



KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ 114 İLÇENİN ISITMA DERECE SAAT DEĞERİ HESAPLARI İÇİN YENİ BİR YÖNTEMİN ARAŞTIRILMASI

Calculation Of Heating Degree Hour Values of f 18 Provinces And Districts In The Black Sea Region By A Different Method

Enes Kahraman
Mustafa Ertürk
Ali Keçebaş
Yusuf Çay

ÖZET

Isıtma derece saat hesaplamalarında en az on yıllık saatlik bazda dış hava sıcaklığı meteoroloji veri setiyle hesaplamalar yapılmaktadır. Türkiye'de son on yıl düzenli olarak saatlik dış hava sıcaklıkları ölçüm sonuçlarına ulaşılamamaktadır. Kısmen ulaşılan ilçeler içinse her ilçe IDS değerlerini hesaplamak çok uzun sürmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de yedi bölge için yapılan çalışmalar sonucunda hata payı en az olan bölgelerden birisi Karadeniz bölgesi olması ve ilçe sayısının fazla olmasından dolayı bu bölge tercih edilmiştir. Karadeniz Bölgesindeki 18 ilin 20°C iç ortam referans sıcaklığına göre hesaplanmış IDS değerleri dikkate alınarak ilçe bazlı hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplamalarda 18 ilin enlem, rakım, boylam, hava hızı, bağıl nem dikkate alınarak çalışmalar yapılmıştır. Çalışmalarda rakım etkisinin IDS değerlerine etkisi Matlab yazılımıyla araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre 18 ilin IDS değeri rakım ilişkisi denklemi ortaya konulmuştur. Bu denklemin Regrasyon katsayısı 0,9012 bulunmuştur. Denklem model parametreleri baz alınarak Karadeniz bölgesindeki 209 ilçe için IDS değerleri ilk defa hesaplanmıştır. Ayrıca bu denklemdeki rakım parametresine istenilen değer yazıldığında her bir metre aralıklarla bu bölgedeki köy, mahalle vb yerleşim birimlerinde IDS değerleri, Regrasyon Katsayısı hassasiyetinde hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isıtma derece saat, ilçe bazlı ısıtma derece saat, Karadeniz bölgesi, rüzgar hızı, bağıl nem, rakım, IDS değerleri, regrasyon katsayısı

ABSTRACT

In heating degree hour calculations, calculations are made with the outdoor air temperature meteorology data set on an hourly basis of at least ten years. In the last decade in Turkey, the results of regular hourly measurement of outdoor temperatures cannot be found. For partially reached counties, it takes a long time to calculate each county's IDS value. In this study, as a result of the studies conducted for seven regions in Turkey, this region was preferred because one of the regions with the least margin of error was the Black Sea region and the number of districts was high. District-based calculations were made by taking into account the IDS values calculated according to the 20°C internal environment reference temperature of 18 provinces in the Black Sea Region. In these calculations, studies were carried out by taking into account the latitude, altitude, longitude, air velocity and relative humidity of 18 provinces. In the studies, the effect of altitude on IDS values was investigated with Matlab software. According to the results of the calculations, the equation of the IDS value altitude relationship of 18 provinces was revealed. The regression coefficient of this equation was found to be 0.9012. Based on the equation model parameters, IDS values for 209 districts in the Black Sea region were calculated for the first time. In addition, when the desired value is written in the altitude parameter in this equation, the IDS values in the villages, neighborhoods and other

settlements in this region were calculated with the precision of the Regression Coefficient at intervals of one meter.

Key Words: Heating temperature per hour, district-based heating degrees hour, Black Sea region, wind speed, relative humidity, altitude, heating degree hour values, Regression Coefficient

1. GİRİŞ

Küresel olarak artan insan sayısı ve gelir seviyesi, enerji olan ihtiyacı sürekli olarak artırmaktadır. Global enerji arzı, çoğunlukla fosil türü yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu durum baca gazı salınımlarını artırdığı için hava kirliliği ve küresel ısınma hızının artmasına neden olmaktadır. Enerji arzı, fosil kökenli yakıtların yeniden oluşma süresine göre çok hızlı artması bu yakıt miktarının rezervlerinin azalmasına neden olmaktadır[1]. Küresel olarak tüm ülkelerin, kısa, uzun dönemli enerji ihtiyacı, tüketimi için üretim ve tüketim modelleri için sistem tasarımı ve maliyetler için en önemli parametrelerden oluşmaktadır[2]. Isıtma, soğutma, iklimlendirme sistemleri hesaplamalarında, binalarda enerji analizi, hesaplamaları için iklim verileri en önemli parametrelerdir[3]. Bu veriler enerji analizi ve ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerinin analizi için yapılacak çalışmalarda sonuçların doğruluğu ve enerji verimliliği açısından sonuçların doğruluğu ve enerji verimliliği açısından son derece önem arz etmektedir[4]. Binalar ve iklimlendirme sistemleri için çeşitli enerji tahmin yöntemleriyle verdikleri sonuçların gerçeğe uygunlukları karmaşıklık derecelerine göre değişmektedir[5]. Derece zaman yöntemleriyle ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerinin kapasite hesaplamaları tahin edilmekte, doğalgaz taşıma ve iletim boru hatları boyutlandırılmakta, konutlarda ısıtma amaçlı yakıt miktarı, soğutma amaçlı elektrik tüketimi aylık ve sezonluk olarak belirlenmekte, ülke bazlı yıllık yakıt tüketimi hesaplanmakta, her il için ömür maliyet analizine göre optimum dış duvar yalıtım kalınlıkları hesaplanmakta, tarımda ekim, dikim, hasat zamanları belirlenip ürünün nerede yetiştirileceği belirlenmekte, zirai mücadelenin ise hangi günlerde olacağını tahmin edilmesinde kullanılmaktadır[6]. Literatürde ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri sezonluk olarak farklı iç ortam referans sıcaklıklarına göre hem Türkiye'deki şehirler [7-9] hem de dünyanın birçok şehirleri [10,11] için bulunmaktadır. Isıtma yükleri hesaplamalarında aylık hatta saatlik bazda derece-saat değerlerinin hesaplanması ayrıntılı analiz imkanı vermektedir. Isıtma ve soğutma sezonlarında her ayın herhangi bir zamanındaki veya iki zaman dilimi arasındaki yirmi dört saatlik derece-saat hesaplamaları Ankara için ısıtma, İzmir için soğutma amaçlı olarak ortaya konulmuştur[12]. Antalya ili içinde soğutma amaçlı çalışma yapılmıştır[13].

Isıtma Derece Saat (IDS) değeri her ildeki; kapalı hacimlerin ısıtma yüklerinin tahmininde, optimum yalıtım kalınlıklarının hesaplamalarında kullanılmaktadır. IDS değeri hesaplamalarında en önemli parametre en az on yıllık kayıt altına alınan saatlik bazda dış hava sıcaklığı veri setleridir. İl bazlı IDS değeri hesaplamaları 79 il için 11 farklı iç ortam referans sıcaklığına göre Ertürk'ün doktora tez çalışmasıyla ortaya konulmuştur. İl bazlı IDS değeri hesaplamaları bu ile bağlı tüm ilçelerde de aynı olarak kabul edilmesi ısıtma yükü hesaplamalarında ve optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında hatalı sonuçlara neden olmaktadır. Türkiye'de 81 ile bağlı 959 ilçe bulunmaktadır. Bu ilçelerin en az 10 yıllık kayıt altına alınan dış hava sıcaklığı verilerine ulaşım problemi bulunmaktadır. Bu verilere bazı ilçeler için ulaşılsa da IDS değerlerini hesaplamak çok uzun sürmektedir. Bu çalışmada Türkiye'de yedi bölge için coğrafik şartların ısıtma yüklerine etkisi araştırıldığı da hata payı en az olan bölgelerden birisi Karadeniz bölgesi olması ve ilçe sayısının fazla olmasından dolayı bu bölge olduğu tespit edilmiştir. Karadeniz Bölgesindeki 18 ilin 20°C iç ortam referans sıcaklığına göre hesaplanmış IDS değerleri dikkate alınarak ilçe bazlı hesaplamalar yapılmıştır. Literatürde bulunan IDS değerleri il merkezleri için sunulmuştur.

Karadeniz bölgesi için ilk defa yapılan bu çalışmanın literatüre katkıları;

- i. Karadeniz bölgesindeki 17 ilin IDS değeri baz alınarak bölgenin rakım-IDS değeri grafiği çıkartılıp bu grafiğe eğri uydurularak bölge denklemi ve regrasyon katsayısı 0,9012 olarak belirlenmiştir.

- ii. Karadeniz bölgesi 17 ili Rakım-IDS değeri yaklaşımla bu bölgedeki 194 ilçeye ait IDS değeri ayrı ayrı olmak üzere IDS değeri $\pm 0,0988$ hata payıyla tahmin edilmiştir.
- iii. Karadeniz bölgesi için ortaya konulan denklemle 194 ilçeye birlikte köy, kasaba vb yerleşim birimlerinin IDS değerleri tahmin edilebilir.
- iv. Bu bölgedeki her bir metre rakım farkıyla IDS değeri tahmin edilmesi bu bölgedeki ısıtma yükleri hesaplamalarında ve optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında daha hassas olarak yapılabilecektir.

2. HESAPLAMA YÖNTEMİ VE ANALİZ

Konutlarda insanların yaşam rahatlığının ve üretim tesislerinin konfor şartlarının sağlanması için ısıtma, soğutma, iklimlendirme vb işlemler oldukça önem arz etmektedir. Derece zaman hesaplama yöntemleriyle bu sistemlerin soğutma yükleri ve ısıtma yükleri bulunabilmektedir. Bunların yanı sıra yaz (soğutma) ve kış (ısıtma) sezonları belirlenmesinde, yaşam mahallerinin ısıtmada kullandıkları yakıt miktarlarının belirlenmesinde, doğalgaz boru çaplarının belirlenmesinde, optimum dış duvar yalıtım kalınlıklarının belirlenmesinde, tarımda ekme biçme işlemlerinin ve hasat zamanının belirlenmesinde, yumurtacı bıldırcın kümeslerinin ısıtma-soğutma hesaplamalarında, tarımda toprak verimliliğinin artması için verilecek zirai mücadelelerin planlamasında derece zaman yöntemleri kullanılmaktadır[12].

2.1 Derece-Zaman Yöntemlerinin Açıklanması

Yıllık ve aylık sıcaklık dağılımları küresel ısınmanın da etkisiyle her sene farklılık göstermekte ve önceki senelerle aynı değerlerde olmamaktadır. Bundan dolayı belirlenen herhangi bir iç ortam referans sıcaklığına bağlı gerçekleşen soğutma derece saat (SDS) değerleri farklılık göstermektedir. Bu SDS değerlerinin herhangi bir zaman diliminde aynı değere ulaşması pek mümkün değildir. Bu sebeple literatür de SDS ve IDS değerleri genellikle sezonluk olarak bulunmaktadır. Derece zaman hesaplama yöntemleri ile alakalı literatürde üç farklı (derece saat yöntemi, derece bin yöntemi ve derece gün yöntemi) yöntemin olduğu bilinmektedir[3-5].

2.2 Derece Bin Yöntemi

Derece bin yöntemi tasarlanan ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerinin verimlerinin farklılık gösterdiği, konutların kullanım şeklinin ve ısı kayıp katsayısının sabit olmadığı birçok alanda kullanılır. Bu yöntem ile aylık ve yıllık enerji harcamalarının belirlenmesi mümkündür. Bunun için sıcaklık aralıkları ve zaman aralıklarının ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir. Derece bin yöntemi hesaplamalarında denge noktası sıcaklığı (T_b), belirlenen bir sezon içerisinde (yıllık, aylık) bulunan dış hava sıcaklık değerinin ortalama değeri ($T_{o,i}$) ve hesaplamaların yapıldığı belirli bir sıcaklık aralığında geçen süre saat olarak ($N_{bin,i}$) tespit edilir. Enerji miktarının tespiti bu sıcaklık değerine göre tespit edilir. Bütün sıcaklık aralıklarındaki enerji miktarlarının toplamı ise toplam enerji sarfiyatını verir. Enerji miktarı " Q_{bin} " ile gösterilirken toplam enerji sarfiyatı " Q_{top} " şeklinde gösterilir.

$$Q_{bin,i} = N_{bin,i} \frac{K_{top}}{\eta} (T_b - T_{o,i})^{\pm} \quad (1)$$

$$Q_{top} = \sum_{i=1}^m Q_{bin,i} \quad (2)$$

Yukarıdaki formüllerde; binanın toplam ısı transfer katsayısı ' K_{top} [$W/m^2\text{°C}$]', ısıtma sisteminin verimi ' η ', sıcaklık aralık sayısı ise ' m ' ile gösterilmiştir.

2.3 Derece Gün Yöntemi

Derece gün yöntemi herhangi bir konumda ve yerde olduğu bilinen bir konutun yıllık enerji gereksiniminin tahmin edilmesinde tercih edilen en basit yollardan birisidir. Bina dışında kullanılan malzemelere ve duvarlarına ait ortalama ısı transfer katsayısı olan U değerleri kullanılarak binanın yıllık enerji gereksinimi kolaylıkla hesaplanabilir. Binanın dış cephe elemanlarının (çatı, duvar, pencere) toplam alanı A (m^2) ve ortalama ısı transfer katsayısı U (W/m^2K), derece gün sayısı (DGS).

Örneğin; bina dış kabuğu elemanlarına (duvarlar, çatı, döşeme) ait toplam alan 'A [m²]' ve ortalama ısı transfer katsayısı 'U [W/m²K]', derece gün sayısı ise 'DGS' şeklinde gösterilir. Binanın sabit konfor sıcaklık şartlarını sağlaması için gerekli olan enerji (Q) 'kWh' cinsinden 3 eşitliği ile hesaplanır.

$$Q=A \cdot (U /1000) \cdot (DGS) \quad (3)$$

Projesi ve inşaatı yapılmış bir konutun U değeri soğutma sezonu ve ısıtma sezonu için aynı alınabilmektedir. Ancak derece gün değerlerinin her sezon için ayrı ayrı hesaplanması gerekmektedir. Isıtma sezonu ve soğutma sezonu için ayrı ayrı hesaplanan derece gün değerleri, hesaplamaların yapıldığı bölgede kullanılan ısıtma ve soğutma sistem kapasitelerinin ve maliyetlerinin bulunabilmesi adına yüksek önem arz etmektedir.

Bu parametrelerin hesabında; karşılaştırılabilir ve ortak bir kullanım oluşturmak için Avrupa Birliği İstatistik Ofisi tarafından önerilen Isıtma Derece Gün (IDG) ve Soğutma Derece Gün (SDG) denklemleri aşağıda verilmiştir.

$$IDG = \sum_1^N (T_{ios} - T_{dhs}) \quad (4)$$

4 numaralı denklemle yapılan hesaplamalarda $T_{ios} > T_{dhs}$ olan günler dikkate alınır. Yani iç ortam referans sıcaklığının dış ortam referans sıcaklığından büyük olduğu günler kullanılır. Bu denklem ısıtma derece gün değerlerini verir.

$$SDG = \sum_1^M (T_{dhs} - T_{ios}) \quad (5)$$

5 numaralı denklemle yapılan hesaplamalarda ise $T_{dhs} > T_{ios}$ olan günler dikkate alınır. Yani dış ortam referans sıcaklığının iç ortam referans sıcaklığından yüksek olduğu günler kullanılır. Bu denklem soğutma derece gün değerlerini verir.

Denklemlerde; T_{dhs} günlük ortalama dış hava sıcaklığı, T_{ios} iç ortam denge sıcaklığını tanımlar. Isıtma dönemindeki toplam gün sayısı N, soğutma dönemindeki toplam gün sayısı M değerleri ile gösterilmektedir. Isıtma gereksinimi veya soğutma gereksinimi bulunmayan günler bu sayılara dahil edilmez.

2.4 Derece Saat Yöntemi

Kapalı hacimlerin ısıtma ve soğutma amaçlı enerji ihtiyacı derece saat yöntemiyle tahmin edilebilir. Derece saat yöntemi de derece gün yöntemi gibi kapalı bir hacmin ısıtma ve soğutma amaçlı enerji gereksinimi, dış hava sıcaklığı ve denge noktası sıcaklığı arasındaki farkla orantılıdır. Bu yöntemde ilk olarak belirlenen bir denge noktasına göre derece saat değerlerinin tespitinin yapılması gerekmektedir. Bu hesaplamalar için ise yıl içerisinde bulunan toplam saat (24x360) olan 8760 saatlik ölçüm değerlerinin elde edilmesi gerekir. Denge noktası sıcaklığı, bir kapalı hacimde soğutma ve ısıtma ihtiyacının bulunmadığı durumdaki dış hava sıcaklığıdır. Genellikle yalıtımsız bir bina için derece saat değerleri soğutmada 25 °C, ısıtmada ise 18°C denge sıcaklığı göz önüne alınarak hesaplanır. SDS ve IDS değerleri denklem 6 ve denklem 7'deki gibi hesaplanır[5].

$$IDS = (1 \text{ saat}) \sum_{\text{saatler}} (T_{ios} - T_{dhs})^+ \quad (6)$$

$$SDS = (1 \text{ saat}) \sum_{\text{saatler}} (T_{dhs} - T_{ios})^+ \quad (7)$$

Denklem 6-7'de + işareti görünen yerler sadece pozitif değerler ile hesaplama yapılacağını göstermektedir. SDS ve IDS'ler kullanılarak, yıllık ve aylık ısıtma enerjisi gereksinimi Q_i , soğutma enerjisi gereksinimi Q_s , kWh değeri cinsinden aşağıdaki denklem 8-9 yardımıyla hesaplanabilir

$$Q_i = \frac{K_{top}}{\eta} IDS \left(\frac{1}{1000} \right) \quad (8)$$

$$Q_s = \frac{K_{top}}{COP} SDS \left(\frac{1}{1000} \right) \quad (9)$$

Yukarıdaki denklemlerde binanın toplam ısı transfer katsayısı $K_{top}[W/°C]$, ısıtma sistemi verimi η , binada kullanılan soğutma sisteminin etkinlik katsayısı COP ile ifade edilir.

3. ENLEM BOYLAM, RÜZGAR HIZI, BAĞIL NEM VE RAKIMIN ISITMA DERECE SAAT DEĞERLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

Isı kaybı hesaplamalarında zamsız ısı kaybı hesaplaması yapıldıktan sonra farklı zamlar (işletme zammı, yükseklik zammı, kuzey cepheler için yön zammı vb) ilave edilerek zamlı ısı kayıpları hesaplanmaktadır. Rakımla ısıtma yükleri arasında doğru orantılı yaklaşımın olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada ısıtma yüküne rakım, enlem, boylam, rüzgar hızı etkisi ve bağıl nem değerleri ilişkisi araştırılmıştır. İllerin rakım değerleri valilik binalarının bulunduğu konumdan alınmaktadır. Valilik binalarının konumu değiştiğinde illerin rakım değerleri de değişmektedir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM) meteorolojik istasyonlarında dış hava kuru termometre sıcaklığı, rakım, enlem, boylam, bağıl nem ve rüzgar hızı eş zamanlı ölçülüp kayıt altına alınmaktadır. Bu çalışmada Ertürk'ün tez çalışmasında kullanmış olduğu meteorolojik ölçüm istasyonundaki dış hava kuru termometre sıcaklığı, rakım, enlem, boylam değerlerinin yanı sıra bağıl nem ve rüzgar hızı değerleri resmi yazıyla DMİGM'den temin edilmiştir. Türkiye de tüm illerin IDSD on bir farklı iç ortam referans sıcaklığına Ertürk'ün doktora teziyle literatüre kazandırılmıştır. Literatüre kazandırılan bu çalışmayla Karadeniz bölgesindeki 114 ilçenin IDSD'leri ortaya konulmuştur.

3.1 Derece Saat Hesaplamalarında Kullanılan Meteorolojik Veri Seti Özelliklerinin Açıklanması

Derece saat hesaplamalarında en az on yıl geçmiş yıllara ait saatlik olarak kayıt altına alınmış kuru termometre sıcaklıkları veri seti önem arz etmektedir. Bu veri setlerinde günün 24 saati, yılın her ayı için (30x24) 720 saat, aylık toplam ((720x12) 8760 saat olmak üzere kayıt altına alınan kuru termometre sıcaklıkları bulunmaktadır. Derece saat hesaplamalarında ne kadar geriye doğru geçmiş yıl verileri temin edilirse hesaplamalarda o denli hassas olmaktadır. Ertürk'ün tez çalışmasında kullanılan meteorolojik veri seti her il için 32 yıllık (32x8760) 280320 adet veri, Karadeniz bölgesindeki toplam 14 il için 3924480 adet veri bulunmaktadır.

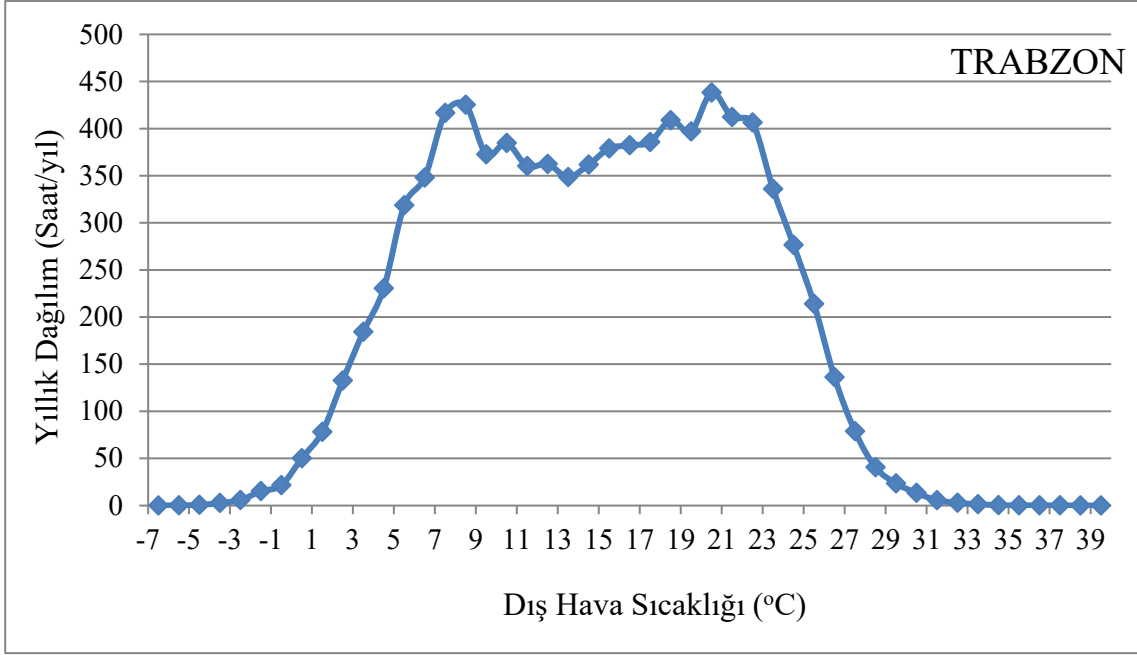
3.2 Dış Hava Sıcaklık Dağılımlarının Bulunması

Derece saat hesaplamalarında geçmiş yıllara ait yılın on iki ayı ve yıllık ortalama dış hava sıcaklık dağılımının bulunması gereklidir. Dış hava sıcaklık dağılımları tespitinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, DMİGM'den temin edilen meteorolojik ham veri seti kullanılmıştır. Karadeniz bölgesindeki 18 il için yapılan dış hava sıcaklık dağılımı Tablo 1'de örnek olarak Trabzon için verilmiştir. Tablo 1'de; birinci sütunda 1°C farkla DHS değerleri, aylar sütununda her ay için ortalama DHS değerleri o ay içerisinde toplamda görülen sıcaklıkların yüzde olarak sayısı 1°C farkla görülmekte, son sütunda ise 12 ayın ortalaması yıllık ortalama dış hava sıcaklık dağılımı (YODHSD) görülmektedir. Bu tabloda görüleceği üzere 1°C farkla yılın her ayı, YODHSD değerlerine göre maksimum ve minimum dış hava sıcaklık dağılımı (DHSD) değerleri kolaylıkla bulunabilmektedir.

Tablo.1 Trabzon Yıllık Ortalama Dış Hava Sıcaklık Dağılımı

DHS °C	TRABZON												YODHSD %Adet
	AYLIK VE YILLIK ORTALAMA DIŞ HAVA SICAKLIK DAĞILIMI (% ADET)												
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002381
0	0,05	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00722
0,07	0,20	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,031132
0,20	0,42	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,064972
0,45	1,12	0,24	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,173724
1,02	1,26	0,41	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,245016
2,14	2,92	1,11	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0,67	0,572387
3,22	4,22	1,69	0,07	0	0	0	0	0	0	0,13	1,37	0,891917	
5,08	6,67	3,06	0,23	0	0	0	0	0	0	0,41	2,72	1,514065	
7,20	7,96	4,83	0,71	0	0	0	0	0	0	0,80	3,74	2,102655	
8,36	9,09	6,70	0,87	0	0	0	0	0	0	1,59	4,95	2,630626	
10,51	11,00	10,28	1,85	0,01	0	0	0	0	0,11	2,73	7,16	3,637768	
9,93	10,58	12,14	3,08	0,04	0	0	0	0	0,20	3,66	8,05	3,973744	
10,53	9,94	13,57	6,70	0,32	0	0	0	0	0,58	5,25	10,19	4,756405	
10,01	7,96	11,18	9,69	1,21	0	0	0	0	0,97	6,60	10,65	4,855306	
7,62	4,88	6,93	11,03	1,90	0	0	0	0	1,39	7,45	9,84	4,254123	
5,80	3,93	5,38	12,92	3,74	0,04	0	0	0	3,22	8,38	9,28	4,391087	
4,36	3,22	3,91	10,25	5,69	0,10	0	0	0,20	4,58	9,52	7,53	4,112926	
3,14	2,55	3,59	9,33	8,38	0,39	0	0	0,76	6,18	9,54	5,80	4,138721	
2,70	2,02	2,90	6,86	10,11	0,99	0	0	1,23	7,95	9,09	3,91	3,97906	
2,25	1,85	2,45	5,47	11,28	2,24	0,06	0,01	2,59	9,96	8,00	3,41	4,130741	
1,53	1,89	1,85	4,56	11,73	4,33	0,17	0,10	4,40	11,25	7,50	2,59	4,325033	
1,34	1,73	1,63	3,41	11,44	6,30	0,59	0,65	6,46	11,12	5,70	2,01	4,365167	
0,96	1,44	1,34	2,76	9,84	8,90	1,63	1,47	8,35	10,25	4,23	1,67	4,404448	
0,80	0,96	1,20	2,39	7,81	11,80	3,79	3,56	10,54	8,82	3,09	1,26	4,66803	
0,38	0,74	0,89	1,62	5,53	12,44	6,10	5,67	11,31	6,65	2,14	0,91	4,532034	
0,20	0,52	0,79	1,42	4,27	13,45	9,92	9,19	12,10	5,86	1,60	0,71	5,003481	
0,11	0,32	0,64	1,14	2,48	11,40	12,53	11,61	11,34	3,57	0,91	0,42	4,705815	
0,07	0,21	0,38	0,95	1,79	10,02	14,15	14,07	10,30	2,70	0,64	0,39	4,639661	
0,01	0,14	0,29	0,82	0,91	7,14	13,92	12,91	7,47	1,84	0,44	0,13	3,836051	
0,00	0,09	0,18	0,53	0,65	4,95	12,76	12,10	5,07	1,21	0,26	0,07	3,156418	
0,00	0,05	0,09	0,40	0,37	2,99	9,89	10,86	3,61	0,87	0,15	0,02	2,44204	
0,00	0,02	0,07	0,29	0,23	1,46	6,10	7,80	2,23	0,33	0,10	0,01	1,554322	
0,00	0,00	0,05	0,17	0,12	0,56	3,74	4,80	1,13	0,17	0,05	0,00	0,898689	
0,00	0,00	0,02	0,08	0,06	0,26	2,07	2,42	0,53	0,09	0,03	0,00	0,462726	
0,00	0,00	0,01	0,08	0,02	0,11	1,29	1,47	0,17	0,05	0,01	0,00	0,267657	
0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,05	0,85	0,65	0,13	0,05	0,01	0,00	0,152833	
0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,03	0,29	0,31	0,05	0,01	0,00	0,00	0,063593	
0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,01	0,10	0,21	0,02	0,00	0,00	0,00	0,033072	
0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,015645	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,004023	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001843	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000723	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000723	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002381
0	0,05	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00722
0,07	0,20	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,031132
0,20	0,42	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0,08	0,064972	
0,45	1,12	0,24	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,24	0,173724	
1,02	1,26	0,41	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,20	0,245016	
2,14	2,92	1,11	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,67	0,572387	
3,22	4,22	1,69	0,07	0	0	0	0	0	0	0,13	1,37	0,891917	
5,08	6,67	3,06	0,23	0	0	0	0	0	0	0,41	2,72	1,514065	
7,20	7,96	4,83	0,71	0	0	0	0	0	0	0,80	3,74	2,102655	

Tablo1' deki dağılımların yıllık dış hava sıcaklık dağılım süreleri Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1' de minimum ve maksimum sıcaklıkların yıllık görülme saatleri verilmiştir. Bu şekilde yatay ekseninde minimum ve maksimum dış hava sıcaklıkları 3 °C düşey ekseninde yıllık sıcaklık dağılımı saat/yıl olarak görülmektedir.



Şekil.1 Trabzon Yıllık Ortalama Dış Hava Sıcaklık Dağılımı

3.3 KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ 114 İLÇENİN IDSD HESAPLANMASI

Derece saat değerlerinin hesaplanmasında İl merkezli hesaplamalar yapılmaktadır. İl merkezli hesaplamalarda DMİGM tarafından kayıt altına alınan il merkezli dış hava kuru termometre sıcaklıkları kullanılmaktadır. İlçe merkezli derece saat değerleri bulunmamaktadır. Bu çalışmada Karadeniz bölgesindeki tüm ilçelerin IDS değerlerinin hesaplanabilmesi için yeni bir yöntem geliştirilmiştir.

3.3.1 Geliştirilen Yöntemin Açıklanması

Derece saat değerlerinin hesaplanmasında il bazlı hesaplamalar yapılmaktadır. İl bazlı hesaplamalarda şehir merkezi dikkate alınmaktadır. Yapılan hesaplamalarda DMİGM tarafından kayıt altına alınan il merkezli dış hava kuru termometre sıcaklıkları kullanılmaktadır. Aynı ilde bulunan fakat rakım ve coğrafik farklılıklar içeren ilçeler bulunmaktadır. İlçe bazlı derece saat değerleri bulunmamaktadır. Bu çalışmada Türkiye'deki Karadeniz bölgesinde bulunan 17 ilin Rakım-IDS değeri ilişkisi formülize edilerek her ilde bulunan ilçelerin ve rakımı bilinen herhangi bir yerleşim biriminin IDS değerlerinin bulunması amaçlanmıştır. Ertürk'ün doktora tez çalışmasında DMİGM tarafından 79 il için elde edilen meteorolojik istasyonlara ait rakım, rüzgar hızı ve nispi nem değerleri resmi yazıyla istenerek yeni bir veri seti oluşturulmuştur. Ertürk tarafından 79 il merkezi için ortaya konulan IDS değeri ilçe merkezleri içinde kullanıldığında IDS değerinin hatalı seçilmesine neden olmaktadır. Karadeniz bölgesinde 17 il bulunmaktadır. Bu bölgede bulunan Giresun ilinin IDS değeri şehir merkezi dikkate alınarak 52927 olarak hesaplanmıştır. Giresun'da 14 ilçe bulunmaktadır. Şehir merkezine göre hesaplanan IDS değerini 14 ilçe için aynı almak çok büyük hatalara neden olacaktır. Öyle ki aynı ilde bulunan Espiye ilçesinin rakımı 9 m, IDS değeri 52057 iken Şebinkarahisar ilçesinin rakımı 1371 m, IDS değeri 95277 olması gereklidir. Yani Şebinkarahisar ilçesinin IDS değeri Espiye ilçesine göre 1,830 kat daha fazladır. Optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında Giresun ilinin IDS değeri 49036 olarak alınmaktadır. Bu durum Giresun il merkezi optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında doğru iken Şebinkarahisar ilçesi optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında bulunan yalıtım kalınlığının çok küçük seçilmesine neden olacaktır.

Bu örnekten yola çıkılarak Karadeniz bölgesindeki 14 ilin coğrafik şartları ayrıntılı olarak incelenerek rakım IDS değeri ilişkisi Karadeniz Bölgesi için formülize edilmiştir. Bu formülde model parametrelerden birisi olan rakım değiştirildiğinde 1m rakım farkıyla IDS değeri hesaplama yaklaşımı getirilmiştir.

3.3.1.1 IDS Değerlerine Enlem Boylam Rakım Bağlı Nem ve Rüzgar Hızı Etkisinin Araştırılması

Literatürde rakımla ısıtma yükleri doğru orantılı ilişki bulunmaktadır[15]. Bu çalışmada ısıtma enerji ihtiyacıyla rakım, enlem, boylam, bağıl nem ve rüzgar hızı etkisi araştırılmıştır. İllerin rakım değerleri valilik binalarının bulunduğu konumdan alınmaktadır. Valilik binalarının yeri değiştiğinde ilin rakım değerleri de değişmektedir. DMGM meteorolojik istasyonlarda dış hava kuru termometre sıcaklığı, rakım, enlem, boylam, bağıl nem ve rüzgar hızı eş zamanlı olarak ölçülüp kayıt altına alınmaktadır. Bu çalışmada Ertürk'ün tez çalışmasında kullanmış olduğu meteorolojik istasyondaki dış hava kuru termometre sıcaklığı, rakım, enlem, boylam, bağıl nem ve rüzgar hızı verileri resmi yazıyla temin edilmiştir.

3.3.1.1.1 Enlem

Yeryüzündeki herhangi bir noktanın Ekvator'a olan uzaklığının açı cinsinden değeridir. Enlemlerin en önemli etkilerinden biri Dünya'nın dönüş hızını etkilemeleridir. Toprağın yapısı ve bitki örtüsüne de etkileri olan enlemlere göre tarımda verimlilik de farklılık gösterir. Güneş'in yüksekliği, Güneş ışınlarının yeryüzüne ulaştığı açılar hakkında bilgiler veren enlemin gece ve gündüz sürelerindeki değişimler ile iklimlere de etkisi vardır. Akarsu rejimlerini ve deniz sularının tuzluluk özelliklerini de etkileyen enlemler, yerleşme biçimi, haritalardaki bozulma oranlarını ve nesnelerin gölge uzunluklarını da etkiler. İnsanların yaşam tarzları ve yerleşim yerlerine de etkisi olan enlem, hayvan çeşitliliğini de etkiler.

3.3.1.1.2 Boylam

Dünya'daki herhangi bir noktanın Başlangıç Meridyeni arasında kalan paralel yayının derece, dakika ve saniye cinsinden değeridir. Sıfır derece boylamının batısındaki çizgilere Batı Boylamı; doğusundaki çizgilere Doğu Boylamı adı verilir. Boylamın sadece zaman kavramına ve yerel saatlerin oluşumuna etkileri vardır. Boylamlar üzerindeki farklı yerlerdeki noktalar, yerel saatler arasındaki farklılıklara yol açar. Aynı boylam üzerindeki yerleşim yerlerinin veya noktaların yerel saatleri de aynıdır. Aynı paralel üzerinde bulunan boylamlar arası mesafeler değişmez. Bir alanın veya şehrin bulunduğu boylam yerel saatleri ve saat dilimlerini etkiler. Aynı enlemi kesen boylamlar sayesinde kestiği noktada Güneş'in doğuş ve batış saatleri hakkında veriler sağlanabilir. Güneş'in konumuna göre günün saati boylamlardaki farklılıklar dikkate alınarak tespit edilir.

3.3.1.1.3 Rakım

Rakım, herhangi bir nesnenin bilinen deniz seviyesine olan yüksekliğidir. Rakım yükseldikçe iklim koşulları farklılaşır. Bunun sebebi artan rakımın sıcaklık, nem, yağış, ve rüzgar hızı gibi iklim elemanları üzerindeki etkileridir. Aynı enlemde bulunan farklı yükseklikteki alanlarda farklı sıcaklıklar görülmekte olup deniz seviyesinden yüksekçe çıktıkça her 100 m kuru havada sıcaklık 1°C, nemli havada 0.6°C düşmektedir. Yüksek rakımda gece gündüz arası sıcaklık farkları yüksektir. Her yüz metrelik rakım artışında atmosfer sıcaklığında 0.6°C azalma gözlenmektedir. Ilıman iklim kuşağında, her hangi bir ekolojide rakımın artması sonucu atmosfer sıcaklığı azalmakta ve yağış miktarı artmaktadır. Hava akımı yüksek rakımlı bölgelerden geçerken taşımış olduğu nemin büyük bir kısmını yağış şeklinde bırakmaktadır.

3.3.1.1.4 Bağıl Nem

Bağıl nem, havada bulunan su buharına ait kısmi basıncın, aynı sıcaklıktaki suyun denge buhar basıncına oranıdır. Başka bir deyişle bağıl nem, havanın belirli bir sıcaklıkta taşıyabileceği nem miktarının yüzde kaçını taşıdığını belirtir. Bağıl nem sıcaklık ile ters orantılıdır aynı zamanda bağıl nem çöl gibi kurak yerlerde az, ekvatorial bölge ve deniz kıyıları gibi yerlerde fazladır.

3.3.1.1.5 Rüzgar Hızı

Rüzgar hızını etkileyen en önemli faktörlerden en önemlisi, farklı yerlerde meydana gelen atmosferik basınçtaki dereceli bir eşitsizlik tarafından oluşturulan basınç gradyanıdır. Genellikle, basınç her iki nokta arasında kademeli olarak artar. Basınçtaki fark arttıkça rüzgar hızı da artar. Bu nedenle, kısa bir

mesafe boyunca basınçta büyük bir değişiklik yaşayan alanlar, genellikle değişimin daha kademeli olduğu alanlardan daha yüksek rüzgar hızlarına sahip olacaktır.

3.4. Meteorolojik Veri Setinin Tanıtılması

Yalıtımsız bir binada dış hava sıcaklığı 18°C, yalıtımlı binada dış hava sıcaklığı 15°C olması durumunda ısınma ihtiyacı ortaya çıkmaktadır[14]. Bu çalışmada tüm binaların yalıtımsız olduğu, dış hava sıcaklığının 18°C olduğu varsayılmıştır.

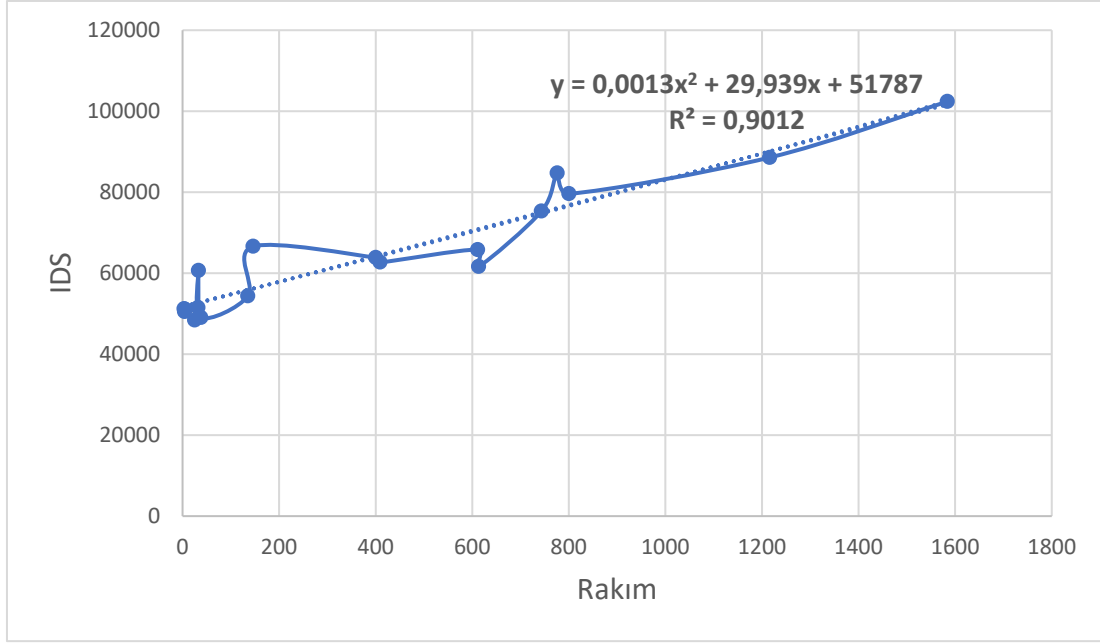
3.5 Karadeniz Bölgesindeki İllerin Coğrafik Şartların Ve IDSD Açıklanması

Ertürk'ün doktora tez çalışmasında Karadeniz bölgesindeki 14 il merkezi için dış hava sıcaklık veri istasyonları belirlenmiştir. Bu istasyonlarda bu illere ait enlem, rakım, boylam, yıllık ortalama rüzgar hızı, yıllık ortalama bağıl nem değerleride kayıt altına alınan veriler resmi yazıyla temin edilmiştir. Bu veriler ve iç ortam referans sıcaklığı 20°C'na göre hesaplanmış IDSD Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo.2 Karadeniz Bölgesindeki 14 İle Ait Veri ve IDSD

İLLER	ENLEM [derece-dk]	BOYLAM [derece-dk]	RAKIM [m]	NEM [%]	RÜZGAR HIZI [m/s]	IDS [°C-saat]
RİZE	41,040	40,501	3	75,66	1,33	51192
SAMSUN	41,344	36,256	4	73,65	2,32	50486
ORDU	40,984	37,886	5	72,48	1,60	51032
TRABZON	40,999	39,765	25	71,46	2,25	48393
SİNOP	42,030	35,155	32	74,32	2,89	51462
BARTIN	41,625	32,357	33	78,88	1,32	60656
GİRESUN	40,923	38,388	38	73,77	1,21	49036
ZONGULDAK	41,449	31,778	135	69,16	2,44	54375
DÜZCE	40,844	31,149	146	75,01	0,96	66610
KARABÜK	41,196	32,621	400	66,99	0,97	63840
AMASYA	40,667	35,835	409	58,14	1,51	62694
TOKAT	40,331	36,558	611	62,90	2,08	65801
ARTVİN	41,175	41,819	613	64,94	1,60	61628
BOLU	40,733	31,602	743	72,87	1,35	75289
ÇORUM	40,546	34,936	776	69,28	1,77	84701
KASTAMONU	41,371	33,776	800	69,08	1,31	79632
GÜMÜŞHANE	40,460	39,465	1216	64,99	1,62	88569
BAYBURT	40,255	40,221	1584	61,49	1,88	102401

Tablo 2' de Karadeniz bölgesi için rakım-IDSD grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Bu grafiğe eğri uydurularak Denklem 10 elde edilmiştir. Bu elde edilen denklemin sadece Karadeniz bölgesindeki illeri kapsayıp, rakımın ne kadar artarsa, IDS değerlerinin de o oranda artacağı regresyon katsayısındaki yakınsama doğruluğunda IDS değeri gösterilmiştir.



Şekil.2 Karadeniz Bölgesi IDS- rakım ilişkisi

$$y = 0,0013x^2 + 29,939x + 51787 \quad (10)$$

Denklem 10'un regresyon katsayısı 0,9012 olarak hesaplanmıştır. Visual basic tabanlı hazırlanan yazılıma Denklem 10 aktarılarak IDS değeri y, rakım ise x olarak işlenmiştir. İlçe bazlı IDS değeri hesaplamalarında Denklem 10 kullanılmıştır.

3.6 Karadeniz Bölgesindeki 114 İlçenin IDS Değerlerinin Hesaplanması

Karadeniz bölgesinde 14 ile bağlı 114 ilçe bulunmaktadır. 114 ilçeye ait rakım değerleri DMİGM'den resmi yazıyla istenmiştir. Her ilçe için rakım değerleri yazılıma intikal ettirilerek Denklem 10'dan o ilçeye ait IDS değeri hesaplanmıştır. Optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında her ilin IDS değeri dikkate alınarak yapılmaktadır. Bu çalışmada ilçe bazlı IDS değerine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarının ne kadar önemli bir çalışma olacağı Tablo 3' de ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur.

3.6.1 Rize İlçe Bazlı IDS Değeri

Denklem 10'daki Rize ilçelerine ait x (rakım) değerleri yazılıma girildiğinde Tablo 3'teki bu ilçe için 12 ilçenin IDS değeri tahmin edilmiştir. Rakımları girilen iller için yapılan çalışmada elde edilen formülle bulunan ilçelerin IDS değeri tabloda gösterilmiştir. Rize ilçelerinde Rakım arttıkça IDS değerlerinin arttığı görülmektedir. İlçelerin rakım değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralandığında rakımı 3m ile en düşük olan Ardeşen ilçesinin IDS değerinin 51192 olacağı, en yüksek rakıma (554m) sahip olan İkizdere ilçesinde IDS değerinin 68772 olacağı tahmin edilmiştir. Hemşin ilçesinin IDS değeri olmadığı için Rize il merkezi IDS değerine göre optimum yalıtım kalınlığı seçilmektedir. Bu durum Çamlıhemşindeki yalıtım kalınlığının %20 küçük seçilmesine neden olmaktadır.

Tablo.3 Rize ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
RİZE	3	51192
Ardeşen	5	51937
Pazar	5	51937
Fındıklı	7	51997
İyidere	7	51997
Çayeli	13	52176
Rize Merkez	14	52206
Derepazarı	18	52326
Kalkandere	128	55640
Güneysu	165	56762
Çamlıhemşin	298	60824
Hemşin	316	61378
İkizdere	554	68772

3.6.2 Samsun İlçe Bazlı IDS Değeri

Samsun iline ait 17 ilçe bulunmaktadır. Bu ilçeleri rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo'4 te verilmiştir. Bu tabloda Ballica ilçesinin 7 m rakımda IDS değerinin 51907 olacağı, Ladik ilçesinde 924 rakımda IDS değerinin 80561 olacağı tahmin edilmiştir. Küçükten büyüğe ilçelerin rakım değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sıralandığında rakımı 3m ile en düşük olan Ardeşen ilçesinin IDS değerinin 51192 olacağı, en yüksek rakıma (554m) sahip olan İkizdere ilçesinde IDS değerinin 68772 olacağı tahmin edilmiştir. Samsun'a bağlı Ladik ilçesinin IDS değerinin olmadığı için Samsun il merkezi IDS değerine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplamaları yapılmaktadır. Bu durum Ladikte'ki yalıtım kalınlığının (80561/51907) %55 oranında küçük seçilmesi Ladik ilçesinde yakıt tüketimini %55 oranında artacağı tahmin edilmiştir.

Tablo.4 Samsun ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
SAMSUN	4	51907
Ballica	7	51997
Terme	10	52087
Yakakent	16	52266
Tekkeköy	19	52356
Bafra	25	52536
Çarşamba	27	52596
Atakum	61	53618
Canik	61	53618
İlkadım	61	53618
Alaçam	63	53678
Ayvacık	78	54130
Salıpazarı	84	54311
Vezirköprü	348	62363
Kavak	569	69243
Havza	632	71228
Asarcık	797	76474
Ladik	924	80561

3.6.3 Ordu İlçe Bazlı IDS Değerleri

Orduya ait 19 ilçe bulunmaktadır. 19 ilçenin rakım-IDSD ilişkisi Tablo'6 da verilmiştir. Bu tabloda Merkez ilçesi 7 m rakımda IDS Değerinin 51967 olacağı, Akkuş ilçesinde 1281 m rakımda IDSD'nin 92272 olacağı görülmektedir. Literatürde Ordu ilçesine ait IDS Değeri bulunmamaktadır. Akkuş ilçesinde Ordu merkeze göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında %78 tüketiminde aynı oranda artacağı tahmin edilmiştir.

Tablo.5 Ordu ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
ORDU	5	51937
Ordu Merkez	6	51967
Perşembe	9	52057
Ünye	10	52087
Gülyalı	12	52146
Fatsa	13	52176
İkizce	140	56004
Çatalpınar	146	56186
Kabataş	446	65398
Kumru	459	65803
Karadüz(Kabadüz)	578	69526
Çamaş	587	69809
Ulubey	597	70124
Aybastı	741	74686
Çaybaşı	757	75196
Korgan	770	75611
Gölköy	825	77371
Mesudiye	1114	86752
Gürgentepe	1236	90778
Akkuş	1281	92272

3.6.4 Trabzon İlçe Bazlı IDS Değeri

Trabzon'a bağlı 19 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo 6' da verilmiştir. Bu tabloda Araklı ilçesi 25 m rakımda IDS değerinin 52536 olacağı, Düzköy ilçesinde 779 m rakımda IDS Değerinin 75898 olacağı verilmiştir. Literatürde Trabzon ilçerine ait IDS değeri çalışması bulunmamaktadır. Düzköy ilçesinde Trabzon merkeze göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında %45 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini %45 artıracaktır tahmin edilmiştir.

Tablo.6 Trabzon ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
TRABZON	25	52536
Araklı	7	51997
Of	9	52057
Beşikdüzü	10	52087
Çarşıbaşı	10	52087
Sürmene	10	52087
Akçaabat	11	52116
Vakfikebir	12	52146
Yomra	14	52206
Arsin	21	52416
Trabzon Merkez	49	53257
Hayrat	176	57097
Dernekpazarı	200	57827
Köprübaşı	303	60978
Çaykara	309	61162
Şalpazarı	335	61962
Maçka	351	62456
Tonya	733	74431
Düzköy	779	75898

3.6.5 Sinop İlçe Bazlı IDS Değerleri

Sinop iline bağlı 9 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS Değeri ilişkisi Tablo'7 de verilmiştir. Bu tabloda Ayancık ilçesi 11 m rakımda IDS değerinin 52116 olacağı, Saraydüzü ilçesinde 423 m rakımda IDS değerinin 64684 olacağı görülmektedir. Literatürde Sinop ilçesine ait IDS değeri çalışması bulunmamaktadır. Saraydüzü ilçesinde merkeze göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında %13 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini %13 artıracaktır tahmin edilmiştir.

Tablo.7 Sinop ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
SİNOP	32	51462
Ayancık	11	52116
Türkeli	11	52116
Sinop Merkez	28	52626
Gerze	43	53077
Erfelek	186	57401
Dikmen	192	57583
Durağan	219	58406
Boyabat	328	61747
Saraydüzü	423	64684

3.6.6 Bartın İlçe Bazlı IDS Değerleri

Bartın 4 ilçeye sahiptir. Bu ilçelere ait rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo'8 de verilmiştir. Bu tabloda Bartın 33m rakımda IDS değerinin 52776 olacağı, Ulus ilçesinde 179 m rakımda IDS değerinin 57188 olacağı görülmektedir. Ulus ilçesinin Bartın'a göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 8 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini % 8artıracaktır tahmin edilmiştir.

Tablo.8 Bartın ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
BARTIN	33	52776
Bartın Merkez	10	52087
Kurucaşile	13	52176
Amasra	14	52206
Ulus	179	57188

3.6.7 Giresun İlçe Bazlı IDS Değerleri

Giresun iline bağlı 15 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo 9' da verilmiştir. Bu tabloda Giresun şehir merkezinde rakım 38 m'de IDS değerininin 49036 olacağı, Alucra ilçesinde 1475 m rakımda IDS değerinin 98775 olacağı görülmektedir. Literatürde Giresuna ait 15 ilçenin IDS değerleri bulunmamaktadır. Alucra ilçesinin Giresun şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 200 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini %200 artıracaktır tahmin edilmiştir.

Tablo.9 Giresun İli ve İlçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
GİRESUN	38	49036
Espiye	9	52057
Görece	10	52087
Eynesil	11	52116
Bulancağ	16	52266
Piraziz	17	52296
Tirebolu	18	52326
Keşap	29	52656
Giresun Merkez	40	52987
Çanakçı	184	57340
Doğankent	194	57644
Dereeli	273	60057
Güce	342	62178
Çamoluk	1134	87410
Şebinkarahisar	1371	95277
Alucra	1475	98775

3.6.8 Zonguldak İlçe Bazlı IDS Değerleri

Zonguldak 6 ilçeye sahiptir. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo 10'da verilmiştir. Bu tabloda Zonguldak şehir merkezinde rakım 1358 m'de IDS değerinin 54375 olacağı, Karadeniz Ereğli ilçesinde 286 m rakımda IDS değerinin 60456 olacağı görülmektedir. Literatürde Zonguldak ilçelerine IDS değerleri bulunmamaktadır. Karadeniz Ereğli ilçesinin Zonguldak şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 11 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini %11 artıracığı tahmin edilmiştir.

Tablo.10 Zonguldak ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
ZONGULDAK	135	54375
Alaplı	15	52236
Zonguldak Merkez	16	52266
Çaycuma	36	52866
Gökçebey	65	53739
Devrek	91	54522
Karadeniz Ereğli	286	60456

3.6.9 Düzce İlçe Bazlı IDS Değerleri

Düzceye bağlı 9 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo 11'de verilmiştir. Bu tabloda Düzce şehir merkezinde rakım 146 m'de IDS değerinin 56186 olacağı, Akçakoca'da 10m rakımda IDS değerinin 52087 olacağı görülmektedir. Literatürde Düzce ilçelerine IDS değerleri bulunmamaktadır. Akçakoca ilçesinin Düzce şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 7 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.11 Düzce ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
DÜZCE	146	56186
Akçakoca	10	52087
Gölyaka	130	55701
Cumayeri	132	55762
Düzce Merkez	153	56398
Gümüşova	170	56914
Çilimli	190	57522
Kaynaşlı	296	60763
Yığılca	331	61839

3.6.10 Karabük İlçe Bazlı IDS Değerleri

Karabük 6 ilçeye sahiptir. Bu ilçelerin rakım-IDS değerleri ilişkisi Tablo 12'de verilmiştir. Bu tabloda Karabük şehir merkezinde rakım 400 m'de IDS değerinin 63840 olacağı, Yenice ilçesinde 141m IDS değerinin 56034 olacağı görülmektedir. Yenice ilçesinin Karabük şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 13 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.12 Karabük ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
KARABÜK	400	63840
Yenice	141	56034
Karabük Merkez	261	59690
Safranbolu	504	67206
Eskipazar	747	74877
Eflani	909	80076
Ovacık	1135	87442

3.6.11 Amasya İlçe Bazlı IDS Değerleri

Amasya iline bağlı 7 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo'13 de verilmiştir. Bu tabloda Amasya şehir merkezinde rakım 409 m'de IDS değerinin 62694 olacağı, Taşova ilçesinde 241m'de IDS değerinin % 6 azalarak 59078 olacağı görülmektedir. Taşova ilçesinin Amasya şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 6 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.13 Amasya ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
AMASYA	409	62694
Taşova	241	59078
Amasya Merkez	405	64126
Göynücek	523	67801
Suluova	551	68678
Hamamözü	687	72969
Merzifon	741	74686
Gümüşhacıköy	819	77179

3.6.12 Tokat İlçe Bazlı IDS Değerleri

Tokat iline bağlı 12 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo'14' te verilmiştir. Bu tabloda Tokat şehir merkezinde rakım 611 m'de IDS değerinin 65801 olacağı, Erbaa ilçesinde 235m rakımda IDS değerinin % 12 azalarak 58894 olacağı görülmektedir. Erbaa ilçesinin Tokat şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 6 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.14 Tokat ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
TOKAT	611	65801
Erbaa	235	58894
Niksar	359	62703
Reşadiye	522	67769
Turhal	536	68208
Pazar	574	69400
Tokat Merkez	613	70628
Zile	740	74654
Almus	852	78239
Sulusaray	1036	84199
Yeşilyurt	1080	85637
Artova	1189	89222
Başçiftlik	1567	101894

3.6.12 Artvin İlçe Bazlı IDS Değerleri

Artvin iline bağlı 8 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo15' te verilmiştir. Bu tabloda Artvin şehir merkezinde rakım 613 m'de IDS değeri 61628 olacağı, Arhavi ilçesinde 7 m rakımda IDS değerinin % 19 azalarak 51997 olacağı görülmektedir. Arhavi ilçesinin Artvin şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 19 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.15 Artvin ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
ARTVİN	613	61628
Arhavi	7	51997
Hopa	8	52027
Borçka	124	55519
Ardanuç	486	66644
Artvin Merkez	524	67832
Yusufeli	601	70250
Murgul(Göktaş)	952	81467
Şavşat	1108	86555

3.6.13 Bolu İlçe Bazlı IDS Değerleri

Bolu iline bağlı 9 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo'16 da verilmiştir. Bu tabloda Bolu şehir merkezinde rakım 743 m'de IDS değerinin 75289 olacağı, Gerede ilçesinde 1331 m rakımda IDS değerinin 93939 olacağı görülmektedir. Literatürde Boluya ait 9 ilçenin IDS değerleri bulunmamaktadır. Gerede ilçesinin Bolu şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 124 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini %124 artıracığı tahmin edilmiştir.

Tablo.16 Bolu ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
BOLU	743	75289
Mengen	615	70691
Bolu Merkez	733	74431
Göynük	747	74877
Seben	754	75100
Mudurnu	872	78882
Yeniçağa	1001	83059
Dörtdivan	1166	88463
Kıbrısık	1308	93171
Gerede	1331	93939

3.6.14 Çorum İlçe Bazlı IDS Değerleri

Çorum iline bağlı 14 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo17' de verilmiştir. Bu tabloda Çorum şehir merkezinde rakım 776 m'de IDS değerinin 84701 olacağı, Oğuzlar ilçesinde 60 m rakımda IDS değerinin % 158 azalarak 53588 olacağı görülmektedir. Oğuzlar ilçesinin Çorum şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 158 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.17 Çorum ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
ÇORUM	776	84701
Oğuzlar(Karaören)	60	53588
Kargı	396	63847
Osmancık	419	64560
Dodurga	592	69966
Bayat	697	73286
Laçın	715	73858
İskilip	730	74335
Sungurlu	761	75323
Çorum Merkez	806	76762
Uğurludağ	809	76858
Ortaköy	811	76923
Mecitözü	813	76987
Alaca	921	80464
Boğazkale	1014	83482

3.6.15 Kastamonu İlçe Bazlı IDS Değerleri

Çorum iline bağlı 20 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo18' de verilmiştir. Bu tabloda Kastamonu şehir merkezinde rakım 800 m'de IDS değerinin 79632 olacağı, İnebolu ilçesinde 11 m rakımda IDS değerinin % 152 azalarak 52116 olacağı görülmektedir. İnebolu ilçesinin Kastamonu şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında yalıtım kalınlığının % 158 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.18 Kastamonu ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
KASTAMONU	800	79632
İnebolu	11	52116
Çatalzeytin	12	52146
Abana	14	52206
Doğanyurt	19	52356
Cide	23	52476
Bozkurt	42	53047
Şenpazar	378	63290
Hanönü(Gökçeağaç)	462	65896
Taşköprü	556	68835
Pınarbaşı	671	72461
Araç	677	72652
Kastamonu Merkez	784	76058
Tosya	837	77757
Azdavay	839	77821
Daday	866	78689
İhsangazi	869	78786
Küre	981	82408
Seydiler	1032	84069
Devrekani	1082	85703
Ağlı	1169	88562

3.6.16 Gümüşhane İlçe Bazlı IDS Değeri

Gümüşhane iline bağlı 4 ilçe vardır. Bu ilçelerin rakım-IDS ilişkisi Tablo19' da verilmiştir. Bu tabloda Gümüşhane şehir merkezinde rakım 1216 m'de IDS değerinin 88569 olacağı, Kürtün ilçesinde 593 m rakımda IDS değerinin % 27 azalarak 69998 olacağı görülmektedir. Kürtün ilçesinin Gümüşhane şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında yalıtım kalınlığının % 27 daha büyük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında geri ödeme sürelerini uzatacaktır.

Tablo.19 Gümüşhane ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
GÜMÜŞHANE	1216	88569
Kürtün	593	69998
Torul	940	81078
Gümüşhane Merkez	1189	89222
Şiran	1407	96485
Kelkit	1408	96518
Köse	1575	102166

3.6.17 Bayburt İlçe Bazlı IDS Değerleri

Bayburt 3 ilçeye sahiptir. Bu ilçelerin rakım-IDS değeri ilişkisi Tablo'20 de verilmiştir. Bu tabloda Bayburt şehir merkezinde rakım 1584 m'de IDS değerinin 102401 olacağı, Demirözü ilçesinde 1684 m rakımda IDS değerinin 105891 olacağı görülmektedir. Literatürde Gümüşhaneye ait 3 ilçenin IDS değerleri bulunmamaktadır. Demirözü ilçesinin Bayburt şehir merkezine göre optimum yalıtım kalınlığı hesaplaması yapıldığında % 3 daha küçük seçilmesine neden olacaktır. Bu durum yakıt tüketimini % 3artıracağı tahmin edilmiştir.

Tablo.20 Giresun ili ve ilçeleri IDS değerleri

İL/İLÇE	RAKIM (m)	IDS (derece-saat)
Bayburt	1584	102401
Bayburt Merkez	1554	101452
Aydıntepe	1623	103802
Demirözü	1684	105891

BÖLÜM. 4 SONUÇ VE ÖNERİLER

Karadeniz bölgesindeki 17 ilin Rakım-IDS değeri ilişkisi formülize edilerek her ilde bulunan ilçelerin IDS değerleri ilk defa bu çalışmayla ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Küçükten büyüğe rakım-IDS değerleri araştırma sonuçlarına göre; Rize rakımı 3m ile 554 m arasında değişen 12 ilçeye sahiptir. Samsun rakımı 4 m ile 924 m arasında değişmektedir. Ordu ile 5-1281 m rakımlı 19 ilçeye sahiptir. Trabzon 25-779 m rakıma sahip 19 ilçeye sahiptir. Sinop'un 32-423 m rakımlı 19 ilçesi vardır. Bartın 33-179 m rakıma sahip 4 ilçesi vardır. Giresun'un 38-1475 m rakımlı 15 ilçesi vardır. Zonguldak 135-286m rakıma sahip 6 ilçesi vardır. Rize, Samsun, Ordu, Trabzon, Sinop, Bartın, Giresun ve Zonguldak'ın il merkezi baz alınarak IDS değeri hesaplamalarında rakım genelde il merkezlerinde küçüktür. Bu durum optimum yalıtım kalınlığı hesaplamalarında yalıtım kalınlığının küçük seçilmesine neden olması bu illere bağlı ilçelerde yakıt tüketimin artıracığı tahmin edilmiştir. Düzce, Karabük, Amasya, Tokat, Artvin, Kastamonu, Gümüşhane ve Bayburt illeri için rakım-IDS değeri araştırma sonuçlarına göre genelde il merkezleri rakım değerleri büyük olup ilçeler içinde daha küçüktür. Rakıma bağlı bu ilçelerin IDS değerleri küçük olarak tahmin edilmiştir. Bu durum il merkezleriyle ilçelerin IDS değerleri aynı seçilmesi gereğinden optimum yalıtım kalınlığının büyük seçilmesine neden olduğu gibi optimum yalıtım kalınlığı geri ödeme sürelerini de artırmaktadır. Literatüre getirilen bu yaklaşımla;

Karadeniz bölgesinde 1 m rakım farkıyla tüm köy, kasaba ve mahallelerin IDS değerleri tahmin edilebilecektir.

Karadeniz bölgesi için literature sunulan bu çalışma Türkiyedeki 6 bölge içinde yapılırsa bu bölgedeki tüm ilçe, köy kasaba ve mahallelerinde IDS değerleri tahmin edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Ertürk, Mustafa . "Dış Hava Sıcaklığındaki Değişimin Soğutma Enerji Talebine Ve Küresel Isınmaya Etkisinin Düzce İli İçin Araştırılması". Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi 7 (1) :895-903. (2019).
- [2] Dılmaç Kesen., "A comparison of new turkish thermal insulation in building", Energy and Building, 35 (2) :161-174, (2003).
- [3] Bulut, H., Büyükalaca O., Yılmaz T., Aktacı M. A., "GAP bölgesi için detaylı iklim verileri", GAP IV. Mühendislik Kongresi, Harran Üniversitesi, 183-191,(2002).
- [4] Büyükalaca O., Bulut H., Yılmaz T., "Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey", Applied Energy, 69(4): 269-283, (2001).
- [5] Bulut H., Büyükalaca O., Yılmaz T., "New Outdoor Cooling Design Data for Turkey", Energy, 27(10): 923-946 (2002).
- [6] Coşkun C., Oktay Z., Ertürk M., "Konutların ısıtma sezonunda seçilen iç ortama sıcaklık parameteresinin enerji-maliyet-çevre açısından değerlendirilmesi ve bir uygulama örneği", IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 529-538, (2009).
- [7] Satman A., Yalcinkaya N., "Heating and cooling degree-hours for Turkey", Energy, 24(10): 833-40, (1999).



- [8] Coskun C., "A novel approach to degree-hour calculation: Indoor and outdoor reference temperature based degree-hour calculation" *Energy*, 35(6): 2455-2460, (2010).
- [9] Oktay Z., Coskun C., Dincer I., "A new approach for predicting cooling degree hours and energy requirements in buildings", *Energy*, 36(8): 4855-4863, (2011).
- [10] Papakostas, K., Kyriakis, N. "Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece" *Renewable Energy*, 30(12): 1873-1880, (2005).
- [11] Badescu V., Zamfir E., "Degree-days, degree-hours and ambient temperature bin data from monthly-average temperatures (Romania)", *Energy Conversion and Management* 40 (8): 885-900, (1999).
- [12] Ertürk M., "Isıtma ve soğutma derece saat hesaplamalarında farklı bir yöntemin araştırılması ve geliştirilmesi". Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği, (2012).
- [13] Coskun C., Ertürk M., Oktay Z., Dinçer İ., "Aylık bazda saatlik derece-saat değerlerinin tespitini mümkün kılan yeni bir yaklaşım", *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 31: 28-36, (2012).
- [14] Ertürk M., Çay Y., "Soğutma derece-saat yöntemini kullanarak bina soğutma yüklerinin hesaplanması", *Politeknik Dergisi*, 24(2): 723-732, (2021).
- [15] Papada, Lefkothea & Kaliampakos, Dimitris, 2016. "Developing the energy profile of mountainous areas," *Energy*, Elsevier, vol. 107(C), pages 205-214.

ÖZGEÇMİŞ

Enes KAHRAMAN

1993 yılı Sakarya' da dünyaya gelmiştir. İlk, orta, lise öğrenimlerini Sakarya ili Sapanca ilçesinde tamamlamıştır. 2018 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2019 yılından beri Sakarya Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğünde 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.

Ali KEÇEBAŞ

1980 yılında Fethiye'de doğmuştur. 2003'te Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü'nden lisans mezunu olmuştur. Yüksek lisansını 2005 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Makine Eğitimi ABD'den ve doktora derecesini 2011 yılında Süleyman Demirel Üniversitesi Makine Mühendisliği ABD'den almıştır. 2013 yılından beri Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü'nde Doçent Doktor olarak çalışmaktadır. Çalışma konuları; akışkanlar mekaniği, yenilenebilir enerji kaynakları, jeotermal ve hidrolik enerjiler ve termodinamik analiz metotlarıdır. Dergi ve konferanslarda sunulmuş 100'ün üzerinde makalesi bulunmaktadır.

**Yusuf ÇAY**

1963 yılında Sakarya'nın Geyve ilçesinde doğdu. 1985 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nü bitirdi. 1986 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. 1988 yılında Gazi Üniversitesi'nde yüksek lisansını tamamladı. 1990 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Düzce Meslek Yüksek Okulu'na Öğretim Görevlisi olarak atandı. 1994 yılında Amerika Birleşik Devletleri, Michigan Ferris State Üniversitesi'nde YÖK-Dünya Bankası bursu ile mesleki araştırmalarda bulundu. 1996 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimini tamamladı. 1997 yılında Düzce Meslek Yüksek Okulu'nda Yrd. Doç. Dr. Unvanını aldı. Düzce MYO da Anabilim dalı Başkanlığı, Bölüm Başkanlığı ve Meslek Yüksek Okulu Müdürlüğü görevlerinde bulundu. 2009 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümüne Yrd. Doç. Dr. olarak atandı. Bölüm Başkanlığı ve Fakülte Yönetim Kurulu Üyeliği görevlerinde bulundu. 2012 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesin de Doçent oldu. Amerika Birleşik Devletleri, Louisiana, Southern Üniversitesi'nde misafir öğretim üyesi olarak görev yaptı. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümüne atandı. Makine Mühendisliği Bölüm Başkan Yardımcılığı ve Bölüm Başkanı olarak görev yaptı. 2018 yılında Profesör unvanını aldı. 2018-2022 yılları arasında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknoloji Fakültesinde Dekanlık yapmıştır.

Akademik olarak çok sayıda ulusal ve uluslararası yayın çalışmalarıyla birlikte bilimsel projelerde araştırmacı, danışmanlık ve yürütücü olarak görevler yapmıştır. Termodinamik, Isı Pompası, Alternatif Enerji Kaynakları, Enerji Verimliliği konularında çalışmalar yapmaktadır.