Isıtma ve Soğutma Yüklerindeki Değişimin Uzun Dönemli Tahmini: Karabük Örneği

Can Coşkun[1], Mustafa Ertürk[2], Kenan Balcı[3], Zuhal Oktay Coşkun[1]

[1] *The Faculty of Maritime, Recep Tayyip Erdogan University, Rize, 151-742, Turkey*
[2]*Faculty of Engineering, Recep Tayyip Erdogan University, Rize*
[3] *Balikesir Vocational School, Balikesir University, Balıkesir*
dr.can.coskun@gmail.com, mustafaerturk65@gmail.com, kenanbalci@msn.com, zuhal.oktay@gmail.com

***Özet*—Bu çalışmada uzun dönemli sıcaklık dağılımı Karabuk ili için analiz edilmiştir. Dış sıcaklık dağılımına bağlı olarak ısıtma ve soğutma derece-saat değerlerindeki trend belirlenmiştir. Isıtma derece saat değerlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bunun tam tersine soğutma derece saat değerlerinde arttığı belirlenmiştir. Konuyla ilgili detaylı analiz sonuçları ve grafikler çalışmada sunulmuştur. Analiz sonuçları Karabuk ili için soğutma enerji gereksiniminin artış göstereceğini ortaya koymuştur.**

***Anahtar Kelimelers*— Dış Sıcaklık Dağılımı, Isıtma Derece-Saat, Soğutma Derece-Saat, Karabük**

***Abstract*— In this study, long-term temperature distribution has been analysed for Karabük province. The trend in the heating and cooling degree-hour valves defending on the distribution of outside temperatures was determined. A decrease was observed in the heating degree-hour valves. On the other hand, it was determined that there had been an increase in the cooling degree-hour valves. Detailed analysis results and graphs. Relevant to the topic are presented in this study. The analysis results revealed that there would be an increase in cooling energy need for Karabuk province.**

***Keywords*— Cooling Degree-Hour, Heating Degree-Hour, Outside Temperature Distribution, Karabük**

I. GİRİŞ

Küresel ilkim değişikliği her açıdan yaşamlarımızı etkisi altına alan bir gerçek olarak karşımıza çıkmaktadır. Daha temiz ve yaşanabilir bir dünya için küresel iklim değişikliği ile mücadele etmek tüm insanlığın kollektif bir sorumluluğudur. Bu bağlamda fosil yakıtların tüketiminin azaltılması ve çevreye duyarlı yenilikçi teknolojilerin oluşturularak kullanılması gerekmektedir. Toplum olarak yaşama, çalışma ve ulaşım alışkanlıklarımızı kökünden değiştirecek çevre dostu teknolojilere yönelmeliyiz. Yakın gelecek bu anlamda düşük karbon veya sıfır karbon enerji çözümlerine adaptasyon süreci olacaktır. Ayrıca endüstrinin de benzer bir biçimde daha verimli ve temiz enerji teknolojilerini kullanma süreci başlayacaktır. Küresel ilkim değişikliği eylem planları küresel iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak noktasında önemli bir araç olacaktır [1]. Küresel iklim değişikliğinin tespiti noktasında derece-saat değerlerinin analizi üzerine bazı çalışmalar yürütülmüştür. Bunlar kısaca aşağıda şu biçimde ifade edilebilmektedir.

Coşkun vd. [2] yaptıkları çalışmada derece-saat değerleri ısıtma-soğutma enerji gereksiniminden, optimum izolasyon kalınlığının tespitine kadar birçok alanda yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Literatüre bakıldığında derece-saat değerleri sezonluk olarak (ısıtma veya soğutma) farklı iç ortam referans sıcaklıklarında hem Türkiye hem de dünyanın birçok ülkesi için verilmiştir. Ancak sezonluk derece-saat değerlerinin hangi ayları kapsadığı hiçbir çalışmada verilmediği görülmüştür. İlkbahar ve sonbahara ait bazı ayların alınıp alınmadığı yine aynı şekilde bilinememektedir. Toplam soğutma derece saatlerinin karşılaştırılabilmesi için ele alınan ayların verilmesi gerekmektedir. Bulut vd. [3] yapmış oldukları çalışmada Akdeniz bölgesi için ısıtma ve SDS değerlerinin analizi yapmışlardır. İnceleme için Akdeniz bölgesinde yer alan sekiz il merkezi Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Kilis ve Mersin belirlenmiştir. IDS değerleri, 12 °C ile 22 °C arasındaki 11 farklı denge noktası sıcaklığı için hesaplanmıştır. SDS değerleri ise 20 °C ile 30 °C arasında 1 °C artırımlı denge noktası sıcaklıkları için tespit edilmiştir. Yamankaradeniz ve Kaynaklı [4] çalışmalarında; bir bölgenin derece-gün (DG) sayısının hesaplanmasına ve dış duvarlara uygulanacak yalıtım kalınlığının tespitine yönelik bir yöntem sunmuşlardır. Dış hava sıcaklık verilerinden yararlanarak DG (derece-gün) değeri ve yıllık ısıtma enerji gereksinimini hesaplayarak, yakıt olarak doğalgaz kullanılması durumunda yıllık yakıt giderlerini farklı yalıtım kalınlıkları için belirlemişlerdir. Tuncer [5] yapmış olduğu tez çalışmasında konutlarda enerji verimliliği ve derece gün bölgelerine göre farklı malzemelerde optimum yalıtım kalınlığının tespitini yapmıştır. Ertürk vd. [6] yaptıkları çalışmada Karabük ili ısıtma derece saat değerleri on bir farklı iç ortam referans sıcaklığına (18-28°C) göre hesaplamıştır. Karabük ili ısıtma derece saat değerleri baz alınarak seçilen iç ortam referans sıcaklığının 1-11°C üzerinde veya altında olması durumunda enerji talebindeki artısın veya azalmanın oransal olarak değişimi hesaplanmıştır. Bu çalışma konfor ortamını bozmadan iç ortam sıcaklığını yasam alışkanlıklarımızda yapacağımız ufak düzenlemelerle çözmeyi amaçlamaktadır. Ertürk vd. [7] yaptıkları çalışmada iç ortam

sıcaklıklarına göre ısıtma ve soğutma amaçlı enerji değişiminin İzmir ili için araştırmışlardır. Isıtma ve soğutma derece saat değerleri yılın her ayı için dış hava sıcaklık dağılımlarını kullanarak 18-28°C aralıklarında hesaplamışlardır. Ayrıca ısıtma ve soğutma sistemlerinde iç ortam sıcaklığındaki 1°C değişime bağlı olarak enerji tüketimi; oransal ve sayısal değişimi araştırılıp termodinamik tablolar gibi farklı bir yaklaşım getirilerek ısıtma ve soğutma amaçlı iç ortam sıcaklığının enerji tüketimi üzerindeki etkisi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Aksoy ve Ekici [8] yapmış oldukları çalışmada TS 825 iklimsel verilerinin farklı derece gün bölgeleri için uygunluğunu araştırmışlardır. TS 825 tarafından verilen iklimsel veriler ile elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları, gerçek iklimsel veriler ile hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyaçlarından % 13.73 ile % 27.65 arasında farklı oranlarda daha fazla olduğunu ifade etmişlerdir. Pusat vd. [9] yapmış oldukları çalışmada 18 yıllık uzun döneme ait güncel meteorolojik veriler kullanılarak İstanbul'da bulunan dört meteoroloji istasyonu için Tipik Meteorolojik Yıl (TMY) verilerini oluşturulmuşlardır. Elde ettikleri TMY verileri ile 4 farklı denge sıcaklığı için ısıtma ve SDS değerleri hesaplamış ve buldukları değerleri karşılaştırılmışlardır. Sonuç olarak aynı şehir merkezi için olsa bile farklı noktalardaki derece-saat değerlerinin, yani ısıtma-soğutma enerji ihtiyaçlarının önemli ölçüde farklı çıkabildiği göstermişlerdir. Ertürk vd. [10] yaptıkları çalışmada ısıtma ve soğutma derece saat değerlerinin Enlem-Boylam-Rakım ile ilişkisini incelemişleridir. Bunun için Marmara Bölgesini seçmişlerdir. Enlem, Boylam ve rakım ilişkisi çerçevesinde derece saat değerlerini direk tespit etmemizi mümkün kılan bir yaklaşım ortaya konmamıştır. Üç parametre arasında kesin bir bağlantı olmadığı görülmüştür. Yeryüzündeki sıcaklık dağılımını etkileyen önemli parametrelerden olan rakım ve enlem etkisinin yanında; yer şekillerinin güneş ışınlarına olan konumu yani bakı, nem, rüzgâr ve güneş şiddeti gibi etkilerin de dağılıma etki etkilediği bildirilmiştir. Kalfa vd. [11] yaptıkları çalışmada binaların ısıtma ve soğutma yükü hesaplamalarında kullanılan statik yöntemlerin karşılaştırılmasını yapmışlardır. Yapmış oldukları çalışmada örnek bir bina modelinin ısıtma ve soğutma yükleri Bursa iline ait iklimsel veriler kullanılarak üç farklı statik hesap yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesap sonuçları incelendiğinde en yüksek ısıtma yükünün TS 825 yöntemi ile en düşük ısıtma yükünün ise derece-gün yöntemiyle elde edildiği, Bin yöntemiyle hesap edilen soğutma yükünün ise derece-gün yöntemi ile elde edilen soğutma yüküne göre oldukça fazla olduğu ifade edilmiştir. Gülten ve Ekici [12] yaptıkları çalışmada ısıtma ve soğutma derece gün sayısına göre değişen optimum yalıtım kalınlığı hesabını yapmışlardır. Bulmuş oldukları sonuçta, 1. Derece gün bölgesinde yer alan ve sıcak bir iklime sahip olan Hatay, 2. Derece gün bölgesinde yer alan Bursa ve benzeri iller için soğutma derece gün sayısı ile belirlenen yalıtım kalınlıklarının kullanılması enerji maliyeti açısından daha avantajlı olmakta. Elazığ ve Muş için ise binalarda yalıtım kalınlıkları belirlenirken ısıtma derece gün sayısının kullanılması enerji maliyeti tasarrufunu arttığı belirlenmiştir. Bahadır vd. [13] yapmış olduğu çalışmada samsun ilinde ısıtma-soğutma gün derecelerinin analizi ve yıllık ısınma maliyetinin hesaplanmasını yapmıştır. Çalışmada ısıtma ve soğutma gün dereceleri yöntemi kullanılmış, klimatik mevsim süreleri hesaplanmıştır. Bu yöntemde insan yaşamı için uygun olan sıcaklık değerleri esas alınmış ve meteorolojiden elde edilen günlük sıcaklık verilerine uygulanmıştır. Ortaya çıkan değerlere enterpolasyon tekniği uygulanarak haritalaması yapılmıştır. Baytorun vd. [14] yaptıkları çalışmada farklı ısıtma-derece-gün (hdd) değerlerine bağlı olarak seralarda ısı enerjisi gereksiniminin belirlenmesini yapmışlardır. Çalışmada, Türkiye'de seracılığın yaygın olarak yapıldığı ve ısıtma kaynakları açısından seracılık potansiyeline sahip farklı illerin Isıtma Derece-Gün (HDD) değerleri ile ISIGER-SERA uzman sistemle saatlik iklim değerlerine göre hesaplanan ısı enerjisi gereksinimi arasındaki istatistiksel ilişkiler belirlenmiştir.

Binalarda Isıtma ve Soğutma Yükü Hesabında Kullanılan Statik Yöntemler

Maçka vd. [11] yaptıkları çalışmada statik yöntemlerde binaların ısıtma-soğutma yükleri aylık veya sezonluk olmak üzere uzun zaman aralıklarıyla hesaplanmaktadır. Statik yöntemler kullanılarak basit sistemler ve uygulamalar için az veri ile yeterli sonuç elde edilebilmektedir. Derece-gün yöntemi, Bin yöntemi ve TS 825 yöntemi bu grup içerisinde değerlendirilen yöntemlerdir. Ertürk [15] yapmış olduğu doktora çalışmasında, geçen her sürede ay veya yıl için sıcaklık dağılımları önceki yıllara oranla farklılık gösterdiğini, bunun sonucunda belirlenen herhangi bir iç ortam referans sıcaklığı için gerçekleşen IDS ve SDS değerleri farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Bu değerlerin hiçbir zaman aynı sayısal değeri veremediği için literatürde ortalama IDS ve SDS değerleri tespit edilerek, çoğunlukla sezonluk olarak verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca Ertürk [15] yaptığı çalışmada Derece-Saat yöntemi üzerinde de vurgu yapmıştır.

1) Derece-Gün Yöntemi: Maçka vd [11] yaptıkları çalışmada derece-gün yönteminde ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin yıl boyunca kullanım şeklinin değişmediği, diğer bir deyişle verimlerinin sabit olduğu, iç ortam sıcaklığının ve içsel kazançların değişmediği varsayılır. Isıtma soğutma derece-gün değeri 24 saatlik periyodun ne kadarının soğuk-sıcak geçtiğini ölçmeye yarayan bir birimdir ve belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) günlük ortalama dış ortam sıcaklığı ve denge noktası sıcaklığını hesaba katarak soğuğun ve sıcağın şiddetini hesaplar. Bu çalışmada karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Birliği İstatistik Ofisi (Eurostat) tarafından önerilen denge noktası sıcaklıkları kullanılmıştır (ısıtma için 18 °C, soğutma için 22 °C).

2) *Bin Yöntemi:*Sıcaklık aralığı (BİN) yöntemi, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimlerinin, denge noktası sıcaklığının, bina kullanım şeklinin ve toplam ısı transfer katsayısının sabit olmadığı pek çok uygulamada, basit

enerji tahmin yöntemi olarak derece-gün yönteminden daha hassas sonuçlar verdiğinden yaygın olarak kullanılmaktadır. Bin yönteminde günlük ortalama dış ortam sıcaklığı yerine saatlik dış ortam sıcaklık değerleri kullanılarak, sıcaklık ve zaman aralıkları ayrı ayrı değerlendirilerek enerji tüketimi günlük, aylık veya yıllık olarak belirlenebilmektedir Bin yönteminde, belirli bir dönem içerisinde (ay, yıl) dış ortam sıcaklığının (tdo) ele alınan belirli aralıklarında (bin) kaç saat (Nbin) oluştuğu tespit edilir. Bu sıcaklık değerinin oluşma süresine (saatine) göre enerji miktarı belirlenir. Toplam enerji tüketimi bütün sıcaklık aralıklarındaki enerji tüketimleri toplanarak bulunur. Yıllık hesaplamalar 12 ay için elde edilen değerler toplanarak elde edilmektedir. Maçka vd. [11]'nin yaptığı bu çalışma için bin değerleri -34 °C'den 44 °C'ye kadar 3 °C'lik sıcaklık aralığında, günlük 4 saatlik 6 zaman dilimine göre hesaplanmıştır.

Hesaplama Yöntemi ve Analiz

Bu çalışma temel olarak ısıtma ve soğutma sektörünün bir ihtiyacın karşılamak üzere uluslararası bir firmanın isteği doğrultusunda hazırlanmış olduğumuz proje bilgilerden derlenerek oluşturulmuştur. Isıtma ve soğutma cihazlarının il bazında satış stratejilerindeki artışının belirlenmesi noktasında çalışma şekillendirilmiştir. Çalışmanın yapıldığı firmanın isminin verilmesini istememesi noktasında bu çalışmada paylaşılmamıştır. İl bazında küresel ısınmanın etkisiyle her il ve ilçeler için ısıtma ve soğutma gereksinimindeki artış analiz edilmiştir. Soğutma sektöründe artış potansiyeli en yüksek iller ve ilçeler anlaşmalı firma için belirlenmiştir. Bu değerler firmaların yıllık büyüme stratejilerinde kullanılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada anlaşmalı olduğumuz firmanın izin verdiği ölçüde Karabük ili özelinde genel analiz sonuçları paylaşılmıştır.

Projede yer alan geniş perspektifte Türkiye'deki tüm il ve ilçeler için küresel ısınma haritaları hazırlanmıştır. Aylık bazda yapılan analizlerde 12 ay için ayrı ayrı küresel ısınma dağılımı belirlenmiştir. Aylık küresel ısınma değerleri dikkate alınarak yaz, kış ve yıllık bağlamda değişimler tespit edilmiştir. Dış sıcaklık dağılımındaki değişime bağlı olarak ısıtma ve soğutma derece-saat değerlerindeki değişim hesaplanmıştır. Isıtma ve soğutma derece-saat değerlerindeki değişim belirlenirken saatlik sıcaklık dağılım ve değişimler dikkate alınmıştır. Saatlik, aylık ve yıllık bağlamda küresel ısınma değişim grafikleri oluşturulmuştur. Bu veriler kullanarak saatlik bazda ısıtma ve soğutma yüklerindeki azalma ve artma düzeyleri tespit edilebilmiştir. Elde edilen değerler saatlik bazda doğalgaz ve elektrik yüklerindeki değişimi ortaya koyabilecek hassasiyettedir. Bilindiği üzere birçok hesaplama yönteminde Derece-gün değerleri kullanıldığı yüksek oranda hata düzeyleri oluşmaktadır. Saatlik analiz ile günlük analiz arasında tüm Türkiye bağlamında %50 hata seviyesine ulaşan bölgeler bulunmaktadır. Bu sebepten bu çalışmada saatlik analiz yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca firma için tüm Türkiye bağlamında derece-gün ve derece-saat bağlamında oluşan hata yüzdesini gösteren dağılım haritası oluşturulmuştur. Hangi bölgeler için bu iki yöntem arasında ne seviyede hata yüzdesi olduğunu gören firma yetkilileri hesaplamalarında bu etkiyi dikkate alabilmektedir. Isıtma ve soğutma yüklerinin hesaplanmasında güneş enerjisindeki muhtemel değişim haritası da oluşturulmuştur. 100 yıllık süreçte güneş enerjisindeki değişim haritasındaki değerler hesaplamada kullanılmıştır. Çalışma ekibinin ilk kez literatüre tanıttığı tüm Türkiye için saatlik bazda güneş radyasyon dağılımı veren aşağıdaki formül kullanılmıştır. Bu formül sayesinde 500 sayfalık güneş enerjisi tabloları tek bir formülle ifade edilebilmiştir.

$$I_H(t,dy,I_T) = a \cdot b \cdot \exp\left(\frac{-[t-c]^2}{2 \cdot d^2}\right) \quad (1)$$

Formülde verilen I_H ifadesi yüzeye gelen radyasyon miktarını kW/m^2 cinsinden vermektedir. Formülde yer alan dy yıl içerinde kaçıncı gün olduğunu sayısal olarak ifade etmektedir. Ocak 1 dy =1 olup Aralık 31 ise formülde dy =365 olarak alınmaktadır. Formülde yer alan 't' terimi günün saatini ifade etmektedir. I_T ise etkileşimli harita üzerinde yıllık toplam radyasyon miktarını kWh/m^2.yıl cinsinden göstermektedir. a, b, c ve d tüm Türkiye için model parametrelerini ifade etmektedir.

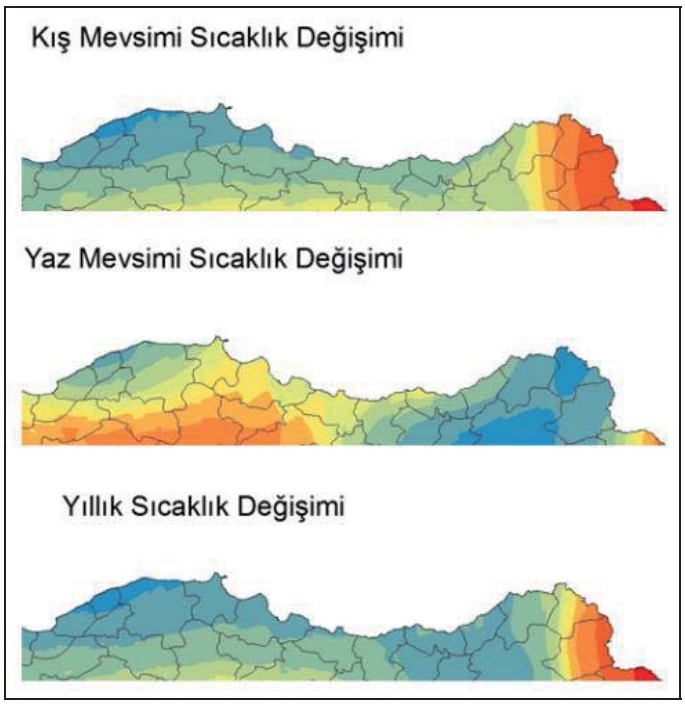
Yapmış olduğumuz hesaplamaların doğruluk seviyesini firma yetkililerine kanıtlayabilme bağlamında İstanbul'daki konutlardaki günlük doğal gaz tüketim miktarının dış sıcaklık ile değişimi 2016 yılı için günlük bağlamda karşılaştırılmış ve yüksek düzeyde bir hassasiyete ulaşılmıştır. Karşılaştırma için İstanbul'un seçilmesindeki en büyük etken konutlarda % 99.7 oranında doğalgaz kullanım oranıdır. Yapmış olduğumuz model ile her il için doğalgaz, kömür, odun ve diğer ısıtma kullanım oranını belirleyebilmektedir. Bilindiği üzere uluslararası özel firmalar aldıkları hizmetlerin doğruluğuna ve kullanılabilirliğine büyük önem vermektedirler. Elde edilen sonuçların güncel değerlerle örtüşmesi sonuçların kullanılması noktasında teşvik edici olmuştur.

Konut sayısında artış olmadığı sürece tüm Türkiye bağlamında yapılan ısıtma enerji analizinde yıllık süreçte bir azalma olacağı görülmüştür. Bu küresel ısınmanın beklenen doğal sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Konut sayısındaki artış öngörülerek ısıtma ve soğutma sektörünün muhtemel büyüme oranı belirlenmiştir. Küresel iklim değişikliği noktasın tüm Türkiye'de ısıtma bağlamında azalma olduğunu söylemek pek mümkün olmamaktadır. Isıtma enerji gereksiniminin artış göstereceği illerde bulunmaktadır. Bu gerçek araştırmanın ilginç ve dikkat çekici sonuçlarından biri olmuştur. Balıkesir ili örneğinde kış sezonunda sıcaklık değerlerinde düşüş olacağı belirlenmiştir. Bu noktada Balıkesir ili için ısıtma enerji ihtiyacında tüm Türkiye ortalamasının tersine bir artış olacaktır. Bu da Balıkesir ilini ısıtma sektörü bağlamında cazip bir noktaya getirmektedir. Bu analiz sonuçları Balıkesir ilinde kış sezonunda yaşanan kar

sebebiyle yol kapanmalarındaki artışla paralel sonuçlar vermektedir. Küresel iklim değişikliği her ay veya yıllık bağlamda sıcaklığın artması anlamına gelmemektedir. Aylık veya saatlik bazda bile bölgesel olarak sıcaklıklarda artış ve azalma eğilimleri görülmektedir. Bu noktada bir il içinde dahi ilçeler bağlamında sıcaklıklarda artış ve azalma olabilmektedir. Bu bağlamda ısıtma ve soğutma bağlamında satış stratejileri değişiklik göstermektedir. Karadeniz bölgesi için yaz, kış ve kışlık küresel ısınma haritası sıcaklık dağılım göstergesi çıkartılarak Şekil 1'de sunulmuştur.

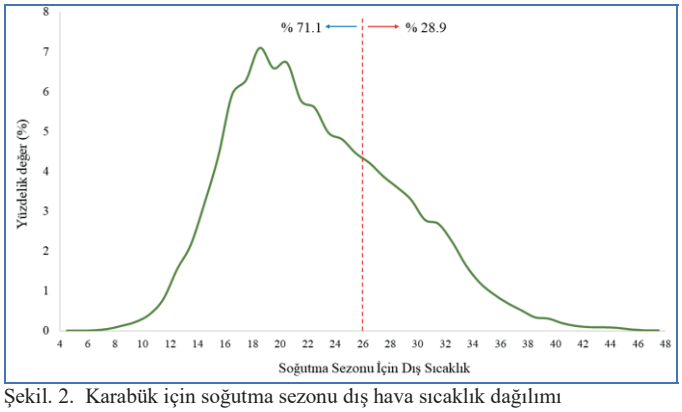
Karadeniz bölgesi diğer bölgelerle karşılaştırıldığında küresel ısınmadan en az etkilenen bölge olarak karşımıza çıkmaktadır. Karadeniz bölgesindeki yıllık sıcaklık artışı Türkiye ortalamasının altında yer almaktadır. Buna karşın soğutma sektörünün en hızlı artış kaydedeceği bölge yine Karadeniz bölgesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kış dönemindeki dış sıcaklık değişimi dikkate alındığında Karabük ili Bartından sonra en az etkilenen illerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaz dönemi için düşünüldüğünde üç kademede sıcaklık artışı trendi olacaktır. Bu bağlamda yüksek bir sıcaklık trend değişimi olacağı tespit edilmiştir. Samsun üzerinden giren sıcaklık artış dalgası Karabük üzerinden İstanbula kadar ulaşmaktadır. Bartın ve Zonguldak kıyı şeridi Karadeniz bağlamında küresel ısınmadan en az etkilenecek iller olarak karşımıza çıkmaktadır. Karabük ili ikinci kademede sıcaklık artışından etkilenecektir.

İklimsel veriler bağlamda Karadeniz bölgesi içinde yer alan Karabük yaşanılabilir iller arasındaki popülaritesini sürdürecektir.



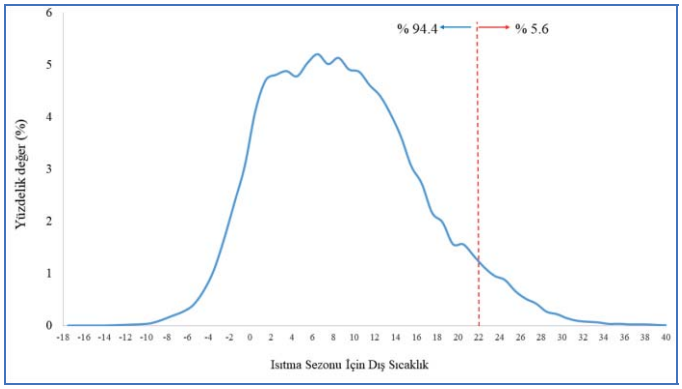
Şekil. 11. Karadeniz Bölgesi için 100 yıllık perspektifte yaz, kış ve kışlık dönemde küresel ısınma haritası

1) Karabük ili soğutma sezonundaki dış sıcaklık dağılımı: Karabük ili için Soğutma derece-saat değerleri aşamasında soğutma sezonundaki her ay için dış sıcaklık dağılımları tespit edilmiştir. Soğutma sezonu dış hava sıcakllık dağılımı Şekil 2'de verilmiştir.



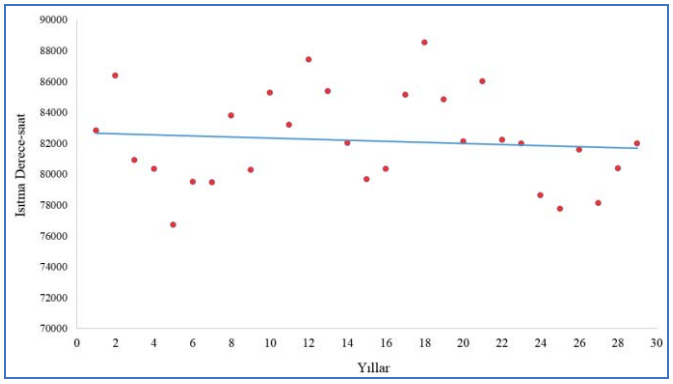
Şekil. 2. Karabük için soğutma sezonu dış hava sıcaklık dağılımı

2) Karabük ili ısıtma sezonundaki dış sıcaklık dağılımı: Karabük ili için ısıtma derece-saat değerleri aşamasında soğutma sezonundaki her ay için dış sıcaklık dağılımları tespit edilmiştir. Isıtma sezonu dış hava sıcakllık dağılımı Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil. 3. Karabük için ısıtma sezonu dış hava sıcaklık dağılımı

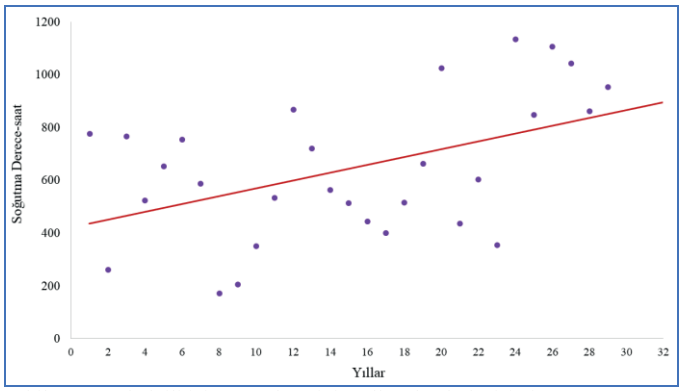
3) Isıtma Derece-saat değerindeki değişim trendinin tespiti: Karabük ili için 30 yıllık dış sıcaklık dağılımı incelenerek yıllara bağlı SDS değerlerindeki değişim trendi Şekil 4'de verilmiştir. Karabük ili soğutma sezonu için son otuz iki yıllık ortalama dış hava sıcaklık artışı 0.355 C olarak gerçekleşmesi IDS değerini ortalama 1184 Derece-saat azaltmıştır. Bu azalış 30 yıl önceki ortalama düşünüldüğünde %1.44 anlamına gelmektedir. Isıtma enerji gereksinimindeki azalış oldukça düşük seviyededir.



Şekil. 4. Karabük ili için IDS değerinin yıllara bağlı değişimi

4) *Soğutma Derece-saat değerindeki değişim trendinin tespiti:* Karabük ili için 30 yıllık dış sıcaklık dağılımı incelenerek yıllara bağlı SDS değerlerindeki değişim trendi Şekil 5'de verilmiştir. Karabük ili ısıtma sezonu için son otuz iki yıllık ortalama dış hava sıcaklık artışı 1.54 C olarak gerçekleşmesi SDS değerini ortalama 474 Derece-saat artırmıştır. Bu artış 30 yıl önceki ortalama düşünüldüğünde 112% anlamına gelmektedir.

5) *Karabük ili için derece-saat değerleri:* Karabük il için 30 yıllık dış sıcaklık verileri analiz edilerek IDS ve SDS değerleri belirlenmiştir. Maksimum, minimum ve ortalama derece-saat değerleri Tablo I'de verilmiştir. Maksimum ve Minimum değerlerin Ortalamadan ne düzeyde farklılık gösterdiği tabloda sunulmuştur. En iyi ve kötü senaryo için bu değerler hesaplamada kullanılabilir.



Şekil. 5. Karabük ili için SDS değerinin yıllara bağlı değişimi

TABLO III
KARABÜK İLİ İÇİN DERECE-SAAT DEĞERLERİ

IDS (22 °C referans)		
Maksimum	Ortalama	Minimum
92516	82529	76711
SDS (26 °C referans)		
Maksimum	Ortalama	Minimum
1135	644	173

II. KARABÜK İÇİN GENEL DEĞERLENDİRME

Karabük ili için modelin vermiş olduğu genel sonuçlar şu şekildedir. Model toplam konut sayısını, Karabük için 114634 olarak öngörmektedir. Modele göre ısıtılan konut sayısı 83568 iken geriye kalan 31066 konut ısıtılmamaktadır. Isıtılmayan konutlar genel olarak; satılık, kiralık, yazlık, oturulmayan yayla ve köy evlerinden oluşmaktadır. Isıtılmayan konutların toplam içindeki oranı %27.1 seviyesindedir. Kışın ısıtılmayan konut oranı tüm Türkiye'de Ordu ilinden sonra 12. sıradadır. Modele göre, Karabük için doğalgaz kullanım oranı tüm Türkiye'de 26. sırada olup %34.6 olarak vermektedir. Tüm ısıtma sistemleri değerlendirildiğinde Karabük ili için 1 kWh ısıtma için çevreye salınan CO_2 miktarı 315 gr olarak tespit edilmiştir. Isıtma için konutlardan yıllık 0.216 Milyon ton CO_2 salınmaktadır. Konutlarda ısıtma kaynaklı salınan toplam emisyon bağlamında 67. Sırada yer almaktadır. Soğutma bağlamında konutlarda kullanılan elektrik düşünüldüğünde yıllık bazda salınan emisyon miktarı 0.011 milyon ton CO_2 olmaktadır. Soğutma kaynaklı toplam emisyonlar düşünüldüğünde Türkiye'de 59. sırada yer almaktadır.

Karabük soğutma enerji gereksinimindeki artış bağlamında en yüksek 21. il olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde küresel ısınmanın etkisiyle uzun dönemli süreçte ısıtma enerji yüklerinde azalma bağlamında Trabzon ilinden sonra 17. il olarak karşımıza çıkmaktadır. 20 yıllık süreç göz önüne alındığında Karabük ilinin soğutma yükünde iletimle ısı transferi bağlamında % 51.8 oranında artış göstereceği öngörülmüştür. Soğutma bağlamında en yüksek artış, ilçe bağlamında Eskipazar ilçesinde gerçekleşeceği öngörülmüştür. Benzer biçimde enerji gereksiniminde 20 yıllık projeksiyonda % 0.55 değerinde bir azalma olacağı öngörülmüştür. Isıtma ve soğutma ünitelerinin seçiminde geleceğe dönük bir yaklaşım oluşturabilmek için bu çalışmada literatürde ilk kez Isıtma ve Soğutma Kapasite Değişim Katsayısı (IKDK ve SKDK) tanımlanmış ve aşağıda sunulmuştur.

$$IKDK(z) = \frac{IDS + YDK \times z}{IDS} \quad (1)$$

$$SKDK(z) = \frac{SDS + YDK \times z}{SDS} \quad (2)$$

Formüllerde IKDK, ısıtma kapasite değişim katsayısını; SKDK, soğutma kapasite değişim katsayısını; IDS, ısıtma derece-saati; SDS, soğutma derece-saati; YDK, yıllık ortalama değişim katsayısını ve 'z', cihazlar için kullanım süresini yıl olarak ifade etmektedir. Denklemde değişkenler girilerek kullanım imkânı vardır. Bu çalışmada Karabük için bu değerler tespit edilmiştir. 5 yıl, 10 yıl 20 yıllık IKDK ve SKDK değerleri hesaplanarak Tablo II'de verilmiştir. Bu katsayı cihaz seçiminde tüm hesaplamalardan sonra bir çarpım faktörü olarak dikkate alınacaktır. Ömür süresinde kapasitesinde olacak talep değişimi dikkate alınmış olacaktır.

TABLO IVV
KARABÜK İÇİN IKDK VE SKDK DEĞERLERİ

5 Yıllık		10 Yıllık		20 Yıllık	
IKDK	SKDK	IKDK	SKDK	IKDK	SKDK
0.9986	1.1295	0.9973	1.2590	0.9945	1.5180

III. SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'deki illerin ve ilçelerin ileriye dönük uzun dönemli Derece-saat değerlerinin tahminleri belirlenmiş olup bu çalışmada Karabük için örnek bir biçimde ortaya konmuştur. Derece-saat bağlamında uzun dönemli değişim fonksiyonları her il için çıkartılmıştır. Karabük özelinde bu fonksiyonlar kullanılarak gelecek 100 yıl için ileriye dönük tahminler ortaya konmuştur.

Bu çalışma ileriye dönük strateji oluşturan kuruluşlar için önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir. Öncelikli olarak binalarda ısıtma ve soğutma yüklerinin ileriye dönük tahmininde kullanılması mümkündür. Isıtma ve soğutma kaynaklı doğalgaz ve elektrik tüketimdeki değişimin tüm Türkiye bağlamında öngörülmesi sağlanabilmiştir. Bu çalışma baz alınarak ısıtma ve soğutma kaynaklı emisyonların tespiti sağlanmıştır. Ayrıca binalardaki enerji talebindeki değişim trendi tespit edilmiştir.

REFERENCES

[1] ONTARIO'S FIVE YEAR CLIMATE CHANGE ACTION PLAN 2016 - 2020

[2] C. Coşkun, M. Ertürk, Z. Oktay, İ. Dinçer. 'Aylık Bazda Saatlik Derece-Saat Değerlerinin Tespitini Mümkün Kılan Yeni Bir Yaklaşım'. *Makine Mühendisleri Odası, Tesisat Mühendisliği*, 2012. Eylül-Ekim s. 28-36.

[3] H. Bulut, O. Büyükalaca, T. Yılmaz. 'Akdeniz Bölgesi İçin Isıtma ve Soğutma Derece-Saat Değerlerinin Analizi'. *II. Ulusal İklimlendirme Kongresi Bildiriler Kitabı*, Antalya, 2007. 111-122.

[4] Ö. Kaynaklı ve R. Yamankaradeniz. 'Isıtma Süreci ve Optimum Yalıtım Kalınlığı Hesabı'. *Tesisat Mühendisliği Dergisi,* Mart-Nisan 2008, s. 22-25.

[5] T. Tuncer. 'Konutlarda Enerji Verimliliği Ve Derece Gün Bölgelerine Göre Farklı Malzemelerde Optimum Yalıtım Kalınlığının Tespiti'. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 2012, 136 s.

[6] M. Ertürk, C. Coşkun, Y. Çay, A. Koçyiğit, Z. Oktay 'Isıtma Amaçlı Enerji Değişiminin Karabük ili için Araştırılması', *Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi*, Vol. 1, No. 4, December 2012, DOI: 10.7596/taksad.v1i4 No:199-210.

[7] M. Ertürk, G. A. Kılıç, C. Coşkun, Z. Oktay, Y. Çay. 'İç Ortam Sıcaklıklarına Göre Isıtma ve Soğutma Amaçlı Enerji Değişiminin İzmir İli İçin Araştırılması'. *11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi* (s. 1531-1541), İzmir.

[8] U. T. Aksoy, B. Bektaş Ekici. 'TS 825 İklimsel Verilerinin Farklı Derece Gün Bölgeleri İçin Uygunluğunun Değerlendirilmesi'. *METU JFA*, 2013, 163-179

[9] Ş. Pusat, İ. Ekmekçi, A. C. Dündar, K. Ermiş, Y. Şen. 'İstanbul İçin Tipik Meteorolojik Yıl ve Derece-Saat Hesabı'. *2. Ulusal İklimlendirme Soğutma Eğitimi Sempozyumu ve Sergisi*, Balıkesir, 2014, 1-5.

[10] M. Ertürk, H. A. Kurt, A. Kılıç, S. Kaya. 'Isıtma ve Soğutma Derece Saat Hesaplamalarında Enlem-Boylam- Rakım İlişkisinin Marmara Bölgesi İçin Araştırılması'. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Kasım-Aralık 2015, Sayı 150, 36-52.

[11] S. Maçka Kalfa, Y. Yaşar, A. Pehlevan. 'Binaların Isıtma ve Soğutma Yükü Hesaplamalarında Kullanılan Statik Yöntemlerin Karşılaştırılması'. *Yalıtım*, Mart 2015, 70-78.

[12] A. Gülten, B. Bektaş Ekici. 'Isıtma ve Soğutma Derece Gün Sayısına Göre Değişen Optimum Yalıtım Kalınlığı Hesabı', 28-30 Mayıs 2015, ISBS, 854-857.

[13] M. Bahadır, A. Uzun, H. İ. Zeybek, İ. K. Hatipoğlu. 'Samsun İlinde Isıtma - Soğutma Gün Derecelerinin Analizi ve Yıllık Isınma Maliyetinin Hesaplanması'. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 2016, 173-185.

[14] A. N. Baytorun, S. Üstün, A. Akyüz. 'Farklı Isıtma-Derece-Gün (HDD) Değerlerine Bağlı Olarak Seralarda Isı Enerjisi Gereksiniminin Belirlenmesi'. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Aralık 2016, 119-128.

[15] M. Ertürk. 'Isıtma ve soğutma derece saat hesaplamalarında farklı bir yöntemin araştırılması ve geliştirilmesi'. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilimdalı, Balıkesir, Türkiye, 2012, 213 s.