

### ARAŞTIRMA MAKALESİ

#### Öne Çıkan Sonuçlar:

- İklim değişikliğinin sonuçları
- Karbon salınımda artış
- Fidan dikim kampanyası yararları

#### Yazışma yazarı:

Rüveyşa Burça TURAN,  
501404013@ogr.uludag.edu.tr

#### Referans:

Turan, R.B.,(2019),Bursa Osmangazi Belediyesi Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları İklim Değişikliği ve Çevre, 4, (1) 17-24,

Makale Gönderimi :8 EKİM 2018  
Online Kabul :7 OCAK 2019  
Online Basım :25 MART 2019

## Bursa Osmangazi Belediyesi Kurumsal Karbon Ayak İzi Hesabı ve İklim Değişikliği Uyum Çalışmaları

Rüveyşa Burça TURAN<sup>1</sup>, Feza KARAER<sup>1</sup>

Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Nilüfer, Bursa, Türkiye

**Özet** 21.yy'da dünyamızın geri dönüşü olmayan kaçınılmaz iki büyük sorunu ortaya çıkmıştır; "insan faaliyetleri kaynaklı iklim değişikliği" ve "sınırlanamayan kentsel yayılma". 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. Yapılan bu çalışmada, Türkiye'nin nüfus bakımından en büyük 4. ili konumunda olan Bursa'nın en büyük ilçesi olan Osmangazi'ye hizmet eden Osmangazi Belediyesi'nin en çok enerji harcayan ve dolayısıyla karbon salınımı en yüksek personel sayısı esas alınarak karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. 2014-2017 yılları arasında merkez hizmet binası karbondioksit salınım miktarı toplamda "2.537,03 ton CO<sub>2</sub>"dir. 2014 yılında "1,60 ton CO<sub>2</sub>/kişi-yıl" olan karbon ayak izi değerinin, 2017 yılına gelindiğinde "1,73 CO<sub>2</sub>/kişi-yıl" değerine yükseldiği görülmektedir. Buna göre; 4 yıllık süreç sonunda atmosfere salınan karbon miktarı, ton CO<sub>2</sub> cinsinden %8,12 oranında artmıştır. Osmangazi Belediyesi hayata geçirdiği çevreci projeler ile atmosfere saldığı karbon miktarını tutmayı hedeflemektedir. Örneğin; 2009-2014 yılları arasında "Orman Bölge Müdürlüğü ve Osmangazi Belediyesi" protokolü kapsamında "1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası" gerçekleştirilmiştir. Dikilen fidanların 1 yıllık karbon yok etme miktarının "7.275 ton CO<sub>2</sub>" 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. Bu tarz çevreci projeler gelenek haline getirilmeli ve çevre bilinci tüm vatandaşlara kazandırılmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Karbon Salınımı, Karbon Ayak İzi, Bursa İli, Osmangazi İlçesi

## Bursa Osmangazi Municipality Corporate Carbon Footprint Calculation and Climate Change Adaptation Studies

**Abstract** In the 21st century, the inevitable two major problems of our world have emerged; "climate change caused by human activities" and "non-restricted urban spread". Climate change and its implications for traditional development policy of increasing risk is not joining the government or the private sector accounts as a clear factor in investment decisions in Turkey yet. Bursa is the Turkey's 4th largest city location in population and the largest district of it is Osmangazi. Central service building which is located in Osmangazi Municipality is consuming the most energy therefore carbon emissions are known to be the highest. In this study, carbon footprint of central service building was determined and carbon footprint was calculated based on current personnel number. In 2014-2017, the total amount of carbon dioxide emissions of the central service building is "2.537,03 tons of CO<sub>2</sub>". It is seen that it rises the carbon footprint value of 2014 which is "1,60 tons of CO<sub>2</sub>/person-year" to "1,73 tons of CO<sub>2</sub>/person-year" in 2017. According to this result; the amount of carbon released into the atmosphere at the end of 4-year period increased by 8,12% in tonnes of CO<sub>2</sub>. Osmangazi Municipality has implementations to keep the amount of carbon released into the atmosphere with the environmental projects. For example, between the years 2009-2014, "1,000,000 Sapling Planting Campaign" was realized within the scope of "Forest Regional Directorate and Osmangazi Municipality" protocol. It was calculated that "7.275 tons of CO<sub>2</sub>" was 1 year of carbon removal of planted seedlings. According to this; approximately 2,9 times of the carbon emission in the 4-year period between 2014-2017 from the central service building has been kept only 1 year owing to planted seedlings. Such environmental projects should be brought into tradition and environmental awareness should be gained to all citizens.

**Keywords:** Climate Change, Carbon Release, Carbon Footprint, Bursa Province, Osmangazi District

### 1. Giriş

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

Isınma ve iklim değişikliği etkileri oluşmuştur. Dünya üzerinden yansıyan güneş ışınları, atmosferde bulunan yoğun miktardaki karbondioksit (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), 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 & Tamer, 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 felaketi", "İstanbul'da görülen hortumlar", "Burdur Gölü seviyesinin son 35 yılda 13 m azalması (alanının 226 km<sup>2</sup>'den 150 km<sup>2</sup>'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 (Bursa Büyükşehir Belediyesi [BBB], 2017).

Türkiye'nin ve Marmara Bölgesi'nin sürekli artan nüfusu ve gelişen ekonomisine paralel olarak Bursa ili de sürekli büyüme ve gelişme göstermektedir (BBB BUSECAP, 2017). 2017 yılı il nüfus verilerine göre Bursa nüfusu 2.936.803'tür (URL-6). 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 1,36°C artmasına sebep olmuştur. Son 20 yıllık süreçte, ilk 20 yıla göre daha fazla artış (0,93°C) olduğu gözlenmiştir (Moradi & Tamer, 2017). Karbon ayak izi; insan faaliyetlerinin karbondioksit cinsinden ölçülen ve üretilen sera gazı miktarı açısından çevreye verdiği zararın ölçüsüdür. Birimi "kg.CO<sub>2</sub>-eşdeğer" veya "ton.CO<sub>2</sub>-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 taşeron faaliyetlerine, kurumun kiralık araçlarının kullandığı yakıtlara, kurum çalışanlarının iş amaçlı kara, deniz ve hava ulaşımına bağlı tüm emisyonları kapsamaktadır (Eggleston, Buendia, Miwa, Ngara, & Tanabe, 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; CO<sub>2</sub> (karbondioksit), CH<sub>4</sub> (metan) ve N<sub>2</sub>O (diazotmonooksit) gazları salınım miktarı toplamda "217.744 ton CO<sub>2</sub>e" olarak bulunmuştur. Aynı hesaplama göre; Bursa ili toplam karbon ayak izi 2014 yılı için "12,8 milyon ton CO<sub>2</sub>e"dir. Kentin elektrik tüketimleri %36 ile en büyük sera gazı kaynağıdır. 2014 yılı itibarıyla Türkiye'nin karbon ayak izi "460 milyon ton CO<sub>2</sub>e" ve Dünya'nın karbon ayak izi "43 milyar 130 milyon ton CO<sub>2</sub>e"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 (BBB, 2017).

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. Trafik 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 (BBB ve Uludağ Üniversitesi [UÜ], 2016).

Osmangazi Belediyesi; hizmet binaları sebebiyle atmosfere saldırdığı 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 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 1'de yer almaktadır (Zeynep Dinçkol, kişisel görüşme, Eylül 2018).



Şekil 1. Osmangazi Belediyesi 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası görselleri.

## 2. Veri ve Çalışma Alanı

Çalışma alanı olan Osmangazi, 40° 10' 57" enlem ve 29° 04' 01" boylam üzerinde yer alan (URL-4) Bursa ilinin 1.165 km<sup>2</sup>'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 (BBB ve UÜ, 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 (Osmangazi Belediyesi [Osm. Bld.], 2017). Osmangazi ilçesinin Bursa ilçeleri haritasındaki konumuna Şekil 2'de yer verilmiştir.



Şekil 2. 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/km<sup>2</sup>'dir (BBB ve UÜ, 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 (Osm. Bld., 2017).

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'te yer almaktadır (URL-3).



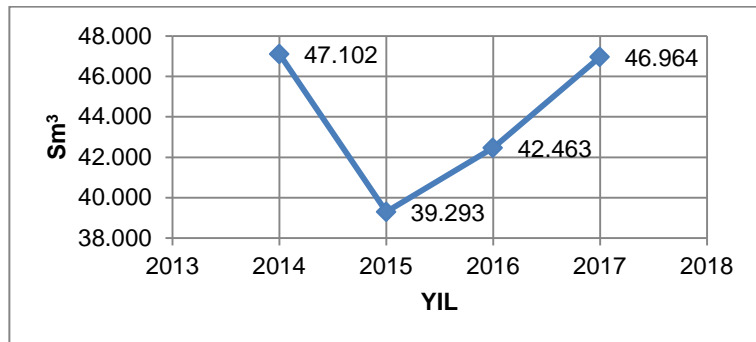
Şekil 3. Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası görünümü.

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 vd., 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 itibarıyla güncel personel sayısı olan 381 esas alınmıştır. Merkez hizmet binası müdürlükleri çalışan sayıları 2014 yılından beri büyük değişimler göstermediğinden ortaya çıkması muhtemel fark göz ardı edilebilir (Serkan Yılmaz, kişisel görüşme, Eylül 2018).

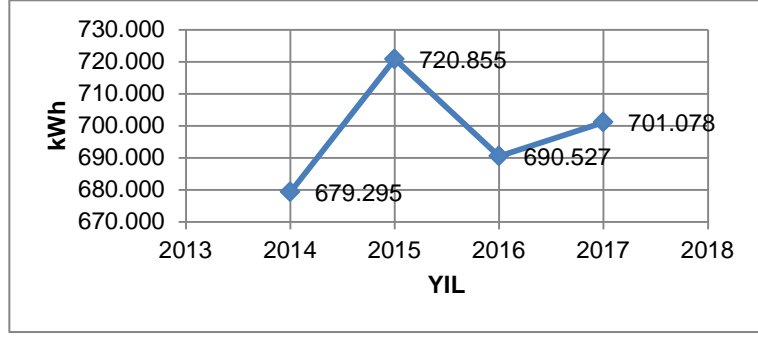
### 3.Yöntem

#### 3.1.Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2015-2016-2017 yılları karbon ayak izi hesabı

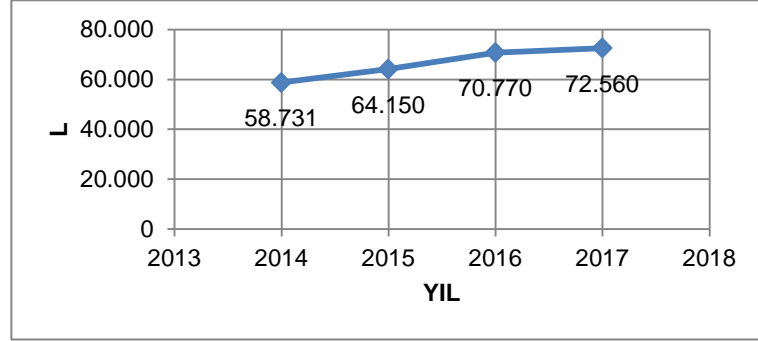
Doğalgaz kullanımı sonucunda oluşan CO<sub>2</sub> emisyon hesabı yapılırken, sabit yanma proseslerinde kullanılan doğalgazın aylık faturalardaki Sm<sup>3</sup> (standart metreküp) cinsinden olan doğalgaz harcama değerlerine; elektrik kullanımları sonucu oluşan CO<sub>2</sub> emisyon hesabı yapılırken, hem kapalı alan hem de açık alanda kullanılan Kwh (kilowattsaat) cinsinden olan elektrik harcama değerlerine; dizel yakıt kullanımları sonucu oluşan CO<sub>2</sub> emisyon hesabı yapılırken, merkez hizmet binasına bağlı çalışan araçların L (litre) cinsinden tüketim değerlerine bakılmıştır. 2014-2017 yılları arası doğalgaz, elektrik, dizel yakıt tüketim verileri Şekil 4, 5 ve 6'da grafiksel olarak belirtilmiştir (Alişah Çelik, kişisel görüşme, Eylül 2018).



Şekil 4. 2014-2015-2016-2017 yılları doğalgaz tüketim miktarları grafiği.



Şekil 5. 2014-2015-2016-2017 yılları elektrik tüketim miktarları grafiği.



Şekil 6. 2014-2015-2016-2017 yılları dizel yakıt tüketim miktarları grafiği.

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.

2014-2017 yılları arasındaki dizel yakıt tüketim miktarlarına göre; 2015 yılı elektrik tüketim miktarı 2014 yılına göre %9,23 oranında, 2016 yılı elektrik tüketim miktarı 2015 yılına göre %10,32 oranında ve 2017 yılı elektrik tüketim miktarı 2016 yılına göre %2,53 oranında sürekli artış göstermiştir.

Tablo 1. Osmangazi Bld. Merkez Hizmet Binası 2014-2015-2016-2017 yılları elektrik ve ısı yoğunlukları.

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

Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası; kapalı alanı 8.033 m<sup>2</sup>, açık alanı 2.190 m<sup>2</sup> olmak üzere toplamda 10.223 m<sup>2</sup>'lik alana sahiptir (Alişah Çelik, kişisel görüşme, Eylül 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 yukarıda Tablo 1'de belirtilmiştir.

2014-2017 yılları arasındaki 4 yıllık süreç sonunda elektrik yoğunluğunun artarken, ısı yoğunluğunun azalmasının sebebinin; küresel ısınma kaynaklı gün geçtikçe artan hava sıcaklıklarının kışın daha az ısınma kaynaklı doğalgaz kullanımına, yazın daha fazla soğutma amaçlı kullanılan klima kaynaklı elektrik kullanımına bağlı olduğu sonucuna varılabilir.

Kapsam 1 ve kapsam 2 karbon ayak izi hesabına dayanılarak yapılan hesap (Eggleston vd., 2006) sonucunda Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası 2014-2017 arası yıllık karbon salınım miktarları aşağıda Tablo 2'de belirtilmiştir.

Tablo 2. Osmangazi Bld. Merkez Hizmet Binası 2014-2015-2016-2017 yılları karbon salınım miktarları.

Yıllar	Ton CO <sub>2</sub>	TEP (Ton eşdeğer petrol)
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 CO<sub>2</sub> 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 (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 CO<sub>2</sub> ve TEP cinsinden hesaplanan karbon ayak izi değerleri Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3. Osmangazi Bld. Merkez Hizmet Binası 2014-2015-2016-2017 yılları karbon ayak izi değerleri.

Yıllar	Ton CO <sub>2</sub>	TEP (Ton eşdeğer petrol)
2014	1,60	0,386
2015	1,66	0,390
2016	1,68	0,405
2017	1,73	0,421

### 3.2. Osmangazi Belediyesi 1 milyon fidan dikim kampanyası O<sub>2</sub> (oksijen) kaynağı hesabı

2009-2014 yılları arasında Orman Bölge Müdürlüğü ve Osmangazi Belediyesi protokolü kapsamında gerçekleştirilen 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası'nda toplamda 485 ha+14 km<sup>2</sup>'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, Bekci, & Varol, 2015). Ayrıca 1 hektarlık çam ormanı, yılda yaklaşık 35 ton tozun emilmesini sağlamaktadır (URL-1). 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 (hektar) x 35 ton O<sub>2</sub> = 16.975 ton O<sub>2</sub> üretmekte, 16.975 ton toz emilimi gerçekleştirmekte ve

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

Dikilen fidanların hepsinin sağlıklı bir şekilde yaşamlarını sürdürdüğü kabul edilir ve fıstık çamlarının meyve verme yaşının 9-10 olduğu (URL-5) 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 edilmiş olur. 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.

Bu çalışmadan yaptığımız karbon salınım hesabına göre; Osmangazi Belediyesi merkez hizmet binası doğalgaz, elektrik ve dizel yakıt kaynaklı karbon salınımı 2014-2017 yılları arasında toplamda 2.537,03 ton CO<sub>2</sub>'dir. Osmangazi Belediyesi, merkez hizmet binasından 4 yılda atmosfere saldırdığı 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 dönüştürür bilgisiyle (URL-2) hareket edilirse;

1.000.000 ağaç x 40 kişi/sa CO<sub>2</sub> = 40.000.000 kişi/sa CO<sub>2</sub> bulunur.

Bu sonuç göstermektedir ki; 1.000.000 adet çam ağacı, 40.000.000 kişinin 1 saatte havaya verdiği karbondioksiti, 1 saatte oksijene dönüştürür. Osmangazi Belediyesi bu projesi ile Bursa'ya, kent nüfusunun ortalama 13 katı kadar kişinin O<sub>2</sub> ihtiyacını bir saatte karşılayacak kadar bir oksijen kaynağını kazandırmış demektir.

### 4.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 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 CO<sub>2</sub>/kişi-yıl ve 0,386 TEP/kişi-yıl olan karbon ayak izi değerinin, 2017 yılına gelindiğinde 1,73 CO<sub>2</sub>/kişi-yıl ve 0,421 TEP/kişi-yıl'a yükseldiği görülmektedir. Buna göre; 4 yıllık süreç sonunda atmosfere salınan karbon miktarı kişi başına; ton CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>'dir. 1.000.000 Fidan Dikim Kampanyası kapsamında dikilen fidanların atmosferden 1 yılda çektiği karbon miktarı 7.275 ton CO<sub>2</sub> 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 tercihinin 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 harcamalarını 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.

### 5.Kaynaklar

- Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, (2017), Bursa Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği Uyum Planı (BUSECAP), Bursa.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, (2017), Küresel İklim Değişikliği Raporu, Bursa.
- Bursa Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Dairesi Başkanlığı, Uludağ Üniversitesi, (2016), "Bursa İlçeleri Çevre Sorunlarını Belirliyor" Projesi Sonuç Raporu, Bursa.
- Durkaya, B., Bekci, B., Varol, T. (2015), Bartın Kent Ormanının Karbon Tutma, Oksijen Üretimi ve Rekreatiyonel Açından Değerlendirilmesi, Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Rize.
- 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.

- Moradi, M., Tamer, N.G. (2017), Bursa Örneğinde Kentsel Büyümenin Yerel İklim Değişikliği Üzerine Etkisi Araştırması, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara.
- Osmangazi Belediyesi (2017), 2017-2019 Revize Stratejik Planı, Bursa.
- URL1, Çam Hotel internet sitesi, çam ağacı çeşitleri ve türleri, Türkiye (2018), <http://www.camhotel.com.tr/blog/cam-agaci-cesitleri-turleri/>
- URL2, Ege Orman Vakfı, Türkiye (2018), <https://www.egeorman.org.tr/ormanlarin-faydalari.aspx>
- URL3, Osmangazi Belediyesi resmi internet sitesi, Türkiye (2018), <http://www.osmangazi.bel.tr/tr/osmangazi/ilcemiz-hakkinda>
- URL4, Şehir rehberi, bilgi kaynağı, Türkiye (2018), <http://www.e-sehir.com/turkiye-haritasi/bursa-osmangazi-ilce.html>
- URL5, toprakbilgi.com-bilgi merkezi, Türkiye (2018), <http://forum.toprakbilgi.com/bahce-bitkileri-meyvacilik-kuruyemis/fistik-cami-yetistiriciligi-ve-cam-fistigi/>
- URL6, Türkiye nüfusu il ve ilçelere göre nüfus bilgileri, Türkiye (2018), <https://www.nufusu.com/il/bursa-nufusu>