



# ISITMA SİSTEMLERİ ÇALIŞMA SÜRELERİNİN AYLIK VE SEZONLUK OLARAK İZMİR İLİ İÇİN ARAŞTIRILMASI

*Research On The Monthly And Seasonal Operating Times Of Heating Systems In The İzmir Province*

**Muhammed Hüseyin İlgün  
Mustafa Ertürk**

## ÖZET

Literatürde Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılan (kazan), bireysel ısıtma sistemlerinde kullanılan kombilerin ısıtma sezonundaki her ayın ve yıllık devreye girme saatleri konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada ısıtma dönemindeki her ay için ayrı ayrı olmak üzere ve sezondaki çalışma saatleri ayrıntılı olarak İzmir ili için araştırılmıştır. Çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden (DMİGM) temin edilen son 30 yıllık meteoroloji veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti yıllık 8760 saat olmak üzere (8760x30) 262800 saatlik ham veriden oluşmaktadır. Bu veriler visual basic tabanlı geliştirilen yazılıma aktarılarak İzmir ili için dış hava sıcaklık dağılımları aylık ve sezonluk olmak üzere dış hava sıcaklık dağılımları bulunmuştur. Yalıtım yapılmamış ısıtma sistemleri dış hava sıcaklığı 18 °C ve altındaki sıcaklıklarda devreye girmektedir. Bu çalışmada İzmir ili için ısıtma sezonundaki her ay için ayrı ayrı olmak üzere ve ısıtma sezonundaki çalışma sürelerinin dağılım eğrileri ve denklemleri ayrıntılı olarak İzmir ili için literatüre kazandırılmış olacaktır. Çalışmada ısıtma sistemlerinin ayrıntılı olarak ortaya konulmasıyla ısıtma sistemleri kullanıcılarının bilinçlendirilmesi, ısıtma sistemleri için her il için optimum garanti süreleri konusunun gündeme gelmesi hedeflenmektedir. Isıtma dönemi için çalışma süreleri (saat); Ocak ayında 718,29; Şubat ayında 706,36; Mart ayında 655,0515; Nisan ayında 506,51; Ekim ayında 304,99; Kasım ayında 601,63; Aralık ayında 707,09 olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Dış Hava Sıcaklık Dağılımı, Isıtma Sezonu, Sezonluk Isıtma Saati, Isıtma Sistemleri Aylık Çalışma Saati, Regrasyon Katsayısı, İzmir

## ABSTRACT

There is no study in the literature on the monthly and annual operating hours of boilers used in individual heating systems in central heating systems. In this study, the monthly and detailed operating hours of the heating season for the İzmir province were studied separately for each month. The meteorological data set of the last 30 years obtained from the General Directorate of State Meteorological Affairs (DMİGM) was used in the study. This data set consists of a total of 262,800 hours (8760x30) of raw data per year. These data were transferred to a software developed on the Visual Basic platform and monthly and seasonal outdoor temperature distributions were found for the İzmir province. Uninsulated heating systems are activated at outdoor temperatures below 18 °C. In this study, the distribution curves and equations of the operating times of the heating season for each month will be detailed for the İzmir province and will be included in the literature. It is aimed to raise awareness of the heating system users by detailing the heating systems in the study and to bring the issue of optimum guarantee periods for each province to the agenda for heating systems. The working hours (hours) for the heating season were determined as 716.27 in January, 706.18 in February, 653.76 in March, 497.51 in April, 304.29 in October, 602.49 in November and 707.29 in December."

**Key Words:** External Temperature Distribution, Heating Season, Season Heating Time, Heating Systems Monthly Operating Hours, Regrting Coefficient, Izmir

## 1. GİRİŞ

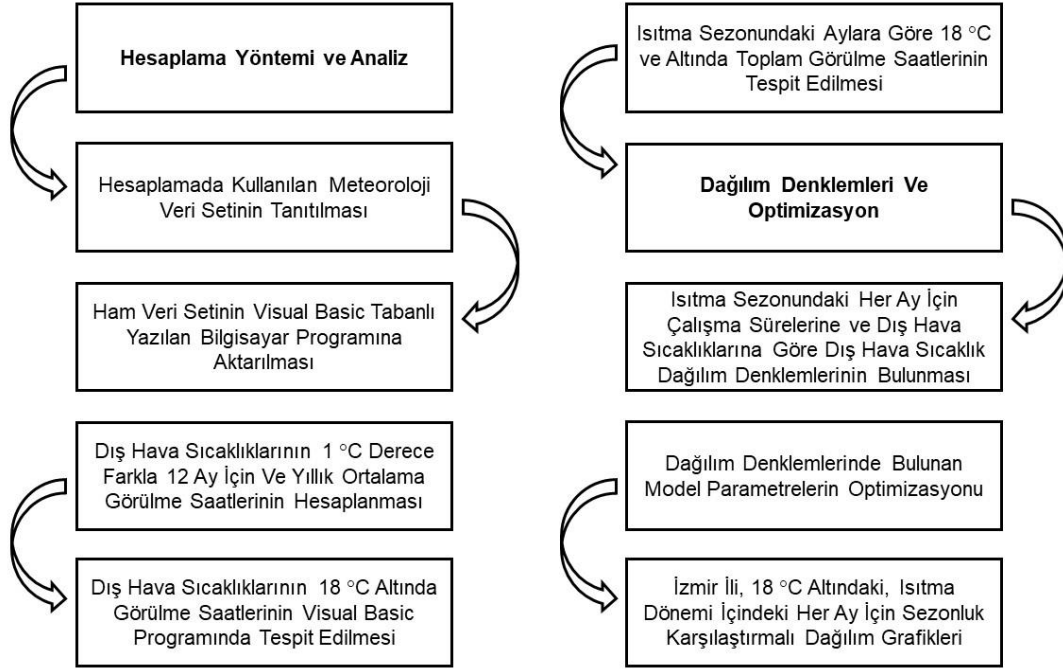
Sanayi devrimiyle buhar makinelerinde fosil kaynaklı yakıtların kullanılması, çok hızlı gelişen endüstriyel süreçler, sürekli olarak hızlı artan dünya nüfusu ve insanların refah düzeylerinin artması dünyanın enerjiye olan ihtiyacını sürekli olarak artırmaktadır. Fosil türü yakıt kaynaklarının oluşumunun dünya enerji ihtiyacı hızının çok gerisinde olması yakın gelecekte dünya enerji krizine neden olacağı aşikardır. Dünya Enerji Konseyi (WEC) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, 1990 ile 2050 yılları arasında birincil enerji tüketiminin çevresel etkiler dikkate alındığında yüzde 50 oranında artabileceği tahmin edilmektedir. Ancak en yüksek büyüme oranı senaryosu incelendiğinde, bu tüketimin yüzde 275'e yakın bir miktarda artabileceği belirlenmiştir. 2000'li yılların başından itibaren, mevcut kaynakların gelecek kuşaklara yetmeyeceği anlaşılmış ve sürdürülebilirlik kavramının kullanılmasıyla birlikte, fosil yakıt kullanımının kısıtlanmasına yönelik çalışmalar başlamıştır. Bu süreçte, yenilenebilir enerjinin binalarda kullanımını teşvik etmek amacıyla sürdürülebilirlik kavramı ön plana çıkarılmıştır [1]. 2008 yılında ABD'de, petrol toplam arzın yüzde 40'ını oluştururken, doğal gaz ve kömür yüzde 20'nin biraz üzerinde, nükleer elektrik ise yüzde 10 civarındaydı. Diğer taraftan, hidroelektrik ve odun gibi kaynaklar geri kalan kısmı karşılamaktaydı. 2007 yılında dünyadaki birincil arzın yüzde 34'ü petrole, yüzde 21'i gaza, yüzde 26,5'i kömüre ve turbaya, yüzde 6'sı da nükleer enerjiye dayanıyordu. Hidroelektrik, atık ve yanabilir yenilenebilir kaynaklar yüzde 12'lik bir paya sahipti, ancak jeotermal, güneş ve rüzgâr gibi diğer kaynaklar ihmal edilebilir bir oranda kullanılmaktaydı [2]. Enerji, ekonominin en önemli girdisidir ve dünya siyaset politikasını yönlendirirken aynı zamanda iklim değişikliği etkileri nedeniyle gelecekte dünya ekonomik, sosyal ve coğrafik düzeninin belirleyicisi olacaktır. Bu yüzden günümüzde, enerji ve verimliliği politikası; enerji arzının maliyetinin yüksek olması nedeniyle yaşam ve ekonomik gelişme sürdürülebilirliğinin tehdit altında olduğu, enerji bağımlılığı yüksek olan ve iklim değişikliği etkilerinden etkilenecek olan ülkeler için en önemli politika alanı haline gelmiştir. Türkiye'de, hızlı ekonomik büyüme, sanayileşme ve sabit nüfus artışı nedeniyle fosil yakıtın artan enerji ihtiyacı nedeniyle, emisyon artış oranları kaçınılmazdır. 1990 ile 2009 yılları arasında, CO2 eşdeğeri sera gazı emisyonu 187,03 milyon tondan 2009 yılında toplam 369,65 milyon tona yükselmiştir [3]. 2022 yılının Kasım ayı sonunda, ülkemizde kurulu güç 103.541 MW'a ulaşmıştır. Bu gücün kaynaklara göre dağılımı ise şöyle olmuştur: hidrolik enerji: %30,5, doğal gaz: %24,4, kömür: %21,1, rüzgâr: %11,0, güneş: %9,0, jeotermal: %1,6, diğer kaynaklar: %2,4 [4]. Türkiye'de enerji tüketiminin sektörel dağılımı, enerji tüketiminin çeşitli amaçlar için kullanımına göre değişmektedir. Örneğin, 2021 yılında Türkiye'de enerji tüketiminin sektörel dağılımı inşaat, taşıt araçları ve elektronik cihazlar için %34, sanayi için %28, evler, işyerleri ve diğer hizmetler için %22, tarım için %6, toplu taşıma için %5 ve elektrik üretimi için %5 şeklindedir [5]. Geçtiğimiz 20 yıl boyunca, gelişmiş ülkelerde enerji yoğunluğu azaltılmaya çalışılmıştır. Örneğin, 1990-2004 yılları arasında, AB ekonomisi için enerji verimliliği endeksi azalmıştır ve bu, %14 oranında artan enerji verimliliği anlamına gelir. Bu iyileştirme, bütün sektörlerin çabaları sayesinde gerçekleşmiştir; konutlar %10, ulaşım %11 ve sanayi %20 oranında bu sonuca katkıda bulunmuştur [6]. 2012 yılında Türkiye'de enerji tüketimi, sanayi, konut ve hizmetlerde %26, ulaştırma da %17, çevrim santrallerinde %26, tarımda %3 ve diğer sektörlerde %2 oranında kullanılmıştır. 2000 yılından bu yana, Türkiye'de inşa edilecek tüm ruhsatlı binalarda, yalıtım zorunlu hale getirilmiştir. Bu, 2007 yılında konut ve hizmetlerde tüketilen enerjinin %30'dan %26'ya düşürülmesine yardımcı olmuştur. [7]. Türkiye, enerji üretiminde yetersiz olduğu için enerji ihtiyacının büyük bölümünü dışarıdan ithal etmektedir. Özellikle petrol, doğal gaz ve kömür gibi temel enerji kaynaklarının önemli bir kısmı dışarıdan ithal edilmektedir. Türkiye, enerji ithalatında lider ülkeler arasındadır. Enerji ithalatı, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamada önemli bir role sahiptir. Özellikle doğal gaz ve petrol gibi enerji kaynaklarının önemli bir kısmı dışarıdan ithal edilmektedir. Bu durum, Türkiye'nin enerji güvenliğini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, enerji ithalatının yüksek olması, Türkiye'nin enerji maliyetlerini artırmaktadır. Son yıllarda, Türkiye, enerji üretimini artırmaya yönelik çalışmalar yapmıştır. Örneğin, rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmış ve nükleer santraller kurulması gibi projeler geliştirmiştir. Bununla birlikte, Türkiye hala enerji üretiminde yetersizdir ve enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamak zorundadır ve enerji ihtiyacının %60 - 65'lik bir kısmını dışarıdan ithal etmektedir. [8,9]. Enerjinin

verimli kullanımı, enerji ihtiyacının azaltılması ve alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, gelecekte sürdürülebilir bir enerji kaynakları yapısı oluşturmak amacıyla önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar, nüfus artışının yanı sıra teknolojik gelişmelerin de etkisiyle artan enerji ihtiyacının karşılanması ve çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirliği sağlama isteğinin doğurduğu bir ihtiyaçtan kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve enerjinin daha verimli bir şekilde kullanılması, önemli bir konu haline gelmiştir. [10]. Binalardaki ısı kayıpları, tasarımı, yapımı ve kullanımındaki hatalar nedeniyle ortaya çıkan enerji kayıplarıdır. Enerji tasarrufu sağlamak ve çevre dostu olmak için önemli bir konu olarak değerlendirilmektedir. Çünkü binalardaki ısı kayıpları, ülkelerin enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Binalarda ısı kaybı genellikle duvarlar, pencereler, çatılar, bodrum ve hava kaçaklarından kaynaklanır. Bu oranlar, çok katlı konutlarda dış duvarlar için yüzde 40, pencereler için yüzde 30, çatılar için yüzde 7, bodrum için yüzde 6 ve hava kaçakları için yüzde 17 olarak tespit edilmiştir. Tek katlı konutlarda ise ısı kaybı dış duvarlar için yüzde 25, çatılar için yüzde 22, pencereler için yüzde 20, bodrum için yüzde 20 ve hava kaçakları için yüzde 13 olarak ölçülmüştür. Binalardaki bu ısı kayıplarını azaltmak, ülkelerin enerji ihtiyacını azaltmaya yardımcı olacaktır. Özellikle tek katlı binaların ısı kayıpları, çok katlı binalara göre daha yüksektir. Bu nedenle, tek katlı binalarda ısı kayıplarını azaltmak, ülkelerin enerji tasarrufuna önemli katkı sağlayacaktır [11]. Türkiye'de konutlarda tüketilen enerjinin %80'i ısıtma soğutma amaçlı olarak kullanılmaktadır. Türkiye gibi enerjisinin neredeyse tamamını ithal eden bir ülke için bu oran çok yüksektir. Çevresel sorunların da artmasıyla birlikte ülke genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının teşviki ve fosil yakıt kullanımını azaltma çabaları olsa da yüksek kurulum maliyetleri ve alt yapı zorlukları bu yakıtların kullanımı sırasında oluşacak çevresel girişimleri yavaşlatmaktadır. Çeşitli enerji kaynaklarının kullanımından kaynaklanan en büyük çevresel problem sera etkisi ya da küresel ısınma olarak bilinen küresel iklim değişikliğidir. [12]. Türkiye, enerji faturasını azaltmak için enerji tasarrufu sağlama çalışmalarına ağırlık vermektedir. Bu çalışmalar arasında binalarda ısı yalıtımı da önemli bir yere sahiptir. Özellikle konutlarda yapılacak ısı yalıtımı çalışmaları, enerji faturasını düşürürken aynı zamanda çevresel açıdan da sürdürülebilirliği artırır. Türkiye, enerji tüketiminin önemli bir bölümünü binalarda gerçekleştirir. Bu nedenle, binalarda ısı yalıtımı çalışmaları yapılması önemlidir. Binalarda yapılacak ısı yalıtımı çalışmaları hem enerji tasarrufu sağlayacak hem de çevresel açıdan sürdürülebilirliği arttıracaktır. Bu nedenle, binalarda ısı yalıtımı çalışmalarının yapılması önemlidir. Isı yalıtımlı bir konutta, ortalama olarak % 50 ila % 60 arasında enerji tasarrufu sağlanabilir. Bu, enerji faturasında ciddi bir azalmaya neden olabilir ve aynı zamanda çevresel açıdan da önemli tasarruflar sağlayabilir. Yalıtımsız binaların yalıtımlı hale getirilmesi, ortalama 7,5 milyar dolar tutarında enerji tasarrufu sağlayacak ve Türkiye'nin enerji faturasını azaltarak ülkenin ekonomik yükünü hafifletebilir [13].

Literatürde Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanılan (kazan), bireysel ısıtma sistemlerinde kullanılan kombilerin ısıtma sezonundaki her ayın ve yıllık devreye girme saatleri konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada İzmir ili için merkezi ve bireysel ısıtma sistemlerinin ısıtma sezonundaki her ay için dış hava sıcaklığının 18 C ve altındaki dış hava sıcaklık dağılımları yazılan visual basic tabanlı ve Matlab yazılımlarıyla ortaya konulmuştur. Bu yaklaşımla ısıtma dönemindeki her ay için dış hava sıcaklık dağılımına göre eğri uydurularak her ay için denklem ve denklem parametreleri bulunarak her ay için ısıtma sistemleri için aylık bazda çalışma süreleri ortaya konulmuştur.

## 2. HESAPLAMA YÖNTEMİ VE ANALİZ

Isıtma sistemlerinin çalışma saatleri konusunda literatürde bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada İzmir ili için ısıtma dönemi her ayı, ısıtma mevsimi çalışma süreleri yaklaşımı getirilmiştir. Bu bölümde hesaplama yöntemi ve analizin yapıldığı akış şeması aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Hesaplama yöntemi ve analizin yapıldığı akış şeması

## 2.1. Hesaplamada Kullanılan Meteoroloji Veri Setinin Tanıtılması

Bu çalışmada Ertürk'ün doktora çalışmasında kullanmak için ve DMİGM'den resmi yazı ile elde ettiği veri seti kullanılmıştır. Bu veri seti geçmiş geçmiş son 30 yıla ait dış hava sıcaklığı ham görülme saatleridir. İzmir için  $8760 \times 30 = 262800$  adet ham veri kullanılmıştır.

## 2.2. Ham Veri Setinin Visual Basic Tabanlı Yazılan Bilgisayar Programına Aktarılması

Bu veri seti visual basic tabanlı yazılıma aktararak, yılın 12 ayı için ortalama dış hava sıcaklık dağılımı  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  derece aralıklarla hesaplanmıştır. İzmir ili için yapılan çalışma örnek olarak Tablo 1' de verilmiştir. Tablo 1 de sütunlar 12 ay ve ortalamayı ve satırlar ise  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  derece farkla dış hava sıcaklıklarının temsil etmektedir.





## 2.4. Dış Hava Sıcaklıklarının 18 °C Altında Görülme Saatlerinin Visual Basic Programında Tespit Edilmesi

**Tablo 3.** İzmir ili, 18 °C altındaki, 12 ay için ve yıllık ortalama görülme saatleri

| Dış Hava Sıcaklığı [°C] | Aylık Bazda Görülme Saatleri |                |                 |                 |                 |                |                 |                 |                 |                 |              |                 | Yıllık Ortalama Görülme Saatleri |
|-------------------------|------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|----------------------------------|
|                         | Ocak                         | Şubat          | Mart            | Nisan           | Mayıs           | Haziran        | Temmuz          | Ağustos         | Eylül           | Ekim            | Kasım        | Aralık          |                                  |
| -10,5                   | 0                            | 0              | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0                                |
| -9,5                    | 0                            | 0              | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0                                |
| -8,5                    | 0                            | 0              | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0                                |
| -7,5                    | 0                            | 0              | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0                                |
| -6,5                    | 0                            | 0              | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0                                |
| -5,5                    | 0                            | 0              | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0                                |
| -4,5                    | 0                            | 0,066593       | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0,00554939                       |
| -3,5                    | 0,211694                     | 0,63263        | 0               | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0,07036033                       |
| -2,5                    | 0,544355                     | 1,631521       | 0,272177        | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0               | 0,204004399                      |
| -1,5                    | 1,542339                     | 3,862375       | 0,725806        | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 0,181452        | 0,525997659                      |
| -0,5                    | 4,264113                     | 5,460599       | 1,149194        | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0               | 0            | 1,209677        | 1,006965267                      |
| 0,5                     | 9,889113                     | 10,8879        | 2,993952        | 0               | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0,1875          | 5,262097     | 2,435046968     |                                  |
| 1,5                     | 16,81452                     | 19,01221       | 5,080645        | 0,09375         | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 0,90625         | 8,4375       | 4,195405829     |                                  |
| 2,5                     | 25,43347                     | 24,90566       | 9,102823        | 0,25            | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 2,28125         | 14,54637     | 6,376630972     |                                  |
| 3,5                     | 33,96169                     | 32,16426       | 13,6996         | 0,3125          | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 4,75            | 19,20363     | 8,674306774     |                                  |
| 4,5                     | 41,55242                     | 35,89345       | 15,96774        | 1,15625         | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 7,1875          | 27,00605     | 10,73028428     |                                  |
| 5,5                     | 50,47379                     | 46,28191       | 25,91734        | 2,8125          | 0               | 0              | 0               | 0               | 0               | 12,8125         | 39,58669     | 14,82372763     |                                  |
| 6,5                     | 57,45968                     | 49,67814       | 33,71976        | 4,46875         | 0               | 0              | 0               | 0               | 0,181452        | 18,71875        | 44,69758     | 17,41034193     |                                  |
| 7,5                     | 60,42339                     | 49,74473       | 41,85484        | 8,625           | 0,241935        | 0              | 0               | 0               | 0,9375          | 23,96875        | 48,14516     | 19,49510839     |                                  |
| 8,5                     | 65,68548                     | 63,69589       | 52,25806        | 16              | 0,423387        | 0              | 0               | 0               | 1,995968        | 31,03125        | 56,12903     | 23,93492324     |                                  |
| 9,5                     | 62,96371                     | 62,29745       | 57,1875         | 25,5            | 0,846774        | 0              | 0               | 0               | 5,110887        | 35,4375         | 59,66734     | 25,75092975     |                                  |
| 10,5                    | 64,71774                     | 61,23196       | 59,66734        | 36,5            | 2,993952        | 0,09375        | 0               | 0               | 10,97782        | 48,78125        | 70,16129     | 29,59375914     |                                  |
| 11,5                    | 56,12903                     | 56,3707        | 63,68952        | 47,96875        | 4,53629         | 0,125          | 0               | 0               | 16,36089        | 55,59375        | 66,62298     | 30,61640908     |                                  |
| 12,5                    | 48,87097                     | 49,01221       | 60,27218        | 54,59375        | 11,28024        | 0,34375        | 0               | 0               | 20,71573        | 61,59375        | 62,84274     | 30,79377612     |                                  |
| 13,5                    | 41,94556                     | 42,58602       | 56,06855        | 61,5625         | 17,4496         | 0,5            | 0               | 0,54429         | 30,90726        | 67,03125        | 59,27419     | 31,48910143     |                                  |
| 14,5                    | 28,76008                     | 35,39401       | 52,07661        | 63,21875        | 27,48992        | 0,75           | 0               | 0               | 3,649947        | 42,88306        | 67,875       | 46,5121         | 30,71745646                      |
| 15,5                    | 20,9879                      | 25,67148       | 43,03427        | 63,46875        | 41,21976        | 2,4375         | 0               | 0               | 9,028815        | 53,89113        | 61,53125     | 35,74597        | 29,75140198                      |
| 16,5                    | 14,96976                     | 18,11321       | 31,5121         | 58,25           | 50,47379        | 5,09375        | 0               | 0,090726        | 14,82391        | 57,91331        | 56,84375     | 25,01008        | 27,75786431                      |
| 17,5                    | 8,679435                     | 11,58713       | 27,5504         | 53              | 58,36694        | 11,46875       | 0,575177        | 0,302419        | 23,4365         | 62,41935        | 45,96875     | 17,05645        | 26,70094179                      |
| <b>Toplam</b>           | <b>716,2802</b>              | <b>706,182</b> | <b>653,8004</b> | <b>497,7813</b> | <b>215,3226</b> | <b>20,8125</b> | <b>0,575177</b> | <b>0,393145</b> | <b>51,48346</b> | <b>304,2944</b> | <b>602,5</b> | <b>707,2984</b> | <b>373,0602931</b>               |

Tablo 3'te yer alan veriler, Tablo 2'de yer alan verilerin 18 °C altındaki görülme saatlerinin tespit edilmiş halidir.

## 2.5. Isıtma Sezonundaki Aylara Göre 18 °C ve Altında Toplam Görülme Saatlerinin Tespit Edilmesi

Isıtma sezonundaki aylar Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Ekim, Kasım ve Aralık olmak üzere toplam 7 aydan oluşmaktadır. Tablo 4'tede belirtildiği üzere 18 °C altında ısıtma sezonundaki toplam çalışma saatleri Ocak ayı için 716,2802 saat; Şubat ayı için 706,1820 saat; Mart ayı için 653,8004 saat; Nisan ayı için 497,7813 saat; Ekim ayı için 304,2944 saat; Kasım ayı için 602,5 saat; Aralık ayı için 707,2984 saat olarak tespit edilmiştir. Bu tablo -4,5 – 17,5 °C dış hava sıcaklıklarının 1°C farkla görülme saatleri ayrıntılı olarak görülmektedir. Bu yaklaşımla -4,5 – 17,5 °C arasındaki dış hava sıcaklıklarının görülme saatleri ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur. Yaklaşımın hangi aylarda ısıtma sistemlerinin devreye girme saatleri için en önemli parametre olduğu gibi ısıtma sistemlerinin Isıtma Derece Saat Değerleri (IDSD) hesaplamasında da en önemli parametreleri oluşturmaktadır.

**Tablo 4.** İzmir İli İçin Aylara Göre 18 °C ve Altında Toplam Isıtma Sezonu Çalışma Saati

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| Ocak                        | 716,2802         |
| Şubat                       | 706,1820         |
| Mart                        | 653,8004         |
| Nisan                       | 497,7813         |
| Mayıs                       | 215,3226         |
| Haziran                     | 20,8125          |
| Temmuz                      | 0,5752           |
| Ağustos                     | 0,3931           |
| Eylül                       | 51,4835          |
| Ekim                        | 304,2944         |
| Kasım                       | 602,5000         |
| Aralık                      | 707,2984         |
| <b>12 Aylık Ortalama</b>    | <b>373,0603</b>  |
| <b>Isıtma Sezonu Toplam</b> | <b>4188,1367</b> |

## 2.6. Dağılım Denklemleri Ve Optimizasyon

Isıtma sezonundaki her ay için çalışma sürelerine ve dış hava sıcaklıklarına göre dış hava sıcaklık eğri uydurma ve Gaussian metodu kullanılarak dağılım denklemleri bulunmuştur.

### 2.6.1. Eğri Uydurma

Eğri uydurma, muhtemelen kısıtlamalara tabi olan bir dizi veri noktasına en iyi uyan bir eğriyi veya matematiksel fonksiyonu oluşturma işlemidir. Yerleştirilen eğriler, veri görselleştirmeye yardımcı olarak, hiçbir veri bulunmadığında bir fonksiyonun değerlerini çıkarmak ve iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkileri özetlemek için kullanılabilir.

### 2.6.2. Gaussian Metodu

Gauss fonksiyonları, matematik, bilim ve mühendislikteki birçok işlemi tanımlamak için uygundur, bu da onları sinyal ve görüntü işleme alanlarında çok faydalı kılar. Örneğin, karmaşık fiziksel faktörlerin neden olduğu bir sinyaldeki rastgele gürültü, olasılık teorisinden merkezi limit teoremine göre Gauss dağılımı ile basitçe modellenilebilir. Gauss fonksiyonlarını deneysel verilere uydurmak, birçok sinyal işleme disiplininde çok önemlidir.

### 2.6.3. Gaussian Eğri Uydurma

$$f(x) = a * \exp\left(-\frac{(x - b)^2}{2 * c^2}\right) \quad \text{Denklem 2}$$

Bu fonksiyon, x=b konumunda merkezlenmiş simetrik çan şeklindeki bir eğri ile grafiklendirebilir; a tepe noktasının yüksekliğidir ve c genişliğini kontrol eder ve tepe noktasının her iki tarafında da kuyuklar (düşük genlikli kısımlar) bulunur. Eğri hızla düşer ve x eksenine yaklaşır. a, b ve c de dahil olmak üzere tüm Gauss parametrelerini belirlemek kolay değildir, çünkü bu problem genellikle, gözlenen verilerin (1)'e ikame edilmesiyle üretilen, üst-belirlenmiş doğrusal olmayan denklemler sisteminin çözümü ile ilişkilidir.

### 2.6.4. Dağılım Denklemleri

Isıtma sezonundaki her ay için çalışma sürelerine ve dış hava sıcaklıklarına göre dış hava sıcaklık dağılım denklemleri bulunmuştur ve gerçek değerler arasındaki hata payı hesaplanmıştır.

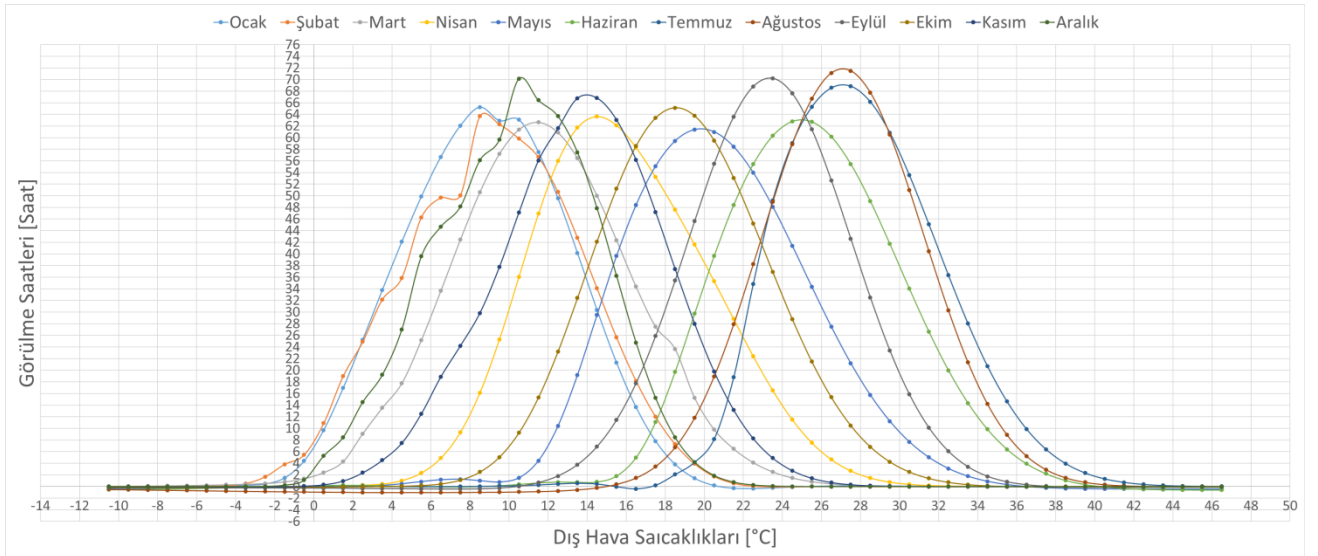
Gerçek Değerler;



**Tablo 5.** İzmir ili, 18 °C altındaki, 12 ay için ve yıllık ortalama görülme saatleri (Gerçek)

| Dış Hava Sıcaklığı [°C] | Aylık Bazda Görülme Saatleri |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | Yıllık Ortalama Görülme Saatleri |             |
|-------------------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|-------------|
|                         | Ocak                         | Şubat    | Mart     | Nisan    | Mayıs    | Haziran  | Temmuz   | Ağustos  | Eylül    | Ekim     | Kasım    | Aralık   |                                  |             |
| -10,5                   | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0           |
| -9,5                    | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0           |
| -8,5                    | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0           |
| -7,5                    | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0           |
| -6,5                    | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0           |
| -5,5                    | 0                            | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0           |
| -4,5                    | 0                            | 0,066593 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0,00554939  |
| -3,5                    | 0,211694                     | 0,63263  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0,07036033  |
| -2,5                    | 0,544355                     | 1,631521 | 0,272177 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0                                | 0,204004399 |
| -1,5                    | 1,542339                     | 3,862375 | 0,725806 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,181452 | 0                                | 0,525997659 |
| -0,5                    | 4,264113                     | 5,460599 | 1,149194 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1,209677                         | 1,006965267 |
| 0,5                     | 9,889113                     | 10,8879  | 2,993952 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,1875   | 5,262097 | 0                                | 2,435046968 |
| 1,5                     | 16,81452                     | 19,01221 | 5,080645 | 0,09375  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,90625  | 8,4375   | 0                                | 4,195405829 |
| 2,5                     | 25,43347                     | 24,90566 | 9,102823 | 0,25     | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2,28125  | 14,54637 | 0                                | 6,376630972 |
| 3,5                     | 33,96169                     | 32,16426 | 13,6996  | 0,3125   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 4,75     | 19,20363 | 0                                | 8,674306774 |
| 4,5                     | 41,55242                     | 35,89345 | 15,96774 | 1,15625  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 7,1875   | 27,00605 | 0                                | 10,73028428 |
| 5,5                     | 50,47379                     | 46,28191 | 25,91734 | 2,8125   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 12,8125  | 39,58669 | 0                                | 14,82372763 |
| 6,5                     | 57,45968                     | 49,67814 | 33,71976 | 4,46875  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,181452 | 18,71875 | 44,69758 | 0                                | 17,41034193 |
| 7,5                     | 60,42339                     | 49,74473 | 41,85484 | 8,625    | 0,241935 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0,9375   | 23,96875 | 48,14516 | 0                                | 19,49510839 |
| 8,5                     | 65,68548                     | 63,69589 | 52,25806 | 16       | 0,423387 | 0        | 0        | 0        | 0        | 1,995968 | 31,03125 | 56,12903 | 0                                | 23,93492324 |
| 9,5                     | 62,96371                     | 62,29745 | 57,1875  | 25,5     | 0,846774 | 0        | 0        | 0        | 0        | 5,110887 | 35,4375  | 59,66734 | 0                                | 25,75092975 |
| 10,5                    | 64,71774                     | 61,23196 | 59,66734 | 36,5     | 2,993952 | 0,09375  | 0        | 0        | 0        | 10,97782 | 48,78125 | 70,16129 | 0                                | 29,59375914 |
| 11,5                    | 56,12903                     | 56,3707  | 63,68952 | 47,96875 | 4,53629  | 0,125    | 0        | 0        | 0        | 16,36089 | 55,59375 | 66,62298 | 0                                | 30,61640908 |
| 12,5                    | 48,87097                     | 49,01221 | 60,27218 | 54,59375 | 11,28024 | 0,34375  | 0        | 0        | 0        | 20,71573 | 61,59375 | 62,84274 | 0                                | 30,79377612 |
| 13,5                    | 41,94556                     | 42,58602 | 56,06855 | 61,5625  | 17,4496  | 0,5      | 0        | 0,54429  | 30,90726 | 67,03125 | 59,27419 | 0        | 0                                | 31,48910143 |
| 14,5                    | 28,76008                     | 35,39401 | 52,07661 | 63,21875 | 27,48992 | 0,75     | 0        | 0        | 3,649947 | 42,88306 | 67,875   | 46,5121  | 0                                | 30,71745646 |
| 15,5                    | 20,9879                      | 25,67148 | 43,03427 | 63,46875 | 41,21976 | 2,4375   | 0        | 0        | 9,028815 | 53,89113 | 61,53125 | 35,74597 | 0                                | 29,75140198 |
| 16,5                    | 14,96976                     | 18,11321 | 31,5121  | 58,25    | 50,47379 | 5,09375  | 0        | 0,090726 | 14,82391 | 57,91331 | 56,84375 | 25,01008 | 0                                | 27,75786431 |
| 17,5                    | 8,679435                     | 11,58713 | 27,5504  | 53       | 58,36694 | 11,46875 | 0,575177 | 0,302419 | 23,4365  | 62,41935 | 45,96875 | 17,05645 | 0                                | 26,70094179 |
| Toplam                  | 716,2802                     | 706,182  | 653,8004 | 497,7813 | 215,3226 | 20,8125  | 0,575177 | 0,393145 | 51,48346 | 304,2944 | 602,5    | 707,2984 | 0                                | 373,0602931 |

Tablo 5'te İzmir ili, 18 °C altındaki, 12 ay için ve yıllık ortalama görülme saatleri verilmiştir. Bu tablodaki veriler dikkate alınarak dağılım grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Isıtma sezonları için görülme saatleri Ekim ayında 304,2944 saat; Kasım ayında 602,5 saat; Aralık ayında 707,30 saat; Ocak ayında 716,2802 saat; Şubat ayına 706,182 saat; Mart ayında 653,8004 saat; Nisan ayında 497,7813 saat olduğu tespit edilmiştir.

**Şekil 2.** İzmir ili, 18 °C altındaki, 12 ay için ve yıllık ortalama görülme dağılım grafiği

## 2.6.5 Dağılım Denklemleri Optimizasyonu

Şekil 1'deki dağılım grafiğine eğri regresyon katsayısı en yüksek olan eğri uydurma yöntemleri araştırılarak optimum eğri uydurma yöntemi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre gerçek verilere en yakın yakınsama Gaussian yöntemi olduğu tespit edilmiştir.

### 2.6.5.1. Isıtma Sezonundaki Her Ay İçin Çalışma Sürelerine ve Dış Hava Sıcaklıklarına Göre Dış Hava Sıcaklık Dağılım Denklemlerinin Bulunması

Şekil 1'deki dağılım grafiğine hata payları minimum olmak şartıyla visual basic tabanlı yazılım la optimizasyon yapılmıştır. Optimizasyon sonucunda Denklem 3 elde edilmiştir.

$f(x) =$

$$\begin{aligned} & a_1 * \exp\left(-\frac{(x-b_1)^2}{2*(c_1)^2}\right) + a_2 * \exp\left(-\frac{(x-b_2)^2}{2*(c_2)^2}\right) + a_3 * \exp\left(-\frac{(x-b_3)^2}{2*(c_3)^2}\right) + a_4 * \exp\left(-\frac{(x-b_4)^2}{2*(c_4)^2}\right) + \\ & a_5 * \exp\left(-\frac{(x-b_5)^2}{2*(c_5)^2}\right) + a_6 * \exp\left(-\frac{(x-b_6)^2}{2*(c_6)^2}\right) + a_7 * \exp\left(-\frac{(x-b_7)^2}{2*(c_7)^2}\right) + a_8 * \exp\left(-\frac{(x-b_8)^2}{2*(c_8)^2}\right) + \\ & a_9 * \exp\left(-\frac{(x-b_9)^2}{2*(c_9)^2}\right) + a_{10} * \exp\left(-\frac{(x-b_{10})^2}{2*(c_{10})^2}\right) \end{aligned}$$

(Denklem 3)

Denklem 3'te bulunan model parametreler aşağıda verilmiştir.

$a, a_1, a_2, a_3, \dots, a_9, a_{10}$ : Fonksiyon tepe noktasının yüksekliği

$b, b_1, b_2, b_3, \dots, b_9, b_{10}$ : Fonksiyon tepe noktasının merkezi

$c, c_1, c_2, c_3, \dots, c_9, c_{10}$ : Fonksiyon tepe noktasının genişliği

$x$ : Dış hava sıcaklığı

Model parametrelerle ilgili katsayılar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. Model Parametre Katsayıları**

| Ocak     |          |          | Şubat    |          |          | Mart     |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 65,51121 | 9,344898 | 4,126472 | 60,29247 | 10,04409 | 4,162664 | 62,83363 | 11,51478 | 4,492726 |
| 15,56131 | 8,567379 | 0,031291 | 18,07427 | 8,90209  | 0,301155 | 14,43203 | 9,174739 | -0,02782 |
| -0,00138 | 65,55189 | 41,64734 | -0,0014  | 64,02811 | 42,94803 | -0,00069 | 12,74769 | 21,56722 |
| 20,71725 | 6,081156 | -0,26173 | 22,47859 | 6,035538 | -0,31471 | -0,48828 | 1,049963 | -0,07985 |
| -5,57839 | 1,549352 | -0,00255 | -5,57839 | 1,549352 | -0,00255 | -0,33114 | 1,02813  | 0,362605 |
| 13,31635 | 1,801682 | -0,77916 | 20,52058 | 1,772191 | -0,76649 | 0,018112 | 1,044936 | 0,442637 |
| -6,99657 | 1,625342 | -0,2722  | -8,28555 | 1,417627 | -0,26727 | 0,018112 | 1,044936 | 0,442637 |
| 0,303886 | -0,46589 | 0,270651 | 2,949048 | -0,88667 | 1,12589  | 0,018112 | 1,044936 | 0,442637 |
| 11,9675  | 4,974087 | -0,463   | 14,17441 | 4,927612 | -0,52206 | 0,018112 | 1,044936 | 0,442637 |
| 12,31901 | 3,793039 | -0,34734 | 13,50413 | 3,631509 | -0,37215 | 0,018112 | 1,044936 | 0,442637 |
| Nisan    |          |          | Mayıs    |          |          | Haziran  |          |          |
| 64,64849 | 14,87271 | 3,987177 | 63,76856 | 21,9056  | 4,305277 | 59,73631 | 28,31085 | 4,337579 |
| 14,43203 | 9,174739 | -0,02782 | 21,71373 | 16,68662 | -2,27553 | 21,32159 | 20,11574 | -1,92438 |
| -0,00043 | 16,69319 | 4,210509 | 0,209306 | 11,6762  | 56,75426 | 0,210062 | 11,67184 | 56,78358 |
| -0,48828 | 1,049963 | -0,07985 | 0,096111 | 4,57517  | -1,71001 | 0,096254 | 4,591675 | -1,71063 |
| -0,33188 | 1,030786 | 0,364103 | -0,21848 | 1,982233 | 5,685251 | -0,21894 | 1,979615 | 5,642783 |
| 0,018109 | 1,044798 | 0,442537 | 0,215657 | 1,253868 | -0,09244 | 0,215659 | 1,254226 | -0,09244 |
| 0,018109 | 1,044798 | 0,442537 | 0,215657 | 1,253868 | -0,09244 | 0,215659 | 1,254226 | -0,09244 |
| 0,018109 | 1,044798 | 0,442537 | 0,215657 | 1,253868 | -0,09244 | 0,215659 | 1,254226 | -0,09244 |
| 0,018109 | 1,044798 | 0,442537 | 0,215657 | 1,253868 | -0,09244 | 0,215659 | 1,254226 | -0,09244 |
| 0,018109 | 1,044798 | 0,442537 | 0,215657 | 1,253868 | -0,09244 | 0,215659 | 1,254226 | -0,09244 |
| Temmuz   |          |          | Ağustos  |          |          | Eylül    |          |          |
| 158,4284 | 19,33082 | 0,546179 | 125,7208 | 27,004   | 2,737489 | 95,01793 | 23,18246 | 3,431518 |
| 20,73794 | 28,6029  | -1,80648 | 20,73793 | 28,60473 | -1,80643 | 20,73793 | 28,60478 | -1,80643 |
| 0,000781 | 11,4534  | 56,75426 | 0,000783 | 11,45372 | 56,7628  | 0,000783 | 11,45359 | 56,76349 |
| 0,000211 | 2,281589 | -0,87821 | 0,000211 | 2,280337 | -0,87787 | 0,000211 | 2,305926 | -0,87787 |
| -0,0008  | 2,430077 | 9,503562 | -0,0008  | 2,424565 | 9,462705 | -0,00083 | 3,247591 | 9,464078 |
| 0,215062 | 1,108378 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 |
| 0,215062 | 1,108378 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 |
| 0,215062 | 1,108378 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 |
| 0,215062 | 1,108378 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 |
| 0,215062 | 1,108378 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 |
| Ekim     |          |          | Kasım    |          |          | Aralık   |          |          |
| 62,46174 | 17,73267 | 3,682203 | 65,78635 | 13,97543 | 4,46789  | 66,17271 | 11,6008  | 3,530903 |
| 20,73793 | 28,60477 | -1,80643 | 20,73792 | 28,60534 | -1,80642 | 14,43203 | 9,174739 | -0,02782 |
| 0,000693 | 11,4023  | 57,35874 | -7,4E-06 | 10,797   | 65,8856  | -5,3E-07 | 18,46581 | 27,72984 |
| 0,000211 | 7,221318 | -0,87786 | 0,000213 | 7,114606 | -0,88317 | -0,48827 | 1,049463 | -0,07983 |
| -0,0009  | 3,364323 | 8,036124 | -0,00911 | -1,22229 | -1,63749 | 0,001088 | -14,5348 | 0,069725 |
| 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215065 | 1,109234 | -0,08977 | 4,38099  | 5,482899 | 2,579338 |
| 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215065 | 1,109234 | -0,08977 | 4,380988 | 5,481248 | 2,579468 |
| 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215065 | 1,109234 | -0,08977 | 4,380995 | 5,485662 | 2,579138 |
| 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215065 | 1,109234 | -0,08977 | 4,380968 | 5,471331 | 2,580198 |
| 0,215062 | 1,108421 | -0,08975 | 0,215065 | 1,109234 | -0,08977 | 4,380995 | 5,485682 | 2,579137 |

Denklem 3'teki model parametreler kullanılarak İzmir ili, 18 °C altındaki, 12 ay için ve yıllık ortalama görülme saatleri Denklem 1'e göre hesaplanarak Tablo 7'de verilmiştir. Gerçek verilerle optimizasyon sonuçlarına göre ısıtma süreleri çalışma saatleri arasındaki fark; şubat ayında ısıtma sistemi çalışma saati gerçek verilerle 706,182 çalışması gerekirken optimizasyon sonucunda 718,375 olmuştur.



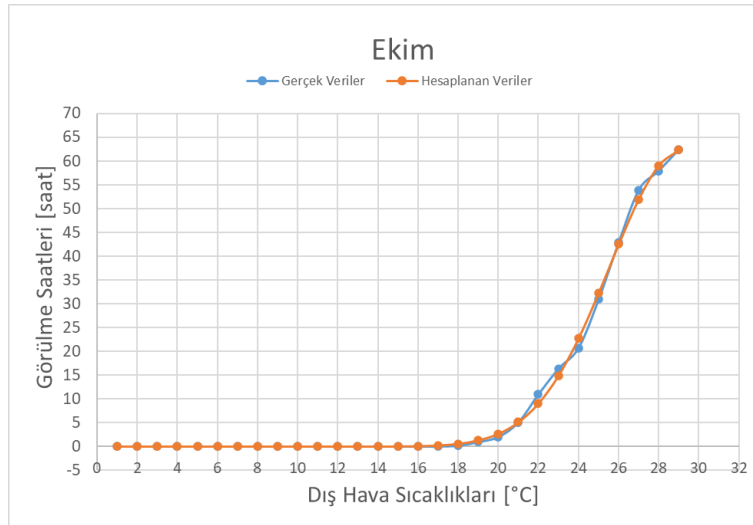
Karşılaştırma sonucuna göre optimizasyon sonucuna göre şubat ayında ısıtma sistemi 0,193 daha fazla süre çalışacaktır. Hata payının çok düşük olduğu şekil 3-9'da da görülmektedir.

**Tablo 7.** İzmir ili, 18 °C altındaki, 12 ay için ve yıllık ortalama görülme saatleri (Hesaplanan)

| Dış Hava Sıcaklığı [°C] | Aylık Bazda Görülme Saatleri |                |                 |                 |                 |                 |                |                 |                 |                 |                 |                 | Yıllık Ortalama Görülme Saatleri |
|-------------------------|------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
|                         | Ocak                         | Şubat          | Mart            | Nisan           | Mayıs           | Haziran         | Temmuz         | Ağustos         | Eylül           | Ekim            | Kasım           | Aralık          |                                  |
| -10,5                   | 0,000361                     | 6,66E-09       | 2,75E-10        | 1,04E-07        | 0,174304        | 0,175667        | 0,000406       | 0,00041         | 0,000438        | 0,000441        | 1,3E-05         | 4,89E-10        | 0,029336772                      |
| -9,5                    | 0,001666                     | 0,000663       | 0,000712        | 4,97E-07        | 0,166809        | 0,168312        | 0,000364       | 0,000368        | 0,000397        | 0,000398        | 5,95E-05        | 1,88E-06        | 0,028312537                      |
| -8,5                    | 0,005409                     | 0,002621       | 0,002658        | 2,23E-06        | 0,156566        | 0,158189        | 0,00032        | 0,000323        | 0,000353        | 0,00035         | 0,000203        | 1,49E-05        | 0,027250673                      |
| -7,5                    | 0,015471                     | 0,008028       | 0,007658        | 9,41E-06        | 0,143324        | 0,14503         | 0,000274       | 0,000276        | 0,000306        | 0,000295        | 0,00062         | 9,82E-05        | 0,02678243                       |
| -6,5                    | 0,040867                     | 0,022049       | 0,019809        | 3,73E-05        | 0,127056        | 0,128787        | 0,000227       | 0,000229        | 0,000258        | 0,000236        | 0,001752        | 0,000582        | 0,028490714                      |
| -5,5                    | 0,101074                     | 0,05683        | 0,047793        | 0,000138        | 0,108041        | 0,109723        | 0,00018        | 0,000182        | 0,000209        | 0,000173        | 0,004615        | 0,003074        | 0,036002767                      |
| -4,5                    | 0,235111                     | 0,15143        | 0,108906        | 0,000483        | 0,086921        | 0,088473        | 0,000136       | 0,000137        | 0,00016         | 0,00011         | 0,011499        | 0,014298        | 0,058138528                      |
| -3,5                    | 0,515184                     | 0,501995       | 0,23545         | 0,001584        | 0,064715        | 0,066063        | 9,38E-05       | 9,48E-05        | 0,000114        | 4,82E-05        | 0,027868        | 0,058108        | 0,12260983                       |
| -2,5                    | 1,064063                     | 1,699132       | 0,48381         | 0,004876        | 0,042786        | 0,043874        | 5,62E-05       | 5,69E-05        | 7,11E-05        | 8,77E-05        | 0,066622        | 0,205405        | 0,300896                         |
| -1,5                    | 2,073875                     | 3,833083       | 0,945555        | 0,014093        | 0,02283         | 0,023621        | 2,42E-05       | 2,45E-05        | 3,28E-05        | 3,88E-05        | 0,154303        | 0,630005        | 0,641453924                      |
| -0,5                    | 4,275345                     | 5,471069       | 1,758365        | 0,038406        | 0,007187        | 0,007645        | 3,33E-05       | 8,51E-05        | 1,53E-06        | 0,000172        | 0,337486        | 1,675458        | 1,130927911                      |
| 0,5                     | 9,883866                     | 10,8866        | 3,038671        | 0,025235        | 5,42E-11        | 4,37E-11        | 7,41E-06       | 7,25E-06        | 1,64E-07        | 0,000931        | 0,691101        | 3,866479        | 2,366074601                      |
| 1,5                     | 16,81358                     | 19,01222       | 5,149225        | 0,141976        | 0,039326        | 0,038828        | 0,000191       | 0,000191        | 0,000175        | 0,003648        | 1,331683        | 7,761835        | 4,191073421                      |
| 2,5                     | 25,4343                      | 24,90536       | 8,392818        | 0,52459         | 0,037509        | 0,034904        | 0,000173       | 0,000173        | 0,000155        | 0,011797        | 2,429604        | 13,62027        | 6,282637957                      |
| 3,5                     | 33,96742                     | 32,16429       | 12,79697        | 1,106383        | 0,082043        | 0,075284        | 5,65E-05       | 5,61E-05        | 3,81E-05        | 0,03538         | 4,211395        | 21,06968        | 8,792415501                      |
| 4,5                     | 41,55322                     | 35,89345       | 18,5696         | 2,192446        | 0,123606        | 0,106368        | 1,39E-07       | 1,39E-07        | 4,12E-07        | 0,097804        | 6,941695        | 29,13491        | 11,21775868                      |
| 5,5                     | 50,48033                     | 46,28189       | 25,64363        | 4,079756        | 0,155638        | 0,112257        | 1,52E-05       | 1,56E-05        | 0,000137        | 0,250515        | 10,88273        | 36,77765        | 14,55538012                      |
| 6,5                     | 57,46332                     | 49,67804       | 33,7007         | 7,128878        | 0,206815        | 0,102202        | 4,58E-05       | 4,66E-05        | 0,0007          | 0,595533        | 16,22761        | 43,57008        | 17,38949794                      |
| 7,5                     | 59,2798                      | 50,02132       | 42,14842        | 11,69742        | 0,337145        | 0,097105        | 8,3E-05        | 8,42E-05        | 0,002802        | 1,314352        | 23,01502        | 49,83852        | 19,81267263                      |
| 8,5                     | 65,68359                     | 63,69582       | 50,16571        | 18,02355        | 0,63655         | 0,106275        | 0,000125       | 0,000127        | 0,010128        | 2,694193        | 31,04633        | 56,04467        | 24,00892239                      |
| 9,5                     | 65,46439                     | 62,29735       | 56,82195        | 26,07789        | 1,271511        | 0,126326        | 0,000172       | 0,000174        | 0,033651        | 5,130279        | 39,8341         | 61,94689        | 26,58372317                      |
| 10,5                    | 62,9936                      | 59,93131       | 61,25038        | 35,43123        | 2,585537        | 0,153354        | 0,000221       | 0,000225        | 0,102893        | 9,074588        | 48,61211        | 66,33402        | 28,87245516                      |
| 11,5                    | 57,1587                      | 56,71459       | 62,83261        | 45,20451        | 5,208663        | 0,19099         | 0,000272       | 0,000289        | 0,289282        | 14,9101         | 56,42584        | 67,58566        | 30,54345826                      |
| 12,5                    | 48,90608                     | 50,66081       | 61,34017        | 54,15754        | 10,03062        | 0,257824        | 0,000323       | 0,000427        | 0,747449        | 22,75635        | 62,29533        | 64,60189        | 31,31290219                      |
| 13,5                    | 39,45824                     | 42,7155        | 56,98867        | 60,92813        | 17,8076         | 0,416164        | 0,000373       | 0,00103         | 1,774397        | 32,26219        | 65,41494        | 57,43512        | 31,26686251                      |
| 14,5                    | 30,01971                     | 33,99653       | 50,38666        | 64,36629        | 28,39879        | 0,868547        | 0,000421       | 0,004131        | 3,869717        | 42,48681        | 65,33447        | 47,28524        | 30,5847764                       |
| 15,5                    | 21,53618                     | 25,53988       | 42,39612        | 63,85292        | 40,23114        | 2,160447        | 0,000467       | 0,018861        | 7,75255         | 51,9737         | 62,06572        | 35,97572        | 29,45864153                      |
| 16,5                    | 14,56877                     | 18,11079       | 33,94845        | 59,48188        | 50,8332         | 5,317165        | 0,000742       | 0,080366        | 14,26714        | 59,05851        | 56,07964        | 25,27349        | 28,08501195                      |
| 17,5                    | 9,29322                      | 12,12239       | 25,87001        | 52,03197        | 58,3494         | 11,34397        | 0,575889       | 0,30398         | 24,11859        | 62,33767        | 48,19507        | 16,38912        | 26,74427394                      |
| <b>Toplam</b>           | <b>718,2867</b>              | <b>706,375</b> | <b>655,0515</b> | <b>506,5122</b> | <b>217,4356</b> | <b>22,62339</b> | <b>0,58166</b> | <b>0,412286</b> | <b>52,97215</b> | <b>304,9966</b> | <b>601,6394</b> | <b>707,0983</b> | <b>374,4987404</b>               |

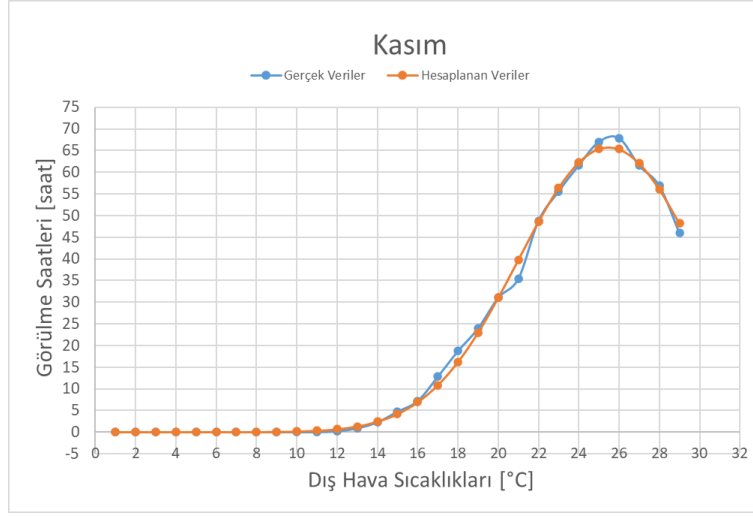
### 2.6.5.2. İzmir İli, 18 °C Altındaki, Isıtma Dönemi İçindeki Her Ay İçin Sezonluk Karşılaştırmalı Dağılım Grafikleri

İzmir için ısıtma dönemi ekim ayında başlayıp nisan ayında sona ermektedir. İzmir için bu çalışma dikkate alınarak bu ilin dış hava sıcaklığı 18 °C altındaki, ısıtma dönemi içindeki her ay için sezonluk karşılaştırmalı dağılım grafikleri oluşturulmuştur. Dağılım grafikleri şekil 3-9'da verilmiştir.



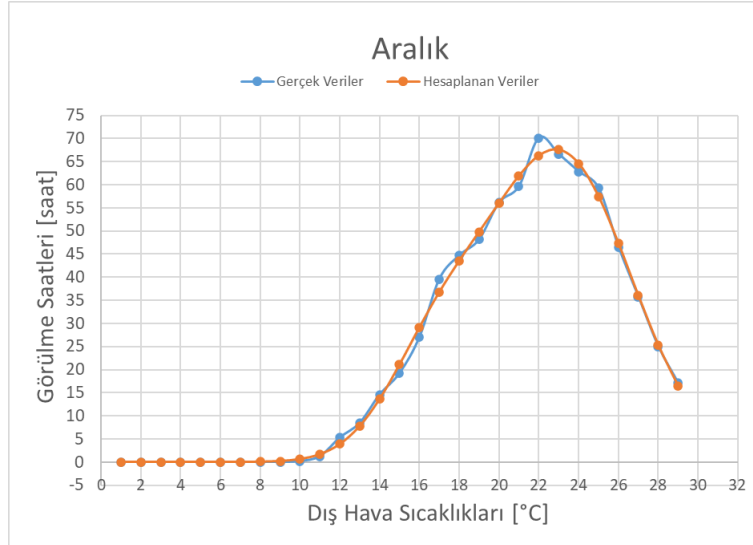
**Şekil 3.** Ekim ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Ekim ayında minimum görülme saati  $-2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  için 0 saat; maksimum görülme saati  $17,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  için 62,3377 saat olarak tespit edilmiştir.



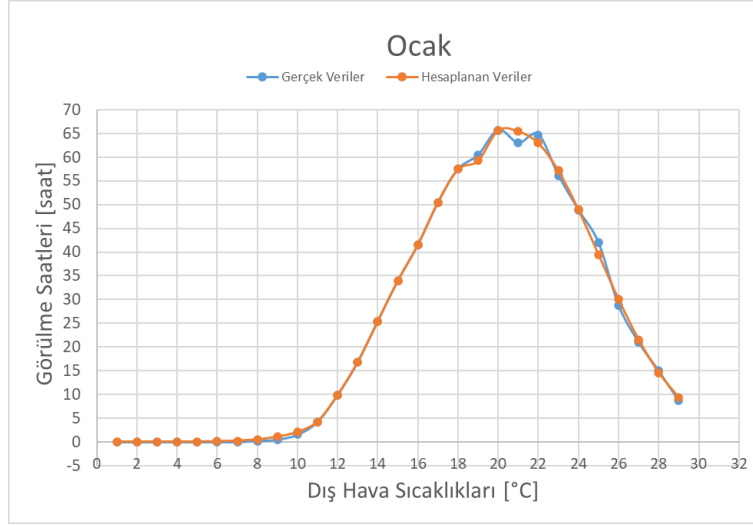
**Şekil 4.** Kasım ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Kasım ayında minimum görülme saati  $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  için 0 saat; maksimum görülme saati  $13,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  için 65,4149 saat olarak tespit edilmiştir.



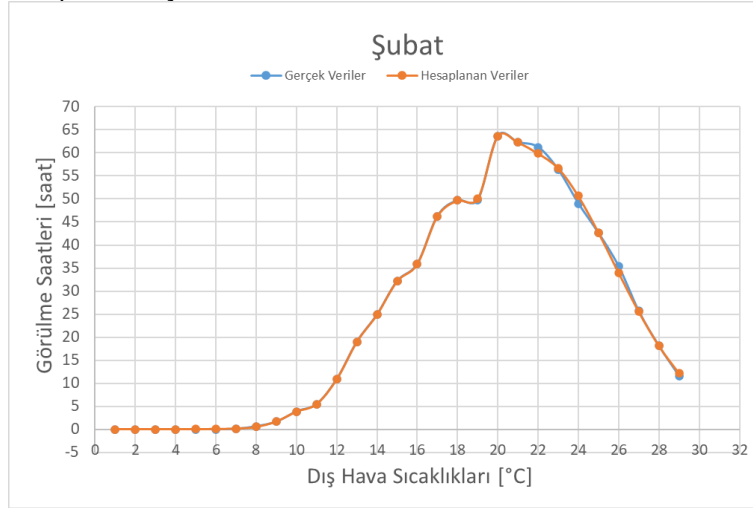
**Şekil 5.** Aralık ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Aralık ayında minimum görülme saati  $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  için 0 saat; maksimum görülme saati  $11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  için 67,5857 saat olarak tespit edilmiştir.



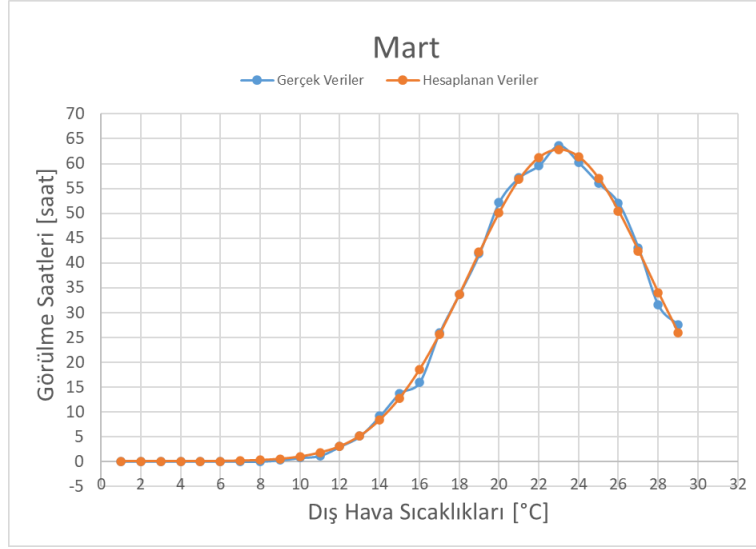
**Şekil 6.** Ocak ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Ocak ayında minimum görülme saati  $-10,5\text{ °C}$  için 0,0004 saat; maksimum görülme saati  $8,5\text{ °C}$  için 65,6836 saat olarak tespit edilmiştir.



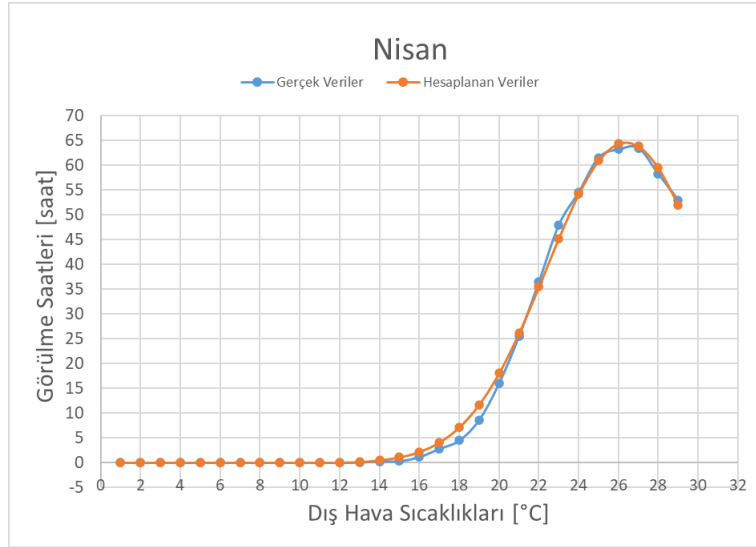
**Şekil 7.** Şubat ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Şubat ayında minimum görülme saati  $-10,5\text{ °C}$  için 0 saat; maksimum görülme saati  $8,5\text{ °C}$  için 63,6958 saat olarak tespit edilmiştir.



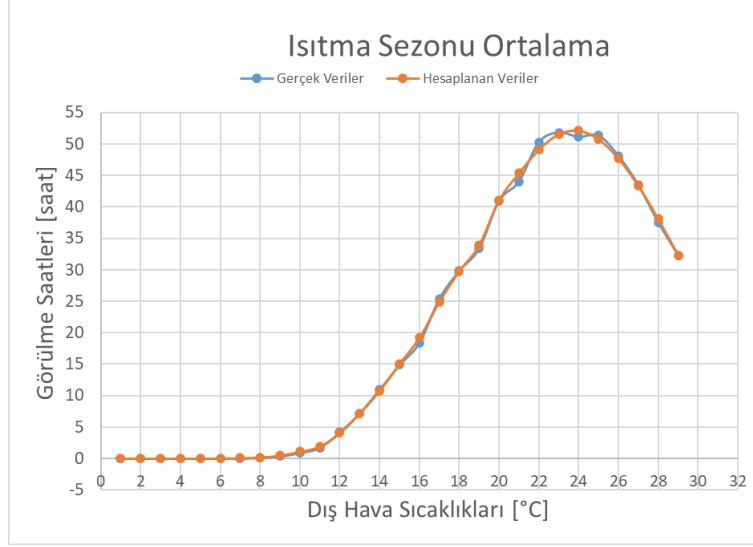
**Şekil 8.** Mart ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Mart ayında minimum görülme saati  $-10,5\text{ °C}$  için 0 saat; maksimum görülme saati  $11,5\text{ °C}$  için 62,8326 saat olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 9.** Nisan ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Nisan ayında minimum görülme saati  $-10,5\text{ °C}$  için 0 saat; maksimum görülme saati  $14,5\text{ °C}$  için 64,3662 saat olarak tespit edilmiştir.



**Şekil 9.** Isıtma sezonu ortalama ayı karşılaştırmalı ısıtma sistemleri çalışma süreleri

Ortalama minimum görülme saati  $-7,5\text{ °C}$  için 0,0268 saat; Ortalama maksimum görülme saati  $12,5\text{ °C}$  için 31,3129 saat olarak tespit edilmiştir.

### 3. SONUÇ

İzmir ili için 12 aylık olmak üzere dış hava sıcaklıkları  $18\text{ °C}$ 'den başlamak üzere  $-4,5\text{ °C}$ 'ye kadar görülme saatleri ortaya konulmuştur. Her ne kadar ısıtma dönemi 7 ay olsa da ve  $18\text{ °C}$ 'den küçük dış hava sıcaklıklarının görülme saatleri ortaya konulmuştur. İzmir için dış hava sıcaklıkları haziran ayında 20,3125 saat, temmuz ayında 0,5751 saat, ağustos ayında 0,3931 saat eylül ayında 51,4835 saat olacağı tahmin edilmiştir. Bu aylarda görülme saatleri çok düşük olduğu için ısıtma dönemi olarak hesaplamalarda dikkate alınmamaktadır.  $-4,5$  ve  $18\text{ °C}$  arasındaki dış hava sıcaklığı saatlerinin görülme saatleri her  $1\text{ °C}$  farkla ayrıntılı olarak hesaplanması ısıtma sistemlerinin çalışma saatleri her ay için ve sezonluk çalışma sürelerinin ayrıntılı olarak ortaya konulmasını sağlamıştır. Bu çalışma ısıtma sistemleri imalatçılarının garanti sürelerinin belirlenmesinde önemli parametre olacağı düşünülmektedir. Her ilin ısıtma sistemleri çalışma saatleri ve dış hava sıcaklık dağılım yoğunluğu farklı olduğu için her il için optimum garanti sürelerinin hesaplanmasında da önemli parametre olacağı düşünülmektedir. Erzurum'daki kombinin çalışma süresi ve dış hava sıcaklığı dağılım yoğunluklarıyla İzmir ilindeki çalışma süresi ve dış hava sıcaklığı dağılım yoğunlukları aynı değildir. Dünyada ve Türkiye'de ısıtma sistemleri garanti süreleri konusunda il bazlı garanti süresi verilmemektedir. Bu çalışma her il için il bazlı garanti süreleri konusunda yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur. Bu durumun imalatçılar tarafından bilinmesi özellikle yanma odası, ısı değiştirici, brülör ve pompa vb. imalatı malzeme seçimi için farklı bir yaklaşım oluşturacaktır. Isıtma sistemleri kullanıcıları içinde sistemlerinin çalışma sürelerinin bilinmesi ödeyeceği doğal gaz faturasının tahmin etmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca ısıtma sistemleri kullanıcıları için tatil planlamaları farkındalığı oluşturacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada İzmir ili için ısıtma sistemleri çalışma süreleri ısıtma dönemindeki her ay için ve sezonluk olarak çalışma süreleri ilk defa literatüre kazandırılmıştır.

### REFERANSLAR

- [1] Arısoy A., TTMD Eskişehir çalıştay, (Şubat 2009)
- [2] International Energy Agency. (2009). World Energy Outlook, Paris, France.



- [3] MMO oda raporu “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği” 2012 Nisan, Yayın No:589
- [4] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). Ülkemiz İçin Kurulu Güç Verileri, Ankara.
- [5] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. (2021). Türkiye Enerji Verimliliği Gelişim Raporu
- [6] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve EİE web sayfaları (Mart- 2012)
- [7] www.tuik.gov.tr
- [8] Ogulatar.G., “Sectoral energy consumption in Turkey”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, No 6, 471-480, 2002.
- [9] Kaygusuz K., Kaygusuz A., "Energy and sustainable development. Part II: Environmental impacts of energy use", Energy Sources, No 26, 1071-1082, 2004.
- [10] Erdabak, M., “Binalarda Isı Yalıtımındaki Eksikliklerin Enerji Tasarrufuna Olan Etkilerinin Uygulamalı Olarak Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, (2011).
- [11] Koçu, N. ve Dereli M., “Dış Duvarlarda Isı Yalıtımı İle Enerji Tasarrufu Sağlanması Ve Detaylarda Karşılaşılan Sorunlar (Konya Kentinden Örnekler)”, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İzmir, (2010).
- [12] Dombaycı, Ö.A., “Degree-days maps of Turkey for various base temperatures”, Energy, 34, 1807-1812,2009.
- [13] Bilal, F., “Enerji Verimliliği ve Yalıtım”, İzolasyon Dünyası Dergisi, 83: 54-57 (2010).

## ÖZGEÇMİŞ

### M. Hüseyin İLGİN

2020 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden lisans derecesini aldı. 2021 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Makine Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2021 yılında Konya AYD Otomotiv Endüstri San. ve Tic. A.Ş.’de kalite kontrol mühendisi olarak çalışmaktadır.

### Mustafa ERTÜRK

1965 yılı Afyonkarahisar’da dünyaya gelmiştir. İlk,orta, lise öğrenimlerini Afyonkarahisar ili Bolvadin ilçesinde tamamlamıştır. 1987 yılında Gazi Üniversitesi Teknik eğitim Fakültesi Makine Eğitimi bölümünden lisans derecesini aldı. 1998 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Makine Eğitimi bölümünden yüksek lisans derecesini aldı. 2012 yılında Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Bölümünden doktora derecesini aldı. 2018 yılı 11 haziranda Üniversitelerarası kurulundan Makine Mühendisliği Termodinamik- Enerji alanında Doçentlik derecesini almıştır. 1998-2019 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Balıkesir MYO iklimlendirme ve soğutma programında öğretim görevlisi, Yrd Doç Dr ve Doç Dr olarak çalışmıştır. 2019 yılından beri Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Farklı enerji kaynaklı ısı pompaları, farklı faz akışkanlı ısı değiştiriciler, soğutma, havalandırma, iklimlendirme, yalıtım ve güneş enerjisi konularında çalışmaları vardır.