

BİNALARDA ENERJİ TÜKETİMİNİN SICAKLIK ARALIĞI (BİN) YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Hüsamettin BULUT^a, Orhan BÜYÜKALACA^b ve Tuncay YILMAZ^b

^aHarran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, 63000 Şanlıurfa

^bÇukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 01330 Adana

ÖZET

Bu çalışmada, binalarda enerji tüketim miktarının belirlenmesi için sıcaklık aralığı (bin) yöntemi ele alınmıştır. Bin yönteminin örnek uygulaması, Gaziantep ili için yapılmıştır. Bu amaçla Devlet Meteoroloji İşlerinden (DMİ) temin edilen 19 yıllık saatlik kuru termometre sıcaklık değerleri kullanılarak, Gaziantep ili için -9°C ile 45°C aralığında, 3°C 'lik dilimler için 4'er saatlik 6 ayrı zaman dilimine ait bin değerleri tespit edilmiştir. Bin değerleri aylık ve yıllık olarak tablolarda verilmiştir. Eski ve yeni TS 825-Binalarda Isı Yalıtım Kuralları- standardına uygun tipik bir bina seçilerek, bu binanın aylık ve yıllık ısıtma enerjisi miktarı ve yakıt (doğal gaz) tüketimi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar tartışılmıştır.

GİRİŞ

Günümüzde enerjinin önemli bir kısmı binalarda ısı konfor şartlarını sağlamak için ısıtma veya soğutma amaçlı olarak tüketilmektedir. Enerji üretimi ve tüketimi ile ilgili kaygılar, enerji kaynaklarının sınırlı olması, binaların tasarım ve işletilmesinde ve özellikle uygun iklimlendirme sisteminin seçimi enerji tahmin yöntemlerinin önemini ortaya koymuştur [1].

Binalarda ısıtma veya soğutma için gerekli enerji miktarının hesabı için bir çok yöntem mevcuttur. Bu yöntemler basit elle hesap yöntemlerinden, detaylı ve karmaşık bilgisayar simülasyonlarına kadar çeşitlilik göstermektedir. Sıcaklık aralığı (bin) 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 metodundan daha hassas sonuçlar verdiği için, yaygın olarak kullanılmaktadır [2-4]. Bin yönteminde günlük ortalama dış ortam sıcaklığı yerine, saatlik iklim verileri kullanılarak ve sıcaklık ve zaman aralıkları ayrı ayrı değerlendirilerek enerji tüketimi günlük, aylık veya yıllık olarak belirlenebilmektedir [5]. Gelişmiş ülkelerde enerji tahmin yöntemleri yaygın olarak kullanılmasına rağmen, ülkemizde derece-gün ve özellikle bin yöntemi gerektiği kadar tanınmamaktadır. Son senelerde bin ve özellikle derece-gün değerleri ile ilgili bazı bağımsız çalışmalar olmasına rağmen [5-19], enerji tahmin yöntemlerinin henüz yeterli seviyede ele alındığını söylemek zordur. Bu çalışmada, binalarda enerji tüketim miktarını belirlemek amacıyla bin yöntemi açıklanmış ve

Gaziantep ili için veriler tespit edilmiştir. Elde edilen bin değerleri kullanılarak, Gaziantep'te tipik bir binanın iki farklı durumu için enerji tüketim miktarı hesaplanmış ve sonuçlar irdelenmiştir.

BİN YÖNTEMİ

Bin yönteminde sıcaklık ve zaman aralıkları ayrı ayrı değerlendirilerek gerek aylık, gerekse yıllık enerji sarfiyatı kolaylıkla belirlenebilir. Bin yöntemi, ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin verimlerinin, denge noktası sıcaklığının, bina kullanım şeklinin ve toplam ısı transfer katsayısının sabit olmadığı pek çok uygulamada kullanılır. Bin yöntemi, günlük ortalama dış ortam sıcaklığından ziyade saatlik iklim verilerine dayandığından dolayı, derece-gün yönteminden daha hassas sonuçlar verir [4]. Bin yönteminde, belirli bir dönem içerisinde (ay, yıl) dış hava sıcaklığının ($T_{o,i}$) ele alınan belirli aralıklarında (bin) kaç saat ($N_{bin,i}$) olduğu tespit edilir. Bu sıcaklık değerinin oluşma süresine (saatine) göre enerji miktarı tespit edilir. Toplam enerji sarfiyatı, bütün sıcaklık aralıklarındaki enerji sarfiyatları toplanarak bulunur [5];

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

Burada; K_{top} [$W/^{\circ}C$] binanın toplam ısı transfer katsayısı, η ısıtma veya soğutma sisteminin verimi, $N_{bin,i}$ [h] belirli bir sıcaklık aralığında geçen saat sayısı, $T_{o,i}$ sıcaklık aralığının orta noktası, T_b ise denge noktası sıcaklığıdır. Denge noktası sıcaklığı, bir binada ısıtmaya veya soğutmaya ihtiyaç duyulmadığı durumdaki dış ortam sıcaklığıdır. Bu değer ısıtmada genellikle $18^{\circ}C$ alınır. Eşitlik 1'de parantezin üzerindeki \pm işareti ısıtma için pozitif değerlerin, soğutma için ise negatif değerlerin hesaba katılacağını göstermektedir.

Toplam enerji sarfiyatı tüm sıcaklık aralıkları için eşitlik 1'den hesaplanan $Q_{bin,i}$ değerlerinin toplamı ile bulunur;

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

Burada, m sıcaklık aralıklarının toplam sayısını göstermektedir.

H yakıtın alt ısıl değeri olmak üzere, toplam yakıt miktarı aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir:

$$F_{top} = \frac{Q_{top}}{H} \quad (3)$$

Bu çalışmada, Gaziantep ili için kuru termometre sıcaklığının $-9^{\circ}C$ ile $45^{\circ}C$ aralığında, $3^{\circ}C$ 'lik dilimler için 4'er saatlik 6 ayrı zaman dilimine ait bin değerleri (N_{bin}) tespit edilmiştir. Bin değerlerinin hesaplanmasında, 1983-2001 yılları arası DMİ tarafından ölçülen toplam 19 yıllık saatlik kuru termometre sıcaklıkları kullanılmıştır. Çizelge 1'de kuru termometre sıcaklığı için Gaziantep'e ait aylık ayrıntılı bin değerleri verilmiştir. Çizelgeden, gözlemlenen en düşük sıcaklık aralığının $-7.5^{\circ}C$ ($-9^{\circ}C / -6^{\circ}C$) (Şubat ayında 9 saat), en yüksek sıcaklık aralığının ise $43.5^{\circ}C$ ($42^{\circ}C / 45^{\circ}C$) (Temmuz ayında 9 saat) olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 2'de ise yıllık toplam bin değerleri verilmiştir. Yıllık toplam en büyük N_{bin} değerinin, 979 saat ile $7.5^{\circ}C$ ($6^{\circ}C / 9^{\circ}C$) sıcaklık aralığında olduğu görülmektedir.

Şekil 1'de Gaziantep için aylık N_{bin} değerlerinin değişimi gösterilmiştir. Bu şekilden ısıtma ve soğutma sezonları görülebilir. Kış aylarının grafiğin soluna, yaz aylarının grafiğin sağına kaydığı ve geçiş döneminin ise grafiğin ortasında kaldığı görülmektedir. Şekil 2'de ise

Gaziantep için yıllık toplam bin değerlerinin yığmal (kümülatif) grafiği verilmiştir. şekilden, bir denge noktası sıcaklığı seçilerek ısıtma veya soğutma sezonuna ait toplam süre yaklaşık olarak tespit edilebilir. Örneğin 18 °C denge noktası sıcaklığı için ısıtma sezonunun toplam 5538 saat olduğu belirlenebilir.

Gün içerisindeki zaman dilimlerinin bin değerleri üzerindeki etkisi şekil 3'te gösterilmiştir. Genel olarak sıcaklık değerlerinin tüm zaman dilimlerinde meydana geldiği görölmektedir. Gün iğindeki sıcaklık dağılımını göz önüne alındığında bu beklenen bir sonuğtur.

Çizelge 1. Gaziantep için aylık N_{bin} değerleri [saat/ay]

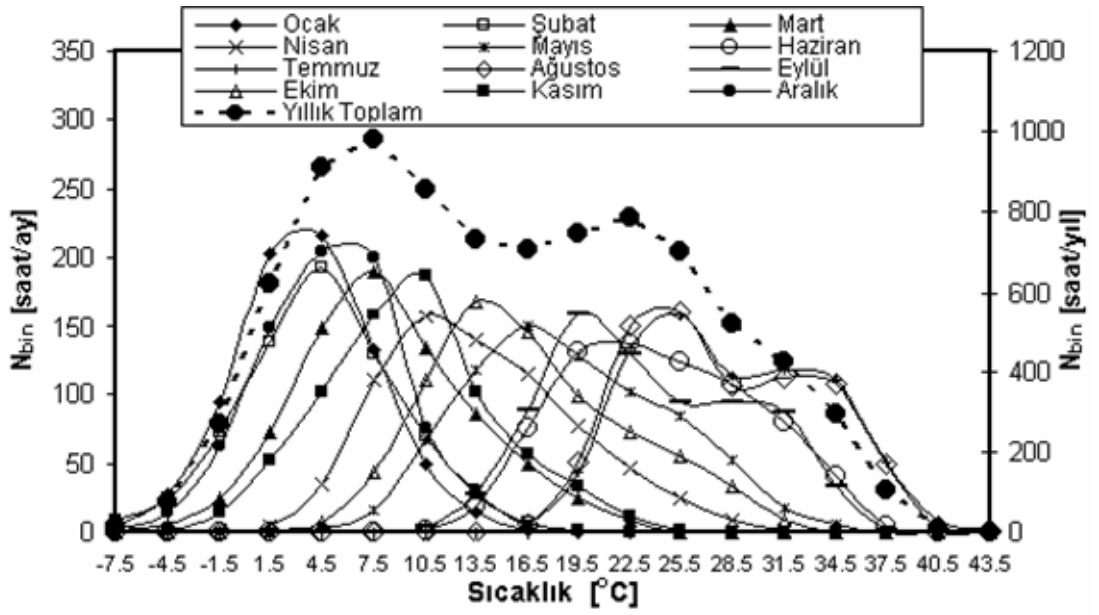
Ay	Saat Aralığı	Sıcaklık Aralığı [°C]																
		-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33	33/36	36/39	42/45
Ocak	1-4	1	10	26	44	33	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5-8	2	12	28	43	31	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9-12	0	0	7	28	40	32	14	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13-16	0	0	3	15	32	32	29	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	17-20	0	1	10	31	41	34	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21-24	0	5	21	43	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	3	28	95	204	216	132	50	14	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Şubat	1-4	3	8	20	33	40	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5-8	4	8	22	34	37	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9-12	0	2	6	15	30	31	20	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	13-16	0	0	4	11	16	27	30	18	5	1	0	0	0	0	0	0	0
	17-20	0	3	7	17	29	35	17	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	21-24	2	4	14	28	41	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	9	25	73	138	193	129	69	28	7	1	0	0	0	0	0	0	0
Mart	1-4	1	2	9	22	41	35	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5-8	0	3	9	24	41	33	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9-12	0	0	1	6	14	27	28	25	15	6	2	0	0	0	0	0	0
	13-16	0	0	0	2	7	21	27	26	22	14	5	0	0	0	0	0	0
	17-20	0	0	1	6	14	32	30	24	12	4	1	0	0	0	0	0	0
	21-24	0	1	5	13	31	42	23	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	1	6	25	73	148	190	133	86	50	24	8	0	0	0	0	0	0
Nisan	1-4	0	0	0	2	15	37	39	19	7	1	0	0	0	0	0	0	0
	5-8	0	0	1	2	13	33	37	22	10	2	0	0	0	0	0	0	0
	9-12	0	0	0	0	1	5	13	24	30	25	13	7	2	0	0	0	0
	13-16	0	0	0	0	0	2	9	17	26	24	23	13	5	1	0	0	0
	17-20	0	0	0	0	1	8	21	27	27	19	11	5	1	0	0	0	0
	21-24	0	0	0	1	5	25	38	30	15	6	0	0	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	1	5	35	110	157	139	115	77	47	25	8	1	0	0	0
Mayıs	1-4	0	0	0	0	2	7	25	39	36	14	1	0	0	0	0	0	0
	5-8	0	0	0	0	1	6	21	32	34	21	7	2	0	0	0	0	0
	9-12	0	0	0	0	0	0	2	7	14	21	30	29	15	5	1	0	0
	13-16	0	0	0	0	0	0	1	4	10	14	24	29	28	10	4	0	0
	17-20	0	0	0	0	0	0	5	10	18	26	29	22	10	3	1	0	0
	21-24	0	0	0	0	0	3	13	26	37	32	11	2	0	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	3	16	67	118	149	128	102	84	53	18	6	0	0
Haziran	1-4	0	0	0	0	0	0	1	9	35	44	27	4	0	0	0	0	0
	5-8	0	0	0	0	0	0	1	8	25	38	31	14	3	0	0	0	0
	9-12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	13	33	36	26	9	0	0
	13-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	16	36	35	25	4	0
	17-20	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8	22	33	30	19	6	0	0
	21-24	0	0	0	0	0	0	0	2	13	38	40	24	3	0	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	2	19	76	131	136	124	108	80	40	4	0

Çizelge 1. (Devam) Gaziantep için aylık N_{bin} değerleri [saat/ay]

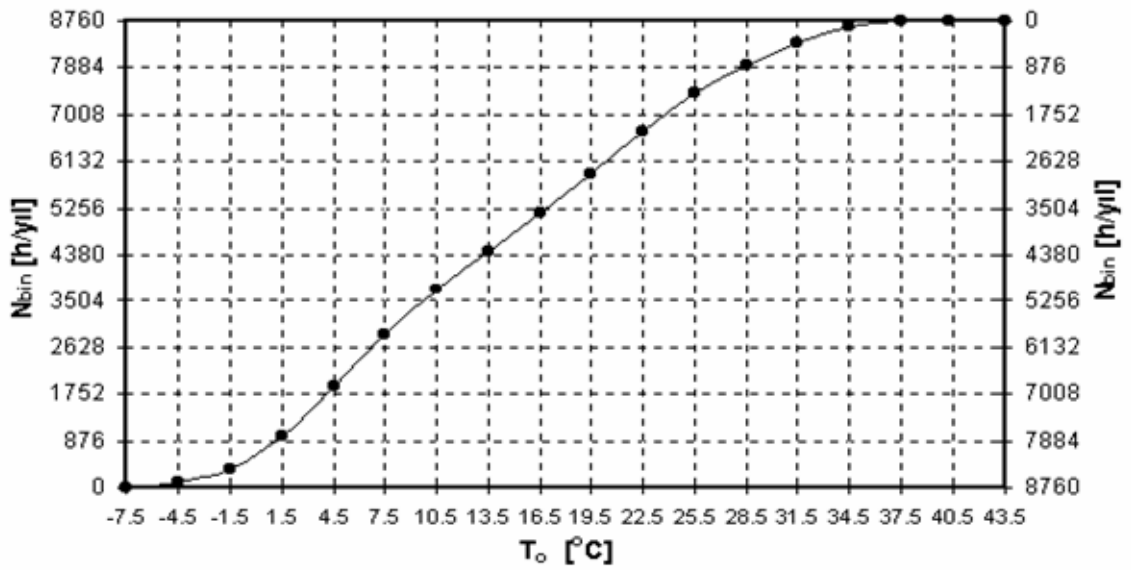
Ay	Saat Aralığı	Sıcaklık Aralığı [°C]																
		-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33	33/36	36/39	42/45
Temmuz	1-4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	56	38	7	0	0	0	0
	5-8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18	44	41	16	2	0	0	0
	9-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	24	47	35	10	1
	13-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	25	50	34	7
	17-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14	35	39	25	7	1
	21-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	30	58	26	4	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	6	44	134	158	114	117	110	51	9
Ağustos	1-4	0	0	0	0	0	0	0	2	22	59	38	3	0	0	0	0	
	5-8	0	0	0	0	0	0	0	4	23	51	37	9	0	0	0	0	
	9-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	27	47	32	10	0	
	13-16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	27	53	34	3	
	17-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19	38	37	22	5	0	
	21-24	0	0	0	0	0	0	0	0	6	36	59	22	1	0	0	0	
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	6	51	149	161	106	112	107	49	3	
Eylül	1-4	0	0	0	0	0	0	2	10	34	53	20	1	0	0	0	0	
	5-8	0	0	0	0	0	0	2	13	33	46	21	5	0	0	0	0	
	9-12	0	0	0	0	0	0	0	1	4	12	31	38	27	7	0	0	
	13-16	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	12	30	47	24	2	0	
	17-20	0	0	0	0	0	0	1	3	9	28	37	27	13	2	0	0	
	21-24	0	0	0	0	0	0	4	18	44	45	9	0	0	0	0	0	
	Toplam	0	0	0	0	0	0	4	28	89	158	129	95	95	87	33	2	0
Ekim	1-4	0	0	0	0	3	14	35	45	22	5	0	0	0	0	0	0	
	5-8	0	0	0	1	3	16	37	42	20	5	0	0	0	0	0	0	
	9-12	0	0	0	0	0	1	3	12	22	26	28	20	10	2	0	0	
	13-16	0	0	0	0	0	0	2	6	15	21	25	27	21	7	0	0	
	17-20	0	0	0	0	0	3	9	22	33	29	18	8	2	0	0	0	
	21-24	0	0	0	0	1	9	24	42	33	13	2	0	0	0	0	0	
	Toplam	0	0	0	1	7	43	110	169	145	99	73	55	33	9	0	0	0
Kasım	1-4	0	1	5	14	27	37	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5-8	0	1	5	16	30	34	31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9-12	0	0	0	3	8	16	30	28	21	11	3	0	0	0	0	0	
	13-16	0	0	0	2	4	12	20	27	25	20	8	2	0	0	0	0	
	17-20	0	0	2	6	12	22	38	28	10	2	0	0	0	0	0	0	
	21-24	0	0	3	11	21	37	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Toplam	0	2	15	52	102	158	187	102	56	33	11	2	0	0	0	0	0
Aralık	1-4	1	4	19	36	35	26	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	5-8	1	5	21	37	35	23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	9-12	0	1	3	15	34	40	21	9	1	0	0	0	0	0	0	0	
	13-16	0	0	1	8	23	37	30	20	4	1	0	0	0	0	0	0	
	17-20	0	1	6	20	38	43	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	21-24	0	3	12	32	40	32	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Toplam	2	14	62	148	205	201	76	30	5	1	0	0	0	0	0	0	0

Çizelge 2. Gaziantep için günün farklı 6 zaman dilimine ait yıllık N_{bin} değerleri [saat/yıl]

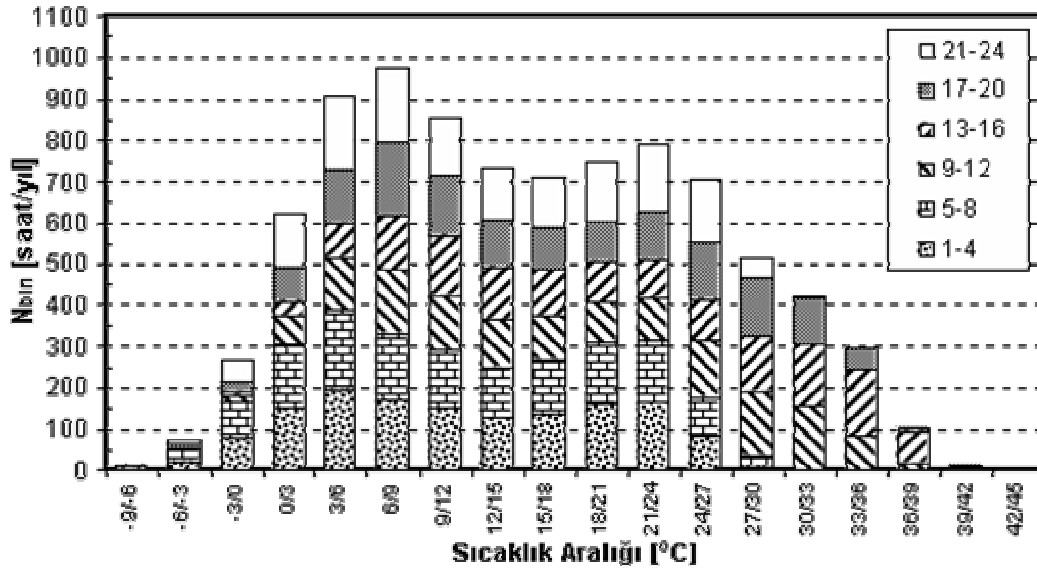
Saat Aralığı	Sıcaklık Aralığı [°C]																	
	-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33	33/36	36/39	42/45	
1-4	6	25	79	151	196	174	150	127	139	159	163	81	10	0	0	0	0	
5-8	7	29	86	157	191	160	143	122	129	153	154	99	28	2	0	0	0	
9-12	0	3	17	67	127	152	131	115	106	95	102	134	152	154	84	20	1	
13-16	0	0	8	38	82	131	148	129	109	98	91	100	133	152	156	74	10	
17-20	0	5	26	80	135	177	142	116	106	97	115	138	143	111	56	12	1	
21-24	2	13	55	128	178	185	141	124	117	145	164	152	51	5	0	0	0	
Toplam	15	75	271	621	909	979	855	733	706	747	789	704	517	424	296	106	12	



Şekil 1. Gaziantep ili için toplam aylık ve yıllık bin değerlerinin değişimi.



Şekil 2. Gaziantep ili için yıllık toplam bin değerlerinin yığılmalı (kümülatif) değişimi.



Şekil 3. Gün içerisindeki zaman dilimlerinin bin değerleri üzerindeki etkisi.

Tipik Bir Bina İçin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının ve Yakıt Miktarının Hesabı

Hesaplamalarda tipik bina iki farklı şekilde ele alınmıştır. Birinci olarak bina, 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren mecburi standart olarak yürürlüğe giren TS 825 “Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları” standardına [20] uygun seçilmiş (Tip A) ve buna göre hesaplamalar yapılmıştır. İkinci olarak aynı binanın 16 Ocak 1985 tarihinde yayınlanan eski TS 825’e [21] göre uygun olması durumunda (Tip B) yıllık ısıtma enerjisi ve gerekli doğal gaz miktarı belirlenmiştir.

Bina Gaziantep’te konut amaçlı kullanılmakta olup, toplam kullanım alanı 2672 m² ve 6 katlıdır [22]. Bina, eski ve yeni TS 825 “Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları” standardına uygundur [20, 21]. Binaya ait fiziksel ve ısıl özellikler çizelge 3’te verilmiştir. Isıtma sisteminin verimi 0.92 (doğal gaz yakıtlı) olduğu kabul edilmiştir. Isıtma için denge noktası sıcaklığı 18 °C seçilmiştir. Binanın hava değişim katsayısı 1 olarak alınmıştır. Binanın, haftanın 7 günü, tüm gün boyunca kullanımda olduğu varsayılmıştır.

Çizelge 3. Tipik binaya ait ısıl ve fiziksel özellikler [22]

Yapı Elemanı	Alan [m ²]	U [W/m ² °C]		UA [W°°C]	
		Tip A	Tip B	Tip A	Tip B
Dış Duvar 1	720.45	0.518	1.16	373.19	837.72
Dış Duvar 2	548.00	0.625	1.16	342.50	635.68
Tavan	500.00	0.358	0.48	143.20	193.80
Taban (Döşeme)	500.00	0.660	1.25	165.00	312.57
Pencere (Çift camlı)	238.20	2.600	2.60	619.32	619.32
Havalandırma	-	-	-	1643.21	1673.21
$K_{top} = \sum UA$				3847.61	4805.02

Tip A için Hesaplamalar

Çizelge 2'den bulunan N_{bin} değerleri, binanın toplam ısı transfer katsayısı $K_{top}=3847.61 \text{ W/}^\circ\text{C}$, $\eta=0.92$ ve $T_b=18 \text{ }^\circ\text{C}$ değerleri, eşitlik 1 ve 2'de yerine konulursa, yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi $Q_{top}=212965 \text{ kWh}$ olarak bulunur. Doğal gazın alt ısıl değeri 34534.5 kJ/m^3 olarak alınır, eşitlik 3'ten yeni TS 825'e uyan Tip A binasının yıllık yakıt miktarı tüketimi $F_{top}=22200 \text{ m}^3$ olarak bulunur. Her bir sıcaklık ve zaman aralığı için gerekli yıllık ısıtma enerjisi çizelge 4'da verilmiştir.

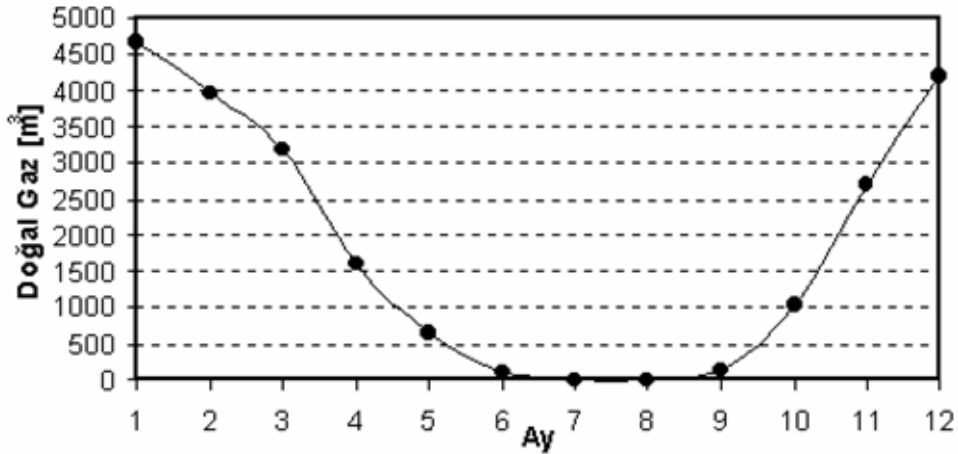
Çizelge 4. Tip A için farklı zaman ve sıcaklık aralıklarında hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi

Saat	Sıcaklık Aralığı [$^\circ\text{C}$]																Toplam [kWh]
	-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33	33/36	36/39	
1-4	640	2352	6443	10420	11066	7641	4705	2390	872	0	0	0	0	0	0	0	46529
5-8	747	2729	7014	10834	10784	7026	4485	2296	809	0	0	0	0	0	0	0	46723
9-12	0	282	1386	4623	7170	6675	4109	2164	665	0	0	0	0	0	0	0	27075
13-16	0	0	652	2622	4630	5753	4642	2428	684	0	0	0	0	0	0	0	21411
17-20	0	470	2120	5520	7622	7773	4454	2183	665	0	0	0	0	0	0	0	30808
21-24	213	1223	4485	8833	10050	8124	4423	2334	734	0	0	0	0	0	0	0	40419
Toplam [kWh]	1600	7057	22101	42853	51322	42991	26818	13795	4429	0	0	0	0	0	0	0	212965

Bu çalışmada ayrıca aylık ısıtma enerjisi miktarı da hesaplanmıştır. Burada örnek olarak Ocak ayına ait ısıtma enerjisi miktarı çizelge 5'te verilmiştir. Şekil 4'te ısıtma için gerekli doğal gaz miktarının yıl boyunca değişimi görülmektedir.

Çizelge 5. Tip A için farklı zaman ve sıcaklık aralıklarında Ocak ayına ait ısıtma enerjisi

Saat	Sıcaklık Aralığı [$^\circ\text{C}$]																Toplam [kWh]
	-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33	33/36	36/39	
1-4	107	941	2120	3036	1863	439	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8507
5-8	213	1129	2283	2967	1750	351	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8695
9-12	0	0	571	1932	2258	1405	439	56	0	0	0	0	0	0	0	0	6662
13-16	0	0	245	1035	1807	1405	910	207	13	0	0	0	0	0	0	0	5621
17-20	0	94	816	2139	2315	1493	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7076
21-24	0	470	1713	2967	2202	703	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8055
Toplam [kWh]	320	2635	7747	14077	12195	5797	1568	263	13	0	0	0	0	0	0	0	44616



Şekil 4. Tipik Bina (Tip A) için aylık doğal gaz miktarının değişimi.

Tip B için Hesaplamalar

Çizelge 2'den bulunan N_{bin} değerleri, binanın toplam ısı transfer katsayısı $K_{top}=4805.02 \text{ W/}^\circ\text{C}$, $\eta=0.92$, $T_b=18 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $H=34534.5 \text{ kJ/m}^3$ değerleri eşitlikler 1-3'de yerine konulursa, yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi $Q_{top}=265958 \text{ kWh}$ ve yıllık yakıt gereksinimi $F_{top}=27724 \text{ m}^3$ olarak bulunur. Her bir sıcaklık ve zaman aralığı için gerekli yıllık ısıtma enerjisi çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Tip B için farklı zaman ve sıcaklık aralıklarında hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi

Saat	Sıcaklık Aralığı [°C]															Toplam [kWh]	
	-9/-6	-6/-3	-3/0	0/3	3/6	6/9	9/12	12/15	15/18	18/21	21/24	24/27	27/30	30/33	33/36		36/39
1-4	799	2938	8046	13013	13820	9542	5876	2985	1089	0	0	0	0	0	0	0	58107
5-8	932	3408	8759	13530	13467	8774	5602	2867	1011	0	0	0	0	0	0	0	58350
9-12	0	353	1731	5774	8955	8336	5131	2703	830	0	0	0	0	0	0	0	33813
13-16	0	0	815	3275	5782	7184	5797	3032	854	0	0	0	0	0	0	0	26738
17-20	0	588	2648	6894	9519	9707	5562	2726	830	0	0	0	0	0	0	0	38474
21-24	266	1528	5602	11031	12551	10145	5523	2914	917	0	0	0	0	0	0	0	50476
Toplam [kWh]	1998	8814	27600	53516	64092	53688	33492	17228	5531	0	0	0	0	0	0	0	265958

Sonuçların Karşılaştırılması

Örnek binanın yeni ve eski TS 825'e uygun olması durumlarında (Tip A ve B) bin yöntemiyle elde edilen yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi ve doğal gaz miktarı, yeni TS 825'te verilen hesap yönteminden elde edilen değerlerle çizelge 7'de karşılaştırılmıştır. Bin yöntemiyle yapılan hesaplarda binanın denge noktası sıcaklığı olarak $T_b=18 \text{ }^\circ\text{C}$ alınmıştır. Çizelgeden, Tip B'nin, Tip A'ya göre %20 daha fazla doğal gaz tüketeceği görülmektedir. Bu değer binaların yeni TS 825'e [20] uyularak yapılması halinde elde edilebilecek enerji tasarrufunu göstermektedir.

Yeni TS 825'te verilen yöntemle göre hesaplanan ısıtma enerjisi ve dolayısıyla doğal gaz miktarının, bin yönteminden bulunan değerlerden oldukça düşük olduğu çizelge 8'den açıkça görülmektedir. Bu farklılık yeni TS 825'te uygulanan hesap yönteminden

kaynaklanmaktadır. Yeni TS 825'te iç ve dış ısı kazançları göz önüne alınmakla birlikte, hesaplamalarda aylık ortalama dış sıcaklık ve güneş ışınım değerleri bölgesel bazda alınmaktadır. Gerçeğe yakın ısıtma enerjisi miktarının tespiti için yerel değerlerin alınması gerekir [23]. Bin yönteminde binanın iç ve dış ısı kazançları, ısıtma enerjisi gereksinimi hesaplarına doğrudan girmemekte olup, bu kazançlar binanın denge noktası sıcaklığını (T_b) etkilemektedir. Kazançların artmasıyla birlikte binanın denge noktası sıcaklığı da düşecektir. Daha düşük denge noktası sıcaklıklarında ($T_b=16$ ve 14 °C) elde edilen yıllık ısıtma enerjisi gereksinimleri ve yakıt tüketimleri de Çizelge 7'de gösterilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi, T_b 'nin azalmasıyla birlikte, bin yönteminden ve yeni TS825'de önerilen yöntemden elde edilen yıllık ısıtma enerjisi değerleri birbirine yaklaşmaktadır. Tip A için, $T_b=14$ °C'de, iki yöntemden elde değerler hemen hemen aynıdır. Bin yöntemiyle ısıtma enerjisi gereksinimini doğru olarak tahmin edebilmek için, öncelikle binanın iç ve dış ısı kazançlarının denge noktası sıcaklığı üzerine etkisi ortaya konmalıdır. Bunu yapabilmek için detaylı bilgi literatürde [2, 4, 24, 25] mevcuttur.

Çizelge 7. Yıllık ısıtma enerji gereksinimleri ve doğal gaz miktarlarının karşılaştırılması

Yöntem		Yıllık Isıtma Enerjisi [kWh]			Doğal Gaz Miktarı [m ³]		
		$T_b=18$ °C	$T_b=16$ °C	$T_b=14$ °C	$T_b=18$ °C	$T_b=16$ °C	$T_b=14$ °C
Bin	Tip A	212965	171740	133449	22200	17903	13911
	Tip B	265958	214475	166655	27724	22358	17373
TS 825		137166			14299		

SONUÇ

Bu çalışmada enerji tahmin yöntemlerinden birisi olan bin metodu ile binalarda ısıtma enerjisi ve yakıt miktarının hesaplanması açıklanmıştır. Bin metodunda kullanılmak üzere Gaziantep ili için gerekli veriler 19 yıllık saatlik ölçüm değerleri kullanılarak tespit edilmiştir. Gaziantep'te tipik bir binanın eski ve yeni TS 825'e uygun olması durumlarında gerekli ısıtma enerjisi miktarı ve doğal gaz miktarı hesaplanmıştır. Yeni TS 825'e uygun binalarda ısıtma için gerekli doğal gaz miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir. Yeni TS 825'te verilen hesap yöntemine göre elde edilen ısıtma enerjisi miktarının, $T_b=18$ °C için bin yöntemine göre daha düşük çıktığı belirlenmiştir. Denge noktası sıcaklığının azalmasıyla iki yöntem arasındaki fark azalmaktadır. Sonuç olarak, bin yöntemi ile binalarda ısıtma için gerekli yakıt miktarı kolaylıkla tahmin edilebilir. Daha geniş bir çapta il merkezindeki binaların özellikleri bilinirse, belirli bir zaman periyodu için gerekli doğal gaz miktarı belirlenebilir. Ancak binanın iç ve dış ısı kazançları göz önünde bulundurularak denge noktası sıcaklığı doğru olarak tespit edilmelidir.

SİMGELER

- A : Alan [m²]
 F_{top} : Toplam yakıt gereksinimi [m³] veya [kg]
 H : Yakıtın ısı değeri [kJ/ m³] veya [kJ/ kg]
 i : Sıcaklık aralığı
 η : Isıtma sisteminin verimi

K_{top}	: Binanın toplam ısı transferi katsayısı [W/°C]
M	: Toplam sıcaklık aralığı sayısı
N_{bin}	: Belirli bir sıcaklık aralığında geçen süre [saat]
Q	: Yıllık enerji miktarı [W.h]
T_b	: Denge noktası sıcaklığı [°C]
T_o	: Sıcaklık aralığının orta noktası [°C]
top	: Toplam
U	: Isı transfer katsayısı [W/m ² °C]

KAYNAKLAR

1. Bulut, H., Büyükalaca, O. and Yılmaz, T., 2002. Determination and Application of the Data Used in Energy Estimation Methods for İstanbul. Proceedings of 5th International HVAC&R Technology Symposium, TTMD- The Turkish Society of HVAC&Sanitary Engineers, 29 April - 1 May 2002, İstanbul.
2. ASHRAE- Fundamentals 1993. Chapter 28- Energy Estimating Methods. Atlanta, USA.
3. Kreider, J. F. and Rabl, A., 1994. Heating and Cooling of Buildings -Design Efficiency, Chapter-8. McGraw-Hill, Inc.
4. Al-Homoud, M. S., 2001. Computer -Aided Building Energy Analysis Techniques. Building and Environment, Vol. 36, pp. 421 -433.
5. Bulut, H., Büyükalaca, O., and Yılmaz, T., 2001. Bin Weather Data for Turkey. Applied Energy, Vol. 70, No: 2, pp. 135-155.
6. Satman, A., Altun, G. ve Göktekin, A., 1990. Türkiye’de Konutların Isıtılmasında Doğal Gazın Kullanım Potansiyeli. Türkiye 5. Enerji Kongresi Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt 2, Sayfa 133-144, Ankara.
7. Kılış, B. ve Okutan, C., 1990. Isıtma ve Soğutmada İleri Teknoloji Sistemleri ile Akılcı Enerji Kullanımı. Türkiye 5. Enerji Kongresi Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt 2, Sayfa 389 -402, Ankara.
8. İleri, A. ve Üner, M., 1998. Türkiye Şehirleri İçin Tipik İklim Verileri, Mühendis ve Makine, Cilt 39, Sayı 463, Sayfa 31-42.
9. Dağsöz, A. K., ve Bayraktar, K. G., 1999. Türkiye’de Derece -Gün Sayıları ve Enerji Politikamız. MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi, Temmuz -Ağustos 1999, Sayfa 32-40.
10. Büyükalaca, O., Bulut, H. ve Yılmaz, T., 2000. Türkiye’nin Bazı İlleri İçin Derece -Gün Değerleri. 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sakarya, Cilt 1, Sayfa 107 -112.
11. Bulut, H., Büyükalaca, O. ve Yılmaz T., 2000. Adana İlinde Binalarda Enerji Analizi İçin Detaylı Meteorolojik Değerler”, 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa.325-332, Adana.
12. Gümrah, F., Katırcıoğlu, D., Okumuş, S., Aykan, Y. ve Kılınçer, N., 2000. Derece -Gün Kavramıyla Ankara İçin Gaz Talebinin Modellenmesi, Türkiye 8. Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara, Sayfa 73-87.
13. TTMD, 2000. Türkiye İklim Verileri. Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları, Ankara.
14. Büyükalaca, O., Bulut, H. and Yılmaz, T., 2001. Analysis of Variable-Base Heating and Cooling Degree-Days for Turkey. Applied Energy, Vol. 69, No: 4, pp. 269 -283.
15. Arısoy, A., Demirçivi, T., Toros, H., Şen, O. ve Şaylan, L., 1999. Sıcaklık Aralığı Yöntemiyle Yıllık Yakıt Tüketiminin Hesabı. Tesisat Dergisi, Mart 1999, Sayı 39, Sayfa 102 -105.
16. Durmayaz, A., Kadioğlu, M. and Şen, Z., 2000. An Application of the Degree-Hours Method to Estimate the Residential Heating Energy Requirement and Fuel Consumption in İstanbul. Energy, Vol. 25, pp. 1245-1256.
17. Durmayaz, A. and Kadioğlu, M., 2003. Heating Energy Requirements and Fuel Consumptions in the Biggest City Centers of Turkey. Energy Conversion & Management Vol. 44, pp. 1177 -1192.

18. Sarak, H. and Satman A., 2003. The Degree-Day Method to Estimate the Residential Heating Natural Gas Consumption in Turkey: A Case Study. Energy, Vol. 28, pp. 929 -939.
19. Bulut, H., Büyükalaca, O., Yılmaz, T. ve Aktacir, M. A., 2002. GAP Bölgesi İçin Detaylı İklim Verileri. GAP IV. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 183-191, 06-08 Haziran 2002, Şanlıurfa.
20. TS 825, 1998. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
21. MMO Yayın No: 84, 1992. Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 9. Baskı, Ankara.
22. Karakoç, H., 2001. Uygulamalı TS 825 ve Kalorifer Tesisatı Hesabı, İzocam yayınları.
23. Bulut, H., Büyükalaca, O., Yılmaz, 2001. Binalarda Isı Yalıtım Hesabında Kullanılan Aylık Ortalama Dış Sıcaklık Değerlerinin İncelenmesi. 13. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 89-94, Konya.
24. Kodah, Z. H., El-Shaarawi, M. A. I., 1990. Weather Data in Jordan for Conventional and Solar HVAC Systems. ASHRAE Transactions, Vol. 96(1), pp. 124 -131.
25. Claridge, D. E., Bida, M., Krarti, M., Jeon, H. S., Hamzawi, E, and Zwack, W., 1987. A Validation Study of Variable-Base Degree-Day Heating Calculations. ASHRAE Transactions, Vol. 93(2), pp. 57-89.

BİLDİRİ YAZARLARI

Yrd. Doç. Dr. Hüsamettin BULUT

1971 yılında Halilan-Mardin’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman’da tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında 1996 yılında Yüksek Lisansını, 2001 yılında Doktorasını ise tamamladı. 1993-1998 yılları arasında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde, 1998-2001 yılları arasında ise Çukurova Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. Halen Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verilerinin analizi, enerji analizi, ısıtma ve soğutma sistemleri ve uygulamalarıdır.

Doç. Dr. Orhan BÜYÜKALACA

1964’te Kaş-Antalya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladı. 1984 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu ve aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1987 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı. 1993 yılında Manchester Üniversitesinde Doktorasını tamamladı ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. Olarak atandı. 1998 yılında Makina Mühendisliğinde Isı Tekniği Bilim Dalında Doçent oldu. Halen aynı bölümde öğretim üyesidir. 1993 ve 1996 yıllarında School of Engineering, University of Manchester, UK’de Visiting Researcher olarak bulundu. 1993-2002 yılları arası Çukurova Üniversitesi, Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi

(SİMER) Müdür Yardımcılığı görevini yürüttü. 2002 yılından itibaren SİMER Müdürlüğü görevini sürdürmektedir. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verilerinin analizi, enerji analizi, ısı pompaları ve türbülanslı akışta konveksiyonla ısı transferi ve soğutma sistemleri uygulamalarıdır.

Prof. Dr. Tuncay YILMAZ

1945 yılında Tarsus'ta doğdu. 1968 yılında Berlin Teknik Üniversitesi Makine Fakültesini bitirdi. 1972 yılında aynı Üniversitede doktorasını tamamladı. 1973 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde göreve başladı. 1977 yılında Makine Mühendisliği Bölümünde Isı ve Kütle Transferi Bilim Dalında doçent oldu. 1983 yılında Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına Profesör olarak atandı. Almanya dışında İngiltere'de Cambridge ve Liverpool Üniversitelerinde, ABD'de Massachusetts Institute of Technology'de misafir öğretim üyesi olarak bulundu. 1982-1983 yılları arası Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığı görevi yaptı. 1986-1989 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlığını ve 1983-2002 yılları arasında da Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığını yürüttü. Çukurova Üniversitesi, Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) Müdürlüğü görevini 1991-2002 yılları arasında sürdürdü. Halen, Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlığı görevini yürütmektedir. Isı transferi, ısıtma ve soğutma sistemleri ve uygulamaları, enerji analizleri, iklim verileri ve çok fazlı akışlar üzerine çalışmaktadır.