

KONUT DIŞI BİNALARIN SOĞUTMA YÜKLERİNİN TRANSFER FONKSİYONU YÖNTEMİ İLE HESAPLANMASI

Nurdil ESKİN
Hamdi İlker TÜRKMEN

ÖZET

Soğutma ve ısıtma yüklerinin bilinmesi HVAC sistemlerinin tasarımında ve iklimlendirme cihazlarının boyutlandırılmasında gereklidir. Bu çalışmanın amacı farklı boyutlarda ve farklı şehirlerde bulunacak ofis amaçlı binaların yıllık ısıtma ve soğutma yüklerinin incelenmesidir. Binaların yıllık ısı yüklerine farklı bina parametrelerinin etkisi hazırlanmış bir bilgisayar programı vasıtasıyla incelenmiştir. Geliştirilen programın geçerliliği ise program sonuçlarının daha önce benzer amaçlı hazırlanmış programlarla karşılaştırılarak yapılmıştır. Sonuçlar programın güvenlikle kullanımını kanıtlar niteliktedir. Binanın coğrafi konumu, büyüklüğü, cam tipi, pencere /duvar oranı,pencere tipi ve kullanım oranlarının etkileri farklı boyutlardaki bina için irdelenmiş ve sonuçlar sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Konut dışı binalar iklimlendirme sistemlerinin tasarımında önemli bir yer tutar. Bu grup içinde ofisler, hastaneler, büyük alışveriş merkezleri, okullar, tiyatrolar, sinemalar, konser ve konferans salonları, kütüphaneler ve sergi salonları ve müzeler gibi toplum hayatına açık merkezler yer almaktadır. Bu geniş kullanım alanı içinde günlük çalışma hayatının geçtiği ofis binaları ise insan hayatında önemli bir yer kapsamaktadır.

Bu konuda yapılmış çeşitli araştırma çalışmaları ve geliştirilmiş bazı ticari programlar mevcut olmakla beraber ofis binalarının Transfer Fonksiyonu Metodu ile soğutma ve ısıtma yüklerinin hesaplanmasına yönelik çalışmalara literatürde pek rastlanmamıştır. Bu metot kullanılarak yapılan çalışmalar daha ziyade metodun alt hesaplama yöntemlerinin irdelenmesi şeklindedir. Bu çalışma bu metot kullanılarak yapılan hesaplamaları esas almakta ve bu hesaplama sonuçlarının irdelenmesini içermektedir.

Sistemlere etki eden pek çok tasarım ve bina parametreleri olmakla beraber bu çalışmada bu değişkenler arasında en önemli oranda ısı yüklerine etki eden ve değişkenlik seviyesi en fazla karşılaşılan parametreler ele alınmıştır. Bu parametreler; binanın bulunduğu yerin iklim şartları; binanın büyüklüğü, pencere/ duvar oranı, çerçeve ve cam tipleri ile binanın kullanım oranı olarak seçilmiştir. Bu parametreler doğrultusunda ısı kazançlarını(kayıplarını) ve soğutma ve ısıtma yüklerini oluşturan bileşenlerin tespiti yapılmıştır. Isıl yüklerin hesaplanması ve bu yüklerin hesaplanıp soğutma yüküne dönüştürülmesi için kullanılan simülasyon programının içeriği, akış diyagramı, ve programın geçerliliğinin irdelenmesinin ardından İstanbul, Ankara, İzmir ve Antalya için farklı parametrelerin etkisi irdelenmiştir.

2. SİSTEMİN ANALİZİ

HVAC sistemlerinin ve sistemde kullanılacak iklimlendirme cihazlarının kapasitelerinin tespitinde öncelikle binanın soğutma ve ısıtma yüklerinin bilinmesi önemlidir. Bu yüklerin hesaplanmasında ASHRAE tarafından da önerilen üç temel hesaplama metodu vardır. Bu metodlardan biri, Toplam Eşdeğer Sıcaklık Farkı Metodu (TESF) olup güneş ışınımı ve ısı depolamayı hesaplamalara dahil etmeyi ilk defa hedefleyen metoddur. İkinci yaygın metod ise bilhassa el ile yapılan hesaplamalar için uygun olan CLTD/CLF/SCL metodudur. Bu metod tablolar halinde verilen verilerin kullanılması ile sınırlı olup bilgisayar kullanımına pek uygun değildir.

Üçüncü metod ise Transfer Fonksiyonu Metodu (TFM) olup, ısıtma ve soğutma yüklerini en hassas şekilde hesaplayabilen ve bina yapı elemanları ve bina içindeki dekorasyon amacıyla kullanılan objelerin de zamana bağlı olarak ısı depolama etkisini gözönüne alan ve hesaplamalara dahil eden bir metoddur. Bu metod ile bir bina elemanından binaya geçen ısı miktarı, o bina elemanının zamana bağlı olarak depoladığı ısı miktarı ve bir ısı kaynağı gibi davranarak tekrar içeriye verdiği ısı miktarı saat-saat hesaplanabilmektedir. Bu hesaplamalarda güneş-hava sıcaklığı adı verilen ve sözkonusu bina hacmi için iç ortam sıcaklığı ile dış ortam şartlarını tanımlayan bir sıcaklık değeri kullanılmaktadır. Bu yöntemde herhangi bir bina elemanından olan ısı kazancı (veya ısı kaybı) aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir:

$$\dot{Q}_{e,\theta} = A \left[\sum_{n=0} b_n (T_{e,\theta-n\delta}) - \sum_{n=1} d_n \{ (\dot{Q}_{e,\theta-n\delta}) / A \} - T_r \sum_{n=0} c_n \right] \quad (1)$$

Bu eşitlikteki b_n , c_n , ve d_n katsayıları ve bina yapı elemanları ile ilgili temel veriler ASHRAE Temel el Kitabındaki Tablo 11 ile Tablo 19 arasındaki çeşitli tablolarda verilmektedir. [2]

Hesaplanan bu ısı kazancı (veya kaybı) ile binanın soğutma yüküne geçilebilir. Bir binanın eşit zaman aralıkları ile hesaplanan ısı kazancına karşılık gelen i zamanına ait soğutma yükü o andaki ısı kazancı (veya kaybı) ile ilişkilendirilerek

$$\begin{aligned} \dot{Q}_s &= \dot{Q}_{rf} + \dot{Q}_{sc} \\ \dot{Q}_{rf} &= \sum_{i=1}^n (v_0 \dot{Q}_{\theta,i} + v_1 \dot{Q}_{\theta,i-\delta} + v_2 \dot{Q}_{\theta,i-2\delta} + \dots) - (w_1 \dot{Q}_{\theta-\delta} + w_2 \dot{Q}_{\theta-2\delta} + \dots) \\ \dot{Q}_{sc} &= \sum_{j=1} (\dot{Q}_{c,j}) \end{aligned} \quad (2)$$

bağıntılarından hesaplanabilir. Burada θ , 1 den başlayarak o hacmi çevreleyen ısı kazanç elemanlarının sayısını, δ ise zaman adımını göstermektedir. Burada v_0 , v_1 , w_1 , w_2 katsayıları ise oda transfer fonksiyonları (RTF) olup, ısı kazancının tipine ve o mahallin ısı depolama kapasitesine bağlı olarak değişen katsayılardır. Gizli ısı kazancından kaynaklanan soğutma yükü ise

$$\dot{Q}_l = \sum_{k=1} (\dot{Q}_{l,k}) \quad (3)$$

hesaplanabilir.

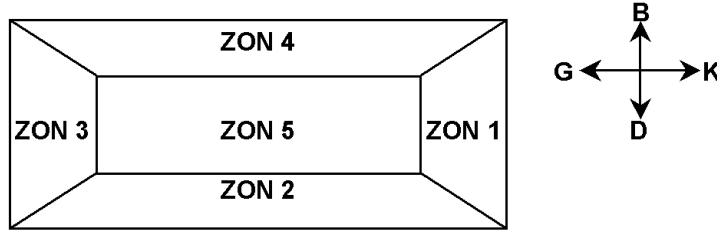
3. BİNANIN ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmada hesaplama sürelerini kontrol edilebilir seviyelerde tutmak için bina büyüklükleri belirlenmiştir ve farklı zemin alanlarına ve kat yüksekliklerine haiz üç farklı bina seçilmiştir. Binalara ait veriler Tablo 1 de verilmektedir. Bütün binalar için uzunluk ve genişlik oranı 1.5 olarak alınmıştır.

Tablo 1. Bina tiplerine bağlı olarak çalışmada ele alınan bina boyutları

Bina Tipi	Toplam zemin alanı (m ²)	Kat sayısı	İç alan/Çevresel alan
1	1760	5	0.353
2	4250	5	1.194
3	12150	9	1.732

Çalışmada binanın her katında zemin alanı beş ısııl zona ayrılmıştır. (Şekil 1). Bu zonlardan dördü kuzey,güney,doğu ve batı cephelerini ve 5. zon ise iç bölgeyi kapsamakta ve dış ortama hiçbir cephesi bulunmamaktadır. Bu zon sadece insanlardan ve/veya elektrikli / elektronik cihazlar ve aydınlatmadan ve diğer zonlardan gelebilecek ısı yükleri nedeniyle bir ısııl yüke haiz olacaktır. Dış zonlar ise (1 den 4 e kadar) dış ortama dış duvarlar, pencereler ve çatı vasıtasıyla açıktır. Bu zonlarda ayrıca insanlar, aydınlatma, ve elektrikli / elektronik cihazlar ve havalandırmadan da ilave yükler gelecektir. Bu çalışmada dış zonların genişliği kat yüksekliği olan 3.65 m. ile aynı alınmıştır. Asma tavan yüksekliği ise 0.61 m. dir. Türkiyede farklı iklim bölgelerinden dört il Antalya (Akdeniz Bölgesi), Ankara (Orta Anadolu), İstanbul (Marmara Bölgesi) ve İzmir (Ege Bölgesi) seçilerek hesaplamalarda bu şehirlerin saatlik dış ortam şartları kullanılmıştır.

**Şekil 1.** Binanın zon dağılımı

3.1 Bina Yapı Elemanlarının Özellikleri:

Bina dış duvarları ve çatı TS 815 Isı Yalıtımına uygun olarak seçilmiş ve binalarda uygulanmıştır. Her binanın dekorasyon özelliği açısından aynı olduğu kabul edilmiş, binaların zemininde halı ile kaplandığı ve duvarların açık renk boyalı olduğu varsayılmıştır. Zemin toplam ısı geçiş katsayısı $U=0.45 \text{ W/m}^2\text{-K}$ olarak alınmış ve toprak sıcaklığı $10 \text{ }^\circ\text{C}$ kabul edilmiştir. Pencerelerin açılmayan pencereler olduğu ve pencere alanının dış duvar alanına olan oranı ise değişken olarak hesaplamalara dahil edilmiş ve %20, % 40, %60, ve %80 olarak seçilmiştir. Pencerelerin dört dış duvarda eşit şekilde dağıldığı ve herhangi bir dış gölgeleme elemanının bulunmadığı kabul edilmiştir. Binanın dış yüzeyi iç yüzeyleri gibi açık kabul edilmiş, çatının ise koyu renkli olduğu varsayılmıştır.

3.2 İklim verileri

Binanın tanımının dışında bir diğer önemli parametre olan dış ortam şartları ise, meteorolojik veriler kullanılarak oluşturulan bir veri tabanı ile söz konusu olan iller için sağlanmıştır. Tipik bir gün için bu dört ildeki meteorolojik veriler Tablo 2 de verilmektedir.

Tablo 2. İklim verilerine bir örnek

İstanbul –(Göztepe)												
Saat	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
KT/YT	20.4/ 17.4	20.1/ 17.3	19.8/ 17.1	19.6 / 16.9	19.5/ 16.9	20.2/ 17.6	21.8/ 19.3	23/ 20.5	24.1/ 20.7	25/ 20.7	25.6/ 20.5	26.2/ 20.2
X(kg/kg)	0.0112	0.0112	0.0111	0.011	0.011	0.0115	0.013	0.014	0.014	0.0135	0.013	0.0124
V(m ³ /kg)	0.847	0.846	0.845	0.844	0.844	0.847	0.853	0.8585	0.8615	0.8636	0.8646	0.865
Saat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
KT/YT	26.6/ 19.7	26.9/ 20.1	26.8/ 20	26.5/ 20.3	25.9/ 20.5	25.1/ 20.5	23.9/ 20	22.9/ 19.7	22.2/ 19	21.6/ 18.4	21.1/ 18.1	20.8/ 17.8
X	0.0115	0.012	0.012	0.0124	0.013	0.0132	0.013	0.013	0.0124	0.012	0.0117	0.0115
V(m ³ /kg)	0.865	0.08669	0.8665	0.8663	0.865	0.8634	0.8597	0.8569	0.854	0.85	0.85	0.8487
Ankara												
Saat	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
KT/YT	18.6/ 12.1	17.9/ 11.8	17.2/ 11.6	16.7/ 11.4	16.2/ 11.4	16.6/ 12.2	18.2/ 13.8	20.4/ 16	22.3/ 16.5	23.9/ 16.7	25.3/ 16.7	26.4/ 16.4
X(kg/kg)	0.006	0.006	0.006	0.0062	0.0064	0.007	0.008	0.0095	0.0093	0.009	0.0083	0.0075
V(m ³ /kg)	0.835	0.833	0.831	0.8298	0.8287	0.83	0.8365	0.8449	0.85	0.854	0.8573	0.859
Saat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
KT/YT	27.3/ 15.9	27.9/ 16.5	28.4/ 17	28.3/ 17.6	27.9/ 17.9	27/ 17.8	25.5/ 17	23.8/ 16.1	22.6/ 14.8	21.2/ 13.5	20.3/ 13	19.4/ 12.5
X(kg/kg)	0.0066	0.007	0.0074	0.0082	0.0087	0.009	0.0086	0.0082	0.0073	0.0064	0.0063	0.0062
V(m ³ /kg)	0.861	0.863	0.865	0.865	0.865	0.863	0.8583	0.8529	0.8482	0.843	0.84	0.8375
İzmir												
Saat	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
KT/YT	24.5/ 18.1	24/ 17.9	23.5/ 17.6	23.1/ 17.5	22.7/ 17.3	22.9/ 17.7	24.5/ 19.4	25.6/ 20.5	27.2/ 21.1	28.7/ 21.7	30/ 22	30.9/ 21.9
X(kg/kg)	0.0103	0.0103	0.0101	0.0102	0.0101	0.0105	0.012	0.013	0.0132	0.0134	0.0133	0.0128
V(m ³ /kg)	0.8578	0.8563	0.8546	0.8535	0.8523	0.8534	0.86	0.8646	0.8695	0.874	0.877	0.8796
Saat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
KT/YT	31.5/ 21.5	31.8/ 21.9	31.7/ 21.8	31.4/ 22.1	30.8/ 22	29.9/ 21.6	28.7 /21	27.8/ 20.7	27/ 19.9	26.4/ 19.3	25.8/ 18.9	25.2/ 18.6
X(kg/kg)	0.012	0.0125	0.0123	0.0129	0.013	0.0128	0.0125	0.0124	0.0116	0.0111	0.0108	0.0107
V(m ³ /kg)	0.88	0.881	0.881	0.881	0.879	0.8767	0.8727	0.87	0.8667	0.8643	0.8622	0.86
Antalya												
Saat	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
KT/YT	26.8/ 21.3	29.2/ 21.1	30.7/ 20.9	31.4/ 20.6	31.9/ 20.4	32.1/ 20.2	32.2/ 19.9	32.2/ 20.3	31.7/ 20.7	31.2/ 21	30.5/ 21.4	29.6/ 21.8
X(kg/kg)	0.0136	0.0123	0.0115	0.0108	0.0105	0.01	0.0095	0.01	0.0108	0.0115	0.0123	0.0132
V(m ³ /kg)	0.869	0.874	0.877	0.8782	0.879	0.879	0.8787	0.8795	0.879	0.8785	0.877	0.8764
Saat	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
KT/YT	28.3/ 22.1	27.1/ 22.5	26.2/ 22.5	25.3/ 22.4	24.6/ 22.4	24/ 22.4	23.5/ 22.3	23.2/ 22.3	23/ 22.3	22.8/ 22	22.8/ 21.8	24.1/ 21.6
X(kg/kg)	0.0142	0.0153	0.0157	0.016	0.0162	0.0165	0.0165	0.0166	0.0167	0.0163	0.016	0.0152
V(m ³ /kg)	0.874	0.872	0.87	0.8676	0.866	0.8646	0.8632	0.8625	0.862	0.816	0.86	0.8632

3.2 İşletme Parametreleri

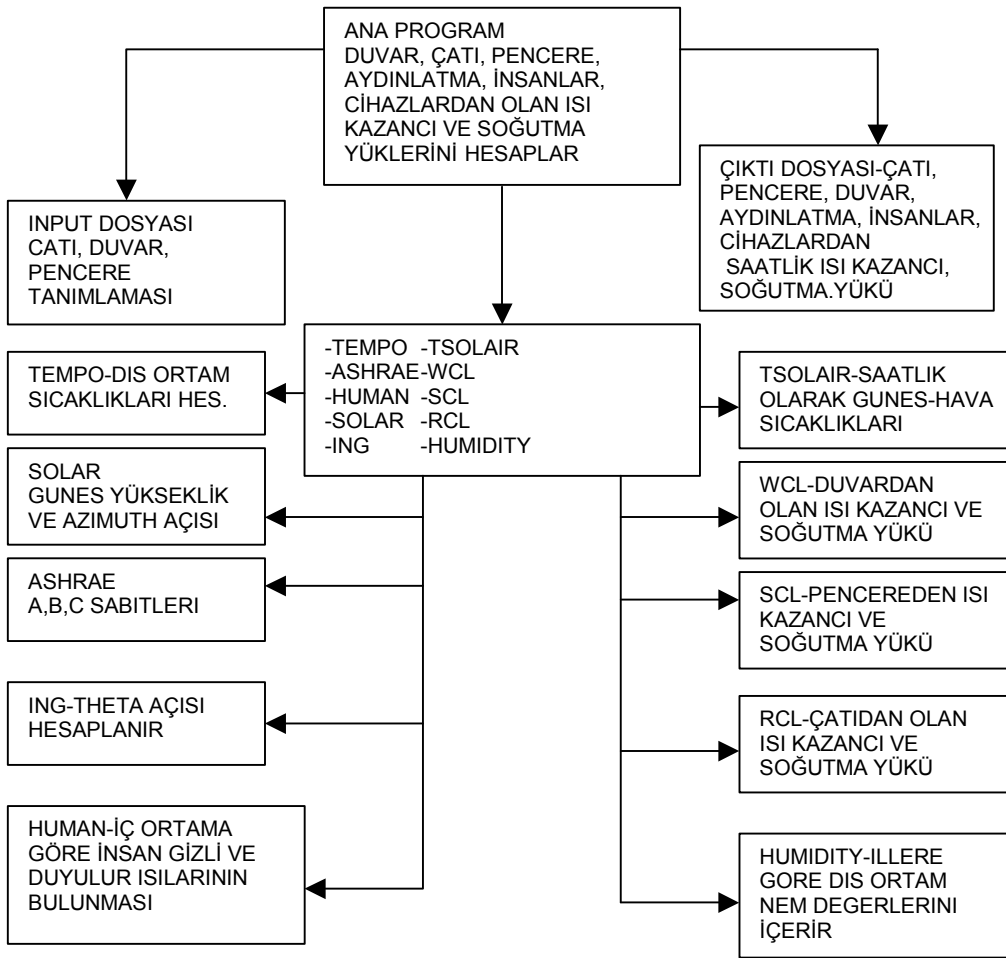
Binadaki çalışan sayıları ve işletme parametreleri tipik bir ofis binasına ait değerlerden seçilmiştir. Binanın beş iş günü süresince sabah 8:00 ve akşam 6:00 arasında kullanıldığı, hafta sonları ise 9:00 ve 5.00 arasında gündüz çalışmasında olduğu kabul edilmiştir. Yıl boyunca 12 tatil günü olduğu ve bu sürelerde binanın ısıtma ve soğutma sistemlerinin kapalı olduğu kabul edilmiştir.

Binada çalışan sayısı zemin alanı bazında hesaplanmış, insan yoğunluğu 7 m²/kişi ofis alanları için , 2m² / kişi konferans ve bekleme odaları için, ve özel kullanım alanları için 19 m² /kişi alınmıştır. Aydınlatma yükü 25 W/m² iç zon için ve 20 W/m² dış zonlar için seçilmiştir. Cihazlar açısından da 50

W/m^2 ofis kullanım alanları ve $30 W/m^2$ özel kullanım alanları için alınmıştır[8]. İnsanlardan olan ısı kazançları insanların aktivitelerinin seviyelerine ve iç ortam sıcaklığına bağlı olarak tesbit edilmektedir. Binanın enfiltrasyon miktarı da ASHRAE de verilen metodlar kullanılarak hesaplanmıştır. Bütün iklimlendirme yapılan zonlarda soğutma için $24\text{ }^\circ\text{C}$ ve gece çalışması için $26\text{ }^\circ\text{C}$ seçilmiş, Isıtma için ise bu değerler sırasıyla $21\text{ }^\circ\text{C}$ ve $15\text{ }^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır. Park alanı bütün ısıtma sezonu boyunca $15\text{ }^\circ\text{C}$ alınmıştır.

4. BİLGİSAYAR PROGRAMI

Bu çalışmada ofis binasının saatlik ısı kazancı (veya kaybı) ve bağlı olarak soğutma yüklerini Transfer Fonksiyonu Metodu esas alarak hesaplayabilen bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

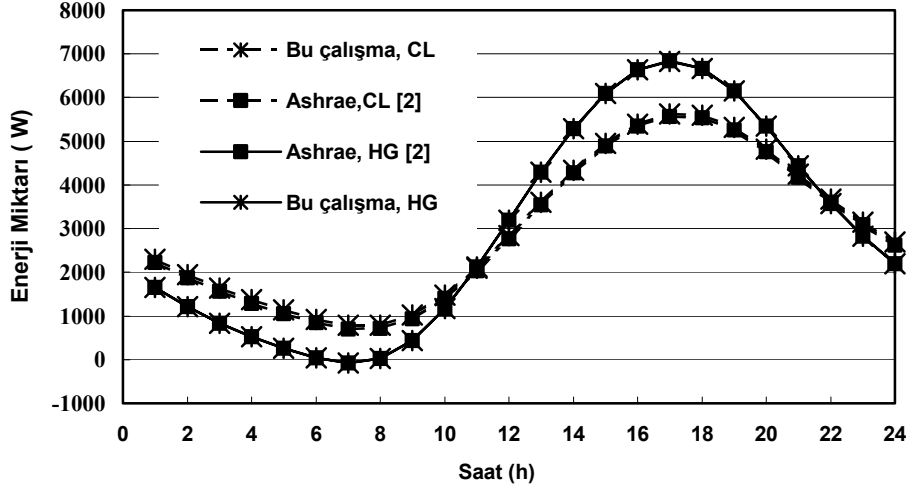


Şekil 2. Geliştirilen Programın Akış Diyagramı

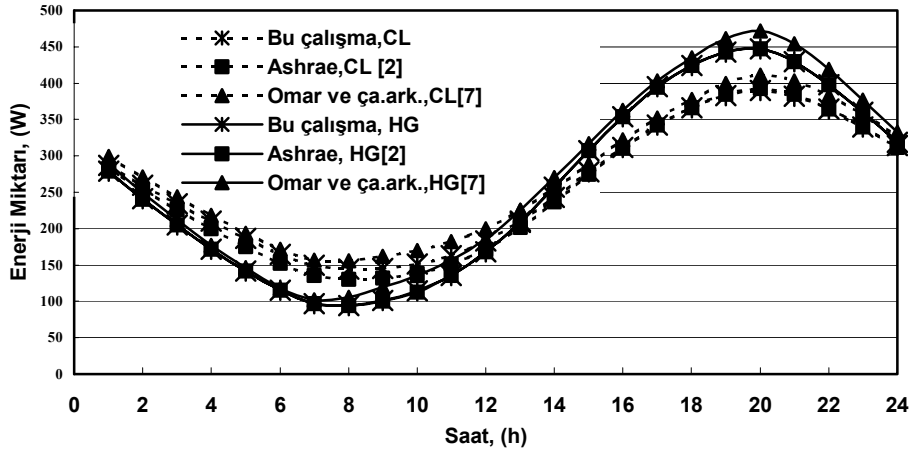
Program esas olarak iki ana iterasyon kademesine sahiptir : İlk adımda ısı kazançları (veya kayıpları) hesaplanmakta ve daha sonra saatlik soğutma (veya ısıtma) yükleri istenilen ay ve günler için bulunmaktadır. Programda, ardarda hesaplanan iki 24 saatlik süre için, hesaplanan saatlik değer ile bir önceki hesaplamada aynı saat için bulunan değer arasındaki fark %1 den az olana kadar iterasyon devam etmektedir. Program, her saat için duyulur, gizli ve toplam ısı yükleri ile soğutma (veya ısıtma) yüklerini her kat ve her zon için hesaplamaktadır. program giriş veri dosyası, sonuçlar dosyası, bazı veri dosyaları ve ana programdan oluşmaktadır [9]. Programın akış diyagramı Şekil 2 de verilmektedir.

4.1 Programın Geçerliliğinin İrdelenmesi

Geliştirilen bu bilgisayar programının ve hesaplanan sonuçların geçerliliği ASHRAE Temele El kitabında verilen sonuçlar ve daha önce yapılmış bir çalışma ile karşılaştırılarak gösterilmiştir [2,7]. Bu mukayesede aynı örnek için yapılan hesaplama sonuçları programdan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılarak program vasıtasıyla bulunan sonuçların ve bağlı olarak programın geçerliliği gösterilmiştir. Soğutma yüklerinin karşılaştırılmasında programın çatı için aynı soğutma yüklerini hesaplayabildiği, duvardan olan ısı kazançlarından kaynaklanan soğutma yükü değerlerini ise % 1.2 lik hata ile bulduğu saptanmıştır. (Şekil 3-4). Şekilden de görüleceği gibi hataların çoğu günün erken saatlerindeki sapmadan olmaktadır.



Şekil 3. Isı kazancı (HG) ve soğutma yükünün (CL) örnek bina çatısı için gün boyunca değişimi



Şekil 4. Günlük ısı kazancı ve soğutma yüklerinin örnek bir duvar için karşılaştırılması

Benzer mukayese 3-m² genişliğindeki kuzey penceresi için de yapılmış ve programın gerek güneş ışınımı değerlerini ve gerekse soğutma yüklerini sırasıyla % 2.3 ve %0.26 hata ile hesaplayabildiği görülmüştür (Tablo 3).

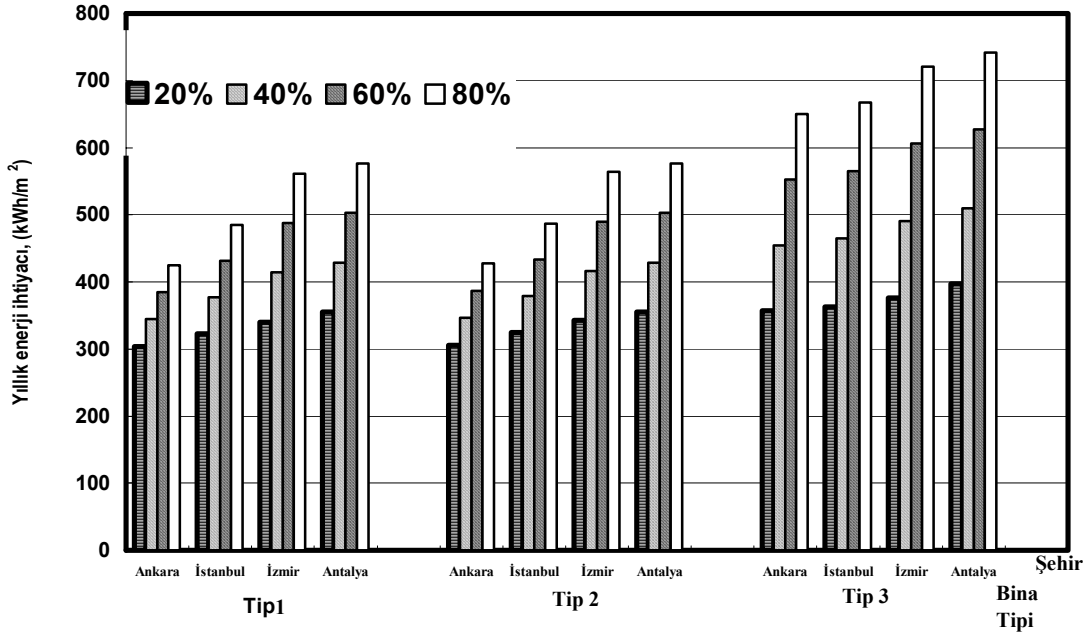
Tablo 3.Ç Güneş ısı Kazanç Faktörü (SHGF), güneşten olan ısı kazancı ve soğutma yüklerinin kuzeye bakan pencere için karşılaştırılması

Saat (h)	SHGF, (W/m ²)		Pencerelerden olan ısı Kazancı (W)		Güneş ısı kazancı (W)		Soğutma Yüğü (W)	
	Bu Çalışma	Ashrae	Bu Çalışma	Ashrae	Bu Çalışma	Ashrae	Bu Çalışma	Ashrae
2	0	0	37,26	37	0	0	24,9	25
4	0	0	4,1	4	0	0	21,5	22
6	115	116	8,28	9	189	191	147,5	149
8	89,38	90	74,52	75	148	149	124,3	125
10	110	110	198,72	198	182	182	151,0	151
12	119,43	120	351,9	352	198	198	166,2	167
14	110	110	443	443	182	182	159,6	160
16	89,38	90	443	443	148	149	139,2	140
18	115	116	360,18	360	189	191	168,6	170
20	0	0	240,12	240	0	0	38,5	039
22	0	0	144,9	145	0	0	33,3	33
24	0	0	82,8	83	0	0	28,8	29
Toplam	-	-	-	-	0	2288	2277.1	2289
Mak.Hata	0.68 %		2.58 %		0.26 %		0.52 %	

5. BINA PARAMETRELERİNİN BİNANIN ENERJİ İHTİYACINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

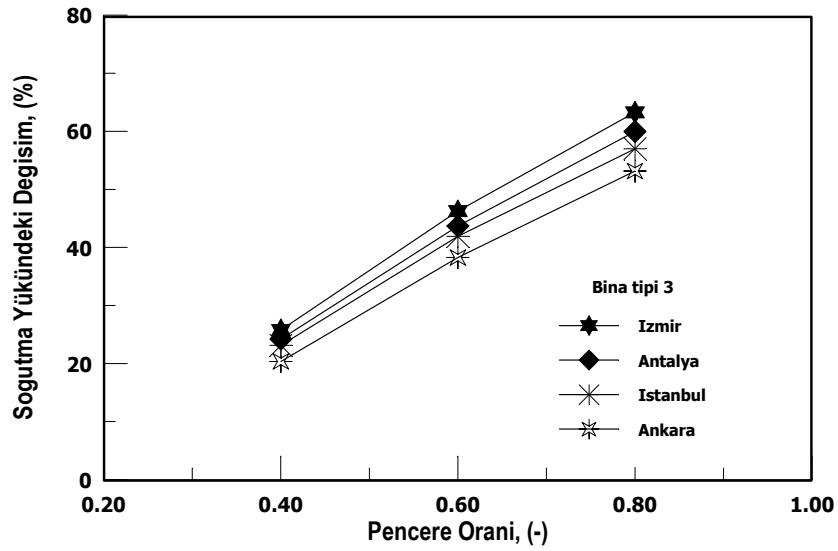
Geliştirilen bilgisayar programı kullanılarak enerjinin tasarrufuna yönelik çeşitli imkanlar araştırılabilir. Bu çalışmada binanın enerji ihtiyaçlarının irdelenmesinde üç parametre gözönüne alınmıştır: Bunlar Pencere oranı ,pencere ve cam tipi, kullanım faktörüdür. Bu parametrelerden birinin değişimi, diğerleri sabit tutularak incelenmiş ve soğutma yükleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

İlk iki parametre bina dış kabuğu ile ilintili olup bu sayede yapılabilecek tasarruf oranlarının tesbiti mümkün olacaktır. Şekil 5 de yıllık enerji ihtiyacının birim m² için farklı şehirlerdeki değişken pencere oranlarına sahip üç farklı tip bina için gösterilmektedir. Bu incelemede pencere oranları %20, %40, %60, %80 olarak alınmıştır. Beklenildiği gibi pencere oranı arttıkça bina enerji ihtiyacı artmaktadır ancak bu etki en fazla büyük binada görülmektedir. Pencere oranının %20 den %80 e artırılması, binaların ve şehirlerin (dış ortam şartlarının) etkisi de artmakta ve aralarındaki fark büyümektedir. Bu etki en fazla Antalya gibi sıcak ve nemli iklimlerde ve yüksek pencere oranlarında kendini göstermektedir.

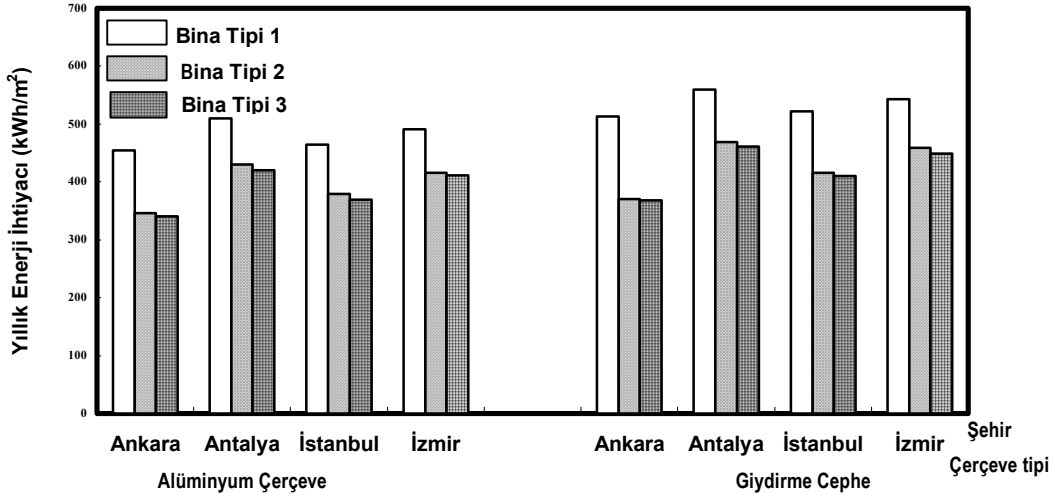


Şekil 5. Pencere oranına göre yıllık enerji ihtiyacının değişimi

Şekil 6 da farklı pencere oranlarının günlük soğutma yükleri üzerindeki etkisini göstermektedir. Görüldüğü gibi hemen hemen her şehir için soğutma yükünün bağlı değişimi pek farklı olmamakla beraber, İzmirdeki bir binanın soğutma yükünün



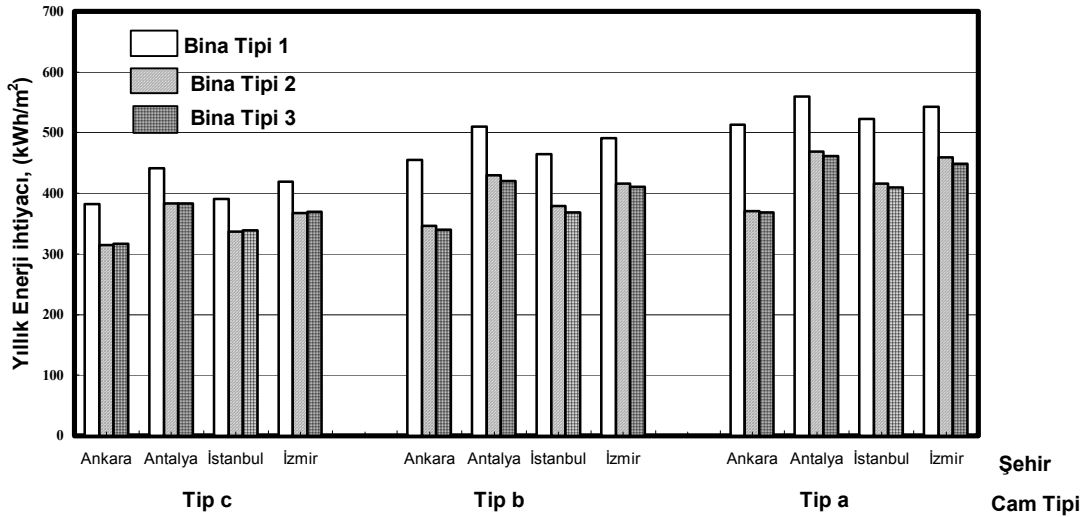
Şekil 6. Bina günlük soğutma yüküne pencere oranının etkisi



Şekil 7. Çerçeve tipinin yıllık enerji ihtiyacı üzerindeki etkisi

diğerlerinden daha fazla pencere oranı ile değiştiği gözlenmektedir. Sadece %80 pencere oranında İzmir ve Antalya soğutma yükü değerleri yakın çıkmaktadır.

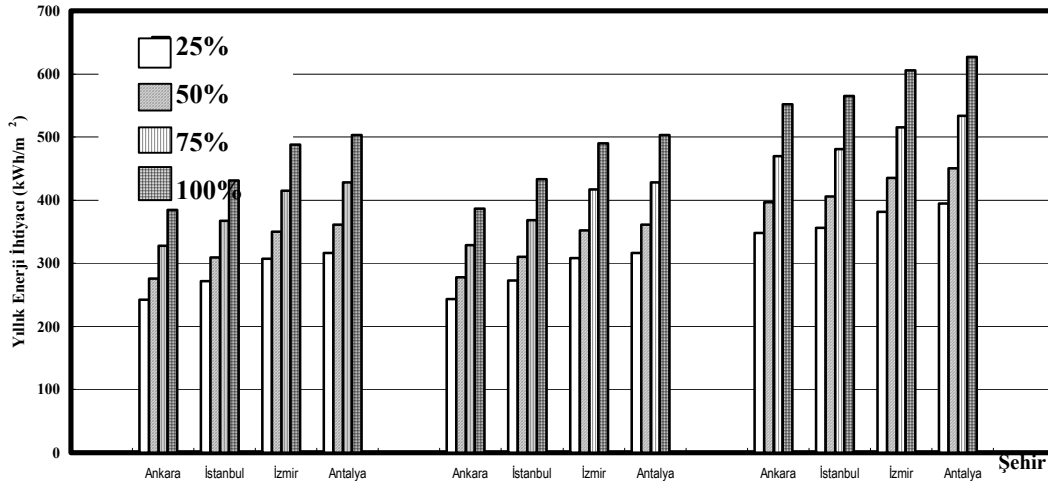
Şekil 7 de yıllık enerji ihtiyacı üzerinde farklı çerçeve tiplerinin etkisi görülmektedir. Hesaplamalarda pencere oranı %80 alınmış ve çift camlı giydirme cepheli bina ile alüminyum çerçeveli çift camlı pencerenin etkisi irdelenmiştir. Görüldüğü gibi giydirme cepheli binaların enerji ihtiyaçlarının soğuk iklim bölgelerinde sıcak iklim bölgelerine nazaran daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Giydirme cepheli bina ile alüminyum çerçeveli pencereler kullanılan binaların soğutma yükü karşılaştırıldığında, alüminyum çerçeveli pencereler kullanılan ofis binalarında duyulur soğutma yükünün Ankara için %17.2, Antalya için % 16.86, İstanbul için %18.1 ve İzmir için % 16.8 daha az olduğu hesaplanmaktadır. Bunun nedeni çerçevenin bir nevi gölgeleme elemanı gibi davranmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 8. Farklı cam tiplerinin enerji ihtiyacı üzerindeki etkisi(pencere oranı=0.4)

Şekil 8 de farklı cam tiplerinin yıllık enerji ihtiyacı üzerindeki etkisi görülmektedir. Bu incelemede alüminyum çerçeveli pencere kullanıldığı ve pencere oranı da % 80 olarak sabit tutulmaktadır. Üç farklı tip cam incelenmiştir: a) Şeffaf çift cam, b) düşük neşretme katsayılı film kaplanmış çift-cam c) düşük neşretme katsayılı film kaplanmış üç sıra cam. Camlar arasında 6.4 mm hava boşluğu olduğu kabul edilmiştir. Soğutma yükü ihtiyacı düşük neşretme katsayılı cam kullanımı ile güneş enerjisinin daha yüksek oranlarda yansıtılması nedeniyle düşmekte, ısıtma yükleri ise daha düşük toplam ısı geçiş katsayısı nedeniyle azalmaktadır. İki veya üç sıralı camlardaki azalma beklenen oranlardan daha az olduğu saptanmıştır. Düşük neşretme katsayılı çift cam kullanımının şeffaf çift cam ile karşılaştırılmasında Ankara için % 15.1, Antalya için %13.5, İstanbul için %14.21 ve İzmir için %15.94 oranında soğutma yüklerini azaltmak mümkündür.

Bu incelemede bir binada kullanılacak ve o mekanın kullanılıp kullanılmadığını saptayarak aydınlatma ve iklimlendirme seviyelerini düşürecek veya kapatacak sensörlerin bina enerji ihtiyacı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Binalarda çoğu zaman konferans odaları gibi mahaller çalışma saatlerinin çoğunda kullanılmazlar ancak iklimlendirilmelerine devam edilir. Bu tarz odaların kullanılmadıkları zaman dilimlerinde, aydınlatma ve iklimlendirme nedeniyle enerji sarfiyatlarının azaltılması insana duyarlı sensörlerin kullanımı ile mümkündür. Bu durum, programda kullanım faktörünün % 25, %50 ve % 75 gibi adımlarla programa dahil edilmesi ile sağlanmış ve buna bağlı olarak o mekanın sıcaklık değişimi de programa dahil edilmiştir. Şekil 9 da bu etki gösterilmektedir.



Şekil 9. Bina kullanım oranının enerji ihtiyacı üzerindeki etkisi

Enerji kullanımındaki azalma doğrudan kullanım ile orantılı olmakla beraber düşük kullanım oranlarında sıcak iklimlerde, yüksek kullanım oranlarında ise soğuk iklimlerde daha az enerji kullanımı gözlenmektedir. Bunun nedeni ısıtma yükü bina iç yükleri arttıkça azalmakta buna mükabil soğutma yükleri artmaktadır.

6.SONUÇ

Bu çalışmada hazırlanan bilgisayar programı ile bina yıllık enerji yükleri ve soğutma yükleri binanın büyüklüğü, iklim şartları, cam tipleri, pencere oranları, çerçeve tipleri ve kullanım faktörü gözönüne alınarak incelenmiştir.

1. Simülasyon sonuçlarının da gösterdiği gibi pencere oranı bina yıllık enerji ihtiyacı ve mevsimsel soğutma yükleri üzerinde önemli farklar yaratabilmektedir. Bina büyüklüğünün en

önemli olduğu ve pencere tipi ile önemli enerji sarfiyatının önlenebileceği şehir Antalya olarak görülmektedir.

2. Giydirme cephe binaların enerji ihtiyaçlarının soğuk iklim bölgelerinde sıcak iklim bölgelerine nazaran daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Giydirme cephe bina ile alüminyum çerçeveli pencereler kullanılan binaların soğutma yükü karşılaştırıldığında, alüminyum çerçeveli pencereler kullanılan ofis binalarında duyulur soğutma yükünün Ankara için %17.2, Antalya için % 16.86, İstanbul için %18.1 ve İzmir için % 16.8 daha az olduğu hesaplanmaktadır. Bunun nedeni çerçevenin bir nevi gölgeleme elemanı gibi davranmasından kaynaklanmaktadır.
3. Benzer şekilde düşük neşretme katsayılı cam kullanımı ile soğutma yükleri Ankara için %15.1, Antalya için %13.5, İstanbul için %14.21, İzmir için %15.94 azaltılabilmektedir.
4. Binanın bazı mahallerinin kullanılmaması durumunda da belirgin bir enerji tasarrufu sağlamak mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] World Energy Council, 2002, "Turkish National Committee (WECTNC) Energy Report", (in Turkish).
- [2] ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1997.
- [3] Mitalas, G.P., and Kimura K, 1971, "A calorimeter to determine cooling load caused by lights", ASHRAE Transactions, Vol. 77, 2, p65.
- [4] Mitalas, G.P. and Arsenault, J.G, 1971, "Fortran IV program to calculate Z transfer functions for the calculation of transient heat transfer through walls and roof", Proceedings of the Conference- Use of Computers for Environmental Engineering Related to Buildings, NBS Building Science Series 39, October, Gaithersburg MD.
- [5] Ardehali, M. M. and Smith T. F. S., 1996, "Evaluation of variable volume and temperature HVAC system for commercial and residential buildings", Ener. Conver. and Management, Vol.37, No: 9, pp1469-1479
- [6] Rudoy, W. and Duran, F., 1975, "Development of an improved cooling load calculation method", ASHRAE Transactions, Vol.81, 2, pp 19-69.
- [7] Al-Rabghi Omar, M.A. and Al-Johani Khalid, M., 1997, "Utilizing transfer function method for hourly cooling load calculations", Energy Conversion and Management, Vol.38, No: 4, pp 319-332.
- [8] Ashrae Handbook- Applications, 1999.
- [9] Türkmen, H.İ. "Konut Dışı Binalarda Değişken Hava Debili İklimlendirme Sistemlerinin Bilgisayar Destekli Analizi" İ.T.Ü. Fen Bilimleri enstitüsü, Yüksek lisans Tezi, 2002.

İndisler:

A- Yüzey alanı, (m²)

b_n, c_n, d_n- transfer fonksiyonu katsayıları, (-)

Q̇ -birim zamandaki ısı enerjisi miktarı (W)

T- sıcaklık (°C)

w-oda transfer fonksiyonu,(-)

Alt indisler

ea-güneş-hava

n- toplama indisi

o-dış ortam

oa-dış hava

r-oda

rf-duyulur taşınım-ışınım

sc-duyulur taşınım

s-yüzey, duyulur

t-toplam



ÖZGEÇMİŞLER

Nurdil ESKİN

Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden önce lisans daha sonra da yüksek lisans diplomalarını alarak 1981 yılında mezun olmuştur. 1982-1990 yılları arasında Parsons-Brinkerhoff TSB şirketinde çeşitli projelerde özellikle metro ve raylı taşıma sistemlerinde havalandırma, iklimlendirme, drenaj ve yangın güvenliği konularında çalışmıştır. Bilim doktoru derecesini İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği programında 1990 yılında almıştır. 1990-1992 yılları arasında öğretim görevlisi, 1992-1997 yılları arasında Yardımcı Doçent ve 1997 yılından itibaren de Doçent olarak İ.T.Ü. Makina Fakültesinde görev yapmaktadır. İki-Fazlı Akışlar ve Uygulamaları, Isı Tekniği Uygulamaları, Dizel Motorlarda Yanma ve Soğutma, Akışkan Yataklı Kazanlar konularında çalışmaktadır

Hamdi İlker TÜRKMEN

Hamdi İlker Türkmen 1996 yılında Adana Kurttepe Anadolu lisesinden mezun olmuş, aynı yıl Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliğinde lisans çalışmalarına başlayarak 2000 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl İ.T.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans çalışmalarına başlamış ve 2002 yılında Yüksek Mühendis ünvanını kazanmıştır.