



İSTANBUL
TEKNİK ÜNİVERSİTESİ



TEMİZ ENERJİ
VAKFI

III. ULUSAL TEMİZ ENERJİ SEMPOZYUMU

*15-17 Kasım 2000
İstanbul*

BİLDİRİ KİTABI CİLT I

Editörler

Zekai ŞEN
Filiz KARAOSMANOĞLU

Ahmet D. ŞAHİN
Elçin TAN



SEMPOZYUM YÜRÜTME KURULU

Zekai Şen
Demir İnan
Filiz Karaosmanoğlu
Ahmet Duran Şahin

TEKNİK VE SOSYAL ETKİNLİKLER KURULU

Elçin Tan
Didem Özçimen
Esin Çulcuođlu
Murat Durak
Ahmet Öztopal

SEMPOZYUM BİLİM KURULU

Abdurrahman Kılıç	(İTÜ)	Metin Ergeneman	(İTÜ)
Abdurrahman Satman	(İTÜ)	Mikdat Kadiođlu	(İTÜ)
Ahmet Can	(TÜ)	T. Nejat Vezirođlu	(MU- USA)
Aksel Öztürk	(İTÜ)	Nilüfer Eğrican	(İTÜ)
Alpin Kemal Dađsöz	(İTÜ)	Niyazi Demircan	(SÜ)
Cem Soruşbay	(İTÜ)	Ömer Faruk Noyan	(CBÜ)
Demir İnan	(HÜ, TEMEV)	Sadriye Küçükbayrak	(İTÜ)
Engin Türe	(MSÜ, TEMEV)	Ümit D. Arınç	(YTÜ)
Ertuđrul Arslan	(İTÜ)	Teoman Ayhan	(KTÜ)
Filiz Karaosmanoğlu	(İTÜ, TEMEV)	Turgut Özaktaş	(İTÜ)
G. Bülent Akinođlu	(ODTÜ)	Vildan Ok	(İTÜ)
Gürbüz Atagündüz	(İYTE)	Zafer Aslan	(BKÜ)
Halime Ö. Paksoy	(ÇÜ)	Zeki Dođan	(İTÜ)
Mahir Arkol	(BÜ)	Zekai Şen	(İTÜ, TEMEV)

Isıtma-Soğutma Sistemleri Tasarımında Meteorolojik Değerlerin İstanbul İçin Hesaplanması

Hüseyin TOROS¹, Levent ŞAYLAN¹, Orhan ŞEN¹ ve Ahmet ARISOY²

¹ İTÜ Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 80626, Maslak-İstanbul
toros@itu.edu.tr, saylan@itu.edu.tr, seno@itu.edu.tr

² İTÜ Makina Fakültesi, Gümlüşuyu- İstanbul
arisoy@burgaz.mkn.itu.edu.tr

ÖZET

Son yıllarda özellikle artan enerji maliyetleri sonucunda hem binaların hem de ısıtma ve soğutma sistemlerinin planlanmasında kullanılan bazı meteorolojik faktörlerden maksimum seviyede yararlanılmasının önemi daha iyi anlaşılmıştır. Sistemlerin dizaynında meteorolojik değişkenler özellikle güneş radyasyonu ve sıcaklığın önemi büyüktür. Bu faktörün yıl, hatta gün içindeki ve yöne bağlı olarak değişimleri bu sistemlerin tasarımında son derece önemlidir. Zira meteorolojik faktörlerden radyasyon temiz bir enerjidir ve ekonomiktir. Bu enerjinin ülkemizde binaların ve ısıtma-soğutma sistemlerinin planlanmasında kullanılabilmesi için zamansal ve yönsel değişimlerinin bilinmesi gereklidir. Bu nedenle, bu çalışmada ülkemiz nüfusunun büyük bir kısmının yaşadığı İstanbul ili için dizayn parametreleri, sistemleri planlayanlar için belirlenmiş ve zamansal değişimleri verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Radyasyon, Meteoroloji, Yapıtlar, Isıtma-Soğutma Sistemleri.

ABSTRACT

In recent years, the rapid increase of heating and cooling costs made us to understand the maximum utilization of some of the meteorological factors. Meteorological parameters, especially solar radiation and temperature play determining role on system design activities. Since, the radiation as a meteorological factor is economic and a clear energy resource. Therefore, the direction of solar radiation and its yearly and daily variations should be taken into account to conduct the desired heating-cooling design studies in our country. That's why in this study; the required design parameters and their time variation have been determined for İstanbul, which has the specifically of being the most overpopulated city of Turkey.

Key Words: Radiation, Meteorology, Building, Heating-Cooling Systems.

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki yaşam için gerekli olan enerjinin kaynağı güneştir. Bir diğer yandan yaşam bir denge üzerine kurulmuştur. Bunlardan biri enerji dengesi ve diğeri su dengesidir. Bütün sistemde esas, gelen enerjinin gidene eşit olmasıdır. Dünyamızdaki enerji dengesinin ana bileşenlerinden

biri olan güneş radyasyonu sadece meteoroloji ile ilgili alanlarda değil, diğer disiplinlerde de (tarımsal yapıların projelendirilmesi) dikkate alınması gereken meteorolojik değişkenlerden biridir. Bilhassa binaların dizaynında en önemli rolü oynayan meteorolojik faktör güneş radyasyonudur. Ancak dünyada birçok meteoroloji istasyonlarında ölçülen yataya gelen toplam radyasyon değerleri binaların ve bunların ısıtma ve soğutma sistemlerinin dizaynı için yeterli veri desteğini sağlamaz. Planlamada amaçlanan duvarların, pencerelerin ve tavanların gelen enerjiden maksimum düzeyde faydalanmasıdır. Yatay yüzeylerde ölçülen toplam radyasyon değerleri, düşey yüzeylere gelen toplam radyasyonun hesaplanmasında kullanılmaktadır. Bu hesaplamalar yapılırken, güneşin hangi zaman ve açıda hangi yüzeylere maksimum ve minimum enerji verebileceği saptanır (1). Radyasyonun yanı sıra binalardaki ısıtma ve soğutma sistemlerinin planlanmasında dikkate alınması gereken bir diğer önemli meteorolojik değişken hava sıcaklığıdır. Isıtma sistemlerinin planlanmasında yıl içerisinde hava sıcaklığının belli bir değerin altında ne kadarlık bir süre geçirdiği soğutma sistemlerinde ise bunun tam tersi bu değerin üzerinde ne kadar bir süre ve sıcaklığa maruz kaldığı bilinmesi gerekir. Aynı şekilde belirli bir referans sıcaklığın altındaki günlerde ölçülen sıcaklık değerlerinin referans sıcaklıktan olan farkların toplamı bize ısıtma-derece-gün değerini verirken, referans sıcaklığın üstündeki farkların toplamı ise soğutma-derece-gün değerlerini vermektedir. Bu ısıtma ve soğutma derece-gün değerlerinden yararlanarak ölçümlerin yapıldığı yer için gerekli sistemlerin projelendirilmesi mümkündür.

Sıcaklık değerlerinin meteoroloji ölçüm istasyonlarında ölçüldüğü şekliyle kullanılması mümkün iken, yatay yüzeyde ölçülen toplam güneş radyasyonunun ölçüm değerleri binaların planlanmasında ve projelendirilmesinde yalnız başına yeterli değildir. Bu nedenle yatay yüzeyde ölçülen değerler kullanılarak farklı yöndeki düzey veya eğimli yüzeyler için gelen toplam radyasyon değerleri hesaplanması gerekmektedir. Bu zamana kadar birçok araştırmacı tarafından yatay yüzey ve eğimli yüzeylere gelen toplam radyasyon arasındaki ilişki ile ilgili birçok çalışma yapılmış ve eşitlikler geliştirilmiştir (2,3). Eğimli bir yüzeyin aylık toplam radyasyonu o yüzeye gelen direkt, difuz ve yansıyan radyasyonların bir toplamıdır (4). Binaların ısıtma ve soğutma sistemlerinin tasarımında eğimli yüzeye gelen radyasyonun hangi zamanda nasıl değiştiğinin bilinmesi son derece önemlidir. Bu sebeple farklı eğimdeki yüzeyler ve yönler için gelen toplam radyasyonun aylara göre değişimlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu değerler bize hangi yüzey ve yönlerin sistemlerin tasarımında optimal değerleri vereceğini gösterecektir (5,6). Bu çalışmada dikkate alınan İstanbul ili Türkiye nüfusunun yaklaşık 1/6'sını oluşturan, Türkiye'nin en kalabalık şehridir. Bu sebeplerden binaların ısıtma ve soğutma sistemlerinin tasarımında meteorolojik faktörlerden maksimum derecede yararlanma ekonomik olarak büyük faydalar

sağlayacaktır. Bu çalışmada İstanbul ili için ısıtma ve soğutma sistemlerinin tasarımında kullanılan meteorolojik faktörlerden sıcaklık ve güneş radyasyonunun bu sistemlerin planlanmasında gerekli olan dizayn parametresi olarak yıl içindeki değişimleri hesaplanmıştır.

2. YÖNTEM

Bu çalışmada 1976 ve 1996 yılları arasında Göztepe’de bulunan Meteoroloji İstasyonunda ölçülen yatay yüzeye gelen toplam güneş radyasyonu değerleri kullanılmıştır. Bu değerlerden yararlanarak eğimli yüzeylere gelen radyasyon değerleri hesaplanmıştır. Eğimli yüzeye gelen toplam radyasyon (I_t), direkt solar radyasyon (I_b), difüz radyasyon (I_d) ve yansıyan radyasyonun (I_r) bir bileşkesidir (2).

$$I_t = I_b + I_d + I_r \quad (1)$$

Eğimli bir yüzeye gelen direkt radyasyon aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilir.

$$I_{bn} = ACN \left[\frac{A}{e^{(B/\sin(\beta))}} \right] \quad (2)$$

Eşitlikte I_{bn} eğimli yüzeylere gelen radyasyonu, ACN atmosferik açıklık indeksini, A temiz atmosferde güneş radyasyonu yayılma katsayısını, B atmosferik yutulma katsayısı and β güneş azimut açısını göstermektedir.

Bu eşitlikte ACN değeri I güneş radyasyonu ve I_0 atmosferin dış yüzeyine gelen radyasyonunun bir fonksiyonu olarak eşitlikle hesaplanır.

$$ACN = I/I_0 \quad (3)$$

(1) numaralı eşitlikte tanımlanan I_b değeri I_{bn} ve direkt güneş radyasyonun geliş açısı kullanılarak (θ) aşağıdaki eşitlikle belirlenir.

$$I_b = I_{bn} \cos(\theta) \quad (4)$$

Difüz radyasyon ise yatay yüzeyden olan difüz radyasyon (I_{dh}) ve yüzey eğimi (Σ) olmak üzere aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$I_d = I_{dh} (1 + \cos(\Sigma)) / 2 \quad (7)$$

Yansıyan radyasyon ise ρ_g yeryüzü yansıtması ve θ_h yatay yüzeye gelen radyasyonun geliş açısı olmak üzere aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$I_r = \rho_g (I_{bn} \cos(\theta_h) + I_{dh}) (1 - \cos(\Sigma)) / 2 \quad (8)$$

Isıtma Derece-Gün IDG değerleri hesaplanmasında 20°C esas alınmıştır. İç sıcaklığın 20°C'de tutulması durumunda, iç ve dış sıcaklık farkının zamanla çarpımı yıl boyunca toplandığında derece gün değeri bulunmaktadır. IDG değeriyle yıllık enerji kaybı hesabı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir (7).

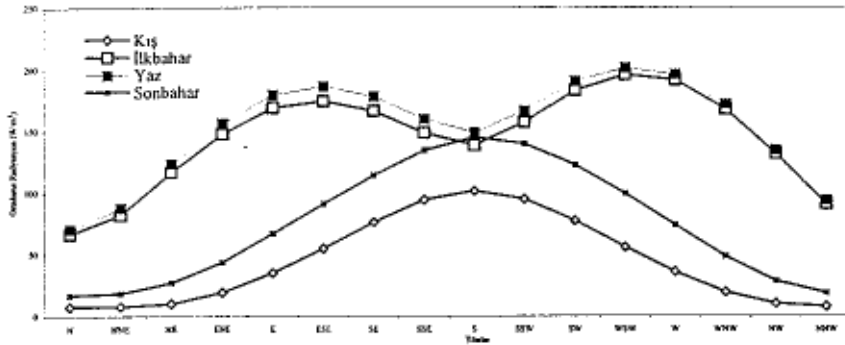
$$Q = \frac{Q_{st}}{(T_i - T_o)} \text{IDG} \cdot 24 \quad (9)$$

Q_{st} binanın hesaplanan standart ısı kaybı değeri, T_i iç hava sıcaklığı ve T_o dış hava sıcaklığı.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada 16 farklı yönden binaların yüzeyine ulaşan toplam radyasyon değerleri binaların optimum dizayn edilebilmesi için hesaplanmıştır. Bu yönler sırasıyla N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW ve NNW'dır. Bu çalışmada 1976-1996 yılları arasındaki Göztepe Meteoroloji istasyonunda ölçülen yatay yüzeye gelen toplam radyasyon değerleri kullanılmıştır. Şekil 1'de görüldüğü gibi, binaların güney yüzeyleri sonbahar ve kış mevsiminde maksimum, kuzeye bakan yüzeyleri ise minimum radyasyon almaktadır. Binaların kuzey yüzeyleri kış mevsiminde 10 (W/m²)'den daha az radyasyon alırken, bu değer binaların güney yönünde yaklaşık 100 (W/m²) değerine ulaşmaktadır. Bu durum bize kış aylarında güney bakan yüzeylerin, kuzeye bakan yüzeylere göre en 10 misli daha fazla radyasyon aldığını göstermektedir. Bu farklılığı dikkate alarak yapılacak ısıtma sistemlerinin projelendirilmesini ekonomiye sağlayacağı katkılar son derece büyük olacağı aşikardır. Sonbahar mevsiminde ise binaların kuzey yönü 17 (W/m²) radyasyon alırken güney yönü 145 (W/m²) almaktadır. En fazla radyasyonu, ilkbahar ve yaz aylarında binaların doğu ve batı yüzeyleri almaktadır. İlkbahar

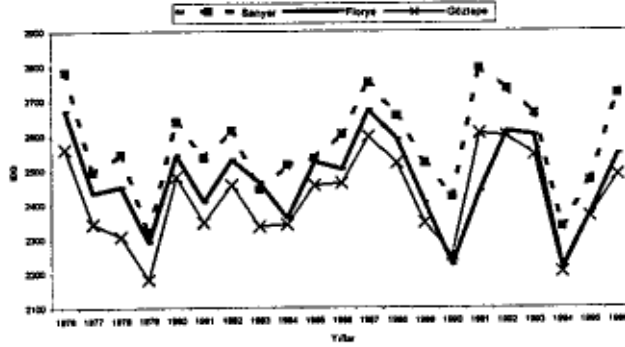
binaların kuzey yüzeyleri $66 \text{ (W/m}^2\text{)}$, güney yüzeyleri $139 \text{ (W/m}^2\text{)}$ alırken, doğu güneydoğu yönleri $174 \text{ (W/m}^2\text{)}$ ve batı kuzeybatı yönleri de $196 \text{ (W/m}^2\text{)}$ radyasyon almaktadır. Bu durum bize binaların WNW yönlerinin ısıtma sistemlerinin projelendirilmesinde maksimum güneş enerjisini alan yüzey olarak dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Yaz mevsimi için radyasyon değerlerinin yönlere göre dağılımı incelendiğinde bu mevsimde de ilkbahar mevsimine benzer bir şekilde toplam radyasyonun bina yüzeylerine ulaştığı Şekil 1'den görülmektedir.



Şekil 1: Bina yüzeylerine gelen radyasyon ortalamasının mevsimlere göre değişimi.

Isıtma sistemleri projelendirilmesinde bir diğer faktör olan IDG değerleri $20 \text{ }^\circ\text{C}$ baz alınarak hesaplanmıştır. Şekil 2'den de görüldüğü gibi İstanbul ili için (Göztepe Meteoroloji istasyonu verileri) minimum IDG gün değerleri 1979, 1990 ve 1994 yıllarında tespit edilmiştir. Ortalama değer ise 2500'dür (Şekil 2).

Günümüzde yaşanan enerji sıkıntısı ve fosil yakıtlarının oluşturduğu hava kirliliği göz önüne alınarak İstanbul'da yapılan binaların dizaynında konutların mutlaka yüzeyine gelen radyasyon miktarı dikkate alınmalıdır. Binanın hangi mevsimde nasıl bir radyasyona maruz kaldığı dikkate alındığında ona göre yapılacak yapılar ısıtma ve soğutma sistemlerinde büyük enerji tasarrufları sağlayacaktır. Radyasyon ve güneş enerjisine göre sadece binalar dizayn edilmemektedir. Bunun yanı sıra tüm tarımsal ve endüstriyel işletmelerinde bu enerjilerden maksimum düzeyde yararlanmayı sağlayacak şekilde dizaynının yapılması ülkemiz ekonomisine önemli bir katkı sağlayacaktır.



Şekil 2: 1976-1996 yılları arası İstanbul için derece-gün değerleri.

4. KAYNAKLAR

1. Andersson B, Place W, Kammerud R, Scofield P., "The Impact of Building Orientation on Residential Heating and Cooling", Energy and Building 8:205-224, 1985.
2. ASHRAE Handbook-fundamentals, "American Society of Heating, Refrigerating and air Conditioning Engineers", Atlanta, GA, 1989.
3. Feuermann D, Zemel A., "Validation of Models for Global Irradiance on Inclined Planes", Solar Energy 48:59-66, 1992.
4. Gopinathan KK., "Solar Radiation on Variously Oriented Sloping Surface", Solar Energy 47(3):173-179, 1991.
5. Lin W, Gao W, Pu S, Lu E., "Ratios of Global Radiation on Tilted to Horizontal Surface for Yunnan Province", Chine, Energy, 20(8):723-728, 1995.
6. Ma CCY, Iqbal M., "Statistical Comparison Of Models for Estimating Solar Radiation on Tilted Surfaces". Solar energy, 31:313-317, 1983.
7. Şen, O., Şaylan, L., Toros, H. ve A., Ansoy, "Türkiye İklim Verileri", Proje Raporu, Türk Tesisat Mühendisler Derneği, Teknik Yayınları, 75 s., 2000.