

57481



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GÜNEŞ ENERJİSİ İLE YÜZME HAVUZLARININ ISITILMASI

Mak.Müh. Umut COŞKUN

**F.B.E. Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Isı Proses Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Galip TEMİR

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER	
SEMBOL LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
TEŞEKKÜR	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1.0. GİRİŞ	1
1.1. Yüzme havuzlarının dezenfeksiyonu	2
1.2. Yüzme havuzlarında kullanılan filtreler	3
1.3. Yüzme havuzlarının sınıflandırılması	4
2.0. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ	6
2.1. Güneş kolektörleri	6
2.1.1. Düzlemsel kolektörlerin yapısı	8
3.0. GÜNEŞ ENERJİSİ İLE YÜZME HAVUZLARININ ISITILMASI	11
3.1. Yüzme havuzlarının güneş enerjisi ile ısıtılmasının avantajları	11
3.2. Güneş enerjisi ile yüzme havuzlarını ısıtma yöntemleri	11
3.2.1. Açık yüzme havuzları	12
3.2.2. Kapalı yüzme havuzları	13
3.2.3. Açık ve kapalı yüzme havuzlarının karşılaştırılması	13
3.3. Havuzun inşası ve bakımı	13
3.3.1. Havuzlarda kullanılan yardımcı elemanlar	14
3.4. Havuz ve duş suyunun ortak kullanımı	14
4.0. HAVUZ ÖRTÜLERİ	16
4.1. Havuz örtüsünün rolü	17
4.2. Havuz örtülerinden yansıma	24
4.3. Su içine güneş ışınlarının absorpsiyonu	25

5.0. YÜZME HAVUZLARININ TEORİK İNCELENMESİ	31
5.1. Konveksiyonla ısı kaybı	31
5.2. Buharlaşma ile ısı kaybı	32
5.3. Radyasyon ile ısı kaybı	34
5.4. Isı kayıp katsayısı	36
5.5. Termal zaman sabiti	38
5.6. Su sıcaklığına hava akım hızının etkisi	39
5.7. Zemine olan ısı kayıpları	40
5.8. Periyodik ısı nakli	41
6.0. UYGULAMALAR	44
6.1. Antalya ili Ekim ayı için birim m ² alana sahip yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı	44
6.1.1. Konveksiyonla ısı kaybı	44
6.1.2. Buharlaşma ile ısı kaybı	45
6.1.3. Radyasyon ile ısı kaybı	45
6.1.4. Zemine olan ısı kayıpları	46
6.1.5. Yüzme havuzunun günlük ısı gereksinimi	47
6.1.6. Güneş kollektörü alanı	47
7.0. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	59
EKLER	61
ÖZGEÇMİŞ	

SEMBOL LİSTESİ

H: Suyun her birim yüzey alanı için ısı depolama kapasitesi, (J/mK)

I: Işık şiddeti

RH: Bağlı nem, (%)

V : Hava akım hızı, (m/s)

A_c : Güneş kolektörü alanı (m^2)

A_p : Yüzme havuzunun yüzey alanı, (m^2)

I_o : Yüzeydeki ışık şiddeti

Q_h : Yatay yüzey üzerindeki güneş radyasyonu, (MJ/m^2 gün)

Q_i : Kolektöre gelen ışıma şiddeti (MJ/m^2 gün)

Q_p : Bir yarım tur için kümülatif ısı miktarı (MJ)

Q_r : Gerekli ısı ihtiyacı (MJ/gün)

T_a : Ortam hava sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_{eq} : Eş değer ısı kayıp sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_g : Başlangıçtaki zemin sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_s : Gökyüzü sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_w : Su sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

U_L : Havuzun ısı kayıp katsayısı, ($W/m^2 K$)

d: Ortalama su derinliği, (m),

f: Düzensizliklerin frekansı, (1/gün)

k: Zeminin ısı iletimi, ($W/m K$)

n: Kırılma indisi

t: Zaman, (s)

t: Sıcaklık değişim zamanı, (gün)

h_c : Konveksiyonla ısı transfer katsayısı, ($W/m^2 K$)

h_g : Isı transfer katsayısı, ($W/m^2 K$)

h_r : Radyasyon ısı transfer katsayısı, ($W/m^2 K$)

p_a : Havadaki kısmi su buhar basıncı, (kPa)

p_s : Doymuş su buhar basıncı, (kPa)

p_w : T_w sıcaklığındaki su buhar basıncı, (kPa)

- q_c : Konveksiyonla ısı transferi, (W/m^2)
 q_e : Buharlaşma ile ısı transferi, (W/m^2)
 q_g : İletimle ısı transferi, (W/m^2)
 q_p : Periyodik ısı iletim miktarı, (W/m^2)
 q_r : Radyasyonla ısı transferi, (W/m^2)
 q_t : Toplam ısı kaybı, (W/m^2)
 t_c : Termal zaman sabiti, (gün)
 α : Zeminin ısı yayılımı, (m^2/s)
 η : Güneş kollektörü verimi
 μ : Dalga boyu ile değişen sönüm katsayısı, (1/m)
 ΔT_r : Gerekli su sıcaklığındaki artış, (K)
 $\Delta T(t)$: t zamanındaki suyun geçici sıcaklık değişimi, ($^{\circ}C$)
 ΔT_e : Isıtmadaki adım değişikliği sonrasında suyun son sıcaklık değişimi, ($^{\circ}C$)
 T_{w0} : Ortalama su sıcaklığı, ($^{\circ}C$)
 ΔT_w : Su sıcaklığındaki düzensizliklerin genişliği, (K)
 $\omega = 2 \pi f$
 ω : Düzensizliklerin açısal frekansı, (rad/gün)
 $\tau_{a\lambda}$: Güneş spektrumu üzerindeki geçirgenli, (%)
 $\tau_{b\lambda}$: Kızıl ötesi bölgedeki geçirgenlik, (%)

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Yüzme havuzu ve duş suyu ısıtması ortak kullanım güneş ısıtma sisteminin hidrolik devre şeması	15
Şekil 3.2. Yüzme havuzu ve duş suyu için güneş ısıtma sistemi kontrol devre şeması	15
Şekil 4.1. Havuz örtüleri	17
Şekil 4.2. Havuz örtü malzemelerinin şematik görünüşü	18
Şekil 4.3. Global güneş akısının tipik bir kaydı	20
Şekil 4.4. Seçici yüzeylerin temel fiziği	22
Şekil 4.5. (a). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (A) PVC örtü	22
Şekil 4.5. (b). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (B) peA1 örtü	23
Şekil 4.5. (c). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (C) peC1 örtü	23
Şekil 4.5. (d). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (D) peD2 örtü	24
Şekil 4.6. Güneş ışıınımı açısının fonksiyonu olarak polietilen örtünün geçirgenliği	25
Şekil 4.7. Güneş enerjisinin spektral dağılımı	26
Şekil 4.8. Çeşitli güneş ışıınımı değerlerinde, toplam güneş ışıınımı ve gökyüzündeki radyasyonun yüzdesi olarak yansıma ve saçılma	27
Şekil 4.9. Saf suyun derinlik fonksiyonu olarak çeşitli dalga boylarında geçirgenlik yüzdesi	30
Şekil 4.10. Güneş Enerjisinin Spektral Birleşimi	30
Şekil 5.1. Su sıcaklığı T_w ile su buharı basıncı p_w 'nin değişimi	33
Şekil 5.2. Ortalama sıcaklık T_m ile radyasyon ısı transfer katsayısı h_r 'nin değişimi	35

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1. Havuzlarda kullanılan filtre cinsleri	4
Tablo 2.1. Kollektörler için çeşitli örtü malzemelerinin özellikleri	9
Tablo 4.1. Havuz örtülerinin güneş ışığı geçirgenliği	19
Tablo 4.2 Havuz örtülerinin geçirgenlik karakteristikleri	21
Tablo 4.3. Hutchinson'a göre oda sıcaklığında suyun optik özellikleri	28
Tablo 4.4. Suyun güneş radyasyonunu yutma karakteristikleri	29
Tablo 5.1. Çeşitli zemin tiplerinin ısı iletkenliği k ve ısı yayını α değerleri	41
Tablo 6.1. Antalya ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı	49
Tablo 6.2. Adana ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı	51
Tablo 6.3. İzmir ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı	53
Tablo 6.4. İstanbul ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı	55
Tablo E.1. Antalya ili için kuru ve yaş termometre sıcaklıkları	62
Tablo E.2. Adana ili için kuru ve yaş termometre sıcaklıkları	63
Tablo E.3. İzmir ili için kuru ve yaş termometre sıcaklıkları	64
Tablo E.4. İstanbul ili için kuru ve yaş termometre sıcaklıkları	65
Tablo E.5. 1970 yılına kadar yapılan ölçümlere göre 1 m. derinlikteki toprak sıcaklığı ortalama değerleri	66
Tablo E.6. Bazı istasyonlar için sıcaklıklar, güneşlenme süresi ve ışıınım değerleri (Antalya için)	70
Tablo E.7. Bazı istasyonlar için sıcaklıklar, güneşlenme süresi ve ışıınım değerleri (Adana için)	71
Tablo E.8. Bazı istasyonlar için sıcaklıklar, güneşlenme süresi ve ışıınım değerleri (İzmir için)	72
Tablo E.9. Bazı istasyonlar için sıcaklıklar, güneşlenme süresi ve ışıınım değerleri (İstanbul için)	73

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında bilgi ve tecrübeleri ile beni yönlendirerek bu çalışmanın oluşmasında bana her türlü desteği ve yakınlığı gösteren ve güneş enerjisi ile yüzme havuzlarının ısıtılması konulu çalışmamı öneren ve tezimin bütün aşamalarını adım adım izleyen, yönlendiren ve sonuca ulaştırılmasını sağlayan tez danışmanım^Y.Doç. Dr. Galip Temir'e, tezim ile ilgili kaynakların oluşmasında yardımları bulunan TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri Bölümünden Makina mühendisi Yücel Erdal'ya teşekkür ederim.

İstanbul 1996

Umut Coşkun

ÖZET

Hızlı endüstrileşme, nüfus artışı, şehirleşme ve hayat standartlarının son yıllarda yükselmesi sonucunda, enerji tüketimi hızla artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde önemli bir yer tutan güneş enerjisinden yararlanma yöntemleri yıllardır bilinmesine rağmen, 1973 yılındaki petrol krizinden sonra önem kazanmıştır. Güneş enerjisinin, sınırsız bir potansiyele sahip olması, tükenmez niteliği, çevre kirliliğine yol açmaması, iletim ve dağıtım sorunu bulunmaması gibi avantajları bu enerji kaynağının önemini bir kez daha kanıtlamaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte dünyada güneş enerjisinin kullanım alanları sürekli artmaktadır.

Türkiye, yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından coğrafik konumu nedeniyle şanslı bir bölgede yer almakta ve yeterli güneş enerjisi potansiyeline sahip bulunmaktadır. Bununla beraber son yıllarda Türkiye'nin toplam enerji tüketimi çok yüksek değerlere ulaşmış, ancak üretim aynı yükselişi gösterememiştir. Benzer durum dünyanın diğer ülkelerinde de görülmektedir ve bu nedenle güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından yüksek oranda yararlanma yoluna gidilmektedir.

Bilindiği gibi güneş enerjisi, yapıların ısıtılıp soğutulması, tarım ürünlerinin kurutulması ve soğuk hava depolarında saklanması, evlerde ve endüstride sıcak su temini, seraların ısıtılması, deniz suyundan tatlı su elde edilmesi, yüzme havuzu ısıtılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Yüzme havuzlarının ısıtılmasında güneş enerjisinin kullanımı, dünyada büyük rağbet görmüştür. Çevre hava sıcaklığının konforlu bir yüzme için yeterli derecede yüksek olduğu aylarda, su sıcaklığının düşük olması nedeniyle yüzme havuzlarından yararlanılamamaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli yüksek ülkeler, bu enerji kaynağından faydalanarak su sıcaklığını artırmakta ve yüzme mevsimini uzatmaktadırlar.

Bu çalışmada, Türkiye sahil şeridinde bulunan Antalya, Adana, İzmir ve İstanbul şehirleri uygulamaya konu olmak üzere seçilmiştir. Bu illerimiz için; birim m^2 alana sahip yüzme havuzundan olan kayıplar hesaplanmış, su sıcaklığını istenilen seviyede tutmak için verilmesi gerekli olan ısı miktarları ve bu ısı gereksinimini karşılamak için kullanılması gereken güneş kollektör alanları bulunmuştur.

Güneş enerjisinin ısıl çevrimler yoluyla faydalanılacak enerji türüne dönüştürülmesi, giderek büyüyen enerji açığımızın kapanmasında etkili bir rol oynayabilecektir. Üretilecek enerjinin dışa bağımlı olmaması, yenilenebilir ve temiz olması bu tür enerjiyi ülkemiz açısından cazip kılmaktadır.

SUMMARY

Energy consumption is rapidly raising, caused by fast industrialization, population raise, urbanization and raise of living standarts in the last years. Between the continuous energy sources, solar energy has a significant place. But although methods of using solar energy are known for years, it gained importance only after the 1973 petrol crisis. The fact that the solar energy has an unlimited potential, that it does not cause environment pollution and not having transport and distribution problems prove once more the importance of this energy source. together with developing technology utilization fields worldwide are rapidly extending.

Turkey, in aspect of new and durable energy sources, is located in a lucky area thanks to its geographical situation and have sufficient solar energy potentiel. In the last years, however total energy consumption of Turkey reached very high values, but the production of energy did not show similar increase. Same situation is observed in the other countries of the world, and since utilization of durable energy sources such as solar energy are carried on, on a large extent. As known solar energy in used in many fields, such as heating and cooling the buildings, drying of agricultural products and keeping them in refrigerated depots, procuring warm water heating of greenhouses, to get drinking water from sea water, heating the swimming pools.

Use of solar energy in the heating of swimming pools has been in very large demand worldwide. In months where the medium air temperature is sufficient for a comfortable swimming, as the water temperature is low one can not profit from swimming pools. Countries with a high solar energy potential are raising the water temperature and extending the swimming season.

In this paper Antalya, Adana, İzmir and İstanbul cities which are located in the coast line has been selected for subjects of application. For such cities heat losses of swimming pools having unit m^2 surface have been calculated, and amounts of heat necessary to keep the water temperature in the desire level and solar collector areas to be used to cover such heating need were found.

1.0. GİRİŞ

Yüzme havuzları, çevrelerine verdikleri güzellik ve etraflarına yaydıkları iklim yumuşaklığıyla birlikte insanlara serinleme, eğlence ve vücut çalıştırma olanakları sağlamaktadırlar. Ayrıca; bölgede deniz ve göl bulunsa bile artan çevre kirliliği, temizliğinden emin bir suya sahip havuzların önemini artırmaktadır.

Yüzme sezonunu uzatmak için, yüzme havuzlarının ısıtılması, bazı bölgelerde belirgin enerji tüketimine neden olur. Bu durum ise havuz sahiplerine ve operatörlere ilave masraflar getirir. Ortam hava sıcaklığına bağlı olarak, ısıtılmamış yüzme havuzundaki su sıcaklığı, sudan kaybolan ısı oranı ve absorbe edilen güneş radyasyon miktarlarına bağlıdır. Havuzlar için gereken sıcaklıklar düşüktür. Güneş ışınına açık bir yüzme havuzunda su sıcaklığı, normal olarak ortam hava sıcaklığına yakındır. Kapalı bir yüzme havuzunda su, ortam hava sıcaklığının aşağısına çekilir. Konforlu yüzme şartları; su sıcaklığı, ortam hava sıcaklığı, bağıl nem, hava akım hızı ve en önemlisi su sıcaklığı ile tesbit edilir.

Yüzme mevsimi, yurdumuzun güney bölgelerinde 5-6, marmara bölgesinde 3-4 aydır. Bu yüzme süresini artırmak için havuzun uygun bir sıcaklığa getirilmesi sağlanabilir. Bu ise bilinen yakıtlı ısıtıcılar veya güneş enerjisi ile yapılır. Güneş enerjisi bu uygulama için uygundur.

Güneş enerjisi, yaygın olarak kullanılan fosil yakıtların maliyetinin hızla yükselmesinden dolayı, yüzme havuzu suyunun ısıtılması için oldukça cazip bir enerji kaynağı olmuştur. Yüzme sezonunu uzatmak için, yüzme havuzlarının ısıtılması, bazı bölgelerde önemli miktarda enerji tüketimine neden olur. Bu durum ise havuz işletmecisine ek maliyet getirir. Havuzlar için gereken sıcaklıklar genellikle ortalama çevre sıcaklığının çok üzerinde değildir.

1.1. Yüzme havuzlarının dezenfeksiyonu

Son yıllarda artan çevre kirliliği, ülkemizde yüzme havuzlarına gösterilen ilgiyi de artırmıştır. Yüzme havuzlarında, suyun temiz tutulabilmesi ve insan sağlığını tehdit etmemesi için filtrasyon ve dezenfeksiyon tesisatının olması gerekmektedir.

Yüzme havuzu içerisinde bulunan suyun:

- Berrak,
- Mikropsuz ve koli basillerinden arındırılmış,
- Uygun pH değerlerinde,
- Zararlı maddeler içermeyen nitelikte olması gereklidir.

Havuzların yapımı ve işletimi sırasında standartlar dahilinde üzerinde durulması gereken üç ana konu vardır.

- pH düzenlemesi
- Dezenfeksiyon
- Topaklama (Flokulasyon)

Bunlardan birinin yanlış ve eksik yapılması; bulanık, kirlili ve sağlıksız su demektir. Bunların dışında, suyun sertliği, yosun kontrolü ve toplam alkalilik gibi konular da önem taşımaktadır.

pH kontrolü: pH'nın ifadesi hidrojen potansiyelidir. Suyun asit veya bazik özellikte olduğu, pH ile belirlenir. Bütün sıvıların bir pH değeri vardır. Sadece havanın söz konusu olmadığı bir ortamda saf suyun pH değeri 7=Nötr'dür. pH skalası aşağıdaki gibi tanımlanır.

0	7	14
KUVVETLİ ASİT	NÖTR	KUVVETLİ BAZ
pH	7.2 İDEAL	7.6 pH
- Metaller üzerinde korozyon etkisi		- Cilt ve göz iritasyonu
- Seramik derzlerde korozyon		- Tortu oluşma eğilimi
		- Dezenfeksiyon gücünde azalma

Sıvı klor, sodyumhipoklorit kullanılan havuzlarda, açığa çıkan NaOH baz olduğu için, havuz suyunun pH dengesini bozar. Bu nedenle kullanılan her ölçü sıvı klor için, 1/2 ölçü asit kullanılır. Dezenfeksiyon etkisi olan HOCl (Hipoklorit asit) dir. HOCl; mikrop, virüs ve bağırsak bakterilerini öldürür. Kuvvetli oksidandır, tat ve kokusu yoktur. UV'ye dayanıksızdır (Akkaya S, 1993).

Dezenfeksiyon: Dezenfeksiyon hastalık yapıcı mikroorganizmaların giderilmesi işlemidir. Havuzlarda kullanılan en yaygın örneklerden biri klor ile yapılan dezenfeksiyondur. Piyasalarda kullanılan sıvı klor; depolandıkça aktivitesini kaybetmesi, havuz suyunun pH dengesini bozması, UV'ye dayanıksız olması nedeni ile tavsiye edilen bir Cl türü değildir. Havuzlarda genellikle aktiviteleri yüksek pH=Nötr olduğu için havuz suyu pH dengesini bozmayan, depolandıkça ve UV karşısında aktivitelerini yitirmeyen, granül ve tablet halindeki stabil klor kullanılmaktadır.

Suda toplama (Flocculation): Suda serbestçe gezen ve filtre tarafından tutulamayan küçük kir taneciklerinin birleştirilerek büyük taneler oluşturmaya toplama denir. Bu şekilde filtrelerin süzme hassasiyeti artırılır. Topaklama için iki yöntem uygulanır.

- a) Kimyasal yöntem: Suyu kolloidal maddeler ilave etmek (Alüminyum sülfat gibi)
- b) Elektro fiziksel yöntem: Suyu verilen bakır iyonları, sudaki kir tanelerini kendi üzerine çekerek toplama olayını gerçekleştirir.

1.2. Yüzme havuzlarında kullanılan filtreler

Havuzlarda kullanılan su filtreleri; içerisinde kuvars kumu bulunan kapalı tip filtre olup, gövdeleri tercihen cam takviyeli polyesterden yapılmış, özel plastik fiskiyelerle donatılmıştır. Büyük kapasiteli filtrelerin gövdeleri paslanmaz çelik saçıtan yapılmalıdır (Bölükbaşıoğlu, 1993 tesisat). Genel olarak havuzlarda kullanılan filtre cinsleri:

1. Çok katmanlı, kuvars kumlu hızlı filtreler: Kumu taşıyan taban bölme saçında bulunan mantar fiskiyeler üzerine toplam kalınlığı 120 cm'yi bulan üç tabaka kum konulmaktadır. Bu tip filtrelerde su süzme hızı (V_f) oldukça düşüktür. 15 ile 25 m/saat hız alınabilir.
2. Tek katmanlı, kuvars kumlu yüksek hızlı filtreler: Bu tip filtrelerde, mum fiskiye veya çubuk fiskiye tabir edilen fiskiyeler kullanılır. Bunlar doğrudan kumun içerisinde ve filtrenin dibinde bulunur. Bunlara kum kaçması olmaz ve süzme hızı 25-50 m/saat tir. Genellikle 0.5 mm tane büyüklüğünde kum kullanılır.

3. Diatomit filtre: Bu filtreler dış görünüş itibariyle yüksek hızlı filtrelerle benzerler, ancak iç yapıları farklıdır. Gövde içerisinde özel birkaç kartuş bulunur. Bu kartuş, özel sık dokulu bir bez süzgeçtir. Pudra halinde olan diatomit, suda eriyerek bu bez kartuşun yüzeyini sarar ve dolayısıyla süzme işi mükemmel olarak yapılır. Diatomit filtre hızları da 20-30 m/saat tir. Bu filtreler 1-1.5 mikron büyüklükteki taneleri dahi tutmaktadır. Tablo 1.1’de havuzlarda kullanılan filtre cinsleri görülmektedir.

Tablo 1.1. Havuzlarda kullanılan filtre cinsleri

Filtrenin Cinsi	Kullanım yeri Havuzun türü	Filtrenin kabul edilecek Süzme hızı (m/saat)	
		Tatlı su	Deniz suyu
Çok katmanlı kuvars kumlu hızlı filtreler	a) Umuma ait havuz	20	20
	b) Özel havuz	25	20
Tek katmanlı kuvars kumlu yüksek hızlı filtreler	a) Umuma ait havuz	30-40	25-35
	b) Özel ev havuzu	40-50	35-40
Diatomit Filtre	a) Umuma ait havuz	20	20
	b) Özel ev havuzu	30	20

1.3. Yüzme havuzlarının sınıflandırılması

- a) Yapılarına göre
 - 1. Açık yüzme havuzları
 - 2. Kapalı yüzme havuzları
- b) Kullanılan çevreye göre
 - 1. Umuma ait havuzlar
 - 2. Özel havuzlar
- c) Suyun cinsine göre
 - 1. Tatlı su havuzları
 - 2. Deniz suyu havuzları

d) Havuzların kullanım amaçlarına göre

1. Olimpik ölçülerde spor ve yüzme havuzu
2. Sportif amaçlı yüzme havuzu
3. Turistik veya umuma açık yüzme havuzu
4. Özel ev yüzme havuzu büyükler için
5. İlave yüzme havuzu çocuklar için
6. Süs havuzu
7. Su ve ışık oyunları havuzu
8. Şok havuzu ve tedavi havuzu
9. Jacuzzi "sıcak ve soğuk su masaj küveti"

e) Havuzun taşıma sistemine göre

1. Üstten taşıma, yandan savaklı veya her ikisi karışık uygulanmış
2. Skimmerli (Satıh sıyırma pencere)li

f) Havuzun inşa tarzına göre

1. Betonarme gövdeli sabit havuzlar
2. Prefabrik plakalarda oluşturulan havuzlar
3. Çelik karkas ve gövdesi içerisinde vinç denilen muşamba kaplı havuzlar

2.0. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Son yıllarda hızlı endüstrileşme, nüfus artışı, şehirleşme ve hayat standartlarının yükselmesi gibi nedenlerden dolayı enerji tüketimi hızla artmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları içinde önemli bir yer tutan güneş enerjisinden yararlanma yöntemleri yıllardır bilinmesine rağmen, 1973 yılındaki petrol krizinden sonra önem kazanmıştır. Güneş enerjisinin, sınırsız bir potansiyele sahip olması, tükenmez niteliği, çevre kirliliğine yol açmaması, iletim ve dağıtım sorunu bulunmaması gibi avantajları vardır. Bilindiği gibi güneş enerjisi, yapıların ısıtılıp soğutulması, tarım ürünlerinin kurutulması ve soğuk hava depolarında saklanması, evlerde ve endüstride sıcak su temini, seraların ısıtılması, deniz suyundan tatlı su elde edilmesi, yüzme havuzu ısıtılması gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Ülkemiz yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından coğrafik konumu nedeniyle şanslı bir bölgede yer almakta ve yeterli güneş enerjisi potansiyeline sahip bulunmaktadır. Ortalama güneşlenme süresi yılda 2600 saati aşan Türkiye’de, yıllık güneş enerjisi miktarı 1500 kWh/m^2 dolayındadır. Bu değer, ülkenin güneş enerjisi potansiyelinin yılda 88 milyon ton petrol eşdeğeri düzeyinde olduğunu göstermektedir. Türkiye’nin 1993 yılında toplam enerji tüketimi 70 milyon ton petrol eşdeğerine ulaşmış, ancak üretim 32 milyon ton petrol eşdeğeri düzeyinde kalmıştır. Güneş enerjisinin ısıl çevrimler yoluyla faydalanılacak enerji türüne dönüştürülmesi giderek büyüyen enerji açığımızın kapanmasında etkili bir rol oynayabilecektir. Üretilecek enerjinin dışa bağımlı olmaması, yenilenebilir ve temiz olması bu tür enerjiyi ülkemiz açısından cazip kılmaktadır.

2.1. Güneş kolektörleri

Güneş kolektörleri, güneş enerjisini ısı enerjisine dönüştüren en basit araçlardan biridir. Genel olarak sıvılı kolektörler; bir cam örtü, yutucu plaka, plakaya entegre edilmiş borular, yalıtım malzemesi ve kasadan ibarettir. Kısa dalga boylu ($0.3 \mu\text{m} - 3 \mu\text{m}$) güneş ışınımının cam örtü tarafından yaklaşık % 85-90’ı geçirilir ve yutucu levha tarafından absorblanır. Yutucu levha tarafından yayılan uzun dalga boylu ısı ışınlarının ise, cam örtü tarafından yaklaşık % 90’ı absorblanır. Böylece güneş ışınlarının taşıdığı enerjinin büyük bir kısmı yutucu levha tarafından yutulur. Yutucu plakalar, aldıkları enerjiyi içlerindeki borulardan geçen bir akışkana aktararak, akışkanın sıcaklığını artırır. Sıcaklığı artan akışkan ise kullanım amacına uygun olarak ya

depolanıp kullanılır ya da çevrime geri gönderilir. Yutucu plakalar genellikle bakır, paslanmaz çelik ve alüminyumdan yapılmaktadır. Bir kolektörün verimi, kolektörün topladığı gerçek faydalı enerjinin kolektör üzerine düşen güneş enerjisine oranı şeklinde tanımlanır. Verimli bir kolektör aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır;

- Üzerine düşen güneş enerjisi miktarının çoğunu absorbe edebilmelidir,
- Kolektörden çevreye olan ısı kayıpları en az düzeyde olmalıdır,
- Absorbe ettiği enerjiyi içindeki ısı taşıyıcı akışkana yüksek bir verimlilikle geçirmelidir,
- Uzun ömürlü ve montajı kolay olmalıdır.

Verimli bir güneş kolektörü; üzerine düşen güneş enerjisi miktarının çoğunu yutmalı, ısı kayıpları en az düzeyde olmalı ve güneş ışımasını ısı taşıyıcı akışkana yüksek oranda iletebilmelidir.

Sıvılı düzlemsel güneş kolektörünü dış ortamda güneş ışımasının etkisine bıraktığımızda aşağıdaki olaylar meydana gelir:

1. Kolektörün yutucu yüzeyi tarafından yutulan enerji, yüzey sıcaklığını artırır.
2. Yüzeyin sıcaklığı, dış ortam sıcaklığından yüksek olduğu için, yüzeyden taşınım yoluyla ısı kaybı meydana gelir.
3. Yüzeyin sıcaklığı yükseldiği için, yüzey tarafından yayınımıyla kaybedilen enerji artar.
4. Yüzeyin sıcaklığının artması sonucunda, malzeme bünyesinde kondüksiyonla ısı iletimi meydana gelir.
5. Yüzeyin sıcaklığının artması sebebiyle, bünyesinde ısı depolanır.
6. Yutucu yüzeye ulaşan ısı enerjisi, taşınım ve yayınımıyla ısı taşıyıcı akışkana ulaşır.

Sıvılı düzlemsel güneş kolektörleri, konutların sıcak su ihtiyacının karşılanmasında, ısıtma ve soğutma sistemlerinde, sanayii için gerekli sıcak su ihtiyacında kullanılabilir.

2.1.1. Düzlemsel kolektörlerin yapısı

Kollektör kasası ve yalıtımı: Kasa alüminyum, paslanmaz çelik, galvanizli çelik, ağaç, plastik gibi malzemelerden yapılmaktadır. Kasa yapımında aynı cins malzeme kullanılmalıdır. Kasa, yalıtkanın ıslanmasını önleyebilecek sızdırmazlıkta olmalı ve özellikle kolektör giriş ve çıkışlarında kasanın sızdırmazlığı tam olarak sağlanmalıdır. Yapımında kullanılan malzemelerin ısıl genleşmeleri dikkate alınarak boyutlandırılmalıdır. Kasa, kolektörü sağlam bir şekilde taşımali, yutucu plaka ile kasa arasında yalıtım uygulanmalıdır. Kasanın yan yüzeylerinde 20-50 mm, arkasında ise 50-100 mm kalınlığında cam yünü veya buna eşdeğer yalıtım sağlayacak kalınlıkta yalıtkan kullanılmalıdır.

Kollektör örtüsü: Kollektör örtüsü, taşınımıyla çevreye olan ısı kaybını önlediği gibi yutucu yüzeyi yağmur, dolu ve toz gibi dış etkilere de korur. Kullanılan saydam örtü, kısa dalga boylu güneş ışınımını geçirme oranı büyük, yutucu levha tarafından yayılan uzun dalga boylu ışınlamaların dışarı çıkmaması için uzun dalga boylu ışınlamaları geçirme oranı küçük olmalıdır. Kullanılan örtü malzemesi yüksek geçirgenlik oranına sahip olmalı ve yutma ve yansım oranları minimum tutulmalıdır.

Güneş kolektörlerinin çeşitli parçalarında güneş ışınlamının yansımaları, geçirgenliği ve yutulmasının kolektör verimi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Gelen ışınlamının bir fonksiyonu olan yansımalar, geçirgenlik ve yutma örtü malzemesinin kalınlığına, kırılma indisine ve azaltma katsayısına bağlıdır. Genellikle ışınlamının dalga boyunun fonksiyonu olarak, örtü malzemesinin kırılma indisi n ve azaltma katsayısı K olarak gösterilir (Duffie and Beckman, 1991).

Kollektörün üst örtüsü, 3-4 mm'lik camdan veya eşdeğeri saydamlık ve mor ötesi (ultraviyole) ışınlara karşı yeterli saydamlıkta malzemeden yapılmış olmalıdır. Üst örtünün geçirgenliği zamanla önemli ölçüde azalmamalıdır. Örtü malzemesinin en önemli avantajı kolektörün ısı kayıplarını azaltmasıdır. Cam üzerine gelen güneş ışınlamalarının görülebilir olanları yutucu plakaya geçerler, yutucu plakadan olan radyasyonu dışarıya bırakmayarak bir kısmını tekrar yutucu plaka üzerine yansıtırlar. Örtü malzemesi, rüzgar ve tabii konveksiyonla, yutucu plakanın soğumasını önleyerek ısı kayıplarını önemli ölçüde düşürürler. Cam, üzerine düşen güneş ışığının görülebilir kısmının % 85-90'ını geçirir. Geriye kalan kısım, ışığın camdan geçişi sırasında cam tarafından absorbe edilir. Absorbe edilen ışık miktarı camın ihtiva ettiği demir oksit (Fe_2O_3) oranına bağlıdır. Demir oranının

artmasıyla absorbe edilen ışık miktarı da artar. Saydam plastikler cama göre dayanıklı ve elastiktirler. Ancak çizilmeye ve aşınmaya karşı relatif olarak daha düşük dirençlidirler ve hava koşullarına karşı dayanıksızdırlar. Çeşitli örtü malzemelerinin özellikleri Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. Kollektörler için çeşitli örtü malzemelerinin özellikleri

Malzeme	Standart kalınlık (mm)	Güneş ışını geçirgenliği (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Pencere camı	4	85	0.081
Düşük demirli cam	3	87	0.080
Su beyazı cam	3	90	0.016
Polyester katkılı fiberglas	1	87	---
Fleksiglas (akrilik)	3	89	---

Yutucu plaka ve yüzey kaplamaları: Yutucu plaka, güneş ışınlarını ısı enerjisine dönüştüren ve bu ısıyı sıvıya aktaran önemli bir kısımdır. Bakır, alüminyum, paslanmaz çelik, plastik gibi ısı iletkenliği uygun bir malzemeden imal edilir. Taşınma kanalları roll-bond, ekstrüzyon, presleme, kaynak, lehim gibi benzer işlemlerle plakanın içinde, üstünde veya altında olacak şekilde şekillendirilebilir. Güneş ışınlarını yutarak ısınan plakanın temas halinde olduğu suyu iyi bir şekilde ısıtabilmesi için ısı iletim katsayılarının yüksek, ısı geçişinin çabuk olması için de ince olmaları istenir. Kollektörlerde kullanılan absorblayıcı plaka malzemelerinin yutma oranları düşüktür. Üst yüzeyi, güneş ışınımını yutuculuğu yüksek olan bir malzeme ile kaplanır. İki esas kaplama tipi mevcuttur. Bunlar; siyah boyalı kaplama ve seçici yüzeyli kaplamadır.

- **Siyah boyalı yüzey:** Siyah boyalı yüzeylerin güneş ışınımını absorblama oranları yüksek olduğu gibi ışıyım yayma oranları da yüksektir. Mat siyah yüzeylerin ışıyım absorblama oranları % 90-98, uzun dalga boylu ışıyım yayma oranları % 85-92 mertebesinde dir. Siyah boya olarak polyester, akrilik ve epoksi reçine esaslı mat siyah boyalar kullanılır.

- Seçici yüzey: Seçici yüzey çalışmalarındaki amaç; kısa dalga boylu ışıının tamamına yakınının yutulması ve uzun dalga boylu ışıının yayıcılığının en aza indirilmesidir. Böylece plakanın sıcaklığını daha fazla artırarak akışkana daha fazla ısı iletimi sağlamaktır.

Yüzme havuzlarındaki ısı ihtiyacı belirlendiği zaman uygun ısıtma sistemi dizayn edilebilir. Isı ihtiyacı bilinen bir yüzme havuzu için gerekli güneş kolektörü alanı aşağıdaki ifadeden hesaplanır (Czarnecki, 1978).

$$A_c = \frac{Q_r}{\eta Q_i} \quad (1)$$

Burada,

A_c : Güneş kolektörü alanı (m^2)

η : Güneş kolektörü verimi

Q_i : Kollektöre gelen ışıının şiddeti (MJ/m^2 gün)

Q_r : Gerekli ısı ihtiyacı ($MJ/gün$)

3.0. GÜNEŞ ENERJİSİ İLE YÜZME HAVUZLARININ ISITILMASI

3.1. Yüzme havuzlarının güneş enerjisi ile ısıtılmasının avantajları

1. Yüzme havuzlarının kullanımı, genellikle güneş enerjisi potansiyelinin fazla olduğu zamana rastlamaktadır.
2. Yüzme havuzlarının ısıtılmasında kullanılan kolektörlerin çalışma sıcaklığı düşük olduğundan, verimleri yüksek olmaktadır.
3. Yüzme havuzunun kendisi bir ısı deposu olduğundan ayrıca bir depoya gerek duyulmamaktadır.
4. Genellikle ek enerji takviyesine gerek yoktur.
5. Yüzme havuzu için istenilen su sıcaklığı yazın bulunabilecek sudan, sıcaklık olarak çok fazla değildir.
6. Güneş enerjili ısıtıcıların bakımı çok azdır. En önemli konu, su yollarındaki metalin korozyonudur. Bu korozyonu önlemek için havuz suyuna bazı kimyasal maddeler ilave edilir. Plastik tip kolektörlerde korozyon problemi de ortadan kaldırılmıştır.
7. Güneş enerjili yüzme havuzu kurulduktan sonra, ileride ilave maliyet artırıcı bir sebep yoktur. Sistemin kendini amorti etmesi, sistemin başlangıçtaki maliyetine bağlı olarak 3 ile 5 yıl arasında değişir.
8. Yüzme havuzlarının güneş enerjisi ile ısıtılmasının bir diğer avantajı da, diğer ısıtma yöntemlerine göre tükenmez bir ısı kaynağı oluşu ve sistemin kuruluşunun düşük maliyetli oluşudur (Erdallı ve Söhmen, 1995).

3.2. Güneş enerjisi ile yüzme havuzlarını ısıtma yöntemleri

Herhangi bir yöntemle yüzme havuzunu ısıtmadan önce, ısı kayıplarının azaltılmasının yolları araştırılmalıdır. Ortam hava sıcaklığı, yüzme havuzundaki soğuk su sıcaklığı, sudan kaybolan ısı oranı ve absorbe edilen güneş radyasyon miktarları tesbit edilmelidir. Güneş ışınımına açık bir yüzme havuzunda su sıcaklığı normal olarak ortam hava sıcaklığına yakındır. Açık bir yüzme havuzunu ısıtmak, bütün kapıları ve pencereleri açık bir evi ısıtmakla kıyaslanabilir. Isı kayıplarını azaltmak, ancak havuz örtüleri kullanmakla sağlanabilir. Güneş ışınımının maksimum olduğu zamanlarda, havuz kuvvetli rüzgarlardan korunarak sıcaklığı artırılır. Böylece konveksiyon ve buharlaşma ile olan ısı kayıpları azaltılabilir. Yüzme için minimum su sıcaklığı 20° C kabul edilir,

ancak ideal sıcaklık 25° C'dir. Güneş enerjili yüzme havuzlarını ısıtmak için iki sistem kullanılır. Birincisi, havuzdan kollektör olarak faydalanmak, ikincisi ise ayrı bir yerde bulunan kollektör sistemlerini kullanmaktır.

3.2.1. Açık yüzme havuzları

Açık yüzme havuzlarının güneşle ısıtılmasında aşağıdaki noktalar göz önüne alınmalıdır (Gabrielsen, 1987).

- Isıtılması ve güneş kollektörlerinin içinden çevrilmesi gereken su miktarı büyüktür. Tavsiye edilen akış hızında, her sekiz saatte bir kere havuz suyunun filtreden geçmesi gerekir.
- Havuzdaki suyun miktarı nispeten büyük olduğundan hava şartlarındaki geçici değişimlerden çok az etkilenir. Büyük kütesinden dolayı, havuzun su sıcaklığı genellikle 24 saatlik periyod boyunca çok az değişir.
- Depolama tankı ihtiyacı ortadan kalkmıştır. Çünkü havuzun kendisi depo olarak hizmet verir.
- Yüzme isteği normalde havadaki ıslanma eğilimi ile faz teşkil eder.
- İstenilen su sıcaklığı genellikle ortam (çevre) sıcaklığının birkaç derece üzerinde tercih edilir.

Havuz aşağıdaki kaynaklardan ısı kazanır:

- Havuz yüzeyine çarpan güneş enerjisinin absorpsiyonu
- Güneş kollektörleriyle sağlanan ısının toplanması

Havuz aşağıdaki kaynaklardan ısı kaybeder:

- Uzun dalga, infrared radyasyonu, havuz ve gökyüzü arasında yer değiştirir. Bu değişme suyun yayıcılığına bağlı olduğu kadar, bağıl nem, çığ noktası, bulut örtüsü ve sıcaklık gibi ortam hava şartlarına da bağlıdır.
- Çevreye radyasyon kaybı havuz sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farka ve aynı zamanda ısıma ısı transfer katsayısına bağlıdır.
- Çevre ile konveksiyon kayıpları, havuz sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki farka ve aynı zamanda konvektif ısı transfer katsayısına bağlıdır.
- Havuzun yan duvarları boyunca ve çevreleyen su borularındaki taşınma sırasında kayıplar vardır.
- Havuz yüzeyinden olan buharlaşma ısı kaybı; ortam nem şartlarına, konvektif ısı transfer katsayısına ve ortam sıcaklığına bağlıdır.

3.2.2. Kapalı yüzme havuzları

Kapalı havuzlar genellikle bütün yıl boyunca ısıtmayı gerektirirler. Kapalı yüzme havuzu güneş enerjisi ile pasif bir şekilde ısıtılamadığından, aktif ısıtılması yani bir kolektör paneline bağlanması uygundur (Singh et al, 1989).

Düzlemsel güneş kolektörleri etkilidir ve bütün yıl boyunca uygulanabilir. Dayanıklılık, görünüş, kolay yapımı, yerleştirilmesi, yapı destekleri, kontroller ve konfigürasyon, kolektör seçiminde değerlendirilecek ana elemanlardır.

3.2.3. Açık ve kapalı yüzme havuzlarının karşılaştırılması

Kapalı yüzme havuzlarının açık yüzme havuzlarına göre avantajları (Singh et al, 1989):

- a) Binanın ayrılmaz parçası olur.
- b) Toz, böcek, yaprak v.s. gibi maddelerle kirlenmesi önlenir.
- c) İklim şartlarından korunur.
- d) Temizlenmesi kolaydır.
- e) Daha az bakım ister.
- f) Kış şartlarında da kullanılır.
- g) Buharlaşıma, radyasyon ve konveksiyon kayıpları daha azdır.

3.3. Havuzun inşası ve bakımı

Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin inşa edilmesi ve bakımı ile ilgili aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir.

- a) Kolektörün eğim açısı optimum değere yakın olmalıdır. Bu değer, istenilen normal yüzme mevsimi periyodunun uzatılmasına bağlıdır. Çoğu iklimlerde, optimum değer arz derecesine 10 - 15° ilaveli bulunur.
- b) Kolektörlerin yönü güneşe doğru olmalıdır.
- c) Çoğu güneşle havuz ısıtma sistemleri, normal sistemlerden daha fazla bakım gerektirmemesine rağmen, yüzme havuzunun düzenli bakımı gerekir. Yüzme mevsimi sonunda bütün sistemler kapatılarak aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

- Otomatik kontrol ve pompa kapatılmalıdır.
- Giriş valfi kapatılmalı ve atık su çıkışı açılarak, güneş kollektörlerinden su boşaltılmalıdır.
- Yüzme mevsiminin başlangıcında sistemi tekrar çalıştırırken; atık su çıkışı kapatılmalı, giriş valfi açılmalı, pompa ve otomatik kontrol açılmalıdır.

3.3.1. Havuzlarda kullanılan yardımcı elemanlar

Çek valf: Pompa kapatıldığı zaman suyun geri akışını önlemek için bir çek valf gereklidir.

Giriş valfi: Giriş valfi havuz ısıtıcısının el ile kontrolünü sağlar. Güneş ışığı mevcutken, giriş valfi kapalıdır. Dolayısıyla havuz suyunun kollektörlerin içinden geçmesi önlenir. Geceleri veya bulutlu günlerde pompa çalıştığı zaman, giriş valfi açık olmalıdır.

Vakum atma ve atıksu anahtarı: Atıksu anahtarı açık olduğu zaman vakum atma hava deliği, güneş panellerine havanın girmesine izin verir ve bu suretle su çekilir. Su çekilmesi, sistemden hava kabarcıklarının atılması veya soğuk havalarda donmanın önlenmesi için gereklidir. Vakum atma, kollektörden geri dönen borunun en yüksek noktasına kurulur.

Basınç atma valfi: Bu valf güneş panellerini aşırı basınç birikmesinden korur.

Borular: Tavsiye edilen boru, PVC olup, 1.5 ile 2 inç arasında çapı olabilir.

3.4. Havuz ve duş suyunun ortak kullanımı

Halka açık yüzme havuzlarında duşlarda büyük miktarda sıcak su kullanıldığından, bu suyun ısıtılmasının havuz suyu ısıtılmasıyla birleştirilmesi avantajlı olabilir. Toplanan suyun, önce havuzda daha sonra duşların ısıtılmasında kullanılması güneş enerjisinin daha etkin bir kullanımıdır. Bu yöntemle kollektör günün erken ve soğuk kısmında düşük ısıda kullanılabilir. Bu şekilde yüksek performans sağlanmaktadır (Czarnecki, 1978). Düşük güneş radyasyonunun yansımaları olduğu günlerde, gerekli ısıyı sağlamak için yardımcı ısıtıcı kullanılmalıdır. Şekil 3.1 ve 3.2’de bu bileşimin hidrolik ve kontrol devrelerinin şemaları gösterilmektedir.

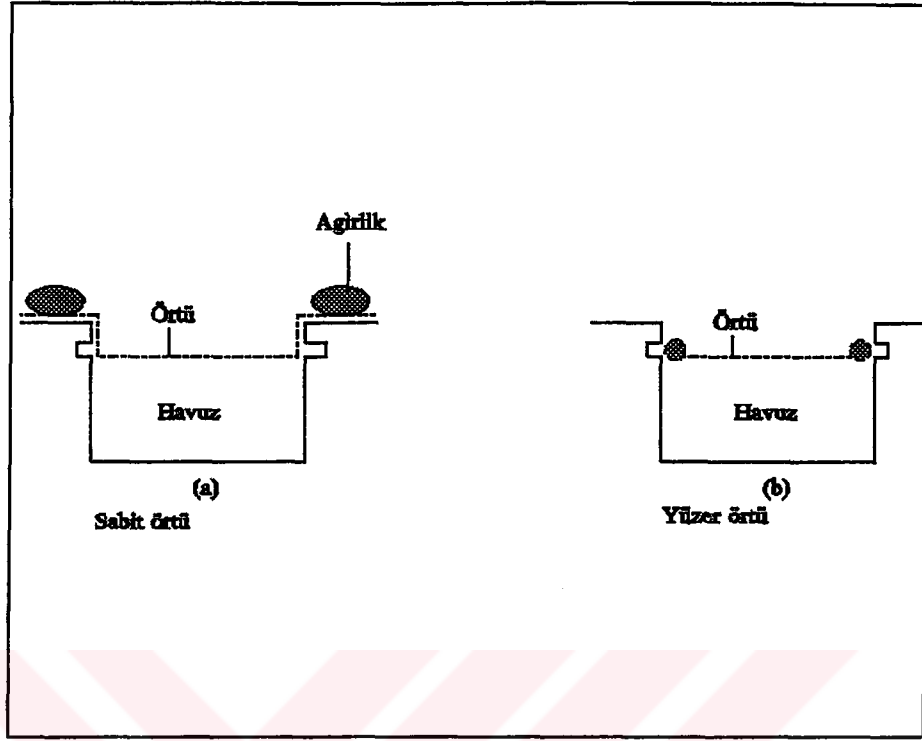
Şekil 3.2. Yüzme havuzu ve duş suyu için güneş ısıtma sistemi kontrol devre şeması
N/A normal olarak açık, N/K normal olarak kapalı

4.0. HAVUZ ÖRTÜLERİ

Açık havuzlar; iletimle toprağa, konveksiyonla havaya ısı kaybına neden olurlar. Bir güneş havuzunda ısı kayıplarını azaltmak için en etkili yollardan biri, havuzun kullanılmadığı zaman üzerini yüzen ve ışığı geçiren bir örtü ile örtmektir. Havuz örtüleri enerjiyi muhafaza etmek için en iyi yoldur. Bu, çeşitli plastik film örtülerle yapılabilir. En yaygın kullanılan örtü malzemesi PVC olup, yüksek miktarda güneş radyasyonunu geçirir. Örtü malzemesinin kalınlığı 4 ile 6 milimetre arasındadır (Gabrielsen, 1987). Bu sistemin performansını belirlemek zordur. Çünkü nem, rüzgar, kullanma zamanı oldukça değişkendir. Buna rağmen yapılan deneylerde yaz ayları boyunca örtülmemiş bir havuzun ortamdaki daha düşük sıcaklıkta olduğu, örtülmüş bir havuzun ise ortam sıcaklığından 5 ile 10° C daha yüksek sıcaklıkta olduğu tesbit edilmiştir. Bu geçirgen örtüler, yüzme havuzunun üzerine gerdirilir ve aşağıdaki fonksiyonları sağlarlar.

- a) Su yüzeyi üzerine plastik örtü yerleştirildiği zaman, buharlaşma ile olan ısı kaybı ortadan kalkar.
- b) Havuz örtüleri, güneş radyasyonunu suya geçirirler ve önemli miktarda su içinde absorblanır. Bu şekilde su sıcaklığı artar.
- c) Havuz örtüsü aynı zamanda havuza toz, kir, böcek, yaprak, v.s. girmesine mani olur.
- d) Örtüler havuzun temiz kalmasını sağlar, böylece filtre bakımı ve ilave edilen kimyasal maddelerin miktarı azaltılabilir.

Havuz örtüleri tek katlı veya çift katlı olarak kullanılabilir. Tek katlı örtülerin daha fazla geçirgenliği vardır. Aralarında hava boşluğu olan çift katlı örtünün, tek katlı örtüye göre avantajı konveksiyon ve radyasyon ile olan ısı kayıplarını azaltmasıdır. Tek parça havuz örtülerinin kullanılması büyük havuzlarda problem yaratır. Şekil 4.1'de şematik olarak havuz örtüleri görülmektedir.



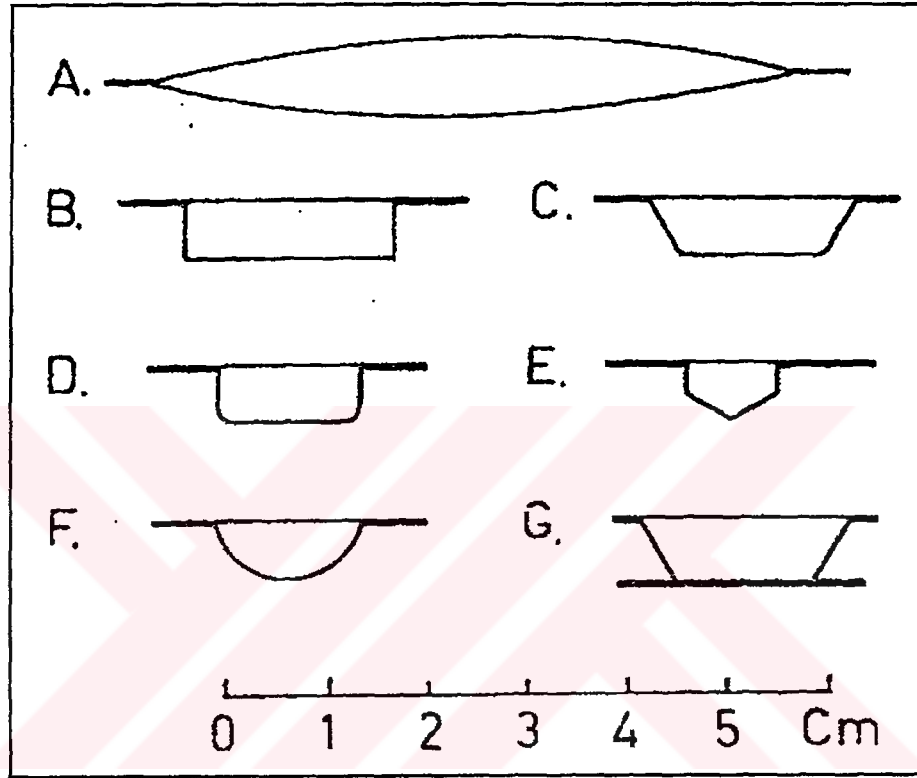
Şekil 4.1. Havuz örtüleri

4.1. Havuz örtüsünün rolü

Havuz örtüleri, açık havuzlardaki ısı kayıplarını geciktirmek amacıyla Root (1976), Czarnecki (1963) ve Francey & Golding (1979) tarafından önerilmiştir. Plastik örtüler oldukça yaygın kullanılır. Polivinilklorür (PVC) 1959'da test edilmiş ve havası arkadan çekilen PVC malzemeli olarak 1963'te yapılmıştır (Czarnecki, 1963). Son yıllarda hava kabarcıklı polietilenin ticari üretimi oldukça artmıştır. Bunlar yaygın olarak kullanılan güneş kolektörlerine kıyasla ucuzdur.

Su geçirmez herhangi bir örtü, havuzdan olan buharlaşmayı oldukça azaltacaktır. Hava kabarcıklı örtüler aynı zamanda konvektif kayıplara mani olurlar. Bir örtü güneş radyasyonunu havuza verirken, dışarıya olan ısı yayılımını geciktirmesi onun geçirgenlik karakteristiklerine bağlıdır. Bunlar ticari olarak mevcut olan birtakım örtülerde ölçülmüştür. Şekil 4.2'den görüldüğü üzere, örtülerin hava hazneleri değişebildiği gibi, geçirgenliği de kabarcıklar veya kabarcıkların kesim

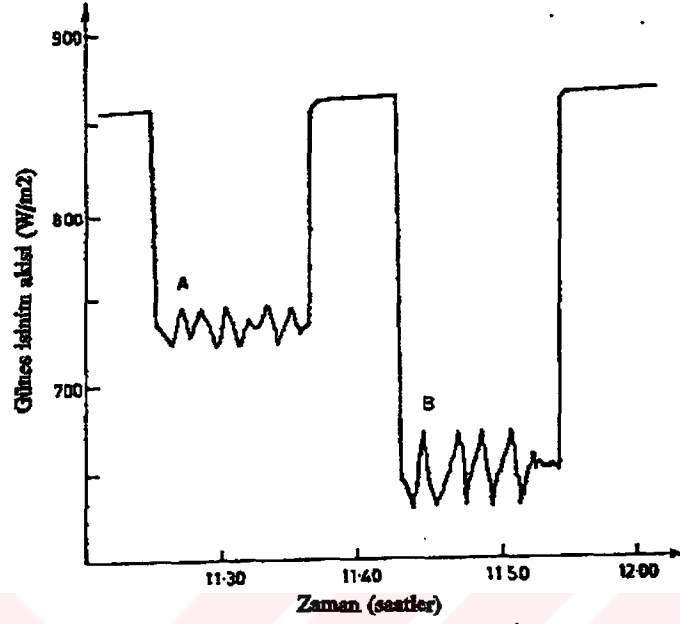
noktalarında farklılıklar gösterir. Sonuçlar Tablo 4.1'de her örtü için ortalama değerler olarak verilmiştir. Tabloda belirtilen ölçüm sonuçları açık havada yatay durumdaki örtülerle yapılmıştır. (Francey and Golding, 1980). Şekil 4.3'de global güneş akısının tipik bir kaydı görülmektedir.



Şekil 4.2. Havuz örtü malzemelerinin şematik görünüşü. Hepsinin hava hücreleri vardır. Ancak, şekil ve hacimleri değişmektedir.

Tablo 4.1. Havuz örtülerinin güneş ışığı geçirgenliği

Örtü dizaynı	Temel malzemeler	Görünüm	Malzeme kalınlığı (mm)	Kabarık yüksekliği (mm)	Kabarık çapı (mm)	Geçirgenlik Yüzdesi (%)
pvc	Polyvinyl-chloride	Açık, morumsu	0.44	4.27	46.8	86
peA1	Polyethylene	Açık, sarımsı	0.14	7.0	19.1	83
peA3	Polyethylene	Açık sarı	0.09	6.4	16.9	81
peA2	Polyethylene	Sarı	0.12	7.0	19.1	80
peC1	Polyethylene/ethylenevinyl-acetate	Açık mavi	0.09	5.1	12.0	79
peB1	Polyethylene	Açık sarı	0.11	4.9	16.9	77
peC2	Polyethylene	Açık mavi	0.10	6.1	16.2	77
peC3	Polyethylene	Açık mavi	0.17	5.6	14.1	61
peD1	Polyethylene	Parlak mavi	0.10	6.1	16.2	60
peD2	Polyethylene	Kobalt mavimsi	0.19	6.1	10.0	35
peE1	Polyethylene	Siyah	0.17	7.0	10.0	0
peE2	Polyethylene	Siyah	0.17	5.8	15.0	0



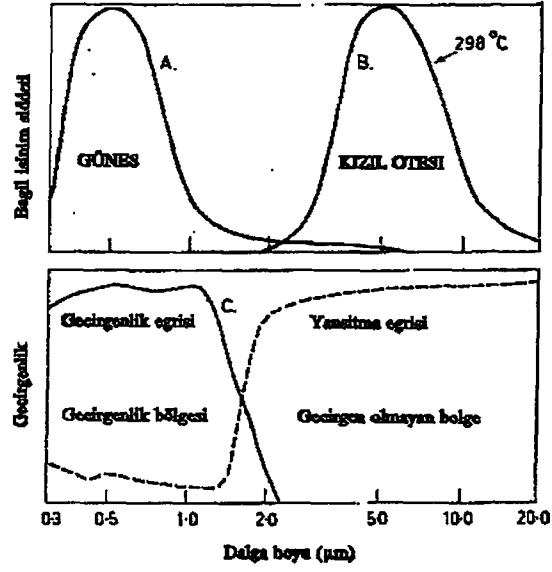
Şekil 4.3. Global güneş akısının tipik bir kaydı

Test yapılan örtülerin içerisinde en yüksek ortalama geçirgenlik (%86) PVC örtüde bulunmuştur. Açık sarı polietilen örtüler, titanyum oksit dengeleyiciler ihtiva etmekte olup iyi geçirgenlik göstermişlerdir. Koyu renkli olan örtüler ise daha düşük geçirgenlik göstermiştir. Avusturalya'da standart olarak kullanılan pencere camı ise %84 geçirgenlik değeri vermiştir (Francey and Golding, 1980). Analiz sonuçları Tablo 4.2'de görülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi PVC örtünün yüzme havuzu örtüsü olarak en iyi seçim olduğu görülmektedir.

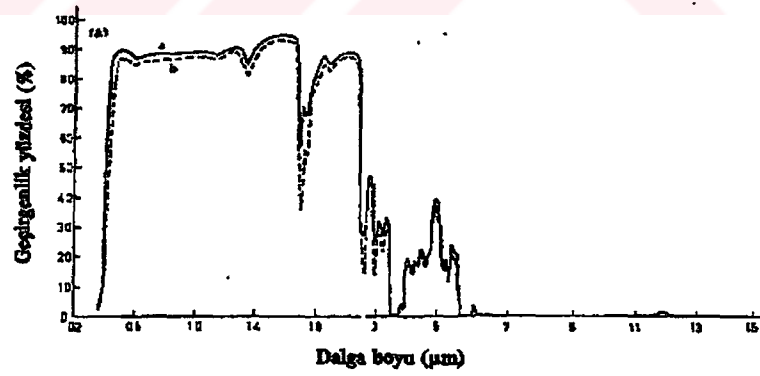
Şekil 4.4'de basit olarak 1.5-3 μm arasındaki dalga boyunda geçirgenlik davranışı görülmektedir. Şekil 4.5'de 0.2-15 mikrometre arasında bir PVC örtü için spektrograflar verilmektedir. Radyasyonun geçirgenliği, çeşitli kuvvetli yutma bantlarıyla dalga boyuna bağlı görülmektedir. Havuz örtüleri morötesi ışınları geçirmezler. Genelde bunları absorbladıkları için uzun vadede plastik zarar görür. Güneş spektrumundaki geçirgenlik genellikle yüksektir. Termal kızılötesi bölgede geçirgenlik daha düşük ve daha çok değişkendir.

Tablo 4.2 Havuz örtülerinin geçirgenlik karakteristikleri. Burada $\tau_{a\lambda}$ güneş spektrumunu, ve $\tau_{b\lambda}$ kızıl ötesi bölgedeki geçirgenlikleri göstermektedir.

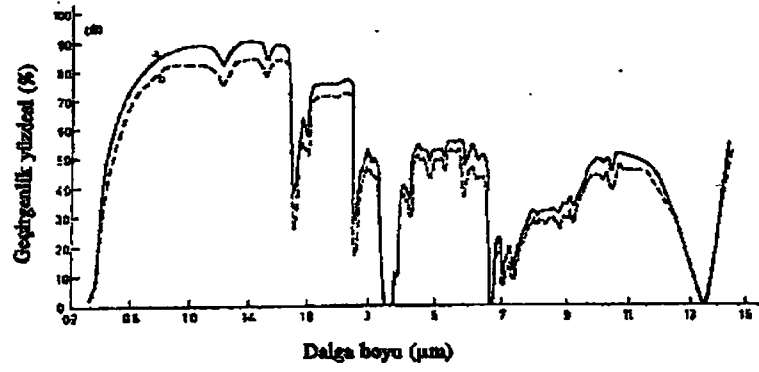
Örtü dizaynı	Hava hücreli örtünün oranı	Hava hücresi içindeki havanın hacmi $(\text{mm}^3) \times 100$	Hava hücreli örtünün geçirgenliği (%)		Hava hücreleri arasındaki örtünün oranı	Örtü ile hava hücreleri arasındaki geçirgenlik		Örtünün ortalama geçirgenliği		$\Delta(\tau_{a\lambda} - \tau_{b\lambda})$
			$\tau_{a\lambda}$	$\tau_{b\lambda}$		$\tau_{a\lambda}$	$\tau_{b\lambda}$	$\tau_{a\lambda}$	$\tau_{b\lambda}$	
pvc	.64	47	87	6	.36	84	5	86	6	80
peC1	.63	8	82	29	.37	73	27	79	28	51
peA1	.63	20	85	34	.37	80	31	83	33	50
peA2	.63	20	84	31	.37	74	29	80	30	50
peB1	.62	11	80	36	.38	72	34	77	35	42
peA3	.62	14	83	48	.38	77	46	81	47	34
peC2	.62	13	80	48	.38	72	46	77	47	30
peD1	.62	13	62	43	.38	56	39	60	41	19
peC3	.59	9	63	44	.41	59	38	61	42	19
peD2	.56	5	35	26	.44	35	24	35	25	10
peE1	.56	5	0	0	.44	0	0	0	0	0
peE2	.59	10	0	0	.41	0	0	0	0	0



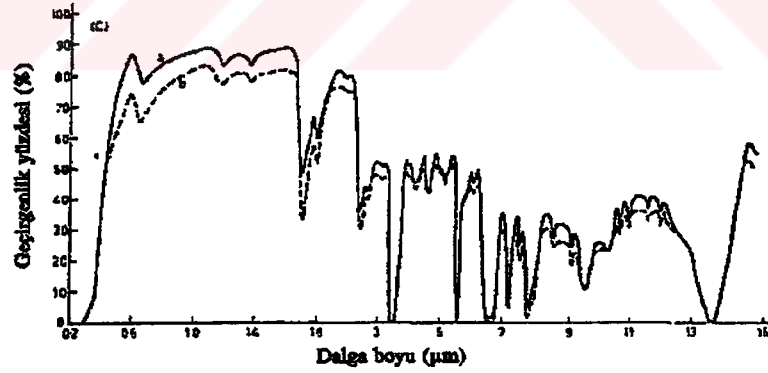
Şekil 4.4. Seçici yüzeylerin temel fiziki. Üsteki grafikte güneş için enerji eğrisi (A) ve kızıl ötesi bölgede ısıtma yapan sıcak bir yüzeyin eğrisi (B) görülmektedir. Alttaki diyagramda seçimli geçirgenlik yapan yüzeyin tipik eğrisi görülmektedir.



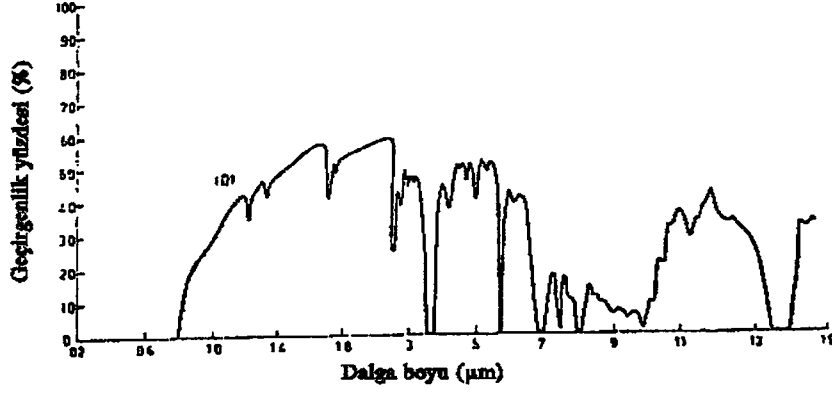
Şekil 4.5 (a). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (A) PVC örtü
(a) Hava hücreleri boyunca
(b) Hava hücreleri arasında



Şekil 4.5 (b). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (B) peA1 örtü
 (a) Hava hücreleri boyunca
 (b) Hava hücreleri arasında



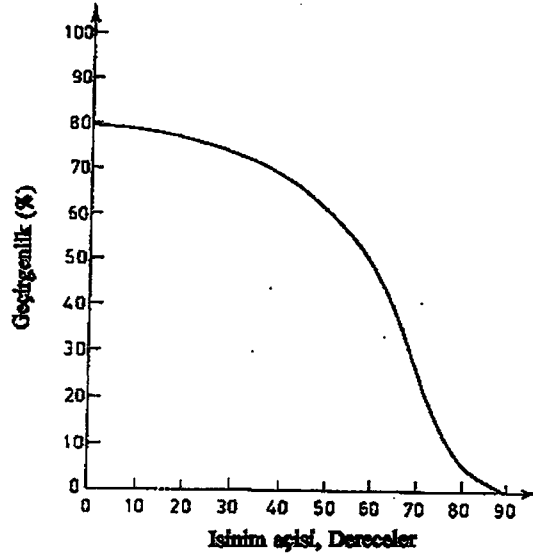
Şekil 4.5 (c). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (C) peC1 örtü
 (a) Hava hücreleri boyunca
 (b) Hava hücreleri arasında



Şekil 4.5 (d). Dalga boyunun fonksiyonu olarak geçirgenliğin değişimi. (D) peD2 örtü
 (a) Hava hücreleri boyunca
 (b) Hava hücreleri arasında

4.2. Havuz örtülerinden yansıma

Geçirgenlik aynı zamanda gelen radyasyon şiddetinin açısının fonksiyonudur. Şekil 4.6'da kullanılan havuz malzemesinin, radyasyonu absorbsiyonuna karşın aç değişiminin etkisi verilmektedir.



Şekil 4.6. Güneş ışınımı açısının fonksiyonu olarak polietilen örtünün geçirgenliği

4.3. Su içine güneş ışınlarının absorpsiyonu

Güneş radyasyonu, açık yüzme havuzlarını ısıtmak için, bilhassa ılık ve sıcak iklim bölgelerinde kullanılabilir. Havuz örtüleri kazanılan ısının korunmasında yardımcı olurlar. Zaten üstü kapalı havuzun kendisi bir güneş kolektörü gibi çalışmaktadır. Şekil 4.7'de çok iyi bilinen güneş spektrumu görülmektedir. Güneş radyasyonunun direkt bileşeni zaman, yer, enlem ve boylama göre değişirken, difüz bileşeni atmosferik şartlara ve bulut örtüsüne bağlıdır. Şekil 4.8'de güneş açısının fonksiyonu olarak su yüzeylerinin yansıma grafikleri verilmektedir. Su içerisine giren güneş radyasyonu yayılır ve yutularak ısıya dönüştürülür. Suya düşen radyasyonun çoğunun birinci metrede yutulduğu Birge ve Juday (1931) tarafından bir piranometre kullanılarak tesbit edilmiştir. Derinliği d olan sıvı için ışık şiddeti,

$$I = I_0 \exp (- \mu d) \quad (2)$$

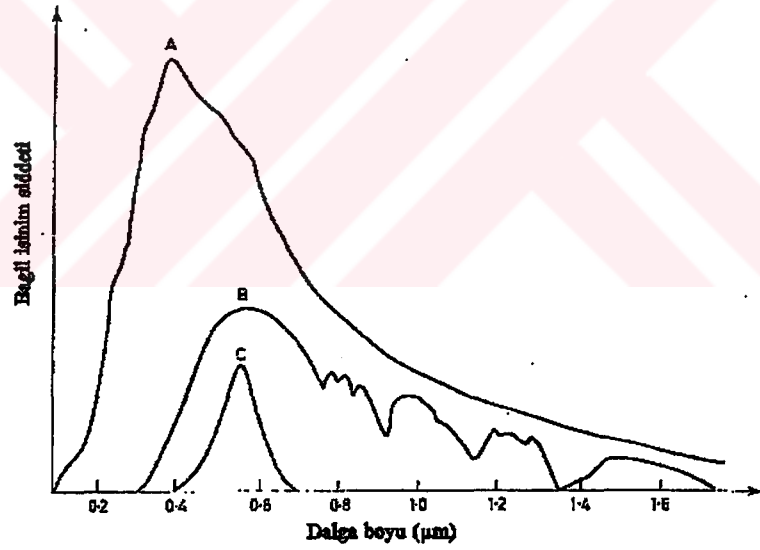
ile ifade edilir.

Burada,

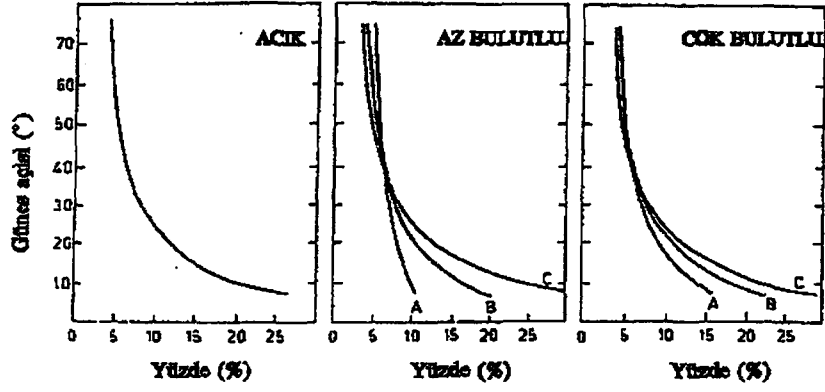
I_0 : Yüzeydeki ışık şiddeti

μ : Dalga boyu ile değişen sönüm katsayısı, (1/m)

Hutchinson (1957) tarafından bildirilen değerler Tablo 4.3'de verilmektedir. Bu değerleri kullanarak su içerisinde güneş ışığının dağılımının spektral değerleri hesaplanabilir. Sonuçlar Şekil 4.9'da verilmektedir. Görüldüğü gibi toplam radyasyonun % 60'ı saf suyun bir metresinden geçmektedir. Buna karşın Schmidt'in (1908) çalışmalarında oldukça berrak olan göllerde ilk metreden geçen radyasyon, toplam radyasyonun % 50' si dir (Şekil 4.10). Doğal sular safsızlıklar ihtiva eder ve yüzme havuzlarının da aynı şekilde davranması beklenir.



Şekil 4.7. Güneş enerjisinin spektral dağılımı; A) Atmosferin dışında, B) Dünya yüzeyi üzerinde, C) İnsan gözünün spektral duyarlılığı



Şekil 4.8. Çeşitli güneş ışıınımı değerlerinde, toplam güneş ışıınımı ve gökyüzündeki radyasyonun yüzdesi olarak yansıma ve saçılma.

A : Bulutlu hava (10/10 bulutlu), B : Parçalı bulutlu (6/9 - 9/10 bulutlu)
C : Az bulutlu (1/10 - 5/10).

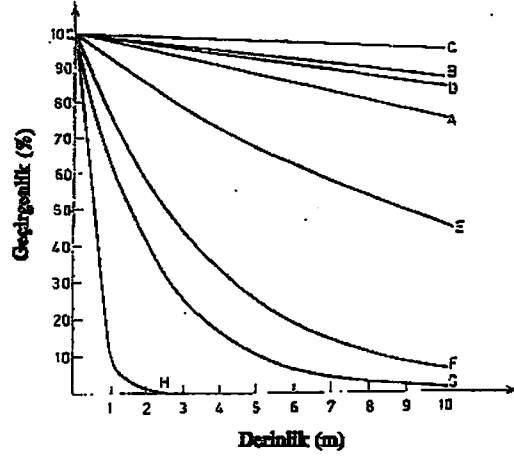
Tablo 4.3. Hutchinson'a göre oda sıcaklığında suyun optik özellikleri.

Dalga Boyu (μm)	Sönüm katsayısı μ (1/m)	Kırılma İndisi (n)
0.38 (mor ötesi)	0.0255	1.343
0.40 (mor)	0.0134	
0.42	0.0088	
0.44	0.0078	
0.46 (mavi)	0.0054	1.338
0.48	0.0050	
0.50	0.0075	
0.52 (yeşil)	0.016	
0.54	0.030	1.333
0.56	0.040	
0.58 (sarı)	0.078	
0.60	0.210	
0.62 (turuncu)	0.273	1.331
0.64	0.310	
0.66	0.370	
0.68 (kırmızı)	0.455	
0.70	0.598	1.329
0.72	1.04	
0.74	2.16	
0.76	2.45	
0.78	2.31	
0.80	2.24	
0.82 (kızıl ötesi)	2.42	

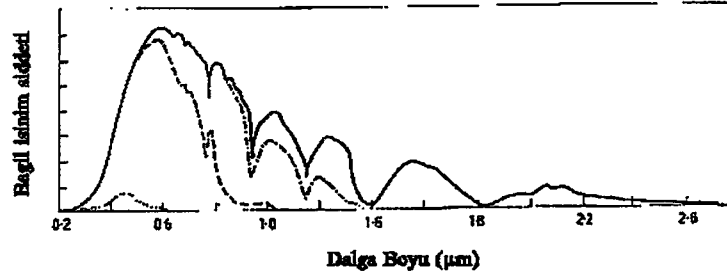
Bu sonuçlar; yüzme havuzunun değişik derinliklerinde, güneş ışınımının yutulmasının spektral dağılımını hesaplamakta kullanıldı. Bu hesapların sonuçları Tablo 4.4'de verilmektedir. Bu neticeler Cole'nin (1976) değerleri ile uyum içerisindedir. Yutulmayan ışınım havuzun dibine ve yan duvarlarına çarpar. Yüksek yutuculuğu olan duvarlar bu ışınımın toplanmasında fayda sağlarlar. Ancak, iyi yansıtıcı olan duvar yüzeylerindeki emniyet şartlarından dolayı radyasyonun büyük bir kısmı çevreye geri döner.

Tablo 4.4. Suyun güneş radyasyonunu yutma karakteristikleri

Merkezi dalga boyu (μm)	Gelen güneş radyasyon oranı (%)	Suya giren güneş radyasyon oranı (%) (a) Yaz (b) Kış	z metre suda yutulan radyasyon oranı (d) Damıtılmış (p) Havuz	z metre havuz suyunda yutulan toplam gelen radyasyon oranı (a) Yaz (b) Kış
			z 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0	z 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0
< 0.38 mor ötesi	7.00	(a) 6.6 (b) 6.3	(d) 1.3 2.5 3.9 5.0 7.4 (p) 1.7 3.0 4.7 6.0 8.9	(a) 0.1 0.2 0.3 0.4 0.6 (b) 0.1 0.2 0.3 0.4 0.6
0.40 mor	5.47	(a) 5.1 (b) 4.9	(d) 0.7 1.4 2.0 2.7 4.0 (p) 0.8 1.7 2.4 3.2 4.8	(a) 0.0 0.1 0.1 0.2 0.3 (b) 0.0 0.1 0.1 0.2 0.2
0.46 mavi	8.68	(a) 8.2 (b) 7.8	(d) 0.0 1.0 1.0 1.1 1.6 (p) 0.0 1.2 1.2 1.3 1.9	(a) 0.0 0.1 0.1 0.1 0.2 (b) 0.0 0.1 0.1 0.1 0.2
0.52 yeşil	8.23	(a) 7.7 (b) 7.4	(d) 0.8 1.6 2.4 3.2 4.7 (p) 1.0 1.9 2.9 3.8 5.6	(a) 0.1 0.2 0.2 0.3 0.4 (b) 0.1 0.1 0.2 0.3 0.4
0.58 sarı	6.30	(a) 5.9 (b) 5.7	(d) 3.8 7.5 11.0 14.4 20.8 (p) 4.6 9.0 13.2 17.3 25.0	(a) 0.3 0.5 0.8 1.0 1.5 (b) 0.3 0.5 0.7 1.0 1.4
0.62 turuncu	5.86	(a) 5.5 (b) 5.3	(d) 12.8 23.9 33.6 42.0 55.9 (p) 15.4 28.7 40.3 50.4 67.1	(a) 0.8 1.6 2.2 2.8 3.7 (b) 0.8 1.5 2.1 2.7 3.5
0.68 kırmızı	12.75	(a) 12.0 (b) 11.5	(d) 20.4 36.6 49.5 59.8 74.5 (p) 24.5 43.9 59.4 71.8 89.4	(a) 2.9 5.3 7.1 8.6 10.7 (b) 2.8 5.0 6.8 8.2 10.2
> 0.68 kızılotesi	45.71	(a) 43.0 (b) 41.1	(d) 70.2 91.2 98.4 99.2 100 (p) 84.2 100	(a) 36.2 43.0 (b) 34.6 41.1
Toplam güneş spektrumu	100.00	(a) 94.0 (b) 90.0		(a) 40 51 54 56 60 (b) 39 49 53 54 58



Şekil 4.9. Saf suyun derinlik fonksiyonu olarak çeşitli dalga boylarında geçirgenlik yüzdesi.
A- Mor ötesi B- Mor C- Mavi D- Yeşil E- Sarı F- Turuncu G- Kırmızı H- Kızıl ötesi



Şekil 4.10. Güneş Enerjisinin Spektral Birleşimi (Schmidt):
———— Dünya yüzeyinde, -.-.- 1 cm derinliğinde saf su için,
..... 1 m derinliğinde saf su için, 100 m derinliğindeki saf su için

5.0. YÜZME HAVUZLARININ TEORİK İNCELENMESİ

Bir yüzme havuzundaki ısı kayıpları konveksiyonla çevreye, radyasyonla ve buharlaşmayla atmosfere, ısı iletimi ile toprağa olur. Genellikle kondüksiyonla ısı iletimi pratik amaçla, yeraltı ve yerüstü havuzları için ihmal edilebilir. Yerin üzerindeki havuzlarda yanlardan konveksiyonla ısı kaybı vardır.

5.1. Konveksiyonla ısı kaybı

Ortamdaki havaya konveksiyonla olan ısı kaybı:

$$q_c = h_c (T_w - T_a) \quad (3)$$

Burada,

q_c = Konveksiyonla ısı transferi, (W/m^2)

h_c = Konveksiyonla ısı transfer katsayısı, (W/m^2K)

T_w = Su sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_a = Ortam hava sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

Hava akım hızının konveksiyonla ısı transfer katsayısına etkisi aşağıda verilmiştir (Sheridan, 1972)

$$h_c = 3.1 + 4.1 V \quad (4)$$

Burada,

h_c : Konveksiyonla ısı transfer katsayısı, (W/m^2K)

V : Hava akım hızı, (m/s)

(3) ve (4) nolu eşitlikten

$$q_c = [3.1 + 4.1 V] (T_w - T_a) \quad (5)$$

elde edilir.

5.2. Buharlaşma ile ısı kaybı

Suyun buharlaşması ile olan ısı kaybı, genellikle bütün kayıpların en büyüğüdür. Bu da aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$q_e = 16.3 (3.1 + 4.1 V) (p_w - p_a) \quad (6)$$

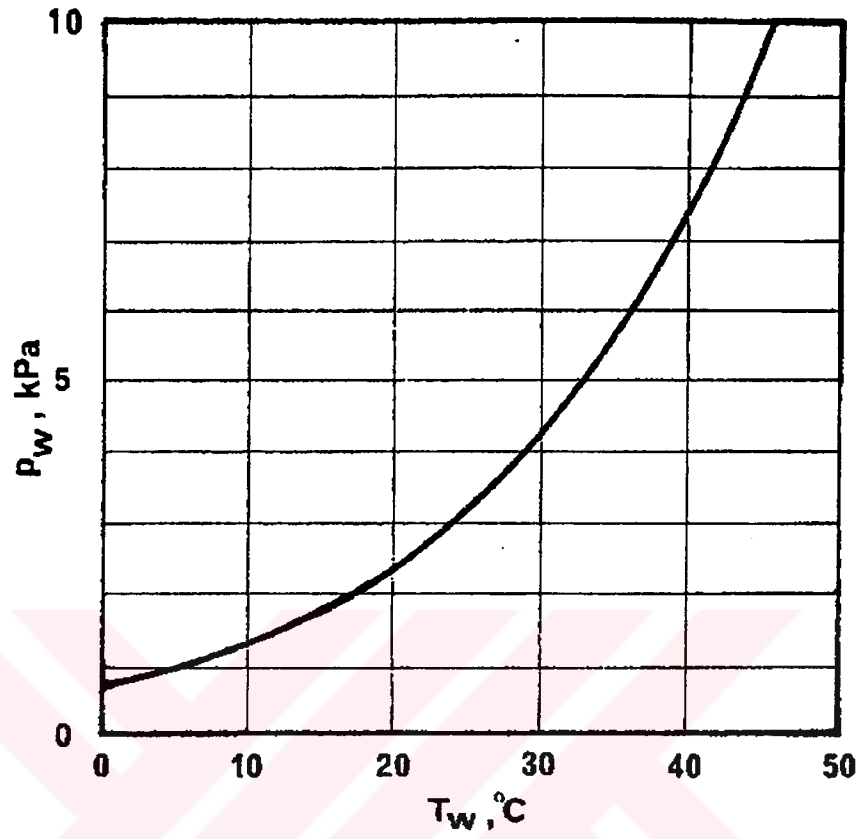
Burada;

q_e : Buharlaşma ile ısı transferi, (W/m^2)

p_w : T_w sıcaklığındaki su buhar basıncı, (kPa)

p_a : Havadaki kısmi su buhar basıncı, (kPa)

(6) nolu eşitlikteki 16.3 sabiti, ısı ve kütle transfer katsayıları arasındaki ilişkiden, (Kms^2/kg) şeklindedir. Su buhar basıncı p_w Şekil 5.1'de gösterilen su sıcaklığının değişimine bağlıdır.



Şekil 5.1. Su sıcaklığı T_w ile su buharı basıncı p_w 'nin değişimi

Havadaki kısmi su buhar basıncı p_a , eğer bağıl nem biliniyorsa aşağıdaki şekilde bulunur.

$$p_a = \frac{p_s \times RH}{100} \quad (7)$$

Burada,

p_s : Doymuş su buhar basıncı, (kPa)

RH: Bağıl nem, (%)

Havadaki doymuş su buhar basıncı, Şekil 5.1'den bulunur. $p_s = p_w$ için $T_a = T_w$ alınır.

5.3. Radyasyon ile ısı kaybı

Su yüzeyinden radyasyon ile olan ısı kaybı aşağıdaki eşitlikten hesaplanabilir.

$$q_r = 0.95 h_r (T_w - T_s) \quad (8)$$

Burada,

q_r : Radyasyonla ısı transferi, (W/m^2)

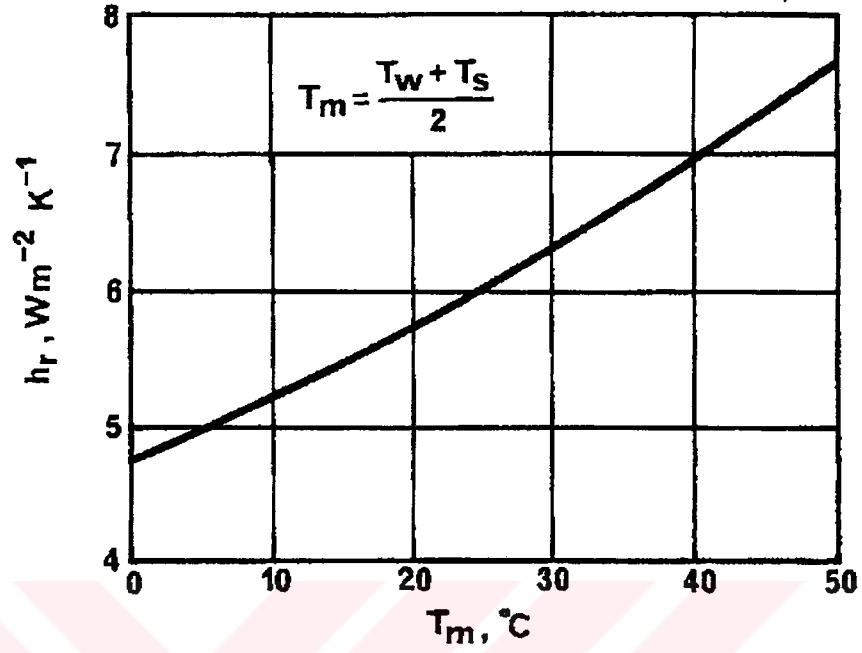
h_r : Radyasyon ısı transfer katsayısı, (W/m^2K)

T_s : Gökyüzü sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

(8) nolu eşitlikte suyun yayıcılığı 0.95 alınmıştır. Normal olarak gökyüzü sıcaklığı

$$T_s = T_a - 11^{\circ}C$$

alındığı zaman gökyüzü, siyah cisim gibi kabul edilebilir (Cooper, 1970). Radyasyon ile ısı transfer katsayısı h_r 'nin değişimi Şekil 5.2'de gökyüzü sıcaklığı ve ortalama su sıcaklığı ile gösterilmektedir.



Şekil 5.2. Ortalama sıcaklık T_m ile radyasyon ısı transfer katsayısı h_r 'nin değişimi

Burada h_r yaklaşık olarak;

$$h_r \approx 2.268 \times 10^{-7} \left[\frac{T_w + T_s}{2} + 273.15 \right]^3$$

alınır.

Hesaplama için gereken ısı kayıp faktörleri ortam hava sıcaklığı, hava akım hızı ve havadaki su buharının kısmi basıncıdır.

Bir yüzme havuzunun günlük ısı ihtiyacı, önceden kararlaştırılmış T_w sıcaklığında aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$Q_r = A_p (0.0864 q_t - 0.9 Q_h) \quad (9)$$

Burada,

Q_r : Gerekli ısı girişi, (MJ/gün)

$$q_t = q_c + q_e + q_r$$

q_t : Toplam ısı kaybı, (W/m^2)

A_p : Yüzme havuzunun yüzey alanı, (m^2)

Q_h : Yatay yüzey üzerindeki güneş radyasyonu, (MJ/m^2 gün)

Bu (9) nolu denklemde, günlük güneş radyasyonunun %90'ı su tarafından absorblanır ve ısıtılmaya harcanır (Robinson, 1966).

5.4. Isı kayıp katsayısı

$$q_t = U_L (T_w - T_{eq}) \quad (10)$$

burada,

q_t : Toplam ısı kaybı, (W/m^2)

U_L : Isı kayıp katsayısı, (W/m^2K)

T_w : Su sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_{eq} : Eş değer ısı kayıp sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_{eq} sıcaklığı, ortam hava sıcaklığına, (6) nolu eşitlikte tanımlanan su buharı basınç farkına ve (8) nolu eşitlikte tanımlanan gökyüzü sıcaklığına bağlıdır. Aşağıdaki eşitlik bu duruma uymaktadır.

$$T_{eq} = T_a - 5 \quad (11)$$

(10) ve (11) nolu eşitlikleri birleştirerek ısı kaybı katsayısı aşağıdaki gibi yazılır.

$$U_L = \frac{q_t}{T_w - T_a + 5} \quad (12)$$

Yüzme havuzundaki ısı kaybı bir çok değişkene bağımlı olduğundan dolayı, ısı kayıp katsayısı bir sabit değildir. Fakat bu, değişkenlerin belirlediği sınırlar içerisinde değişir. Açık yüzme havuzlarında bu değer $30-50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ değerleri, kapalı yüzme havuzlarında $15-25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ değerleri arasında değişmektedir. Bazı uygulamalarda, özellikle şartların kararlı olduğu durumlarda U_L ortalama sabit değeri, çok fazla hataya neden olmadan kabul edilebilir.

Isı kaybı katsayısının bir pratik uygulaması da ısı gereksiniminin değerlendirilmesidir. Her bir ısı kaybının hesaplanması için gerekli verilerin olmadığı durumlarda ısı gereksinimi, (9) nolu eşitliğin değiştirilmesi ve U_L ortalama değerinin kabulü ile bulunabilir.

$$Q_r = 0.0864 A_p U_L \Delta T_r \quad (13)$$

Burada,

ΔT_r : Gerekli su sıcaklığındaki artış, (K)

5.5. Termal zaman sabiti

Yüzme havuzuna ısı uygulandığında geçici sıcaklık artışı aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$\Delta T(t) = \Delta T_e \left[1 - \exp \left(-t \frac{U_L}{H} \right) \right] \quad (14)$$

Burada,

$\Delta T(t)$: t zamanındaki suyun geçici sıcaklık değişimi, ($^{\circ}\text{C}$)

ΔT_e : Isıtmadaki adım değişikliği sonrasında suyun son sıcaklık değişimi, ($^{\circ}\text{C}$)

t: Zaman, (s)

U_L : Havuzun ısı kayıp katsayısı, ($\text{W/m}^2 \text{ K}$)

H: Suyun her birim yüzey alanı için ısı depolama kapasitesi, (J/mK)

H'nin su derinliği ve zaman birimi günün bir fonksiyonu olarak ifade edildiğinde (14) nolu eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$\Delta T(t) = \Delta T_e \left[1 - \exp \left(-t \frac{U_L}{48.5 d} \right) \right] \quad (15)$$

Burada,

d: Ortalama su derinliği, (m)

Benzer olarak ısıtma sonrasındaki sıcaklık düşmesi

$$\Delta T(t) = \Delta T_e \exp \left(-t \frac{U_L}{48.5 d} \right) \quad (16)$$

Yüzme havuzlarının termal zaman sabiti (ısıtmadaki adım değişikliği sonrası ısı son değerinin %63.2'sine ulaştığında) (15) ve (16) nolu eşitliklerden türetilir.

$$t_c = \frac{48.5 d}{U_L} \quad (17)$$

Burada,

t_c : Termal zaman sabiti, (gün)

5.6. Su sıcaklığına hava akım hızının etkisi

Bir yüzme havuzundan olan ısı kaybının hızına etki eden en önemli faktör hava akım hızıdır. Hava akım hızı, buharlaşma ile olan ısı kaybı kadar taşınım ile olan ısı kayıplarına da etki eder. Hava akım hızı tayini en zor olan faktörlerden biridir. Çünkü havuzların çevresinde oldukça büyük değişiklikler gösterir. Ancak ısıtma sistemi dizayn edilirken, hava akım hızı değişimine dizaynın duyarlılığını bilmek önemlidir (Czarnecki, 1978).

Açık yüzme havuzlarında ısı kayıplarına neden olan hava akım hızını azaltmak için hava akım çitlerinin kullanımı önem kazanmaktadır. Bu nedenle hava akım hızı olarak, meteoroloji istasyonları tarafından belirlenen değerin üçte birinin alınması pratikte uygulanmaktadır (Czarnecki, 1981).

Su sıcaklığına hava akım hızı tahmininin hata etkisini fikir edinmek maksadıyla, 25°C'deki su sıcaklığı esas alınarak enerji gereksinimleri hesaplanır. Daha sonra giren ısı sabit tutularak değişik hava akım hızlarında su sıcaklığı hesaplanır.

5.7. Zemine olan ısı kayıpları

Schneider (1957), ihmal edilebilen yüzey direncine sahip yarı sonsuz katı içinde geçici ısı iletiminin hesabını elde ederek denklemleri göstermiştir. Schneider'in denklemlerini yüzme havuzlarına uygulayarak,

$$q_g = h_g (T_w - T_g) \quad (18)$$

ifadesi elde edilir. Burada

q_g : İletimle ısı transferi, (W/m^2)

h_g : Isı transfer katsayısı, ($W/m^2 K$)

T_w : Su sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

T_g : Başlangıçtaki zemin sıcaklığı, ($^{\circ}C$)

Isı transfer katsayısı, zamanın bir fonksiyonudur ve basit olarak şöyle yazılabilir.

$$h_g = \frac{3.4 \times 10^{-3} k}{\sqrt{\alpha \pi t}} \quad (19)$$

Burada,

k : Zeminin ısı iletimi, ($W/m K$)

α : Zeminin ısı yayını, (m^2/s)

t : Sıcaklık değişim zamanı, (gün)

(18) ve (19) nolu eşitlikleri birleştirerek

$$q_g = \frac{3.4 \times 10^{-3} k (T_w - T_g)}{\sqrt{\alpha \pi t}} \quad (20)$$

elde edilir.

Çeşitli toprak tiplerine göre zeminin ısı iletkenliği ve ısı ıayınımı Tablo 5.1'de gösterilmiştir (Ingersoll et al, 1948).

Tablo 5.1. Çeşitli zemin tiplerinin ısı iletkenliği k ve ısı ıayınımı α değerleri

Zeminin cinsi	k (W/mK)	α (m ² /s)
Kireçli toprak, %43 su	0.71	0.19×10^{-6}
Kuartz kum, kuru	0.26	0.20×10^{-6}
Kuartz kum, %83 su	0.59	0.33×10^{-6}
Kumlu kil, %15 su	0.92	0.37×10^{-6}
Toprak, çok kuru	0.17 - 0.34	$0.2 - 0.3 \times 10^{-6}$
Bazı ıslak topraklar	1.25 - 3.35	$0.4 - 1.0 \times 10^{-6}$
Islak çamur	0.84	0.22×10^{-6}

5.8. Periyodik ısı nakli

Sıcaklık kontrolsüz olarak güneş enerjisiyle ısıtılmış veya ısıtılmamış açık yüzme havuzlarında, su sıcaklığı iklim şartlarına göre günlük ve yıllık düzensiz değişikliklerden etkilenir. Bu düzensizlikleri basit harmonik fonksiyonlar olarak kabul ederek, sabit periyodik akışa göre su sıcaklığı aşağıdaki gibidir.

$$T_w = T_{w0} + \Delta T_w \cos \omega t \quad (21)$$

Burada,

T_{w0} : Ortalama su sıcaklığı, ($^{\circ}\text{C}$)

ΔT_w : Su sıcaklığındaki düzensizliklerin genişliği, (K)

$$\omega = 2 \pi f$$

ω : Düzensizliklerin açısal frekansı, (rad/gün)

f : Düzensizliklerin frekansı, (1/gün)

t : zaman, (gün)

Su ile temas eden zemin yüzeyinin sıcaklığı (21) nolu eşitliğe göre değişir. Bu da su ve zemin arasında ısı değiştiricinin periyodik tipine neden olur.

$$q_p = 3.4 \times 10^{-3} \Delta T_w k \sqrt{\frac{\omega}{\alpha}} \cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) \quad (22)$$

Burada,

q_p : Periyodik ısı iletim miktarı, (W/m^2)

(22) nolu denklemde ifade edilen ısı iletim miktarı yarım tur için pozitif, turun geriye kalan diğer yarısı için negatiftir. Pozitif yarım tur boyunca iletilen kümülatif ısı miktarı;

$$Q_p = 588 \times 10^{-6} A_g \Delta T_w k \sqrt{\frac{1}{\alpha \omega}} \quad (23)$$

Burada,

Q_p : Bir yarım tur için kümülatif ısı miktarı, (MJ)

Negatif yarım tur boyunca aynı miktardaki ısı, eğer sınır etkisi ihmal edilirse zeminden suya geri döner. Periyodik ısı iletiminin hızı, düzensizliklerin frekansının kare kökü ile orantılıdır. Günlük ve yıllık ısı iletim miktarı göreceli olarak yüksek olmasına rağmen, yüzey ile temasta olduğu alan arasındaki kümülatif ısı değişimi küçüktür ve su sıcaklığı üzerinde çok az bir etkiye sahiptir (Czarnecki, 1981).



6.0. UYGULAMALAR

Bu bölümde, Türkiye sahil şeridinde bulunan Antalya, Adana, İzmir ve İstanbul şehirleri uygulamaya konu olmak üzere seçilmiştir. Bu illerimiz için, birim m^2 alana sahip yüzme havuzundan konveksiyonla çevreye, radyasyon ve buharlaşma ile atmosfere, ısı iletimi ile toprağa olan ısı kayıpları hesaplanmıştır. Yatay düzleme gelen günlük ışınlam ile toplam ısı kayıpları arasındaki fark, havuzu istenilen sıcaklıkta tutmak için verilmesi gereken ısı girişi olarak bulunmuştur. Bulunan bu ısı gereksinimini karşılamak için kullanılması gereken güneş kolektör alanları hesaplanmıştır. Sonuçları karşılaştırmak açısından, konu olan şehirlerde Ocak ayından Aralık ayına kadar olan 12 aylık dönemde her ay için hesaplamalar yapılmıştır. Tüm değerler ve sonuçlar tablolarda gösterilmiştir. Ancak, örnek olarak Antalya ilinde, Ekim ayı için birim m^2 alana sahip havuzdaki ısı kayıpları, gerekli ısı girişi ve güneş kolektörü alanı aşağıda hesaplanmıştır.

6.1. Antalya ili Ekim ayı için birim m^2 alana sahip yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kolektörü alanı

6.1.1. Konveksiyonla ısı kaybı

Ortamdaki havaya konveksiyonla olan ısı kaybı:

$$q_c = h_c (T_w - T_a)$$

Konveksiyonla ısı transfer katsayısı

$$h_c = 3.1 + 4.1 V$$

Burada,

$$V = 3.0 \text{ m/s}$$

Ancak, açık yüzme havuzları hava akımından iyi korunduğundan dolayı hava akım hızı, tablo değerinin 1/3'ü alınmıştır.

$$T_a = 20.3^\circ \text{C}$$

$$T_w = 24^\circ \text{C}$$

$$q_c = [3.1 + 4.1V] (T_w - T_a)$$

$$q_c = [3.1 + 4.1 \times 1] (24 - 20.3)$$

$q_c = 26.64 \text{ (W/m}^2\text{)}$ olarak bulunur.

6.1.2. Buharlaşma ile ısı kaybı

Suyun buharlaşması ile olan ısı kaybı, genellikle bütün kayıpların en büyüğüdür.

$$q_e = 16.3 (3.1 + 4.1 V) (p_w - p_a)$$

Burada;

$p_w = 3 \text{ kPa}$ olarak Şekil 5.1'den okunmuştur.

$$p_a = \frac{p_s \times RH}{100}$$

Burada,

$p_s = 2.39 \text{ kPa}$ olarak Şekil 5.1'den alınmıştır. $p_s = p_w$ için $T_a = T_w$ alınır.

$RH = 50 \text{ (\%)}$ Kuru ve yaş termometre sıcaklıkları için psikrometrik diyagramdan bulunmuştur.

$$p_a = \frac{2.39 \times 50}{100}$$

$p_a = 1.195 \text{ kPa}$ olarak bulunmuştur.

$$q_e = 16.3 (3.1 + 4.1 V) (p_w - p_a)$$

$$q_e = 16.3 (3.1 + 4.1 \times 1) (3 - 1.195)$$

$q_e = 211.83 \text{ W/m}^2$ olarak bulunur.

6.1.3. Radyasyon ile ısı kaybı

Su yüzeyinden radyasyon ile olan ısı kaybı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$q_r = 0.95 h_r (T_w - T_s)$$

Radyasyon ısı transfer katsayısı ise aşağıdaki eşitlikten bulunur.

$$h_r \approx 2.268 \times 10^{-7} \left[\frac{T_w + T_s}{2} + 273.15 \right]^3$$

Burada,

Suyun yayıcılığı = 0.95

$T_s = 9.3^\circ\text{C}$ 'dir.

$h_r = 5.519 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak hesaplanmıştır.

Sonuç olarak radyasyon ile olan ısı kaybı

$$q_r = 0.95 \times 5.519 \times (24 - 9.3)$$

$$q_r = 77.07 \text{ W/m}^2 \text{ olarak bulunur.}$$

6.1.4. Zemine olan ısı kayıpları

Genellikle zemine olan ısı kaybı, diğer ısı kayıplarına göre oldukça küçük olduğu için pratik amaçla, yeraltı ve yerüstü havuzları için ihmal edilebilir. Ancak, burada yapılan hesaplamalarda ihmal edilmemiştir. Böylece diğer ısı kayıplarıyla da karşılaştırılması yapılmıştır.

Zemine olan ısı kaybı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$q_g = h_g (T_w - T_g)$$

Zemine olan ısı transfer katsayısı ise aşağıdaki eşitlikten hesaplanır.

$$h_g = \frac{3.4 \times 10^{-3} k}{\sqrt{\alpha \pi t}}$$

Burada,

$T_g = 25.2^\circ\text{C}$ Tablo 5.1'den alınmıştır.

$k = 0.26 \text{ W/m K}$, Zeminin ısıl iletkenliği

$\alpha = 0.2 \times 106 \text{ m}^2/\text{s}$, Zeminin ısıl yayını

$t = 12 \text{ saat} = 0.5 \text{ gün}$, Sıcaklık değişiminden sonraki zaman olarak kabul edilmiştir.

Sonuç olarak zemine olan ısı kaybı:

$$q_g = h_g (T_w - T_g)$$

$$q_g = 1.577 (24 - 25.2)$$

$$q_g = -1.89 \text{ W/m}^2$$

Görüldüğü gibi sonuç (-) negatif çıkmıştır. Bu durum, çevreleyenden suya doğru bir ısı transferi

olduğunu göstermektedir. Toprak sıcaklığının, su sıcaklığından yüksek olduğu aylarda bu durum ile karşılaşilmektedir.

6.1.5. Yüzme havuzunun günlük ısı gereksinimi

Bir yüzme havuzunun günlük ısı ihtiyacı, önceden kararlaştırılmış T_w sıcaklığında aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$Q_r = A_p (0.0864 q_t - 0.9 Q_h)$$

Burada,

Q_r : Gerekli ısı girişi (MJ/gün)

$$q_t = q_c + q_e + q_r + q_g$$

$$q_t = 26.64 + 211.83 + 77.07 + (-1.89)$$

$$q_t = 313.65 \text{ W/m}^2 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Q_h = Yatay yüzey üzerindeki güneş radyasyonu (MJ/m^2 gün)

$$Q_h = 13.3 \text{ MJ/m}^2 \text{ gün olarak Tablo 5.1'den alınmıştır.}$$

A_p = Birim m^2 yüzey olarak kabul edilmiştir.

Sonuç olarak günlük ısı gereksinimi:

$$Q_r = 1 \times (0.0864 \times 313.65 - 0.9 \times 13.3)$$

$$Q_r = 15.13 \text{ MJ/gün olarak hesaplanmıştır.}$$

6.1.6. Güneş kolektörü alanı

Yüzme havuzlarındaki ısı ihtiyacı belirlendiği zaman, uygun ısıtma sistemi dizayn edilebilir. Isı ihtiyacı bilinen bir yüzme havuzu için gerekli güneş kolektörü alanı aşağıdaki ifadede hesaplanabilir.

$$A_c = \frac{Q_r}{\eta Q_i}$$

Burada,

$Q_r = 15.13$ MJ/gün hesaplanmıştır.

$\eta = 0.65$ kabul edilmiştir.

$Q_i = 17.5$ MJ/m² gün Tablo E.6'dan alınmıştır.

Sonuç olarak gerekli güneş kolektörü alanı:

$$A_c = \frac{15.13}{0.65 \times 17.5}$$

$A_c = 1.330$ m² olarak bulunmuştur.

Yapılan bu hesaplamalar Antalya, Adana, İzmir ve İstanbul şehirlerinde 12 ay için ayrı ayrı yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 6.1, 6.2, 6.3 ve 6.4'de tüm değerleri ile birlikte gösterilmiştir.

Hesaplamalar için gerekli bazı değerler Tablo E.1, E.2, E.3, E.4, E.5, E.6, E.7, E.8 ve E.9'dan alınmıştır.

Tablo 6.1. Antalya ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kolektörü alanı

PARAMETRE	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN
T_a (°C)	10.1	10.7	12.8	16.4	20.5	25.0
v (m/s)	3.5	3.6	3.5	3.1	2.7	2.9
h_c (W/m ² K)	7.88	8.02	7.88	7.33	6.79	7.06
q_c (W/m ²)	109.57	106.7	88.3	55.8	23.8	-7.06
RH (%)	52	52	52	51	48	46
p_s (kPa)	1.32	1.39	1.58	1.9	2.49	3.39
p_a (kPa)	0.686	0.723	0.822	0.969	1.195	1.559
q_e (W/m ²)	297.22	297.66	279.75	242.66	199.77	165.83
T_s (°C)	-0.9	-0.3	1.8	5.4	9.5	14
h_r (W/m ² K)	5.233	5.250	5.308	5.409	5.525	5.655
q_r (W/m ²)	123.78	121.19	111.95	95.57	76.10	53.72
T_g (°C)	13.8	12.7	13.9	16.1	19.5	23.5
q_g (W/m ²)	16.08	17.82	15.92	12.45	7.09	0.78
q_t (W/m ²)	546.65	543.37	495.92	406.48	306.76	213.27
Q_h (MJ/m ² gün)	7.6	10.3	14	18.2	22.4	24.8
Q_r (MJ/gün)	40.39	37.67	30.24	18.73	6.34	-3.89
Q_i (MJ/m ² gün)	11.5	13.6	16.0	18.0	19.7	20.6
A_c (m ²)	5.403	4.261	2.907	1.600	0.495	—

Tablo 6.1. Antalya ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı (Devamı)

PARAMETRE	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
T_a (°C)	28.2	28.1	24.9	20.3	15.6	11.9
v (m/s)	2.9	2.8	3.2	3.0	3.0	3.3
h_c (W/m ² K)	7.06	6.93	7.47	7.2	7.2	7.61
q_c (W/m ²)	-29.7	-28.4	-6.73	26.64	60.48	92.08
RH (%)	44	44	46	50	54	56
p_s (kPa)	3.88	3.88	3.20	2.39	1.80	1.48
p_a (kPa)	1.707	1.707	1.472	1.195	0.972	0.828
q_e (W/m ²)	148.79	146.05	186.05	211.83	238	269.42
T_s (°C)	17.2	17.1	13.9	9.3	4.6	0.9
h_r (W/m ² K)	5.748	5.745	5.652	5.519	5.386	5.283
q_r (W/m ²)	37.132	37.658	54.23	77.072	99.263	115.93
T_g (°C)	26.8	28.3	27.8	25.2	21.5	17.0
q_g (W/m ²)	-4.41	-6.78	-5.99	-1.89	3.94	11.04
q_t (W/m ²)	151.81	148.52	227.56	313.65	401.68	488.47
Q_h (MJ/m ² gün)	24.8	22.8	18.5	13.3	9.6	7.1
Q_r (MJ/gün)	-9.20	-7.68	3.01	15.13	26.06	35.81
Q_i (MJ/m ² gün)	21.1	21.6	20.5	17.5	14.8	11.2
A_c (m ²)	—	—	0.225	1.330	2.708	4.918

Tablo 6.2. Adana ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı

PARAMETRE	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN
T_a (°C)	9.3	10.3	12.9	17.0	21.3	25.1
v (m/s)	2.3	2.2	2.4	2.2	2.1	2.2
h_c (W/m ² K)	6.24	6.1	6.38	6.1	5.97	6.1
q_c (W/m ²)	91.77	83.66	70.82	42.75	16.12	-6.72
RH (%)	52	51	49	44	42	41
p_s (kPa)	1.27	1.33	1.55	2	2.58	3.25
p_a (kPa)	0.660	0.678	0.759	0.880	1.084	1.333
q_e (W/m ²)	238	230.87	233.05	2210.79	186.45	165.75
T_s (°C)	-1.7	-0.7	1.9	6	10.3	14.1
h_r (W/m ² K)	5.211	5.239	5.311	5.426	5.548	5.658
q_r (W/m ²)	127.22	122.93	111.50	92.78	72.20	53.21
T_g (°C)	14.5	13.4	15.1	17.4	20.7	24.3
q_g (W/m ²)	14.98	16.71	14.03	10.40	5.20	-0.47
q_t (W/m ²)	471.97	454.17	429.4	356.72	279.97	207.77
Q_h (MJ/m ² gün)	7.3	10.2	13.6	17.7	21.9	24.0
Q_r (MJ/gün)	34.20	30.06	24.86	14.89	4.48	-3.65
Q_i (MJ/m ² gün)	10.8	13.4	15.5	17.4	19.3	20.0
A_c (m ²)	4.871	3.451	2.467	1.316	0.357	—

Tablo 6.2. Adana ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı (Devamı)

PARAMETRE	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
T_a (°C)	27.6	28.1	25.2	20.8	15.7	11.1
v (m/s)	2.3	2.2	2.0	1.7	1.7	2.0
h_c (W/m ² K)	6.24	6.1	5.83	5.42	5.42	5.83
q_c (W/m ²)	-22.48	-25.04	-7	17.35	45.02	75.25
RH (%)	39	39	41	43	52	55
p_s (kPa)	3.71	3.88	3.27	2.49	1.81	1.39
p_a (kPa)	1.447	1.513	1.341	1.071	0.941	0.765
q_e (W/m ²)	157.95	147.85	157.65	170.42	181.90	212.39
T_s (°C)	16.6	17.1	14.2	9.8	4.7	0.1
h_r (W/m ² K)	5.731	5.745	5.661	5.534	5.389	5.261
q_r (W/m ²)	40.28	37.65	52.70	74.65	98.80	116.45
T_g (°C)	27.3	29.0	28.6	25.9	21.2	17.4
q_g (W/m ²)	-5.20	-7.88	-7.25	-2.99	4.42	10.41
q_t (W/m ²)	170.55	152.58	196.10	259.43	330.14	414.5
Q_h (MJ/m ² gün)	24.1	22.1	18.1	12.8	8.9	7.0
Q_r (MJ/gün)	-6.95	-6.70	0.65	10.89	20.51	29.51
Q_i (MJ/m ² gün)	20.5	20.9	20.0	16.8	13.4	11.0
A_c (m ²)	—	—	0.05	0.997	2.354	4.127

Tablo 6.3. İzmir ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kolektörü alanı

PARAMETRE	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN
T_a (°C)	8.6	9.6	11.1	15.5	20.4	25.0
v (m/s)	4.2	4.4	4.0	3.5	3.1	3.2
h_c (W/m ² K)	8.84	9.11	8.57	7.88	7.34	7.47
q_c (W/m ²)	136.14	131.23	110.51	67	26.41	-7.47
RH (%)	42	42	42	40	38	37
p_s (kPa)	1.21	1.29	1.4	1.8	2.4	3.21
p_a (kPa)	0.508	0.542	0.588	0.72	0.912	1.187
q_e (W/m ²)	359.07	364.99	336.93	292.85	249.81	220.75
T_s (°C)	-2.4	-1.4	0.1	4.5	9.4	14
h_r (W/m ² K)	5.192	5.219	5.261	5.383	5.522	5.655
q_r (W/m ²)	130.21	125.93	119.45	99.72	76.59	53.72
T_g (°C)	12.3	11.5	13.1	16.6	21.2	26.2
q_g (W/m ²)	18.45	19.71	17.18	11.66	4.41	-3.47
q_t (W/m ²)	643.87	641.86	584.07	471.23	357.22	263.53
Q_h (MJ/m ² gün)	6.6	9.4	13.2	17.6	22.4	24.0
Q_r (MJ/gün)	49.69	49.99	38.58	24.87	10.70	1.16
Q_i (MJ/m ² gün)	9.4	12.1	15.2	18.1	21.2	21.8
A_c (m ²)	8.132	6.356	3.904	2.113	0.776	0.082

Tablo 6.3. İzmir ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı (Devamı)

PARAMETRE	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
T_a (°C)	27.6	27.3	23.3	18.4	14.3	10.6
v (m/s)	3.4	3.2	2.9	2.9	3.3	4.0
h_c (W/m ² K)	7.75	7.47	7.06	7.06	7.61	8.56
q_c (W/m ²)	-27.88	-24.66	4.94	39.55	73.81	114.79
RH (%)	34	34	36	38	44	46
p_s (kPa)	3.7	3.65	2.9	2.11	1.7	1.39
p_a (kPa)	1.258	1.241	1.044	0.802	0.748	0.639
q_e (W/m ²)	220.06	214.17	225.09	252.94	279.34	329.43
T_s (°C)	16.6	16.3	12.3	7.4	3.3	-0.4
h_r (W/m ² K)	5.731	5.722	5.606	5.465	5.350	5.247
q_r (W/m ²)	40.28	41.86	62.31	86.18	105.20	121.62
T_g (°C)	29.8	31.0	29.0	24.9	20.4	15.1
q_g (W/m ²)	-9.14	-11.04	-7.88	-1.42	5.67	14.04
q_i (W/m ²)	223.32	220.33	284.46	377.25	464.02	579.88
Q_h (MJ/m ² gün)	24.6	23.0	18.4	12.6	8.1	6.1
Q_r (MJ/gün)	-2.85	-1.66	8.02	21.25	32.8	44.61
Q_i (MJ/m ² gün)	22.7	23.1	21.0	16.4	11.6	10.4
A_c (m ²)	—	—	0.587	1.993	4.350	6.599

Tablo 6.4. İstanbul ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kollektörü alanı

PARAMETRE	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN
T_a (°C)	5.1	5.5	6.7	10.9	15.8	20.6
v (m/s)	3.5	3.4	3.3	2.9	2.7	2.8
h_c (W/m ² K)	7.88	7.75	7.61	7.06	6.79	6.93
q_c (W/m ²)	149	143.3	131.65	92.53	55.68	23.55
RH (%)	58	58	57	55	52	50
p_s (kPa)	1.0	1.05	1.1	1.29	1.8	2.4
p_a (kPa)	0.580	0.609	0.627	0.709	0.936	1.20
q_e (W/m ²)	310.83	302.04	294.35	263.64	228.43	203.32
T_s (°C)	-5.9	-5.5	-4.3	-0.1	4.8	9.6
h_r (W/m ² K)	5.096	5.107	5.140	5.255	5.392	5.528
q_r (W/m ²)	144.75	143.12	138.18	120.31	98.35	75.62
T_g (°C)	10.2	8.0	9.5	11.8	15.4	19.2
q_g (W/m ²)	21.76	25.23	22.86	19.23	13.56	7.56
q_t (W/m ²)	626.34	613.69	587.04	495.71	396.02	310.05
Q_h (MJ/m ² gün)	4.6	7.3	10.7	15.9	20.5	23.1
Q_r (MJ/gün)	49.97	46.45	41.09	28.52	15.76	5.99
Q_i (MJ/m ² gün)	6.3	9.2	12.2	16.5	19.6	21.3
A_c (m ²)	12.202	7.767	5.181	2.659	1.237	0.432

Tablo 6.4. İstanbul ili için aylara göre yüzme havuzundan olan ısı kayıpları, ısı gereksinimi ve güneş kolektörü alanı (Devamı)

PARAMETRE	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
T_a (°C)	23.2	23.3	19.7	15.5	11.9	8.0
v (m/s)	3.2	3.1	2.8	2.6	2.7	3.3
h_c (W/m ² K)	7.47	7.34	6.93	6.65	6.79	7.61
q_c (W/m ²)	5.98	5.14	29.78	56.55	82.16	121.76
RH (%)	48	48	49	53	60	62
p_s (kPa)	2.93	2.93	2.25	1.78	1.45	1.16
p_a (kPa)	1.406	1.406	1.103	0.943	0.870	0.719
q_e (W/m ²)	194.08	190.71	214.28	222.96	235.74	282.94
T_s (°C)	12.2	12.3	8.7	4.5	0.9	-3
h_r (W/m ² K)	5.603	5.606	5.502	5.383	5.283	5.175
q_r (W/m ²)	62.80	62.31	79.97	99.72	115.93	132.73
T_g (°C)	21.9	22.9	22.4	19.8	16.9	13.2
q_g (W/m ²)	3.31	1.73	2.52	6.62	11.19	17.03
q_t (W/m ²)	266.17	259.89	326.55	385.89	445.02	554.46
Q_h (MJ/m ² gün)	22.7	20.4	15.5	10.3	6.3	4.3
Q_r (MJ/gün)	2.57	4.09	14.26	24.07	32.78	44.04
Q_i (MJ/m ² gün)	21.3	20.7	17.6	13.3	8.9	6.2
A_c (m ²)	0.185	0.304	1.246	2.784	5.666	10.93

7.0. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Türkiye sahil şeridinde bulunan dört büyük şehir; Antalya, Adana, İzmir ve İstanbul'da Ocak ayından Aralık ayına kadar olan 12 aylık dönemdeki her ay için; birim m^2 alana sahip havuzdan olan ısı kayıpları, bu kayıpları karşılamak için havuza verilmesi gereken ısı miktarları ve havuz için gerekli güneş kollektörü alanları hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların ışığı altında aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Antalya ili için:

- Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında birim m^2 havuzdan olan ısı kayıpları, yatay düzleme gelen güneş ışınlamından daha az olduğundan dolayı havuz suyu sıcaklığının $24^{\circ}C$ 'ye çıkartılması için güneş kollektörü kullanılmasına ihtiyaç yoktur.

- Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında konveksiyon ile ısı kaybı olmamaktadır. Çevreden, suya doğru bir ısı transferi meydana gelmektedir. Çevreden gelen ısı transferi Temmuz ayında maksimum değere ulaşmaktadır.

- Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında zemine ısı kaybı meydana gelmemektedir. Tam tersine, çevreleyen ortamdan suya doğru bir ısı transferi gerçekleşmektedir. Maksimum değere Ağustos ayında ulaşmaktadır.

- Isı kayıpları, Ocak ayından başlayarak Ağustos ayına kadar gittikçe azalmaktadır. Bu aydan sonra yeniden artmaya başlamaktadır. Maksimum ısı kaybının meydana geldiği ay, Ocak ayıdır.

Adana ili için:

- Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında havuz suyu sıcaklığının $24^{\circ}C$ 'ye çıkartılması için güneş kollektörü kullanımına gerek yoktur.

- Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında konveksiyon ile ısı kaybı meydana gelmemektedir. Çevreden gelen ısı kaybı Ağustos ayında maksimum değere ulaşmaktadır.

- Zemine ısı kaybının meydana gelmediği aylar Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarıdır.

İzmir ili için:

Havuz suyu sıcaklığının 24°C 'ye çıkartılması için güneş kolektörü kullanımının gerekli olmadığı aylar sadece Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarıdır. Diğer aylarda güneş kolektörü kullanımı gereklidir.

- Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında konveksiyon ile ısı kaybı meydana gelmemektedir. Çevreden gelen ısı transferi Temmuz ayında maksimumdur.

- Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında zemine ısı kaybı meydana gelmemektedir. Çevreleyen ortamdan suya doğru bir ısı transferi vardır ve bu değer, Ağustos ayında maksimumdur.

İstanbul ili için:

- Havuz suyu sıcaklığının güneş enerjisi ile 24°C 'ye çıkartılması için tüm aylarda güneş kolektörü kullanılması zorunludur.

- Tüm aylarda, konveksiyon ile ısı kaybı meydana gelmektedir.

- Tüm aylarda, zemine ısı kaybı meydana gelmektedir.

Bütün bu sonuçlardan görüldüğü gibi, ülkemizde güney sahillerimize doğru gidildikçe güneş enerjisi ile havuz suyu sıcaklığını 24°C 'ye çıkartmak için güneş kolektörlerinin kullanıldığı ay sayısı azalmaktadır. Tablo 6.1, 6.2, 6.3 ve 6.4'de görüldüğü gibi her ay için gerekli güneş kolektörü alanları ayrı ayrı olarak hesaplanmıştır ve böylece bu bölgelerimizde güneş enerjisi ile yüzme havuzu ısıtmak isteyen insanlara hangi ayda bu şartı sağlamak istediklerine bağlı olarak kullanmaları gerekli güneş kolektör alanları verilmiştir.

Güneş enerjisinin ısıl çevrimler yoluyla faydalanılacak enerji türüne dönüştürülmesi, giderek büyüyen enerji açığımızın kapanmasında etkili bir rol oynayabilecektir. Üretilecek enerjinin dışa bağımlı olmaması, yenilenebilir ve temiz olması, bu tür enerjiyi ülkemiz açısından cazip kılmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Akkaya S., 1993. PH-Klor-Flokulasyonunun yüzme havuzlarının yapımı ve işletimindeki önemi, Tesisat Mühendisliği, 1, 31-33.
2. Birge E.A., Juday C., 1931. A third report on solar radiation and inland lakes, Trans. Wis. Acad. Sci., Arts, Let., 27, 523-532.
3. Bölükbaşıoğlu S., 1993. Yüzme havuzları ve havuz tesisatı, Tesisat Mühendisliği, 1, 22-30.
4. Czarnecki J.T., 1963. A method of heating swimming pools by solar energy, Solar Energy, 7, 3-7.
5. Czarnecki J.T., 1978. Swimming Pool Heating by Solar Energy, CSIRO Technical Report No. TR 19, Highett, Victorio, Australia.
6. Czarnecki J.T., 1981. Selected aspects of solar swimming pool heating, CSIRO Technical Report No. TR 29, Highett, Victorio, Australia.
7. Cole R.J., 1976. The longwave radiative environment around buildings, Build. Env. 11, 3-13.
8. Cooper P.I., 1970. The transient analysis of glass covered solar stills, Ph.D. Thesis, University of Western Australlia.
9. Dickison W.C., Cheremisinoff P.N., 1980. Solar Energy Technology Handbook, Part A: Engineering Fundamentals, USA.
10. Duffie, J.A., Beckman, W.A., 1991. Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons.
11. Erdal Y., Söhmen M., 1995. Güneş enerjisi ile yüzme havuzlarının ısıtılması, Tesisat Mühendisliği, 3, 14-16.
12. Francey J.L.A., Golding P., 1979. Solar heating of community pools using pool covers, A.I.P., 1st Nat. App. Phys. Conf., Rockhampton.
13. Francey J.L.A., Golding P., 1980. Direct solar heating of swimming pools using pool covers.
14. Gabrielsen M.A., 1987. Swimming Pools, A Guide to Their Planning, Design, and Operation, Human Kinetics Publisher, Inc., Champaign, Illinois.
15. Hutchinson G.E., 1957. Treatise of Limnology, 1.
16. Idso S.B., Jackson R.D., 1968. Thermal radiation from the atmosphere, J.Geophys. Res., 74, 5397-5403.
17. Ingersol L.R., Zobel O.J. and Ingersoll A.C., 1948. Heat Conduction, Mc Graw-Hill Book Co. Inc.
18. Keenan J.H., Keyes F.G., 1936. Thermodynamic properties of steam, John Wiley and Sons, Inc.
19. Robinson N., 1966. Solar radiation, Elsevier Publishing Company.

20. Root D.E., 1976. Practical aspects of solar swimming pool heaters, and the energy crisis, Greater L.A. Area Energy Sym., 240.
21. Schmidt W, 1908. Absorption der Sonnenstrahlung in Wasser, Sitzber Akad Wiss Wien.
22. Schneider P.J., 1957. Conduction heat transfer, Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
23. Sheridan N.R., 1972. The heating of swimming pools, Solar Research Notes No.4, University of Queensland.
24. Singh M., Tiwari G.N., Yadav Y.P., 1989. Solar energy utilization for heating indoor swimming pool, Energy Conversion Management, 29, 239.





EKLER

TABLO E.1. ANTALYA İLİ İÇİN KURU VE YAŞ TERMOMETRE SICAKLIKLARI

Enlem : 36 derece kuzey
Yükseklik : 43 m

Yaz Şartları KT : 39,0 °C
Yaz Şartları YT : 28,0 °C

Günlük Dağılım : 11,4 K
Kış Şartları KT : 3,0 °C

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,00	20,1/19,1	21,2/20,2	23,9/22,4	25,6/23,5	27,8/24,6	29,4/25,7	30,0/25,7	30,0/25,7	28,9/25,2	26,7/24,1	23,4/22,4	20,6/20,1
1,00	19,0/18,4	20,1/19,5	22,8/22,3	24,5/23,5	26,7/24,6	28,3/25,7	28,9/25,7	28,9/25,7	27,8/25,2	25,6/24,1	22,3/21,7	19,5/19,0
2,00	18,4/17,8	19,5/19,0	22,3/21,7	23,9/23,0	26,1/24,1	27,8/25,2	28,3/25,2	28,3/25,2	27,2/24,6	25,0/23,5	21,7/21,2	19,0/18,4
3,00	27,8/17,3	19,0/18,4	21,7/21,2	23,4/22,8	25,6/24,1	27,2/25,2	27,8/25,2	27,8/25,2	26,7/24,6	24,5/23,5	21,2/20,6	18,4/17,8
4,00	17,8/17,2	18,9/18,3	21,6/21,1	23,3/22,7	25,5/24,1	27,2/25,2	27,7/25,2	27,7/25,2	26,6/24,6	24,5/23,5	21,1/20,5	18,3/17,8
5,00	18,3/17,8	19,4/18,9	22,2/21,6	23,8/23,0	26,1/24,1	27,7/25,2	28,3/25,2	28,3/25,2	27,2/24,7	25,0/23,6	21,6/21,1	18,9/18,3
6,00	19,0/18,4	20,1/19,5	22,8/21,9	24,5/23,0	26,7/24,1	28,3/25,2	28,9/25,2	28,9/25,2	27,8/24,7	25,6/23,6	22,3/21,7	19,5/19,0
7,00	20,1/19,2	21,2/20,3	23,9/22,5	25,6/23,6	27,8/24,7	29,4/25,8	30,0/25,8	30,0/25,8	28,9/25,2	26,2/24,1	23,4/22,5	20,6/20,1
8,00	21,2/19,2	22,3/20,3	25,0/22,5	26,7/23,6	28,9/24,7	30,6/25,8	31,1/25,8	31,1/25,8	30,0/25,2	27,8/24,1	24,5/22,5	21,7/20,3
9,00	22,3/19,7	23,5/20,8	26,2/23,0	27,9/24,1	30,1/25,2	31,7/26,3	32,3/26,3	32,3/26,3	31,2/25,8	29,0/24,7	25,7/23,0	22,9/20,8
10,00	23,5/19,7	24,6/20,8	27,4/23,0	29,0/24,1	31,2/25,2	32,9/26,3	33,4/26,3	33,4/26,3	32,3/25,8	30,1/24,7	26,8/23,0	24,1/20,8
11,00	24,6/20,3	25,7/21,4	28,5/23,6	30,1/24,7	32,4/25,8	34,0/26,9	34,6/26,9	34,6/26,9	33,4/26,3	31,2/25,2	27,9/23,6	25,2/21,4
12,00	26,3/20,8	27,4/21,9	30,2/24,2	31,8/25,2	34,0/26,3	35,7/27,4	36,2/27,4	36,2/27,4	35,1/26,9	32,9/25,8	29,6/24,1	26,8/22,0
13,00	27,4/21,4	28,5/22,5	31,3/24,7	32,9/25,8	35,1/26,9	36,8/28,0	37,3/28,0	37,3/28,0	36,2/26,4	34,0/26,3	30,7/24,7	28,0/22,5
14,00	28,5/21,4	29,6/22,5	32,4/24,7	34,0/25,8	36,2/26,9	37,9/28,0	38,4/28,0	38,4/28,0	37,3/27,4	35,1/26,3	31,8/24,7	29,1/22,5
15,00	29,1/21,4	30,2/22,5	32,9/24,7	34,6/25,8	36,8/26,9	38,4/28,0	39,0/28,0	39,0/28,0	37,9/27,4	35,7/26,3	32,4/24,7	29,6/22,5
16,00	28,5/21,4	29,6/22,5	32,4/24,7	34,0/25,8	36,2/26,9	37,9/28,0	38,4/28,0	38,4/28,0	37,3/27,4	35,1/26,3	31,8/24,7	29,1/22,5
17,00	28,0/21,4	29,1/22,5	31,8/24,7	33,5/25,8	35,7/26,9	37,3/28,0	37,9/28,0	37,9/28,0	36,8/27,4	34,6/26,3	31,3/24,7	28,5/22,5
18,00	27,4/20,8	28,5/21,9	31,3/24,2	32,9/25,2	35,1/26,3	36,8/27,4	37,3/27,4	37,3/27,4	36,2/26,9	34,0/25,8	30,7/24,1	28,0/22,0
19,00	26,2/20,8	27,3/21,9	30,1/24,2	31,7/25,2	34,0/26,3	35,6/27,4	36,2/27,4	36,2/27,4	35,1/26,9	32,9/25,8	29,5/24,1	26,8/22,0
20,00	25,1/20,3	26,2/21,4	29,0/23,6	30,6/24,7	32,9/25,8	34,5/26,9	35,1/26,9	35,1/26,9	33,9/26,3	31,7/25,2	28,4/23,6	25,7/21,4
21,00	24,0/20,3	25,1/21,4	27,8/23,6	29,5/24,7	31,7/25,8	33,3/26,9	33,9/26,9	33,9/26,9	32,8/26,3	30,6/25,2	27,3/23,6	24,5/21,4
22,00	22,8/19,7	24,0/20,8	26,7/23,0	28,4/24,1	30,6/25,2	32,2/26,3	32,8/26,3	32,8/26,3	31,7/25,8	29,5/24,7	26,2/23,0	23,4/20,8
23,00	21,2/19,7	22,3/20,8	25,0/23,0	26,7/24,1	28,9/25,2	30,6/26,3	31,1/26,3	31,1/26,3	30,0/25,7	27,8/24,6	24,5/23,0	21,7/20,8

TABLO E.2. ADANA İLİ İÇİN KURU VE YAŞ TERMOMETRE SICAKLIKLARI

Enlem : 36 derece kuzey
Yükseklik : 21 m

Yaz Şarjları KT : 38,0 °C
Yaz Şarjları YT : 26,0 °C

Günlük Dağılım : 13,4 K
Kış Şarjları KT : 2,5°C

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,00	17,1/16,5	18,6/18,0	21,7/20,2	23,8/21,3	26,4/22,4	28,0/23,5	28,6/23,5	27,5/23,0	24,9/21,5	21,2/20,2	18,0/17,5	
1,00	16,0/15,4	17,5/16,9	20,6/20,1	22,7/21,3	25,3/22,4	26,9/23,5	27,5/23,5	26,4/23,0	23,8/21,5	20,1/19,5	16,9/16,4	
2,00	15,4/14,9	16,9/16,4	20,1/19,5	22,1/20,7	24,7/21,9	26,4/23,0	26,9/23,0	25,8/22,4	23,2/20,9	19,5/19,0	16,4/15,8	
3,00	14,9/14,3	16,4/15,8	19,5/19,0	21,6/20,7	24,2/21,9	25,8/23,0	26,4/23,0	25,3/22,4	22,7/20,9	19,0/18,4	15,8/15,2	
4,00	14,6/14,0	16,1/15,5	19,2/18,7	21,3/20,7	23,9/21,9	25,6/23,0	26,1/23,0	25,0/22,4	22,4/20,9	18,7/18,1	15,5/15,0	
5,00	15,2/14,6	16,6/16,1	19,8/19,2	21,8/21,0	24,4/22,1	26,1/23,2	26,7/23,2	25,6/22,7	23,0/21,2	19,2/18,7	16,1/15,5	
6,00	16,0/15,4	17,5/16,9	20,6/19,9	22,7/21,0	25,3/22,1	26,9/23,2	27,5/23,2	26,4/22,7	23,8/21,2	20,1/19,5	16,9/16,4	
7,00	17,1/16,5	18,6/18,0	21,7/20,4	23,8/21,6	26,4/22,7	28,0/23,8	28,6/23,8	27,5/23,2	24,9/21,7	21,2/20,4	18,0/17,5	
8,00	18,2/17,1	19,7/18,2	22,8/20,4	24,9/21,6	27,5/22,7	29,2/23,8	29,7/23,8	28,6/23,2	26,0/21,7	22,3/20,4	19,1/18,2	
9,00	19,6/17,7	21,1/18,8	24,2/21,0	26,3/22,1	28,9/23,2	30,5/24,3	31,1/24,3	30,0/23,8	27,4/22,3	23,7/21,0	20,5/18,8	
10,00	20,9/17,7	22,4/18,8	25,6/21,0	27,6/22,1	30,2/23,2	31,9/24,3	32,4/24,3	31,3/23,8	28,7/22,3	25,0/21,0	21,9/18,8	
11,00	22,0/18,2	23,5/19,3	26,7/21,6	28,7/22,7	31,3/23,8	33,0/24,9	33,6/24,9	32,4/24,3	29,8/22,8	26,1/21,6	23,0/19,3	
12,00	23,7/18,8	25,2/19,9	28,4/22,1	30,4/23,2	33,0/24,3	34,7/25,4	35,2/25,4	34,1/24,9	31,5/23,4	27,8/22,1	24,6/19,9	
13,00	24,8/19,3	26,3/20,4	29,5/22,7	31,5/23,8	34,1/24,9	35,8/26,0	36,3/26,0	35,2/25,4	32,6/24,0	28,9/22,7	25,8/20,4	
14,00	25,9/19,3	27,4/20,4	30,6/22,7	32,6/23,8	35,2/24,9	36,9/26,0	37,4/26,0	36,3/25,4	33,7/24,0	30,0/22,7	26,9/20,4	
15,00	26,5/19,5	28,0/20,4	31,1/22,7	33,2/23,8	35,8/24,9	37,4/26,0	38,0/26,0	36,9/25,4	34,3/24,0	30,6/22,7	27,4/20,4	
16,00	25,3/19,3	27,4/20,4	30,6/22,7	32,6/23,8	35,2/24,9	36,9/26,0	37,4/26,0	36,3/25,4	33,7/24,0	30,0/22,7	26,9/20,4	
17,00	25,4/19,3	26,9/24,0	30,0/22,7	32,1/23,8	34,7/24,9	36,3/26,0	36,9/26,0	35,8/25,4	33,2/24,0	29,5/22,7	26,3/20,4	
18,00	24,8/18,8	26,3/19,9	29,5/22,1	31,5/23,2	34,1/24,3	35,8/25,4	36,3/25,4	35,2/24,9	32,6/23,4	28,9/22,1	25,8/19,9	
19,00	23,5/18,8	24,9/19,9	28,1/22,1	30,1/23,2	32,7/24,3	34,4/25,4	35,0/25,4	33,9/24,9	31,3/23,4	27,5/22,1	24,4/19,9	
20,00	22,3/18,2	23,8/19,3	27,0/21,6	29,0/22,7	31,6/23,8	33,3/24,9	33,9/24,9	32,7/24,3	30,1/22,8	26,4/21,6	23,3/19,3	
21,00	21,0/18,2	22,5/19,3	25,6/21,6	27,7/22,7	30,3/23,8	31,9/24,9	32,5/24,9	31,4/24,3	28,8/22,8	25,1/21,6	21,3/19,3	
22,00	19,9/17,7	21,4/18,8	24,5/21,0	26,6/22,1	29,2/23,2	30,8/24,3	31,4/24,3	30,3/23,8	27,7/22,3	24,0/21,0	20,8/18,8	
23,00	18,2/17,4	19,7/18,5	22,8/20,7	24,9/21,9	27,5/23,0	29,2/24,1	29,7/24,1	28,6/23,5	26,0/22,0	22,3/20,7	19,1/18,5	

TABLO E.3. İZMİR İLİ İÇİN KURU VE YAŞ TERMOMETRE SICAKLIKLARI

Enlem : 38 derece kuzey
Yükselik : 3 m

Yaz Şartları KT : 37,0 °C
Yaz Şartları YT : 24,0 °C

Günlük Dağılım : 12,8 K
Kış Şartları KT : 0,0°C

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
0,00	16,7/14,8	18,0/15,9	21,0/18,1	22,8/19,2	25,2/20,3	26,9/21,4	27,4/21,4	27,4/21,4	26,3/20,9	23,9/19,6	20,4/18,1	17,5/15,9
1,00	15,6/14,8	16,9/15,9	19,9/18,1	21,7/19,2	24,1/20,3	25,8/21,4	26,3/21,4	26,3/21,4	25,2/20,9	22,8/19,6	19,3/18,1	16,3/15,8
2,00	15,1/14,2	16,3/15,3	19,3/17,6	21,1/18,7	23,5/19,8	25,2/20,9	25,8/20,9	25,8/20,9	24,7/20,3	22,3/19,0	18,7/17,6	15,8/15,2
3,00	14,5/13,9	15,8/15,2	18,7/17,6	20,6/18,7	23,0/19,8	24,7/20,9	25,2/20,9	25,2/20,9	24,1/20,3	21,7/19,0	18,2/17,6	15,2/14,7
4,00	14,2/13,6	15,5/14,9	18,4/17,6	20,3/18,7	22,7/19,8	24,3/20,9	24,9/20,9	24,9/20,9	23,8/20,3	21,4/19,0	17,9/17,3	14,9/14,3
5,00	14,7/14,2	16,0/15,5	19,0/17,9	20,8/19,0	23,2/20,1	24,9/21,2	25,4/21,2	25,4/21,2	24,3/20,7	21,9/19,4	18,4/17,9	15,9/14,9
6,00	15,6/14,6	16,9/15,7	19,9/17,9	21,7/19,0	24,1/20,1	25,8/21,2	26,3/21,2	26,3/21,2	25,2/20,7	22,8/19,4	19,3/17,9	16,3/15,7
7,00	16,7/15,1	18,0/16,2	21,0/18,4	22,8/19,6	25,2/20,7	26,9/21,8	27,4/21,8	27,4/21,8	26,3/21,2	23,9/19,9	20,4/18,4	17,5/16,2
8,00	17,8/15,1	19,1/16,2	22,1/18,4	23,9/19,6	26,3/20,7	28,0/21,8	28,5/21,8	28,5/21,8	27,4/21,2	25,0/19,9	21,5/18,4	18,6/16,2
9,00	19,3/15,7	20,6/16,8	23,5/19,0	25,4/20,1	27,8/21,2	29,4/22,3	30,0/22,3	30,0/22,3	28,9/21,8	26,5/20,5	23,0/19,0	20,0/16,8
10,00	20,7/15,7	22,0/16,8	25,0/19,0	26,8/20,1	29,2/21,2	30,9/22,3	31,4/22,3	31,4/22,3	30,8/21,8	27,9/20,5	24,4/19,0	21,5/16,8
11,00	21,8/16,2	23,1/17,3	26,1/19,6	27,9/20,7	30,3/21,8	32,0/22,9	32,6/22,9	32,6/22,9	31,4/22,3	29,0/21,0	25,5/19,6	22,6/17,3
12,00	23,5/16,8	24,8/17,9	27,8/20,1	29,6/21,2	32,0/22,3	33,7/23,4	34,2/23,4	34,2/23,4	33,1/22,9	30,7/21,6	27,2/20,1	24,2/17,9
13,00	24,6/17,3	25,9/18,4	28,9/20,7	30,7/21,8	33,1/22,9	34,8/24,0	35,3/24,0	35,3/24,0	34,2/23,4	31,8/22,2	28,3/20,7	25,4/18,4
14,00	25,7/17,3	27,0/18,4	30,0/20,7	31,8/21,8	34,2/22,9	35,9/24,0	36,4/24,0	36,4/24,0	35,3/23,4	32,9/22,2	29,4/20,7	26,5/18,4
15,00	26,3/17,3	27,6/18,4	30,5/20,7	32,4/21,8	34,8/22,9	36,4/24,0	37,0/24,0	37,0/24,0	35,9/23,4	33,5/22,2	30,0/20,7	27,0/18,4
16,00	25,7/17,3	27,0/18,4	30,0/20,7	31,8/21,8	34,2/22,9	35,9/24,0	36,4/24,0	36,4/24,0	35,3/23,4	32,9/22,2	29,4/20,7	26,5/18,4
17,00	25,2/17,3	26,5/18,4	29,4/20,7	31,3/21,8	33,7/22,9	35,3/24,0	35,9/24,0	35,9/24,0	34,4/23,4	32,4/22,2	28,9/20,7	25,9/18,4
18,00	24,6/16,8	25,9/17,9	28,9/20,1	30,7/21,2	33,1/22,3	34,8/23,4	35,3/23,4	35,3/23,4	34,2/22,9	31,8/21,6	28,3/20,1	25,4/17,9
19,00	23,2/16,8	24,5/17,9	27,4/20,1	29,3/21,2	31,7/22,3	33,3/23,4	33,9/23,4	33,9/23,4	32,8/22,9	30,4/21,6	26,9/20,1	23,9/17,9
20,00	22,1/16,2	23,4/17,3	26,3/19,6	28,2/20,7	30,6/21,8	32,2/22,9	32,8/22,9	32,8/22,9	31,7/22,3	29,3/21,0	25,8/19,6	22,8/17,3
21,00	20,6/16,2	21,9/17,3	24,9/19,6	26,7/20,7	29,1/21,8	30,8/22,9	31,3/22,9	31,3/22,9	30,2/22,3	27,8/21,0	24,3/19,6	21,3/17,3
22,00	19,5/15,7	20,8/16,8	23,7/19,0	25,6/20,1	28,0/21,2	29,7/22,3	30,2/22,3	30,2/22,3	29,1/21,8	26,7/20,5	23,2/19,0	20,2/16,8
23,00	17,8/15,3	29,1/16,4	22,1/18,7	23,9/19,8	26,3/20,9	28,0/22,0	28,5/22,0	28,5/22,0	27,4/21,4	25,0/20,2	21,5/18,7	18,6/16,4

TABLO E.4. İSTANBUL İLİ İÇİN KURU VE YAŞ TERMOMETRE SICAKLIKLARI

Enlem : 40 derece kuzey
Yükselilik : 18 m

Yaz Şartları KT : 33,0 °C
Yaz Şartları YT : 24,0 °C

Günlük Dağılım : 10,5 K
Kış Şartları KT : - 3,0°C

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekin	Kasım	Aralık
0,00	14,4/13,9	15,5/15,0	18,3/17,7	19,9/19,4	22,2/20,7	23,8/21,8	24,4/21,8	24,4/21,8	23,2/21,2	21,0/20,1	17,7/17,2	15,0/14,4
1,00	13,3/12,8	14,4/13,9	17,2/16,6	18,8/18,3	21,0/20,5	22,7/21,8	23,2/21,8	23,2/21,8	21,1/21,2	19,9/19,4	16,6/16,1	13,9/13,3
2,00	12,8/12,2	13,9/13,3	16,6/16,1	18,3/17,7	20,5/19,9	22,1/21,2	22,7/21,2	22,7/21,2	21,6/20,7	19,4/18,8	16,1/15,5	13,3/12,8
3,00	12,2/11,6	13,3/12,8	16,1/15,5	17,7/17,2	19,9/19,4	21,6/21,0	22,1/21,2	22,1/21,2	21,0/20,5	18,8/18,3	15,5/15,0	12,8/12,2
4,00	12,2/11,6	13,3/12,8	16,1/15,5	17,7/17,2	19,9/19,4	21,6/21,0	22,1/21,2	22,1/21,2	21,0/20,5	18,8/18,3	15,5/15,0	12,8/12,2
5,00	12,6/12,1	13,7/13,2	16,5/15,9	18,1/17,6	20,4/19,8	22,0/21,3	22,6/21,3	22,6/21,3	21,5/20,8	19,3/18,7	16,9/15,4	13,2/12,6
6,00	13,3/12,8	14,4/13,9	17,2/16,2	18,8/18,3	21,0/20,2	22,7/21,3	23,2/21,3	23,2/21,3	22,1/20,8	19,8/19,4	16,6/16,1	13,9/13,3
7,00	14,4/13,9	15,5/15,0	18,3/17,7	19,9/19,4	22,2/20,8	23,8/21,9	24,4/21,9	24,4/21,9	23,2/21,3	21,0/20,2	17,7/17,2	15,0/14,4
8,00	15,5/15,0	16,6/16,1	19,4/18,6	21,0/19,7	23,3/20,8	24,9/21,9	25,5/21,9	25,5/21,9	24,4/21,3	22,2/20,2	18,8/18,3	16,1/15,5
9,00	16,6/15,9	17,7/16,9	20,5/19,2	22,2/20,3	24,4/21,3	26,0/22,5	26,6/22,5	26,6/22,5	25,5/21,9	23,3/20,8	20,0/19,1	17,2/16,6
10,00	17,6/15,9	18,7/17,5	21,5/19,2	22,2/20,3	25,4/21,3	27,0/22,5	27,6/22,5	27,6/22,5	26,5/21,9	24,3/20,8	20,9/19,1	18,2/17,0
11,00	18,7/16,4	19,9/17,5	22,6/19,7	24,3/20,8	26,5/21,9	28,1/23,0	28,7/23,0	28,7/23,0	27,6/22,5	25,4/21,3	22,1/19,7	19,3/17,5
12,00	20,3/16,8	21,4/17,9	24,2/20,2	25,8/21,2	28,0/22,3	29,7/23,4	30,2/23,4	30,2/23,4	29,1/22,9	26,9/21,8	23,6/20,1	20,8/18,0
13,00	21,4/17,4	22,8/18,5	25,3/20,7	26,9/21,8	29,1/22,9	30,8/24,0	31,3/24,0	31,3/24,0	30,2/23,4	28,0/22,3	24,7/20,7	22,0/18,5
14,00	22,5/17,4	23,6/18,5	26,4/20,7	28,0/28,8	30,2/22,9	31,9/24,0	32,4/24,0	32,4/24,0	31,3/23,4	29,1/22,3	25,8/20,7	23,1/18,5
15,00	23,1/17,4	24,2/18,5	26,9/20,7	28,6/21,8	30,8/22,9	32,5/24,0	33,0/24,0	33,0/24,0	31,9/23,4	29,7/22,3	26,4/20,7	23,6/18,5
16,00	22,5/17,4	23,6/18,5	26,4/20,7	28,0/21,8	30,2/22,9	31,9/24,0	32,4/24,0	32,4/24,0	31,3/23,4	29,1/22,3	25,8/20,7	23,1/18,5
17,00	22,0/17,4	23,1/18,5	25,8/20,7	27,5/21,8	29,7/22,9	31,3/24,0	31,9/24,0	31,9/24,0	30,8/23,4	28,6/22,3	25,3/20,7	22,5/18,5
18,00	21,5/16,8	22,6/17,9	25,4/20,2	27,0/21,2	28,1/22,3	30,9/23,4	31,5/23,4	31,5/23,4	30,3/22,9	28,1/21,8	24,8/20,1	22,1/18,0
19,00	20,4/16,8	21,5/17,9	24,3/20,2	25,9/21,2	28,1/22,3	29,8/23,4	30,3/23,4	30,3/23,4	29,2/22,9	27,0/21,3	22,9/19,7	19,9/17,5
20,00	19,3/16,4	20,4/17,5	23,2/19,7	24,8/20,8	27,0/21,9	28,7/23,0	29,2/23,0	29,2/23,0	28,1/22,5	25,9/21,3	21,5/19,6	18,7/17,4
21,00	18,2/16,3	19,3/17,4	22,1/19,6	23,7/20,7	25,9/21,8	27,6/22,9	28,1/22,9	28,1/22,9	27,0/22,3	24,8/21,2	20,4/19,0	17,6/16,8
22,00	17,1/15,7	18,2/16,8	20,9/19,0	22,6/20,1	24,8/21,2	26,5/22,3	27,0/22,3	27,0/22,3	25,9/21,8	23,7/20,7	20,4/19,0	17,6/16,8
23,00	15,5/15,0	16,6/16,1	19,4/18,8	21,0/20,1	23,3/21,2	24,9/22,3	25,5/22,3	25,5/22,3	24,4/21,8	22,2/20,7	18,8/18,3	16,1/15,5

TABLO E.5. 1970 Yılına Kadar Yapılan Ölçümlere Göre 1 m Derinlikteki Toprak Sıcaklığı Ortalama Değerleri (°C) (Devamı)

İSTASYON	ENLEM	Rasat	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Ekim	Kas.	Aral.	Ocak	Şubat	Yılılık
ERZİNCAN	39°44'	11	6,5	5,1	6,1	9,4	15,5	17,2	20,6	22,5	21,7	18,4	13,7	9,2	14,9	20,1	20,1	18,4	13,7	9,2	9,8	15,6	15,6
ERZURUM	39°55'	2	2,7	1,5	1,1	3,2	7,5	11,8	14,8	16,8	16,1	12,5	8,5	5,5	5,9	14,5	14,5	12,5	8,5	5,5	5,9	8,5	8,5
ESKİŞEHİR	39°46'	11	7,6	6,1	7	9,6	15,8	17,1	20	21,7	20,8	17,5	15,8	10	14,7	19,6	19,6	17,5	15,8	10	10,5	15,8	15,8
Finike (20 cm.)	36°18'	4	10,8	11,5	14,6	19,5	25,5	30,5	35,5	33,4	29,2	21,8	16,3	12,1	21,7	32,3	32,3	21,8	16,3	12,1	14,3	21,6	21,6
Florya	40°59'	11	10,2	5	9,5	11,8	15,4	19,2	21,9	22,9	22,4	19,8	16,9	13,2	16,5	21,5	21,5	19,8	16,9	13,2	15,1	16	16
GAZİANTEP	37°05'	10	10,3	6,7	9,6	12,1	15,5	20,9	23,3	25,3	24,7	21,5	17,4	13,2	17,4	23,2	23,2	21,5	17,4	13,2	13,5	16,9	16,9
Göztepe	40°48'	11	10,5	9,1	9,4	11,8	15,3	19	21,6	23	21,8	19,1	16,4	13,1	16,3	21,2	21,2	19,1	16,4	13,1	12,9	15,8	15,8
GÜMÜŞHANE	40°27'	6	4,6	3,8	5,5	8,8	15,4	16,6	19,2	20,7	19,6	15,5	11	7,1	15,9	15,4	15,4	15,5	11	7,1	7,9	12,1	12,1
HAKKARİ	37°54'	2	3,8	2,9	3,8	7,5	12,2	18	21,4	24	22,8	19,7	12,4	8,2	13,4	21,1	21,1	19,7	12,4	8,2	8,6	13,1	13,1
Hopa (20 cm.)	41°25'	4	7,3	7,2	9,8	13,9	18,6	22,2	24	23,9	21,4	16,5	12,6	9,3	15	23,4	23,4	16,5	12,6	9,3	10,4	15,6	15,6
İğdır (50 cm.)	39°36'	2	4,3	4	7,4	12,3	16,8	21	24,9	25,2	23	18,8	14,1	8,6	17,4	23,7	23,7	18,8	14,1	8,6	9,5	15	15
İnebolu	41°39'	11	9,8	8,3	8,5	10,4	13,6	16,9	19,7	21,3	20	17,4	15	12,1	14,7	19,3	19,3	17,4	15	12,1	11,9	14,4	14,4
İSPARTA	37°45'	11	8,6	7,2	8,1	10,6	14,1	18,5	22,2	24,2	25,4	19,7	15,7	11,4	16	21,6	21,6	19,7	15,7	11,4	11,8	15,3	15,3
İSKENDERUN	36°37'	Yapılmamıştır.																					
İZMİR	38°24'	10	12,3	11,3	13,1	16,6	21,2	26,2	29,8	31	29	24,9	20,4	15,1	22,3	29	29	24,9	20,4	15,1	16,2	20,9	20,9
Cizre	27°19'	5	11,9	11	13,1	16,3	21,1	26,9	31,1	32,4	30,7	26,2	20,2	14,7	22,7	30,1	30,1	26,2	20,2	14,7	16,2	21,5	21,5
Karaman	37°11'	6	7,2	6	7,4	10,3	14,4	18,4	21,2	22,8	21,6	17,3	13	9,4	15,4	20,9	20,9	17,3	13	9,4	10,1	14,1	14,1

TABLO E.5. 1970 Yılına Kadar Yapılan Ölçümlere Göre 1 m Derinlikteki Toprak Sıcaklığı Ortalama Değerleri (°C) (Devamı)

İSTASYON	ENLEM	Rasat Süresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Yıllık
KARS	40°36'	2	3	1,4	1,2	3,6	7,5	10,8	13,2	14,9	14,6	12,2	9	6,1	8,1	13	13	13	13	13	8,1	12,2	9	6,1	8,1	5,5	8,1	5,5	8,1	8,1
KASTAMONU	41°22'	11	6,2	4,8	5,8	9	13	16,6	19,6	21,1	19,5	15,9	12,1	8,6	13,8	19,1	19,1	19,1	19,1	19,1	13,8	12,1	12,1	8,6	13,8	8,9	12,7	8,9	12,7	12,7
KAYSERİ	38°43'	11	7,5	6,1	7	9,9	13,9	18	21,3	23,2	22,2	18,2	14,4	10,4	15,3	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	15,3	14,4	14,4	10,4	15,3	10,6	14,9	10,6	14,9	14,9
KIRŞEHİR	39°08'	11	7,9	6,4	7,6	10,4	14	17,9	21,2	22,8	21,6	17,8	14	10,3	15,3	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	15,3	14	14	10,3	15,3	10,7	14,5	10,7	14,5	14,5
KOCAELİ	40°46'	10	10,3	9	10	13	17,1	21,3	24,3	26,1	24,9	21,1	17,3	13,1	15,3	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	15,3	17,3	17,3	13,1	15,3	15,3	17,9	15,3	17,9	17,9
KONYA	37°52'	11	8,1	6,7	7,7	10,1	13,4	17,1	20,1	22,2	21	17,9	14,2	10,4	14,5	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	14,5	14,2	14,2	10,4	14,5	10,8	14,1	10,8	14,1	14,1
MALATYA	38°21'	10	7,7	6,2	7,9	11,7	16,1	20,8	24,6	26,3	24,7	20,5	15,5	10,8	17,5	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	17,5	15,5	15,5	10,8	17,5	11,4	16,1	11,4	16,1	16,1
MARDİN	37°18'	11	8,7	6,9	8,1	10,9	14,4	19,7	24	25,9	25	21,2	16,4	11,8	16,8	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	16,8	16,4	16,4	11,8	16,8	12,2	16,1	12,2	16,1	16,1
Menemen																														
Toprak-Su	38°35'	9	12,8	11,8	12,5	14,8	18,3	22	24,7	25,8	24,7	21,7	18,7	15	19,5	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	19,5	18,7	18,7	15	19,5	15,4	18,6	15,4	18,6	18,6
Merzifon	40°53'	11	8,2	6,9	7,9	10,4	14,3	17,6	20,1	21,7	20,5	17,8	14,4	10,8	15,1	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	15,1	14,4	14,4	10,8	15,1	11	14,2	11	14,2	14,2
MUĞLA	37°12'	11	9,6	8,5	9,6	12,3	15,8	20,4	23,8	25,5	24,4	20,5	16,4	12,2	17,5	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	17,5	16,4	16,4	12,2	17,5	12,8	16,6	12,8	16,6	16,6
NEVŞEHİR	38°35'	9	7,6	6,1	6,3	8,4	11,6	13,5	18,7	20,6	19,3	16,7	13,2	10	13,1	18,3	18,3	18,3	18,3	18,3	13,1	13,2	13,2	10	13,1	10	12,8	10	12,8	12,8
NİĞDE	37°59'	6	8	6,7	7,6	9,8	13,1	16,6	19,4	20,8	20,4	17,6	14,1	10,6	14,4	19	19	19	19	19	14,4	14,1	14,1	10,6	14,4	19	10,8	13,7	10,8	13,7
ORDU	40°59'	2	11,8	10,5	11	12,2	15	18	20,8	21,8	21,7	19,2	15,8	13,3	16,5	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	16,5	15,8	15,8	13,3	16,5	13,6	15,9	13,6	15,9	15,9
RİZE	41°02'	8	9,3	8,1	9,3	11,7	14,9	17,7	20,3	21,2	19,9	17,8	14,8	11,8	15,5	19,7	19,7	19,7	19,7	19,7	15,5	14,8	14,8	11,8	15,5	11,9	14,7	11,9	14,7	14,7
SAMSUN	41°17'	11	11,6	9,7	10,1	11,8	14,6	17,8	20,6	21,9	21,3	19,1	16,4	19,1	15,9	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	15,9	16,4	16,4	19,1	15,9	13,3	15,7	13,3	15,7	15,7

TABLO E.5. 1970 Yılına Kadar Yapılan Ölçümlere Göre 1 m Derinlikteki Toprak Sıcaklığı Ortalama Değerleri (°C) (Devamı)

İSTASYON	ENLEM	Rasat Süresi	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Ekim	Kasım	Aralık	Yıl
SİRT	37°56'	11	8,7	7,5	9	12,1	16,2	21,9	26	28,1	27	23	17,6	12,1	18,4	25,5	25,5	25,5	25,5	23	17,6	12,1	17,4
SINOP	42°02'	11	10,1	9,1	9,5	11,6	15,2	17,7	21,5	23,6	22	19	16,1	12,8	16,3	21	21	21	21	19	16,1	12,8	15,7
SİVAS	39°45'	11	5,3	4,2	5,2	8,5	12,7	16,7	19,9	21,5	20,1	16,3	12	8,1	13,8	19,4	19,4	19,4	19,4	16,3	12	8,1	12,6
Siverek	37°45'	4	11,3	9,1	10	13,3	17,3	22,2	26,2	28,2	27,8	24,5	19,4	14,6	19,5	25,5	25,5	25,5	25,5	24,5	19,4	14,6	18,7
Sivrihisar	39°27'	4	7,2	5,7	7,1	10,5	14,8	18,8	21,6	23,1	22,2	17,9	13,4	9,5	15,8	21,2	21,2	21,2	21,2	17,9	13,4	9,5	14,5
Şile	41°10'	4	9,6	8,3	8,6	10,2	13,6	17	19,6	20,9	20,2	17,6	14,8	12	14,7	19,2	19,2	19,2	19,2	17,6	14,8	12	14,4
Gökşim(K. Maraş)	38°02'	3	4,7	4,2	5	8	11,7	15,4	18,1	20,8	19,8	16,4	12,3	8,1	13,2	18,1	18,1	18,1	18,1	16,4	12,3	8,1	12
TOKAT	40°18'	9	8,9	7,9	8,6	11,3	14,8	18,6	21,4	22,9	22,1	18,8	14,6	11,3	16,1	21	21	21	21	18,8	14,6	11,3	15,1
TRABZON	41°00'	11	10,6	9,5	10,1	11,9	14,8	18,2	20,7	21,3	21,3	18,8	16	13	16	20,2	20,2	20,2	20,2	18,8	16	13	15,6
URFA	37°08'	10	11,6	10,5	12,5	15,1	19,2	23,8	27,3	28,8	27,8	24,2	20	14,7	20,7	26,8	26,8	26,8	26,8	24,2	20	14,7	19,6
UŞAK	38°40'	11	7,5	6,1	7,4	10,5	14,5	18,6	21,7	23,5	22,2	18,4	14,5	10,1	15,7	21,2	21,2	21,2	21,2	18,4	14,5	10,1	14,6
ÜNTE	41°09'	4	10,5	9,4	10	11,9	15,4	18,3	21,2	22,4	21,8	19,1	16,4	12,3	16,4	20,6	20,6	20,6	20,6	19,1	16,4	12,3	15,8
VAN	38°28'	11	4,6	3,5	3,8	7,1	11,4	16,9	20,3	22,5	21,5	16,9	12,2	7,7	13,5	19,7	19,7	19,7	19,7	16,9	12,2	7,7	12,3
YOZGAT	39°50'	3	6,1	4,3	4,3	7,5	11,5	14,5	17,8	19,5	19,1	16	12,6	8,5	12,7	17,3	17,3	17,3	17,3	16	12,6	8,5	11,8
ZONGULDAK	41°27'	6	10,5	9,5	9,5	11,8	13,2	19	22,2	23,6	22,8	19,6	16	12,1	16,6	21,6	21,6	21,6	21,6	19,6	16	12,1	16

TABLO E.6. BAZI İSTASYONLAR İÇİN SICAKLIKLAR GÜNEŞLENME SÜRESİ VE İSINIM DEĞERLERİ

ANTALYA
ENLEM : 36,5 DRC
YÜKSEKLİK : 42 M

AYLAR	OCAK	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	EKİ	KAS	ARA	DİS
ÇEVRE SICAKLIĞI (°C)	10,1	10,7	12,8	16,4	20,5	25	28,2	28,1	24,9	20,3	15,6	11,9	18,7
MAK-MİN SIC.FARKI (°C)	8,6	9	9,5	9,6	9,2	10,4	10,8	10,9	11,2	10,9	10,7	8,7	10
ŞEBEKE SUYU SIC.(°C)	13,8	12,7	13,9	16,1	19,5	23,5	26,8	28,5	27,8	25,2	21,5	17	21
GÜN SÜRESİ (SAAT/GÜN)	5,2	5,8	6,7	8	10,2	11,9	12,2	11,8	10,1	8,2	7	5,3	8,5
GÜN UZUNLUĞU (SAAT/GÜN)	9,8	10,7	11,8	12,9	13,9	14,5	14,2	13,4	12,2	11	10	9,6	12

YATAY DÜZLEME GELEN GÜNLÜK İSINIM (MJ/M²-GÜN)

TÜM GÜNEŞ İSINIMI	7,6	10,3	14	18,2	22,4	24,8	24,8	22,8	18,5	13,5	9,6	7,1	16,1
DİREKT GÜNEŞ İSINIMI	3,9	5,4	7,7	10,7	14,3	16,7	17,3	16	12,4	8,3	5,7	3,6	10,2
AÇIK HAVA TÜM GÜN İŞİ	9,7	13,3	18,1	23	26,2	27,4	26,8	24,3	20	14,9	10,8	8,8	18,6
ATM. DİŞ GÜNEŞ İSINIMI	17,2	22,3	28,7	35,1	39,5	41,2	40,3	36,8	31	24,1	18,3	15,7	29,2

EĞİK DÜZLEME GELEN GÜNLÜK İSINIM (MJ/M²-GÜN)

EGİM (DRC)

20°	10	12,5	15,7	18,9	21,9	23,5	23,9	23,2	20,4	16,1	12,8	9,6	17,4
30°	10,9	13,2	16	18,6	21	22,3	22,7	22,6	20,7	17	13,9	10,5	17,5
40°	11,5	13,6	16	18	19,7	20,6	21,1	21,6	20,5	17,5	14,8	11,2	17,2
50°	11,8	13,7	15,6	17	18	18,6	19,1	20,1	19,8	17,5	15,2	11,6	16,5
60°	11,9	13,4	14,9	15,6	16,1	16,2	16,8	18,2	18,7	17,2	15,3	11,8	15,5

AÇIK HAVADA YATAY DÜZLEME GELEN ANLIK TÜM İSINIM (W/M²)

SAAT

6 18	0	0	0	53	123	159	143	81	10	0	0	0	47
7 17	0	32	110	217	302	340	322	252	150	54	1	0	148
8 16	92	172	288	412	493	523	508	446	337	210	114	73	305
9 15	233	336	466	589	655	677	666	616	515	381	265	206	467
10 14	356	467	600	716	770	784	776	738	647	514	393	326	590
11 13	428	543	677	789	836	847	840	808	723	591	468	397	662
12	454	570	706	818	863	872	866	836	752	619	495	422	689

TABLO E.7. BAZI İSTASYONLAR İÇİN SICAKLIKLAR, GÜNEŞLENME SÜRESİ VE ISINIM DEĞERLERİ.

ADANA
ENLEM : 36 DRC
YÜKSEKLİK : 21 M

AYLAR	OCA	ŞUB	MAR	NIS	MEY	HAZ	TEM	AGU	EYL	EKİ	KAS	ARA	ORT
ÇEVRE SICAKLIĞI (°C)	9,3	10,3	12,9	17	21,3	25,1	27,6	28,1	25,2	20,8	15,7	11,1	18,7
MAK-MİN SIC FARKI (°C)	9,4	10,1	11,2	12,2	13,2	11,9	11,8	12,4	14	14,1	12,3	10,1	11,9
ŞEBEKE SUYU SIC (°C)	14,5	13,4	15,1	17,4	20,7	24,3	27,3	29	28,6	25,9	21,2	17,4	21
GÜN SÜRESİ (SAAT/GÜN)	4,8	5,7	6,4	7,9	9,8	11,1	11,5	11,1	9,8	7,7	6,2	5,2	8,1
GÜN UZUNLUĞU (SAAT/GÜN)	9,8	10,7	11,8	12,9	14	14,5	14,2	13,4	12,2	11	10	8,5	12

YATAY DÜZLEME GELEN GÜNLÜK ISINIM (MJ/M²-GÜN)

TÜM GÜNEŞ İŞİNIMI	7,3	10,2	13,6	17,7	21,9	21	24,1	22,1	18,1	12,8	8,9	7	15,6
DİREKT GÜNEŞ İŞİNIMI	3,5	5,3	7,3	10,1	13,7	15,8	16,2	15	11,9	7,7	4,9	3,5	9,6
ACIK HAVA TÜM GÜN İŞİ	9,6	13,2	18,1	23,1	26,2	27,4	26,7	24,2	19,9	14,8	10,6	8,7	18,5
ATM.DİŞ GÜNEŞ İŞİNIMI	17,1	22,2	28,7	35,1	39,5	41,2	40,3	36,7	30,9	24,1	18,3	15,7	28,2

EĞİK DÜZLEME GELEN GÜNLÜK ISINIM (MJ/M²-GÜN)

20°	9,5	12,3	15,2	18,3	21,4	22,8	23,1	22,4	19,9	15,5	11,7	9,4	16,8
30°	10,3	13	15,5	18	20,6	21,6	22	21,9	20,2	16,3	12,7	10,3	16,9
40°	10,8	13,4	15,5	17,4	19,3	20	20,5	20,9	20	16,8	13,4	11	16,6
50°	11,1	13,5	15,1	16,4	17,7	18,1	18,6	19,4	19,3	16,8	13,7	11,4	15,9
60°	11,2	13,2	14,5	15,1	15,8	15,8	16,4	17,6	18,2	16,5	13,8	11,5	15

ACIK HAVADA YATAY DÜZLEME GELEN ANLIK TÜM ISINIM (W/M²)

6 18	0	0	0	33	124	160	143	81	10	0	0	0	47
7 17	0	320	110	218	303	340	321	251	149	54	1	0	148
8 16	91	172	288	414	493	523	507	443	335	208	111	72	304
9 15	231	335	460	591	655	676	663	613	513	377	259	205	465
10 14	353	465	601	719	770	783	774	734	644	509	385	324	588
11 13	425	541	678	793	836	845	837	803	719	586	458	395	659
12	451	569	707	821	863	870	863	831	748	614	485	420	686

SAAT

ÖZGEÇMİŞ

ADI : Umut
SOYADI : Coşkun
DOĞUM YERİ : İstanbul
DOĞUM TARİHİ : 01.11.1972

EĞİTİMİ :

1978-1983 : Atatürk ilkokulu (Van)
1983-1986 : Nilüfer Hatun Ortaokulu (İstanbul)
1986-1989 : Kabataş Erkek Lisesi (İstanbul)
1989-1993 : Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul)

YABANCI DİL : İngilizce

