

AKDENİZ BÖLGESİ İÇİN ISITMA VE SOĞUTMA DERECE-SAAAT DEĞERLERİNİN ANALİZİ

Hüsamettin BULUT
Orhan BÜYÜKALACA
Tuncay YILMAZ

ÖZET

Binalarda ısıtma ve soğutma için enerji ihtiyacını tahmin etmek amacıyla kullanılan yöntemlerden biri derece-saat yöntemidir. Bu çalışmada, değişik denge noktası sıcaklıklarında ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri Akdeniz bölgesinde yer alan sekiz il merkezi (Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Kilis ve Mersin) için belirlenmiştir. Hesaplamalarda, en az 15 yıllık saatlik dış hava sıcaklıkları kullanılmıştır. Isıtma derece-saat değerleri, 12 °C ile 22 °C arasındaki 11 farklı denge noktası sıcaklığı için hesaplanmıştır. Soğutma derece-saat değerleri ise 20 °C ile 30 °C arasında 1 °C artırımlı denge noktası sıcaklıkları için tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çizelgelerde aylık ve yıllık değerler olarak sunulmuş ve sonuçlar irdelenmiştir. Ayrıca, Antalya’da örnek bir binanın enerji analizi derece-saat yöntemi ile yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Derece-saat, ısıtma, soğutma, Enerji ihtiyacı, Akdeniz bölgesi.

1. GİRİŞ

İklimlendirme sistemlerinin tasarımı, binalarda enerji analizi, ısıtma ve soğutma yükü hesaplamaları temelde iklim verilerine dayanmaktadır. Değişik enerji analizleri için farklı iklim verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Doğru, kolay ulaşılabilir ve güvenli iklim verileri enerji analizi ve iklimlendirme sistemlerinin analizinde sonuçların doğruluğu ve enerji verimliliği açısından son derece önemlidir. Binalarda ve iklimlendirme sistemleri için çeşitli enerji tahmin yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin verdikleri sonuçların gerçeğe uygunlukları karmaşıklık derecelerine göre değişmektedir. Genel olarak bu yöntemler ikiye ayrılır. Bunlardan birincisi doğrulukları ve sonuçları açısından sınırlı olmasına rağmen derece-gün, derece-saat ve bin yöntemlerini içine alan statik yöntemlerdir. İkincisi dinamik yöntemlerdir. Bu yöntemlerde binanın dinamik davranışı göz önüne alınır ve daha çok bina enerji simülasyonu olarak bilinirler [1-3].

Ülkemiz için derece-gün değerleri ile ilgili bazı çalışmalar olmasına rağmen derece-saat ile ilgili araştırmalar sınırlıdır [1, 4-6].

Bu çalışmada, Akdeniz bölgesinde yer alan Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Kilis ve Mersin il merkezleri için ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri aylık ve yıllık olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen 1981-1998 yılları arası en az 15 yıllık saatlik kuru termometre sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Ele alınan illere ve meteorolojik veri setine ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir. Şekil 1’de ise Akdeniz bölgesi ve illeri Türkiye haritası üzerinde gösterilmiştir.

$$SDS = (1\text{saat}) \sum_{\text{saatler}} (T_d - T_b)^+ \quad (2)$$

Burada T_b denge noktası sıcaklığı, T_d ise saatlik dış ortam sıcaklığıdır. Eşitlik 2 ve 3'te parantezin üzerindeki artı işareti sadece pozitif değerlerin hesaba katılacağını göstermektedir. IDS ve SDS'leri kullanarak, aylık veya yıllık ısıtma enerjisi Q_i , veya soğutma enerjisi Q_s gereksinimi, kWh olarak aşağıdaki eşitliklerden hesaplanabilir:

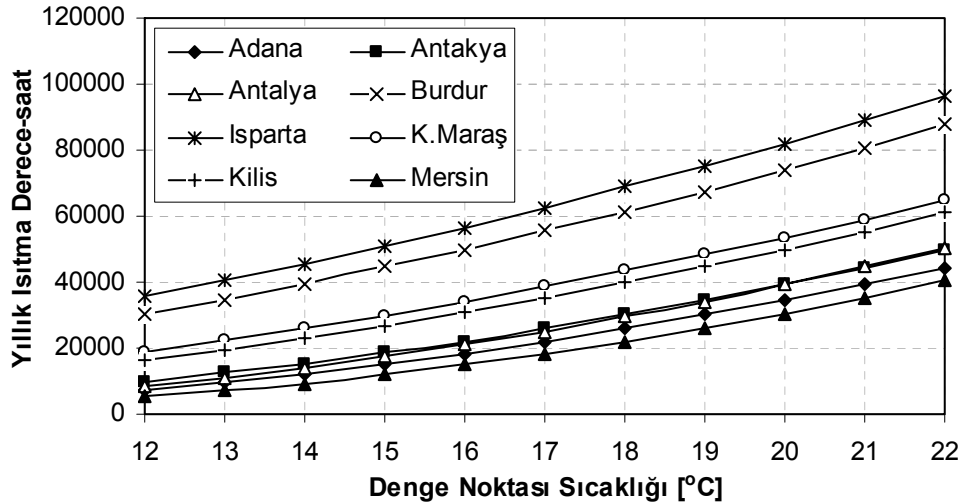
$$Q_i = \frac{K_{top}}{\eta} IDS \left(\frac{1}{1000} \right) \quad (3)$$

$$Q_s = \frac{K_{top}}{COP} SDS \left(\frac{1}{1000} \right) \quad (4)$$

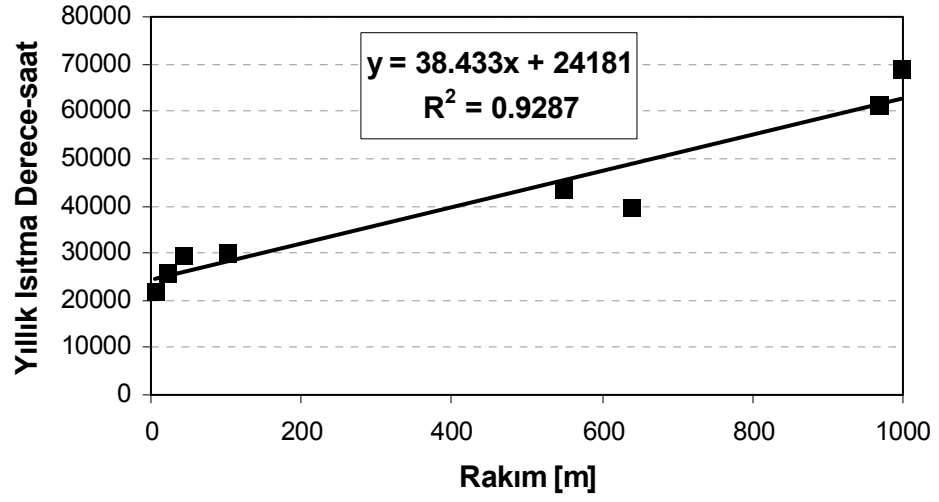
Burada; K_{top} [W/°C] binanın toplam ısı transfer katsayısı, η ısıtma sisteminin ortalama verimi ve COP ise soğutma sisteminin ortalama soğutma tesir katsayısıdır.

2. 1. Isıtma Derece-saat

Akdeniz Bölgesinde bulunan Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Kilis ve Mersin illeri için 12-22 °C arası 11 farklı denge noktası sıcaklığı için ısıtma derece-saat değerleri tespit edilmiştir. Çizelge 2'de Akdeniz Bölgesindeki iller için aylık ve yıllık ısıtma derece-saat değerleri verilmiştir. Yıllık ısıtma derece-saat değerlerinin denge noktası sıcaklığına göre değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Denge noktası sıcaklığı arttıkça derece-saat değerlerinin de doğrusal olarak arttığı ve bölge içerisindeki illerin farklı değerlere sahip olduğu görülmektedir. En küçük yıllık ısıtma derece-saat değerlerine Mersin ilinin ve en büyük değerlere ise Isparta ilinin sahip olduğu Şekil 2'den belirlenebilir. Yıllık ısıtma derece-saat değerlerinin deniz seviyesinden olan yükseklikle değişimi Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'ten görüldüğü gibi rakım arttıkça ısıtma derece-saat değerleri de artmaktadır. Rakım ile ısıtma derece-saat değeri arasındaki ilişki ve denklemin uygunluğunu gösteren belirlleme katsayısı, R^2 değeri 0.93 gibi yüksek bir değerde olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2. Yıllık ısıtma derece-saat değerlerinin denge noktası sıcaklığına göre değişimi



Şekil 3. Akdeniz Bölgesinde Yıllık ısıtma derece-saat değerlerinin rakım ile değişimi

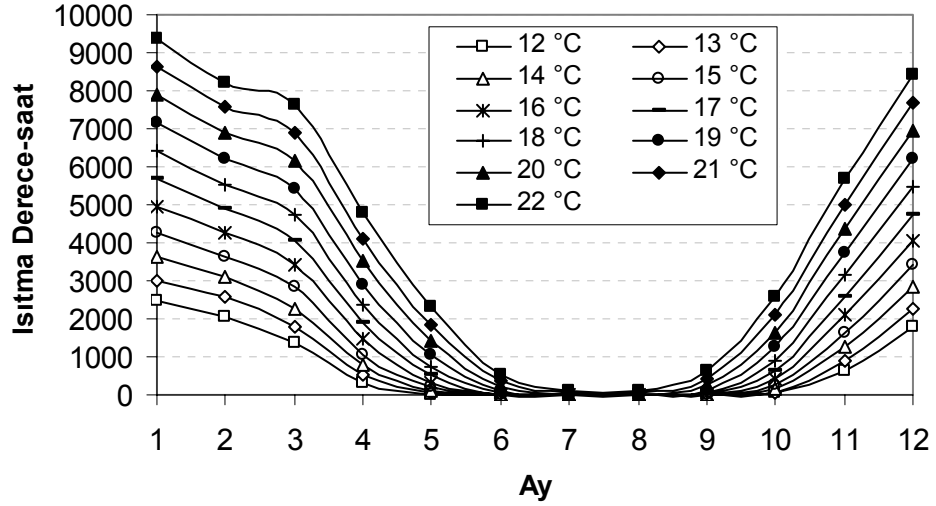
Antalya ili için aylık ısıtma derece-saat değerlerinin değişimi Şekil 4’te verilmiştir. Şekil 4’ten denge noktası sıcaklığı artııkça ısıtma derece-saat değerinin de artıığı ve en yüksek aylık ısıtma derece-saat değerlerinin Ocak ayında olduğı tespit edilebilir.

Çizelge 2. Akdeniz Bölgesi için aylık ve yıllık ısıtma derece-saat değerleri

İl	Ay	Denge Noktası Sıcaklığı [°C]										
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
ADANA	Ocak	2.275	2.855	3.480	4.140	4.827	5.536	6.262	6.998	7.739	8.482	9.226
	Şubat	1.897	2.371	2.886	3.436	4.019	4.628	5.259	5.907	6.566	7.232	7.902
	Mart	1.010	1.369	1.790	2.268	2.795	3.366	3.975	4.618	5.290	5.985	6.696
	Nisan	146	250	401	604	871	1.199	1.585	2.028	2.521	3.059	3.633
	Mayıs	4	12	30	68	136	242	395	602	870	1.206	1.605
	Haziran	0	0	0	0	1	4	10	27	62	131	250
	Temmuz	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	11
	Ağustos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	9
	Eylül	0	0	1	2	3	7	16	34	65	120	213
	Ekim	9	21	45	89	166	285	454	682	966	1.311	1.714
	Kasım	421	620	883	1.214	1.619	2.086	2.603	3.163	3.757	4.378	5.021
	Aralık	1.622	2.122	2.683	3.292	3.939	4.616	5.316	6.033	6.761	7.497	8.237
	Yıllık	7.383	9.619	12.198	15.112	18.376	21.968	25.875	30.092	34.595	39.408	44.517
ANTAKYA	Ocak	3.136	3.793	4.480	5.192	5.920	6.658	7.401	8.144	8.888	9.632	10.376
	Şubat	2.341	2.853	3.406	3.993	4.607	5.241	5.889	6.550	7.217	7.888	8.559
	Mart	1.091	1.463	1.901	2.404	2.969	3.579	4.224	4.898	5.596	6.310	7.034
	Nisan	144	247	398	605	886	1.240	1.660	2.139	2.669	3.244	3.851
	Mayıs	6	16	37	75	138	241	400	621	909	1.277	1.716
	Haziran	0	0	0	0	0	2	9	23	52	113	229
	Temmuz	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	10
	Ağustos	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	8
	Eylül	3	4	6	10	17	29	49	78	121	181	263
	Ekim	40	75	130	214	335	504	724	995	1.316	1.694	2.130
	Kasım	766	1.037	1.373	1.777	2.249	2.772	3.340	3.944	4.577	5.234	5.910
	Aralık	2.375	2.967	3.611	4.292	4.998	5.718	6.450	7.188	7.931	8.675	9.419
	Yıllık	9.901	12.456	15.344	18.562	22.119	25.983	30.145	34.581	39.279	44.254	49.506
ANTALYA	Ocak	2.449	3.014	3.623	4.273	4.963	5.682	6.418	7.159	7.902	8.646	9.390
	Şubat	2.075	2.556	3.080	3.647	4.254	4.892	5.548	6.213	6.882	7.553	8.225
	Mart	1.381	1.807	2.288	2.823	3.413	4.050	4.727	5.433	6.155	6.888	7.626
	Nisan	321	513	766	1.077	1.450	1.882	2.371	2.914	3.503	4.131	4.786
	Mayıs	22	52	108	196	327	507	744	1.040	1.395	1.816	2.297
	Haziran	0	1	3	6	12	26	57	115	207	346	536
	Temmuz	0	0	0	0	0	0	2	5	15	38	83
	Ağustos	0	0	0	0	0	0	0	3	10	31	80
	Eylül	0	1	1	3	10	28	63	129	237	400	619
	Ekim	33	70	136	239	397	616	901	1.243	1.635	2.079	2.565
	Kasım	636	907	1.242	1.635	2.087	2.590	3.135	3.723	4.350	5.007	5.685
	Aralık	1.777	2.282	2.838	3.437	4.078	4.757	5.466	6.196	6.936	7.678	8.422
	Yıllık	8.695	11.203	14.083	17.336	20.990	25.029	29.431	34.173	39.226	44.613	50.314
BURDUR	Ocak	7.101	7.844	8.587	9.331	10.075	10.819	11.563	12.307	13.051	13.795	14.539
	Şubat	6.010	6.670	7.336	8.005	8.676	9.348	10.020	10.692	11.364	12.036	12.708
	Mart	4.566	5.223	5.901	6.599	7.311	8.033	8.764	9.500	10.239	10.981	11.724
	Nisan	1.818	2.262	2.751	3.280	3.844	4.438	5.056	5.697	6.358	7.035	7.726
	Mayıs	458	667	927	1.241	1.607	2.022	2.483	2.989	3.534	4.115	4.728
	Haziran	28	58	111	197	324	495	714	983	1.298	1.660	2.066
	Temmuz	1	4	9	20	45	92	172	294	462	681	952
	Ağustos	0	1	4	15	38	82	158	276	442	663	935
	Eylül	69	124	208	328	494	709	976	1.289	1.648	2.053	2.499
	Ekim	876	1.181	1.542	1.957	2.425	2.939	3.495	4.085	4.703	5.346	6.011
	Kasım	3.427	4.039	4.685	5.354	6.040	6.738	7.445	8.157	8.873	9.590	10.309
	Aralık	6.030	6.770	7.513	8.257	9.001	9.745	10.489	11.233	11.977	12.721	13.465
	Yıllık	30.382	34.842	39.575	44.585	49.880	55.460	61.334	67.501	73.947	80.676	87.661

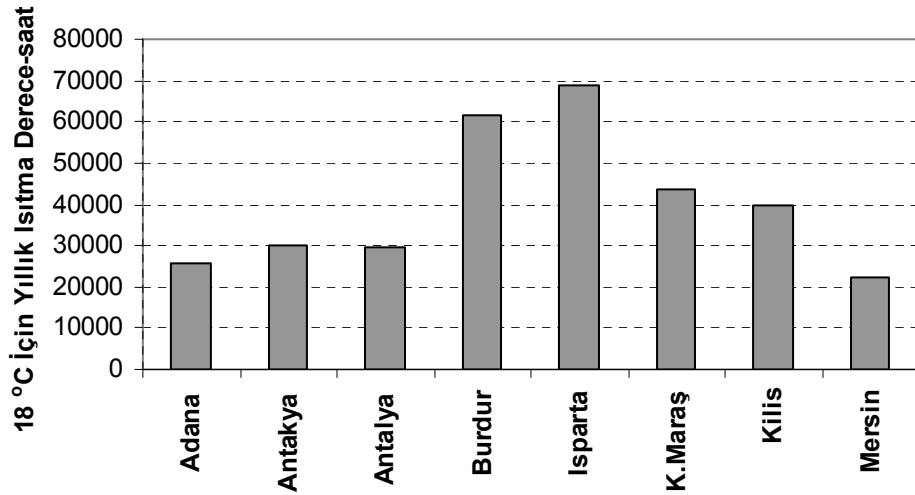
Çizelge 2. Akdeniz Bölgesi için aylık ve yıllık ısıtma derece-saat değerleri (Devam)

İl	Ay	Denge Noktası Sıcaklığı [°C]										
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
İSPARTA	Ocak	7.737	8.480	9.223	9.967	10.711	11.455	12.199	12.943	13.687	14.431	15.175
	Şubat	6.580	7.243	7.911	8.581	9.253	9.925	10.597	11.269	11.941	12.613	13.285
	Mart	5.201	5.871	6.562	7.268	7.987	8.714	9.448	10.187	10.928	11.671	12.414
	Nisan	2.359	2.849	3.376	3.933	4.519	5.131	5.766	6.420	7.091	7.777	8.473
	Mayıs	811	1.094	1.424	1.799	2.221	2.685	3.189	3.733	4.307	4.914	5.552
	Haziran	126	208	323	477	675	917	1.204	1.535	1.906	2.321	2.777
	Temmuz	18	35	64	112	187	294	441	632	870	1.159	1.489
	Ağustos	19	40	77	135	221	341	502	707	954	1.247	1.581
	Eylül	301	441	618	834	1.092	1.387	1.721	2.093	2.503	2.948	3.425
	Ekim	1.510	1.890	2.314	2.780	3.288	3.830	4.406	5.012	5.642	6.297	6.971
	Kasım	4.167	4.792	5.444	6.115	6.801	7.497	8.202	8.913	9.627	10.344	11.063
	Aralık	6.670	7.409	8.151	8.895	9.639	10.383	11.127	11.871	12.615	13.359	14.103
	Yıllık	35.499	40.352	45.486	50.895	56.592	62.558	68.800	75.313	82.070	89.080	96.305
KAHRAMANMARAŞ	Ocak	5.261	5.991	6.729	7.471	8.215	8.959	9.703	10.447	11.191	11.935	12.679
	Şubat	4.228	4.846	5.483	6.132	6.791	7.456	8.125	8.795	9.466	10.138	10.810
	Mart	2.461	3.005	3.589	4.208	4.859	5.534	6.230	6.939	7.660	8.392	9.129
	Nisan	543	785	1.082	1.433	1.840	2.295	2.795	3.334	3.907	4.510	5.138
	Mayıs	65	121	204	323	488	698	961	1.280	1.651	2.074	2.543
	Haziran	0	0	1	3	9	25	57	117	214	365	571
	Temmuz	0	0	0	0	0	0	1	3	7	20	49
	Ağustos	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	26
	Eylül	1	3	7	15	30	56	98	162	253	387	571
	Ekim	127	213	341	518	753	1.046	1.391	1.790	2.237	2.732	3.265
	Kasım	1.768	2.239	2.769	3.346	3.959	4.600	5.263	5.943	6.634	7.336	8.045
	Aralık	4.383	5.094	5.819	6.552	7.291	8.032	8.775	9.519	10.263	11.007	11.751
	Yıllık	18.837	22.298	26.024	30.000	34.235	38.701	43.399	48.327	53.484	58.903	64.576
KİLİS	Ocak	4.650	5.378	6.113	6.854	7.597	8.341	9.085	9.829	10.573	11.317	12.061
	Şubat	3.773	4.391	5.030	5.682	6.345	7.012	7.683	8.354	9.026	9.697	10.369
	Mart	2.283	2.825	3.408	4.029	4.680	5.355	6.051	6.765	7.490	8.224	8.963
	Nisan	547	784	1.075	1.416	1.808	2.246	2.729	3.254	3.814	4.408	5.030
	Mayıs	61	119	208	331	491	695	948	1.245	1.586	1.977	2.411
	Haziran	0	0	1	5	18	46	99	190	323	508	737
	Temmuz	0	0	0	0	0	1	3	9	24	61	141
	Ağustos	0	0	0	0	0	0	0	2	11	40	107
	Eylül	0	0	1	3	9	22	48	102	197	348	555
	Ekim	58	100	170	279	434	644	912	1.240	1.623	2.064	2.556
	Kasım	1.274	1.667	2.128	2.646	3.214	3.819	4.453	5.110	5.783	6.471	7.169
	Aralık	3.546	4.237	4.950	5.678	6.415	7.156	7.899	8.642	9.386	10.130	10.874
	Yıllık	16.192	19.502	23.083	26.922	31.009	35.336	39.909	44.741	49.836	55.246	60.971
MERSİN	Ocak	1.680	2.202	2.790	3.431	4.114	4.827	5.555	6.293	7.035	7.779	8.523
	Şubat	1.421	1.849	2.334	2.871	3.458	4.082	4.730	5.391	6.058	6.728	7.398
	Mart	666	956	1.315	1.747	2.251	2.823	3.456	4.138	4.845	5.569	6.301
	Nisan	55	110	205	345	551	827	1.187	1.632	2.153	2.742	3.374
	Mayıs	1	3	10	26	59	119	218	370	589	895	1.297
	Haziran	0	0	0	0	0	1	3	7	21	57	128
	Temmuz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Ağustos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Eylül	0	0	0	0	0	1	4	9	21	48	104
	Ekim	6	13	27	51	92	163	280	453	687	993	1.363
	Kasım	271	410	603	857	1.185	1.588	2.059	2.587	3.159	3.772	4.418
	Aralık	1.144	1.562	2.050	2.608	3.227	3.888	4.584	5.303	6.035	6.774	7.516
	Yıllık	5.244	7.105	9.334	11.936	14.937	18.319	22.075	26.183	30.602	35.356	40.428



Şekil 4. Antalya ili için aylık ısıtma derece-saat değerlerinin değişimi

Şekil 5'te Akdeniz bölgesindeki illerin 18 °C denge noktası sıcaklığına göre yıllık ısıtma derece-saat değerlerinin karşılaştırılması verilmiştir. Şekil 5'ten en yüksek değer in Isparta'da ve en küçük değerin ise Mersin'de olduğu görülebilir.



Şekil 5. 18 °C denge noktası sıcaklığına göre yıllık ısıtma derece-saat değerlerinin Akdeniz bölgesindeki iller için karşılaştırılması

2. 2. Soğutma Derece-saat

Akdeniz bölgesinde bulunan iller için 20-30 °C arası 11 farklı denge noktası sıcaklığı için aylık ve yıllık soğutma derece-saat değerleri çizelge 3'te verilmiştir. Şekil 6'da denge noktası sıcaklığına göre yıllık soğutma derece-saat değerlerinin değişimi verilmiştir. Denge noktası sıcaklığı artıkcı soğutma derece-saat değerlerinin azaldığı görülmektedir. Şekil 7'de deniz seviyesine göre yıllık soğutma derece-saat değerlerinin değişimi verilmiştir. Rakım artıkcı soğutma derece-saat değeri de azalmaktadır. Fakat soğutma derece-saat ile rakım arasındaki ilişkinin, ısıtma derece değerlerinde olduğu gibi kuvvetli olmadığı tespit edilmiştir. Soğutma derece-saatın rakımla doğrusal olarak değiştiğı kabul edildiğinde belirleme katsayısı R^2 değeri 0,59 olarak bulunmaktadır.

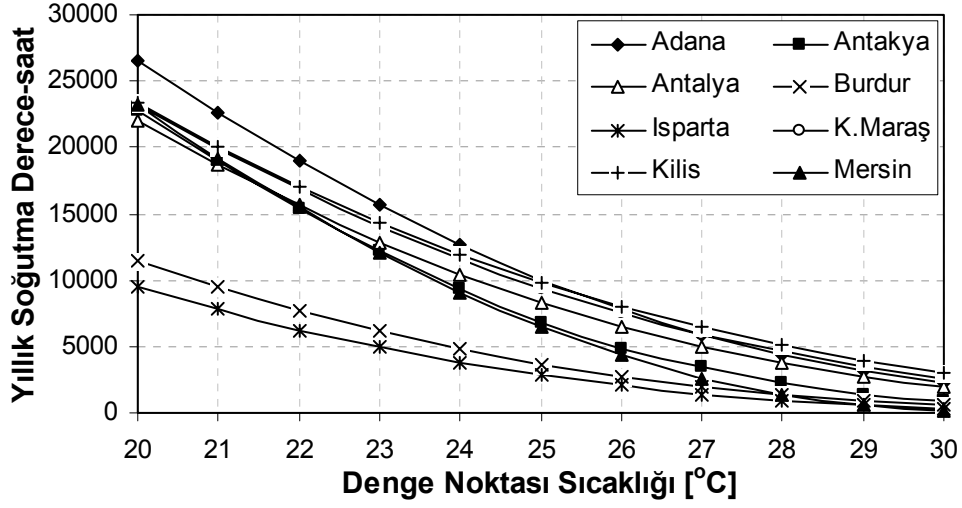
Şekil 8'de aylık soğutma derece-saat değerlerinin değişimi Antalya ili için görülmektedir. Soğutma derece-saat değerinin yıl boyunca tüm denge noktası sıcaklıklarında en yüksek değerini Temmuz ayında aldığı tespit edilmiştir. 22 °C denge noktası sıcaklığına göre illerin karşılaştırılması Şekil 9'da verilmiştir. Şekil 9'dan en yüksek soğutma derece-saat değerinin Adana'da ve en düşük değeri ise Isparta'da olduğu tespit edilebilir.

Çizelge 3. Akdeniz bölgesi için aylık ve yıllık soğutma derece-saat değerleri

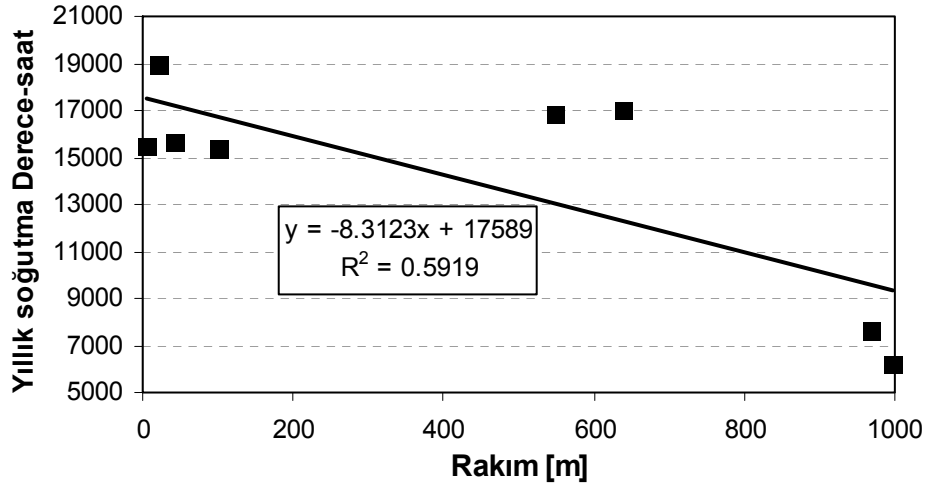
İl	Ay	Denge Noktası Sıcaklığı [°C]										
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ADANA	Ocak	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	9	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	132	84	50	29	16	8	4	2	1	0	0
	Nisan	772	590	444	331	243	177	127	89	60	39	24
	Mayıs	2.147	1.739	1.394	1.102	859	656	495	369	273	200	142
	Haziran	3.943	3.292	2.691	2.157	1.700	1.315	997	729	508	335	209
	Temmuz	6.067	5.326	4.589	3.866	3.171	2.524	1.966	1.511	1.137	823	560
	Ağustos	6.318	5.576	4.838	4.112	3.409	2.749	2.168	1.678	1.281	956	682
	Eylül	4.612	3.947	3.319	2.742	2.227	1.784	1.416	1.103	837	612	424
	Ekim	2.217	1.818	1.477	1.187	942	735	566	425	311	221	152
	Kasım	345	247	169	113	72	44	27	16	9	4	2
	Aralık	13	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	26.574	22.626	18.975	15.640	12.638	9.992	7.765	5.922	4.415	3.190	2.193
ANTAKYA	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	78	47	27	15	8	4	2	1	0	0	0
	Nisan	618	473	360	273	204	150	108	76	53	36	22
	Mayıs	1.697	1.321	1.017	775	586	441	333	253	191	143	105
	Haziran	3.273	2.613	2.010	1.488	1.063	729	475	292	173	102	64
	Temmuz	5.200	4.458	3.721	2.989	2.284	1.660	1.169	791	497	283	146
	Ağustos	5.696	4.954	4.214	3.478	2.752	2.064	1.485	1.041	702	437	242
	Eylül	4.180	3.520	2.883	2.286	1.750	1.304	959	685	467	306	197
	Ekim	1.783	1.417	1.109	855	647	480	347	247	172	118	81
	Kasım	179	116	73	45	27	17	10	6	3	1	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	22.705	18.921	15.413	12.204	9.319	6.848	4.887	3.392	2.258	1.425	856
ANTALYA	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	24	12	6	3	1	1	0	0	0	0	0
	Nisan	294	201	136	88	55	33	19	10	4	1	0
	Mayıs	1.325	1.002	740	534	376	256	173	117	77	50	31
	Haziran	3.593	3.012	2.482	2.008	1.591	1.232	932	690	502	355	243
	Temmuz	5.991	5.270	4.572	3.908	3.289	2.721	2.214	1.765	1.380	1.062	806
	Ağustos	5.729	5.007	4.312	3.659	3.062	2.523	2.041	1.614	1.244	932	683
	Eylül	3.479	2.922	2.421	1.973	1.574	1.222	914	655	447	296	190
	Ekim	1.437	1.138	879	658	477	333	229	155	101	65	41
	Kasım	162	100	58	34	21	13	8	5	3	1	0
	Aralık	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	22.037	18.664	15.605	12.865	10.446	8.333	6.531	5.009	3.757	2.761	1.994
BURDUR	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nisan	121	79	49	29	16	8	3	1	0	0	0
	Mayıs	638	474	343	241	163	104	64	36	18	8	3
	Haziran	1.886	1.529	1.214	944	716	526	372	251	160	94	51
	Temmuz	3.420	2.896	2.423	1.999	1.622	1.290	1.001	753	547	378	247
	Ağustos	3.406	2.883	2.412	1.989	1.612	1.279	990	743	535	364	227
	Eylül	1.633	1.318	1.044	806	605	437	303	198	121	67	33
	Ekim	352	251	173	114	72	43	23	11	4	1	0
	Kasım	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	11.465	9.434	7.659	6.123	4.806	3.686	2.755	1.992	1.385	912	561

Çizelge 3. Akdeniz bölgesi için aylık ve yıllık soğutma derece-saat değerleri (Devam)

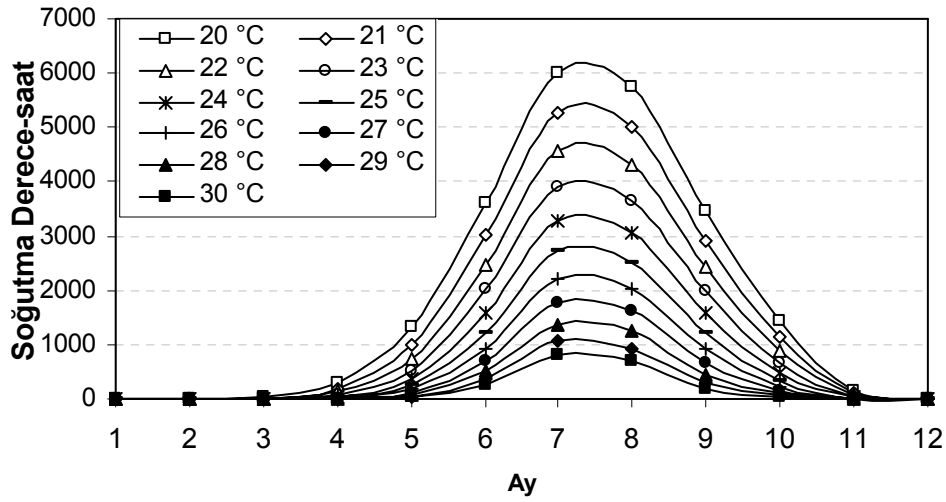
İl	Ay	Denge Noktası Sıcaklığı [°C]										
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
İSPARTA	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nisan	93	58	35	19	9	4	1	0	0	0	0
	Mayıs	498	362	255	175	115	72	41	21	9	3	1
	Haziran	1.509	1.204	940	715	527	374	254	163	98	53	25
	Temmuz	2.858	2.403	1.989	1.617	1.286	995	750	543	375	246	148
	Ağustos	2.838	2.387	1.977	1.609	1.283	996	751	542	371	235	135
	Eylül	1.403	1.129	885	676	499	353	238	150	88	46	21
	Ekim	308	218	148	97	60	34	18	8	3	1	0
	Kasım	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	9.514	7.764	6.230	4.907	3.779	2.827	2.051	1.427	943	584	329
K.MARAŞ	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	25	13	6	2	1	0	0	0	0	0	0
	Nisan	441	324	233	163	112	74	48	29	16	7	3
	Mayıs	1.660	1.340	1.064	832	637	475	348	247	170	114	72
	Haziran	3.573	3.003	2.490	2.037	1.639	1.294	1.001	757	559	401	277
	Temmuz	6.040	5.309	4.594	3.913	3.286	2.725	2.234	1.806	1.435	1.118	844
	Ağustos	6.457	5.719	4.992	4.294	3.642	3.050	2.530	2.074	1.677	1.333	1.036
	Eylül	3.836	3.250	2.714	2.234	1.815	1.453	1.145	883	663	482	337
	Ekim	1.188	939	729	555	414	301	212	145	93	56	30
	Kasım	43	25	14	7	3	1	0	0	0	0	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	23.264	19.922	16.835	14.037	11.548	9.372	7.517	5.941	4.613	3.511	2.598
KİLİS	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	18	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0
	Nisan	484	359	260	185	130	87	56	34	19	10	4
	Mayıs	1.984	1.632	1.321	1.052	823	630	474	347	249	173	116
	Haziran	3.819	3.284	2.793	2.348	1.949	1.591	1.277	1.002	766	569	407
	Temmuz	5.763	5.057	4.392	3.782	3.234	2.744	2.309	1.920	1.571	1.261	983
	Ağustos	5.809	5.095	4.417	3.797	3.244	2.754	2.324	1.939	1.593	1.283	1.006
	Eylül	3.932	3.363	2.850	2.392	1.984	1.626	1.312	1.036	797	595	426
	Ekim	1.450	1.147	894	685	515	379	270	184	119	72	38
	Kasım	87	55	33	18	10	4	2	0	0	0	0
	Aralık	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	23.348	19.998	16.963	14.260	11.890	9.815	8.022	6.462	5.114	3.962	2.980
MERSİN	Ocak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Şubat	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mart	42	22	10	4	1	0	0	0	0	0	0
	Nisan	391	261	173	111	69	40	22	12	6	3	1
	Mayıs	1.460	1.022	680	436	272	166	101	62	37	22	13
	Haziran	3.389	2.705	2.057	1.465	952	541	265	106	34	8	2
	Temmuz	5.538	4.794	4.053	3.318	2.599	1.909	1.280	751	364	135	34
	Ağustos	5.945	5.202	4.460	3.724	3.000	2.302	1.653	1.076	604	277	95
	Eylül	4.208	3.516	2.851	2.235	1.684	1.199	786	452	221	90	31
	Ekim	1.883	1.445	1.072	760	511	320	188	103	54	27	12
	Kasım	280	173	99	53	27	13	7	3	1	0	0
	Aralık	8	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Yıllık	23.148	19.143	15.454	12.106	9.114	6.491	4.300	2.565	1.322	562	187



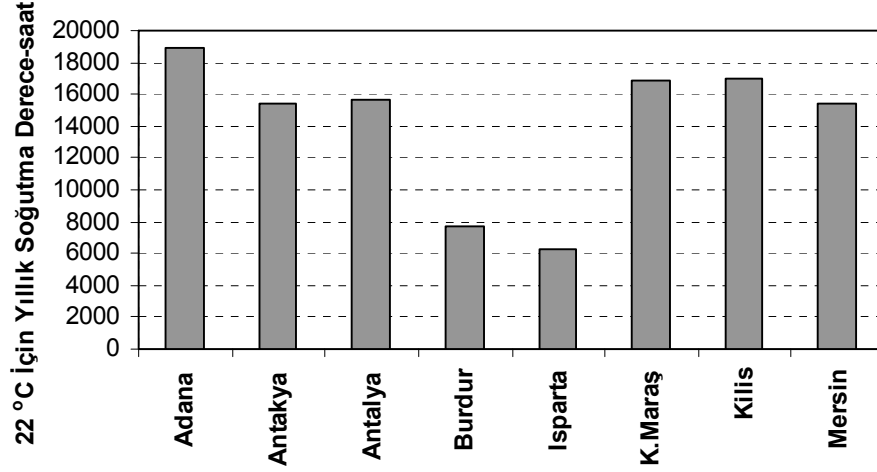
Şekil 6. Akdeniz Bölgesinde denge noktası sıcaklığına göre yıllık soğutma derece-saat değerlerinin değişimi



Şekil 7. Akdeniz bölgesinde yıllık soğutma derece-saat değerlerinin rakımla değişimi



Şekil 8. Antalya ili için aylık soğutma derece-saat değerlerinin değişimi



Şekil 9. 22 °C denge noktası sıcaklığına göre Akdeniz bölgesinde bulunan illerin yıllık soğutma derece-saat değerlerinin karşılaştırılması

3. ÖRNEK BİR BİNA İÇİN ENERJİ GEREKSİNİMİNİN HESABI

Antalya’da toplam döşeme alanı 1555,1 m² ve ofis amaçlı kullanılan 3 katlı bir bina (kat yüksekliği 3,52 m) için yıllık enerji ihtiyacı hesaplanmıştır. Binaya ait fiziksel ve ısı özellikler çizelge 4’te verilmiştir. Soğutma sisteminin soğutma etkinlik katsayısı 3 olduğu kabul edilmiştir. Isıtma için denge noktası sıcaklığı 18 °C, soğutma için 22 °C seçilmiştir. Binanın hava değişim katsayısı birdir.

Çizelge 4. Tipik binaya ait ısı ve fiziksel özellikler

Eleman	Alan [m ²]	U [W/m ² °C]	UA [W/°C]
Dış Duvar (20 cm gaz beton + 2 cm yalıtım)	702,4	0,52	365,2
Pencere (Çift camlı)	330,6	270	892,6
Çatı (8 cm yalıtım)	610	0,38	231,8
Havalandırma	-	-	1264,4
K_{top} [W/°C]			2754,1

3.1. Yıllık Isıtma Enerjisi Gereksiniminin Derece-Saat Yöntemine Göre Hesabı

T_b=18 °C için çizelge 1’den yıllık IDS = 29.431 [°C-saat], binanın toplam ısı transfer katsayısı 2.754,1 [W/°C] ve ortalama ısı verim 0,80 alınır ve değerler eşitlik 3’te yerine konulursa, yıllık ısıtma enerjisi gereksinimi Q_i=101.320 kWh olarak hesaplanır. Fuel oil 4 (Kalorifer yakıtı)’m değeri 40.604 kJ/kg olarak alınırsa, yıllık yakıt miktarı 8.983 kg olarak hesaplanır. Farklı yakıt çeşitleri için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ve maliyeti 18 °C denge noktası sıcaklığı için çizelge 5’te verilmiştir. Yakıt fiyatları Eylül 2007’ye aittir [www.igdas.com.tr]. Çizelgeden görüldüğü en ucuz yakıt doğal gaz, en pahalı yakıt ise motorin olmaktadır.

Çizelge 5. Farklı yakıt türleri için 18 °C denge noktası sıcaklığına göre yıllık ısıtma enerjisi miktarı ve maliyeti

Yakıt	Isıl Değer	Isıl verim	Yıllık Isıtma Enerjisi, kWh	Yıllık Yakıt Miktarı	Yakıt Fiyatı	Yıllık Maliyet, YTL
Fuel oil No: 4	40.604 kJ/kg	0,80	101.320	8.983 kg	1,2382 YTL/kg	11.123
Kömür	25.116 kJ/kg	0,65	124.701	17.874 kg	0,328 YTL/kg	5.863
Doğal gaz	34.535 kJ/m ³	0,90	90.062	9.388 m ³	0,525758 YTL/m ³	4.936
Motorin	42.697 kJ/kg	0,84	96.495	8.136 kg	2,20619 YTL/kg	17.949
LPG	46.046 kJ/kg	0,90	90.062	7.041 kg	2,187 YTL/kg	15.399

3.2. Yıllık Soğutma Enerjisi Gereksiniminin Derece-Saat Yöntemine Göre Hesabı

Soğutma yüküne tesir eden bir çok faktör olduğundan soğutma enerjisinin tespiti ısıtma enerjisine göre daha karmaşıktır. Fakat iç ve güneş enerjisi kazançlarının çok yüksek olmadığı durumlarda, ısıtma enerjisi hesabına benzer olarak derece-saat yöntemi ile soğutma enerjisi yaklaşık olarak belirlenebilir. $T_b=22\text{ }^{\circ}\text{C}$ için çizelge 2’den yıllık $SDG=15.605\text{ }[^{\circ}\text{C-saat}]$ alınır ve değerler eşitlik 4’te yerine konulursa, yıllık soğutma enerjisi gereksinimi $Q_s=14.326\text{ kWh}$ olarak bulunur.

4. SONUÇ

Akdeniz bölgesinin sekiz il merkezi (Adana, Antakya, Antalya, Burdur, Isparta, Kahramanmaraş, Kilis ve Mersin) için en az 15 yıllık saatlik dış hava sıcaklıkları kullanılarak değişik denge noktaları sıcaklıklarında ısıtma ve soğutma derece-saat değerleri belirlenmiştir. Isıtma derece-saat değerleri, $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasındaki 11 farklı denge noktası sıcaklığı için aylık ve yıllık olarak çizelgelerde verilmiş ve değerler analiz edilmiştir. $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ile $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ artırımlı denge noktası sıcaklıkları için aylık ve yıllık soğutma derece-saat değerleri çizelgelerde verilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir. Ayrıca, Antalya’da örnek bir binanın enerji analizi derece-saat yöntemi ile yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Bulut, H., Büyükalaca, O., Yılmaz, T., Aktacir, M. A., 2002, GAP bölgesi için detaylı iklim verileri, Harran Üniversitesi GAP IV. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı, 183-191, Şanlıurfa.
- [2] Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T., 2001, Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey, Applied Energy, 69/4, 269-283.
- [3] Papakostas, K., Kyriakis, N., 2005, Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece, Renewable Energy, 30, 1873-1880.
- [4] Satman, A., Yalçinkaya, N., 1999, Heating and cooling degree-hours for Turkey, Energy, 24, 833-840.
- [5] Durmayaz, A., Kadioğlu, M., Şen, Z., 2000, An application of the degree-hours method to estimate the residential heating energy requirement and fuel consumption in İstanbul, Energy, 25, 1245-1256.
- [6] Durmayaz, A., Kadioğlu, M., 2003, Heating energy requirements and fuel consumptions in the biggest city centers of Turkey, Energy Conversion and Management, 44, 1177-1192.
- [7] Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T., 2000, Türkiye’nin bazı illeri için derece-gün değerleri”, 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt 1, 107-112, Sakarya.

ÖZGEÇMİŞ

Hüsamettin BULUT

1971 yılında 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 Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 2003 yılında Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. olarak atandı. 2005 yılında Makina Mühendisliği Enerji Bilim Dalında Doçent oldu. Halen Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölüm Başkan Yardımcılığı görevini sürdürmektedir. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verileri ve enerji analizi, ısıtma-soğutma ve güneş enerjisi sistemleri uygulamalarıdır. TTMD ve MMO üyesidir.

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. 1993 ve 1996 yıllarında School of Engineering, University of Manchester, UK'de Visiting Researcher olarak bulundu. 2005 yılından itibaren Çukurova Üniversitesi, Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) müdürlüğü görevini yürüttü. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına Profesör olarak atandı. 2002-2006 yılları arasında Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölüm Başkan yardımcılığı, 2005-2006 Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekan yardımcılığı yaptı. 2006 yılından beri Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlığı görevini yürütmektedir. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verilerinin analizi, enerji analizi, ısı pompaları ve türbülanslı akışta konveksiyonla ısı transferidir. TTMD ve MMO üyesidir.

Tuncay YILMAZ

1945 yılında Tarsus'ta doğdu. 1968 yılında Berlin Teknik Üniversitesi Makine Fakültesini bitirdi. 1972 yılında aynı Üniversitede doktorasını tamamladı. 1973-1983 yıllarında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde göreve başladı. 1977 yılında Makine Mühendisliği Bölümünde Isı ve Kütlev 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 ve 2002-2007 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlığını ve 1983-2002 yılları arasında da Çukurova Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölüm Başkanlığını yürüttü. 1991 yılında kurulduğundan 2002 yılına kadar da Çukurova Üniversitesi, Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Uygulama ve Araştırma Merkezi (SİMER) Müdürlüğü görevlerini sürdürdü. Isı transferi, ısıtma ve soğutma sistemleri ve uygulamaları, iklim verileri ve çok fazlı akışlar üzerine çalışmaktadır. TTMD ve MMO üyesidir.