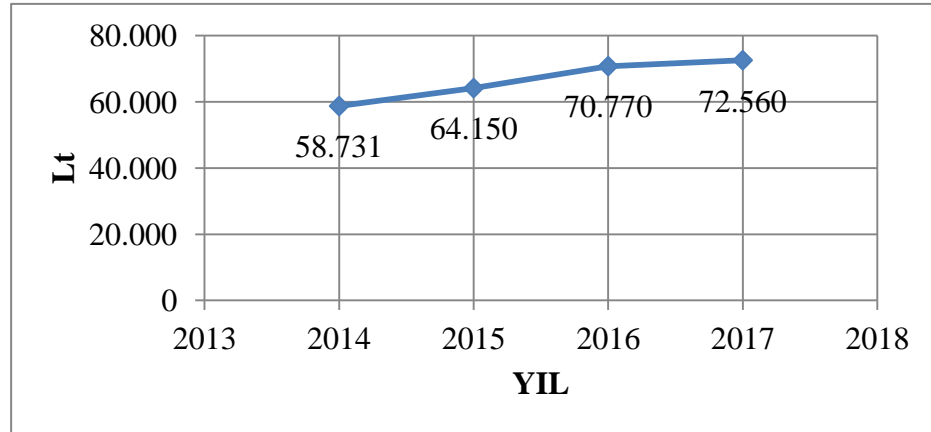
Şekil 3.4. 2014-2017 yılları arası doğalgaz tüketim miktarları

Şekil 3.4'te Sm³ cinsinden belirtilen 2014-2017 yılları arasındaki doğalgaz tüketim miktarlarına göre; 2015 yılı doğalgaz tüketim miktarı 2014 yılına göre %16,58 oranında azalış gösterirken, 2016 yılı doğalgaz tüketim miktarı 2015 yılına göre %8,07 oranında artmış ve 2017 yılı doğalgaz tüketim miktarı 2016 yılına göre %10,6 oranında artış göstermiştir.



Şekil 3.5. 2014-2017 yılları arası elektrik tüketim miktarları

Şekil 3.5’de kWh cinsinden belirtilen 2014-2017 yılları arasındaki elektrik tüketim miktarlarına göre; 2015 yılı elektrik tüketim miktarı 2014 yılına göre %6,12 oranında artış gösterirken, 2016 yılı elektrik tüketim miktarı 2015 yılına göre %4,21 oranında azalmış ve 2017 yılı elektrik tüketim miktarı 2016 yılına göre %1,53 oranında artış göstermiştir.



Şekil 3.6. 2014-2017 yılları arası dizel yakıt tüketim miktarları

Şekil 3.6’da Lt cinsinden belirtilen 2014-2017 yılları arasındaki dizel yakıt tüketim miktarlarına göre; 2015 yılı dizel yakıt tüketim miktarı 2014 yılına göre %9,23 oranında, 2016 yılı dizel yakıt tüketim miktarı 2015 yılına göre %10,32 oranında ve

2017 yılı dizel yakıt tüketim miktarı 2016 yılına göre %2,53 oranında sürekli artış göstermiştir.

2014-2017 yılları arasındaki doğalgaz tüketim miktarlarına göre; 2015 yılı doğalgaz tüketim miktarı 2014 yılına göre %16,58 oranında azalış gösterirken, 2016 yılı doğalgaz tüketim miktarı 2015 yılına göre %8,07 oranında artmış ve 2017 yılı doğalgaz tüketim miktarı 2016 yılına göre %10,6 oranında artış göstermiştir.

2014-2017 yılları arasındaki elektrik tüketim miktarlarına göre; 2015 yılı elektrik tüketim miktarı 2014 yılına göre %6,12 oranında artış gösterirken, 2016 yılı elektrik tüketim miktarı 2015 yılına göre %4,21 oranında azalmış ve 2017 yılı elektrik tüketim miktarı 2016 yılına göre %1,53 oranında artış göstermiştir.

Daha önce belirtildiği üzere, Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası; kapalı alanı 8.033 m², açık alanı 2.190 m² olmak üzere toplamda 10.223 m²'lik alana sahiptir (Çelik 2018). Yıllık toplam tüketim miktarlarına göre, kullanım alanları göz önünde bulundurularak elektrik ve ısı yoğunlukları hesaplanmıştır. 2014-2015-2016-2017 yıllarına ait elektrik ve ısı yoğunlukları karşılaştırması Çizelge 3.21'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.21. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 yılları arası elektrik ve ısı yoğunlukları karşılaştırması

Yıllar	Elektrik Yoğunluğu (kWh/m ²)	Isı Yoğunluğu (m ³ /m ²)
2014	66,45	5,86
2015	70,51	4,89
2016	67,55	5,29
2017	68,58	4,59

2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık süreç sonunda elektrik yoğunluğunun artması, artan sıcaklıklara bağlı olarak her yıl daha fazla soğutma amaçlı kullanılan klimalarda harcanan elektrik enerjisi kullanımına; ısı yoğunluğunun azalması ise, yine artan

sıcaklıklara bağı olarak ısınma kaynaklı doğalgaz enerjisi kullanımının azalmasına bağlanabilir.

Kapsam 1, diğer bir adıyla doğrudan karbon ayak izi olarak tanımlanan hesap yöntemi, kurumların faaliyetleri için (ısınma veya üretim prosesi için) kullandıkları fosil yakıtlar ve kurumun sahip olduğu araçların kullandığı fosil yakıtların yaratmış olduğu emisyonların değerlendirilmeye alınarak yapıldığı hesaptır. Kapsam 2, diğer bir adıyla dolaylı karbon ayak izi olarak tanımlanan hesap yöntemi, kurumların tükettiği elektrik enerjisinin neden olduğu emisyonlar, kurumun başka bir kurumdaki satın aldığı buhar, soğutma veya sıcak suya bağı emisyonların değerlendirilmeye alınarak yapıldığı hesaptır (Eggleston ve ark. 2006).

Kapsam 1 ve kapsam 2 karbon ayak izi hesabına dayanılarak yapılan hesap sonucunda Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 arası yıllık karbon salınım miktarları karşılaştırması Çizelge 3.22’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.22. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 yılları arası karbon salınım miktarları karşılaştırması

Yıllar	Ton CO₂	TEP
2014	609,58	147,00
2015	630,98	148,72
2016	638,67	154,33
2017	657,80	160,42
TOPLAM	2.537,03	610,47

Karbon salınım miktarları, 2014 yılından başlayarak 2017 yılına kadar sürekli artış göstermiştir. Ton CO₂ cinsinden 2015 yılı emisyon salınım miktarı 2014 yılına göre %3,51, 2016 yılı emisyon salınım miktarı 2015 yılına göre %1,22, 2017 yılı emisyon salınım miktarı 2016 yılına göre %3 oranında artış gösterirken; TEP cinsinden 2015 yılı emisyon salınım miktarı 2014 yılına göre %1,17, 2016 yılı emisyon salınım miktarı

2015 yılına göre %3,77, 2017 yılı emisyon salınım miktarı 2016 yılına göre %3,98 oranında artış göstermiştir.

Karbon salınım miktarları ve merkez binada çalışan güncel personel sayısı olan 381 kişi ele alınarak yapılan karbon ayak izi hesabı sonuçlarına göre, Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binasında çalışan bir personelin karbon ayak izi değeri bir önceki yıla göre sürekli olarak artış göstermiştir. Ton CO₂ ve TEP cinsinden hesaplanan karbon ayak izi değerleri karşılaştırması Çizelge 3.23'te belirtilmiştir.

Çizelge 3.23. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 yılları arası karbon ayak izi değerleri karşılaştırması

Yıllar	Ton CO ₂	TEP
2014	1,60	0,386
2015	1,66	0,390
2016	1,68	0,405
2017	1,73	0,421

3.2.3. Osmangazi Belediyesi Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesap Sonuçları

2009-2014 yılları arasında Bursa Orman Bölge Müdürlüğü ve Osmangazi Belediyesi protokolü kapsamında gerçekleştirilen 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası'nda toplamda 485 ha+14 km'lik ormanlık alanda 1.000.000 adet fidan dikimi gerçekleştirilmiştir.

Yapılan araştırmalar göstermektedir ki; 1 hektarlık çam ağacı ormanı 1 yılda ortalama 35 ton oksijen üretimi gerçekleştirmekte ve aynı zamanda ortalama 15 ton karbonu atmosferden çekmektedir (Durkaya ve ark. 2015). Ayrıca 1 hektarlık çam ormanı, yılda yaklaşık 35 ton tozun emilmesini sağlamaktadır (Anonim 2018ç). Fidan dikim kampanyası kapsamında dikilen 1.000.000 adet çam ağacının ortalama 485 ha'lık ormanlık alanda yer aldığı kabul edilirse;

1.000.000 adet çam ağacı 1 yılda;

485 ha x 35 ton O₂ = 16.975 ton O₂ üretmekte, 16.975 ton toz emilimi gerçekleştirmekte ve

485 ha x 15 ton karbon = 7.275 ton karbonu atmosferden çekmektedir.

Dikilen fidanların hepsinin sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürdüğü kabul edilir ve fındık çamlarının meyve verme yaşının 9-10 olduğu (Anonim 2018d) bilgisiyle hareket edilirse, dikilen fidanların şu anda 7 ile 9 yaş arasında olduğu ve dolayısıyla 1.000.000 adet fidanın hemen hemen tamamının yetişkin yaşta olarak doğal yaşamlarına devam ettiği tespit edilebilir. Dolayısıyla, fidan dikim kampanyası kapsamında dikilen çam ağaçları 1 yılda; 16.975 ton oksijen üretmekte, aynı zamanda 16.975 ton toz emilimi gerçekleştirmekte ve 7.275 ton karbonu atmosferden çekmektedir.

Daha önce yaptığımız hesaba göre; Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası doğalgaz, elektrik ve dizel yakıt kaynaklı karbon salınımı 2014-2017 yılları arasında toplamda 2.537,03 ton CO₂'dir. Bu sonuçlar göstermektedir ki, Osmangazi Belediyesi, merkez hizmet binasından 4 yılda atmosfere saldıgı karbon miktarının yaklaşık 2,9 katını fidan dikim kampanyası sayesinde 1 yılda atmosferden çekmektedir.

Dikilen ağaçlar karbonu atmosferden temizlemekle kalmayıp, ayrıca oksijen üretmekte ve toz emilimi gerçekleştirmektedir. 40 kişinin 1 saatte havaya verdiği karbondioksiti yetişkin bir çam ağacı 1 saatte oksijene dönüştürmektedir (Anonim 2018g);

1.000.000 ağaç x 40 kişi/sa CO₂ = 40.000.000 kişi/sa CO₂ bulunur.

Bu sonuç göstermektedir ki; 1.000.000 adet çam ağacı, 40.000.000 kişinin 1 saatte havaya verdiği karbondioksiti, 1 saatte oksijene dönüştürmektedir. Bu da, fidan dikim kampanyasının Bursa'ya, kent nüfusunun ortalama 13 katı kadar kişinin O₂ ihtiyacını bir saatte karşılayacak kadar bir oksijen kaynağı kazandırdığı anlamına gelmektedir.

3.3. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Veri ve Çalışma Alanı

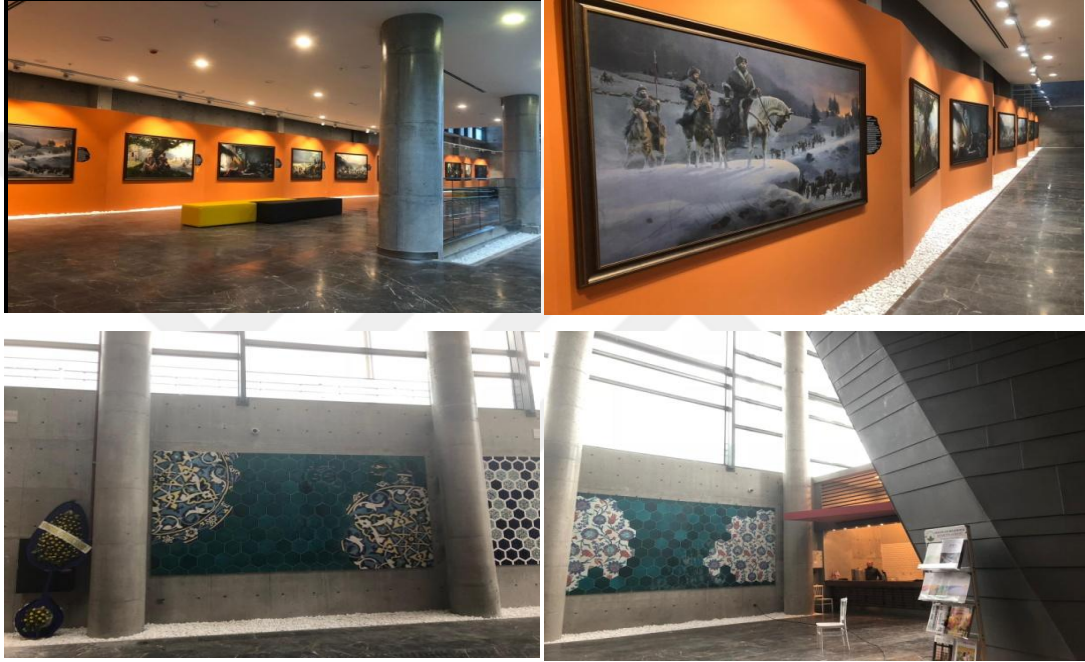
Ebu İshak mah. İnceler sok. No:29 Osmangazi/Bursa adresinde yer alan müzenin temeli 15 Eylül 2015 tarihinde atılmıştır. Panoramik müze, ana tema canlandırma salonu, sergi salonları, toplantı salonları, kafeterya ve idari bölümlerden oluşmaktadır. Dünyanın tam panoramik en büyük müzesidir. Panoramik müze içerisindeki kubbe alanında 360 derece dairesel döngü içerisinde fetih gününü resmedilmektedir. Müzede, Bursa'da medfun bulunan 6 Osmanlı Padişahının ve onların zamanındaki sosyal hayatı anlatan 16 adet tablo yer alıyor. Müzedeki panoramik resim ve sergi alanındaki diğer resimler, Bursa'nın Beylik'ten Cihan Devleti'ne uzanan yolculuğunu anlatmaktadır. Bilimsel bir belge niteliğinde olan müze ile eğitime önemli katkı sağlanması planlanmıştır. Yılda, 50 bini öğrenci olmak üzere 350 bin ziyaretçinin gezmesi hedeflenmektedir. Panorama Müzesi ile Bursa'nın turizm potansiyeli de artacaktır. Ekolojik mimarlık anlayışının gerekliliklerinin yerine getirildiği yapı, enerji verimliliği ilkesine göre Yeşil Bina formunda inşa edilmiştir (Anonim 2019f).

Panorama 1326 Fetih Müzesi tasarımı yapılırken ana hedef Bursa şehrinin tarihi ile ilgili bilgileri, daha akılda kalıcı olacak şekilde, görsel öğeler ile destekleyerek ziyaretçilere sunmaktır. Kubbe içerisinde bulunan panoramik resim, resme ait seslendirme ve ışıklandırmalar ziyaretçilerde 3 boyut algısı oluşturmak üzere tasarlanmıştır. Şekil 3.7'de Panorama 1326 Fetih Müzesi dış mekan görselleri yer almaktadır.



Şekil 3.7. Panorama 1326 Fetih Müzesi dış mekan görselleri

Müzedeki bulunan sergi salonu içerisinde Bursa tarihine ait 16 adet önemli olayın işlendiği tablolar bulunmaktadır. Müze içerisinde Bursa İznik çinileri için ayrı bölüm ayrılmış olup, bu kısımda Bursa'ya ait 3 farklı tarihi çininin birer kopyaları yer almaktadır. Bu çiniler müzeye ait genel hacimde kullanılmış olup, hem ziyaretçilere bilgi vermek hem de yapıya mimari olarak farklı bir renk katmak üzere konumlandırılmıştır. Şekil 3.8'de Panorama 1326 Fetih Müzesi sergi salonu ve çini görselleri yer almaktadır.

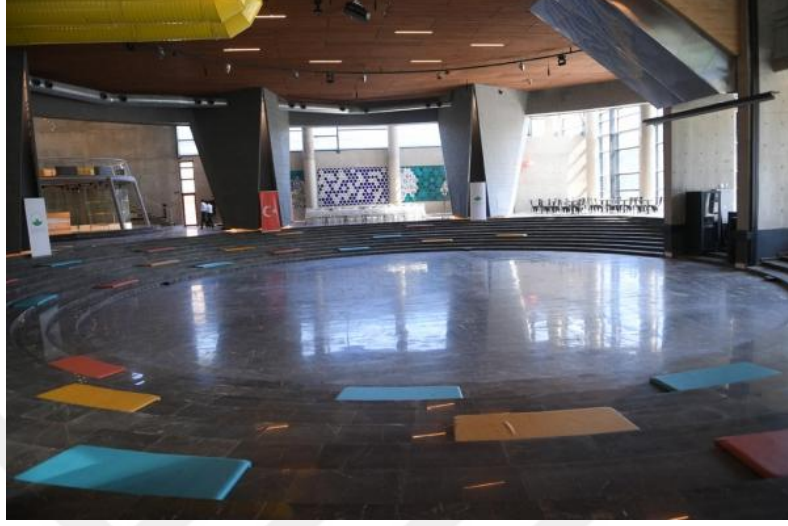


Şekil 3.8. Panorama 1326 Fetih Müzesi sergi salonu ve çini görselleri

Müze yerli ve yabancı turist grupları ve bölgede yaşayan insanlar dikkate alınarak tasarlanmıştır. Bölgede yaşayan insanlar müze içerisinde bulunan görsel öğelere zaman içerisinde alışacak ve bilgi sahibi olacaktır. Tesise bölge halkının ilgisinin zaman içerisinde azalmaması ve tesisin sürekliliğinin sağlanabilmesi için yapı içerisinde farklı etkinliklerin yapılabileceği hacimler oluşturulmuştur.

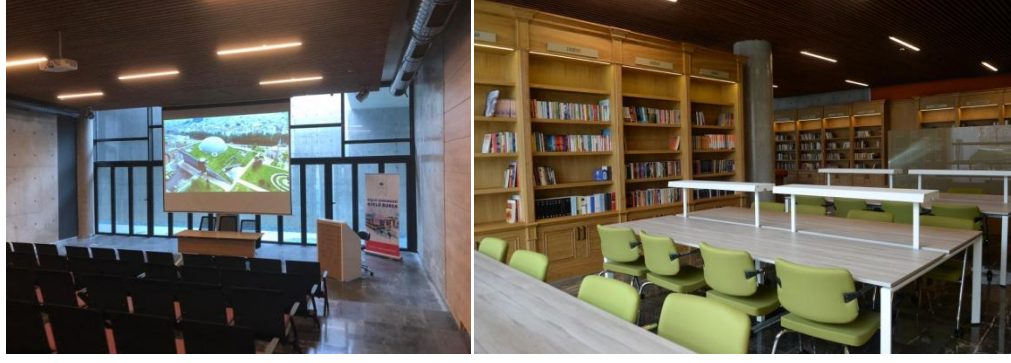
Yapı içerisinde 1000 kişilik izleyici kapasitesine sahip bir forum alanı bulunmaktadır. Bu alan içerisinde tiyatro, söyleşi, yarışmalar, televizyon programları, konuşma ve tanıtımlar ve benzeri etkinlikler düzenlenmesi planlanmıştır. Ayrıca bu forum alanının etrafı sürekli sergi alanı olarak planlanmış olup geçici olarak sergiler düzenlenebilmek

üzere tasarlanmıştır. Şekil 3.9’da Panorama 1326 Fetih Müzesi forum alanı görseli yer almaktadır.



Şekil 3.9. Panorama 1326 Fetih Müzesi forum alanı görseli

Yapı içerisinde 2 adet mini sinema salonu bulunmaktadır. Sinema salonlarının temel amacı panoramik resmin bulunduğu alan içerisine girmeden önce Bursa tarihi ile ilgili kısa tanıtım filmlerini ziyaretçilere izletmek ve aldıkları bilgiler doğrultusunda panoramik resmi görecekları kısa zaman dilimi içerisinde resim içerisinde anlatılan kompozisyonun daha rahat anlaşılabilmesini sağlamaktır. Yapı içerisinde ayrıca 1 adet kütüphane bulunmaktadır. Kütüphane içerisinde Bursa tarihi ve Bursa tarihi içerisinde isim yapmış yazarların, yayınların bulundurulması sağlanmıştır. Panorama 1326 Fetih Müzesi bütün tasarım detayları ile Bursa şehrinin tarihini anlatan bir yapı olduğundan, yapı içerisinde bulunan kütüphanede Bursa tarihi ile ilgili kaynakların bulundurulmasıyla, tesis tasarımına uyum sağlanmıştır. Şekil 3.10’da Panorama 1326 Fetih Müzesi sinema salonu ve kütüphane görselleri yer almaktadır.



Şekil 3.10. Panorama 1326 Fetih Müzesi sinema salonu ve kütüphane görselleri

Yapının kalan kısımlarında, ziyaretçilerin yapı içerisinde geçirdikleri süre boyunca memnuniyetlerinin yüksek tutulması ve keyifli zaman geçirebilmeleri amacı ile kafeterya, hediyelik eşya satışının gerçekleştirildiği alanlar gibi ek alanlar bulunmaktadır. Tüm binaya ait kat bazında mimari bölümler ve bu bölümlere ait alanlar Çizelge 3.24’te verilmiştir.

Çizelge 3.24. Panorama 1326 Fetih Müzesi mimari bölümleri ve alanları

Bodrum kat	Sığınak (136 m ²) Personel soyunma odaları, duşlar ve tuvaletler (75 m ²) Teknik personel ofisi (35 m ²) Elektrik ve otomasyon pano odası (93 m ²) Depo (91 m ²) Teknik Hacimler (410 m ²)
------------	---

Çizelge 3.24. Panorama 1326 Fetih Müzesi mimari bölümleri ve alanları (Devam)

Zemin Kat	Kütüphane (178 m ²) Toplantı Salonu-1 (108 m ²) Toplantı Salonu-2 (108 m ²) Tuvaletler (67 m ²) Kronolojik Sergi Salonu (252 m ²) Kitap ve Hediyelik Eşya (102 m ²) Kafe-Servis Alanı (26 m ²) Sürelî Sergi Alanı (1487 m ²) Forum Alanı (706 m ²) Tematik Bahçe (39 m ²)
1.Kat	Müze Giriş Bekleme Alanı (182 m ²) Kafeterya (169 m ²) Güvenlik (12 m ²) Vestiyer (12 m ²) Tuvaletler (36 m ²) Ofisler (111 m ²) Genel Hacimler (465 m ²)
2.Kat	Ofisler (111 m ²) Kat Holü (103 m ²)
3.Kat	Depo (179 m ²)
Kubbe İçi (Panoramik Resim)	Gezilebilir Platform (86 m ²) Sergi Alanı (1.004 m ²)
Kazan Dairesi (Ek Bina)	Elektrik ve Otomasyon Pano Odası (18 m ²) Diğer Teknik Hacimler (117 m ²)
Açık Alanlar	Yeşil Çatı (4.300 m ²) Açık Otopark (900 m ²) Otobüs Otoparkı (2.000 m ²)

3.3.1. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi İçin İlgili Kanun ve Yönetmeliklerden Doğan Yapı İhtiyaçları

Yapı tasarımı başlatılmadan önce, gerekli fizibilite ve etüd çalışmaları yapılmış, benzer yapılar incelenmiş ve binada karşılanması gereken ihtiyaçların tespitleri yapılmıştır. Bina ihtiyaçları temel olarak 4 ana başlık altında toplanarak tespit edilmiş ve sınıflandırılmıştır. Bunlar; Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Sığınak Yönetmeliği ve Asansör Yönetmeliği uyarınca yapılan uygulamalardır.

-“Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik” uyarınca yapılan uygulamalar;

19.12.2007 tarih ve 26735 sayılı resmi gazetede yayımlanan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Yapının tamamında yangın kompartımanları tasarlanmış ve buna uygun olarak yapı malzemeleri kullanılmıştır. Teknik hacimlerce şaftlar gibi yüksek riskli alanlarda uygun yapı malzemeleri ile koruma sağlanmıştır. Binanın tamamında yanmayan, alev yürütmesine imkan vermeyen ve zehirli gaz salınımı olmayan yapı malzemeleri kullanılmıştır. Yapı içerisinde kaçış güzergahları ve teknik şartları yönetmeliğin ilgili maddelerine uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapıda yangın çıkması durumunda yapı taşıyıcılarının stabilitesinin sağlanabilmesi için gerekli önlemler alınmıştır. Yapıda bulunan çelik çatılı kısımların yangın durumunda deforme olması ve çökme riskine karşı çelik soğutma sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapıda bulunan, elektrik teknik hacimleri haricindeki mahallerin tamamında sulu yangın söndürme sistemleri tasarlanmış ve imal edilmiştir (yağmurlama sistemi ve yangın dolapları). Yapı içerisinde yeterli sayıda ve uygun kimyasallara sahip portatif yangın söndürme cihazları (yangın tüpleri) hazır bulundurulmuştur. Yapı içerisinde bulunan elektrik teknik odasına gazlı söndürme sistemi tasarlanmış ve kurulmuştur. Yapının tamamında duman tahliye sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapıda çevre düzenlemesi sırasında itfaiye araçlarının her noktadan ulaşımını sağlayacak şekilde uygun tasarım ve imalatlar yapılmıştır. Yapı içerisinde bulunan bütün mekanik ve elektrik sistemlerinde uygun yangın güvenlik koruma ekipmanları kullanılmıştır. Yapıda yönetmelik maddelerine uygun olarak yangın algılama ve ihbar sistemi tasarlanmış ve kurulmuştur. Yapı

içerisinde yangın riskinin azaltılması ve patlama riskinin ortadan kaldırılması için doğalgaz tüketimi yapan cihazların tamamı yapı dışında ayrı bir bina olarak tasarlanmış ve yapıdan ayrılmıştır. Yapıda yıldırımdan korunma (paratoner) imalatı yapılmıştır.

-“Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” uyarınca yapılan uygulamalar;

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından yayımlanan 18.03.2018 tarih ve 30364 sayılı resmi gazetede yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Yapının tamamı tasarım aşamasında, bölgeye ait zemin etüdüleri ve gerekli diğer veriler dikkate alınarak deprem yönetmeliği şartlarına uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapıda kullanılan inşai yapı elemanlarının tamamının deprem durumunda yerlerinden kopması, düşmesi ve benzeri riskli durumlara maruz kalmasına karşı özel bağlantı elemanları kullanılarak imal edilmiştir. Yapı içerisinde, tavanlarda ve asma tavanlarda kullanılan, mekanik tesisat, elektrik tesisatı ve asma tavan yapı elemanlarının tamamı tekniğine uygun olarak sismik bağlantı elemanları kullanılarak imal edilmiştir. Yapılarda depremlerden sonra oluşan yangın risklerinin yüksek olduğu düşünülerek yangın tesisatının tamamı sismik hareketlere karşı korunmuştur. Bu aşamada yangın su deposu sismik korumalı olarak tasarlanmış ve imal edilmiş, yangın pompa grupları uygun şekilde sabitlenmiş, yangın tesisat borularının tamamı uygun şekilde sismik askılar ile korunmuştur.

-“Sığınak Yönetmeliği” uyarınca yapılan uygulamalar;

25.08.1988 tarih ve 19910 sayılı resmi gazetede yayımlanan Sığınak Yönetmeliği uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Yapı içerisinde ilgili yönetmelikte belirtilen şartlara uygun olarak sığınak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Acil durumlarda sığınağa ulaşımın kolay sağlanabilmesi için yapı içerisinde bulunan yangın merdiveninden sığınağa kadar güvenli ulaşım sağlanmıştır. Sığınak içerisinden acil çıkışların yapıdan bağımsız olarak sağlanabilmesi için, sığınaktan yapı dışında bulunan güvenli noktaya ayrıca bir kaçış koridoru ve merdiveni ile çıkış sağlanmıştır. Bu çıkış ayrıca acil durumda sağlık ve güvenlik ekiplerinin sığınağa ve binaya güvenli noktadan girişine imkan vermektedir. Sığınak içerisinde yapıdan tamamen bağımsız olarak acil durum aydınlatma ve havalandırma sistemleri bulunmaktadır. Sığınak içerisinde bağımsız bir

duman tahliye sistemi bulunmaktadır. Sığınağın kendine ait mutfağı, tuvaletleri ve temel ihtiyaçları karşılamak üzere tasarlanmış hacimleri vardır.

-“Asansör Yönetmeliği” uyarınca yapılan uygulamalar;

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayımlanan 29.06.2016 tarih ve 29757 sayılı resmi gazetede yayımlanan Asansör Yönetmeliği (2014/33/AB) uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Yapı içerisinde kişi sayıları ve ihtiyaçlar dikkate alınarak 2 adet asansör tasarlanmış ve imal edilmiştir. Asansörlerin her ikisi de ilgili yönetmeliğe uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Asansörlerin gerekli denetlemeleri yapılmış, yeşil etiket ve ruhsatları alınmıştır. Asansörlerde yangın ve deprem durumlarında güvenliğin sağlanabilmesi için gerekli güvenlik tertibatları tasarlanmış ve imal edilmiştir. Asansörlerin her ikisinde de elektrik kesintisinde çalışır durumda kalabilmesi için gerekli güvenlik sistemleri bulunmaktadır.

-“Engelliler Hakkında Kanun” uyarınca yapılan uygulamalar;

07.07.2005 tarih ve 25868 sayılı resmi gazetede yayımlanan Engelliler Hakkında Kanun uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Yapı içerisinde, yapının tamamında engelli erişimine uygunluk şartları sağlanmıştır. Yapıda bulunan asansörler engelli kullanımına uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapıda her katta ayrı ayrı engelli tuvaletleri ve lavaboları bulunmaktadır. Yapı içerisinde yürüyen merdivenlerde engelli erişimine imkan veren engelli erişim cihazları bulunmaktadır. Yapı içerisinde bulunan bütün aydınlatma armatürleri ve kontrol elemanları engelli kullanımına uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapı girişlerinde engellilere ayrılmış otopark alanları bulunmaktadır. Engelli otopark alanları yapı içerisinde güvenlik görevlileri tarafından rahatça görülebilen alanlarda bulunmaktadır. Engelli insanların otopark içerisinde girişlerinden itibaren, güvenlik personeli ve rehber personel tarafından izlenebilmesine imkan sağlayacak mimari detaylara özen gösterilmiştir.

3.3.2. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi İçin Tasarlanan Konfor ve Mimari İhtiyaçlar

Bina içerisinde gerek çalışacak olan personelin gerekse ziyaretçilerin konforunu sağlamak amaçlı fiziksel, mimari ihtiyaçlar ve yeşil bina sertifikasyon sistemi için

gerekli çevresel ihtiyaçlar 5 başlık altında toplanarak tespit edilmiş ve uygulanmıştır. Bunlar; ısıtma ihtiyacı gereklilikleri, soğutma ihtiyacı gereklilikleri, havalandırma ihtiyacı gereklilikleri, mimari tasarım gereği ortaya çıkan gereklilikler ve yeşil bina sınıflandırması gereklilikleridir.

-Isıtma ihtiyacı gereklilikleri;

Yapı içerisinde uygun ısıtmanın yapılabilmesi için yeterli miktarlarının hesaplanabilmesi şarttır. Bu hesaplar yapıldıktan sonra ısıtma sistemi tasarımı yapılabilmektedir. Isıtma durumu için konfor ihtiyaçlarının tespiti için yapının ısıtma ihtiyacı tespit edilmiştir. Yapı Bursa ilinde bulunmaktadır. TSE 825 standardı Ek/D tablosuna göre 2. Bölge illeri arasında bulunmaktadır. Isıtma hesapları yapılırken en düşük dış hava sıcaklık değeri -6°C olarak kabul edilmiştir. Yapıya ait ısıtma ihtiyacının hesaplanabilmesi için yapı içerisindeki mahallerin hangi iç sıcaklık değerlerinde tutulması gerektiğinin tespit edilmesi gerekmektedir. TSE 825 standardı Ek-B de bulunan tabloda, müzeler ve galeriler iç ortam sıcaklığı 20°C olarak gösterilmektedir. Ancak yapının tamamı için bu iç ortam sıcaklık değeri yeterli görülmemektedir. Bu nedenle TSE 825 (Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standartı) ile birlikte TS-EN 12831 standardı (Isıtma sistemleri-Binalar için-Isı yükünün hesaplanması ve tasarımı için metod) da dikkate alınmıştır. Yapıda bulunan alanlarda iç ortam sıcaklıkları Çizelge 3.25'te belirtilen değerler dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3.25. Panorama 1326 Fetih Müzesi iç ortam alanları sıcaklık değerleri

İç ortam alanı	İç ortam sıcaklığı
Müze ve sergi alanları	20°C
Ofisler	20°C
Toplantı odaları	20°C
Kütüphane	20°C
Tuvaletler	18°C
Kafeterya ve bekleme alanları	20°C
Sığınak	15°C
Depo	15°C
Teknik hacimler	18°C
Şaftlar, yangın merdivenleri ve asansör boşlukları	15°C

Yapı içerisinde hiçbir hacmin 15°C iç ortam sıcaklığının altına düşmemesi istenmektedir. İç ortam sıcaklığı 15°C'nin altına düşen mahaller olması durumunda komşu hacimlerin ısı kaybı değerleri artacağı için yapının ısı dengesi bozulacaktır. Bu nedenler bodrum katta bulunan hacimlerin iç ortam sıcaklıkları 15°C olarak hesaplara dahil edilmiş ve bu değeri sağlayacak ısı izolasyon malzemeleri kullanılmıştır.

Yapı içerisinde ısıtma ihtiyaçları hesapları yapılırken, yapıda tasarlanan havalandırma sistemleri ısı kayıp kaynağı olarak hesaba dahil edilmemiştir. Yapıda kullanılan havalandırma cihazlarının (klima santralleri) tamamında ısı geri kazanım üniteleri bulunmaktadır. Ayrıca üfleme havası mahal ile aynı sıcaklıkta olacak şekilde son ısıtma işlemi yaptığından yapıda bulunan ısıtma ihtiyacına negatif bir etkisi bulunmamaktadır. Yapıda cam ve kapılardan oluşabilecek enfitrasyon kayıplarının önüne geçilebilmesi için, cam cephelerin tamamı doğramasız silikon cephe olarak tasarlanmıştır. Kullanılan

cam cephelerin enfitrasyon kayıpları yoktur. Ayrıca yapı giriş kapılarında enfitrasyon değerlerinin minimum seviyelerde tutulabilmesi için rüzgarlıklar kullanılmaktadır.

-Soğutma ihtiyacı gereklilikleri;

Yapıya ait soğutma ihtiyacı hesapları yapılırken, ısıtma ihtiyacı hesaplarında olduğu şekilde TSE 825 ve TS-EN 12831 standartlarında belirtilen ilgili değerler dikkate alınmıştır. Soğutma ihtiyacı hesaplarında iç ortam sıcaklıkları 26°C ve dış ortam sıcaklığı 37°C (%50 rh nem-bağıl nem oranında) olarak hesaplanmıştır.

Yapı içerisinde soğutma ihtiyacının düşürülebilmesi için, yapının gün ışığına en çok maruz kalan batı cephesinde güneş kırıcılar tasarlanmış ve imalatı yapılmıştır. Ayrıca yapının kuzey ve doğu cephesinde bulunan cam cephelerde soğutma yüklerinin azaltılmasına imkan veren low-e kaplamalı (ısı kayıplarını azaltan yumuşak kaplamalı) reflektif camlar kullanılmıştır.

Yapı içerisinde kullanılan aydınlatma armatürlerinin tamamı düşük enerji tüketimine ve ısı yayılımına sahip led armatürler kullanılarak tasarlanmıştır.

Yapı içerisinde bulunan ısı kaynaklarının mümkün olan en düşük seviyelere indirilmesi soğutma tasarımının ilk aşaması olarak yapılmıştır. Gerekli tasarruf tedbirleri alındıktan sonra yapı içerisinde yapı tasarımından, güneşten, elektrikli cihazlardan, insanlardan ve diğer ısı kaynaklarından oluşan soğutma yükleri ayrı ayrı hesaplanmış ve yapının soğutma ihtiyaçları (mahal ayrı ayrı olacak şekilde) tespit edilmiştir.

Yapının soğutma yükleri hesaplanırken havalandırma cihazlarındaki taze hava ilavesinden gelen soğutma yükleri soğutma ihtiyacı hesaplarına dahil edilmiştir.

-Havalandırma ihtiyacı gereklilikleri;

Yapı gün içerisinde yüksek insan yoğunluğuna sahip bir yapıdır. Bu nedenle hava konforunun sağlanması hayati öneme sahiptir. Yapının maksimum insan yoğunluğu dikkate alınarak taze hava ihtiyacı hesaplanmıştır. Yapılan bu hesaplamalarda Ashrae standartında belirtilen mahal içi taze hava miktarları dikkate alınarak hesap yapılmıştır.

TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon çalışmaları maddeleri gereği yapı içerisinde nem ve küf kontrolü yapılması ihtiyacı bulunmaktadır. Yapıda havanın nem oranının sürekli olarak %45-%60 aralığında tutulmasına imkan verecek havalandırma sistemi tasarlanmıştır.

Yapı içerisinde nem alma işleminin yapılabilmesi için havalandırma cihazları içerisinde ilave olarak soğutma işlemi yapılması zorunluluğu bulunmaktadır. Nem kontrolünden kaynaklanan ilave soğutma yükü soğutma ihtiyaçları hesaplara dahil edilmiştir.

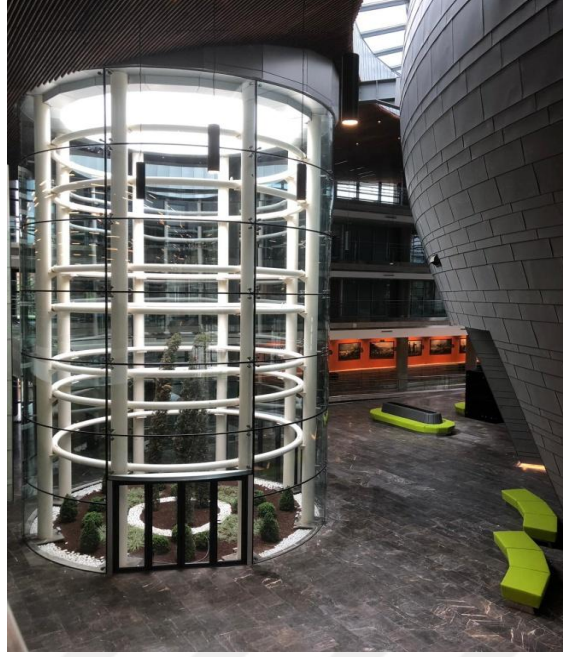
-Mimari tasarım gereği ortaya çıkan gereklilikler;

Yapıda mimari tasarım gereği 1 adet açık süs havuzu ve 1 adet laminar akış şelalesi (suyun çok az debilerde, duvar yüzeyinden süzülerek aktığı şelale tipi) bulunmaktadır. Havuz ve şelaleye uygun mekanik tesisat tasarımı yapılmıştır. Şekil 3.11’de süs havuzu ve akış şelalesi görseline yer verilmiştir.



Şekil 3.11. Panorama 1326 Fetih Müzesi süs havuzu ve akış şelalesi görseli

Yapı içerisinde Şekil 3.12’de gösterilen 1 adet tematik bahçe bulunmaktadır. Bahçe yapı içerisinde açılabilir cam cephe ile ayrılmış olup üzeri atmosfere açık bir alandır. Tematik bahçe içerisine uygun sulama ve drenaj tesisatı tasarımı yapılmıştır.



Şekil 3.12. Panorama 1326 Fetih Müzesi tematik bahçe görseli

Yapı mimari ihtiyaçlar gereği komple yeşil çatılıdır. Yapıya ait yeşil çatı görseli Şekil 3.13'te yer almaktadır. Yapıya ait yeşil çatının sulanması ihtiyacı bulunmaktadır. Kullanılan bitkilerin cinsleri ve tipleri dikkate alınarak uygun miktarda su veren otomatik sulama tesisat tasarımı yapılmıştır. Ayrıca yağmurlarda ve sulamadan kaynaklanan fazla suyun çatı üzerindeki olumsuz etkilerinin önüne geçilebilmesi için uygun şekilde yağmur suyu drenaj sistemi tasarlanmıştır. Yağmur suları sulama deposunda toplanarak yeniden çatı sulanmasında kullanılmak üzere bekletilmektedir.



Şekil 3.13. Panorama 1326 Fetih Müzesi yeşil çatı görseli

Yapıda bulunan kuzey ve doğu cephesi tamamen cam cepheden oluşmaktadır. Yapıya ait cam cephe görseli Şekil 3.14’te yer almaktadır. Cam cephelerin tasarımları yapılırken yapı içerisinde ısı dengelerinin bozulmasına imkan vermeyen ısı iletim katsayısına sahip yeteri miktarda güneş ışığını yansıtabilen low-e kaplamalı ve doğramasız cephe elemanları kullanılmıştır.



Şekil 3.14. Panorama 1326 Fetih Müzesi cam cephe görseli

3.3.3. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi İçin Yeşil Bina Sınıflandırması Gereği Ortaya Çıkan İhtiyaçlar

TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifika Standartları gereği, yeşil bina sınıflandırması için gerekli ihtiyaçlar belirlenmiş ve bu ihtiyaçlara yönelik tasarım yapıp çevresel gereklilikler uygulamaya koyulmuştur.

-Mevcut doğal yapının korunması ve geliştirilmesi;

Mimari tasarım sırasında yapı temel alanı altında bulunan doğal yapının korunması istenmektedir. Panorama 1326 tesisinde temel alanı kadar yeşil alan oluşturulabilmesi için mimari tasarıma yeşil çatı imalatı eklenmiştir. Yeşil çatıda ihtiyaç duyulan otomatik sulama ve drenaj sistemleri tasarlanmış ve imal edilmiştir.

-Gün ışığından yararlanarak enerji üretimi gerçekleştirme;

Yapı içerisinde aydınlatmada gün ışığından en yüksek miktarda yararlanabilmek için mimari olarak cam cephe tasarımlarına özen gösterilmiştir. Yapılan tasarımda gün ışığından en uzun süre ile faydalanmak ancak yapıda soğutma yükünü arttırmamak üzere batı cephesinde uygun açılar ile tasarlanmış güneş kırıcılar kullanmak sureti ile güneşten gelen negatif etkileri minimize etmek ve aydınlatmada en yüksek verimi sağlamak amaçlanmıştır. Ayrıca yapıda güneş panelleri ile sıcak su temini ve fotovoltaik güneş panelleri ile elektrik üretimi yapılabilmektedir.

-Suyun etkin kullanımı;

Yapı içerisinde tüketimi yapılmakta olan temiz su kullanımında en yüksek miktarda tasarrufun sağlanabilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle sulama sistemlerinde yağmur sularından en yüksek verimde faydalanılmaktadır. Ayrıca lavabolarda ve duşlarda (insan teni ile temas eden tüketim noktalarında) kullanılan su, gri su sistemi ile uygun kimyasal şartlara getirilerek rezervuar ve pisuarlarda (insan teni ile temas etmeyen tüketim noktalarında) yeniden kullanılmaktadır. Bu sistem kullanılarak aynı suyun rezervuarlarda 2. defa kullanılarak su kaybının minimize edilmesi hedeflenmektedir.

-Klima santrali cihazlarında yapı içerisinde nem ve küf kontrolü;

Klima santralleri cihazlarında yapı içerisinde nem ve küf kontrolü yapılabilmesi için nem alma işlemleri yapılmaktadır. Nem alma işlemi sırasında cihazlardan atılan bir miktar drenaj suyu oluşmakta olup, insan yükü arttıkça su miktarı da artmaktadır. Tesiste bulunan klima santrallerine ait drenaj sularının tamamı gri su sistemine verilmekte olup rezervuarlarda ve pisuarlarda (insan teni ile temas etmeyen tüketim noktalarında) yeniden kullanılmaktadır.

-Çevresel enerji kaynaklarından faydalanma;

Yapıda kullanılan mekanik tesisatlarda, ısıtma işlemleri için güneş, rüzgâr ve toprak kaynaklarından, soğutma işlemi için rüzgâr, toprak ve süs havuzu gibi su kaynaklarından faydalanılmaktadır. Bu kaynakların yeterli olmadığı yerlerde doğalgaz ve elektrik destekli ısıtma ve soğutma konforu sağlanabilmektedir.

-Enerji depolama;

Yapıda ısıtma ve soğutma işlemlerinde, 150 ton kapasiteli yangın su deposuna ve yapı otoparkında bulunan toprak zemine enerji depolayabilen bir sistem tasarlanmış ve imal edilmiştir.

-Enerjinin akılcı kullanımı;

Yapı içerisinde ısıtma işlemlerinin düşük su sıcaklığı ile ve soğutma işlemlerinin yüksek su sıcaklığı ile yapılabilmesi için yerden ısıtma/serinletme sistemi tasarlanmıştır.

3.3.4. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Genel Hacimlerinde Kullanılan Sistemler

Yapının tespit edilen ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanan ısıtma/soğutma (serinletme)/havalandırma ve iklimlendirme sistemleri her mahalın kendi kullanım şartları ve mimari yapısı dikkate alınarak tasarlanmış ve imal edilmiştir.

-Toplantı (sinevizyon) salonlarında kullanılan sistemler;

Toplantı salonları genel olarak ziyaretçilere sinevizyon eşliğinde tanıtım yapılmak üzere tasarlanmış mahallerdir. Toplantı salonu görseli Şekil 3.15'te görülebilir. Mahallerin kullanımları sırasında yaklaşık 40-60 kişi aralığında insan yoğunluğu olması beklenilmektedir. Mahal zemini basamaklardan oluşmakta olup mermer zemin kaplama malzemesi kullanılmıştır. Mahal tavan yüksekliği 3,8 metre olup standart kat tavan yüksekliğine sahiptir. Ayrıca bu hacimlerin dış yüzeyleri zeminde teknik hacimlere, tavanda kafeterya ve diğer ısıtılan hacimler, yan duvarlarda diğer ısıtılan hacimlere komşu olup sadece 1 yüzeyi yapı dışına sınırdır. Toplantı salonlarının ısı kaybı ve ısı kazancı hesapları ayrı ayrı yapıldığında, yapı bileşenlerinden dolayı oluşan ısı kaybı (mahallerin ısıtma ihtiyacı) yaklaşık 14 kW, ancak kullanım sırasında ısı kaynaklarından dolayı oluşan soğutma ihtiyacı 28 kW olarak hesaplanmıştır. Ayrıca mahallerde insan yoğunluğunun fazla olması nedeni ile yaklaşık 770 Lt/s taze hava ihtiyacı ve nem alma ihtiyacı bulunmaktadır. Bütün bu değerler dikkate alınarak 2 adet toplantı salonunun 1 adet ortak klima santrali ile şartlandırılması, tavan yüksekliğinin uygun ve çoğunlukla soğutma ağırlıklı mahal ihtiyaçları olması nedeni ile havalandırma sistemi ile iklimlendirilmesi uygun görülmüştür.



Şekil 3.15. Panorama 1326 Fetih Müzesi toplantı salonu görseli

-Kütüphanede kullanılan sistemler;

Yapıda bulunan kütüphane insan yoğunluğu değişken bir mahaldir. Kütüphane görseli Şekil 3.16'da yer almaktadır. Kullanım yoğunluğu dikkate alınarak soğutma ihtiyacının sürekli olacağı öngörülememektedir. Ayrıca mahal 2 cephede çap yapı elemanları ile bir dışına sınırdır. Bu hacimde ısıtma mevsiminde yaklaşık olarak 12 kW ısıtma ihtiyacı (mahal içerisinde bulunan ısı kaynakları ihmal edilerek hesaplanmıştır) ve soğutma mevsiminde yaklaşık 18 kW soğutma ihtiyacı olacağı hesaplanmıştır. Isıtma ve soğutma değerlerinin hangi zaman periyotlarında çakışacağı ve mahalde bulunan ısı kaynaklarının mahale ısıtma mevsiminde ne kadar pozitif değer katacağı net olarak öngörülememektedir. Bu nedenle bu mahalde ısıtma ve soğutma değerlerini net sağlayacak mekanik sistemlerin tasarlanması gerekmektedir. Ayrıca mahal içerisinde maksimum insan yoğunluğuna ulaşıldığında yaklaşık 650 Lt/s taze hava ihtiyacı olacaktır. Mahalin tavan yüksekliği 3,8 metrenin altında olduğu dikkate alınarak bu mahal içerisinde fan coil (FCU) cihazları kullanılarak ısıtma ve soğutma işlemi havalandırmadan bağımsız olarak tasarlanmıştır. Bu cihazlar içerisine sıcak su aldığı zaman sıcak, soğuk su aldığı zaman soğuk üfleyen cihazlardır. FCU cihazlarının konumlandırılması yapılırken mahal içerisinde homojen sıcaklık dağılımına uygun

yerleşim düşünülmüştür. Mahalin taze hava ihtiyacı klima santrali ile ayrıca sağlanmaktadır.

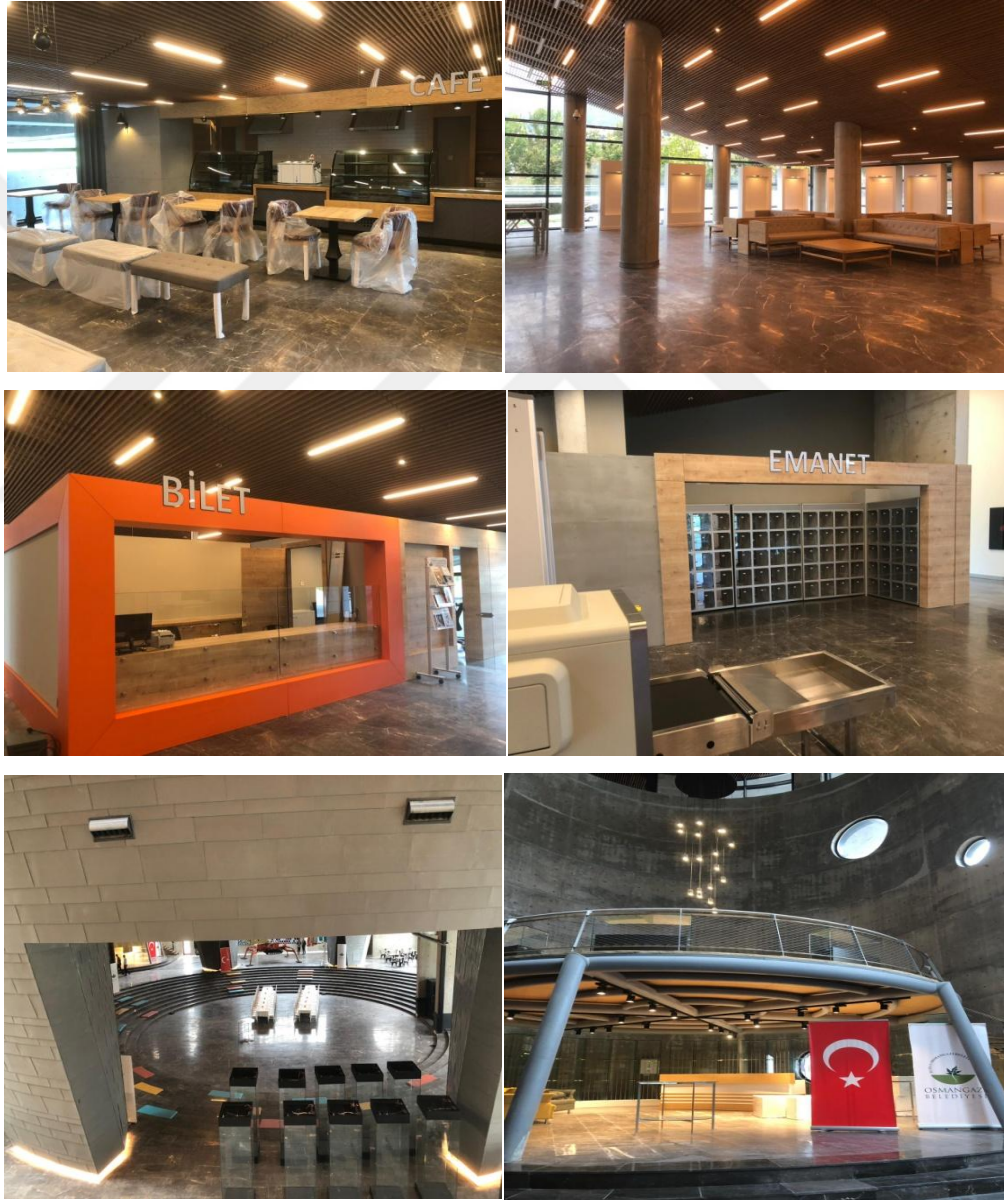


Şekil 3.16. Panorama 1326 Fetih Müzesi kütüphanesi görseli

-Genel hacimlerde kullanılan sistemler;

Yapı içerisinde bulunan forum alanı, kafeterya, süreli sergi alanı, kronolojik sergi alanı, hediyelik eşya ve bekleme alanları mimari olarak farklı fonksiyonlara sahip ancak hava hacmi olarak aynı hacimde bulunan mahallerdir. Şekil 3.17’de genel hacimlerden örnek görseller yer almaktadır. Bu mahallerin taze hava ihtiyaçları aynı hava hacmi dikkate alınarak hesaplanabilmektedir, ancak ısıtma ve soğutma hesapları mahallerin aldıkları güneş ışığı açısına ve bölgesel olarak insan yoğunluklarına direkt bağlıdır. Yani aynı hacim içerisinde bir bölgenin ısıtma istemesi ve diğer bölgenin soğutma istemesi durumları olağan durumlardır. Ayrıca mahallerin tavan yükseklikleri 8 metre ile 18 metre arasında değişkenlik göstermektedir. Bu hacimlerde hava ile şartlandırma yapmak mümkün değildir. Zeminlerin tamamen mermer zemin kaplama olması, bu hacimlerde yerden ısıtma ve serinletme sistemleri kullanılabilmesi için uygun bir mimari tasarım seçimidir. Bu hacimlerin tamamında yerden ısıtma ve serinletme sistemi tasarlanmış ve bu sistem mümkün olduğu kadar insan yoğunluğu ile paralel gidecek şekilde zonlara ayrılmıştır. Yapıda doğu ve kuzey cephelerinde çok fazla cam cepheler bulunmaktadır. Bu cephelerde güneş ışığından dolayı zemin kaplama malzemelerinde istenilenin

üzerinde sıcaklık oluşmaktadır. Bu cephelerde serinletme işlemi yapılırken, batı cephesinde (güneş ışığına maruz kalmayan) ısıtma ihtiyacı oluşabilmektedir. Bu gibi durumlarda yerden ısıtma ve serinletme sistemi mahal içerisinde bir kısımda zeminden aldığı enerjiyi ısıtma istenen mahallerde kullanabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu hacimlerde sıcaklık kontrolünün net yapılabilmesi için her bir sıcaklık zonunda zeminden 1,8 metre yükseklikte sıcaklık ölçümleri yapılmakta olup mahal sıcaklıkları sürekli bina otomasyon sistemi ile kontrol edilmektedir.



Şekil 3.17. Panorama 1326 Fetih Müzesi genel hacim görselleri

-Kubbe’de (panoramik resim alanı) kullanılan sistemler;

Kubbe tasarımı itibari ile ısı izolasyonu çok iyi yapılmış, güneş ve benzeri dış etkilerden tamamen izole edilmiş ve insan yoğunluğunun çok düşük olduğu bir mahaldir. Bu mahal içerisinde resmin sergilenebilmesi için yaklaşık 128 kW ısı yükünü mahale veren çok sayıda aydınlatma armatürü bulunmaktadır. Bu hacimde sanat eserlerinin korunabilmesi için nem kontrolünün diğer hacimlere oranla daha hassas yapılması gerekmektedir. Ayrıca diğer hacimlerdeki havanın bu hacime nüfus etmemesi için mahal sürekli pozitif basınçta tutulmalıdır. Bu hacimde yıl boyunca soğutma ihtiyacı olduğundan hacim içerisinde bir adet klima santrali ile iklimlendirme yapılmaktadır. Mahalde sürekli soğutma ihtiyacı olmasına rağmen mahalde zaman zaman nem alma işlemi yapıldığı için klima santralinde soğutma ve ısıtma işlemleri aynı anda yapılabilmektedir. Şekil 3.18’de Panorama 1326 Fetih Müzesi kubbe dış mekan görünümü ve iç mekan panoramik resim görseli yer almaktadır.



Şekil 3.18. Panorama 1326 Fetih Müzesi dış mekan kubbe görünümü ve iç mekan panoramik resim görseli

-Ofisler ve benzeri hacimlerde kullanılan sistemler;

Yapıda bulunan ofis ve benzeri hacimlerin tamamı standart ofis olarak kullanılmakta olup, insan yoğunluğu düşük, kış aylarında ısıtma ve yaz aylarında serinletme isteyen standart mahallerdir. Bu hacimlerde FCU cihazları ile ısıtma/soğutma ve tavan tipi ısı geri kazanımlı havalandırma cihazları ile havalandırma ihtiyacı karşılanmaktadır.

3.3.5. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Havalandırma Sistemi Tanıtımı

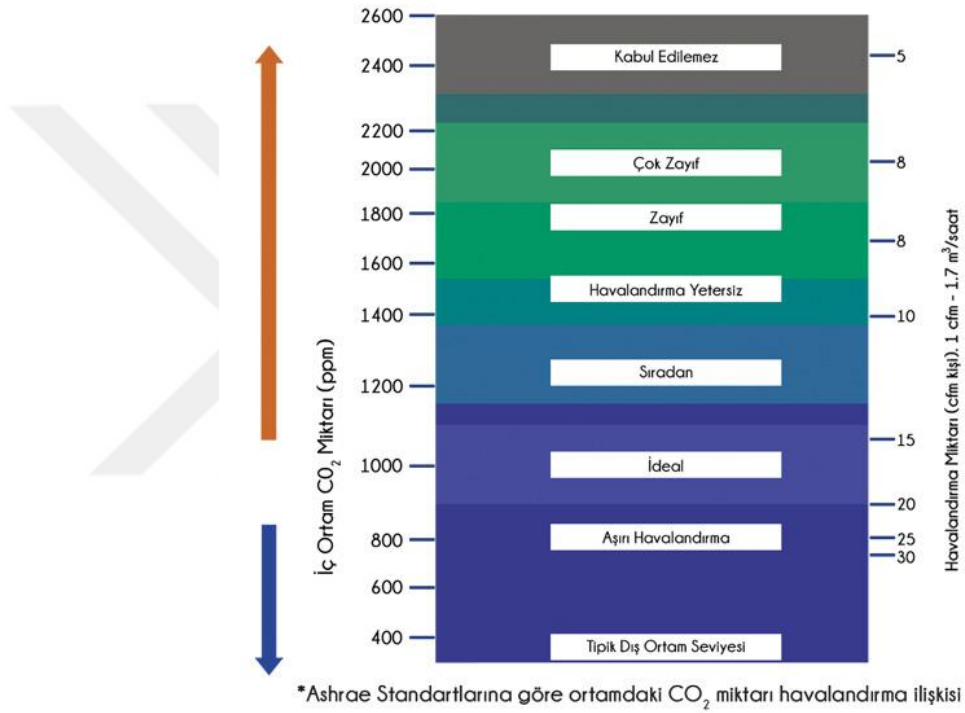
Yapının tamamında insan yoğunluğundan kaynaklanan bir taze hava ihtiyacı bulunmaktadır. İhtiyaç duyulan taze hava miktarları insanların buldukları mahal içerisinde sarf ettikleri efora göre değişkenlik göstermektedir. Yapıda havalandırma sistemlerinin tasarımının yapılabilmesi için taze hava ihtiyaçlarının net olarak tespit edilebilmesi gerekmektedir. Bu tespitin yapılabilmesi için mahallerde bulunacak kişi sayılarının ve ihtiyaç duyulan taze hava miktarlarının net olarak tespit edilebilmesi gerekmektedir. Tesisin havalandırma sistemleri tasarlanırken kişi sayısı ve taze hava ihtiyaçları dikkate alınmıştır (toplantı salonları, forum alanı ve kubbe gibi alanlar mimari tasarım gerekli kişi sayıları net alanlar olduğundan bu alanlarda kişi sayıları alan ile hesaplanmamaktadır).

Çizelge 3.26'daki değerler, TS EN 15251-2008-EK B İç Hava Kalitesi ve Havalandırma Debileri İçin Kriterler dökümanından yararlanılarak elde edilen değerlerdir. Havalandırma sistemi tasarımı Çizelge 3.26'daki değerler sağlanacak şekilde yapılmıştır. Ancak yapının düşük enerji tüketimine sahip olması istendiğinden bu değerler ile sürekli olarak taze hava verilebilmesi mümkün olmamaktadır. Dış ortamdan alınan ve şartlandırılmamış (ısıtma veya soğutma yapılmamış) havayı içeriye vermek ve içeriden yakın miktarlarda havayı dışarıya atmak enerji tüketimini arttıran bir etkendir. Bu kısımda yapının tam yoğunlukta olmadığı zaman dilimlerinde dışarıdan ihtiyaçtan fazla taze hava alınarak enerji tüketiminin artırılmasının önüne geçilmek istenmektedir.

Çizelge 3.26. Panorama 1326 Fetih Müzesi mahallerinde önerilen kişi sayısına göre önerilen taze hava miktarı değerleri

Sıra no	Mahal adı	Önerilen kişi sayısı (kişi/10 m²)	Önerilen taze hava miktarı (m³/kişi.sa)
1	Sürekli Sergi Alanı	8	12
2	Kronolojik Sergi Alanı	16	12
3	Forum Alanı	1.000 kişiliktir	12
4	Genel Hacimler	16	12
5	Kütüphane	2	9
6	Toplantı Salonu	60 kişiliktir	12
7	Kafeterya	8	12
8	Hediyelik Eşya Satış Alanı	16	12
9	Bekleme Alanı	8	12
10	Panoramik Müze	30 kişiliktir	12
11	Ofisler	1	9

Gereksiz veya ihtiyaçtan fazla taze havanın alınmasının ve şartlandırılmasının önüne geçmek için klima santrali cihazlarının mahal emiş kısımlarında havada bulunan CO₂ değerlerini ölçen sensörler bulunmaktadır. Klima santralleri mahal içerisinde bulunan havanın kalitesinin sürekli olarak takip etmekte ve iç hava kalitesini uygun seviyelerde tutacak şekilde taze hava miktarını oransal olarak ayarlamaktadır. Şekil 3.19'da görülebileceği gibi, yapı içerisinde CO₂ miktarının 900-1.100 ppm arasında tutulması istenmektedir.



Şekil 3.19. Ashrae standartlarına göre ortamdaki CO₂ miktarı havalandırma ilişkisi

Yapı, TSE Güvenli Yeşil Bina Standartlarına uygun olarak tasarlanmış ve sertifika programına dahil edilmiş olduğundan TSE Güvenli Yeşil Bina Kontrol Formu Madde 5.6.'da yapı içerisinde uçucu organik bileşen miktarlarının sınırlandırılması şartı göz önünde bulundurulmuştur. TSE Güvenli Yeşil Bina Kontrol Formu Tablo 5'e göre, yapı içerisinde havada askıda bulunan uçucu organik bileşen miktarının sınır değerlerin altında kalması gerekmektedir. Belirtilen değerlerin sağlanabilmesi için klima santralleri emiş kısımlarında CO₂ sensörlerinin haricinde, VOC (uçucu organik bileşenler-UOB)

sensörleri bulunmaktadır. Yapı içerisinde bulunan VOC değerinin uygun değerlerde tutulabilmesi için klima santralleri dış ortamdan aldıkları taze hava miktarını ayrıca oransal olarak hesaplamaktadır. Çizelge 3.27’de belirtilen değerler, dış/iç ortam UOB değeri>1 olduğu durumda sağlanması gereken limit değerlerdir.

Çizelge 3.27. TSE güvenli yeşil bina iç ortam UOB kriterleri
(Anonim 2019c, Anonim 2019ç)

Sıra no	Ölçülen parametre	Sağlanması gereken kriter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Koşullu sınır değerler ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	Formaldehit	50	100
2	Benzen	5	10
3	TUOB	200	400

TUOB, kullanılan sorbent üzerinde örneklenen, gaz kromatografi-alev iyonizasyon dedektör (GC-FID) veya gaz kromatografi-kütle spektrometrik dedektörü (GC-MS) ile tespit edilen; kromatogramın, toplam alanının toluenin kromatografik yanıt faktörü kullanılarak nominal kütleyle (toluen eşdeğeri) dönüştürülmesi ile miktarı sayısal şekilde elde edilen uçucu organik bileşiklerin toplamını ifade etmektedir (Anonim 2019c).

3.3.6. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Gri Su Sistemi Tanıtımı

Yapı TSE Güvenli Yeşil Bina Standartları’na uygun olarak tasarlanmış ve imal edilmiş bir yapı olduğundan, TSE Güvenli Yeşil Bina Kontrol Formu’nda (TSE-Belgelendirme Merkezi Başkanlığı Güvenli-Yeşil Bina Kontrol Formu Proje Bazından İtibaren Binalar için) yapı içerisinde suyun etkin kullanımı sağlanmaya çalışılmaktadır. TSE Güvenli Yeşil Bina Kontrol Formu’nda yer alan suyun etkin kullanımı maddeleri incelendiğinde, kişi başına düşen su tüketiminin sınırlandırılması, su kayıplarının önlenmesi ve atık su arıtma ve değerlendirme zorunluluklarına yer verilmektedir.

-Su tüketiminin sınırlandırılması;

Yapı halka açık bir tesis olduğundan her türlü kullanım şekli dikkate alınarak tasarım yapılması ihtiyacı oluşmuştur. İnsanların tuvaletlerde kullandıkları bataryaları açık bırakması ve gereksiz su tüketimi gibi etkilerin önüne geçebilmek için fotoselli ve su tüketim limitleme kartuşlu bataryalar kullanılmıştır. Yapı içerisinde su tüketim miktarı hesaplanan kişi başına 45 litrenin altında kalması için uygun değerlerde armatürler kullanılmıştır.

-Su kayıplarının önlenmesi;

Yapı sıhhi tesisatında su kayıplarının önlenmesi için uygun kalitede ve basınç sınıfında tesisat malzemeleri kullanılarak kaçakların önlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca yapı içerisinde sulama gibi suyun açık alana kontrolsüz şekilde bırakıldığı kısımlarda insan faktörü devre dışı bırakılmış ve otomatik sulama sistemleri kullanılmıştır.

-Atıksu arıtma ve değerlendirme;

Yapıda atık suların değerlendirilmesi konusuna ayrıca önem verilmektedir. Kamuya açık yapılar ve binalar incelendiğinde en çok gereksiz su tüketimi tuvaletlerde bulunan rezervuar, pisuvar gibi sıhhi tesisat armatürlerinde olduğu görülmektedir. Bu armatürlerde kullanılan suların insan teni ile temas etmediği dikkate alınarak uygun tasarıma sahip gri su sistemi tasarlanmıştır. Yapı içerisinde lavabolarda kullanılan sular bodrum katta bulunan ham gri su deposunda toplanmaktadır. Burada toplanan atık sular uygun şekilde arıtılmakta, dezenfeksiyon ürünleri içerisine dozlanmakta, son çıkış noktasında parfüm dozlanmakta ve rezervuar hatlarına ayrıca basılmaktadır. Yapıda bulunan pisuvar ve rezervuarlarda, temiz kullanıma suyu yerine lavabolardan gelen ve uygun şekilde dezenfekte edilmiş su ikinci defa kullanılmaktadır. Bu şekilde su tüketiminin mümkün olduğu en düşük seviyeye inmesi amaçlanmıştır.

3.3.7. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi Otomatik Sulama Sistemi Tanıtımı

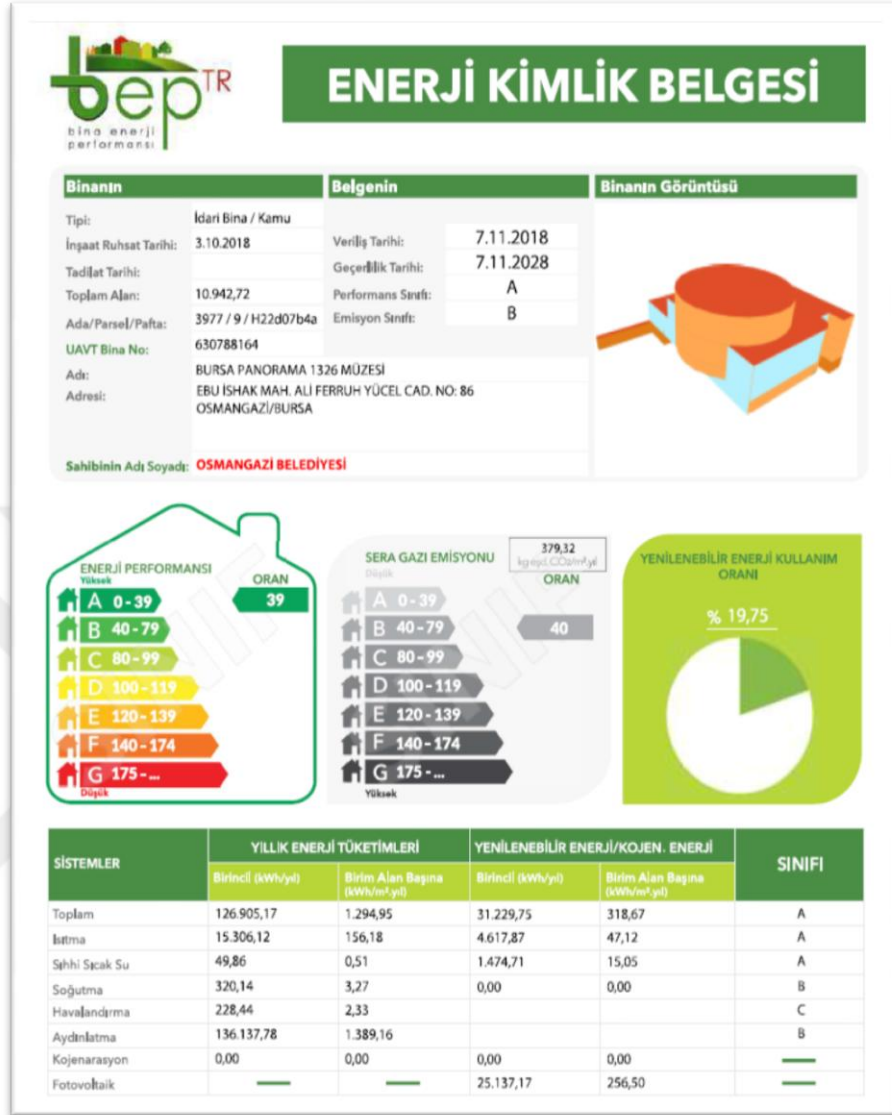
Yapıya ait çatının tamamı yeşil çatı olarak tasarlanmıştır. Çatı alanında mimari detaylara uygun olmak kaydı ile tamamı yeşil çimen örtüsü ile kaplı ve farklı kısımlarda ağaçlar bulunmaktadır. Yeşil çatının tamamında sulama ihtiyacı bulunmaktadır. Yapıda su tasarrufunun sağlanabilmesi için çatıda bulunan çimlerin ve bitkilerin günlük su

ihtiyaçları dikkate alınarak otomatik sulama sistemi kurulmuştur ve bitkilere ihtiyacı kadar su gönderilmektedir. Aynı zamanda yağmur suları ve çatıda yapılan sulamadan sonra çatı eğiminden dolayı akan sular toprak altı drenaj hatları ile ve belirli noktalarda bulunan süzgeçler ile toplanarak yapı bodrum katında bulunan yağmur suyu deposuna aktarılmaktadır. Yapıya ait yeşil çatının sulaması tamamen yağmur suyu deposundan yapılmaktadır. Yaz mevsimlerinde yağmurların azaldığı durumlarda istenildiğinde dışarıdan tanker yardımı ile yağmur suyu doldurulabilmektedir. Zorunlu kalınması halinde yeşil alan sulaması şebeke suyu ile yapılabilir. Yapılan yağmur suyu depolama ve otomatik sulama sistemi yardımı ile yılın 8 ayı boyunca kesintisiz olarak yağmur suyunun kullanılması hedeflenmiştir. Yaz döneminde yağışların azalması ile yılın 2 ayı boyunca yağmur suyu ile sulama yapılabilir miktarın %50-60 aralığına düşmesi ve kalan 2 ayda ise %25-30 aralığına düşmesi öngörülmüştür.

3.4. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Yöntem

Yapıda bulunan mahallerde kullanılan ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinden bahsedilmiştir. Mekanik tesisat sistemi tanıtımı bu başlık altında açıklanmıştır. Mahallerin ihtiyacı olan enerjinin ısıtmada üretildiği veya temin edildiği, soğutmada ise enerjinin binadan alınarak farklı kaynaklara iletildiği sistemler yapı dışında bulunan kazan dairesinde yapılmaktadır.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yazılımı gerçekleştirilen ve sadece hesap yöntemleri konusunda yetkilendirilmiş firmaların giriş yapabildiği BEP-TR (Bina Enerji Performansı-Türkiye) isimli programa, yapının tesisat hesabında kullanılan tüm özelliklerin girişi yapılmıştır. Yapılan girişler sonucunda programdan çıktı olarak Şekil 3.20’de yer alan enerji kimlik belgesinde yer alan veriler (yıllık enerji tüketimleri) ve bu belge ile bağlantılı olarak hesaplanan Çizelge 3.28’de yer alan toplam ısıtma ihtiyacı, toplam soğutma ihtiyacı ve aynı anda oluşan ısıtma/soğutma ihtiyacı enerji miktarları elde edilmiştir.



Şekil 3.20. BEP-TR program çıktısı olan enerji kimlik belgesinde yer alan enerji verileri

Kazan dairesi içerisinde bulunan mekanik tesisat sistem tasarımının yapılabilmesi için yapılan hesap sonucunda Çizelge 3.28’de yer alan değerler ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3.28. Isıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı ihtiyaç duyulan saatlik en yüksek enerji miktarı değerleri

Toplam ısıtma ihtiyacı	Toplam soğutma ihtiyacı	Aynı anda oluşan	
950 kW/sa	750 kW/sa	Isıtma ihtiyacı	210 kW/sa
		Soğutma ihtiyacı	250 kW/sa

Aynı anda oluşan ısıtma ihtiyacı; yaz döneminde yapıda soğutma yapılıyorken, sıcak kullanım suyu temini ve nem alma işleminden sonraki son ısıtma işlemi için gerekli olan ısıtma ihtiyacıdır. Aynı anda oluşan soğutma ihtiyacı; kış döneminde binada ısıtma yapılıyor iken kubbe içerisindeki soğutma ihtiyacından ve klima santrallerindeki nem alma işlemlerinden dolayı olan soğutma ihtiyacıdır.

Yapıda Çizelge 3.29'da belirtilen ısıtma ve soğutma ihtiyaçları maksimum seviyede oluşan saatlik yüklerdir. Yapılan mekanik tesisat tasarımı, maksimum yükleri karşılamak üzere tasarlanmıştır. Ancak işletme sırasında ara değerlerde çalışabilmektedir.

Mekanik tesisat tasarımı yapılırken mümkün olan en yüksek seviyede çevresel kaynaklardan (yenilenebilir enerji kaynakları) faydalanılmak üzere tasarım yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz kalması halinde ısıtmada doğalgaz ve soğutmada elektrik kullanılarak yapı içerisinde konfor sağlanabilmektedir.

Çizelge 3.29. Isıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı kullanılan kaynak çeşitleri

Isıtma amaçlı kullanılan kaynaklar	Soğutma amaçlı kullanılan kaynaklar	Aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı kullanılan kaynaklar
Doğalgaz yakıtlı kazanlar	Toprak kaynağı	Heat recovery (ısı geri kazanımlı) ısı pompası
Güneş enerjisi sistemi	Hava kaynağı	
Toprak kaynağı	Su kaynağı	

3.4.1. Isıtma Amaçlı Kullanılan Kaynaklar

-Doğalgaz yakıtlı kazanların ısıtma amaçlı kullanılması;

Yapıda ısıtma durumunda yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz kaldığı durumlarda yapı içerisindeki ısı dengenin bozulmaması için (binanın uygun ısıtma rejiminde kalabilmesi için) kazan kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Kazanlar yapı içerisinde en son kullanılmak istenilen ısıtma kaynağıdır.

Yapı içerisinde oluşabilecek en yüksek ısıtma ihtiyacı enerji miktarı değeri; bina ısıtma ihtiyacı, nem almadan dolayı oluşan son ısıtma ihtiyacı, sıcak kullanım suyu ihtiyacı, taze hava ısıtma ihtiyacı değerleri ele alınarak 950 kW/sa olarak hesaplanmış ve Çizelge 3.30'da gösterilmiştir. Bu ihtiyaç Bursa için dış hava -6°C iken (TSE 825-Binalarda Isı

Yalıtım Kuralları Standardı'nda yer alan sıcaklık değeridir) ve bina ısıtma rejimine girmemiş iken binayı rejime sokabilmek için ihtiyaç duyulan ısıtma ihtiyacıdır. Binada oluşabilecek en yüksek ısıtma yüküdür (Anonim 2009c). Kazanlar doğalgaz yakıtlıdır ve çalışması esnasında atık baca gazı oluşmaktadır. Bu nedenle doğalgaz yakıtlı kazanlar, en yüksek verimde ve mümkün olan en az sürelerde kullanılmak istenmiştir. Kazan yükleri hesabı yapılırken yapı içerisindeki ısıtma yükünün tamamını hesaplamak yerine, sadece zorunluluk arz eden Çizelge 3.30'da yer alan bina ısıtmasında ihtiyaç duyulan rejimde tutmak için gerekli ısıtma miktarı kadar kazan kullanılmaktadır.

Çizelge 3.30. Isıtma amaçlı ihtiyaç duyulan enerji miktarı değerleri

Bina ısıtma ihtiyacı	Nem almadan dolayı oluşan son ısıtma ihtiyacı	Sıcak kullanım suyu ihtiyacı	Taze hava ısıtma ihtiyacı	Toplam ısıtma ihtiyacı
340 kW/sa	210 kW/sa	110 kW/sa	290 kW/sa	950 kW/sa

Yapıda kazanların en az seviyede kullanılması istenmekte olduğu için kazanlar sadece bina ısıtması yükünü karşılamak üzere seçilmiştir. Kazanların tek kaynak olarak kaldığı dönemlerde, yapı içerisinde nem alma, sıcak kullanım suyu temini ve taze hava şartlandırması yapılmamaktadır. Bu değerler dikkate alındığında yapıda 3 adet 115 kW kapasiteli duvar tipi yoğuşmalı kazan kullanılmaktadır. Kazanlardan en yüksek verimin alınabilmesi için 50-30°C su rejiminde ve yaklaşık %108-109 verimde (Anonim 2019d) ve tam yoğuşmada kullanılması sağlanmıştır. Doğalgazla çalışan yanıcı cihazlarda, doğalgazın yanmasıyla elde edilen enerji kullanılır. Ayrıca bu yanmanın sonucunda karbon monoksit (CO) ve azot oksit (NOx) gazları da atık gaz olarak açığa çıkarlar. Açığa çıkan bu atık gazların ısısından da faydalanma düşüncesinden hareketle yoğuşmalı kombiler tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Bu değerlerde kazan kullanılabilmesi için kazanların tek kaynak kaldığı ve diğer kaynakların kullanılamaz olduğu zaman diliminde sadece yerden ısıtma sistemi kullanılmaktadır.

Ayrıca kullanılan kazanlardan en yüksek verimin alınabilmesi için 1 adet 250 kW kapasitesi kazan yerine 3 adet 115 kW kapasiteli kaskad kazan (tek döşeme yoğunlaşmalı kazan sistemine alternatif bir sistemdir. Birden fazla yoğunlaşmalı kombi, kontrol modülü aracılığı ile birbirine bağlanarak çalışması sağlanan bir sistemdir) sistemi kullanılmıştır. Kullanılan kazanlar yaklaşık olarak en düşük %20-25 seviyelerine kadar kısılabilir. Yani 1 adet kazan kullanılması halinde $(350 \text{ kW} \times \%25)$ 87,5 kW'ın altında çalıştırılması mümkün olmayacaktır. Yapıda ısıtma sistemi hibrit çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Hibrit çalışma sistemini açıklamak gerekirse yapıda o an için oluşan ısıtma ihtiyacının bir kısmı güneş/toprak veya havadan sağlanıyor ise, kazan yetersiz kalan ısıtma miktarını destekleyecek kadar çalıştırılmalıdır. Örneğin, anlık ısıtma ihtiyacı 300 kW olsun, bu değer 100 kW kadar güneş panelinden, 150 kW'ı topraktan karşılanıyor ise kazanların eksik kalan 50 kW değerinde çalışması gerekecektir. Bu gibi hibrit çalışma durumlarında kaskad kazanların 87,5 kW'ın altındaki değerlerde çalıştırılması ihtiyacı oluşmaktadır. Bu ihtiyacın karşılanabilmesi için her biri %25 kapasiteye kadar düşürülebilen 115 kW kapasiteli 3 adet kazandan oluşan kaskad kazan sistemi kullanılmıştır. Kazanlar en düşük 29 kW ve en yüksek 345 kW (üç kazan birden aynı anda tam kapasite) olmak üzere ara değerlerde çalıştırılabilmektedir.

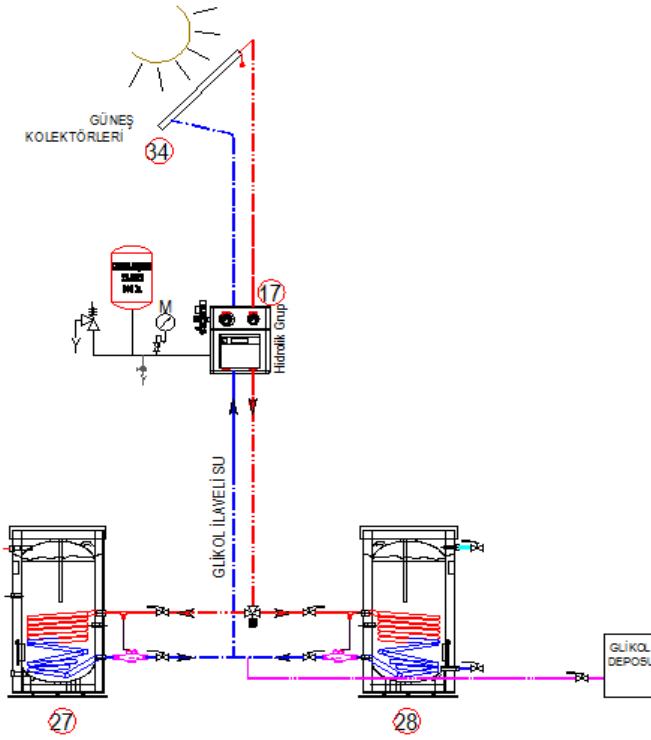
-Güneş enerji sisteminin ısıtma amaçlı kullanılması;

Tesiste güneşten mümkün olan en yüksek enerjinin alınabilmesi hedeflenmektedir. Kış aylarında yapıda ısıtma da yapılabildiği için güneşten alınan enerjinin tamamı kullanılabilir. Ancak yaz aylarında alınan enerjinin tamamının tüketilememesi halinde mekanik tesisat üzerinde ve güneş panellerinde bulunan akışkanın buharlaşması ve tesisat üzerinde basıncın aşırı yükselerek tesisata zarar vermesi ihtimali bulunmaktadır. Bu nedenle tesiste kullanılan güneş panelleri yaz aylarında, ısıtma ihtiyacının en düşük olduğu dönemde tüketilebilecek kadar enerjiyi almalıdır. Sistemimizde 1 adet 110 kW/sa ısıtma yüküne sahip kullanma suyu boyleri (kalorifer kazanının sıcaklığından yararlanarak içindeki suyun ısıtılması sağlanan depo) bulunmaktadır. Eş kullanma faktörü %25 olarak kabul edildiğinde $(110 \text{ kW/sa} \times \%75)$ 82,5 kW/sa kadar ısı yükünün güvenli şekilde tüketilebileceği dikkate alınmalıdır. Yapıda 10 adet 2 m² yüzey alanına sahip ve 4,06 kW/m².sa ısıtma kapasitesine sahip

güneş paneli kullanılmıştır. Yeşil çatı güneş panelleri görseli Şekil 3.21’de ve güneş enerjisi sistemi şeması Şekil 3.22’de gösterilmektedir.



Şekil 3.21. Yeşil çatı güneş enerji panelleri görseli

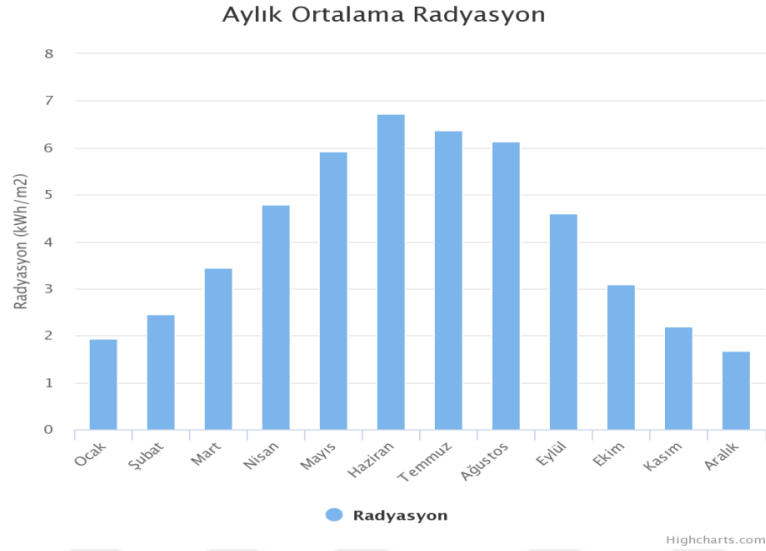


Şekil 3.22. Güneş enerjisi sistemi şeması

Güneş kolektörleri, güneş enerjisini ısı olarak toplayan ve bu ısıyı bir sıvı akışkana ya da gaza aktaran sistemlerdir. Bu kolektörler, soğurdukları direkt ya da difüz güneş ışınımının %95'ini ısıya dönüştürür. Kolektörlerin tasarımında farklılıklar olmakla birlikte genel olarak dış yüzey, güneş ışınımını absorbe eden bir örtü (absorban) ile kaplanmıştır. Dış yüzey, güneş ışınımını soğurarak ısıya dönüştürür ve bu ısıyı alt tabakadaki akışkan sıvıya ya da gaza aktarır. Bu ısı, bina, sera, yüzme havuzu ve kullanma suyunun ısıtılmasında kullanılabilirdiği gibi elektrik enerjisi üretimi için gerekli suyun ısıtılmasında da kullanılmaktadır. Kolektörlerin ışınım geçirgenliği %75 ile %95 arasında değişmektedir. Bu durum kolektör verimliliğini etkilemektedir (Çeçen 2018).

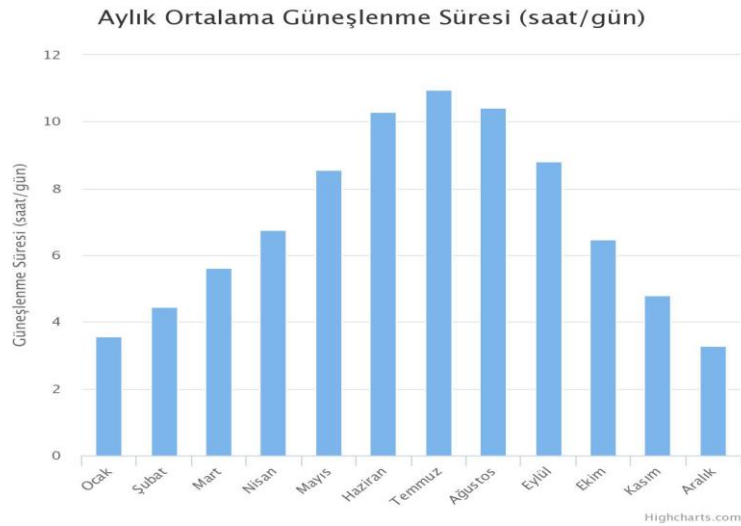
Şekil 3.22'de çatıda 34 numara ile belirtilen noktada 10 adet toplam 81,2 kW/sa ısıtma kapasitesine sahip güneş paneli bulunmaktadır. Güneş panelleri otomasyon sistemi çatıda bulunan 1 adet güneş sensörü ile havanın güneşli olduğu zaman dilimini sürekli olarak takip etmektedir. Havanın güneşli olduğu zaman dilimi içerisinde 17 numara ile gösterilen güneş enerjisi sistemi hidrolik devresi aktif hale getirilir ve güneş panellerinden enerji aktarımı başlatılır. Sistemde 27 ve 28 numaralar ile gösterilen noktalarda 2 adet sıcak su boyleri bulunmaktadır. 27 numaralı boyler sıcak kullanım suyu boyleridir ve 45 °C sıcaklıkta su temini için kullanılır; 28 numara ile gösterilen boyler ise ısıtma tesisatı boyleridir ve 50°C su temini için kullanılır. Bu kısımda öncelik sıcak kullanma suyu boyleridir. Güneş enerjisi kontrol sistemi, boylerler arasında bulunan 3 yollu motorlu saptırma vanası yardımı ile güneş panelleri ile 27 numaralı boyler arasında su sirkülasyonu sağlar ve sıcak kullanma suyu boylerini istenilen sıcaklık olan 45°C değerine gelene kadar ısıtır (Hassaslık değeri +2, -2°C'dir). 27 numaralı boyler istenilen sıcaklık değerine ulaştığında kontrol sistemi 3 yollu motorlu saptırma vanasını 28 numaralı boylere çevirir ve güneşten alınan enerjiyi ısıtma tesisatı boylerine aktarır. Bu boylerde alınan enerjinin az veya çok olması sistemin çalışmasını etkilemez. Alınabilen maksimum enerji alınır, eksik kalan ısı yükü sistemde ısı pompaları veya kazanlar ile desteklenerek sağlanır. Güneşten alınan enerjinin tamamı sistemde kullanılır. Güneş olmadığı zaman diliminde ise gereksiz elektrik tüketimi olmaması için sistem otomatik olarak kapanır.

Güneş enerjisi sisteminden alınabilecek enerjinin hesaplanabilmesi için yapının bulunduğu bölgenin aylara göre güneş alma değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1988-2017 yılları arası verilerinden yararlanılarak ortaya çıkarılan Bursa ili güneş radyasyonu alma değerleri Şekil 3.23'te ve Bursa ili güneş alma süreleri Şekil 3.24'te belirtilmiştir.



Şekil 3.23. Bursa ili güneş radyasyonu alma değerleri

(Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1988-2017 yılları arası verileri)



Şekil 3.24. Bursa ili güneş alma süreleri

(Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1988-2017 yılları arası verileri)

Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri dikkate alındığında Bursa ili için m² başına alınan güneş yükü (radyasyon değeri) aylara bağlı olarak verilmiştir. Kullanılan güneş panellerinin en fazla 4,06 kW/m² enerji alabildiği dikkate alındığında yıllık olarak güneşten alınabilecek enerji miktarları hesaplanmıştır. Aylık alınan toplam enerji hesabı, her ayın kaç gün geçtiği belirlenmiş ve bu gün sayıları ile ilgili ayda güneşten gelen enerji miktarına bakılarak 10 adet panelin toplamda aldığı enerji miktarı ile ve güneş alma süreleri ile çarpılarak yapılmıştır. Çizelge 3.31’de sistem verimi sütununda yer alan verim yüzdeleri sistemin hangi yükte çalıştığını göstermektedir.

Çizelge 3.31. Güneş panelleri kaynaklı elde edilen aylık toplam enerji miktarı değerleri

Ay	Güneşten Gelen Enerji (kW/m²sa)	Panelin Aldığı Enerji (kW/m²sa)	Sistem Verimi (%)	10 adet Panelin Aldığı Enerji (kW/sa)	Güneş Alma Süreleri (saat/gün)	İlgili ay Gün Sayısı	Alınan Toplam Enerji (Aylık) kW
Ocak	1,92	1,92	47	38,4	3,57	31	4.249 kW
Şubat	2,44	2,44	60	48,8	4,44	28	6.066 kW
Mart	3,44	3,44	84	68,8	5,61	31	11.965 kW
Nisan	4,78	4,06	100	81,2	6,75	30	16.443 kW

Çizelge 3.31. Güneş panelleri kaynaklı elde edilen aylık toplam enerji miktarı değerleri
(Devam)

Mayıs	5,91	4,06	100	81,2	8,56	31	21.547 kW
Haziran	6,71	4,06	100	81,2	10,3	30	25.090 kW
Temmuz	6,36	4,06	100	81,2	10,96	31	27.588 kW
Ağustos	6,13	4,06	100	81,2	10,42	31	26.229 kW
Eylül	4,59	4,06	100	81,2	8,82	30	21.485 kW
Ekim	3,09	3,09	76	61,8	6,46	31	12.376 kW
Kasım	2,19	2,19	53	43,8	4,79	30	6.294 kW
Aralık	1,66	1,66	40	33,2	3,27	31	3.365 kW
Yıllık Toplam							182.697 kW

Çizelge 3.31’de yapılan hesaplamalar;

1.Ocak Ayı Sistem Verimi: $1,92 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%47$

Ocak Ayı Alınan Toplam Enerji: $38,4 \text{ kW/sa} \times 3,57$
 $\text{saat/gün} \times 31 \text{ gün} = 4.249,728 \text{ kW}$

2.Şubat Ayı Sistem Verimi: $2,44 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%60$

Şubat Ayı Alınan Toplam Enerji: $48,8 \text{ kW/sa} \times 4,44$
 $\text{saat/gün} \times 28 \text{ gün} = 6.066,816 \text{ kW}$

3.Mart Ayı Sistem Verimi: $3,44 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%84$

Mart Ayı Alınan Toplam Enerji: $68,8 \text{ kW/sa} \times 5,61$
 $\text{saat/gün} \times 31 \text{ gün} = 11.965,008 \text{ kW}$

4.Nisan Ayı Sistem Verimi: $4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%100$

Nisan Ayı Alınan Toplam Enerji: $81,2 \text{ kW/sa} \times 6,75$
 $\text{saat/gün} \times 30 \text{ gün} = 16.443 \text{ kW}$

5.Mayıs Ayı Sistem Verimi: $4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%100$

Mayıs Ayı Alınan Toplam Enerji: $81,2 \text{ kW/sa} \times 8,56$
 $\text{saat/gün} \times 31 \text{ gün} = 21.547,232 \text{ kW}$

6.Haziran Ayı Sistem Verimi: $4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%100$

Haziran Ayı Alınan Toplam Enerji: $81,2 \text{ kW/sa} \times 10,3$
 $+89967+89967+\text{saat/gün} \times 30 \text{ gün} = 25.090,8 \text{ kW}$

7.Temmuz Ayı Sistem Verimi: $4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%100$

Temmuz Ayı Alınan Toplam Enerji: $81,2 \text{ kW/sa} \times$
 $10,96 \text{ saat/gün} \times 31 \text{ gün} = 27.588,512 \text{ kW}$

8.Ağustos Ayı Sistem Verimi: $4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%100$

Ağustos Ayı Alınan Toplam Enerji: $81,2 \text{ kW/sa} \times 10,42 \text{ saat/gün} \times 31 \text{ gün} = 26.229,224 \text{ kW}$

9.Eylül Ayı Sistem Verimi: $4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%100$

Eylül Ayı Alınan Toplam Enerji: $81,2 \text{ kW/sa} \times 8,82 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ gün} = 21.485,52 \text{ kW}$

10.Ekim Ayı Sistem Verimi: $3,09 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%76$

Ekim Ayı Alınan Toplam Enerji: $61,8 \text{ kW/sa} \times 6,46 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ gün} = 12.376,068 \text{ kW}$

11.Kasım Ayı Sistem Verimi: $2,19 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%53$

Kasım Ayı Alınan Toplam Enerji: $43,8 \text{ kW/sa} \times 4,79 \text{ saat/gün} \times 30 \text{ gün} = 6.294,06 \text{ kW}$

12.Aralık Ayı Sistem Verimi: $1,66 \text{ kW/m}^2\text{sa}/4,06 \text{ kW/m}^2\text{sa} = \%40$

Aralık Ayı Alınan Toplam Enerji: $33,2 \text{ kW/sa} \times 3,27 \text{ saat/gün} \times 31 \text{ gün} = 3.365,484 \text{ kW}$

Güneş ışığı alma süreleri, güneş paneli verimleri, tasarlanan güneş enerjisi sistemi dikkate alındığında, tesiste kullanılan güneş enerjisi sisteminden yıllık olarak 182.697 kW gücünde ısıtma sağlanabildiği görülmektedir.

-Toprak kaynağının ısıtma amaçlı kullanılması;

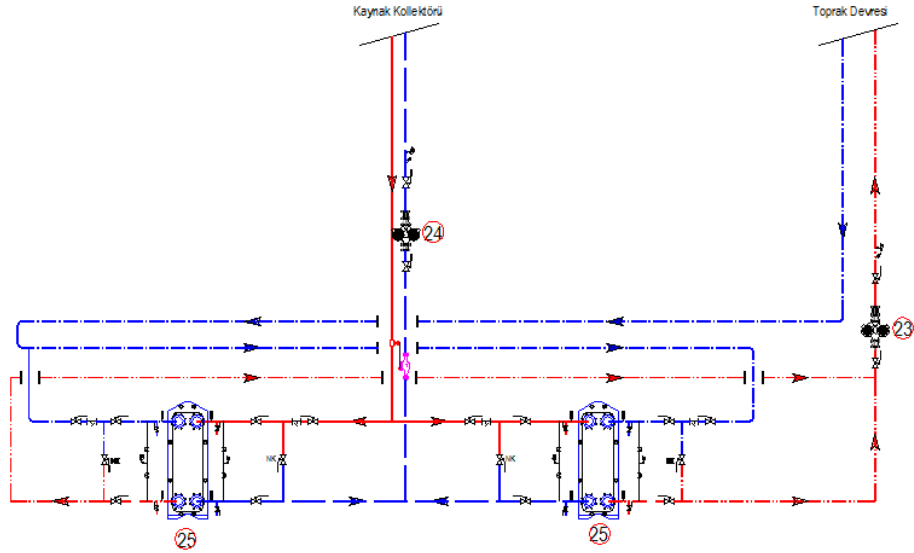
Tesise ait mekanik tesisat tasarımında toprak, ısıtmada ve soğutma kaynağı olarak ve ayrıca enerji alanı olmak üzere 3 farklı amaçla kullanılmaktadır. Toprak devresi sistem çalışma prensibini açıklayalım. Yapının yanında bulunan alana toplamda 13.000 metre uzunluğunda PE-RT tipi plastik boru, toprağın 5 metre derinliğine yatay serme yöntemi ile döşenmiştir. Isı alışverişinin en verimli şekilde yapılabilmesi için boru hatları alttan 50 cm ve üstten 1,5 metre humuslu ince toprak ile kapatılmıştır. Ayrıca bu toprağın sürekli nemli tutulabilmesi için yağmur sularının bu toprağa nüfus etmesine imkan veren yağmur suyu toplama hatları imalatı yapılmıştır. Tesiste kullanılan 7 adet ısı

pompasının birincil (primer) devreleri kaynak kollektörü adı verilen bir su devresine bağlanmaktadır. Bu su devresinin içerisindeki suyun hem ısıtmada hem de soğutma 30-35°C su rejiminde olması istenmektedir. Tesiste ısıtma var ise ısı pompaları sıcak su üretir ve kaynak kollektöründeki suyu soğutur, soğutma yapılıyor ise suyu ısıtır. Isı pompalarının $\Delta 5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık farkı değeri ile çalıştıkları dikkate alındığında kaynak kollektörünü ısıtma sezonunda iken $\Delta 5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar ısıtmak ve soğutma sezonunda iken yine $\Delta 5^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar soğutmak gerekecektir. Kaynak kollektöründeki bu ısıtma veya soğutma işleminin bir kısmı mevsimlere bağlı olarak toprak devresinden karşılanabilmektedir. Kaynak kollektörü su devresi ile toprak hattı su devresi 2 adet plakalı eşanjör (eşanjör-ısı değiştirici, değişik sıcaklıklardaki iki ya da daha çok akışkanın, ısılarını, birbirine karışmadan (temas etmeden) birinden diğerine aktarmasını sağlayan cihazlardır. Genelde akışkanlar birbirlerinden bir ısı transfer yüzeyi ile ayrılırlar ve birbirlerine karışmaları bu sayede önlenir) ile ayrılmaktadır. Toprak devresinde donma ve benzeri risklerin oluşmaması için glikollü su kullanılması ihtiyacı olduğundan bu iki devreyi ayırmak tesisatın güvenli çalışabilirliğinin sağlanması için önemli bir ihtiyaçtır. Ancak eşanjörlerin en verimli noktada çalışabilmesi için kaynak devresi su rejimi ile toprak devresi su rejimi arasında en az 5°C sıcaklık farkı olması gerekmektedir. Bu şu anlama gelmektedir, ısıtma durumunda kaynak kollektörü çalışma rejimi 35-30°C olacağından, toprak devresi su rejimi en az 30-25°C olmalıdır. Aynı şekilde soğutma durumunda kaynak kollektörü su rejimi 30-35°C olacağından toprak devresi su rejimi en fazla 25-30°C olmalıdır.

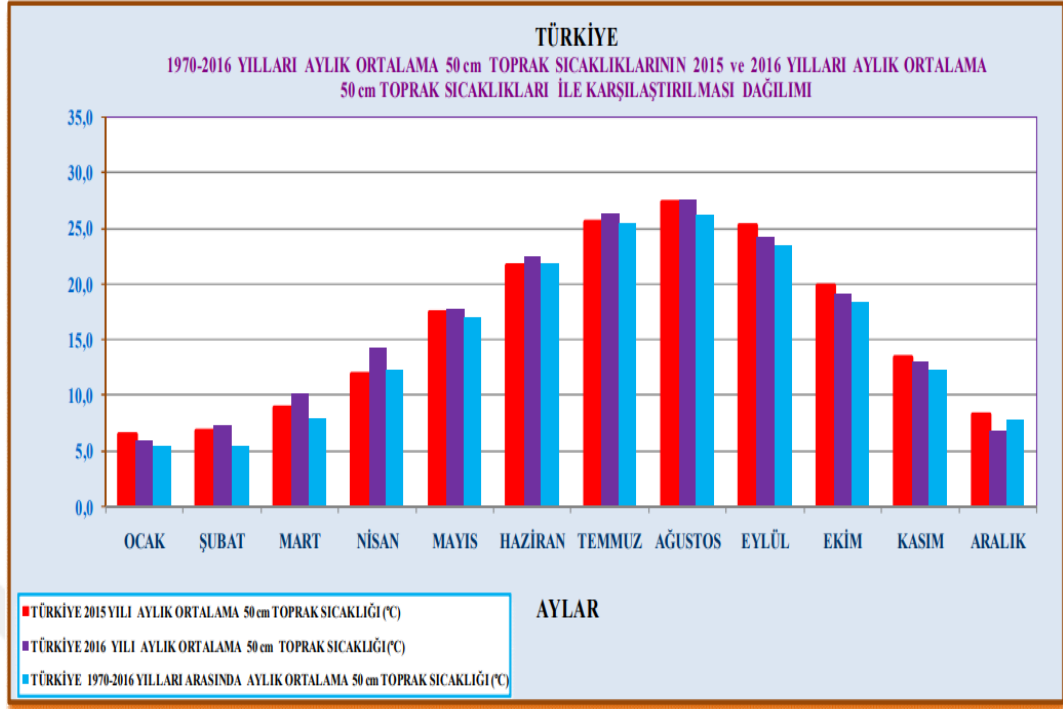
Isıtma ve soğutma durumlarını ayrı ayrı incelediğimizde;

Yapıda ısıtma yapılan zaman dilimlerinde topraktan en fazla enerji alınması istenmektedir. Topraktan hangi zaman diliminde ve ne kadar enerji alınabileceğinin analizinin yapılabilmesi için aylara bağlı toprak sıcaklıkları ve derinliğe bağlı toprak sıcaklıklarının iyi incelenmesi gerekmektedir. Tesiste ısıtma yapılıyor iken toprak devresinin kullanılabilmesi için toprak devresi su sıcaklığının 20°C 'nin altına düşmemesi gerekmektedir. Şekil 3.26'da yer alan Bursa ili için aylara göre toprak sıcaklığı grafiği incelendiğinde yılın sadece haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında toprak değerlerinin bu sıcaklık şartını sağladığı görülmektedir. Bu aylar tesiste ısıtma yapılmayan genel olarak soğutma işleminin yapıldığı dönemdir. Bu aylarda tesiste sıcak

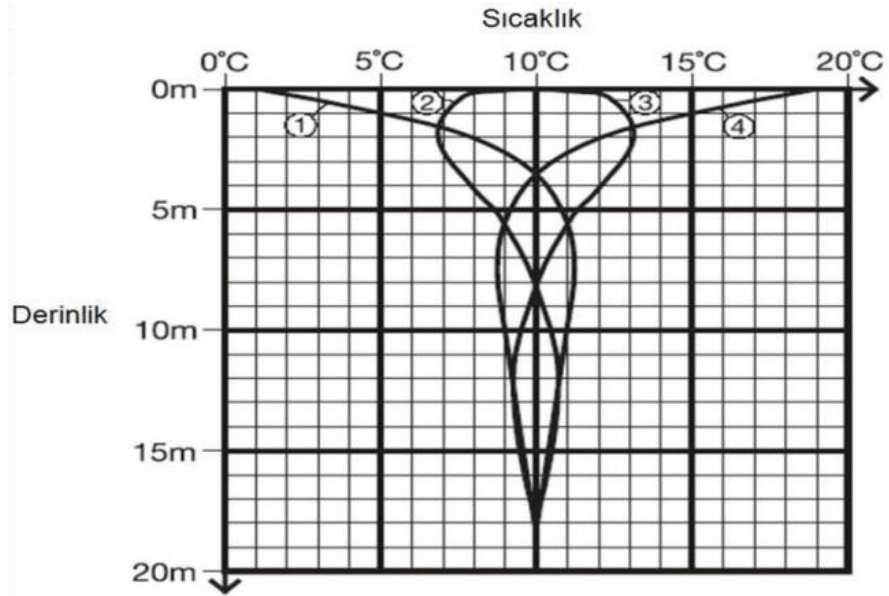
kullanım suyu temini ve havalandırma tesisatında nem alma işleminden sonra yapılacak son ısıtma işlemleri için ısıtma ihtiyacı bulunmaktadır. Bu ihtiyaç en yüksek seviyede iken toplamda 320 kW/sa'lik bir ısıtma ihtiyacına karşılık gelmektedir. Tesiste daha verimli olan güneş enerjisi sistemi bu ihtiyacın yaklaşık %28'ini (90kW/sa) karşılamaktadır. Geriye kalan 230 kW/sa'lik soğutma yükü heat recovery (ısı geri kazanımlı) ısı pompası ile sağlanabilmekte olup belirtilen sezon için ısıtma ihtiyacının tamamı daha verimli kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu nedenle tesiste ısıtma için toprak kaynağı rezerve olarak tutulmaktadır. Yani güneşten alınan veya heat recovery ısı pompasından alınan enerjide herhangi bir sebeple azalma olması halinde topraktan gerekli enerji alınmakta ve fosil yakıt kullanımına gerek duyulmadan ısıtma işlemi sağlanabilmektedir. Toprakta kullanılan boruların teknik özellikleri incelendiğinde (Şekil 3.27'de 5 metre toprak derinliğindeki sıcaklık değerlerine göre) her 1 metre boruda topraktan yaklaşık 6,13 watt/sa enerji alınabilmektedir. 13.000 metre boru serildiği dikkate alınarak topraktan yaklaşık 79 kW/sa ısı yükü alınabildiği görülür. Bu ısı yükü rezerv olarak tutulmaktadır. Şekil 3.25'te kaynak kollektörü ve toprak devresi arasında mevcut ısıtma işi için toprak kaynağının kullanımının anlatıldığı sistem akış şeması yer almaktadır.



Şekil 3.25. Isıtma işi için toprak kaynağının kullanımının anlatıldığı sistem akış şeması



Şekil 3.26. Bursa ili için aylara göre toprak sıcaklıkları grafiği
(Meteoroloji Genel Müdürlüğü)



Şekil 3.27. Bursa ili için derinliğe ve mevsimlere bağlı toprak sıcaklığı grafiği
(1-kış ayları, 2- ilkbahar ayları, 3-sonbahar ayları, 4-yaz ayları)

3.4.2. Soğutma Amaçlı Kullanılan Kaynaklar

Soğutma için kullanılan kaynaklar; toprak kaynağı, hava kaynağı, su kaynağı ve ısı geri kazanım sistemi olarak sıralanmaktadır.

-Toprak kaynağının soğutma amaçlı kullanılması;

Tesise ait toprak devresi soğutma durumlarında çok daha verimli kullanılabilen bir kaynaktır. Tesis soğutma durumlarında çalıştığında toprak devresi su rejiminin 25-20°C aralığında olması istenmektedir. Toprak sıcaklığının 20°C'nin altında olduğu ve tesiste gün içerisinde belirli zaman aralıkları ile soğutma ihtiyacının olduğu geçiş mevsimleri olan nisan, mayıs, ekim ve kasım aylarında yüksek verim alınabilmektedir. Bu dönemlerde toprağın 5 metre derinliğindeki sıcaklık değerlerinin, 8,5-11,5°C aralığında değiştiği görülmektedir. Bu toprak sıcaklık değeri (ortalama 10°C) dikkate alındığında, PE-RT boru her 1 metre için yaklaşık 7,18 watt/metre enerji transferi yapabilmektedir. Enerji transfer değeri; hesap yapılan dönemde mevcut toprak sıcaklığı, nem gibi dönemsel değişken değerlere ve suyun gönderildiği derinlik değerine bağlı olarak okunan katalog değerini ifade etmektedir.

Yatay serme yapılan 13.000 metre boru dikkate alındığında bu mevsimde toprak devresinden (13.000 m x 7,18 watt/metre) 93,34 kW enerji transferi yapılabilmektedir. Boru uzunluğunu ile işleme soktuğumuz enerji değeri mevsimler, toprak şartları ve soğutulan suyun sıcaklık değeri gibi değişkenler sonucunda HAP (Hourly Analysis Program-Saatlik Analiz Programı) programında yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilmiştir.

Yapılan ısı yükü hesapları dikkate alındığında bu dönemlerde tesiste saat 13:30 ile 16:30 saatleri arasında soğutma yükleri arttığında yapıda soğutma ihtiyacı oluşmaktadır. 5 metre derinlikteki toprak sıcaklık değerleri, toprak altına döşenen borunun ısı transfer değeri, toprak kaynağının soğutma amaçlı kullanılan günlük süresi ve toprak altına döşenen borunun uzunluğu dikkate alınarak hesaplanan soğutma miktarı enerji değerleri, Çizelge 3.32'de toprak kaynağının soğutma amaçlı olarak en verimli olarak kullanılabilirdiği aylar olan nisan, mayıs, ekim ve kasım ayları göz önüne alınarak hesaplanmıştır. İlgili aylarda 5 m derinlikteki toprak sıcaklık değerleri, boru ısı transferi

değerleri, günlük çalışma süreleri, boru uzunluğu Çizelge 3.32’de yerlerine yerleştirildiğinde toprak devresine yıllık toplam 2.605 kW soğutma enerjisi iletilebildiği görülmektedir.

Çizelge 3.32. Toprak kaynağının Nisan, Mayıs, Ekim ve Kasım aylarında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen enerji miktarları

Ay	5 m Derinlikte Toprak Sıcaklığı (°C)	Boru Isı Transferi Değeri (Watt/m.sa)	Günlük Çalışma Süresi (saat)	Boru Miktarı (metre)	Aylık Toplam İletilen Enerji (kW)
Nisan	8,5	0,55	3	13.000	643 kW
Mayıs	8,5	0,55	4	13.000	886 kW
Ekim	11,5	0,45	4	13.000	725 kW
Kasım	11,5	0,45	2	13.000	351 kW
Yıllık Toplam Soğutma Yüğü					2.605 kW

Çizelge 3.32’de elde edilen enerji miktarları hesabı;

1.Toprak kaynağının Nisan ayında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen aylık enerji miktarı: $0,55 \text{ Watt/m.sa} \times 13.000 \text{ m} \times 3 \text{ sa} \times 30 \text{ gün}$ (Nisan ayı gün sayısı) = 643.500 kW

2.Toprak kaynağının Mayıs ayında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen aylık enerji miktarı: $0,55 \text{ Watt/m.sa} \times 13.000 \text{ m} \times 4 \text{ sa} \times 31 \text{ gün}$ (Mayıs ayı gün sayısı) = 886.600 kW

3.Toprak kaynağının Ekim ayında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen aylık enerji miktarı: $0,45 \text{ Watt/m.sa} \times 13.000 \text{ m} \times 4 \text{ sa} \times 31 \text{ gün}$ (Ekim ayı gün sayısı) = 725.400 kW

4.Toprak kaynağının Kasım ayında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen aylık enerji miktarı: $0,45 \text{ Watt/m.sa} \times 13.000 \text{ m} \times 2 \text{ sa} \times 30 \text{ gün}$ (Kasım ayı gün sayısı) = 351.000 kW

Çizelge 3.10'da yerleştirilen veriler, HAP (Hourly Analysis Program) programında birçok etmen göz önüne alınarak hesaplanmıştır ve elde edilen değerler o anki mevcut şartlara göre elde edilmiştir.

Soğutmada toprak kaynağının kullanılması amacıyla elde edilen aylık toplam atılan enerji miktarları şu sebeplere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir;

1-Toprak tipi ve cinsi alınan ısı kapasitesini değiştirir. Isı transfer miktarını arttırabilmek için boru alt ve üzerine alt temel malzemesi ile dolgu yapılmıştır. Bu dolgu işlemi, toprağın altına yollanacak olan ısı transfer değerini yükseltmek üzere yapılmış bir işlemdir.

2-Boruların bulunduğu zeminin ve toprağın nemlilik miktarı ısı transferini artırır. Zeminde bu değeri ölçecek bir sistem geliştirilmemiştir. Ancak şu bilinmektedir ki, yağmurlu havalarda zemin nemli iken soğutma işlemi çok daha yüksek kapasitelerde yapılır. Toprak altında soğutma yapılan alan, otobüs otoparkı olduğu için zemin asfalt kaplamalıdır ve toprağa nem nüfus etmemektedir; ancak toprağı nemli tutabilmek için yağmur suları zemin altından toprağa enjekte edilmektedir. Bu sebeplerle hesaplarda çıkan değerlerde toprak nemliliği %300'e kadar farklılıklar gösterebilmektedir. Net nemlilik değerini bilmek için ölçme işlemi yapmak şarttır.

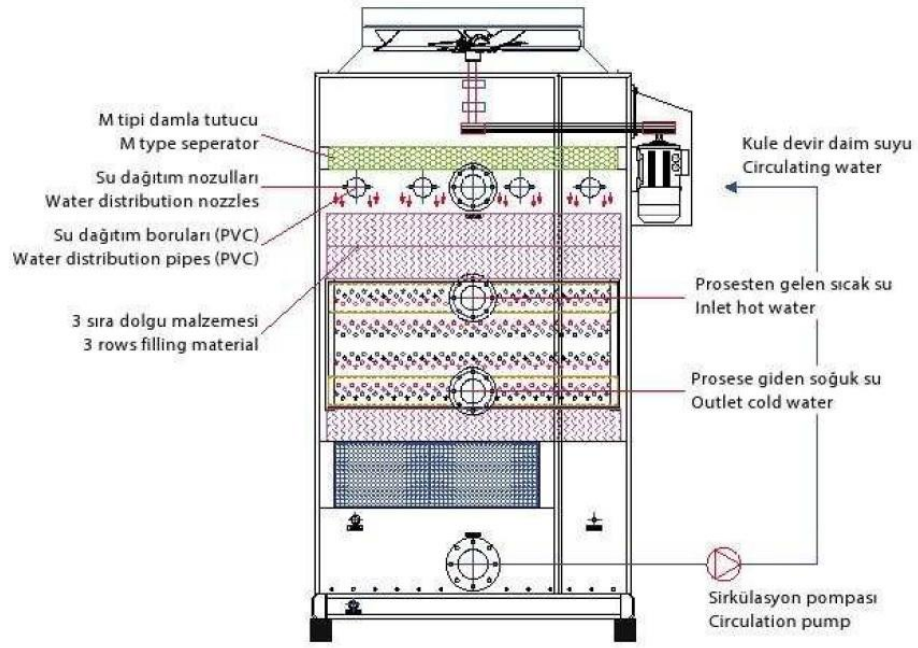
3-Soğuttuğumuz suyun sıcaklığı soğutma kapasitesini arttırmaktadır. Eğer toprakta 20°C sıcaklıkta suyu soğutmak yerine 35°C sıcaklıkta suyu soğutmak istersek toprağa verdiğimiz enerji çok daha yüksek miktarlarda olacaktır ve dolayısıyla toprağın soğutması gereken sıcaklık miktarı yüksek olacağından, soğutma verimi ve derinlik ihtiyacı da buna bağlı olarak değişecektir.

Bütün bu değişkenlerin bulunduğu toprak devresi soğutma hesabını manuel olarak yapmak mümkün değildir. Bu nedenle HAP isimli saatlik analiz programı kullanılarak veriler elde edilmiş ve soğutmada kullanılan toprak kaynağının tasarımı yapılmıştır.

-Hava kaynağının soğutma amaçlı kullanılması;

Tesiste soğutma işlemi yapılıyorken 7 adet ısı pompasının tamamı soğutma işlemi için çalışmakta ve kaynak kollektöründe bulunan su devresine binadan alınan enerjiyi aktarmaktadır. Bu işlem sırasında kaynak kollektörü içerisinde bulunan su sürekli olarak ısınmaktadır ve enerjinin farklı kaynaklar kullanılarak atılması (dış sistemlere iletilmesi) ihtiyacı bulunmaktadır. Kaynak kollektörü soğutma işlemi sırasında 30-35°C su rejiminde çalışmaktadır. Hava kaynağı, enerjinin atılabileceği kaynaklardan biridir ve kesintisiz kaynak olarak kabul edilen tek soğutma kaynağıdır. Binada Bursa bölgesi için yılın her mevsiminde hava kaynağı kullanılarak 30°C'ye kadar su soğutması yapılabilmektedir. Bu işlem için yapıda 2 adet 500 kW/sa soğutma kapasitesine sahip kapalı tip soğutma kulesi bulunmaktadır.

Kapalı tip soğutma kulesi tipinde kondanserden (soğutucu bir akışkanın ısıyı emmesi ve daha sonra yayması ile meydana gelen değişikliklerin tanımlandığı, bir soğutucu içinde gerçekleşen soğutma çevrimi) ya da prosesten gelen su, kule içerisinde boru demeti şeklindeki serpantinden (bükülmüş borularla yapılmış ısıtıcı) geçirilir. Bunun haricinde soğutma kulesi içerisinde bir soğutma devresi daha vardır. Bu devrede soğutulmuş ve kule havuzunda hazır bekleyen su, pompa ile emilerek üst kısımda serpantin üzerine püskürtülmektedir. Böylece kapalı serpantin içerisinden geçen su soğutulmuş olur. Açık devredeki su serpantin yüzeylerinden aşağı doğru süzülürken, fanlar yardımı ile serpantin üzerinden hava geçirilerek buharlaşma sağlanır ve ısı atmosfere atılır. Böylece su, kule havuzuna düşene kadar tekrar soğutulmuş olur. Kapalı devre soğutma kulesi tipinin en büyük özelliği proses suyunun atmosfere açık olmaması sebebi ile şartlandırılabilir olması ve sürekli temiz kalmasıdır. Kışın da soğutma ihtiyacı olan sistemlerde yazın kullanılan mekanik soğutma devreden çıkartılıp doğrudan kule ile doğal soğutma yapılabilir (Anonim 2019b). Şekil 3.28'de kapalı tip soğutma kulesi örnek çizimi yer almaktadır.



Şekil 3.28. Kapalı tip soğutma kulesi örnek çizimi (<http://sogutmakulesi.co/>, 2019)

Tesiste hava ile yapılan soğutma işlemlerinde elektrik tüketiminden tasarruf sağlanabilmesi için ayrı bir yöntem geliştirilmiştir. Bursa ili için soğutma sezonunda en yüksek dış hava sıcaklığı kuru termometre ile ölçüldüğünde 37°C (yaş termometre sıcaklığı 25°C) alınmaktadır. Kuru termometre sıcaklığı, normal bir termometreyle ya da bir ıslak çift ile ölçülebilir. Kuru termometre sıcaklığı havanın nem oranı hakkında bir bilgi vermezken; yaş termometre sıcaklığını ölçmek için sıcaklık ölçerin sıcaklığı algılayan kısmının ıslak olması gerekir. Yaş termometre sıcaklığı, havanın içerdiği nem miktarı hakkında bilgi verir (Suvari 2015).

Kule dış hava sıcaklığı 37°C iken, kaynak kollektörü su devresini 35°C'den 30°C'ye düşürebilmek için saatte 10,5 kW elektrik tüketmektedir. Kulenin elektrik tüketim değerinin azaltılması için yapıda bulunan 150 ton su kapasiteli yangın su deposu enerji depolamak üzere kullanılmıştır. Soğutma kulesi, gündüz dış havanın en yüksek 37°C olduğu hava sıcaklığında çalıştırmak yerine gece saatlerinde dış havanın 25°C sıcaklık değerlerinde olduğu saatlerde çalıştırılmakta ve yangın su deposunda bulunan su soğutulmaktadır. Dış mekan sıcaklığının yüksek olduğu gündüz döneminde değil de gece sıcaklığın daha düşük olduğu dönemde dolayısıyla su sıcaklığının da daha düşük

olduğu suyu kuleye göndererek, aynı enerjinin atılması için kulenin çalışması gereken süre yaklaşık olarak %28 azaltılmaktadır. Böylelikle, gün içerisinde yangın su deposundaki şartlandırılmış su kullanılarak binada soğutma işlemi yapılmaktadır. Bu çalışma sisteminin sağladığı aylık saatlik kazancın sonuçları Çizelge 3.33'te belirtilmiştir.

Gündüz ve gece ortalama sıcaklıkları Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1926-2017 yılları arası ortalama verileridir. Bina soğutma yükü en yüksek dış hava sıcaklık değerleri dikkate alınarak, tesis tam insan yoğunluğunda iken hesaplanmıştır. Tesiste 1 günde uygulanması gereken soğutma süreleri; Nisan ayında 1,5 saat, Mayıs ayında 4 saat, Haziran ayında 6 saat, Temmuz ve Ağustos aylarında 8 saat, Eylül ayında 4 saat, Ekim ayında 2,5 saat olarak alınmıştır.

Çizelge 3.33'te soğutma kulelerinin belirtilen aylarda binanın soğutma ihtiyacını karşılamak için gündüz hava sıcaklığında ve gece hava sıcaklığında kaç dakika çalışması gerektiği bilgisi verilmiştir. Aylara bağlı soğutma süreleri de dikkate alınarak çalışma süreleri arasındaki fark hesaplanmıştır.

Çizelge 3.33. Nisan-Ekim ayları arasında çalıştırılan kapalı tip soğutma kulesinin sağladığı aylık toplam kazanç süreleri

Ay	Gündüz Hava Sıcaklığı (°C)	Gece Hava Sıcaklığı (°C)	Bina Soğutma Yükü (kW/sa)	Kule Gündüz Çalışma Süresi (dk)	Kule Gece Çalışma Süresi (dk)	Fark (dk)	Aylık Toplam Kazanç (saat)
Nisan	18,9	7,1	450	27	11	16	64

Çizelge 3.33. Nisan-Ekim ayları arasında çalıştırılan kapalı tip soğutma kulesinin sağladığı aylık toplam kazanç süreleri (Devam)

Mayıs	23,8	11,3	566	34	17	17	70
Haziran	28,3	14,8	674	40	26	14	56
Temmuz	30,8	17,1	733	44	28	16	66
Ağustos	30,9	17,1	736	45	28	17	70
Eylül	27,2	13,6	647	39	24	15	60
Ekim	21,9	10,1	521	31	13	18	74
Toplam Yıllık Kazanç (sa)							460

Çizelge 3.33'te hesaplanan değerler, nem ve sıcaklık farkı değişikliklerine bağlı olarak değişebilmektedir.

1.Nisan ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Nisan ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 18,9°C iken, kapalı tip soğutma kulesini 27 dk çalıştırarak 450 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 7,1°C iken, kapalı tip soğutma kulesini 11 dk çalıştırarak 450 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanmıştır. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 16 dk (27-11)

azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 16 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Nisan ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 450 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 16 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

$8 \text{ sa} \times 16 \text{ dk} = 128 \text{ dk}$ ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 128 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Nisan ayı 30 gün olduğundan;

$128 \text{ dk} \times 30 \text{ gün} = 3.840 \text{ dk}$ ve

1 saat 60 dk olduğundan;

$3.840 \text{ dk} / 60 \text{ dk} = 64 \text{ sa'lik}$ enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

2. Mayıs ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Mayıs ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 23,8°C iken, kapalı tip soğutma kulesini 34 dk çalıştırarak 566 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 11,3°C iken, kapalı tip soğutma kulesini 17 dk çalıştırarak 566 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanmış oldu. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 17 dk (34-17) azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 17 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Mayıs ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 566 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 17 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

$8 \text{ sa} \times 17 \text{ dk} = 136 \text{ dk}$ ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 136 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Mayıs ayı 31 gün olduğundan;

$136 \text{ dk} \times 31 \text{ gün} = 4.216 \text{ dk}$ ve

1 saat 60 dk olduğundan;

$4.216 \text{ dk} / 60 \text{ dk} = 70 \text{ sa'lik}$ enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

3.Haziran ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Haziran ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri $28,3^{\circ}\text{C}$ iken, kapalı tip soğutma kulesini 40 dk çalıştırarak 674 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri $14,8^{\circ}\text{C}$ iken, kapalı tip soğutma kulesini 26 dk çalıştırarak 674 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanmış oldu. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 14 dk (40-26) azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 14 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Haziran ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 674 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 14 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

$8 \text{ sa} \times 14 \text{ dk} = 112 \text{ dk}$ ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 112 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Haziran ayı 30 gün olduğundan;

$112 \text{ dk} \times 30 \text{ gün} = 3.360 \text{ dk}$ ve

1 saat 60 dk olduğundan;

$3.360 \text{ dk} / 60 \text{ dk} = 56 \text{ sa'lik}$ enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

4.Temmuz ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Temmuz ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri $30,8^{\circ}\text{C}$ iken, kapalı tip soğutma kulesini 44 dk çalıştırarak 733 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri $17,1^{\circ}\text{C}$ iken, kapalı tip soğutma kulesini 28 dk çalıştırarak 733 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı

karşılanmıştır. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 16 dk (44-28) azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 16 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Temmuz ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 733 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 16 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

$8 \text{ sa} \times 16 \text{ dk} = 128 \text{ dk}$ ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 128 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Temmuz ayı 31 gün olduğundan;

$128 \text{ dk} \times 31 \text{ gün} = 3.968 \text{ dk}$ ve

1 saat 60 dk olduğundan;

$3.968 \text{ dk} / 60 \text{ dk} = 66 \text{ sa'lik}$ enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

5. Ağustos ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Ağustos ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 30,9 °C iken, kapalı tip soğutma kulesini 45 dk çalıştırarak 736 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 17,1 °C iken, kapalı tip soğutma kulesini 28 dk çalıştırarak 736 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanmış oldu. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 17 dk (45-28) azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 16 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Ağustos ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 736 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 17 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

$8 \text{ sa} \times 17 \text{ dk} = 136 \text{ dk}$ ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 136 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Ağustos ayı 31 gün olduğundan;

136 dk x 31 gün=4.216 dk ve

1 saat 60 dk olduğundan;

4.216 dk / 60 dk = 70 sa'lik enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

6.Eylül ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Eylül ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 27,2 °C iken, kapalı tip soğutma kulesini 39 dk çalıştırarak 647 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 13,6 °C iken, kapalı tip soğutma kulesini 24 dk çalıştırarak 647 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanmış oldu. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 15 dk (39-24) azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 15 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Eylül ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 647 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 15 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

8 sa x 15 dk = 120 dk ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 120 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Eylül ayı 30 gün olduğundan;

120 dk x 30 gün=3.600 dk ve

1 saat 60 dk olduğundan;

3.600 dk / 60 dk = 60 sa'lik enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

7.Ekim ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Ekim ayında gündüz saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 21,9 °C iken, kapalı tip soğutma kulesini 31 dk çalıştırarak 521 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanabileceken; gece saatlerinde dış hava sıcaklık değeri 10,1 °C iken, kapalı tip

soğutma kulesini 13 dk çalıştırarak 521 kW/sa'lik bina soğutma yükü ihtiyacı karşılanmıştır. Böylece kapalı tip soğutma kulesinin çalışma süresi 18 dk (31-13) azaltılarak, cihazın çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden 15 dk'lık sürede harcanması önlenmiş olan miktarda kazanç sağlanmıştır.

Ekim ayında bina soğutma yükü ihtiyacı 1 saat için 521 kW enerjiye karşılık geliyorsa, gündüz ve gece saatlik çalışma süre farkı olan 18 dk 1 saatlik soğutma ihtiyacı için ortaya çıkan farktır.

Tesis günde 8 saat çalıştığından;

$8 \text{ sa} \times 18 \text{ dk} = 144 \text{ dk}$ ise,

1 günlük çalışma süresi olan 8 saatte 144 dk'lık enerji tasarrufu yapılmıştır.

Ekim ayı 31 gün olduğundan;

$144 \text{ dk} \times 31 \text{ gün} = 4.464 \text{ dk}$ ve

1 saat 60 dk olduğundan;

$4.464 \text{ dk} / 60 \text{ dk} = 74 \text{ sa'lik}$ enerji tasarrufu 1 aylık süreç sonunda sağlanmıştır.

Böylelikle Nisan-Ekim ayları arasında çalıştırılan kapalı tip soğutma kulesinin sağladığı yıllık toplam kazanç 460 saat'e karşılık gelmektedir. Tesiste hava kaynağı ile gece saatlerinde gerekli soğutma ihtiyacı kadar enerjinin atılması ve yangın su deposunun soğutulması, gündüz saatlerinde de yangın su deposunda bulunan su kullanılarak binada soğutma yapılması neticesinde 2 adet 500 kW/sa kapasiteli kapalı tip soğutma kulelerinin yılda (soğutma ihtiyacı duyulan Nisan-Ekim ayları arasında) toplam 460 saat daha az çalışması planlanmıştır. 500 kW/sa kapalı tip soğutma kulelerinin birinin 230 saat daha az çalışması (iki kule toplamda 460 sa olduğundan) ile 1 tanesinden 500 kW/sa x 230 saat= 115.000 kW'lık enerji kazancı elde edilmektedir. Toplam iki kulenin 460 saat daha az çalışması ile $115.000 \text{ kW} \times 2 = 230.000 \text{ kW'lık}$ soğutma enerjisi kazancı elde edilmektedir.

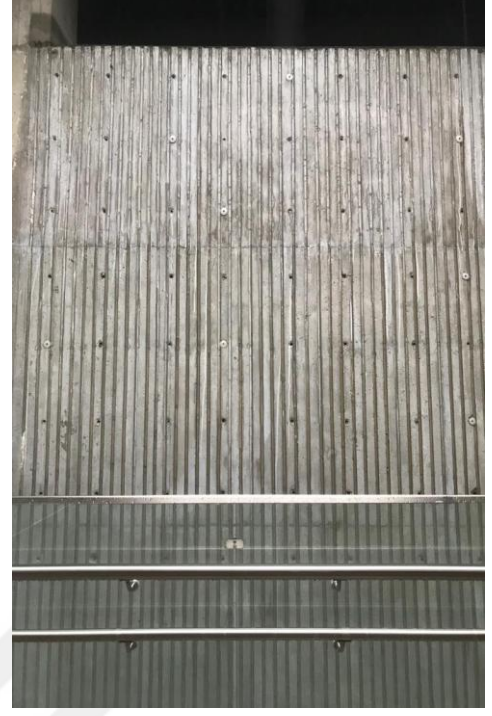
1 adet kulenin elektrik tüketimi 10,5 kW/sa olduğundan, 2 adet kulenin elektrik tüketimi 21 kW/sa olduğu dikkate alındığında yıllık toplam 460 saatlik daha az süreli kapalı tip

soğutma kulesi çalıştırılması sonucunda 9.660 kW (460 sa x 21 kW/sa) elektrik enerjisi tasarrufu sağlanmış olmaktadır. Dolayısıyla soğutma işleminde enerji depolama sistemi kullanımının sağlayacağı yıllık enerji tasarruf miktarı 9.660 kW elektrik enerjisine karşılık gelmektedir.

-Su kaynağının soğutma amaçlı kullanılması;

Tesiste 1 adet süs havuzu ve bu havuz içerisinde bulunan 5 metre genişliğinde ve 6 metre yüksekliğinde laminer akışla (akışkanın düşük hızda paralel katmanlar halinde aktığı düzgün akış) çalışacak olan şelale bulunmaktadır. Süs havuzu ve şelale, bina dışında ve güneşe maruz kalmayan çatı sundurmaları altında bulunmaktadır. Şekil 3.29'da süs havuzu ve şelalelin müze içerisindeki görünümüne yer verilmiştir.

Havuz derinliği 20 cm ve havuzun açık hava ile temas eden yüzeyi 315 m²'dir. Havuz üzerinde bulunan laminar akış şelalesinde mevcut su akış yüzey alanı 30 m²'dir ve suyun beton duvar üzerinden süzülerek akması istenmektedir. Süs havuzunun tasarımı, yüzey alanı, açık havada konumlandırılmış olması ve ayrıca güneş ışığına maruz kalmaması, havuz içerisinde bulunan suyun süreklilik arz ederek dış hava sıcaklığına eşit olacağı anlamına gelmektedir. Yapı içerisinde soğutma yapıldığı dönemlerde havuz suyu soğutma kaynağı olarak kullanılabilir. Havuzdaki suyun doğal yollarla, şelaledeki akışın fiziki sonucu olarak soğuyacağı düşünülmüş ve böylelikle yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak kullanılması tasarlanmıştır. Süs havuzundan ve şelaleden sağlanabilecek enerji kazancının hesaplanabilmesi için mevsimlere göre havuz su sıcaklığının bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla Çizelge 3.34'te gündüz ve gece havuz sıcaklıkları belirtilerek ve bina soğutma yükü kullanılarak aylık enerji kazançları hesap sonuçlarına yer verilmiştir.



Şekil 3.29. Süs havuzu ve laminar akış şelalesi görünümü

Çizelge 3.34'te gündüz ve gece ortalama sıcaklıkları Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1926-2017 yılları arası ortalama verileridir. Bina soğutma yükü en yüksek dış hava sıcaklık değerleri dikkate alınarak, tesis tam insan yoğunluğunda iken hesaplanmıştır. Tesiste 1 günde uygulanması gereken soğutma süreleri; Nisan ayında 1,5 saat, Mayıs ayında 4 saat, Haziran ayında 6 saat, Temmuz ve Ağustos aylarında 8 saat, Eylül ayında 4 saat, Ekim ayında 2,5 saat olarak alınmıştır.

Çizelge 3.34'teki gündüz kazanç sütunu, yapıda soğutma işlemi yapılıyor iken havuz suyu kullanılarak yapılabilen soğutma miktarını belirtmektedir. Şelaleden doğal laminar akışla akarak sıcaklığı düşen suyun, soğutma sistemlerinde kullanılmasıyla saatte elde edilebilen elektrik enerjisi kazancıdır. Gece kazanç sütunu ise, gece saatlerinde yapı içerisinde soğutma yükü ihtiyacı yokken havuz suyu kullanılarak yangın su deposundan atılan enerji miktarını belirtmektedir. Yangın su deposu gece saatlerinde havuzdan alınan sıcaklığı düşük olan su ile doldurulur ve gündüz saatlerinde geceden depolanmış olan sıcaklığı düşük olan depodaki su yardımı ile yapı içerisindeki soğutma

sistemlerinde kullanılarak, soğutma işlemi yapılmaktadır. Bu işleme soğutmada enerji depolama işlemi adı verilmektedir.

Yapıda soğutma yapılırken, soğutma işlemi sonucunda meydana gelen ve atılması gereken sıcaklığı yükselmiş su, yangın su deposunda depolanmaktadır. Yangın su deposunda depolanmış olan su, gündüz veya gece saatlerinde en uygun kaynak kullanılarak depodan atılır. Gece kazanç hesabı yapılırken 2 adet plakalı eşanjör (eşanjör ya da ısı değiştirici, değişik sıcaklıklardaki iki ya da daha çok akışkanın, ısılarını, birbirine karışmadan (temas etmeden) birinden diğerine aktarmasını sağlayan cihazlardır) yardımı ile enerji depolaması yapıldığından sistemde kayıplar meydana gelmektedir. Gece kazanç değerinde eşanjörlerin toplam kayıpları %20 olarak alınmıştır.

Çizelge 3.34. Nisan-Ekim ayları arasında süs havuzu ve şelalede doğal soğutma kaynağı olarak suyun kullanılmasıyla elde edilen aylık toplam enerji kazanç miktarları

Ay	Gündüz Havuz Sıcaklığı (°C)	Gece Havuz Sıcaklığı (°C)	Gündüz Kazanç (kW/sa)	Aylık Gündüz Süresi (sa)	Gece Kazanç (kW/sa)	Aylık Gece Süresi (sa)	Bina Soğutma Yüğü (kW/sa)	Aylık Toplam Kazanç (kW)
Nisan	18,9	7,1	65	12,82	80	11,18	450	51.831
Mayıs	23,8	11,3	55	14,07	75	9,93	566	47.076,6
Haziran	28,3	14,8	50	14,98	70	9,02	674	41.412
Temmuz	30,8	17,1	35	15,12	60	8,88	733	32.922

Çizelge 3.34. Nisan-Ekim ayları arasında süs havuzu ve şelalede doğal soğutma kaynağı olarak suyun kullanılmasıyla elde edilen aylık toplam enerji kazanç miktarları (Devam)

Ağustos	30,9	17,1	35	14,4	60	9,6	736	33.480
Eylül	27,2	13,6	50	13,2	70	10,8	647	42.480
Ekim	21,9	10,1	60	11,9	75	12,1	521	50.266,5
Yıllık Toplam Kazanç								299.468,1

Çizelge 3.34'te yer alan aylık gündüz ve gece süreleri Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Astronomi Laboratuvarı sonuçlarında yer alan Osmangazi ilçesi için yıllık güneş doğuş-batış zamanlarında yer alan ayın ilk günü verileri esas alınarak hesaplanmıştır (Anonim 2019a). Havuz ve şelale 24 saat çalıştırılmakta ve soğutma kazancı ilgili aylarda 24 saat boyunca elde edilmektedir.

Çizelge 3.34'te hesaplanan değerler, nem ve sıcaklık farkı değişikliklerine bağlı olarak değişebilmektedir.

1.Nisan ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Nisan ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 18,9 °C iken, şelale ve havuzda nisan ayı gündüz süresi olan 12,82 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Nisan ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 65 kW'tır. 1 gün boyunca 12,82 sa'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan, $65 \text{ kW/sa} \times 12,82 \text{ saat} = 833,3 \text{ kW}$ 'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.

Nisan ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 7,1 °C iken, şelale ve havuzda nisan ayı gece süresi olan 11,18 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü karşılanmaktadır.

Nisan ayında gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 80 kW'tır.

1 gün boyunca 11,18 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan,

$80 \text{ kW/sa} \times 11,18 \text{ saat} = 894,4 \text{ kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.}$

1 günde elde edilen soğutma kazancı,

$833,3 \text{ kW} + 894,4 \text{ kW} = 1.727,7 \text{ kW/gün ve}$

Nisan ayı 30 gün olduğundan,

$1.727,7 \text{ kW/gün} \times 30 \text{ gün} = 51.831 \text{ kW/ay'lık soğutma kazancı nisan ayı boyunca elde edilmiş olur.}$

2.Mayıs ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Mayıs ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir.

Dış hava sıcaklık değeri 23,8 °C iken, şelale ve havuzda mayıs ayı gündüz süresi olan 14,07 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü karşılanmaktadır.

Mayıs ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 55

kW'tır. 1 gün boyunca 14,07 sa'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan,

$55 \text{ kW/sa} \times 14,07 \text{ saat} = 773,85 \text{ kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.}$

Mayıs ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir.

Dış hava sıcaklık değeri 11,3 °C iken, şelale ve havuzda mayıs ayı gece süresi olan 9,93 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü karşılanmaktadır.

Gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 75 kW'tır. 1 gün

boyunca 9,93 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan,

$75 \text{ kW/sa} \times 9,93 \text{ saat} = 744,75 \text{ kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.}$

1 günde elde edilen soğutma kazancı,

$773,85 \text{ kW} + 744,75 \text{ kW} = 1.518,6 \text{ kW/gün ve}$

Mayıs ayı 31 gün olduğundan,

1.518,6 kW/gün x 31 gün= 47.076,6 kW/ay'lık soğutma kazancı mayıs ayı boyunca elde edilmiş olur.

3.Haziran ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Haziran ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 28,3 °C iken, şelale ve havuzda haziran ayı gündüz süresi olan 14,98 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Haziran ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 50 kW'tır. 1 gün boyunca 14,98 sa'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan, 50 kW/sa x 14,98 saat = 749 kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.

Haziran ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 14,8 °C iken, şelale ve havuzda haziran ayı gece süresi olan 9,02 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 70 kW'tır. 1 gün boyunca 9,02 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan, 70 kW/sa x 9,02 saat = 631,4 kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.

1 günde elde edilen soğutma kazancı,

749 kW + 631,4 kW = 1.380,4 kW/gün ve

Haziran ayı 30 gün olduğundan,

1.380,4 kW/gün x 30 gün= 41.412 kW/ay'lık soğutma kazancı haziran ayı boyunca elde edilmektedir.

4.Temmuz ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Temmuz ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 30,8 °C iken, şelale ve havuzda temmuz ayı gündüz süresi olan 15,12 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Temmuz ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 35 kW'tır. 1 gün boyunca 15,12 h'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan, $35 \text{ kW/sa} \times 15,12 \text{ saat} = 529,2 \text{ kW}$ 'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.

Temmuz ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 17,1 °C iken, şelale ve havuzda temmuz ayı gece süresi olan 8,88 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 60 kW'tır. 1 gün boyunca 8,88 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan, $60 \text{ kW/sa} \times 8,88 \text{ saat} = 532,8 \text{ kW}$ 'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.

1 günde elde edilen soğutma kazancı,
 $529,2 \text{ kW} + 532,8 \text{ kW} = 1.062 \text{ kW/gün}$ ve
Temmuz ayı 31 gün olduğundan,
 $1.062 \text{ kW/gün} \times 31 \text{ gün} = 32.922 \text{ kW/ay}$ 'lık soğutma kazancı temmuz ayı boyunca elde edilmektedir.

5.Ağustos ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Ağustos ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 30,9 °C iken, şelale ve havuzda ağustos ayı gündüz süresi olan 14,4 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Ağustos ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 35 kW'tır. 1 gün boyunca 14,4 sa'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan, $35 \text{ kW/sa} \times 14,4 \text{ saat} = 504 \text{ kW}$ 'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.

Ağustos ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 17,1 °C iken, şelale ve havuzda ağustos ayı gece süresi olan 9,6 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 60 kW'tır. 1 gün boyunca 9,6 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan,

$60 \text{ kW/sa} \times 9,6 \text{ saat} = 576 \text{ kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.}$

1 günde elde edilen soğutma kazancı,

$504 \text{ kW} + 576 \text{ kW} = 1.080 \text{ kW/gün ve}$

Ağustos ayı 31 gün olduğundan,

$1.080 \text{ kW/gün} \times 31 \text{ gün} = 33.480 \text{ kW/ay'lık soğutma kazancı ağustos ayı boyunca elde edilmiş olur.}$

6.Eylül ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Eylül ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir.

Dış hava sıcaklık değeri 27,2 °C iken, şelale ve havuzda eylül ayı gündüz süresi olan 13,2 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Eylül ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 50 kW'tır. 1 gün boyunca 13,2 sa'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan,

$50 \text{ kW/sa} \times 13,2 \text{ saat} = 660 \text{ kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.}$

Eylül ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir.

Dış hava sıcaklık değeri 13,6 °C iken, şelale ve havuzda eylül ayı gece süresi olan 10,8 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 70 kW'tır. 1 gün boyunca 10,8 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan,

$70 \text{ kW/sa} \times 10,8 \text{ saat} = 756 \text{ kW'lık soğutma kazancı elde edilmektedir.}$

1 günde elde edilen soğutma kazancı,

$660 \text{ kW} + 756 \text{ kW} = 1.416 \text{ kW/gün ve}$

Eylül ayı 30 gün olduğundan,

$1.416 \text{ kW/gün} \times 30 \text{ gün} = 42.480 \text{ kW/ay'lık soğutma kazancı eylül ayı boyunca elde edilmektedir.}$

7.Ekim ayı aylık toplam kazanç hesabı:

Ekim ayında gündüz saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 21,9 °C iken, şelale ve havuzda eylül ayı gündüz süresi olan 11,9 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Ekim ayında gündüz yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 60 kW'tır. 1 gün boyunca 11,9 sa'lik gündüz süresince yararlanılan havuzdan, $60 \text{ kW/sa} \times 11,9 \text{ saat} = 714 \text{ kW'lık}$ soğutma kazancı elde edilmektedir.

Ekim ayında gece saatlerinde havuz suyu sıcaklığı, dış hava sıcaklık değerine eşittir. Dış hava sıcaklık değeri 10,1 °C iken, şelale ve havuzda ekim ayı gece süresi olan 12,1 saat boyunca binanın 450 kW/sa'lik soğutma yükü ihtiyacı karşılanmaktadır.

Gece yararlanılan havuz suyunun saatlik enerji kazancı miktarı 75 kW'tır. 1 gün boyunca 12,1 sa'lik gece süresince yararlanılan havuzdan, $75 \text{ kW/sa} \times 12,1 \text{ saat} = 907,5 \text{ kW'lık}$ soğutma kazancı elde edilmektedir.

1 günde elde edilen soğutma kazancı,

$714 \text{ kW} + 907,5 \text{ kW} = 1.621,5 \text{ kW/gün}$ ve

Ekim ayı 31 gün olduğundan,

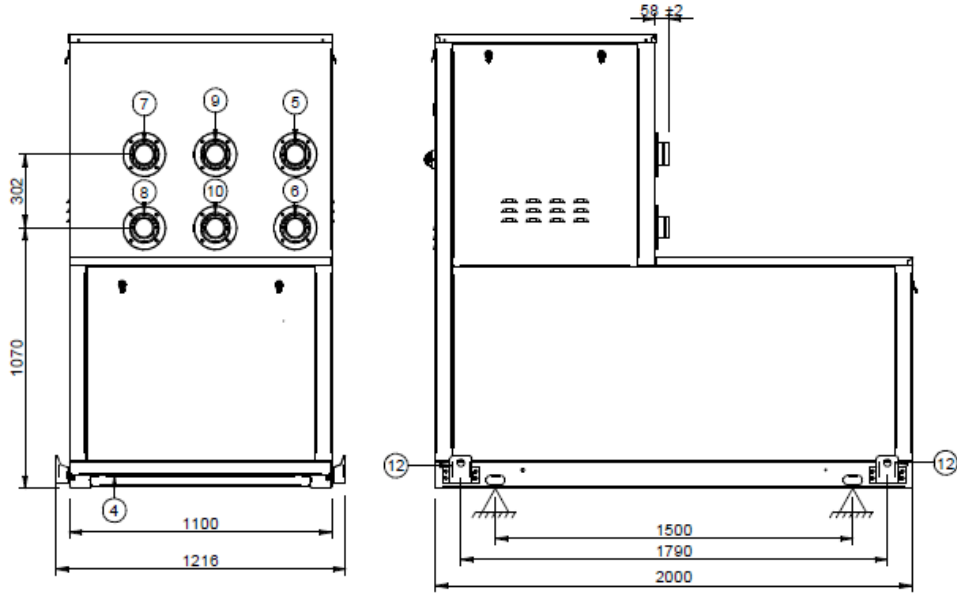
$1.621,5 \text{ kW/gün} \times 31 \text{ gün} = 50.266,5 \text{ kW/ay'lık}$ soğutma kazancı ekim ayı boyunca elde edilmektedir.

Nisan-Ekim ayları arasında süs havuzu ve şelalede doğal soğutma kaynağı olarak suyun kullanılmasıyla elde edilen aylık toplam enerji kazanç miktarları toplandığında yıllık toplam kazanç 299.468,1 kW'tır.

3.4.3. Isı Geri Kazanım Sistemi

Yapı içerisinde 1 adet heat recovery (ısı geri kazanımlı) ısı pompası kullanılmaktadır. Sıcaklık geri kazanımı amacıyla kullanılan heat recovery ısı pompası, 3 adet giriş ve 3 adet çıkış olmak üzere 6 adet bağlantı noktasına sahiptir. Şekil 3.30'da, 7-8 ile gösterilen noktalar ısıtma hattı giriş/çıkış bağlantı noktaları, 9-10 ile gösterilen noktalar

kaynak hattı giriş/çıkış bağlantı noktaları, 5-6 ile gösterilen noktalar soğutma hattı giriş çıkış bağlantı noktalarıdır. Heat recovery ısı pompasının çalışma prensibi, soğutma hattından aldığı sıcaklığı yüksek olan enerjiyi, ısıtma hattına ileterek burada ihtiyaç duyulan yüksek sıcaklıklı enerjinin kullanılmasını sağlamaktır. Aynı durum ısıtma hattı için de geçerlidir. Isıtma veya soğutma hattı enerji ihtiyacı karşılandıktan sonra fazla enerji miktarı kaynak hattından alınmaktadır.



Şekil 3.30. Heat recovery ısı pompası giriş ve çıkış bağlantı noktaları

Yapıda heat recovery ısı pompasının gerçekleştirebileceği ısı geri kazanım miktarı yaz ve kış ayları için ayrı ayrı hesaplanmalıdır.

- Kış ayları için ısı geri kazanım miktarı hesabı;

Kış aylarında ısıtma ihtiyacı miktarı, ısı geri kazanımlı (heat recovery) pompasının ısıtma kapasitesinin üzerinde kalmaktadır; ancak soğutma ihtiyacı ısı geri kazanım pompasının üretebileceği enerji düzeyindedir. Bu nedenle ısı geri kazanım pompası, soğutma ihtiyacı kadar enerjiyi ısıtma hattına transfer edebilecektir.

Yapı içerisinde kış aylarında kubbe içerisinde bulunan resim aydınlatma armatürlerinden kaynaklanan ve nem alma işlemi için gerekli olan toplam enerji ihtiyacı miktarı, Çizelge 3.35'te ısı geri kazanım miktarı sütununda kW/sa birimi üzerinden gösterilmiştir. Nem alımı yapmak için ve resim aydınlatma armatürlerinden gelen ısıyı dengelemek için Çizelge 3.35'te belirtilen soğutma enerjisi miktarlarına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaçlar, insan ve malzeme kaynaklı olduğu için dış hava şartlarından bağımsızdır. Mimari tasarıma göre kubbe içinde aynı anda 30 kişi bulunabilir. Isı geri kazanımlı ısı pompasının cihaz kapasitesi 250 kW/sa olduğundan, en yüksek ısı geri kazanımı 250 kW/sa değerine kadar yapılabilmektedir. Soğutma enerji ihtiyacı değerleri bulunurken, TSE 825 standartına göre kişi başı yayılan nem miktarlarına ve armatürlerin üzerlerinde-kataloglarında yer alan ısı yayım miktarlarına bakılmıştır.

Soğutma ihtiyacı, kış aylarında ısıtma sezonu boyunca, tesisin açık olduğu süre kadardır. Tesisin açık olacağı süre ele alındığında, ısı geri kazanım süresinin günde 8 saat olacağı öngörülmektedir. Tesisin kapalı olduğu sürede kubbe içerisinde aydınlatmalar kapanmakta ve insan yoğunluğu etkeni ortadan kalktığı için nem alma ihtiyacı da olmamaktadır. Kış aylarında ısı geri kazanımından kaynaklanan enerji kazanç miktarları Çizelge 3.35'te belirtilmiştir.

- Yaz ayları için ısı geri kazanım miktarı hesabı;

Yaz aylarında soğutma ihtiyacı miktarı, ısı geri kazanımlı (heat recovery) pompasının soğutma kapasitesinin üzerinde kalmaktadır; ancak ısıtma ihtiyacı ısı geri kazanım pompasının üretebileceği enerji düzeyindedir. Bu nedenle ısı geri kazanım pompası, ısıtma ihtiyacı kadar enerjiyi soğutma hattına transfer edebilecektir.

Yapı içerisinde yaz aylarında ısıtma ihtiyacı miktarı, kullanma sıcak suyu ve nem alma işleminden sonra yapılacak olan son ısıtma miktarı kadar olacaktır. Kullanma sıcak suyu ihtiyacı güneş enerjisinden sağlanmakta olduğundan, ısı geri kazanım pompasının ısıtma ihtiyacı hesabı yalnızca nem alma işleminden kaynaklanan son ısıtma ihtiyacı miktarı ele alınarak yapılmıştır. Gerekli olan ısıtma ihtiyacı miktarları Çizelge 3.35'te belirtilen değerlerdedir. Bu değerler yaz aylarında boyler ve nem alma için gerekli olan ısıtma ihtiyacı miktarlarına eşittir.

Kullanma sıcak su ihtiyacı ve yapıda nem alma ihtiyacı yapının kullanıma açık olduğu saatlerde mevcuttur. Tesisin kapalı olduğu, insan yoğunluğunun olmadığı saatlerde sıcak su tüketimi olmayacağından ve tesiste nem alma işlemi yapılmayacağından ısıtma ihtiyacı ortaya çıkmayacaktır. Tesisin açık olacağı süre ele alındığında, ısı geri kazanım süresinin günde 8 saat olacağı öngörülmektedir. Yaz aylarında ısı geri kazanımından kaynaklanan enerji kazanç miktarları Çizelge 3.35'te belirtilmiştir.

Isı geri kazanımından yıl boyunca elde edilecek olan aylık enerji kazanç miktarları hesabı;

- 1.Ocak ayı için ısı geri kazanımlı ısı pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 210 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Ocak ayı gün sayısı) = 52.080 kW
- 2.Şubat ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 210 kW/sa x 8 sa x 28 gün (Şubat ayı gün sayısı) = 47.040 kW
- 3.Mart ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 210 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Mart ayı gün sayısı) = 52.080 kW
- 4.Nisan ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 250 kW/sa x 8 sa x 30 gün (Nisan ayı gün sayısı) = 60.000 kW
- 5.Mayıs ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 250 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Mayıs ayı gün sayısı) = 62.000 kW
- 6.Haziran ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 239 kW/sa x 8 sa x 30 gün (Haziran ayı gün sayısı) = 57.360 kW
- 7.Temmuz ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 239 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Temmuz ayı gün sayısı) = 59.272 kW
- 8.Ağustos ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 239 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Ağustos ayı gün sayısı) = 59.272 kW
- 9.Eylül ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 250 kW/sa x 8 sa x 30 gün (Eylül ayı gün sayısı) = 60.000 kW
- 10.Ekim ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 250 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Ekim ayı gün sayısı) = 62.000 kW
- 11.Kasım ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 210 kW/sa x 8 sa x 30 gün (Kasım ayı gün sayısı) = 50.400 kW

12.Aralık ayı için ısı geri kazanım pompasından elde edilen enerji kazanç miktarı: 210 kW/sa x 8 sa x 31 gün (Aralık ayı gün sayısı) = 52.080 kW

Çizelge 3.35. Isı geri kazanımından (ısı geri kazanımlı ısı pompası) yıl boyunca elde edilecek olan aylık enerji kazanç miktarları

Ay	Isıtma İhtiyacı (kW/sa)	Soğutma İhtiyacı (kW/sa)	Isı Geri Kazanım Miktarı (kW/sa)	Günlük Çalışma Süresi (Saat)	Aylık Toplam Kazanç (kW)	
					Isıtma	Soğutma
Ocak	872	210	210	8	52.080	52.080
Şubat	862	210	210	8	47.040	47.040
Mart	722	210	210	8	52.080	52.080
Nisan	669	450	250	8	60.000	60.000
Mayıs	429	566	250	8	62.000	62.000
Haziran	239	674	239	8	57.360	57.360
Temmuz	239	733	239	8	59.272	59.272
Ağustos	239	736	239	8	59.272	59.272
Eylül	429	647	250	8	60.000	60.000
Ekim	659	521	250	8	62.000	62.000
Kasım	747	210	210	8	50.400	50.400
Aralık	877	210	210	8	52.080	52.080
Yıllık Toplam Kazanç					673.584	673.584

Isı geri kazanım miktarı hesabı yapılırken ilgili aydaki birçok değişken faktör ele alınmıştır. Isı geri kazanımlı ısı pompası kullanılarak hem ısıtma hem de soğutma enerji kazançları elde edilmiştir. Soğutma işi sonunda ortaya çıkan yüksek sıcaklıktaki atık enerji, sıcak su devresini ısıtması amacıyla ısı pompasına iletilmektedir.

Isıtma ihtiyacı hesaplanırken güneş enerjisi sisteminden elde edilen kazanç, toplam ihtiyaçtan düşürülmüştür. Güneş enerjisi sistemi, ısıtma ihtiyacının karşılanması için kullanılan en verimli kaynaktır. Isı geri kazanımlı (heat recovery) ısı pompasının cihaz

kapasitesi 250 kW/sa olduğundan, en yüksek ısı geri kazanımı 250 kW/sa değerine kadar yapılabilmektedir.

Isı geri kazanımlı ısı pompası ısı geri kazanımı yaparken soğutma hattından aldığı enerjiyi ısıtma hattına vermektedir. Bu nedenle ısı geri kazanımı yapılan enerji hem ısıtmada hem de soğutmada aynı kapasite miktarı kadar enerji tasarrufu sağlamaktadır.



4. BULGULAR

4.1. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve Fidan Dikim Kampanyası Atmosferik Kazancı Hesabı Bulgular

Türkiye'nin nüfus bakımından en büyük 4. ili konumunda olan Bursa'nın nüfus bakımından en büyük ilçesi olan Osmangazi'ye hizmet eden Osmangazi Belediyesi'nin en çok enerji harcayan ve dolayısıyla karbon salınımı en yüksek olduğu bilinen merkez hizmet binasına ait karbon salınım miktarları belirlenmiş ve güncel personel sayısı esas alınarak karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Hizmet binası, gerek bünyesinde çalışan personellerin sayıca fazla oluşu, gerekse kentin merkezi olarak görülen bir konumda yer alması sebebiyle çevreye olan etkileri bakımından göz ardı edilmemesi gereken bir yapıdır.

Yapılan hesaplamalar göstermiştir ki, 2014 yılından 2017 yılına kadar enerji tüketim miktarları büyük çoğunlukla artmış ve dolayısıyla binanın Bursa atmosferine saldığı karbondioksit miktarı da giderek artış göstermiştir.

Kişi sayısı üzerinden yapılan karbon ayak izi çalışması sonucunda; 2014 yılında 1,60 ton CO₂/kişi-yıl ve 0,386 TEP/kişi-yıl olan karbon ayak izi değerinin, 2017 yılına gelindiğinde 1,73 CO₂/kişi-yıl ve 0,421 TEP/kişi-yıl'a yükseldiği görülmektedir. Buna göre; 4 yıllık süreç sonunda atmosfere salınan karbon miktarı kişi başına; ton CO₂ cinsinden %8,12, TEP cinsinden ise %9,07 oranında artmıştır.

2014-2017 yılları arasında merkez hizmet binası karbondioksit salınım miktarı toplamda 2.537,03 ton CO₂'dir. 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası kapsamında dikilen fidanların atmosferden 1 yılda çektiği karbon miktarı 7.275 ton CO₂ olduğuna göre; merkez hizmet binasından 2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte gerçekleşen karbon salınım miktarının yaklaşık 2,9 katı, dikilen fidanlar sayesinde yalnızca 1 yılda tutulmaktadır. Bu bağlamda kampanya kapsamında dikilen ağaçların depoladığı ve atmosferimizden eksilttiği karbon miktarı ve ürettiği oksijen miktarı ile sağladığı fayda somut bir şekilde ortaya konulmuştur. Çevreye olan yararlarından ötürü, yerel yönetimler tarafından bu tarz çevreci projeler gelenek haline getirilmeli ve çevre bilinci tüm vatandaşlara kazandırılmalıdır.

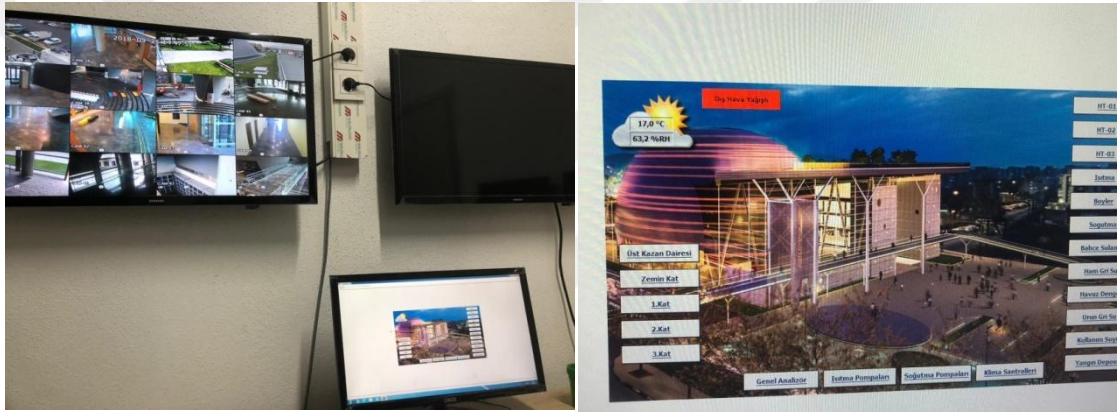
Değişen iklim koşulları ve buna bağlı olarak artan ısıtma, soğutma kaynaklı enerji kullanımları karbon salınım miktarlarının artmasında büyük bir etken olmakla birlikte, belediye personellerinin gereksiz enerji kullanımlarını azaltmaları gerekliliği de göz ardı edilmemelidir. Değişen iklim koşullarına uyum sağlamak ve bu amaçla enerji kullanımlarında azaltıma gitmek amacıyla belediye çalışanları tarafından iklim değişikliğine uyum bilinci geliştirilmelidir. Bu amaçla gerek belediye yönetimi gerekse belediye çalışanları tarafından yapılması gerekenler şu şekilde örneklendirilebilir; geri dönüşüm bilincini artırmak, elektronik dökümantasyon kullanmak, suyu boşa akıtmamak, gri su sistemleri ile suyun tekrar kullanılmasını sağlamak, ısıtma ve soğutma sarfiyatını azaltmak, mevsimine göre daha kalın/ince giyinmek, kullanılmış mobilyaları değerlendirmek, aydınlatmada tasarruflu ampuller kullanmak, hareket algılamalı aydınlatma sistemlerini kullanmak, cihazları kullandıktan sonra kapatmak, telekonferans görüşmeleri ile ulaşım kaynaklı yakıt tüketimini azaltmak, yakıt tercihini düşük emisyonlu olanlardan yana kullanmak, ofislerde doğal kaynaklı ofis malzemeleri kullanmak, binalarda yalıtım sağlayarak enerji kaybını önlemek, yenilenebilir enerji teknolojilerini kullanmak, karbon azaltım kredisi almak. Bu önerilerin hayata geçirilmesi halinde hem belediye bütçesinde enerji ve yakıt harcamalarına ayrılan tutar azalacak ve dolayısıyla ülke ekonomisine katkı sağlanacak, hem de daha önemlisi Bursa gibi metropoliten bir kentin merkez ilçesi olan Osmangazi'nin yerel yönetimi olan Osmangazi Belediyesi çevreci bakış açısını benimseyerek küresel ısınma ve iklim değişikliği konularında bilinçli hareket ettiğini kanıtlayacaktır. Böylelikle şehrin hava kalitesi artacak ve yeşili, doğal kaynakları, tarihi yapıları ile zengin olan Bursa ve içinde Osmangazi halkı bu çalışmalardan örnek alıp daha kaliteli ve sağlıklı bir yaşam adına iklim değişikliğine uygun yaşam şekilleri benimseyecektir.

4.2. Bursa Osmangazi Belediyesi İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları Kapsamında TSE Güvenli Yeşil Bina Sertifikasyon Çalışmaları Bulguları

Seçilen mekanik tesisat sisteminin kazançları bu başlık altında anlatılacaktır. Yapıda klasik sistem olan doğalgaz yakıtlı kazanlar ile ısıtma ve hava soğutmalı chiller (hava soğutmalı su soğutma cihazları) ile soğutma yapmak yerine; 6 adet ısı pompası, 1 adet ısı geri kazanımlı (heat recovery) ısı pompası, 2 adet soğutma kulesi ve 3 adet kazandan oluşan kaskad sistemi (bir makinenin vereceği enerjinin, birkaç makinenin birbirine

bağlanmasıyla elde edildiği sistem) kullanılmıştır. Böylelikle toprak, hava, su, güneş ve doğalgaz kaynaklarından hangisinin o anki şartlara göre en verimli kaynak olarak kullanılabileceğine karar verebilen bir hibrit sistem tasarlanmıştır. Hibrit sisteme entegre olarak 150 ton kapasiteli yangın su deposu, enerji depolama sistemi olarak tasarlanmış ve bütün imalatlar en verimli kaynağın kullanılabilceği şekilde tasarlanarak gerçekleştirilmiştir.

Bütün sistem, kontrol odasında Şekil 4.1’de görsellerde yer aldığı gibi bina otomasyonu ile izlenmekte ve hangi kaynaktan ne kadar enerji üretilerek binada kullanılabilceği otomasyon sisteminden okunabilmektedir.



Şekil 4.1. Bina otomasyon sistemi görselleri

Bina kullanım süresi dikkate alınarak üretilen ve kullanılan enerjiler kaydedilebilmekte ve tüketimin ne kadarının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı reel olarak kayıt altına alınabilmektedir. Mevcut tasarım ve hesaplar dikkate alındığında; yıllık ısıtma ve soğutma ihtiyaç miktarları Çizelge 4.1’de ısıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı ihtiyaç duyulan saatlik en yüksek enerji miktarı değerleri Çizelge 4.2’de ve ısıtmada ve soğutmada yenilenebilir enerji kaynaklarından hangi enerji düzeylerinde faydalanılacağı (ısıtma ve soğutma kazançları) Çizelge 4.3’te belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Yıllık ısıtma/soğutma enerji ihtiyacı miktarları

Ay	Isıtma İhtiyacı (kW)	Soğutma İhtiyacı (kW)
Ocak	507.780	78.120
Şubat	458.640	70.560
Mart	440.820	78.120
Nisan	405.000	248.400
Mayıs	284.580	342.984
Haziran	172.800	409.680
Temmuz	178.560	467.232
Ağustos	178.560	469.464
Eylül	275.400	390.240
Ekim	401.760	309.504
Kasım	426.600	75.600
Aralık	507.780	78.120
Yıllık Toplam	4.238.280 kW	3.018.024 kW

Çizelge 4.1’de yıllık ısıtma/soğutma enerji ihtiyacı miktarları TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standartında yer alan verilere göre Alarko Carrier’in HAP (Hourly Analysis Program-Saatlik Analiz Programı) programında hesaplanan sonuçları göstermektedir (Anonim 2009c).

Çizelge 4.2. Isıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı ihtiyaç duyulan saatlik en yüksek enerji miktarı değerleri

Toplam ısıtma ihtiyacı	Toplam soğutma ihtiyacı	Aynı anda oluşan	
950 kW/sa	750 kW/sa	Isıtma ihtiyacı	210 kW/sa
		Soğutma ihtiyacı	250 kW/sa

Çizelge 4.2’de ısıtma, soğutma ve aynı anda gerçekleşen ısıtma/soğutma amaçlı ihtiyaç duyulan saatlik en yüksek enerji miktarı değerleri TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları standartında yer alan verilere göre Alarko Carrier’ın HAP (Hourly Analysis Program-Saatlik Analiz Programı) programında hesaplanan ısı kaybı/kazancı sonuçlarını göstermektedir (Anonim 2009c).

Isıtma ihtiyacı hesaplanırken Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından açıklanan aylık en düşük sıcaklıklar dikkate alınmıştır. Isıtma ihtiyacı hesaplanırken gündüz 12 saat tam yükte, gece 12 saat rejimde kalma ihtiyacı kadar (%50) yükte hesap yapılmıştır. Tam yük değeri her ay dış hava sıcaklığı için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Soğutma yükü hesabı yapılırken gündüz ve gece soğutma yükleri ayrı ayrı hesaplanarak toplam değer alınmıştır. Gece saatlerinde nem alma ve kubbe soğutma yükleri bulunmamaktadır.

Çizelge 4.3. TSE Altın Belge standartlarına uygun tasarlanan enerji kaynaklarından elde edilen enerji kazancı miktarları

Kullanılan Sistem	Isıtma Kazancı (kW)	Soğutma Kazancı (kW)
Kaskad kazan sistemi kazancı (yoğuşma sonucu oluşan kazanç)	250.518	-
Güneş enerjisi sistemi kazancı	182.697	-
Toprak kaynağı kazancı	-	2.605
Hava kaynağı kazancı (Gece çalıştırılarak enerji depolanması ile oluşan verim farkı)	-	230.000
Su kaynağı kazancı (Süs havuzundan oluşan kazanç)	-	299.468,1
Isı geri kazanım sistemi kazancı (heat recovery ısı pompası)	673.584	673.584
Yıllık Toplam Kazanç	1.106.799 kW	1.218.379 kW

Çizelge 4.3'te yer alan ısıtma ve soğutma kazancı değerleri hesaplama yöntemleri ve içerikleri;

Kaskad kazan sisteminden oluşan ısıtma enerjisi kazancı; tesiste kullanılan duvar tipi yoğuşmalı kazanlar 30-50°C su sıcaklık aralığında çalıştırıldığında elde edilmektedir ve en yüksek yoğuşma (yanma sonucu elde edilen atık gazların ısısının geri kazanılması)

veriminin elde edilmesi sağlanmaktadır. Kazanların verimleri %108 değerine kadar çıkartılabilmektedir.

Güneş enerjisi sistemi ısıtma enerjisi kazancı, Çizelge 3.31’de yer alan güneş panelleri kaynaklı elde edilen aylık toplam enerji miktarı değerlerinin toplanması sonucu elde edilen yıllık değere karşılık gelmektedir.

Toprak kaynağı soğutma enerjisi kazancı, Çizelge 3.32’de toprak kaynağının Nisan, Mayıs, Ekim ve Kasım aylarında soğutma amaçlı kullanılması sonucu iletilen enerji miktarlarının toplanması sonucu elde edilen yıllık değere karşılık gelmektedir.

Tesiste soğutma işlemi sırasında kapalı tip soğutma kuleleri gece saatlerinde (dış havanın sıcaklığının düşük olduğu saatlerde) daha yüksek verimde çalıştırılır ve elde edilen sıcaklığı düşürülmüş su yangın su deposuna iletilerek enerji depolanması sağlanır. Gece saatlerinde çalıştırılmasından dolayı oluşan verim farkı ile elde edilen kazanç, hava kaynağı kazancı satırında gösterilmiştir. Hava kaynağı kazancı hesabı yapılırken, kapalı tip soğutma kulelerinin gece ve gündüz çalıştırılma süreleri farkı göz önünde bulundurularak hesap yapılmıştır.

Su kaynağı kazancı, Çizelge 3.34’te Nisan-Ekim ayları arasında süs havuzu ve şelalede doğal soğutma kaynağı olarak suyun kullanılmasıyla elde edilen elektrik enerjisi kazanç miktarlarının toplanması sonucu elde edilen yıllık değere karşılık gelmektedir.

Isı geri kazanımlı (heat recovery) ısı pompası sistemi kazancı, binanın iç enerjisini yine binada kullanarak kazanç sağlamaktadır. Çizelge 3.35’te ısı geri kazanımından yıl boyunca elde edilecek olan aylık enerji kazanç miktarlarının toplanması sonucu elde edilen yıllık değere karşılık gelmektedir.

4.2.1. Seçilen Mekanik Tesisat Sisteminin Verim Hesabı Bulguları

Yapıda seçilen hibrit sistem ile yenilenebilir enerji kaynaklarından mümkün olan en yüksek miktarlarda fayda sağlanmıştır. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’te ısıtma ve soğutma

durumlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının diğ er enerji kaynaklarıyla birlikte kullanım oranları gösterilmiştir.

Ş ekil 4.2’de ısıtma kaynakları kullanım oranları hesaplanırken; Ç izelge 4.2’de yer alan yıllık toplam ısıtma ihtiyacı miktarı göz önünde bulundurularak, Ç izelge 4.3’teki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji kazancı miktarları hesaba katılmıştır.

-Kaskad kazan sistemi ısıtma verimi;

Kaskad kazan sistemi ısıtma kazancı: $(250.518 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam ısıtma ihtiyacı: } 4.238.280 \text{ kW} = \%5,91 = (\text{ortalama}) \%6$

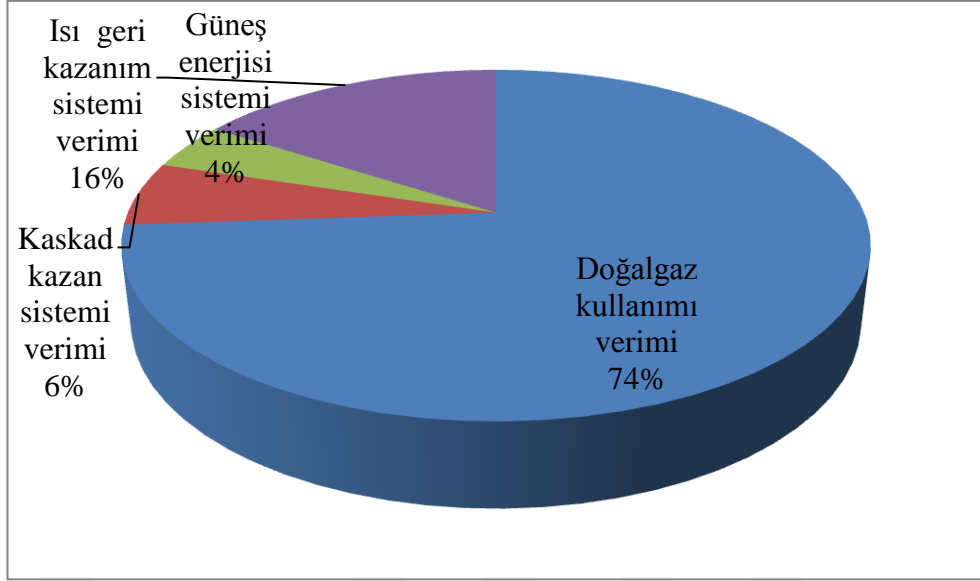
-Güneş enerjisi sistemi ısıtma verimi;

Güneş enerjisi sistemi ısıtma kazancı: $(182.697 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam ısıtma ihtiyacı: } 4.238.280 \text{ kW} = \%4,3 = (\text{ortalama}) \%4$

-Isı geri kazanım sistemi ısıtma verimi;

Isı geri kazanım sistemi ısıtma kazancı: $(673.584 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam ısıtma ihtiyacı: } 4.238.280 \text{ kW} = \%15,89 = (\text{ortalama}) \%16$

-Toplamda kaskad kazan sistemi, güneş enerjisi sistemi ve ısı geri kazanım sisteminden elde edilen ısıtma sistem verimi $\%(6+4+16) = \%26$ ’ya eşit olduğundan, geriye kalan $\%74$ ’lük ısıtma ihtiyacı doğalgaz kaynağından elde edilmektedir.



Şekil 4.2. Isıtma enerji kaynakları kullanım oranları

Şekil 4.3'te soğutma kaynakları kullanım oranları hesaplanırken Çizelge 4.2'de yer alan yıllık toplam soğutma ihtiyacı miktarı göz önünde bulundurularak, Çizelge 4.3'teki yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji kazancı miktarları hesaba katılmıştır.

-Toprak kaynağı sistemi soğutma verimi;

Toprak kaynağı sistemi soğutma kazancı: $(2.605 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam soğutma ihtiyacı}$:
 $3.018.024 \text{ kW} = \%0,083 = (\text{ortalama}) \%0$

-Hava kaynağı sistemi soğutma verimi;

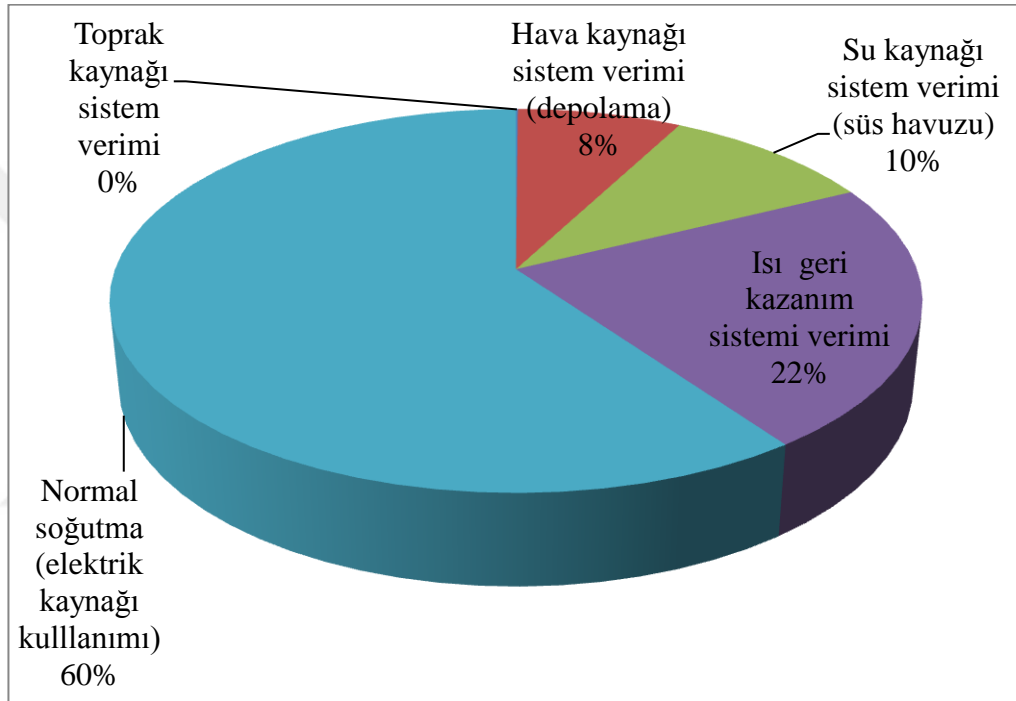
Hava kaynağı sistemi soğutma kazancı: $(230.000 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam soğutma ihtiyacı}$:
 $3.018.024 \text{ kW} = \%7,62 = (\text{ortalama}) \%8$

-Su kaynağı sistemi soğutma verimi;

Su kaynağı sistemi soğutma kazancı: $(299.468,1 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam soğutma ihtiyacı}$:
 $3.018.024 \text{ kW} = \%9,92 = (\text{ortalama}) \%10$

-Isı geri kazanım sistemi soğutma kazancı: $(673.584 \text{ kW} \times 100) / \text{Toplam soğutma ihtiyacı: } 3.018.024 \text{ kW} = \%22,31 = (\text{ortalama}) \%22$

-Toplamda toprak kaynağı sistemi, hava kaynağı sistemi, su kaynağı sistemi ve ısı geri kazanım sisteminden elde edilen soğutma sistem verimi % $(0+9+9+22) = \%40$ 'a eşit olduğundan, geriye kalan %60'lık soğutma ihtiyacı elektrik kaynağından elde edilmektedir.



Şekil 4.3. Soğutma enerji kaynakları kullanım oranları

4.2.2. Güvenli-Yeşil Bina Belgesi ve Belge Alım Süreci Sayesinde Elde Edilen Enerji Kazancı Bulguları

Yapılan çalışmalar sonucunda, Türk Standartları Enstitüsü'nün Güvenli-Yeşil Bina ölçütleri karşılanarak 'Yeşil Bina' kategorisinde altın belge alınmıştır. Şekil 4.4'te altın belge yer almaktadır. 2019 yılı Şubat ayında alınan belgenin 10 yıl süreli geçerliliği mevcuttur. Belge süresi son bulduğunda, Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi'nin güvenli-yeşil bina özelliklerini koruması ve bu özelliklerin faaliyette olan binada kullanılması halinde belge yenilenmesi gerçekleştirilecektir.



1326 PANORAMA FETİH MÜZESİ

BURSA/TÜRKİYE

TSE Güvenli - Yeşil Bina Ölçütlerini karşılayarak, "Yeni Bina" kategorisinde

ALTIN BELGE

almaya hak kazanmıştır.

TÜRK STANDARLARI ENSTİTÜSÜ

GÜVENLİ - YEŞİL BİNA BELGESİ

(TSE/GYB-003)

Şubat 2019

Şekil 4.4. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi TSE güvenli-yeşil bina belgesi

Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi'nin toplam enerji ihtiyaçları miktarları ve yenilenebilir enerji kaynakları kazançlarına göre, hem mevcut hal olan yenilenebilir enerji kaynakları kullanılan durum için, hem de yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmayan durum için harcanan ısıtma ve soğutma enerji miktarları hesabı;

Çizelge 4.4. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi yenilenebilir enerji ve kaynak (doğalgaz-elektrik) kullanılarak tüketilen enerji miktarları

	Isıtma (kW/yıl)	Soğutma (kW/yıl)
Yıllık toplam enerji ihtiyacı miktarları	4.238.280	3.018.024
Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilen kazanç	1.106.799	1.205.657,1
Kaynak tüketilerek yapılan enerji harcama miktarları (yenilenebilir enerji kaynakları dışında)	3.131.481	1.812.366,9

1. durum olan mevcut hal, yani yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilen ısıtma ve soğutma ihtiyacı miktarları dışında, doğalgaz ve elektrik enerji kaynakları kullanılarak harcanan enerji miktarları hesabı;

-Isıtma için; Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji haricinde ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisi miktarı 3.131.481 kW/yıl'dır.

Doğalgaz ısıtmalı kazanların (Remeha marka) katalog değeri olan harcama miktarı değeri, 1 kW ısıtma için 0,118 m³ doğalgaz tüketimidir.

Bu bilgiden hareketle, Çizelge 4.4'te yer alan 3.131.481 kW/yıl değerindeki yıllık ısıtma miktarı için doğalgaz tüketim miktarı;

$$3.131.481 \text{ kW/yıl} \times 0,118 \text{ m}^3/\text{kW} = 369.514,76 \text{ m}^3/\text{yıl}'\text{dır.}$$

-Soğutma için; Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji haricinde ihtiyaç duyulan soğutma enerjisi miktarı 1.812.366,9 kW/yıl'dır.

Soğutma cihazlarının (Clivet marka) verim değeri COP'dir ve katalog değeri 3,1 ile 3,8 arasında değişmektedir. COP değeri bize klimanın 1 birim enerjiyle kaç birim ısı değeri

ürettiğini ifade eder. Hesap için ortalama değer olan 3,5 alınmıştır. Yani; COP=3,5 demek 1 kW'lık elektrik enerjisi tüketimiyle 3,5 kW'lık soğutma enerjisi elde ediliyor demektir.

Bu bilgiden hareketle, Çizelge 4.4'te yer alan 1.812.366,9 kW/yıl değerindeki yıllık soğutma miktarı için elektrik tüketim miktarı;

$$1.812.366,9 \text{ kW/yıl} / (\text{COP}=3,5) = 517.819,11 \text{ kW/yıl'dır.}$$

2. durum olan yani yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmadan elde edilen toplam ısıtma ve soğutma ihtiyacı miktarlarını elde edebilmek amaçlı doğalgaz ve elektrik enerji kaynakları kullanılarak harcanan enerji miktarları hesabı;

-Isıtma için; Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere, yıllık toplam ihtiyaç duyulan ısıtma enerjisi miktarı 4.238.280 kW/yıl'dır.

Doğalgaz ısıtmalı kazanların (Remeha marka) katalog değeri olan harcama miktarı değeri, 1 kW ısıtma için 0,118 m³ doğalgaz tüketimidir.

Bu bilgiden hareketle, 4.238.280 kW/yıl değerindeki yıllık ısıtma miktarı için doğalgaz tüketim miktarı;

$$4.238.280 \text{ kW/yıl} \times 0,118 \text{ m}^3/\text{kW} = 500.117,04 \text{ m}^3/\text{yıl'dır.}$$

-Soğutma için; Çizelge 4.4'te görüldüğü üzere, yıllık toplam ihtiyaç duyulan soğutma enerjisi miktarı 3.018.024 kW/yıl'dır.

Soğutma cihazlarının (Clivet marka) verim değeri COP'dir ve katalog değeri 3,1 ile 3,8 arasında değişmektedir. COP değeri bize klimanın 1 birim enerjiyle kaç birim ısı değeri ürettiğini ifade eder. Hesap için ortalama değer olan 3,5 alınmıştır. Yani; COP=3,5 demek 1 kW'lık elektrik enerjisi tüketimiyle 3,5 kW'lık soğutma enerjisi elde ediliyor demektir.

Bu bilgiden hareketle, 3.018.024 kW/yıl değerindeki yıllık soğutma miktarı için elektrik tüketime miktarı;

$$3.018.024 \text{ kW/yıl} / (\text{COP}=3,5) = 862.292,57 \text{ kW/yıl'dır.}$$

TSE Güvenli Yeşil Bina Belgesi süreci sayesinde kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının binanın enerji tüketimlerine olan katkısına ilişkin hesaplama değerleri Çizelge 4.5'te yer almaktadır. Isıtma cihazlarının (kazanların) tükettiği standart enerji miktarı göz önüne alınarak yapılan hesaplama göre, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak toplamda harcanması beklenen doğalgaz enerjisinden 130.602,25 m³/yıl'lık kazanç sağlanmıştır. Aynı şekilde, soğutma cihazlarının (klimaların) tükettiği standart enerji miktarı göz önüne alınarak yapılan hesaplama göre, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak toplamda harcanması beklenen elektrik enerjisinden 344.473,46 kW/yıl'lık kazanç sağlanmıştır.

Çizelge 4.5. Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı sebebiyle elde edilen doğalgaz ve elektrik enerjisi kazanç miktarları

	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanılmayan Durum	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanılan Durum	Kazanç
Isıtma Amaçlı Doğalgaz Harcamaları (m ³ /yıl)	500.117,04	369.514,76	130.602,28
Soğutma Amaçlı Elektrik Harcamaları (kW/yıl)	862.292,57	517.819,11	344.473,46

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye'nin nüfus bakımından en büyük 4. ili konumunda olan Bursa'nın nüfus bakımından en büyük ilçesi olan Osmangazi'ye hizmet eden iki bina ele alınmıştır. Binalardan ilki, Osmangazi Belediyesi'nin en çok enerji harcayan ve dolayısıyla karbon salınımı en yüksek olduğu bilinen merkez hizmet binasıdır. Bu binaya ait karbon salınım miktarları belirlenmiş ve güncel personel sayısı esas alınarak karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. Hizmet binası, gerek bünyesinde çalışan personellerin sayıca fazla oluşu, gerekse kentin merkezi olarak görülen bir konumda yer alması sebebiyle çevreye olan etkileri bakımından göz ardı edilmemesi gereken bir yapıdır.

Yapılan hesaplamalar göstermiştir ki, 2014 yılından 2017 yılına kadar enerji tüketim miktarları büyük çoğunlukla artmış ve dolayısıyla binanın Bursa atmosferine saldığı karbondioksit miktarı da giderek artış göstermiştir.

Kişi sayısı üzerinden yapılan karbon ayak izi çalışması sonucunda; 2014 yılında 1,60 ton CO₂/kişi-yıl ve 0,386 TEP/kişi-yıl olan karbon ayak izi değerinin, 2017 yılına gelindiğinde 1,73 CO₂/kişi-yıl ve 0,421 TEP/kişi-yıl'a yükseldiği görülmektedir. Karbon ayak izi hesap çalışmaları sonucunda 2015 yılı karbon ayak izi değeri 1,656 ton CO₂ ve 0,390 TEP; 2016 yılı karbon ayak izi değeri ise 1,676 ton CO₂ ve 0,405 TEP'dir. Buna göre; 4 yıllık süreç sonunda atmosfere salınan karbon miktarı kişi başına; ton CO₂ cinsinden %8,12, TEP cinsinden ise %9,07 oranında artmıştır.

2014-2017 yılları arasında merkez hizmet binası karbondioksit salınım miktarı toplamda 2.537,03 ton CO₂'dir. 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası kapsamında dikilen fidanların atmosferden 1 yılda çektiği karbon miktarı 7.275 ton CO₂ olduğuna göre; merkez hizmet binasından 2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık süreçte gerçekleşen karbon salınım miktarının yaklaşık 2,9 katı, dikilen fidanlar sayesinde yalnızca 1 yılda tutulmaktadır. Bu bağlamda kampanya kapsamında dikilen ağaçların depoladığı ve atmosferimizden eksilttiği karbon miktarı ve ürettiği oksijen miktarı ile sağladığı fayda somut bir şekilde ortaya konulmuştur.

Binalardan ikincisi, Bursa'da kamuya ait ilk güvenli-yeşil bina olma özelliğine sahip olan Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi'dir. Sürdürülebilir bina konusunda Bursa'ya kazandırılan bu yapının çevreyi korumak amaçlı sahip olduğu teknolojiler ve dolayısıyla iklim değişikliğine sağladığı olumlu katkılar değerlendirilmiştir. Dünya'da ve Türkiye'de iklim değişikliğine etki eden insan faktörünün önemi ele alındığında, müze binasının çevreci kategoride değerlendirilebilen, ihtiyaç duyduğu enerjinin bir kısmını sahip olduğu teknolojiler sayesinde kendi üretebilen bir yapı olmasının önemi artmaktadır. Güvenli-yeşil bina konusunda hayata geçirilen yapı, Osmangazi ve tüm Bursa halkına ve ayrıca Bursa'ya gelen yerli-yabancı turistlerin ortak kullanımına sunulmuştur. Müze 3 katlı olup kubbe kısmında Bursa şehrinin 1326 tarihinde fetih edildiği dönemin resmedildiği 3600'lik panoramik resim mahaline sahiptir. Asıl amaç bu özel resmi tarih severlerle buluşturmak olan yapıda ayrıca farklı resim ve sanat eserlerinin sergilendiği sergi alanları, kütüphane, kafeterya ve bekleme alanları, toplantı odaları, ofisler, seminer salonları gibi kullanım alanları da mevcuttur.

Proje inşaat aşamasındayken Türk Standartları Enstitüsü'nün güvenli-yeşil bina belgesi standartlarına uygun olarak çevreci teknolojiler geliştirilerek tasarlanmış ve hizmete açıldıktan sonra bu teknolojiler kullanılarak işletilmeye başlanmıştır. Bu çevreci teknolojiler başlıklar halinde şu şekilde sıralanabilir; yeşil çatıda otomatik sulama ve drenaj sistemleri, güneş panelleri ile sıcak su temini ve fotovoltaik güneş panelleri ile elektrik üretimi, lavabo ve duş suları ile tesiste bulunan klima santrallerine ait drenaj sularının gri su arıtma sistemine verilerek uygun kimyasal şartlarda rezervuar ve pisuarlarda yeniden kullanımı, yapıda kullanılan mekanik tesisatlarda mevsimsel şartlara bağlı olarak kullanım tercihi imkanına olanak sağlayan yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanma: ısıtma işlemleri için güneş, rüzgâr ve toprak kaynaklarından; soğutma işlemi için rüzgâr, toprak ve süs havuzu gibi su kaynaklarından faydalanılması. Bahsi geçen çevreci teknolojilerin hangi mahallerde hangi enerji seviyeleriyle kullanılabildiği hesap tabloları ve açıklamalarıyla beraber açıklanmıştır.

Dünya'da en yaygın haliyle 1990'larda geliştirilmeye başlanan yeşil bina sistemlerine Türkiye'den katkı sağlayan TSE'nin Güvenli Yeşil Bina Belgelendirme Usul ve

Esasları'na uygun tasarlanan bina, Bursa'da ilk ve tek yeşil bina özelliği gösteren kamu kurumu olması sebebiyle belediyenin çevreci vizyon amacıyla başladığı projede amacına ulaştığının göstergesidir. Burada amaç sürdürülebilir bina ilkelerine sadık kalarak hem ekolojik, hem ekonomik, hem de sosyal/kültürel sürdürülebilirlik örneği sergilemektir. Belediye, müze adına aldığı TSE güvenli-yeşil bina belgesini 10 yıllık süreçte kullanma hakkına sahiptir ve süreç sonunda belge standartlarına uygun şartları devam ettirerek belge yenilenmesini sağlamayı ve dolayısıyla çevreye koyduğu katkıyı sürdürülebilir olarak devam ettirmeyi hedeflemektedir. Bina sanayi ve hizmet sektöründe sınıflandırılması sebebiyle, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK), 2017 yılına ilişkin açıkladığı "Sektörel Enerji Tüketim İstatistikleri"ne göre, ilgili yıl itibariyle ülkemizde 265 bin 393 ton eşdeğer petrol (TEP) değerindeki enerji tüketim değeriyle en yüksek enerji tüketimine sahip olan iş kolunda yer almaktadır. Bu da göstermektedir ki ülkemiz için karbon salınım miktarlarının kontrol edilmesi gereken, bununla ilişkili olarak elektrik ve doğalgaz kaynaklarının az kullanımı sayesinde mali fayda elde edilmesiyle milli servete katkı sağlayacak olan en önemli alanda hizmet eden Bursa Panorama 1326 Müzesi'nin güvenli-yeşil bina kriterlerine göre inşaa edilmesi ve işletilmesi daha büyük çevresel önem kazanmaktadır. Bina güvenli-yeşil bina kriterlerine uygun tasarlanırken aynı zamanda, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, Sığınak Yönetmeliği, Asansör Yönetmeliği ve Engelliler Hakkında Kanun gerekliliklerine de uygun inşaa edilmiş ve halkın hizmetine bu kanun ve yönetmeliklerin gerekliliklerine uygun olarak sunulmuştur.

Bina proje aşamasından itibaren bahsi geçen çevreci teknolojilerle tasarlanmış ve işleme açıldığında bu teknolojilerle çalıştırılmaya başlanmıştır. Süreç sonunda 10 yıl süreli Türk Standartları Enstitüsü'nden onaylı Güvenli-Yeşil Bina Belgesi almaya hak kazanmıştır. Bu çalışmada, ilgili belgeyi alabilmesi amacıyla hangi çalışmalar yapıldığı anlatılmıştır. Öncelikle müzenin bina tanıtımı yapılmış, her bölüm ayrı ayrı görseller ve teknik özellikleriyle birlikte açıklanmıştır. Asıl yapım amacı olan sosyal-kültürel amaçlı yer verilen sanatsal çalışma görsellerine yer verilmiştir. Mahaller anlatıldıktan sonra, müzenin yapı ihtiyaçlarına uygun olarak tasarlandığı bağlı olduğu kanun ve yönetmeliklere atıfta bulunularak anlatılmıştır. Müzenin sahip olduğu ısıtma, soğutma

ve havalandırma ihtiyaçlarının belirlenebilmesi için her mahalde istenen sıcaklık değerleri belirlenmiş ve bu değerlerin sağlanabilmesi için düşünülen yapı malzemelerinden bahsedilmiştir. Mimari tasarım gereği yer alan unsurlar olan süs havuzu, şelale, tematik bahçe, yeşil çatı, cam cephelerden görselleriyle beraber bahsedilmiştir.

Yeşil bina sınıflandırması gereği ortaya çıkan ihtiyaçlara geçildiğinde, sertifikaların özellikle enerji ve su kullanımı kriterlerinin sağlanması konusundaki önceliği ortaya çıkmıştır. Yeşil bina sınıflandırması gereği ortaya çıkan ihtiyaçlar şu şekilde sıralanmıştır; yapı temel alanı altında bulunduran mevcut doğal yapının korunması ve yeşil alan anlamında yeşil çatı gibi yöntemlerle yapının geliştirilmesi, cam cephe tasarımı kullanılarak gün ışığından yararlanmak ve güneş panelleri ile sıcak su temini ve fotovoltaik güneş panelleri ile elektrik üretimi, yapıda kullanılan temiz suda en yüksek tasarrufu sağlamak amacıyla sulama sistemlerinde yağmur sularından faydalanmak, gri su sistemi ile lavabo sularının rezervuar ve pisuarlarda yeniden kullanımı, klima santrallerinde nem alma işlemi sırasında cihazlardan atılan suyun gri su sistemi ile rezervuar ve pisuarlarda yeniden kullanımı, ısıtma işlemleri için güneş, rüzgâr ve toprak kaynaklarından, soğutma işlemi için rüzgâr, toprak ve süs havuzu gibi su kaynaklarından faydalanmak, 150 ton kapasiteli yangın su deposunda ve yapı otoparkında bulunan toprak zeminde yer alan borularda enerji depolamak, enerjinin akılcı kullanımı amacıyla yerden ısıtma/serinletme sistemi.

Yapının tespit edilen ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanan ısıtma/soğutma(serinletme)/havalandırma ve iklimlendirme sistemleri her mahalin kendi kullanım şartları ve mimari yapısı dikkate alınarak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Mahallerde yapılan tasarımlar ve kullanılan sistemler, her mahal ayrı ayrı ele alınarak değerlendirilmiştir. Her mahalde yer alması önerilen kişi sayılarına uygun önerilen taze hava miktarları belirlenmiştir. Bu belirtece uygun olarak havalandırma sistemi tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarım enerjiden maksimum verim alınması mantığıyla kurgulanmıştır. Dış ortamdan şartlandırılmamış (ısıtma veya soğutma yapılmamış) havayı içeri vermek ve bu hava miktarı kadar havayı da içeriden dışarıya atmak yerine; yapının tam yoğunlukta olmadığı zaman dilimlerinde dışarıdan ihtiyaçtan fazla taze

hava alınarak ihtiyaç halinde kullanılmasının sağlanmasıyla, enerji tüketiminin artırılmasının önüne geçilmek istenmiştir. Bu işlem yapılırken, klima santrali cihazlarının mahal emiş kısımlarında yer alan havadaki CO₂ değerlerini ölçen sensörler ile yapı içerisinde CO₂ miktarının 900-1.100 ppm arasında tutulması sağlanmıştır. Ortamdaki CO₂ miktarının ideal olduğu koşullar, 1894 yılında kurulmuş olan; bina tesisat sistemleri, enerji verimliliği, iç hava kalitesi, sürdürülebilirlik alanlarında çalışan uluslararası bir dernek olan ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers)'nin standartlarına uygun olarak belirlenmiştir ve yine bu standarta uygun olarak ihtiyaç duyulan havalandırma miktarları tespit edilmiştir. Yalnızca CO₂ değerleri değil, iç ortamda yer alan uçucu organik bileşiklerden (UOB) olan formaldehit, benzen ve toplam uçucu organik bileşiklerin (TUOB) TSE ve ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü) standartlarına göre sağlanması gereken değerlere uygun havalandırma yapılmasına dikkat edilmiştir. TSE Güvenli Yeşil Bina Kontrol Formu'na göre bu bileşiklerin sınırlandırılması şartı mevcuttur ve iç ortamdaki değerinin belirtilen standartlarda yer alan koşullu sınır değerlerin altında kalması gerekmektedir. TSE Güvenli Yeşil Bina Kontrol Formu'nda yer alan diğer bir konu olan suyun etkin kullanımı maddeleri sebebiyle, yapı içerisinde su tüketim miktarının sınırlandırılması amacıyla fotoselli ve su tüketim limitleme kartuşlu bataryalar kullanılmış ve yine su tüketim miktarının hesaplanan kişi başına 45 litrenin altında kalması için uygun değerlerde armatürler kullanılmıştır. Ayrıca su kayıplarının önlenmesi amacıyla, yapı içerisinde sulama gibi suyun açık alana kontrolsüz şekilde bırakıldığı kısımlarda insan faktörü devre dışı bırakılmış ve otomatik sulama sistemleri kullanılmıştır. Yapıda atık suların arıtılması ve değerlendirilmesine ayrıca önem verilmiş ve gri su sistemi devreye alınmıştır. Suyun etkin kullanımı ilkesine uygun olarak otomatik sulama sistemi tasarlanmıştır. Yapıya ait yeşil çatının sulaması tamamen yağmur suyu deposundan otomatik sulama sistemi ile yapılmaktadır. Depoya yaz mevsimlerinde yağmurların azaldığı durumlarda istenildiğinde dışarıdan tanker yardımı ile yağmur suyu doldurulabilmektedir, yalnızca zorunlu kalınması halinde yeşil alan sulaması şebeke suyu ile yapılmaktadır.

Binanın güvenli-yeşil bina özelliği taşımaya sebep olan mekanik tesisat sistemi, mahallerin ihtiyacı olan enerjinin ısıtmada üretildiği veya temin edildiği, soğutmada ise

enerjinin binadan alınarak farklı kaynaklara iletildiği sistemlerin hibrit olarak bir bütün halinde çalıştığı sistemlerdir ve bu sistemlerin çalışması yapı dışında bulunan kazan dairesinde yapılmaktadır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yazılımı gerçekleştirilen BEP-TR (bina enerji performansı-Türkiye) isimli programa yapının tesisat hesabında kullanılan tüm özellikleri giriş yapılmış ve yapının enerji kimlik belgesi çıktısı alınmıştır. Bu enerji kimlik belgesinden yapıya ait toplam ısıtma ihtiyacı, toplam soğutma ihtiyacı ve aynı anda oluşan ısıtma/soğutma ihtiyacı enerji miktarları okunmuştur. Buna göre toplam 950 kW/sa'lik ısıtma ihtiyacının doğalgaz yakıtlı kazanlar, güneş enerji sistemi ve toprak kaynağı kullanılarak, 750 kW/sa'lik soğutma ihtiyacının toprak kaynağı, hava kaynağı ve su kaynağı kullanılarak, aynı anda ihtiyaç duyulan 210 kW/sa'lik ısıtma ihtiyacı ile 250 kW/sa'lik soğutma ihtiyacının heat recovery (ısı geri kazanımlı) ısı pompası kullanılarak sağlanmasına karar verilmiştir.

Yapı ısıtma ihtiyacı enerji değeri hesaplanırken; bina ısıtma ihtiyacı, nem almadan dolayı oluşan son ısıtma ihtiyacı, sıcak kullanım suyu ihtiyacı ve taze hava ısıtma ihtiyacı değerleri ele alınmıştır. Bu değer, binada oluşabilecek en yüksek ısıtma yüküdür. Yapı çevreci bina olarak işletilmeye alınmak istendiğinden, doğalgaz yakıtlı kazanlar, en yüksek verimde ve mümkün olan en az sürelerde kullanılmak istenmiştir. Bu sebeple doğalgaz kazanları sadece bina ısıtma ihtiyacı yükünü karşılamak üzere seçilmiştir. Kazanların tek kaynak olarak kaldığı dönemlerde, yapı içerisinde nem alma, sıcak kullanım suyu temini ve taze hava şartlandırması yapılmamaktadır.

Güneş enerji sistemini ısıtma amaçlı kullanmak için, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün m² başına düşen aylık ortalama radrasyon değerleri ve aylık ortalama güneşlenme süreleri dikkate alınarak yıllık olarak güneşten alınabilecek enerji miktarları hesaplanmıştır. Bir yıllık hesap dönemi ele alınmak suretiyle, güneşten gelen enerji değerleri ve panellerin ilgili ayda alabildiği enerji değerleri belirlenmiştir. Toplamda saatte m² başına en fazla 4,06 kW enerji alabilen her bir panelin her ay ortaya koyabildiği sistem verimi tespit edilmiştir. Toplamda 10 adet panelin ilgili ayın günlük güneş alma süresine ve toplam gün sayısında bağlı olarak üretebildiği enerji miktarları hesaplanmıştır. Her ay için ayrı ayrı yapılan güneş enerji sistemi hesaplamaları sonucunda, güneş enerjisi sisteminden yıllık olarak 182.697 kW gücünde ısıtma sağlanabildiği görülmektedir.

Toprak kaynağı sisteminin ısıtma amaçlı kullanılması için, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün aylara bağlı toprak sıcaklıkları ve derinliğe bağlı toprak sıcaklıkları grafiklerinden yararlanılmıştır. Tesiste ısıtma yapılıyor iken toprak devresinin kullanılabilmesi için toprak devresi su sıcaklığının 20°C'nin altına düşmemesi gerekmektedir. Yılın sadece haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında toprak değerlerinin bu sıcaklık şartını sağladığı görülmektedir. Bu aylar tesiste ısıtma yapılmayan genel olarak soğutma işleminin yapıldığı dönemdir. Belirtilen sezon için ısıtma ihtiyacının tamamı daha verimli kaynaklardan (güneş enerji sistemi ve ısı geri kazanımlı ısı pompası) sağlanmaktadır. Bu nedenle tesiste ısıtma için toprak kaynağı rezerve olarak tutulmaktadır. Yani güneşten alınan veya heat recovery ısı pompasından alınan enerjide herhangi bir sebeple azalma olması halinde topraktan gerekli enerji alınması ve fosil yakıt kullanımına gerek duyulmadan ısıtma işleminin sağlanması düşünülmüştür. Toprak kaynağı, soğutma durumlarında daha verimli kullanılabilir. Toprak kaynağı, soğutma ihtiyacının olduğu geçiş mevsimleri olan nisan, mayıs, ekim ve kasım aylarında toprağın 5 metre derinliğindeki sıcaklık değerleri 8,5-11,5°C aralığında değiştiğinden tercih edilmektedir. İlgili aylarda toprağın 5 m derinliğindeki sıcaklığı, kullanılan 13.000 metre borunun her 1 metresinin saatlik ısı enerjisi transfer değeri, toprak kaynağının ilgili ayda günlük çalıştırılması süreleri ve ilgili ay gün sayıları ele alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda toprak kaynağından ilgili 4 ay boyunca 2.605 kW gücünde soğutma sağlanabildiği görülmüştür.

Hava kaynağı, enerjinin atılabileceği kaynaklardan biridir ve kesintisiz kaynak olarak kabul edilen tek soğutma kaynağıdır. Binada yılın her mevsiminde hava kaynağı kullanılarak 30°C'ye kadar su soğutması yapılabilmektedir. Bu işlem için yapıda 2 adet 500 kW/sa soğutma kapasitesine sahip kapalı tip soğutma kulesi bulunmaktadır. Kapalı tip soğutma kulesi çalışma prensibi ilgili başlıkta anlatılmış ve soğutma ihtiyacının olduğu Nisan-Ekim ayları arasında elde edilen sistem veriminin hesabı yapılmıştır. Kapalı tip soğutma kuleleri gece hava sıcaklıkları daha düşük değerlerde olduğundan, gündüz yerine gece çalıştırılmıştır. Enerji kazancı hesabı yapılırken, ilgili aylarda gündüz-gece hava sıcaklık değerleri, ilgili aylarda binanın ihtiyacı olan soğutma yükleri ve bu yükleri karşılamak için gerekli gündüz-gece çalışma süreleri ve tesisin 1 günde 8

saat çalıştırıldığı göz önünde bulundurulmuştur. Yapılan hesaplamalar sonucunda, Nisan-Ekim ayları arasında, kulelerin çalıştırılması için gerekli olan elektrik enerjisinden toplamda 460 sa'lik sürede harcanması önlenmiş olan miktarda enerji kazancı sağlanmıştır. Kulelerin gece çalıştırılması ile 460 sa süresince kazanç sağlanması, enerjiden elde edilen 272.258 kW'lık kazanç karşılık gelmektedir.

Su kaynağının soğutma amaçlı kullanılması için, tesiste 1adet süs havuzu ve bu havuz içerisinde laminer akışla çalışacak olan şelale bulunmaktadır. Havuzdaki suyun doğal yollarla, şelaledeki akışın fiziki sonucu olarak soğuyacağı düşünülmüş ve böylelikle yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak kullanılması tasarlanmıştır. Süs havuzundan ve şelaleden sağlanabilecek soğutma amaçlı enerji kazancının hesaplanabilmesi için mevsimlere göre gece ve gündüz havuz su sıcaklıkları yani gece ve gündüz hava sıcaklıkları ele alınmıştır. Havuz ve şelale açık havaya temas halinde olduğundan dış hava sıcaklığının havuz ve şelaledeki su sıcaklığına eşit olacağı düşünülmüştür. Gündüz enerji kazancı miktarları, yapıda soğutma işlemi yapılıyor iken havuz suyu kullanılarak yapılabilen soğutma miktarlarını ifade etmektedir. Gece enerji kazancı miktarları ise, gece saatlerinde yapı içerisinde soğutma yükü ihtiyacı yokken havuz suyu kullanılarak yangın su deposundan atılan enerji miktarını belirtmektedir. Yangın su deposunda geceden depolanan sıcaklığı düşük olan su, gündüz saatlerinde soğutma işlemi için kullanılmaktadır. Bu işleme soğutmada enerji depolama işlemi adı verilmektedir. Gündüz ve gece havuz suyu sıcaklıkları, gündüz direk soğutmada kullanılan enerji kazancı ile gece soğuk suyun depolanması suretiyle yine gündüzleri soğutmada kullanılan enerji kazançları miktarları, ilgili aya ait gece süreleri ve ilgili aya ait bina soğutma yükü ihtiyaçları ele alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda, Nisan-Ekim ayları arasındaki toplam soğutma enerjisi kazancı 299.468,1 kW bulunmuştur.

Sıcaklık geri kazanımı amacıyla kullanılan heat recovery (ısı geri kazanımlı) ısı pompasının çalışma prensibi, soğutma hattından aldığı sıcaklığı yüksek olan enerjiyi, ısıtma hattına ileterek burada ihtiyaç duyulan yüksek sıcaklıklı enerjinin kullanılmasını sağlamaktır. Aynı durum ısıtma hattı için de geçerlidir. Isıtma veya soğutma hattı enerji ihtiyacı karşılandıktan sonra fazla enerji miktarı kaynak hattından alınır. Isı geri kazanımlı ısı pompasından aynı anda elde edilen ısıtma ve soğutma enerjisi miktarları

hesaplanırken, ilgili aylarda ihtiyaç duyulan saatlik ısıtma ve soğutma enerji miktarları belirlenmiş ve bu miktarlardan az olanı pompanın geri kazanım kapasitesine uymak şartıyla seçilmiştir. Geri kazanımı sağlanacak olan daha az değerdeki ısıtma veya soğutma enerji miktarı eğer pompanın 250 kW/sa'lik kapasitesini aşıyorsa, maksimum 250 kW/sa'lik ısı geri kazanımı yapılacağı düşünülmüştür. Pompanın yılın her ayı ve bir günde işletmenin günlük çalışma süresi olan 8 sa boyunca çalıştırılacağı kabulüyle yapılan hesaplamalar sonucunda, yıllık toplam (ısıtma enerjisi ile soğutma enerjisi birbirine eşit olarak) enerji geri kazanımı kazancı 673.584 kW bulunmuştur.

Çalışmada enerji kazancı yöntemleri ve hesaplamaları sonucunda enerji kazancı miktarlarına yer verilen tüm ısıtma-soğutma ve ısı geri kazanım sistemlerinin hangilerinin hangi dönemlerde kullanılmasının uygun olduğunun kararını verebilen bir kontrol otomasyon sistemi düşünülmüştür. Bu sistem, binanın klasik ısıtma ve soğutma kaynakları ile tüm çevreci teknolojilerini bir arada ele almakta ve mevsimsel şartlara göre en verimli olanlarına karar vererek çalışmalarını sağlamaktadır. Böylelikle tüketimin ne kadarının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılandığı reel olarak kayıt altına alınabilmektedir. Alarko Carrier'ın HAP (Hourly Analysis Program-Saatlik Analiz Programı) programından elde edilen hesap sonuçlarına göre yapının ay ay ısıtma ve soğutma enerji miktarları elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre yıllık ısıtma ihtiyacı 4.238.280 kW, yıllık soğutma ihtiyacının ise 3.018.024 kW olduğu görülmüştür.

Müzedede yer alan enerji sistemlerinin ısıtma ve soğutma enerjileri verimleri değerlendirilmiştir. Doğalgaz yakıtlı kazanların (kaskad kazan sistemi) ısıtma amaçlı kullanılmasıyla (kaskad kazan sistemi) 250.518 kW'lık ısıtma kazancı miktarı %6'lık verim değerine karşılık gelmektedir. Güneş enerji sisteminin ısıtma amaçlı kullanılmasıyla 182.697 kW'lık ısıtma kazancı miktarı %4'lük verim değerine karşılık gelmektedir. Isı geri kazanım sisteminin ısıtma amaçlı kullanılmasıyla 673.584 kW'lık ısıtma kazancı miktarı %16'lık verim değerine karşılık gelmektedir. Geriye kalan %74'lük ısıtma ihtiyacı doğalgaz kaynağından elde edilmektedir. Toprak kaynağının soğutma amaçlı kullanılmasıyla 2.605 kW'lık soğutma kazancı miktarı %0,083'lük verim değerine karşılık gelmektedir. Hava kaynağının soğutma amaçlı kullanılmasıyla 230.000 kW'lık soğutma kazancı miktarı %8'lik verim değerine karşılık gelmektedir.

Su kaynağının soğutma amaçlı kullanılmasıyla 299.468,1 kW'lık soğutma kazancı miktarı %10'luk verim değerine karşılık gelmektedir. Isı geri kazanım sisteminin soğutma amaçlı kullanılmasıyla 673.584 kW'lık ısıtma kazancı miktarı %22'lik verim değerine karşılık gelmektedir. Geriye kalan %60'lık soğutma ihtiyacı elektrik kaynağından elde edilmektedir.

Bu sonuçlara göre, Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilen ısıtma enerjisi miktarı 1.106.799 kW/yıl, soğutma enerjisi miktarı 1.205.657,1 kW/yıl elde edilmiştir. Ayrıntılarıyla açıklanan mevcut sistemin kullanılması durumunda kaynak tüketilerek yapılan enerji harcama miktarları (yenilenebilir enerji kaynakları dışında) ısıtma için 3.131.481 kW/yıl, soğutma için 1.812.366,9 kW/yıl'dır.

Bursa Panorama 1326 Fetih Müzesi, hizmete açıldığı süreç ele alınarak mevsimsel kullanımlar göz önünde bulundurulmuş ve yıllık bazda elde edilen kazançlar ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonunda TSE onaylı güvenli-yeşil bina belgesine yer verilmiş ve hem mevcut hal hem de yani yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak, hem de kullanılmayan durumda ortaya çıkacak olan enerji harcama miktarları hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmayan durumda yapı için ihtiyaç duyulacak ısıtma amaçlı doğalgaz harcama miktarı 500.117,04 m³/yıl iken, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak bu değer 369.514,76 m³/yıl'a düşürülmüştür. Aynı şekilde, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmayan durumda yapı için ihtiyaç duyulacak soğutma amaçlı elektrik harcama miktarı 862.292,57 kW/yıl iken, yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak bu değer 517.819,11 kW/yıl'a düşürülmüştür. Doğalgazdan 130.602,28 m³/yıl'lık, elektrikten ise 344.473,46 kW/yıl'lık enerji kazancı elde edilmiştir.

Güvenli-yeşil bina kriterlerine uygunluk sağlanarak elde edilen enerji kazançlarına bakıldığında sertifikalandırma süreçlerinin önemi açığa çıkmaktadır. Bu önem sebebiyle binalarda sürdürülebilirlik, enerji ve suyun verimli kullanımı, malzeme ve kaynakların bilinçli kullanımı ve iç ortam kalitesi gibi kavramlar konusunda toplum bilinçlendirilmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Yeşil bina sertifikaları, bu konuları içeren

maddeleri ile insan yaşam kalitesi ve çalışma performansının artırılması yönünde adım atmaktadır. Devlet, üniversiteler ve ilgili kuruluşlar bir araya gelerek yeşil bina sertifikasyonu konusunda platform oluşturmalı, projeler geliştirmelidir. Asıl hedef sertifika değil, topluma yaşam kalitesi sunmak olmalıdır. Bütün bu çalışmalar öz kaynaklarımız kullanılarak yapılmalıdır. Bu çalışmaların yan ürünü olarak ekonomik kazanç ve istihdam ortaya çıkacağı gibi iklim değişikliği etkilerinin azaltılması yönünde büyük bir adım atılmış olacak ve dolayısıyla çevre sağlığı korunmuş olacaktır.



KAYNAKLAR

- Alkibay, S., Utkuğ, Ç. P., Eser, Z. 2012.** Yeşil konutlara yönelik potansiyel tüketicilerin yaklaşımları: ankara çayyolu bölgesinde bir araştırma. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul.
- Anonim, 1996.** Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-technical analysis. IPCC, Cambridge University Press.
- Anonim, 2004.** Working Group for Sustainable Construction (WGSC), Working group sustainable construction methods and techniques final report, Washington: Island Press.
- Anonim, 2007.** Climate change 2007 synthesis report: an assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change (12-17 Kasım), IPCC, İspanya.
- Anonim, 2009a.** <http://www.arkitera.com/g152-leed.html>(Erişim tarihi: 05.01.2019).
- Anonim, 2009b.** <http://www.iso.org/iso/home.html>(Erişim tarihi: 02.04.2019).
- Anonim, 2009c.** TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları (REVİZE'nin tadilatı), RG.2729, Türk Standartları Enstitüsü (TSE).
- Anonim, 2010.** Bina enerji performansı hesaplama yöntemi, bina enerji performansı-ısıtma ve soğutma için net enerji ihtiyacının hesaplanması, T.C. Resmi Gazete (Aralık).
- Anonim, 2014.** Güvenli Yeşil Bina Belgelendirme Usul ve Esasları, 2014. Yönetim Kurulu Karar No: 29/04/2014, Tarih ve XIX/50/236 numaralı, Yürürlük Tarihi: 05/05/2014, Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim, 2016.** Bursa İlçeleri Çevre Sorunlarını Belirliyor Projesi Sonuç Raporu, Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Anonim, 2017a.** Küresel İklim Değişikliği Raporu, Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Bursa.
- Anonim, 2017b.** Bursa Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği Uyum Planı (BUSECAP), Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Bursa.
- Anonim, 2017c.** 2017-2019 Revize Stratejik Planı, Osmangazi Belediyesi, Bursa.
- Anonim, 2018a.** Türkiye nüfusu il ve ilçelere göre nüfus bilgileri. <https://www.nufusu.com/il/bursa-nufusu.html>(Erişim tarihi: 12.10.2018).
- Anonim, 2018b.** Şehir rehberi, bilgi kaynağı. <http://www.e-sehir.com/turkiye-haritasi/bursa-osmangazi-ilce.html>(Erişim tarihi: 15.10.2018).
- Anonim, 2018c.** Osmangazi Belediyesi resmi internet sitesi. <http://www.osmangazi.bel.tr/tr/osmangazi/ilcemiz-hakkinda.html>(Erişim tarihi: 16.10.2018).
- Anonim, 2018ç.** Çam Hotel internet sitesi, çam ağacı çeşitleri ve türleri. <http://www.camhotel.com.tr/blog/cam-agaci-cesitleri-turleri/>(Erişim tarihi: 25.10.2018).
- Anonim, 2018d.** toprakbilgi.com-bilgi merkezi. <http://forum.toprakbilgi.com/bahce-bitkileri-meyvacilik-kuruyemis/fistik-cami-yetistiriciligi-ve-cam-fistigi/>(Erişim tarihi: 26.10.2018).
- Anonim, 2018e.** <https://www.bloomberght.com/enerji/haber/2157865-sektorel-enerji-tuketim-istatistikleri-aciklandi>(Erişim tarihi: 22.12.2018).
- Anonim, 2018f.** Yeşil Bina Sürdürülebilir Yapı Teknolojileri Dergisi, Mayıs-Haziran sayısı, www.yesilbinadergisi.com.
- Anonim, 2018g.** <https://www.egeorman.org.tr/ormanlarin-faydalari.aspx>(Erişim tarihi: 23.12.2018).

- Anonim, 2019a.** Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Astronomi Laboratuvarı. <http://www.koeri.boun.edu.tr/astronomy/dogus-batis/Bursa.htm>(Erişim Tarihi:15.02.2019).
- Anonim, 2019b.** İmas iklimlendirme firması internet sitesi. <http://sogutmakulesi.co/>(Erişim tarihi: 06.03.2019).
- Anonim, 2019c.** TSE Belgelendirme Merkezi Başkanlığı Yeşil Binaların Uçucu Organik Bileşikler Açısından Değerlendirilmesine Yönelik Rehber Döküman
- Anonim, 2019ç.** ISO 16000-4:2011 (E) İç Mekan Havası Formaldehit Tayini.
- Anonim, 2019d.** DIN 4702-8 standartı, DIN Standartları Komitesi Isıtma ve Havalandırma Teknolojisi ve Güvenliği.
- Anonim, 2019e.** Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı internet sitesi. <http://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa>(Erişim tarihi:12.05.2019)
- Anonim, 2019f.** Osmangazi Belediyesi resmi internet sitesi. <http://www.osmangazi.bel.tr/tr/proje/panorama-1326-bursa-fetih-muzesi>(Erişim tarihi: 08.08.2019)
- Arslan, N. C. 2015.** Yeşil bina projelerinde tasarım süreci için bir yaklaşım: leed v4 sertifikalandırma süreci modeli. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Proje ve Yapım Yönetimi.
- Bourdeau, L. 1999.** National report: sustainable development and future of construction in France. France: Centre Scientifique Et Technique Du Batiment.
- Cebeci, N. 2005.** Enerji Tasarrufu ve Mimar, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü 4. Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu ve Sanayi Sergisi bildirisi, İzmir.
- Chen, X.L., Zhao, H.M., Li P.X., Yin Z.Y. 2006.** Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes, Remote Sensing of Environment.
- Çeçen, M. 2018.** Sürdürülebilir çevre vizyonu açısından Türkiye'nin enerji politikalarında güneş enerjisinin geleceği, yüksek lisans tezi, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı Kamu Yönetimi Programı, Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Çelik, A. 2018. Sözlü görüşme.** Osmangazi Belediyesi, Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü, Bursa, (Görüşme tarihi: Eylül 2018), e-posta: alisahcelik@osmangazi.bel.tr
- Çelik, E. 2009.** Yeşil bina sertifika sistemlerinin incelenmesi Türkiye'de uygulanabilirliklerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Dikmen, Ç., B. 2011.** Enerji etkin yapı tasarım ölçütlerinin örneklenmesi. Politeknik Dergisi, 14(2): 121-134.
- Dinçkol,Z. 2018.** Sözlü görüşme. Osmangazi Belediyesi, Park ve Bahçeler Müdürlüğü, Bursa, (Görüşme tarihi: Eylül 2018), e-posta: zeynepdinckol@osmangazi.bel.tr
- Duman, M. C. 2015.** Yeşil ekonomiler rekabetin de önünü açar. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi İktisat Bölümü, İktisat ve Toplum Dergisi, (55): 38-41.
- Durkaya, B., Bekci, B., Varol, T. 2015.** Bartın kent ormanının karbon tutma, oksijen üretimi ve rekreasyonel açıdan değerlendirilmesi. Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın ve Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Rize. Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 16(1):111-119.
- Düzleyen, S. 2017.** Securitization of climate change/İklim değişikliğinin güvenlikleştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Bilgi Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/Avrupa Çalışmaları Anabilim Dalı/Avrupa Çalışmaları Bilim Dalı.

- Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. 2006.** IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change, Hayama, Japan.
- Erten, D. 2008.** Kazanca dönüşen maliyet, Bölgesel Çevre Merkezi Dergisi (Sayı:4).
- Erten, D., Henderson, K. ve Kobas, B. 2009.** Uluslararası yeşil bina sertifikalarına bir bakisi: Türkiye için bir yeşil bina sertifikası oluşturmak için yol haritası, İstanbul, Türkiye.
- Gething, B. 2009.** EKOdesign Konferansı Bildirisi (Nisan 2009), İstanbul.
- Julien, A, 2009.** Assesing the assesor: breeam vs leed, Sustain Magazine, Sayı 6, s. 33 (Mart).
- Kocakuşak, D. 2016.** Combating climate change: critical evaluation of climate change action plans on urban scale/iklim değişikliği ile mücadele: kent ölçeğindeki iklim değişikliği eylem planlarının eleştirel değerlendirilmesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/Kentsel Politika Planlaması ve Yerel Yönetimler Anabilim Dalı.
- Moradi, M., Tamer, N.G. 2017,** Bursa örneğinde kentsel büyümenin yerel iklim değişikliği üzerine etkisi araştırması, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara.
- Okutan, E. 2018.** Climate change policies of Germany, China, The United States and Turkey: a comparative analysis/Almanya, Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Türkiye'nin İklim Değişikliği Politikaları: Karşılaştırmalı bir analiz. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi /Sosyal Bilimler Enstitüsü/Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı.
- Perdeli, C. 2018.** Developing a gis-based carbon footprint accounting methodology for residential buildings: the case study of Nilüfer district in Bursa, konutlar için CBS tabanlı bir karbon ayak izi hesaplama metodolojisi geliştirilmesi: Bursa'da Nilüfer ilçesi örneği, Yüksek Lisans Tezi. A Thesis Submitted To The Graduate School of Natural and Applied Science of Middle East Technical University.
- Sağlam, N., G., Yılmaz, A., Z. 2015.** Avrupa Birliği direktifi doğrultusunda binalarda yaklaşık sıfır enerji düzeyinin Akdeniz ülkesi olan Türkiye'de konut binaları için belirlenmesine yönelik uygulama örneği tesisat mühendisliği-ay 148 (Temmuz/Ağustos).
- Sağsen, İ. 2015.** The European Union as a distinctive actor in global climate change policy/Küresel iklim değişikliği politikasında farklılaşan bir aktör olarak Avrupa Birliği, Orta Doğu Teknik Üniversitesi/Sosyal Bilimler Enstitüsü/Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı / Uluslararası İlişkiler Bilim Dalı.
- Said, F., S. 2017.** Analytic hierarchy process (AHP) based approach to identify the best fit green building certification system for Turkey/Türkiye için en uygun yeşil bina sertifikasyon sistemini belirlemeye yönelik analitik hiyerarşi süreci (AHP) tabanlı yaklaşım, A Thesis Submitted To The Graduate School of Natural And Applied Sciences of Çankaya University.
- Sev, A. 2009.** Sürdürülebilir Mimarlık, Yem Yayın, İstanbul.
- Şermet, R., Özyavuz M. 2017.** Uluslararası yeşil bina sertifika sistemlerinin değerlendirilmesi, TMD Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi.
- Suvari, T. 2015.** Deney-5 psikrometrik işlemlerde enerji ve kütle dengesi araştırma makalesi, Başkent Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Mak-402 Makine Mühendisliği Laboratuvarı.

- Tatar, G., P. 2018.** Selection of heating, ventilating and air conditioning (hvac) suppliers for green buildings with fuzzy-evaluation based on distance from average solution (EDAS) method/Bulanık-EDAS yöntemi ile yeşil binalarda ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri tedarikçileri seçimi, Istanbul Technical University, Graduate School Of Science Engineering And Technology.
- UNEP SBCI, 2010.** The ‘state of play’ of sustainable buildings in India, United Nations Environment Programme, Sustainable Buildings and Construction Initiative, Paris.
- UNFCCC, 1997.** Kyoto Protocol to the united nations framework convention on climate change.
- Utkutuğ, Ç. P., Utkutuğ, G. 2012.** Yeşil Binalar; Bina sektörünün dönüşümünde engeller, fırsatlar, destekleyici politikalar ve talebin yaratılması, Türk Tesisat Mühendisleri Derneği X. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, İstanbul.
- Uzel, G. 2015.** Türkiye ve Bursa’da tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonları ekonomisi ve politika önerileri, yüksek lisans tezi, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Yılmaz,S. 2018.** Sözlü görüşme. Osmangazi Belediyesi, İnsan Kaynakları ve Eğitim Müdürlüğü, Bursa, (Görüşme tarihi: Eylül 2018), e-posta: serkanyilmaz@osmangazi.bel.tr
- Yaylalı, B. 2009.** Sürdürülebilir kalkınma sürecinde iklim değişikliği, diğer çevre sorunlarıyla etkileşimi ve Türkiye analizi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Anabilim Dalı, Ankara.
- Yılmaz, A. 2013.** Building performance of the green certified buildings: a case study in Turkey and in the Netherlands for evaluating green building certification practices/ Yeşil sertifikalı binaların bina performansı: yeşil bina sertifikalarını değerlendirmek için Türkiye’de ve Hollanda’da örnek bina incelemesi, Istanbul Technical University Graduate School of Science Engineering And Technology.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Rüveyşa Burça Turan
Doğum Yeri ve Tarihi :Bursa/13.03.1987
Yabancı Dili :İngilizce ve Almanca

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise :Bursa Anadolu Erkek Lisesi (2001-2005)
Lisans :Uludağ Üniversitesi, Mühendislik
ve Mimarlık Fakültesi, Çevre
Mühendisliği Bölümü (2005-2009)
Yüksek Lisans :Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana
Bilim Dalı (2016-2019)

Çalıştığı Kurum ve Yıl :Bursa Osmangazi Belediyesi
(2013-devam)

İletişim (e-posta) :ruveysa@gmail.com

Yayınları :

Turan, R., Karaer, F., 25 Mart 2019. Bursa Osmangazi Belediyesi Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları, İklim Değişikliği ve Çevre Dergisi, 4(1):17-24.