T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SAKARYA ŞARTLARINDA TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI KULLANIMI VE EKONOMİK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

OĞUZHAN ÖNDER MESTA

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yusuf ÇAY

Mart 2021

T.C.
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SAKARYA ŞARTLARINDA TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI KULLANIMI VE EKONOMİK ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Oğuzhan Önder MESTA

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 02/03/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ	BAŞARI DURUMU
Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yusuf ÇAY	BAŞARILI
Üye: Dr.Öğretim Üyesi Fatih UYSAL	BAŞARILI
Üye: Dr.Öğretim Üyesi Enes KILINÇ	BAŞARILI

BEYAN

Tez içindeki tüm hazırladığım verilerin akademik ve etik kurallar çerçevesinde hazıladığıma, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığıma,tezde yer alan verilerin herhangi bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Oğuzhan Önder MESTA

02/03/2021

TEŞEKKÜR

Değerli hocamı lisansa kayıt olduktan sonra ilk orayantasyonda gördüğüm andan itibaren yaklaşık 7 senedir tanıyorum. Öğrencisine her zaman güvenen, fırsat veren, yeri geldiğinde bir baba gibi öğrecisini düşünen, değerli bilgi ve tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen, her konuda fikir, bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren ve üzerimde hakkı ve emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Yusuf ÇAY'a teşekkürlerimi sunarım. Türkiye'nin yetiştirdiği ender hocalardandır. Sizin hakkınızı ödeyemem hocam. İnşallah emeklerinizi boşa çıkarmayıp her zaman daha çok çalışmaya devam edeceğim. Ellerinizden öperim. Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

BEYAN ..... **i**

TEŞEKKÜR ..... **i**

İÇİNDEKİLER ..... **ii**

KISALTMALAR ..... **iv**

SİMGELER ..... **v**

TABLOLAR LİSTESİ ..... **vi**

ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **vii**

ÖZET ..... **viii**

SUMMARY ..... **x**

BÖLÜM 1.
GİRİŞ **1**
1.1. Literatür Araştırması 3

BÖLÜM 2.
TEORİK ÇALIŞMA **9**
2.1. Isı Pompası Teorisi (İdeal Carnot Çevrimi) 9
2.2. Buhar Sıkıştırmalı Çevrim 10
2.3. Gerçek Çevrim 12
2.4. Isı Pompası Sisteminin Performans Analizi 15

BÖLÜM 3.
TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI **18**
3.1. Isı Pompası Kullanımı 18
3.2. Isı pompalarının tanımı ve Sınıflandırılması 19
3.3. Toprak Kaynaklı Isı Pompaları 20
3.3.1. TKIP sisteminin çalışması ve elemanları 23
3.3.1.1. Toprak kalitesi ve özellikleri 23
3.3.1.2. Yatay ve dikey tip boru döşemede kullanılan boru malzemeleri ve özellikleri 26
3.3.1.3. Soğutucu akışkan ve özellikleri 29

3.3.1.4. Toprak Isı Değiştiricisi 33
3.3.2. Yatay döşeme uygulamasında dikkat edilmesi gereken noktalar 33
3.3.3. Dikey döşeme uygulamalarında dikkat edilmesi gerekenler 34
3.3.4. Toprak kaynaklı ısı pompasının avantajları ve dezavantajları 34

BÖLÜM 4.
METARYAL METOT 37
4.1. Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sistem Dizaynı Ve Sakarya Örneği 37
4.2. Sakarya İli İçin Dış Hava Sıcaklık Değerlerinin Belirlenmesi 38
4.4. TKIP Sisteminin Uygulanacağı Binanın Fiziksel Özellikleri 39
4.5. Binanın Isı Kazancı, Özgül Isı Kaybı Ve Isı Kaybı Hesaplanması 41
4.5.1. Toplam Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K) - U Değeri 42
4.5.2. Yıllık ısıtma enerjisi $Q_{yıl}$ değeri 42
4.5.3. Duvar 42
4.5.4. Tavan 44
4.5.7. Taban 46
4.6. Uygun Isı Pompası Seçimi 49
4.7. Toprak Isı Değiştiricisini Boyutlandırma Basamakları 52
4.7.1. Gerekli boru boyutunun hesaplanması 53
4.7.2. Boru boyunun hesaplanması 54
4.8. Sistem Elemanları ve Fiyatlandırılması 55

BÖLÜM 5.
DİĞER ISITMA SİSTEMLERİ İLE İŞLETME MALİYETLERİNİN VE AMORTİSMAN SÜRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ 56
5.1. Yakıtların Yıllık Maliyet Analizi 56
5.2. Bugünkü Değer (BD) 58
5.1. Ekonomik Analiz Sonuçları 59

BÖLÜM 6.
SONUÇLAR 61

KAYNAKÇA 64

EKLER 68

ÖZGEÇMİŞ 102

KISALTMALAR

CFC :Kloroflorokarbon

COP :Isı pompası performans katsayısı

HC :Hidrokarbonlar

HCF :Hidroflorakarbon

HCFC :Hidrokloroflorokarbon

TKIP :Toprak kaynaklı ısı pompası

ASHRAE :Amerika Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği

SİMGELER

Q	: Isı enerjisi, kj
P	: Basınç, Pa
T	: Sıcaklık, K
C	: Sıcaklık, ºC
W	: İş, Joule
H	: Entalpi, kj / kg
M	: Kütlesel debi kg / sn
S	: Entropi, kj / kgK

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 : Toprak özelliklerinin tipik karakteristik özellikleri 24
Tablo 3.2 : Çeşitli toprak türlerinin ısıl karakteristikleri 24
Tablo 3.3 : Çeşitli boru malzemeleri ve özellikleri 27
Tablo 3.4 : Donma ihtimalinin olduğu durumlarda kullanılan akışkanlar ve fiziksel özellikleri 28
Tablo 3.5 : Soğutucu akışkanların tanımlanması 32
Tablo 3.6 : Yatay uygulama için boru çapı-uzunluk ilişkisi 34
Tablo 4.2 : Toprak kaynaklı ısı pompası sistemi fiyatlandırması 55
Tablo 5.1 : İşletme maliyetleri 58
Tablo 5.2 : Bugünkü değer yöntemi kullanılarak ısı pompası ve geleneksel sistemlerin örnek bir bina için 20 yıllık ekonomik analizi (i=0,005) 59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 : Isı pompası ve ısı makinasının termodinamik modeli 9
Şekil 2.2 : İdeal Carnot çevrimi 10
Şekil 2.3 : Buhar sıkıştırmalı çevrim 11
Şekil 2.4 : İdeal buhar sıkıştırmalı çevrim ln (P-h) diyagramı 12
Şekil 2.5 : Gerçek çevrim 13
Şekil 2.6 : Isı pompasının P-H diyagramı 16
Şekil 3.1 : Avrupa'da Isı Pompası Ve Talep Miktarları 19
Şekil 3.2 : Yatay tip boru döşeme sistemi 20
Şekil 3.3 : Dikey tip boru döşeme sistemi 21
Şekil 3.4 : Yatay ve dikey tip boru döşeme sistemi 21
Şekil 4.1 : TKIP'nın şematik gösterimi 38
Şekil 4.2 : Sakarya ili 1958 – 2018 yılların arası ortalama dış hava sıcaklık değerleri 39
Şekil 4.3 : Bina Bilgileri 39
Şekil 4.4 : Vaziyet Planı 40
Şekil 4.5 : Zemin Kat 40
Şekil 4.6 : 1. Kat 41
Şekil 4.7 : 2. Kat 41
Şekil 4.8 : Binanın duvar özellikleri 43
Şekil 4.9 : Bina duvarı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri 43
Şekil 4.10 : Duvar için gerekli "U" değeri 44
Şekil 4.11 : Tavan Yapı Bileşeni 44
Şekil 4.12 : Bina Tavanındaki bileşenlerin termofiziksel özellikleri 45
Şekil 4.13 : Çatı için gereken 'U' değeri 46
Şekil 4.14 : Taban yapı bileşeni 46
Şekil 4.15 : Bina Tabanındaki bileşenlerin termofiziksel özellikleri 47
Şekil 4.16 : Taban için gereken "U" değeri 47
Şekil 4.17 : Pencerelerin U değerleri 48
Şekil 4.18 : Çeşitli kapı sistemlerinin U değerleri 48
Şekil 4.19 : Pencerelerin alanları ve yönleri 49
Tablo 4.1 : Bin saat metoduna göre saat değerleri 50

SAKARYA ŞARTLARINDA TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI KULLANIMI VE EKONOMİK ANALİZİ

ÖZET

Günümüzde enerji tüketiminin büyük bir bölümü, konutların ısıtma ve soğutma ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden tüketilen bu enerji, yüksek verimli ve çevreci bir sistem tarafından kullanılmalıdır. İşte tam bu noktada diğer geleneksel ısıtma ve soğutma sistemlerine kıyasla ısı pompası sistemleri ön plana çıkmaktadır. Isı pompası sistemlerinin birçok türü mevcut olup genel olarak çalışma prensibi; doğadan aldığı enerjiyi istenilen ortama yüksek verim ile aktarmasıdır. Geleneksel sistemlere kıyasla düşük işletme maliyeti ve yüksek veriminden dolayı, ısı pompası sistemlerinin dünya üzerindeki kurulumu günden güne artmaktadır. Isı pompası sistemlerinden biri olan toprak kaynaklı ısı pompası sistemleri, daha çok konut ve ticari binaların iklimlendirilmesinde kullanılmaktadır. Toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinde toprak, ısıtma için ısı kaynağı, soğutma için ısı kuyusu görevini görmektedir. Toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinin en büyük avantajlarından birisi de tüm bir yıl boyunca toprak sıcaklığının sabit kalmasıdır. Toprak kaynaklı ısı pompası sistemleri, ısıtma aylarında topraktan aldığı ısıyı binaya, soğutma aylarında ise binadan aldığı ısıyı toprağa aktarır.

Bu çalışmada öncelikle bugüne kadarki toprak kaynaklı ısı pompası sistemleri ile ilgili yapılmış olan akademik çalışmalar araştırılmış ve sonuçları hakkında bilgi verilmiştir. Teorik çalışma bölümünde sistemin teoride nasıl çalıştığı, hangi esaslara dayandığı ve çalışma prensibi anlatılmıştır. Ardından toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinin uygulama alanları ve sistem elemanları anlatılmıştır. Daha sonra Sakarya ilindeki bir konutun için ısıtma amaçlı toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin projelendirilmesi yapılmış ve TS 825'e göre binanın ısı kayıpları hesaplanmıştır. Ek olarak yerin altına döşenecek olan uzunluğu ve sondaj sayısı hesaplanmıştır. Daha sonra hesaplanan ısı

kaybı doğrultusunda konutun ısıtma sezonunda toprak kaynaklı ısı pompası sistemleri ve mevcut sistemler ile ısıtılması durumunda bu konutun ekonomik analizi yapılmıştır. İşletme maliyeti en uygun olan sistem bulunmuş, ilk yatırım maliyetlerini hesaba katınca hangi sistemin daha avantajlı olacağı detaylı bir şekilde hesaplanıp bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Isı Pompası, Ekonomik Analiz, Toprak Kaynaklı Isı Pompası, Isı Kaybı

GROUND SOURCE HEAT PUMP USAGE AND ECONOMIC ANALYSIS IN SAKARYA CONDITIONS

SUMMARY

Today, most of the energy consumption is due to the heating and cooling needs of the houses. Therefore, this energy consumed should be used by a highly efficient and environmentally friendly system. At this point, heat pump systems come to the fore compared to other traditional heating and cooling systems. There are many types of heat pump systems and the working principle in general; transfers the energy it receives from nature to the desired environment with high efficiency. Due to its low operating cost and high efficiency compared to traditional systems, the installation of heat pump systems worldwide is increasing day by day. Ground source heat pump systems, one of the heat pump systems, are mostly used in the air conditioning of residential and commercial buildings. In ground source heat pump systems, the soil functions as a heat source for heating and a heat well for cooling. One of the biggest advantages of ground source heat pump systems is that the soil temperature remains constant all year round. Ground source heat pump systems transfer the heat from the soil to the building during the heating months and the heat from the building to the soil during the cooling months.

In this study, firstly, academic studies on soil based heat pump systems have been researched and information has been given about their results. In the theoretical study section, how the system works in theory, which principles and the working principle are explained. Then, application areas and system elements of ground source heat pump systems are explained. Afterwards, a ground source heat pump system was designed for a residence in Sakarya province and the heat losses of the building were calculated according to TS 825. In addition, the length to be laid under the ground and the number of boreholes were calculated. Then, according to the calculated heat loss, in the heating season of the house, economic analysis of this house was made in the case of heating with

ground source heat pump systems and existing systems. The system with the most suitable operating cost was found and when the first investment costs were taken into account, which system would be more advantageous was calculated in detail.

Keywords: Heat Pump, Economic Analysis, Ground Source Heat Pump, Heat Loss

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Tarihin başlangıcından günümüze kadarki süreçte insanoğlu için enerji çok kıymetli olmuştur. Enerjiye o kadar önem verilmiştir ki tarihte enerji için birçok savaş yaşanmıştır ve gelecekte de enerji insanoğlu için önemini korumaya devam edecektir. Ancak fosil kökenli yakıt kaynakları sınırlı olmakla beraber zaman içerisinde azalacak ve tükenecektir. Bu sebepten ötürü insanoğlu yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmiştir. Bu grubun içinde bulunan ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş, toprak, hava ve suyu kullanabilen ısı pompası sistemleri, aynı zamanda soğutmada ve ısıtmada kullanılabilmektedir. Isı pompası sistemlerinin kullanımı günden güne artmaktadır.

Dünya nüfusunun artışıyla birlikte enerji ihtiyacı da hızla artmaktadır. Günümüzdeki mevcut durumda enerjinin daha ekonomik ve verimli şekilde kullanılması hayati önemdedir. Bunun için dışarıya atılan enerjinin tekrardan kazanılması da gerekmektedir. Isı pompaları, bu faktörleri içinde barındıran en önemli sistemlerden biridir. Elektrikli ısıtmaya kıyasla ısı pompaları 2-6 kat daha verimli olmaları, çevre kirliliğine sebebiyet vermemeleri ve aynı zamanda hem ısıtma hem de soğutma yapabilmelerinden dolayı günümüzde gittikçe yaygınlaşmaktadır [1].

Günümüze klasik enerji kaynaklarının fiyatı düzenli olarak artmaktadır. Bu süreç devam ettiği sürece, ısı pompalarının ekonomik alternatif enerji kaynağı olarak ilgi göreceği aşikârdır. Aynı zamanda ısı pompaları, diğer ısınma türlerine göre oldukça verimli sistemlerdir. Atık ısıyı kullanabilmeleri ısı pompaları için büyük bir artıdır.

Isı pompaları tüm yıl boyunca ısıtma sağlayacak verime sahiptir. Çünkü ısı pompaları, kaynak olarak çevreden aldıkları enerjiyi kullanmaktadırlar. Tüm bir yıl boyunca yer altı sularında, havada ve toprak altında depolanan güneş enerjisi, elektrik enerjisi vasıtasıyla ısıtma enerjisine çevrilmektedir. Toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinin çalışma

prensibi; topraktan sağlanan ısı enerjisinin kullanılması ile ısı pompalarına kaynak sağlanması ilkesine dayanmaktadır.

Isı pompalarının birçok türü mevcuttur. Bunlardan toprak kaynaklı ısı pompaları (TKIP), kaynağından daha çok enerji çekebildiğinden geleneksel ısıtma ve soğutma sistemlerine kıyasla daha verimli ve daha düşük işletme maliyetine sahiptir.

Toprak kaynaklı ısı pompaları, dünyaya ilk 1912'de İsviçre'de ortaya çıkmıştır. TKIP, 1950 yılında İngiltere ve ABD'de konut ısıtılmasında kullanılmıştır. Amerika'da ve Avrupa'da TKIP kullanımı yıldan yıla artmıştır. Ülkemizde ise, yaklaşık olarak son yıllarda, çoğunlukla dairelerin ve kısmen de ticari yerlerin iklimlendirilmesinde kullanılmıştır [1].

Birçok ülkede TKIP'nın kullanımı iklimlendirme endüstrisi tarafından desteklenmektedir. Çünkü toprağın sıcaklığının kararlı değişmesi ve soğuk iklimlerde performansının yüksek olması sebebiyle TKIP sistemleri enerjinin kullanımında daha etkili sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde TKIP sistemleri bazı bölgelerde konutların iklimlendirilmesinde ve sıcak su eldesinde kullanılmaktadır. Çoğunlukla Marmara Bölgesinde TKIP sistemleri; birçok konut ve ticari yapıda iklimlendirme amaçlı olarak kullanılmaktadır.

TKIP sistemleri topraktaki enerjiyi alarak ısıtma veya soğutma yapılacak ortama gönderir. Yazın konuttaki sıcak hava, ısı pompası aracılığı ile konuta göre daha soğuk olan toprağa aktarılır. Kışın ise, toprak sıcaklığı dış ortam sıcaklığından yüksek olduğu için topraktaki ısıyı çeker ve ısıtılacak ortama ısı pompası aracılığı ile aktarılır. Kışın toprak ısısının dışarıdaki havadan çok daha sıcak olmasından dolayı, sistem yüksek performans katsayısı (COPs) ile çalışır.

TKIP sistemleri, topraktan aldıkları enerjiyi elektrik enerjisi yardımıyla ısıtma ve soğutma yapılmasını sağlayan sistemler oldukları için çevre dostu bir sistemdirler. TKIP, toprağın içindeki sıcaklığın kararlı değişmesi ve soğuk iklimlerde performansının yüksek olması sebebiyle enerji kullanımında daha etkili sonuçlar ortaya koymaktadır [1].

Bu çalışmanın amacı; Sakarya için ekonomik olarak en uygun ısınma türünü belirlemektir. Bu kapsamda örnek binada farklı ısınma türleri belirlenmiş ve ekonomik olarak en uygun ısınma türü belirlenmiştir.

1.1. Literatür Araştırması

Literatürde TKIP ile alakalı çok sayıda çalışma mevcuttur. Bu kısımda ısı pompası konusunda yapılan çalışmalar ve çıkartılan sonuçlara yer verilmiştir.

Kavanaugh (1989), düşey toprak kaynaklı ısı pompalarının Amerika'nın güney iklimlerinde kullanılabilirliğini ve işletme özelliklerini belirlemek için çalışmalar yapmıştır. Bu doğrultuda 150 m^2'lik bir konutta faaliyete geçirilen pompasının ısıtma ve soğutma performansını incelemiştir. Bu bağlamda güney iklime sahip olan yerlerde toprak ve su kaynaklı ısı pompalarının tasarımına yönelik esasları geliştirmiş, ısı pompası sistemlerinin doğru şekilde kurulduğu zaman, güvenilir ve verimli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, mevcut diğer sistemler ile karşılaştırıldığında, performans, ekonomik yönden ısı pompası sistemlerinin oldukça ilgi çekici olduğunu belirtmiştir [2].

Pulat vd. (2009), Bursa'daki çalışmasında, Türkiye'nin ılıman iklim koşullarında kullanılan yatay TKIP'sının performansını deneysel olarak incelemişlerdir. Sistemin COP değeri ve ısı pompası performans katsayısı (COP_{IP}) sırayla 2,46-2,58 ve 4,03-4,18 arasında bulmuşlardır. Yatay TKIP sistemi ile diğer ısıtma sistemlerinin ekonomik açıdan karşılaştırmasını yapmışlardır. Sonuç olarak yatay TKIP sistemlerinin maliyetlerinin diğer ısıtma sistemlerinden daha düşük olacağı sonucuna varmışlardır [3].

Karabacak vd. (2011), Denizli'de yaptığı çalışmada, TKIP sisteminin, soğutma performansını deneysel olarak incelemişler ve Pamukkale Üniversitesi'ne TKIP sistemi kurmuşlardır. 2008 yılının soğutma sezonunda COPıp 3,1-4,8 ve sistemin COP'sı 2,1-3,1 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Boruları yerin 110 m altına yerleştirmişlerdir ve sistemin toplam boru uzunluğu 225 m 'dir [4].

Savaş A. (1996), yaptıkları çalışmada, yatay ve düşey toprak ısı değiştiricileri için dizayn çalışması yapmış ve bu iki farklı metodun birbirlerine göre üstünlükleri incelenmiştir. Ayrıca yakıt maliyet analizi üzerine çalışmıştır ve Türkiye'deki yüksek elektrik fiyatları sebebiyle çalışmanın olumsuz şekilde etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır [5].

Elbir A. (2010), Göller bölgesinde yaptığı çalışmada TKIP'sının ekserji analizini gerçekleştirmiş ve ısı pompası elemanlarının ekserji yıkım oranları ısıtmanın yapıldığı kış ayları için hesaplanmıştır. Sonuç olarak pompa ve kompresörün ekserji yıkım yüzdeleri dış ortam sıcaklıkları ile ters orantılı olarak değiştikleri sonucuna varmıştır. Kısılma

vanası, kondenser, tank ve evaporatörün ekserji yıkım oranlarının ise dış ortam sıcakları ile orantılı olduğu ortaya çıkmıştır [6].

Aksu B. (2010), yapılan bu çalışmada, Balıkesir bölgesinde yer suyu kaynaklı ısı pompası performansını inceledi. Bunun için 1,47 kW konderser kapasitesine sahip bir ısı pompası sisteminin imalatı ve tasarımı yapılıp, Balıkesir'in Gönen ilçesindeki Gönen Meslek Yüksekokulu'ndaki gölete montajı gerçekleştirilmiştir. Deney boyunca farklı su debileri, farklı hava hızları ve farklı hava koşullarında verileri kayıt altına aldı. Ve bu kayıt altına alınan verilere göre sistemin performansını inceledi [7].

Özsolak O. (2011), Elazığ şartlarında 12 m^2'lik deney odasını güneş enerji destekli TKIP ile ısıtmıştır. Toprak ısı değiştiricisi için 1 m eninde, 2 m derinliğinde ve 15 m uzunluğunda iki adet çukur açılmıştır. Yatay ve dikey olarak borular çukur içine yerleştirilerek devir daim pompasıyla su antifriz karışımı borularda dolaştırılmıştır. Isı pompası vasıtasıyla topraktan çekilen ısı, ısıtılmak istenen yere aktarılmıştır. Birde sisteme monte edilen 6 tane düzlemsel güneş paneliyle güneş kaynaklı olarak da çalıştırılmıştır. Böylece çalıştırılan sistemlerin performansları karşılaştırılmıştır. Ek olarak, bu sistemlerin ikinci kanun verimleri hesaplanarak ve ekserji analizleri yapılarak, karşılaştırmalar da yapılmıştır. Ekserji analizinden elde edilen sonuçlar: yatay toprak ısı değiştiricili ısı pompasının ekserji verimi %44.8, dikey toprak ısı değiştiricili ısı pompasının ekserji verimi %43.3, güneş kaynaklı ısı pompasının ekserji verimi %41.1 iken sistem bazında bu değerler sırasıyla %36.7, %35.4 ve % 36.6 olarak hesaplanmıştır [8].

Mayer ve Petit (1998), Johannesburg iklim koşullarında düşey TKIP ile hava kaynaklı ısı pompası ekonomik yönden karşılaştırmışlardır. İlaveten, yerin altına döşenecek olan boruların optimum derinliğini hesaplamışlardır. İşletme maliyetlerini karşılamak amacıyla, aylık ısıtma ve soğutma kapasitelerini ve performans değerlerini hesaplamışlardır. Sonuç olarak; TKIP sisteminin daha ekonomik olduğu sonucuna varmışlardır [9].

Yamankaradeniz B. (2011), çalışmasında, bir tekstil fabrikasında bulunan ve doğalgazla çalışan klasik tip bir kurutucu ile aynı görevi yapacak olan 3 tip ısı pompalı kurutma sistemini enerji tasarrufu yönünden kıyaslamıştır. Sonucunda klasik kurutma sistemine

kıyasla en etkili ısı pompalı kurutma sistemi %55 tasarruf ile geri beslemeli ve by-pass devreli ısı pompası kurutma sistemi olduğu sonucuna varmıştır [10].

Başkal A. (2011), yaptığı çalışmada, dikey TKIP kullanarak elde edilen enerjinin duvardan ısıtma ve soğutma sistemindeki etkinliğini araştırmıştır. Bu doğrultuda Yıldız Teknik Üniversitesi'nde bulunan dikey TKIP ile duvardan ısıtma ve soğutma sisteminden faydalanmıştır. Sistemden elde edilen veriler hesaplanarak, kesin olarak elde edilen ısıtma ve soğutma enerjisi ile sistemin çalışması için dışardan verilen enerji kıyaslanmıştır ve sistemin performansı değerlendirilmiştir. Sonuç olarak ısı pompası destekli duvardan ısıtma ve soğutma sisteminin yararlı olduğu sonucuna varılmış ve sistemin kullanımının hızla yayılacağı tahmininde bulunulmuştur [11].

Çolak D. (2012), Erzurum şehrinde dikey TKIP sisteminin performansı deneysel olarak incelenmiştir. Deneyler, 2009-2010 senesi ısıtma sezonunda yapılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilmiş olan ısı pompası ve sistemin performans katsayıları sırasıyla yaklaşık 2.6 ve 2.2 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, soğuk ilkime sahip Erzurum şehrinde dikey TKIP sisteminin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır [12].

Hepbaşlı ve Akpınar (2007), çalışmasında, gerçek işletme verilerine göre düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynakları araştırmak amacıyla iki tip TKIP'nın ekserji analizini yapmışlardır [13].

Öztürk M. (2015), çalışmasında uygulamalı olarak TKIP tasarımı yapalarak, sistemde toprak çeşidi olarak ince taneli koyu gri tonlarda kum kullanmıştır. Kumun, % 0 (kuru) ve % 10, % 20, % 30, % 40 olmak üzere değişken nem oranlarında ısı pompasının enerji tüketimine etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak deneysel olarak yapılan bu çalışmada, kumun nem oranının artmasıyla ısı iletkenliğinin arttığı sonucuna varılmıştır. Üstelik, toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin buharlaştırıcı kapasitesinin % 39 oranında ve yoğuşturucu kapasitesinin de % 32 oranında arttığı sistemin performansının % 7 iyileştiği ve kumun % 30 ile % 40 nem doygunluğunda ise sistem performansının değişmediği ve artan nem oranıyla birlikte sistemin enerji tüketiminin azaldığı ve 32,5 Wh'lik enerji tasarrufu sağlandığı görülmüştür [14].

Eren Ö. (2016), çalışmasında dondurarak kurutma yöntemi üzerine çalışmasını yapmıştır. Tasarlayıp ve imal ettiği kurutucusunda meyve ve sebzeleri kurutmuştur. Sonuç olarak

meyve ve sebzelerin ısı pompası destekli dondurarak kurutma sisteminde daha sağlıklı ve kaliteli bir şekilde kurutma işlemi gerçekleştirmiştir [15].

Topçu A. (2018), çalışmasında alışveriş merkezlerinde kullanılmakta olan ısı pompalarını incelenmiş, tek kademeli buhar sıkıştırmalı ısı pompası çevrimi için enerji ve ekserji analizleri yapmıştır. Elde edilen sonuçlardan soğutucu akışkan R134a'nın R410a'ya göre performans katsayısının daha yüksek olduğu, toplam tersinmezlik değerlerinin ise daha düşük olduğu sonucuna varmıştır [16].

Horzum F. (2018), TKIP sistemi üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışma Antalya' da bulunan bir otelin lojmanına kurulan TKIP sistemine ait veriler termodinamiksel bakış açısı ile yorumlanmıştır. TKIP kurulmadan önce ve kurulduktan sonraki ısıtma, soğutma ve sıcak su üretimi için harcanan yakıt ve elektrik tüketimleri incelenmiştir. TKIP kurulduktan sonra ilk yatırım maliyeti ve elektrik tüketimi hesaplandığında sistemin geri ödeme süresinin 7.3 yıl olduğu bulunmuştur [17].

Balbay A. (2007), çalışmasında TKIP vasıtasıyla yer ve köprü örnek blokları üzerindeki buz veya karın eritilmesi için sayısal ve deneysel bir çalışma yapmıştır. Deneysel sistem, yer altındaki ısıdan yararlanarak buzun/karın eritilmesi için dikey tip toprak ısı değiştiricisi, ısı pompası ve köprü/yer bloklarından oluşmaktadır. Fluent 6.2 yazılımıyla, üç boyutlu Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yazılımı kullanılarak sayısal çalışma ile deneysel çalışma kıyaslanmıştır. Sondaj ünitelerinin çalıştırılması durumunda, her 30 m sondaj derinliği için yer bloğunun ortalama yüzey sıcaklığındaki artı 0.5 ºC olurken, köprü bloğunun ortalama yüzey sıcaklığındaki artı 0.4 ºC olarak elde edilmiştir [18].

Acar G. (2009), çalışmasında, Denizli bölgesinde en uygun ısı pompası uygulama değerlerinin hangi tip toprakta ve derinlikte olduğu ve bunların zamanla nasıl değiştiğine ilişkin verilerin elde edilmesi üzerine çalışma yapmıştır. TKIP'sının farklı uygulamaları da deneysel olarak yapılmıştır [19].

Dikici A. (2004), çalışmasında Elazığ'da evlerin ısıtılması amacıyla güneş, hava, toprak kaynaklı ısı pompası deney seti kurmuştur. Yapılan ekonomik analiz sonuçlarına göre ısı pompası sistemleri içerisinde en karlı yatırımın TKIP sistemleri olduğu sonucuna varılmıştır [20].

Süzer B. (2001), çalışmasında İstanbul'da bir villanın ısıtılıp soğutulmasında toprak kaynaklı ısı pompası kullanılmıştır. Bu doğrultuda uygulama yapılacak yerin ısı kazancı ve ısı kaybı hesaplamaları yapılmıştır. Diğer ısı pompası sistemleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, TKIP diğer sistemlere göre ilk kurulum maliyeti yüksek çıkmıştır ancak işletme maliyeti diğer sistemlere göre daha düşük çıkmıştır. Hava kaynaklı sistemin ise düşük hava sıcaklıklarında problemli olduğu ortaya çıkmıştır [21].

Kural A.K. (2012), çalışmasında Malatya koşullarında bir binada TKIP, klima ve doğalgazlı sistemle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada, sadece ısıtma yapabilen doğalgazlı sistemlere soğutma yapabilmeleri amacıyla soğutma grubu sistemi eklenmiştir. TKIP'nda ve doğalgazlı sistemde iklimlendirme, yerden ısıtma ve soğutma ile yapılması; merkezi klima sisteminde ise hava kanalları ile yapılması planlanmıştır. Tüm bu sistemlerin ilk yatırım maliyetleri ve işletme giderleri hesaplanmış, elde edilen veriler ışığında geri ödeme süreleri bulunmuştur. Bulunan geri ödeme süreleri ile ısıtma ve soğutmanın birlikte yapılması göz önünde bulundurulduğunda, TKIP'sının diğer sistemlerden daha avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır [22].

Ünal F. (2014), çalışmasında Mardin'in Midyat ilçesinde 120 m^2'lik bir alanda güneş enerjisi destekli dikey TKIP sistemi kurmuştur. Ardından ısıtma ve soğutma sezonu için deneysel çalışmalar yapmış ve sonuçları incelenerek sisteme enerji, ekserji ve eksergoekonomik analiz yapmıştır [23].

Alkan R. (2014), Isparta koşullarında konut ısıtması için TKIP'nın alternatif soğutucu akışkanlar için termodinamik ve termoekonomik yönden çalışma yapmıştır. Isı değiştiricisi alanının ve sistem veriminin en iyi olduğu koşullar belirlenmiştir. Sonuç olarak, R600a soğutucu akışkanının diğer alternatifler arasında en iyi performansa sahip olduğu bulunmuştur. R600a soğutucu akışkanının ardından sırasıyla R22, R134a, R290, R410A ve R404A soğutucu akışkanlarının en iyi performansa sahip olduğu sonucuna varılmıştır [24].

Esen vd (2007) tarafından, Elazığ şartlarında yatay TKIP sistemi kurulmuştur. Ardından deneysel olarak test odasında çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. İlaveten sistemde sayısal analiz uygulaması gerçekleştirmişlerdir [25].

Özgener vd., İzmir'deki Ege Üniversitesi'nde kurulan düşey U-borulu TKIP sisteminin ekserji ve ekonomi analizi uygulaması yapmışlardır. Sonucunda sistemdeki tersinmezlikleri elde etmişlerdir [26].

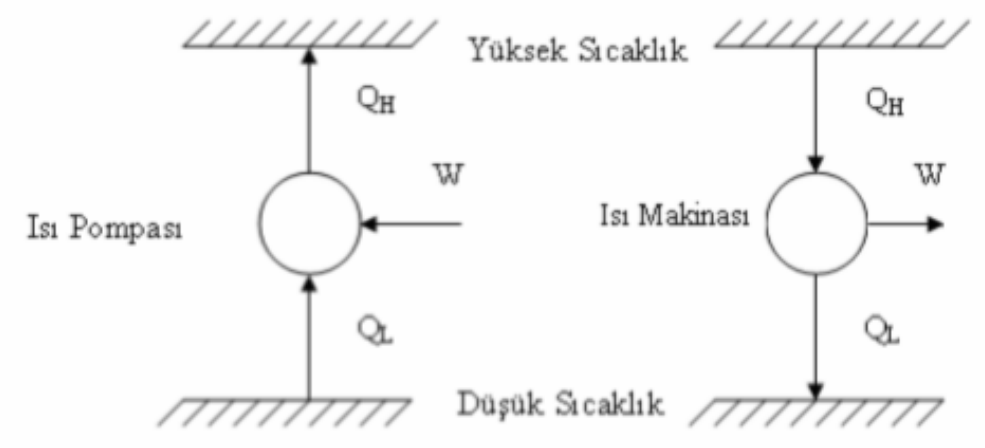
Bu çalışmada, 2 bölgede yer alan Sakarya'daki 480 m^2'lik bir binanın ısıtılması amacıyla, dikey TKIP sistemi tasarlanmıştır. Önce TS 825'e göre binanın toplam ısı transfer katsayısı hesaplanmıştır. Bin yöntemi kullanılarak binanın toplam ısı kaybının hesaplanmasının ardından ısıtma çalışma faktörü hesaplanarak, sondaj uzunluğu ve sistemin maliyetleri bulunmuştur. Çalışma, bu binanın ısıtılmasında, ısı pompası ve diğer mevcut sistemlerin kullanılması durumunda karşılaştırmalı olarak ekonomik analizin yapılması ile sonuçlandırılmıştır.

BÖLÜM 2. TEORİK ÇALIŞMA

Teorik çalışmada çevrimler açıklanmış ve ısı pompası sisteminin performans analizi uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çevrimlerde tablolar üzerinden ısı pompası sistemi açıklanmış, hangi noktalarda neler olduğu anlatılmıştır. Performans analizinde ise; önce kütlesel debi oradan ısı pompası buharlaştırıcısının çektiği, yoğuşturucudan alınan ısı miktarları incelenmiştir. Ardından kompresöre verilen güç incelenip, son olarak COP kavramı anlatılmıştır.

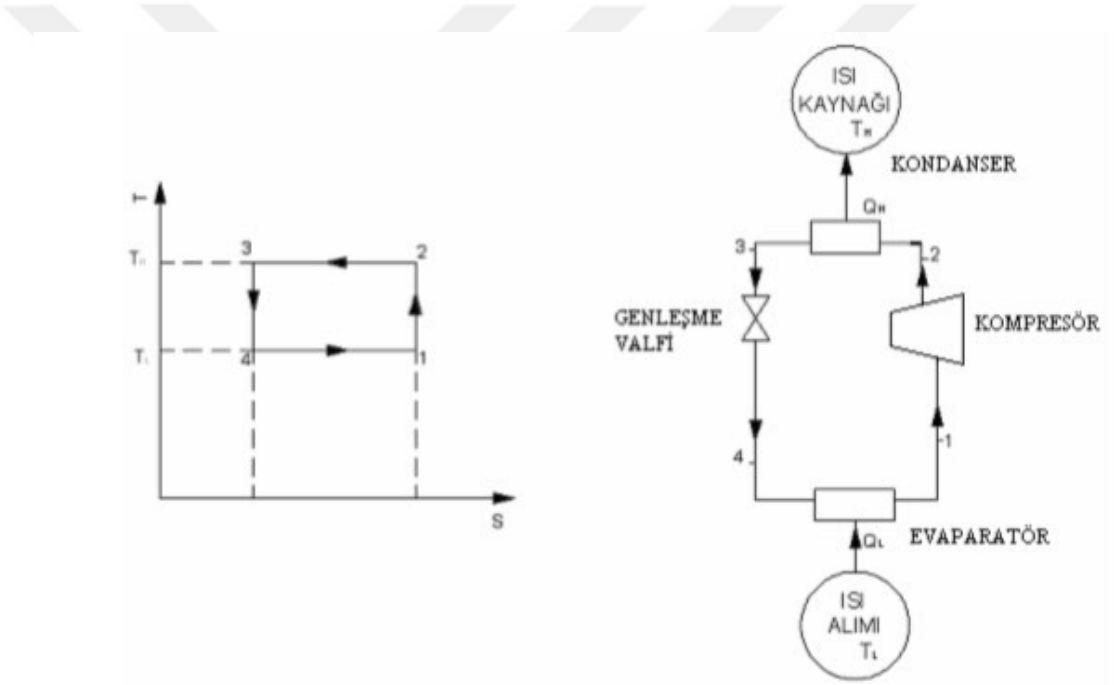
2.1. Isı Pompası Teorisi (İdeal Carnot Çevrimi)

Bir süreci tanımlamak amacıyla termodinamik çevrimi kullanan ilk kişi Carnot'tur ve bunu 1824 yılında yapmıştır. Isı makinası, ısı pompasının tam tersi şeklinde de düşünülebilir. Isı makinesi, ısıyı yüksek olandan alır ve daha düşük ısısı olana aktarmaktadır ve bu şekilde iş elde etmiş olur. Isı pompası ise, ısıyı düşük olandan alıp yüksek olana aktarabilmesi için dışarıdan bir etkiye yani sisteme iş yapılması gereklidir. Şekil 2.1'de ısı pompası ve ısı makinesinin termodinamik modeli verilmiştir.



Şekil 2.1: Isı pompası ve ısı makinasının termodinamik modeli [27]

Eğer bu makineler tersinir iseler kolaylıkla anlaşılacağı üzere, ikisinin de verimliliklerinin sonlu bir sınırları vardır. Normalde Q_H/W oranı her iki husus için de eşittir. Eğer bu şekilde olmuş olmasaydı, her iki makineyi bir araya getirerek sürekli bir hareket makinesi elde edilmiş olunurdu. Isı makinesinde bu oran W/Q_H'dır ve termal verimlilik şeklinde de anılmaktadır. Isı pompasında ise Q_H / W şeklinde yazılmaktadır. Bu COP veya performans katsayısı olarak adlandırılmaktadır. Şekil 2.2'deki Carnot çevrimi iki ısı arasında çalışmakta olan basit bir ısı pompasını göstermektedir. Isı izotermal olarak T_H sıcaklığında dağıtılmaktadır ve T_L sıcaklığında izotermal olarak alınmaktadır. Genişleme ve kompresyon izantropik olarak yapılmaktadır ve kompresör dışarıdan tahrik edilmektedir.

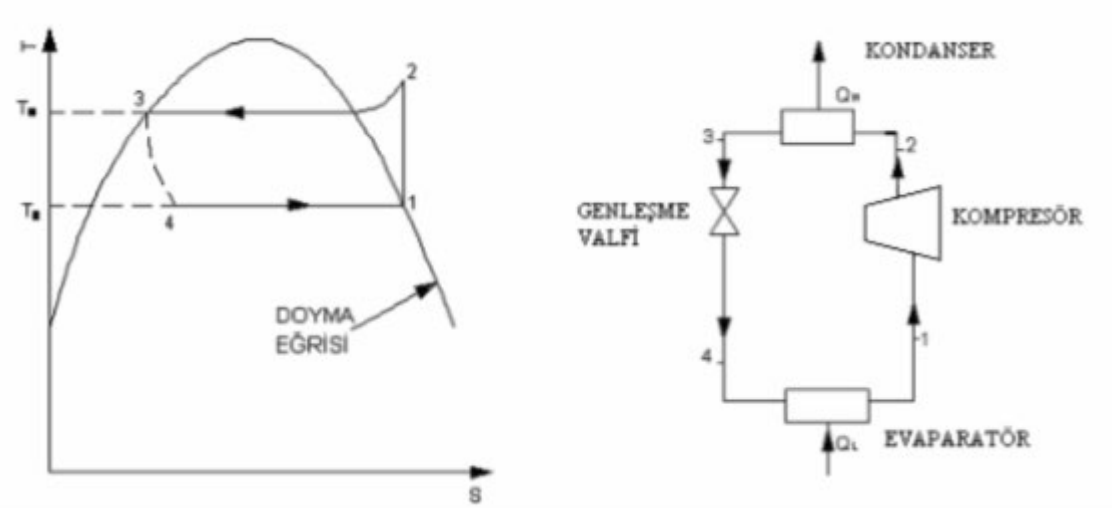


Şekil 2.2: İdeal Carnot çevrimi [27]

2.2. Buhar Sıkıştırmalı Çevrim

Carnot çevrimine yaklaşabilmek, yani daha iyi bir ısı pompası için, ısı alımının ve dağıtımının olabildiğince izotermal koşullar içerisinde gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu noktadan sonra, gerekli basınç ve sıcaklıkta, faz değiştirebilecek bir soğutucu akışkanın seçilmesi gerekmektedir. Soğutucu akışkanın buharlaşmasıyla beraber ısıyı alacak, yoğuşma ile ısıyı dağıtacaktır. Bunlar, çevrimin izotermal olması gereken bölümleri

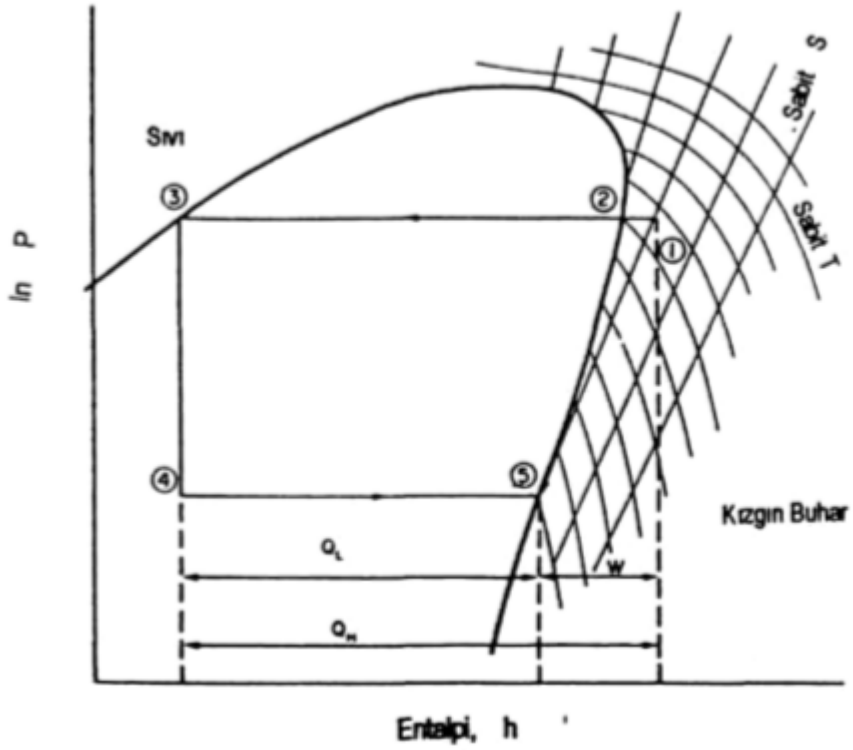
kapsamaktadır. Bugün piyasada bulunan kompresör çeşitlerinin mekanik sınırlamalarından dolayı, döngüde kompresöre kuru buhar gönderilmektedir. Gereken önlemin alınmadığı taktirde, kompresöre büyük miktarlarda sıvının girmesi kompresörü tamamıyla bozabilir. Şekil 2.3'te buhar sıkıştırmalı çevrim gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Buhar sıkıştırmalı çevrim [27]

Şekil 2.3'te buhar sıkıştırmalı çevirimde kullanılan genişleme vanası dışarıdan ayarlanabilir değişken bir nozul veya gereken kontrol miktarına göre ayarlanmış bölümlerden de oluşabilmektedir. Şekil 2.3'te genişleme sırasında bir miktar kayıp iş vardır bu durum da COP miktarının azalmasına sebebiyet vermektedir. Fakat yapılan araştırmalar sonucu bu kayıp işin elde edilmesinin maliyeti oldukça arttıracağını ve makinenin kullanılmasının sonucunda elde edilecek COP değerindeki artışın karşılanamayacağını göstermektedir. Kısılma vanası çevrimi ''tersinmez'' yapmaktadır. Bu nedenle T-S diyagramında kesik çizgi ile gösterilmektedir. Kısılma işlemi adyabatiktir. Çevrim Şekil 2.4'te ln p-h diyagramına konursa; yüksek basınçlı buharın, kompresörü (1) noktasında bıraktığı görülmektedir. İzantropik eğrilerden dolayı kondanser basıncına ulaşan buhar, aşırı ısındığı için (2) noktasında yoğuşmaya başlamadan önce sabit basınçta soğutulması gerekmektedir. (2) ve (3) noktaları arasında sabit sıcaklıkta hiç buhar kalmayacak şekilde yoğuşma gerçekleşmektedir. Adyabatik genişleme Şekil 2.4'te (3) ve (4) eğrisi ile görülmektedir. Genişleme sabit entalpi doğrusu boyunca oluşmaktadır. Buharlaşma (4) ve (5) doğruları boyunca sabit sıcaklık ve basınçta

oluşmaktadır. Şekil 2.4'ten de anlaşılacağı üzere akışkan, genişleme bittiğinde iki fazlı akım şeklinde çıktığı görülmektedir ve buhar olarak çıkan akışkan kayıp anlamına gelmektedir, bazı durumlarda akışkanın yarısı buhar şeklinde çıkabilmektedir. (5) ila (1) noktaları arasında ise izantropik kompresyon gerçekleşmektedir. Fakat uygulamada bu elde edilemediğinden ve ideal çevrim gerçekleştirmeye uğraşmamıza karşın tersinmez genişleme nozulunden dolayı Şekil 2.4'te de görüleceği üzere Carnot çevriminin verimine ulaşamamaktadır.



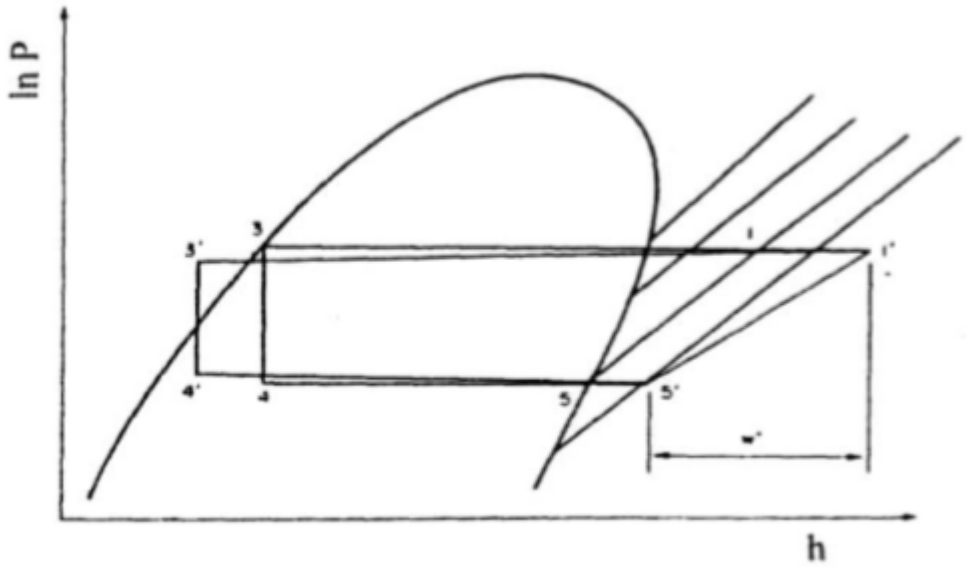
Şekil 2.4: İdeal buhar sıkıştırmalı çevrim ln (P-h) diyagramı [27]

2.3. Gerçek Çevrim

Önceki bölümde anlatılan çevrim uygulamadaki sınırlandırmalardan bahsediyor olsa da çevrimde kullanılan elemanların %100 verimle çalıştığını kabul etmektedir.

Isı pompası çevriminde temel eleman kompresördür. Daha önce de bahsedildiği üzere sıkıştırılan akışkanın kuru buhar fazında olması gerekir, bundan dolayı akışkan Şekil 2.5'te gösterildiği üzere 5′ noktasına kadar ısıtılmaktadır. Bu ısıtma işlemi kompresöre sıvı akışkan girme riskini azaltmaktadır. Ancak bu durum bazı dezavantajlara neden olur.

İlk olarak kompresöre daha düşük yoğunlukta buhar girdiğinden ötürü kompresörün boyutlarında artış meydana gelmektedir. Ayrıca akışkanın kompresörden çıkış sıcaklığının artmasından dolayı çıkış valfi zarar görebilir.



Şekil 2.5: Gerçek çevrim [27]

Soğutucu akışkan ve kompresör arasındaki ısı alışverişinden ve kompresörün içinden geçen akışkan kaynaklı tersinmezliklerden dolayı, entalpi olması gerekenden daha fazla yükselmektedir. Bu durum yüksek çıkış sıcaklığına neden olmaktadır. Bu nokta Şekil 2.5'te (T) noktası ile gösterilmektedir. Artışın miktarı kompresörün ''izantropik verimi'' ile tanımlanmaktadır. Pratikte kullanılan kompresör tarafından artan entalpi W, izantropik kompresör için gereken entalpi W* ise;

İzantropik verim = W / W*

Kompresör verimini belirlemek için iki yöntem daha vardır. Mekanik verim, şafta uygulanan işin ne kadarının akışkana aktarıldığını tanımlamaktadır.

Mekanik Verim = kompresöre verilen güç / (kütle akış oranı x entalpi artışı)

Mekanik verim, genellikle %95 olarak kabul edilmektedir. Tanımlanan iki verim de uygulamadaki sistemin COP değeri hesaplanırken göz önünde bulundurulmalıdır. Son olarak sistemin COP değerine etkisi olmayan ancak kompresör boyutlarını belirlemek

amacıyla kullanılan, dolayısıyla da ilk yatırım maliyetine etkiyen ‘’volumetrik verimden’’ bahsedebiliriz. Volumetrik verimi de %95 kabul edebiliriz [27].

Kompresörün dışında, diğer elemanlarda da verim kaybı vardır. Akışkanın toplanıp izolasyonlu alan oluşturmasını önlemek amacıyla akışkan hızı yüksek tutulduğundan dolayı akışkanın ısı değiştiricilerinden geçmesiyle birlikte bir miktar basınç kaybı oluşmaktadır. Bu basıncın düşmesi, Şekil 2.5’te de gösterildiği gibi ısı değiştiricilerinin izotermal performansını düşürmektedir. Bunun sisteme etkisi çok az olduğundan ötürü ihmal edilebilir.

Aşırı soğutma ideal çevrimden uzaklaşmanın diğer bir sebebidir. Genişleme işlemi ideal bir çevrimde kondenser çıkışı doymuş sıvı doğrusu üzerinde başlamaktadır. Şekil 2.5’te (3) noktası ile gösterilmektedir. Ancak genişleme valfi ile kondenser arasında oluşan herhangi bir basınç kaybı, valftin performansını düşürerek buharlaşmaya neden olabilir. Bundan dolayı akışkanı 3′ noktasında olduğu gibi bir noktaya kadar soğutmak en uygun çözümdür. Bu soğutma işlemi ek olarak evaparatöre giren buhar hacmini düşürecektir. Bu soğutma işlemini yapabilmek için daha düşük sıcaklıkta uygun bir ısı kaynağı gerekmektedir. Bunun için uygun bir çözüme ihtiyaç vardır. (3) noktasına kadar soğutmak için alınan ısı, (5) noktasındaki doymuş buharı ısıtmak amacıyla kullanılır. Yapılan bu ısı değiştirme işlemi COP’yi direkt olarak etkilememektedir. Çünkü Şekil 2.5’te görülen 3 ila 3′ noktaları arasında alınan ısı 5 ila 5′ noktaları arasında tüketilmektedir.

Aynı mekanik parçalara sahip olan ısı pompaları ve soğutma sistemlerindeki tek fark kullanım amaçlarıdır diyebiliriz. Isı pompalarının kullanım amacı, ısıtma ihtiyacı duyulan aylarda düşük sıcaklıktaki ısı kaynağından ısıyı çekerek, çekilen bu ısıyı yüksek sıcaklıktaki ısıtmak istenilen bölgeyi ısıtmak amacı ile kullanılmaktadır.

Isı pompaları konfor amaçlı da kullanılmaktadır. Kışın gerekli ısıtmayı, yazın ise gerekli soğutmayı sağlayacak şekilde tasarlanırlar. Isı pompaları kış aylarında sıcaklığı düşük olan dış ortamdan, sıcaklığı yüksek olan iç ortama ısı pompalamaktadırlar. Bu durum yazın ise tam tersidir. Yani iç ortamdaki ısıyı tam tersi olarak dış ortama aktarmaktadırlar. Bahsedilen dış ortam, yer altı-yer üstü suları, hava ile toprak manasını taşımaktadır. Oldukça yaygın şekilde kullanılan split klimalar kış aylarında ortamı ısıtırken enerji kaynağı olarak dışarıdaki havayı kullanmaktadırlar. Bu durum yazın ise şu şekilde

olmaktadır; içeride birikmiş olan ve insanı rahatsız eden bu ısı, yine bu cihazlar tarafından daha sıcak olan dışarıya pompalanmaktadır. Buradaki kritik husus, ısı pompalarının verimlilikleri enerji pompaladıkları dış ortamın sıcaklığına göre büyük değişim göstermektedir. İnsanların rahatça konfor içerisinde yaşamaları için gereken sıcaklık birkaç derece toleransı olmakla birlikte 24 ºC'dir. Kışın çok ısınmak istediğimizde dış ortamın hava sıcaklığı en düşük seviyelerdedir. Bu durum yaz aylarında ise tam aksi şekilde olup iç ortamdan dış ortama ısı atmak isteriz, bu durumda ise dış ortamın hava sıcaklığı en yüksek seviyelerdedir. Yani her iki durum içinde dış ve iç ortam arasındaki sıcaklık farkı maksimum seviyelere ulaşmaktadır, bu durumda ısı pompaları için düşük verim anlamına gelmektedir. Hava sıcaklığı bütün bir yıl boyunca başka doğal ortamlarla kıyaslandığında oldukça fazla değişim göstermektedir. Diğer bahsedilen yer üstü ve yer altı suları, toprağın sıcaklığı, hava ile karşılaştırıldığında daha az değişiklik göstermektedir. O halde amaç bu sistemlerin kullanımını desteklemek olmalıdır. Çünkü bu sistemler hava kaynaklı sisteme göre daha verimlidir. Bu sistemlerin kullanımı dünyada gün geçtikçe artmaktadır. Enerji tasarrufuna yardımcı olmak ve bu sistemlerin gelişmesini desteklenmeli ve ülkemizde de kullanılmasını arttırmalıdır.

2.4. Isı Pompası Sisteminin Performans Analizi

Isı pompasının performansı COP ile ölçülmektedir ve verim katsayısı denmektedir. Yani elde edilen enerjinin tüketilen enerjiye oranıdır. Denklem 2.1'de soğutucu akışkanın kütlesel debisi gösterilmiştir. Soğutucu akışkan debisi; ısı pompasının buharlaştırıcısının çektiği ısı miktarını ve yoğuşturucusundan alınan ısı miktarını, kompresöre verilen gücü bulurken bilinmesi gereken bir kavramdır. Aşağıdaki denklem 2.1'de gösterilmektedir.

$$\dot{m}_f = \frac{n_v . V_s . S_d}{v_{\text{öz}} . 60} \tag{2.1}$$

Burada;

$\dot{m}_f$: Sistemde bulunan soğutucu akışkanın kütlesel debisi [kg/s],

V_s: Kompresörün strok hacmi [m^3/dev],

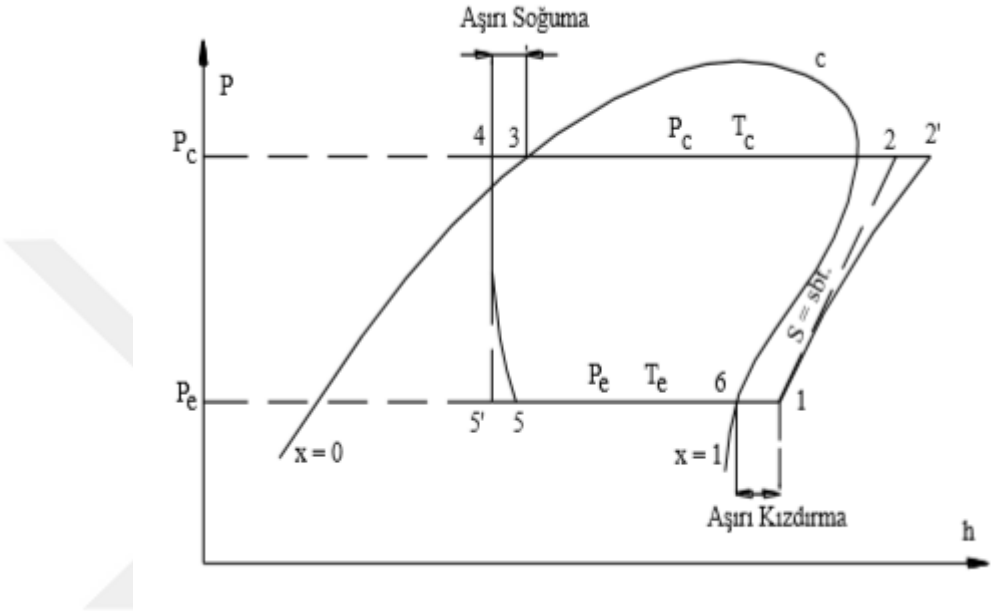
n_v: Kompresörün hacimsel verimi,

S_d: Kompresörün devir sayısı [dev/dk],

$v_{öz}$: Kompresörün girişinde soğutucu akışkanın özgül hacmi [m^3/kg] olarak tanımlanmıştır.

Isı Pompasının Yoğuşturucusundan Alınan Isı Miktarı;

$$Q_c = \dot{m}_f(h_2 - h_3) \tag{2.2}$$



Şekil 2.6: Isı pompasının P-H diyagramı [27]

Isı pompasının çevrim hesabında Şekil 2.6'da gösterilmiş olan diyagram baz alınır. Bu ısı pompası çevriminde 1–2′ tersinir adyabatik sıkıştırma, 1–2 adyabatik olmayan tersinir sıkıştırma, 2–4 sabit basınçta yoğuşma, 4–5′ sabit entalpide genleşme, 4–5 sabit olmayan entalpide genleşme ve 5–1 sabit basınçta buharlaşmayı ifade etmektedir. Üstelik diyagramda 3–4 arası aşırı soğuma ve 6–1 arası aşırı kızdırma gerçekleşmektedir.

Denklem 2.1'de açıklanan soğutucu akışkanın debisi bulunduktan sonra COP'yi bulmak için sisteme verilen gücü ve elde edilen enerjiyi bulmak gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki Denklem 2.3 ve 2.4 gösterilmektedir. Son olarak COP, elde edilen enerjinin tüketilene oranlanmasıyla bulunmaktadır. Denklem 2.6'da gösterilmektedir. Birimleri ile birlikte alt kısımda açıklanmaktadır.

Isı Pompası Buharlaştırıcısının Çektiği Isı Miktarı;

$$Q_c = \dot{m}_f(h_1 - h_5) \tag{2.3}$$

Isı Pompası Kompresörüne Verilen Güç;

$$\dot{W}_{komp} = \frac{\dot{m}_f(h_2 - h_1)}{n_m} \tag{2.4}$$

Isı Pompasının Performans Katsayısının Hesabı;

$$COP = \frac{\dot{Q}_C}{\dot{W}_{sis}} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}.n_m \tag{2.5}$$

Sistemlerin Performans Katsayısının Hesabı;

$$COP_{sis} = \frac{\dot{Q}_C}{\dot{W}_{sis}} \tag{2.6}$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Burada $\dot{W}_{sis} = \dot{W}_{komp} + \dot{W}_{fanlar} + \dot{W}_{sp}$'dir.

Burada;

Q_c: Yoğuşturucunun verdiği ısı [kJ/s],

h_2: akışkanın kompresör çıkışındaki entalpisi [kJ/kg],

h_3: Akışkanın yoğuşturucu çıkışındaki entalpisi [kJ/kg],

Q_c: Buharlaştırıcının çektiği ısı miktarı [kJ/s],

h_1: Akışkanın buharlaştırıcı çıkışındaki entalpisi [kJ/kg],

h_5: Akışkanın buharlaştırıcı girişindeki entalpisi [kJ/kg],

$\dot{W}_{komp}$: Kompresöre verilen güç [kW],

$\dot{W}_{sp}$: Sirkülasyon pompalarına verilen güç [kW] olarak tanımlanmıştır.

BÖLÜM 3. TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI

Bu bölümde materyal metot bölümüne giriş yapmadan önce toprak kaynaklı ısı pompası anlatılacaktır. Sistemin çalışma şekli, elemanları ve sistemde dikkat edilmesi gereken hususlardan bahsedilecektir.

3.1. Isı Pompası Kullanımı

Isı pompaları ve soğutma sistemlerinde bütün mekanik parçaların birebir aynısı olan iki sistem ele aldığında bunların tek farkı kullanım amaçlarından başka bir şey değildir. Isı pompalarının kullanımındaki asıl sebep, kış aylarında düşük sıcaklıktaki ortamdan ısıyı çekerek, bu ısıyı yüksek sıcaklıktaki ortamı ısıtmakta kullanmaktadır.

Konfor amacıyla kullandığımız ısı pompaları, kış aylarında istenilen ısıtmayı, yaz aylarında ise istenilen soğutmayı sağlayacak şekilde tasarlanırlar. Daha önce bahsedildiği gibi ısı pompaları kış aylarında dışarıdaki düşük sıcaklıktaki ortamdan; yüksek sıcaklıktaki iç ortama ısıyı pompalamaktadırlar. Yazın ise tam tersi olarak iç ortamdaki ısıyı dış ortama atmaktadırlar. Burada bahsedilen dış ortamdan kasıt, yer altı ve yer üstü suları, hava ile toprak anlamını taşımaktadır. Çokça kullanılan split klimalar dışarıdaki havayı kış aylarında ısıtma yaparken enerji kaynağı olarak kullanmaktadırlar. Yaz aylarında ise soğutmak istediğimiz ortamda birikmiş olan ve insanın konforunu etkileyen ısıyı gene bu makineler daha sıcak olan dışarıya atmaktadırlar. Burada en dikkat edilmesi gereken konu, ısı pompalarının verimlilikleri enerji pompaladıkları dış ortamın sıcaklığına göre büyük değişim göstermektedir. İnsanların rahatça konfor içerisinde yaşamaları için gereken sıcaklık birkaç derece toleransı olmakla birlikte 24 ºC'dir. Kışın çok ısınmak istendiğinde dış ortamın hava sıcaklığı en düşük seviyelerdedir. Bu durum yaz aylarında ise tam aksi şekilde olup iç ortamdan dış ortama ısı atmak isteriz, bu durumda ise dış ortamın hava sıcaklığı en yüksek seviyelerdedir. Yani her iki durum içinde dış ve iç ortam arasındaki sıcaklık farkı maksimum seviyelere ulaşmaktadır, bu

durumda ısı pompaları için düşük verim anlamına gelmektedir. Hava sıcaklığı bütün bir yıl boyunca başka doğal ortamlarla kıyaslandığında oldukça fazla değişim göstermektedir. Diğer bahsedilen yer altı ve yer üstü suları, toprağın sıcaklığı hava ile kıyaslandığında daha az değişiklik göstermektedir. O halde amaç; bu sistemlerin kullanımını desteklemek olmadır. Çünkü bu sistemler hava kaynaklı sistemlere göre daha verimlidir. Bu sistemlerin kullanımı dünyada gün geçtikçe artmaktadır. Enerji tasarrufuna yardımcı olmak ve bu sistemlerin gelişmesini desteklemeli ve ülkemizde de kullanılmasını arttırmalıyız.



Şekil 3.1: Avrupa'da Isı Pompası Ve Talep Miktarları [27]

3.2. Isı pompalarının tanımı ve Sınıflandırılması

Isı pompaları bilindiği üzere düşük sıcaklıktaki bir ortamdan alıp ısıyı, yüksek sıcaklıktaki istenilen başka bir ortama ileten makinelerdir. Isı pompalarını hem soğutma hem de ısıtma uygulamalarında kullanabiliriz. Çünkü ısının iki ortam arasındaki taşınım yönünü değiştirebiliriz. Günümüzdeki çoğu uygulamalarda ısıtma ve soğutma için ayrı ayrı sistemler kullanılmaktadır. Bu durum ilk yatırım maliyetlerini arttırmaktadır. Fakat ısı pompaları için bu durum geçerli değildir. Isı pompalarında hem ısıtma hem soğutmayı tek bir sistemde elde edebilmekteyiz. Ayrıca ısı pompaları, diğer soğutma ve ısıtma sistemleri ile karşılaştırıldığında, ısı pompalarının işletim maliyeti daha ucuzdur.

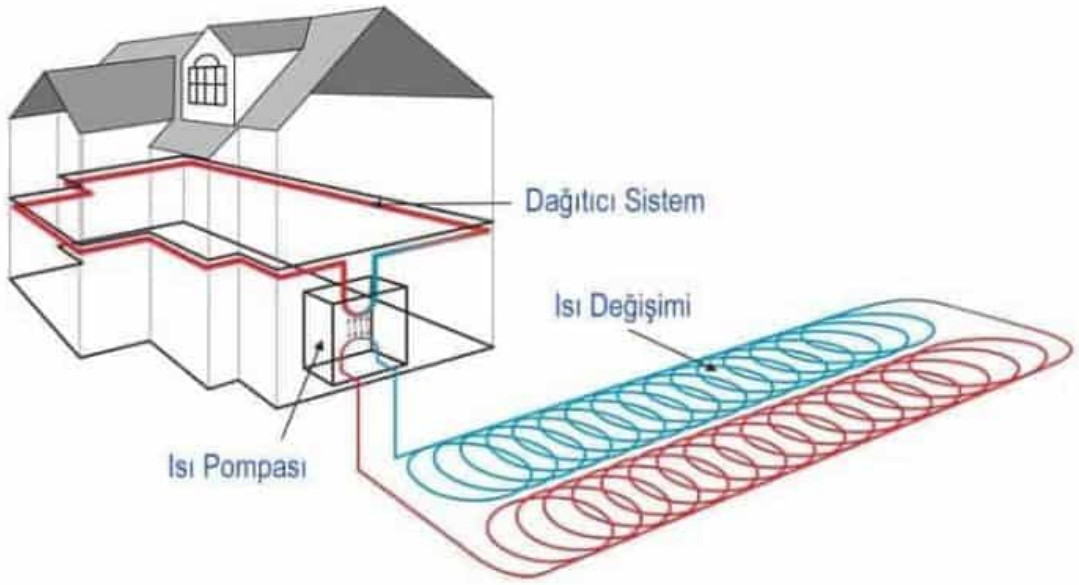
Isı pompaları, temelde üç ana başlıkta sınıflandırılmaktadır [28]:

- Termodinamik çevrimlerine göre ısı pompaları. Örneğin; buhar sıkıştırmalı, absorbsiyonlu, jet buhar püskürtmeli, Rankine/buhar sıkıştırmalı ısı pompaları [29]

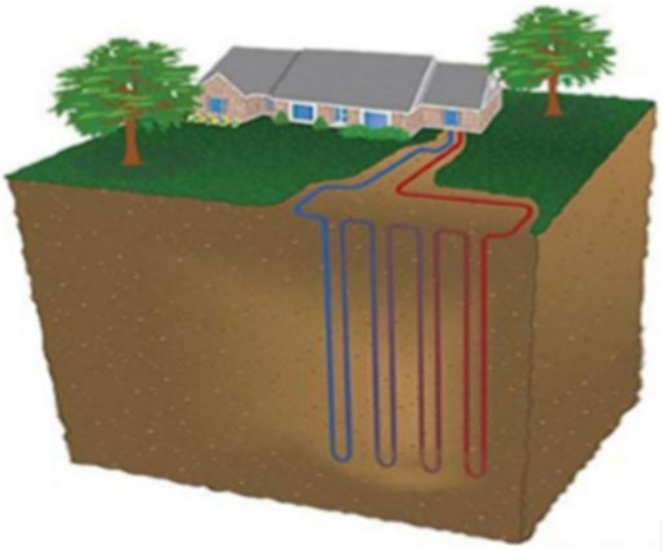
- İşletme çevrimlerine göre ısı pompaları. Örneğin; su-hava, hava-su, hava-hava ısı pompaları
- Isı kaynaklarına göre ısı pompaları. Örneğin; hava kaynaklı, su kaynaklı, toprak kaynaklı ısı pompaları

3.3. Toprak Kaynaklı Isı Pompaları

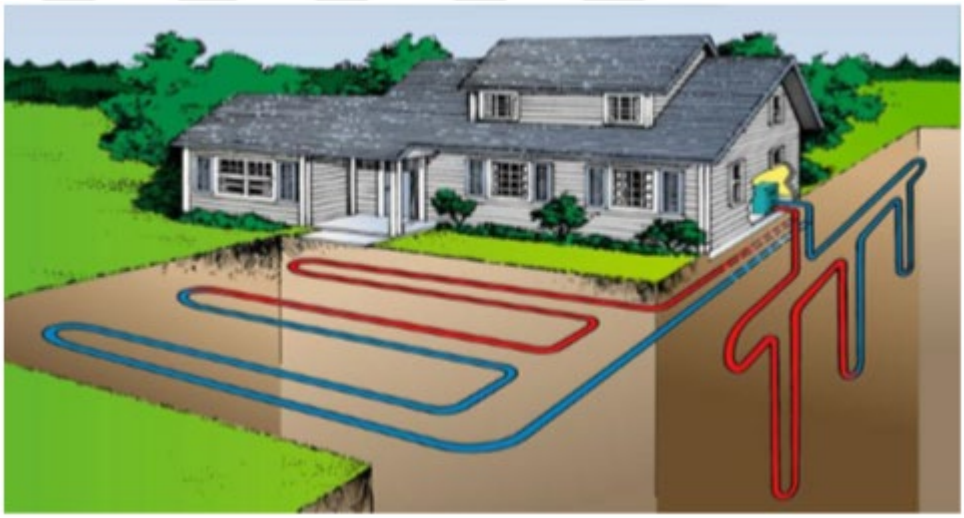
Bu tip ısı pompası sistemi toprağı ısı çukuru veya ısı kaynağı olarak kullanmaktadır ve bu sisteme TKIP adı verilmektedir. Bu tip ısı pompaları toprak bağlantısını toprak ısı değiştiricisi vasıtasıyla kurmuştur. Temelde iki tip uygulaması vardır. Bunlar: yatay ve dikey yerleşimdir. Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te bu iki tip uygulama görülmektedir.



Şekil 3.2: Yatay tip boru döşeme sistemi [30]



Şekil 3.3: Dikey tip boru döşeme sistemi [31]



Şekil 3.4: Yatay ve dikey tip boru döşeme sistemi [31]

Güneşin önemi insanoğlu için tartışılmazdır. Kullanılan bütün enerji kaynakları güneş enerjisinden türetilmiştir. Fakat kararsız yapısından dolayı bu enerjinin doğrudan depolanması ve kullanılması maliyetli ve zordur. Yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık yarısını yeryüzü yutarak bünyesinde barındırır. Bundan ötürü yeryüzü, güneş enerjisini depolayarak kış aylarında dışarıdaki havadan daha düşük sıcaklıklara, yaz aylarında ise dışarıdaki havadan daha yüksek sıcaklıklara sahip bir enerji kaynağı olarak önümüze gelmektedir. Toprak kayaklı ısı pompalarının tasarlanma amacı, güneş

ışınlarının yeryüzüne ulaşmasıyla yeryüzünde depolanan ısı enerjisini istenilen bölgelere aktarmaktır. Bu tip ısı pompası sistemi diğer ısı pompası sistemlerinden farklı olarak, toprak ile ısı taşıyan akışkan bir toprak ısı değiştiricisi kullanılarak birleştirilmesidir.

Toprak ısı değiştiricileri toprağın içine düşey veya yatay şekilde yerleştirilebilirler. Düşey ısı değiştiricileri genelde 20-100 m, yatay ısı değiştiriciler ise yerin 1-3 m derinliğe yerleştirilmektedirler. Toprağın ısı kaynağı şeklinde kullanılması, su ve hava kaynaklı sistemlerle karşılaştırıldığında daha maliyetlidir.

Toprak ısı değiştiricisi, toprak altına yerleştirilen borular sistemine denir. Bu borular sayesinde çevrimin atık ısısı, ısı taşıyıcı akışkandan toprağa veya toprağın ısısı, ısı taşıyıcı akışkana transfer edilir. Toprak altına gömülen bu borularda doğrudan soğutucu akışkanın kullanılması soğutucu akışkan ihtiyacının artmasına sebebiyet vermektedir. Bunun sonucunda, soğutucu akışkanın maliyetli olması sebebiyle, çoğunlukla ısı taşıyıcı akışkan olarak boru içerisinde su ve antifriz karışımı dolaşmaktadır.

Toprak ısı değiştiricisinin boyutlandırılmasını ve seçimini etkileyen; toprağın yoğunluğu, gömme derinliği, bileşimi ve içerdiği nem miktarı gibi faktörlerdir. Tasarım aşaması ile ilgili hesaplamayı güçleştiren; ısı pompası sisteminin çalışması esnasında boruların etrafında belirli bir bölgede ısı alış verişinden kaynaklı toprak özelliklerinin değişime uğraması ve ayrıca toprak özelliklerinin zamanla değişmesi gibi faktörler mevcuttur. Isı pompası yaz aylarında çalıştırıldığında, toprak ısı değiştiricisine yakın yerlerde toprağın ısısı soğutma suyuna aktarıldığından toprağın sıcaklığı düşmektedir. Dolayısıyla toprak özellikleri ve bu bölgedeki nem miktarı değişmektedir. Aynı sebepten ötürü ısı taşıyıcı akışkanın buharlaştırıcıya giriş sıcaklığı da düşmektedir. Bundan dolayı ısıtma tesir katsayısı ve ısı pompası kapasitesi de bu durumdan doğrudan etkilenmektedir. Soğuk iklime sahip yerlerde, ısıtmanın olduğu sürede toprağa gereken ısı girişi olmadığı takdirde, kışın topraktan sürekli olarak çekilen ısı sebebiyle, toprağın donma tehlikesi vardır.

Fakat ısı kaynağı olarak toprak, havaya kıyasla daha ideal sıcaklıklara sahiptir ve sıcaklık değişimi havaya göre daha az yani daha kararlıdır. Ek olarak, TKIP sistemlerinin diğer bir avantajlı yanı salamura-soğutucu akışkanın hava soğutucu akışkana kıyasla daha düşük sıcaklık farkında çalışmasıdır.

TKIP'nın ilk yatırım maliyetinin artmasına sebebiyet veren durum, toprak ısı değiştiricisinin uygun derinliğe yerleştirilmesi için belirli miktarda sondaj ya da hafriyat gideri getirmesidir. Bunun dışında TKIP sistemlerinin kullanılmasını engelleyen diğer bir etken, kullanılması durumunda yatay toprak ısı değiştiricisinin belirli miktarda bahçe alanı gerektirmesidir.

3.3.1. TKIP sisteminin çalışması ve elemanları

TKIP'ları kullanılan yerlerde soğutma, ısıtma ve nem kontrolü sağlamaktadır. Ek olarak, toprak kaynaklı ısı pompaları kurutma işleminde, sıcak su temini gibi başka amaçlarla da kullanılabilmektedir. TKIP sistemlerinde üç ana bölüm bulunmaktadır. Bunlar:

- Isı pompası: Topraktan alınan ısıyı binaya aktaran sistem,
- Toprak ısı değiştiricileri: Toprak ile ısıyı taşıyan akışkanın temasını sağlayarak ısı alışverişini sağlayan boru sistemi,
- Isı dağıtım sistemi: Soğutmak veya ısıtmak istenen alanlar için kullanılan sistemdir.

Ek olarak, bu sistemlerde sıcak su ihtiyacını için sıcak su üreticisi veya binanın sıcak su ihtiyacına destek olmak amacıyla kızgın buhar soğutucusu bulunur. Kış aylarında ısıtma istediğinde ısı, toprak kaynaklı ısı pompası vasıtasıyla toprak ısı değiştiricisinde dolaşan akışkandan çekilir ve sıcak sulu sistemlerle veya hava kanallı sistemlerle binaya aktarılır. Yaz aylarında ise ısı, soğutulacak ortamdan alınarak TKIP vasıtasıyla toprak ısı değiştiricisine oradan da toprağa aktarılır.

3.3.1.1. Toprak kalitesi ve özellikleri

Kuyuyu kapatırken mümkünse daha yoğun bir toprak ile doldurmak daha iyi bir toprak kalitesi elde edilmesini sağlamaktadır. Bu durum mümkün değilse hendekten kazılan toprak belirli bir basınç uygulanarak eski yerine konmalıdır. Toprak ısıl direncinin %20'si, boru çeperinden itibaren ilk 15 cm'lik bir alanda oluşmaktadır. Bundan dolayı toprak ile boru teması mükemmel olmalıdır.

Toprak, TKIP'ları için vazgeçilmez bir kaynaktır. Toprağın ısıl direncini belirleyen üç temel bulunmaktadır. Bunlar; toprağın yoğunluğu, nem miktarı ve toprağı meydana getiren taneciklerin materyal özellikleridir. Kuartz yüksek yoğunluğa sahiptir ve nem

tutma özelliği mevcuttur. Bu yüzden kuartz tercih edilen bir malzemedir. Kil ile bağlantılı bir şekilde bulunmasından ötürü, tercihen killi topraklar seçilmektedir. Toprakta bulunan bazı materyallerin ısıl karakteristikleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Toprak özelliklerinin tipik karakteristik özellikleri [31]

Malzeme	**Isıl Direnç (mC/W)**	**Isıl İletkenlik (W/mC)**
Kuartz	0,11	9,2
Granit	0,25-0,28	4,0-3,6
Kireçli Taş	0,45	2,2
Kum Taşı	0,58	1,57
Mika	1,7	0,59
Islak	4,0	0,25
Kuru	7,0	0,14
Su	1,65	0,60
Hava	41	0,025
Buz	0,78	2,23

Yukarıda daha önce bahsedilen kuyuyu kapatırken dahi iyi bir toprak kalitesi için mümkünse daha yüksek yoğunlukta bir toprak ile doldurulması ve bu durum mümkün değilse hendekten kazılan toprak belirli bir basınç uygulanarak eski yerine konulması gerektiğinden bahsedilmişti. Çünkü toprak ısıl direncinin %20'si, boru çeperinden itibaren ilk 15 cm'lik bir alanda oluşur. Bundan dolayı toprak ile boru teması olabildiğince iyi olmasına özen gösterilmelidir. Tablo 3.2'de çeşitli toprak türlerinin ısıl karakterleri gösterilmiştir.

Tablo 3.2: Çeşitli toprak türlerinin ısıl karakteristikleri [31]

Malzeme	**Isıl Direnç (mC/W)**	**Isıl İletkenlik (W/mC)**
Kum dolgu	2,0	0,5
Nemli kumlu kil	0,8-0,9	1,25-1,11
Sıkı kum	0,8-0,9	1,25-1,11
Nemli kum	0,8-0,9	1,25-1,11
Gevrek kuru kum	1,75	0,57

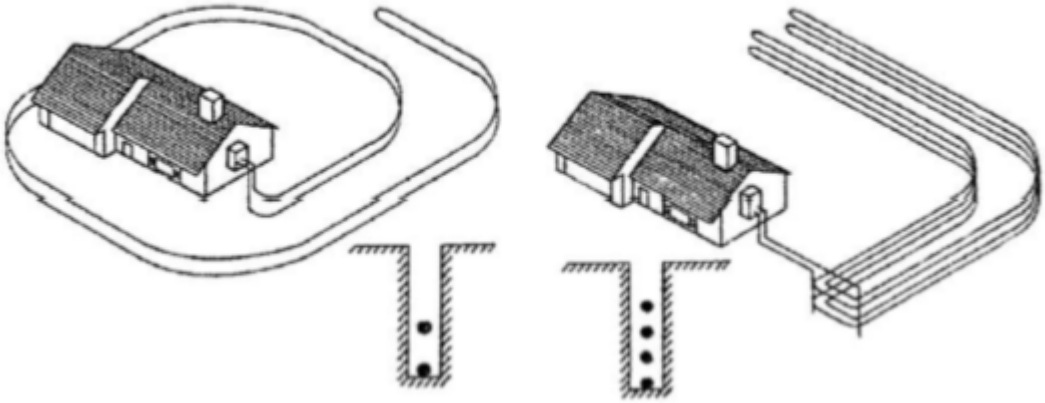
İmal edilen toprak kaynaklı ısı değiştiricilerindeki toprağın altına gömülen borular polietilen malzemeden üretilmedir ve çoğunlukla içerisinde antifriz ve su karışımı

dolaşmaktadır. Bu şekilde karışımı dolaştırmak için ek pompa ve ısı değiştiricisi ihtiyacı kalmamaktadır. Bu sistemlerde bakırdan imal edilen boru sistemleri kullanılmaktadır ve ara ısı değiştiricisine ihtiyaç olmadığından bu sistemler daha verimlidir.

Toprak ısı değiştiricileri, içerisindeki ısı taşıyıcı akışkanın akış geometrisine göre paralel veya seri olarak tasarlanabilirler. Sistemin paralel veya seri olarak tasarlanması, sistemin maliyetini ve etkinliğini, pompalama ihtiyacını etkilemektedir. Seri tipte tek bir akış yolu vardır. Paralel tipte ise birden fazla akış yolu vardır. Her iki akış çeşidinin de pozitif ve negatif yönleri vardır.

Seri sistemin avantajlarından bahsedilecek olunursa; tek bir akış yolunun var olmasından ötürü tek tip ve boyutta boru kullanılabilmesi, boru çapının daha büyük olması sebebiyle birim uzunluktaki borunun ısıl veriminin daha iyi olduğu ve sistemden hava çekmenin paralel sisteme göre daha basit olduğu söylenebilir. Seri sistemin dezavantajları da mevcuttur. Bunlardan bahsedilecek olunursa; boru çaplarının daha büyük olmasından ötürü sistem içinde daha çok ısı transfer sıvısı dolaşımı, işçilik ve boru maliyetinin pahalı olması, boru boyuna ve çapına bağlı olarak akışkan basınç kaybının artması sebebiyle pompalama maliyetlerinin yükselmesi ve bu yüzden toprak ısı eşanjörünün boru uzunluğunun sınırlı olması denilebilir.

Paralel sistemin avantajlarından bahsedilecek olunursa; kullanılan boru çapının daha küçük olmasından ötürü daha az boru giderleri, daha az sirküle olan ısı transfer sıvısı, daha az basınç kaybı, böylece pompalama maliyetlerinin ve işletme giderlerinin daha az olması denilebilir. Paralel sistemin dezavantajlarından bahsedilecek olunursa; dengeli bir akış ve sistem uzunluğu elde etmek için boru hattındaki akış dengesinin sağlanması, sistemin havasının alınmasının zor olması denilebilir.



Şekil 3.5: Seri ve paralel sistem [31]

3.3.1.2. Yatay ve dikey tip boru döşemede kullanılan boru malzemeleri ve özellikleri

Çoğunlukla kullanılan malzemeler bakır ve çelik olmakla birlikte PVC, polietilen ve polibütilenden üretilen plastik borularda tercih edilebilmektedir. Seçilecek olan plastik boruların termal performansı ve mukavemeti de iyi olmalıdır.

Galvanizli çelik ve demir benzeri malzemeleri içinde bulunduran boru tipleri kullanım için önerilmemektedir. Kauçuk ve lastik gibi malzemeler boru malzemelerin tercihinde kullanılabilir. Bakır malzemeler ise çoğunlukla kullanılmazlar [32].

Günümüzde boru parçalarının birleştirme işlemi için uygun görülen tek yöntem ısıl işlemdir. Toprak ısı değiştiricisinin mekanik yolla birbirine montajı, asla uygun değildir. Mekanik yolla boruların birbirine montajı, sızmalardan dolayı çevrimde bozulmalara sebebiyet vermektedir [33].

Tablo 3.3: Çeşitli boru malzemeleri ve özellikleri [34]

Boru malzemesi	Nominal çap (inç)	Dış Çap (inç)	İç Çap (inç)	Boru ısıl iletkenliği	Boru Direnci
SDR-11		Do	Dı	(W/Mc) k	(W/Mc) k
SDR-11	¾'	1.50	0.860	0.391	0.0815
SDR-11	1'	1.315	1.007	0.391	0.0815
SDR-11	1 ¼'	1.660	1.358	0.391	0.0815
SDR-11	1 ½'	1.900	1.554	0.391	0.0815
SDR-11	2'	2.375	1.943	0.391	0.0815
SCH-40	¾'	1.050	0.824	0.391	0.0983
SCH-40	1'	1.315	1.049	0.391	0.0919
SCH-40	1 ¼'	1.660	1.380	0.391	0.0752
SCH-40	1 ½'	1.900	1.610	0.391	0.0676
SCH-40	2'	2.375	2.067	0.391	0.0567
SDR-17	1 ½'	1.900	1.676	0.0216	0.0925
SDR-17	2'	2.375	2.095	0.0216	0.0925
SDR-13.5	1'	1.125	0.957	0.0216	0.01156
SDR-13.5	1 ¼'	1.375	1.171	0.0216	0.01156
SDR-13.5	1 ½'	1.625	1.385	0.0216	0.01156

Toprak ısı değiştiricilerinde, ısının ısı pompasından toprağa veya topraktan ısı pompasına iletilmesi bir akışkan vasıtasıyla sağlanır. Su, ekonomik ve termodinamik yönden ideal bir akışkandır. Fakat suyun 0 ºC'de donması birçok alanda sorunlara sebebiyet vermektedir. Bilhassa düşük toprak sıcaklığına sahip olunan bölgelerde, akışkanın donma sorunlarına karşı donma sıcaklıkları daha düşük salamuralar seçilmektedir.

Örneğin toprak sıcaklığının 4.5 ºC'den -1.1 ºC'ye inmesi, verimde ve kapasitede yaklaşık %10'luk bir kayba sebebiyet vermektedir. -1.1 ºC'de donan topraktaki nemden çekilen gizli ısı kuzey bölgelerde uygulanan sistemlerde iyi bir performans göstererek, sistemin kapasitesini ciddi miktarda artmasını sağlamaktadır [35].

Yaz aylarında güneş, donan toprağın 0,9-1,2 m derinliklerde eritmesini, çözülmesini sağlar. Ton kapasite başına gereken uzunluk bu problemlerin üstesinden gelmektedir. Çoğunlukla ısı değiştiricilerinde kullanılan sıvıların tercihinde şu özellikler dikkate alınmaktadır.

- Zehirlilik
- Paslandırma etkisi
- Fiyat
- Tutuşma özelliği
- Donma noktası

- Buharlaşma basıncı
- Termodinamiksel özellikler

Bunların dışında önemli bazı termofiziksel özellikleri de içinde barındırması gerekir.

- Viskozite
- Isıl kapasitesi
- Isıl iletkenlik

Akışkanın karakteristiğini; viskozite, ısıl iletkenlik ve ısı kapasitesi belirlemektedir. Sirkülasyonu sağlayan pompanın harcadığı gücü azaltmak için viskozitenin düşük olması gerekmektedir. Salamuranın donma sıcaklığı, salamuranın özgül ağırlığıyla doğrudan bağlantılı olduğundan donma sıcaklığının belirlenmesi için salamuranın özgül ağırlığını ölçmek yeterli olmaktadır [36].

Eğer akışkanlarda donma ihtimali var ise tercih edilen akışkanlar ve bunlara ait fiziksel özellikler tablo 3.4'te gösterilmektedir.

- Etilen glikol
- Propilen glikol

Tablo 3.4: Donma ihtimalinin olduğu durumlarda kullanılan akışkanlar ve fiziksel özellikleri [37]

Özellik	**Etilen Glikol**	**Propilen Glikol**
Moleküler Ağırlık	62.07	76.1
Özgül Ağırlık (20 °C)	111.3	1036
Kaynama Noktası 101.3 kPa 6.67 kPa 1.13 kPa	 198 123 69	 187 116 85
Buhar Basıncı	6.7	9.3
Donma Noktası	9.1	-7.6
Vizkozite (mPa.s) 0 °C 20 °C 40 °C	 57.4 20.9 9.5	 243 60.5 18
Özgül Isı (20 °C) (kj/kg)	2.347	2.481
Buharlaşma Isısı (101.3 kpa)	846	688
Yanma Isısı (20 °C)	19246	23969

3.3.1.3. Soğutucu akışkan ve özellikleri

Piyasada birçok soğutucu akışkan mevcuttur. Bir soğutma sistemi tasarlarken bu husus göz önünde bulundurulmalıdır. Bu soğutucu akışkanlardan bazıları kloroflorokarbonlar (CFC) veya freonlar, etan, amonyak, propan, etilen gibi hidrokarbonlar, karbon dioksittir. Uygulamaya göre soğutucu akışkanın seçimi değişmektedir. Piyasada kullanılmakta olan soğutucu akışkanların büyük bir kısmını konunun başında açıklanan soğutucu akışkanlardan freonlar (R-11, R-12, R-22 ve R-502) oluşturmaktadır.

Ticari ve endüstriyel alanlarda, amonyak zehirli olmasına karşın oldukça yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Amonyak kullanmanın avantajları; fiyatı, daha yüksek etkinlik katsayılarına ulaşması ve dolayısıyla işletim maliyetlerinin az olması, ısı geçişi ve termodinamik özelliklerinin üstünlüğüdür. Bunun sonucunda daha uygun maliyetli ve daha küçük ısı değiştiricileri kullanılabilmesi, sızma olması durumunda kolayca tespit edilmesi ve çevreci olmasıyla ozon tabakasına zararının olmaması şeklinde pozitif yönleri sayılabilir. Ancak, kısıtlayıcı etki olarak amonyağın zehirleyici özelliği sayılabilir. Amonyağın evlerde kullanımı tercih edilmemektedir. Daha çok gıda ürünlerin saklandığı soğutma odalarında, düşük sıcaklıklarda soğutma gerektiren ilaç endüstrisi alanlarında kullanılmaktadır. Bundan yıllar önce evlerde ve küçük çaplı endüstri uygulamalarında kullanılan metil klorid ve etil klorid, kükürt dioksit, gibi zehirli soğutucu akışkanlar kullanılıyordu. Ancak 1920'lerde ölüm ve hastalık ile sonuçlanan vakalardan sonra, bu tür zehirli soğutucu akışkanların yasaklanması ve zehirleyici etkisi olmayan soğutucu akışkanların bulunması fikir birliğine varıldı. 1928 yılına gelindiğinde Frigidaire firmasının uğraşları sonucunda, General Motors araştırma laboratuvarlarında R-12 adlı soğutucu akışkan, bir haftadan az bir sürede geliştirildi. CFC'lerin ilk ürünü olan R-21'den sonra, araştırma ekibi çeşitli soğutucu akışkanlar ile çalışmalar gerçekleştirdi, bunun sonucunda ticari kullanım yönünden en ideal soğutucu akışkan olarak R-12'ye karar verildi ve CFC'lere Freon ticari adı verildi. 1931 Senesinde R-11 ve R-12'nin seri üretimi, E.I du Pont de Nemours ve General Motors firmalarının ortaklığı ile başladı. CFC'lerin fiyatının uygunluğu ve uygulama esnekliği kısa süre içerisinde piyasada yaygın bir şekilde kullanılmalarını sağladı. CFC'ler ayrıca küçük yalıtım malzemesinin üretiminde, spreylerde ve elektronik endüstrisinde temizleyici olarak da kullanılmaktadır.

Bina soğutma sistemlerinde bulunan büyük kapasiteli su soğutucularında R-11 daha çok tercih edilmektedir. R-12, otomobil iklimlendirme sistemlerinde, dondurucularda ve buzdolaplarında tercih edilmektedir. Amonyak ile yarış halinde olan bir diğer soğutucu R-22 ise; ısı pompalarında, pencere tipi klima sistemlerinde, fabrika ve büyük binaların soğutma sistemlerinde tercih edilmektedir. R-502, R-115 ve R-22'nin bir karışımıdır. Süpermarketler gibi büyük ticari firmalarda en çok tercih edilen soğutucu akışkan türüdür. Çünkü tek kademe sıkıştırmayla oldukça düşük buharlaştırıcı sıcaklıklarına imkân sağlamaktadır [38].

Ozon tabakası tehlikesi, iklimlendirme ve soğutma alanında bir dalgalanmaya sebebiyet vermiştir ve soğutucu akışkanların tekrardan dikkatle sorgulanmasına neden olmuştur. Bu durum 1970'li senelerin ortalarına doğru CFC'lerin atmosferin ozon tabakasına zarar vererek morötesi ışınların geçmesine olanak sağladıkları ve kızılaltı ışınların geçmesine izin vermediği belirlenmiştir. Bu şekilde CFC'lerin yeryüzünün ısınmasına ve atmosferin sera etkisine neden oldukları sonucuna varılmıştır. Buna bağlı olarak, çok sayıda ülke bazı CFC'lerin kullanımını yıldan yıla azaltılmaktadır veya tamamen yasaklamıştır.

Ozon tabakasına en büyük zararı R-11, R-12 ve R-115 soğutucu akışkanları vermektedir. Öte yandan, R-22'nin ozan tabakasına verdiği zarar R-12'nin verdiği zararla kıyaslama yapıldığında yanlızca yüzde %5'i kadardır. Günümüzde ozon tabakasına zarar vermeyen yeryüzünü zararlı morötesi ışınlardan koruyan CFC'lerin elde edilmesi için çalışmalar sürmektedir. Bu kapsamda, henüz geliştirilmiş olan ve içerisinde klor bulundurmayan R-134a'nın R-12'nin yerine geçmesi tahmin edilmektedir.

Bir soğutucu akışkanda istenilen özellikler aşağıda madde madde verilmiştir.

- Soğutucu sıvının buharlaşma gizli ısısı yüksek olmalıdır.
- Evaporatörde basınç olabildiği kadar yüksek, kondenserde ise basınç düşük olmalıdır.
- Yüksek verimli olmalıdır.
- Yüzey gerilimi ve vizkozitesi düşük olmalıdır.
- Güvenilir ve emniyetli olmalıdır.
- Soğutma devresindeki elemanlar ile ve yağlama yağları ile kötü sonuçlara sebebiyet verecek kimyasal reaksiyonlara girmemelidir.

- Soğutma devresinde olmaması gereken rutubet ile karşılaşması durumunda dahi zararlı kimyasal reaksiyonlar oluşturmamalıdır.
- Eldesi kolay ve ucuz olmalıdır.
- Sistemde gaz kaçağı olması durumunda, patlayıcı ve zehirleyici olmamalıdır. Bununla beraber tespiti kolay olmalıdır.
- Ozon tabakasına ve atmosfere zararı olmamalıdır [39].
- Çalışma şartlarındaki sıcaklık ve basınçların en uç sınırlarında çalışması durumunda bile ayrışıp çözülmemeli, bütün özelliklerini korumalıdır.
- Isıl iletkenliği yüksek, molar ısınma ısısı ise düşük olmalıdır.

Yukarıda açıklanan özelliklerin hepsini bünyesinde barındıran ve her koşulda yerine getirebilen bir soğutucu akışkan halen bulunmamaktadır. Uygulamadaki durumlara göre bunların bir kısmı gerekmeyebilir [40]. Günümüzde mevcut ve iklimlendirilmede kullanılmakta olan soğutucu akışkanlardan bazılarının ASHRAE kot numaraları, fiziksel özellikleri ve kimyasal adları Tablo 3.5'te gösterilmiştir. Isı, birçok soğutma uygulamasında ikinci bir soğutucu akışkanla taşınabilmektedir. Bu ikinci soğutucu akışkan herhangi bir sıvı olabilmektedir. Esas soğutucu akışkan ile soğutulmaktadır ve hal değişimine uğramadan ısı geçişini sağlayabilmektedir. Bu tip ısı transferi akışkanları, ikincil soğutucu akışkanlar veya salamuralar şeklinde isimlendirilmektedirler [41].

Tablo 3.5: Soğutucu akışkanların tanımlanması [41]

ASHRAE Tanımı	Kimyasal Adı	Kimyasal Formülü	Atmosferde Kaynama Sıcaklığı (ºC)	Kritik Sıcaklık (ºC)	Kritik Basınç (kPa)	Özgül Ağırlık (kg/dm^3)
R-11	tri-Klor Flor Metan	CC3F	23.82	198	4406	1,49 (20°C)
R-12	di-Klor di-Flor Metan	CCl2F2	-29.79	112	4113	1,33 (20°C)
R-13	Klor tri-Flor Metan	CClF3	-81.4	28.8	3865	0,9 (20°C)
R-14	tetra-Flor Metan	CF4	-127.9	-45.7	3741	1,32(-80°C)
R-21	di-KIor Flor Metan	CHCl2F	8.9	178.5	5168	1,38 (20°C)
R-22	Klor di-Flor Metan	CHCIF2	-40.76	96	4974	1,21 (20°C)
R-40	Metil Klorür	CH3C1	-12.4	143.1	6674	0,92 (20°C)
R-50	Metan	CH4	-161.5	82.5	4438	0,36 (120°C)
R-113	tri-Klor tri- Flor Etan	CCI2FCCIF2	47.57	214.1	3437	1,58 (20°C)
R-115	Klor penta-Flor Etan	CCIF2CF3	-39.1	79.9	3153	1,31 (20°C)
R-142b	Klor di-Flor Etan	CCIF2CH3	-9.8	137.1	4120	1,12 (20°C)
R-152a	di-Flor Etan	CH3CHF2	-25	113.5	4492	0,91 (20°C)
R-170	Etan	C2H6	-88.8	32.2	4891	0,35 (20°C)
R-290	Propan	C3H8	-42.09	96.7	4248	0,5 (20°C)
R-500	R12(%73,8);R152a(26,2)	Karışım	-33.5	105.5	4423	1,17 (20°C)
R-502	R115(%51,2);R22(%48)	Karışım	-45.4	82.2	4075	1,26 (20°C)
R–610	Etil Eter	C4H10O	34.6	194	3603	0,56 (20°C)
R-717	Amonyak	NH3	-33.3	133	11417	0,61(20°C)
R-1150	Etilen	C_2H_4	-103.7	9.3	5114	0,46 (-40°C)
R-1270	Propilen	C_3H_6	-47.7	91.8	4618	0,52 (20°C)

3.3.1.4. Toprak Isı Değiştiricisi

Toprağın altına gömülerek toprak ile teması sağlayan boru düzenlerine toprak ısı değiştiricisi adı verilir. Kış aylarında, toprağın enerjisini ısı taşıyıcı akışkan vasıtasıyla ısı pompasının buharlaştırıcısına ileterek soğutucu akışkanın buharlaşmasını sağlamaktadır. Yaz aylarında da ısı pompasının soğutulmak istenen yerden çektiği ısıyı ısı pompasının yoğuşturucusundan alıp toprağa ileterek çevrimini tamamlamaktadır.

Toprak ısı değiştiricileri kapalı çevrim esasına dayanarak çalışmaktadır. Isı taşıyıcı akışkanın, toprak ısı değiştiricilerinde yenilenmesine gerek yoktur. Doğal olarak bu sistemlerde kullanılan ısı transfer sıvısı miktarı değişmez. Isı pompasında aynı akışkanı kullandıktan sonra, akışkan tekrar soğutmak veya yeniden ısıtmak için ısı eşanjöründe dolaştırılır.

Boru düzeni dikey veya yatay olabileceği gibi spiral, spiral ve benzeri geometrik şekiller de olabilir. Bu farklı şekiller belirlenirken borular arasındaki ısıl etkileşim dikkate alınmalıdır.

3.3.2. Yatay döşeme uygulamasında dikkat edilmesi gereken noktalar

Bir hendek içerisine birden fazla boru döşenecek ise hendeklerin genişliğinin 0,6-0,9 m civarında olması gerekmektedir. Boruların yüzey şartlarından minimum seviyede etkilenmesi için 0,5-2,5 m derinliğinde döşenmesi gereklidir. Derinlik arttıkça, ısı değiştiricisinin iyilik derecesi hem boruların yüzey şartlarından daha az etkilenmesi, hem de toprak sıcaklıklarının daha uygun olması sebebiyle artar. Ancak hafriyat maliyetleri de artmış olur.

Tek bir hendeğe birden fazla boru döşenecek ise, borular arası kot farkının yaklaşık 0,3-0,5 m seviyesinde olması gerekmektedir. Toprak altına boruların döşemesi bittikten sonra, çıkarılan toprağın yerine doldurulurken toprak yoğunluğunu artırmak adına sıkıştırma işlemi yapılması tavsiye edilmektedir.

Tablo 3.6: Yatay uygulama için boru çapı-uzunluk ilişkisi [42]

Boru çapı (inç)	Uzunluk (m)
¾”	<150
1”	<230
1 ¼”	<900
1 ½”	<1200
2”	<2500

3.3.3. Dikey döşeme uygulamalarında dikkat edilmesi gerekenler

Dikey uygulamalarda zemindeki kazı derinliği ve türü, toprağın sertliği ve akiferlerin bulunması gibi koşullara dikkat edilmesi gerekmektedir. Düşey boru delikleri 3 ila 5 m aralıklı olmalıdır. Isı eşanjörleri, yerleşimlerine ve kesit geometrisine göre U, bölünmüş ve eş eksenli borular şeklinde üç grupta toplanmaktadır.

- U tüp ısı değiştiricilerinin dizayn boru çapları ¾′-2′ aralığında değişmektedir. Isıl performans ve basınç düşmesine göre boru uzunluğu 15-180 m aralığında değişmektedir. Isı pompası kapasitesinin tonu başına yaklaşık 37,5-45 m derinlikte delikler açılır. U şeklindeki boru çevrimi kuyu içine yerleştirilir ve etrafı grout diye adlandırılan (grout) bir harç ile doldurulur. Toplam sistemin ısı iletkenliğini yaklaşık %20 iyileştirmek için %40-50 arasında kum, yüksek katkılı bir şekilde doldurulabilir.
- Bölünmüş tip ısı değiştiricileri PVC’den, boruyu iki kısma ayıran ara bölme polietilenden üretilmektedir. Üst kısmına bir ventil yerleştirilerek hava çıkışı da sağlanmış olur.
- Eş eksenli ısı değiştiricileri daha geniş çaplı olmakla birlikte bunun yanında daha fazla su hacmine sahiptirler. Bu konuda Kuzey Coralina Üniversitesi, Oklahoma Eyalet Üniversitesi’nde (1982) eş eksenli ısı değiştiricileri üzerine çalışmalar yapmıştır.

3.3.4. Toprak kaynaklı ısı pompasının avantajları ve dezavantajları

Ekipman ve basit kontroller yönünden değerlendirme yapıldığında TKIP sisteminin ilk yatırım maliyetini azaltmak için, fiyatı yüksek cihazların kullanılmaması tavsiye edilir.

Doğru bir şekilde tasarımı yapıldığında; yüksek etkinlik ve kararlı kapasitesi yönünden fosil yakıtlı veya hava kaynaklı ısı pompası sistemlerine kıyasla daha yüksek etki katsayısıyla ve daha ekonomik çalışmaktadırlar.

Hava kaliteleri ve konfor dikkate alındığında TKIP sistemleri ile yüksek etkinlik katsayısı elde edilir.

Toprak kaynaklı ısı pompalarında çoğu uygulamada belirgin olan, ayrı gizli ısı geri kazanma veya nem alma makineleri olmadan, nemlendirme problemleri ile etkin bir şekilde mücadele edilir.

TKIP'nin, dış hava sıcaklıkları ile değişkenliği çok azdır. Bu sebepten ötürü kapasitesi kararlıdır.

TKIP'larının soğutma ve ısıtma yöntemlerine alternatif oluşturma, enerji temin problemlerini çözmeye yardımcı olma, enerji giderlerini düşürme, yerel hava kalitesinin iyileşmesine katkıda bulunma, tasarım esnekliği sağlama gibi faydaları mevcuttur. Bunun dışında TKIP'larının ilk yatırım maliyetlerinin diğer sistemlere göre daha yüksek olması, sistemin verimliliği toprak ısı değiştiricisine ve diğer donanımlarına bağlıdır.

TKIP'ları aynı zamanda, büyük ve geniş yapılarda oldukça yaygın şekilde kullanılan klima veya diğer sistemlere oranla çok daha küçük pompa ve fan enerjisine gereksinim duymaktadır.

Toprak kaynaklı ısı pompaları, tasarımı göze hitap etmeyen dış ünite kısmına gerek kalmak sızın kurulabilmektedirler. Buna bağlı olarak korozyon, hava etkisi ve dış etkenler ile oluşabilecek problemlerle karşılaşılmaz. Tüm ısı pompası donanımı iç ünite biçimindedir.

TKIP'ları, ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına karşın, enerji ve bakım maliyetlerinin düşük olması ve uzun ömürlü olması sebebiyle, kullanım ve yapım ömrü boyunca olan işletme maliyetleri dikkate alındığında diğer sistemlere kıyasla daha avantajlıdır.

TKIP'ları tasarımda ciddi bir şekilde esneklik sağlar. Çünkü farklı yerleşim şekillerinde ve boyutlarında tasarlanabilirler. Çoğu ticari yerlerde, iç yüklerden dolayı soğutma sistemleri ile çekilen ve çevreye pompalanan bir atık ısı vardır. Bu atık ısı, TKIP'larıyla

sıcak su temini sağlamak amacıyla kullanılabilir. Bu, seçilen ısı pompalarındaki sıcak su gereksinimini sağlamak için tesis edilen sudan suya ısı pompası sistemleri vasıtasıyla veya ısı geri kazanım ısı değiştiricileri vasıtasıyla sağlanabilir.

Tüm bu avantajlarına karşın toprak kaynaklı ısı pompasının kullanımını sınırlandıran en ciddi hususlar bu sistemlerin ilk yatırım maliyetlerinin diğer sistemlere kıyasla daha fazla olması ve jeotermal ısı kaynaklarına gerekli önemin verilmemesidir.

BÖLÜM 4. METARYAL METOT

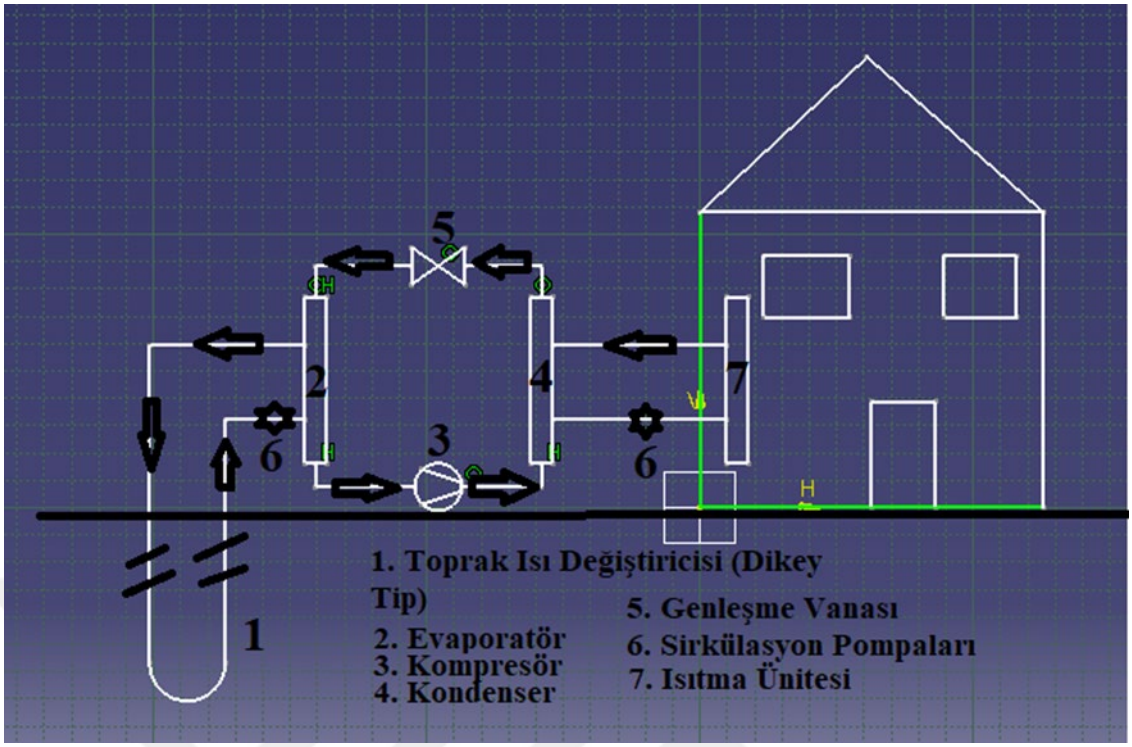
Bu çalışmada Sakarya ilinde inşaatı biten ve oturum için uygun olan bir apartman için ısıtma amacıyla kullanılacak TKIP sisteminin projelendirmesi yapılmış, TKIP'nın kurulumunda uygulanması gereken metotlar belirlenmiş ve uygulama aşamasına kadar olan tüm hesaplamalar yapılmıştır.

4.1. Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sistem Dizaynı Ve Sakarya Örneği

Toprak kaynaklı ısı pompası sistemlerinin; evlerde, ticarethanelerde, fabrikalarda veya diğer ihtiyaç olan yerlerde ısıtılması maksadıyla kullanımının bilhassa son yıllarda Avrupa'da oldukça fazla insan hayatına girmiş olması gerçeği, şu an kullanılan yakıtlarla konfor koşullarına erişilmesi amacıyla inşa edilen ve projelendirilen sistemlere güçlü bir alternatif olmasına neden olmuştur. Şekil 4.1'de TKIP'sının şematik gösterimi bulunmaktadır.

Toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin Sakarya ilinde yapımı bitmiş olan bir apartmanın ısıtmasında kullanımı için gereken ve uygulanan işlemler şu şekildedir;

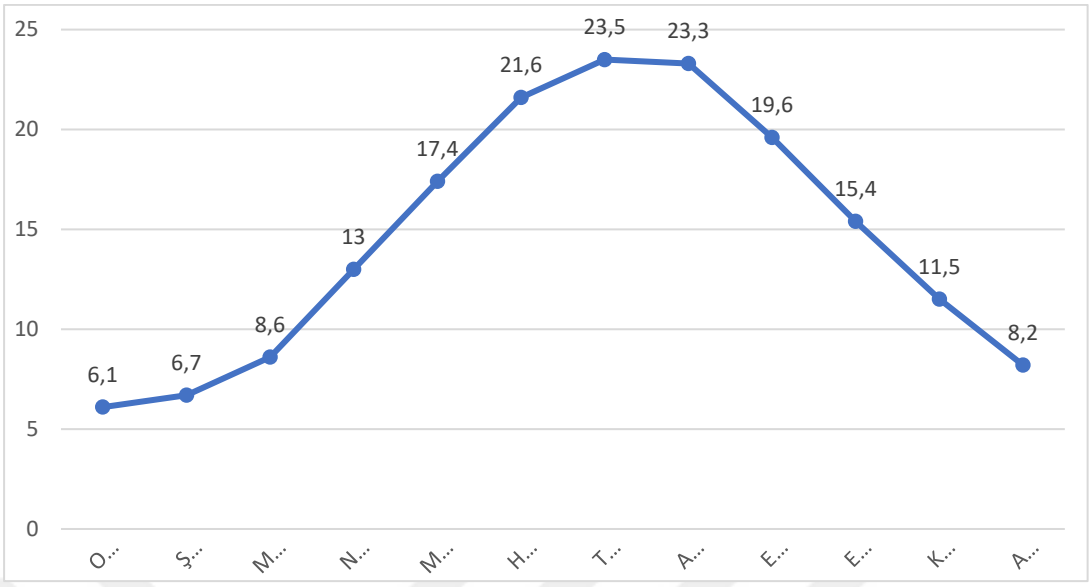
- Sakarya ili için dış hava sıcaklık aralıklarının tespit edilmesi,
- Isıtılacak binanın fiziksel özelliklerinin tespit edilmesi,
- Binanın özgül ısı kaybı, ısı kazancı ve ısı kaybı değerlerinin hesaplanması,
- Enerji tüketimi hesabının yapılması,
- Uygun ısı pompasının seçilmesi,
- Toprak ısı değiştiricilerinin uzunluklarının hesaplanması,
- TKIP'nın maliyeti
- Diğer ısıtma sistemleri ile işletme yakıt maliyetlerinin karşılaştırılması
- Geri ödeme süresinin bulunması



Şekil 4.1: TKIP'nın şematik gösterimi

4.2. Sakarya İli İçin Dış Hava Sıcaklık Değerlerinin Belirlenmesi

1951 – 2018 yılları arasında ölçülmüş ortalama dış hava sıcaklık değerleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. 2017 - 2018 yıllarına ait gün içinde ölçülmüş günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ise Ek1'de detaylı bir şekilde verilmiştir.



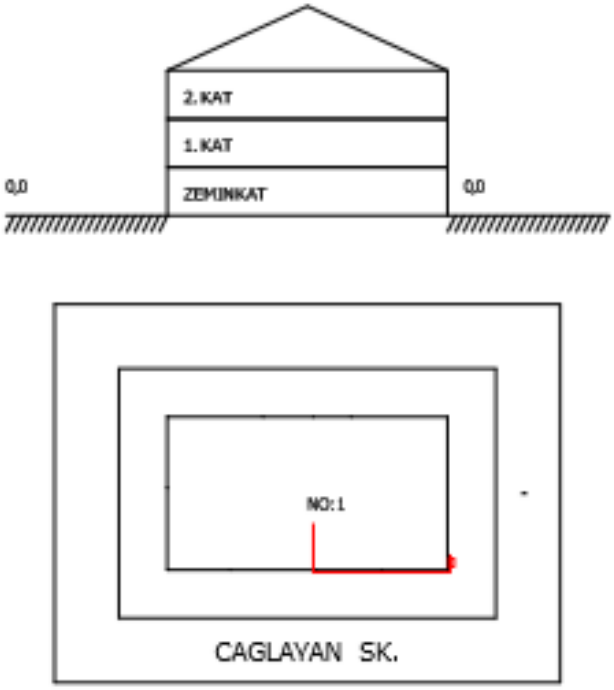
Şekil 4.2: Sakarya ili 1958 – 2018 yılların arası ortalama dış hava sıcaklık değerleri

4.4. TKIP Sisteminin Uygulanacağı Binanın Fiziksel Özellikleri

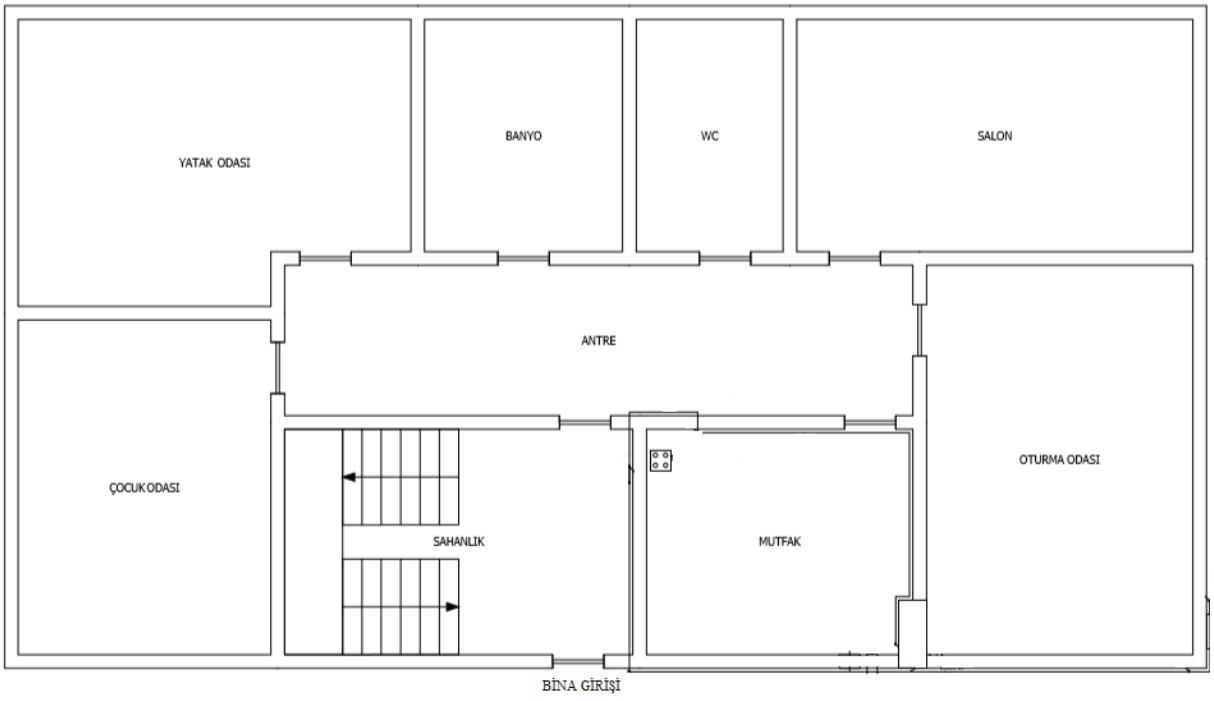
Sakarya ili Geyve ilçesinde inşaatı tamamlanan müstakil apartman tipi konutların toplam inşaat alanı 473,00 m^2'dir. Hesaplanan zemin kat ve üst katları 1/50 ölçekte çizilmiş ve binadaki daireler Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Ayrıca 1/500 ölçekte çizilmiş vaziyet planı ve bina bilgileri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Bina Bilgileri			
İl	Sakarya	**Kat Sayısı**	1Z+2N
İlçe	Geyve	**Bağımsız Böl. Sayısı**	3+0
Mahalle	Yorukler	**Toplam Alan(m^2)**	473

Şekil 4.3: Bina Bilgileri



Şekil 4.4: Vaziyet Planı



Şekil 4.5: Zemin Kat



Şekil 4.6: 1. Kat



Şekil 4.7: 2. Kat

4.5. Binanın Isı Kazancı, Özgül Isı Kaybı Ve Isı Kaybı Hesaplanması

TKIP sisteminin uygulanması düşünülen evde İzoder'in TS 825 ısı kaybı hesaplamalarında kullanılmak üzere hazırladığı ısı kaybı programı kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalara göre binanın yıllık enerji ihtiyacı EK-B'de verilmiş olup detaylı ısı kaybı hesabı bölüm sonundaki tablolarda gösterilmiştir.

Bu kısma geçmeden önce ısıl iletkenliği ile ilgili bazı teknik bilgileri açıklamak gereklidir.

4.5.1. Toplam Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m²K) - U Değeri

Farklı katmanlardan da oluşabilen bir yapı elemanının 1 m²'sinden birim zamanda geçen ısı miktarına U değeri denir. U değerine kadar küçük ise ısı yalıtım uygulamaları o kadar başaralı olmaktadır. Yani ısı kaybı da o derece az olmaktadır. U değerini küçültmek için yalıtım malzemesinin kalınlığı artırılmalı ve "hesaplanan ısıl iletkenlik değeri" daha küçük değerli malzemelerden seçilmelidir.

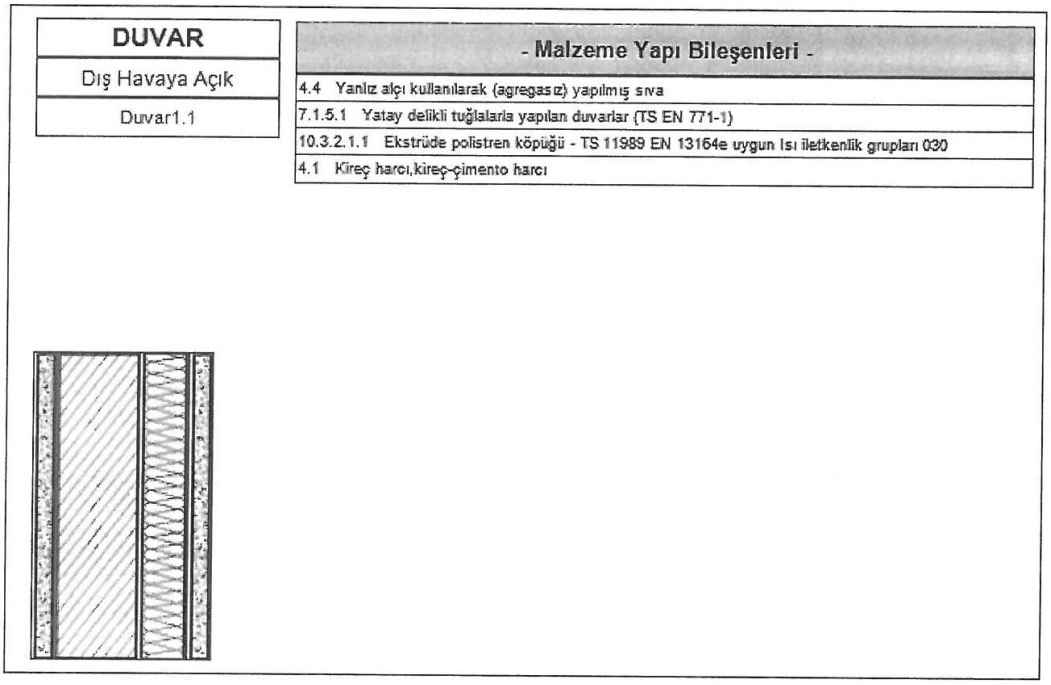
Malzemelerin ısıl iletkenlik hesap değerine ve kalınlığına göre U değeri değişir.

4.5.2. Yıllık ısıtma enerjisi $Q_{yıl}$ değeri

1 yılda harcanan toplam ısıtma enerjisine $Q_{yıl}$ değeri denir. "TS825 Bina Yalıtım Kural Standardı" na göre binada 1 yıl içerisinde harcanan ısıl enerji (Qyil) standart limit değerini aşmamalıdır. Bu standarda göre Türkiye 4 iklim bölgesine ayrılmıştır. Bu bölgelere kurulacak olan binaların belirlenen ($Q_{yıl}$) yıllık ısıtma enerjisi miktarı, binanın ısı kaybı olan alanların toplamı (A_{top}), bina bileşenlerinin ısıl geçirgenlik katsayıları (U) ve binada ısıtılan brüt hacimler ($V_{brüt}$) dikkate alınarak ilgili formüller yardımıyla hesaplanır [43].

4.5.3. Duvar

Sakarya 2. Bölge şehridir. Ve yapılan hesaplamalar sonucunda gereken "U" değeri elde edilmiştir.



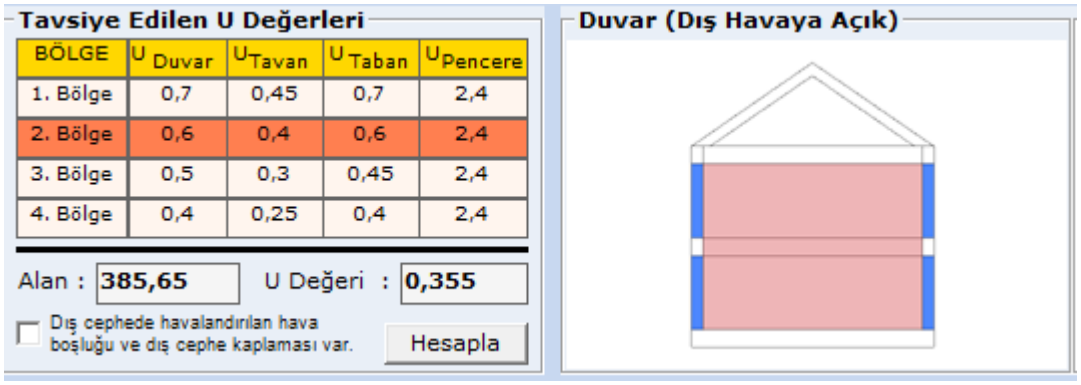
Şekil 4.8: Binanın duvar özellikleri

Bina duvarında 2 cm kalındığında sıva, 19 cm kalınlıklı yatay delikli tuğla, 6 cm kalınlığında yalıtım malzemesi (ekstrüde polistren köpük) ve son olarak 3 cm kalınlığında harç kullanılmıştır. İç ortam sıcaklığı 17 derecenin üzerinde olduğundan duvarda yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır.

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası (Kümülatif) Kalınlığı (Sdᴛ)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λh)	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yüzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) T
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m^2.K/W	m^2.K/W
	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	4.1 Kireç harcı, kireç - çimento harcı	0,03	15	0,45	0,45	1	0,03	0,07
2	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164'e uygun Isı İletkenlik Grupları 030	0,06	80	4,8	5,25	0,03	2	2,07
3	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771 - 1)	0,19	5	0,95	6,2	0,33	0,576	2,646
4	4.4 Yalnız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	10	0,2	6,4	0,51	0,039	2,685
-	İç yüzeyin yüzeyse ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	2,935
				Sdᴛ:	6,4		1/U :	2,935

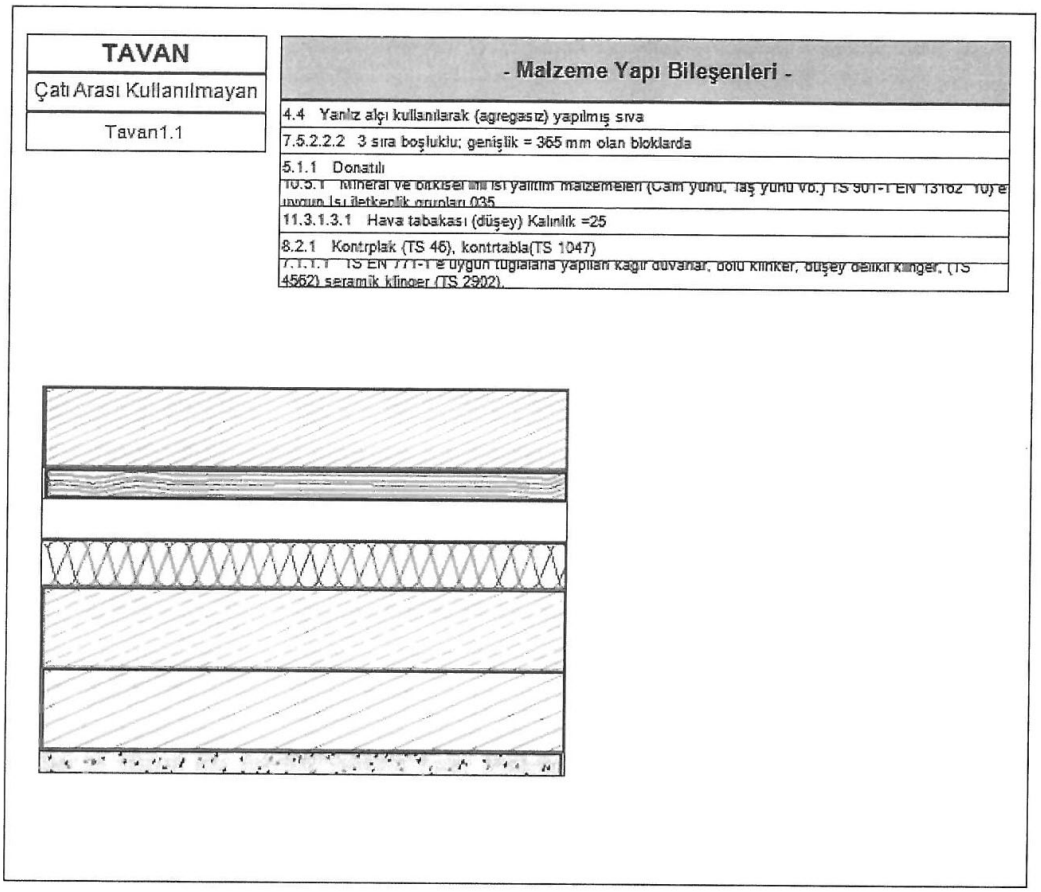
Şekil 4.9: Bina duvarı bileşenlerinin termofiziksel özellikleri

İç ortam sıcaklığı 17 derecenin üzerinde olduğundan duvarda yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır.



Şekil 4.10: Duvar için gerekli "U" değeri

4.5.4. Tavan



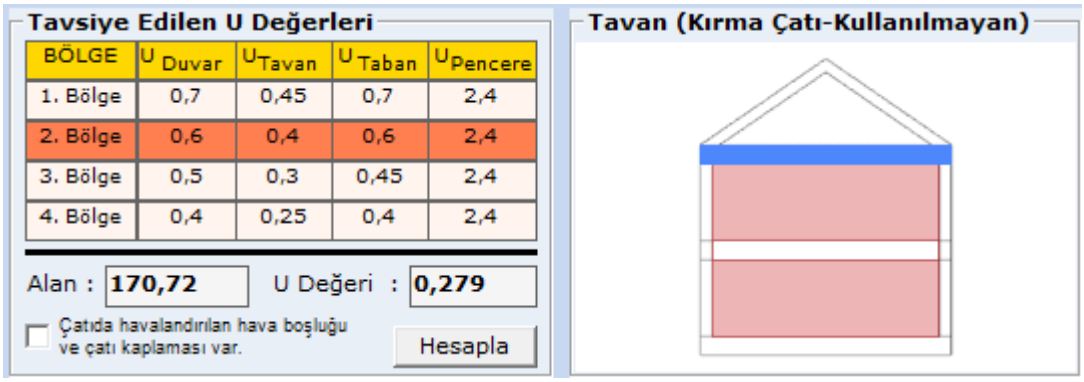
Şekil 4.11: Tavan Yapı Bileşeni

Bina tavan kısmında içten dışa doğru 2 cm kalındığında sıva, ardından 3 sıra boşluklu asmolen 23 cm, ardından donatılı beton kalınlığı 7 cm, ardından taş yünü ısı yalıtım malzemesi 6 cm kalınlığında ardından hava boşluğu gelmektedir. Sonra kiremitleri oturtmak için bir plaka gereklidir. Bunun için kontrplak tabaka 2 cm kalınlığında eklenmiştir. Ve son olarak 3 cm kalınlığında kiremit konulmuştur. Yapılan analizde iç ortam sıcaklığı 17 derecenin üzerinde olduğundan duvarda yoğuşma ve küf riski bulunmamaktadır.

İZODER **Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özelikleri Çizelgesi**

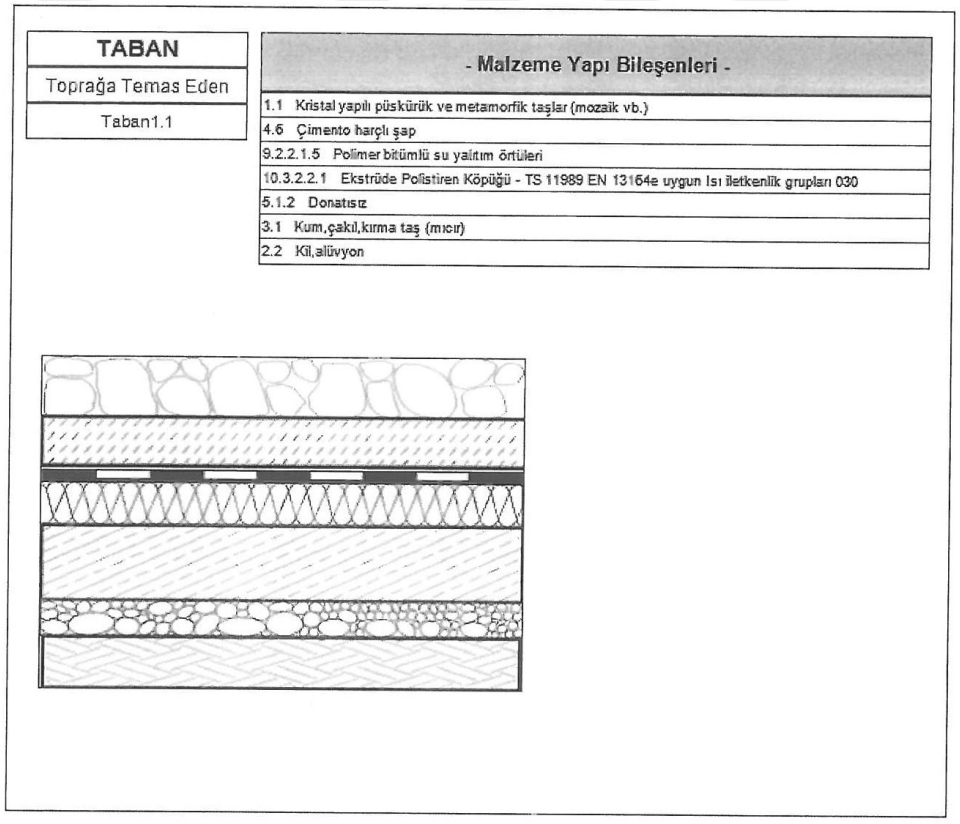
Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_h)	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) T
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m².K/W	m².K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger	0,03	5	0,15	0,1500	0,81	0,037	0,077
2	8.2.1 Kontrplak (TS 46), kontrtabla(TS 1047)	0,02	50	1	1,1500	0,13	0,154	0,231
3	11.3.1.3.1 Hava tabakası (düşey) Kalınlık =25	0,25	1	0,25	1,4000	0,139	1,799	2,03
4	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901-1 EN 13162 10) e uygun Isı iletkenlik	0,04	1	0,04	1,4400	0,035	1,143	3,173
5	5.1.1 Donatılı	0,07	80	5,6	7,0400	2,5	0,028	3,201
6	7.5.2.2.2 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm olan bloklarda	0,23	20	4,6	11,6400	1,3	0,177	3,378
7	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	10	0,2	11,8400	0,51	0,039	3,417
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	3,667
				Sd_T :	11,8400		1 / U :	3,667

Şekil 4.12: Bina Tavanındaki bileşenlerin termofiziksel özellikleri



Şekil 4.13: Çatı için gereken 'U' değeri

4.5.7. Taban



Şekil 4.14: Taban yapı bileşeni

Bina tabanında içten dışa doğru gidildiğinde 3 cm kalınlığında seramik, ardından 4 cm kalınlığında çimento harçlı düzeltme şapı, ardından su yalıtımı yapılması gereklidir. Çünkü toprak suyu emeceğinden rutubet oluşumu engellenir. Bu yalıtımın kalınlığı 0,6 cm'dir. Ardından ısı yalıtımı için XPS köpük kullanılmıştır. Kalınlığı 3 cm'dir.

Ardından donatısız beton gelmektedir. Kalınlığı 10 cm'dir. Son olarak mıcır ve toprak zemin gelmektedir. Kalınlıkları sırasıyla 15 ve 20 cm'dir.

İZODER **Çizelge 1: Yapı Bileşeninin Termofiziksel Özelikleri Çizelgesi**

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8
No	Tabaka	Tabaka Kalınlığı (d)	Su Buharı Difüzyon Direnci Katsayısı (μ)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Sd)	Difüzyon Dengi Hava Tabakası Kalınlığı (Kümülatif) (Sd_T)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_h)	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci	Yuzeysel Isıl İletkenlik Direnci, Malzemenin Isıl Direnci (Kümülatif) T
-	-	m	-	m	m	W/(m.K)	m².K/W	m².K/W
-	Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,04	0,04
1	2.2 Kil,alüvyon	0,2	50	10	10,0000	1,5	0,133	0,173
2	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (mıcır)	0,15	3	0,45	10,4500	0,7	0,214	0,387
3	5.1.2 Donatısız	0,1	70	7	17,4500	1,65	0,061	0,448
4	10.3.2.2.1 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030	0,05	80	4	21,4500	0,03	1,667	2,115
5	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,006	20000	120	141,4500	0,19	0,032	2,147
6	4.6 Çimento harçlı şap	0,04	15	0,6	142,0500	1,4	0,029	2,176
7	1.1 Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)	0,03	250	7,5	149,5500	2,3	0,013	2,189
-	İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletkenlik direnci	-	-	-	-	-	0,25	2,439
				Sd :	149,5500		1 / U :	2,439

Şekil 4.15: Bina Tabanındaki bileşenlerin termofiziksel özellikleri

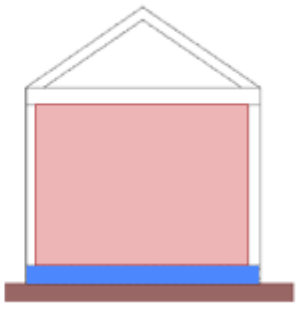
Tavsiye Edilen U Değerleri

BÖLGE	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere
1. Bölge	0,7	0,45	0,7	2,4
2. Bölge	0,6	0,4	0,6	2,4
3. Bölge	0,5	0,3	0,45	2,4
4. Bölge	0,4	0,25	0,4	2,4

Alan : 170,72 U Değeri : 0,431

Hesapla

Taban (Toprağa Temas Eden)



Şekil 4.16: Taban için gereken "U" değeri

Pencerelerin toplam alanı 61,2 m^2'dir. U değeri 2.2'dir Bu değer TS 2164 11.05.2000 tarihli revizyonunda yer alan çizelge 6.A ve 6.B'de verilen değerler ve sektörde yer alan cam ve doğrama üreticilerinin bir kısmının Ug ve U_f değerlerini bildiren belgeleri esas alınarak TS 2164'e göre belirlenmiştir.

Çeşitli Pencere Sistemlerinin U Değerleri

Alan : 61,2 U Değeri : 2,2 Pencere Tipi : TS 2164'den seçilmiş değer Cam Tipi :

Cam Tipi	Tek Cam	Çift Camlı Pencere (Kaplamasız Cam) ARA BOŞLUK (mm)				Çift Camlı Low-e Kaplamalı Pencere			
Cam Tipi		6	9	12	16	6	9	12	16
Doğramasız Camlar	5,7	3	3	2,9	2,7	2,6	2,1	1,8	1,6
Ahşap Doğrama (Meşe,Dişbudak-Sert Ağaçlar)	5,1	3,3	3,1	3	2,8	2,8	2,3	2,2	2
Ahşap Doğrama (İğne Yapraklı Yumuşak Ağaçlar)	4,9	3,1	2,9	2,8	2,6	2,6	2,2	2	1,8
Plastik Doğrama (İki Odacıklı)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1
Plastik Doğrama (Üç Odacıklı)	5	3,2	3	2,8	2,7	2,7	2,2	2,1	1,9
Alüminyum Doğrama	5,9	4	3,9	3,7	3,6	3,6	3,1	3	2,8
Alüminyum Doğrama (Yalıtım Köprülü)	5,2	3,4	3,2	3	2,9	2,9	2,4	2,3	2,1

Şekil 4.17: Pencerelerin U değerleri

Dış kapıların toplam alanı 18m^2'dir. U değeri ise 3,5'tir. Aşağıdaki tabloda değerler TS 2164 kalorifer tesisatı projelendirme kuralları standardının 11.05.2000 tarihli revizyonunda yer alan çizelge 6.C'den alınmıştır.

Çeşitli Kapı Sistemlerinin U Değerleri

Alan : 18 U Değeri : 3,5

Kapı Tipi	U Değeri
Dış Kapı-Ağaç,Plastik	3,5
Dış Kapı-Metal (Isı Yalıtımlı)	4
Dış Kapı-Metal (Isı Yalıtımsız)	5,5
İç Kapılar	2

Şekil 4.18: Çeşitli kapı sistemlerinin U değerleri

Güneşten gelen ısı kazancının hesaplaması için binanın hangi cephede olduğu çok önemlidir. Örnek bina güney cephededir. Bu ısı kazancı için oldukça önemlidir.



Şekil 4.19: Pencerelerin alanları ve yönleri

Yukarıdaki şekilde hangi cephede kaç metrekarelik pencere olduğu bilgileri girilmiştir. Binada plastik doğramalı çift camlı pencereler bulunmaktadır.

4.6. Uygun Isı Pompası Seçimi

Enerji tasarrufu yapmak için yapılmış olan TKIP'nın bir sene içinde tükettiği enerjiyi hesaplamak bilinen üç yöntem vardır. Bunlar; derece gün, "bin" ve saat – saat yöntemidir.

Derece gün yönteminin uygulaması gayet basit olmasına karşın yapılan çalışmalarda çok güvenli sonuç vermediği sonucuna varılmıştır. Bunun asıl sebebi derece gün yönteminin dış hava sıcaklığına bağlıdır ve dolayısıyla verimin değişkendir. "Bin" yöntemi kısmen basittir, dış hava koşullarını ve kısmi yükü esas alır, fizibilite çalışmalarını yapmak ve sistem kurmak için gereken bilgileri elde edilmesini sağlayabilir.

Saat-saat yöntemi çoğunlukla büyük ticari yapılarda çok ayrıntılı bilgi gerektiğinde kullanılır. "Bin" yönteminin belirli sıcaklıkların oluştuğu zamanların bütün sene boyunca toplanması noktasına dayanır. Her sıcaklık dilimi 3 veya daha fazla sıcaklıktan meydana gelebilir. Bu çalışmada 3'er ºC'lik 7 adet "Bin" aralığı oluşturulmuştur.

"Bin" yönteminin kullanılabilmesi için, konutun ısıtma gereksiniminin öncelikle hesaplanması gerekmektedir. Sakarya koşullarında üç katlı bir apartmanın yıl boyunca

ısı kaybı hesaplanarak "Bin" sıcaklığı olan 15ºC'nin üzerinde ısıtmaya ihtiyaç duyulmamaktadır.

Tablo 4.1'de Meteoroloji'den alınan bilgiler ışığında 3 adet 8 saatlik periyotlar halinde yıllık "Bin" saatleri oluşturulmuştur. Birinci sütun "Bin" sıcaklık değerlerini, sütun 2, 3 ve 4 ise bu sıcaklıkların üç 8 saatlik zaman diliminde kaç defa yaşandığını belirtmektedir. Şimdi bu binada sabah 8:00 ile akşam 18:00 arasında kimsenin olmadığını ve diğer saatlerde binada yaşayan kişilerin yoğun bir şekilde bulunduğunu düşünelim. Bu durumda;

- İlk zaman aralığı, "a" 24:00'da başlamakta ve 8:00 da bitmektedir.
- İkinci zaman aralığı, "b" 9:00'da başlamakta ve 18:00 da bitmektedir.
- Üçüncü zaman aralığı, "c" 18:00 başlamakta ve gece 24:00 da bitmektedir.

"a" zaman aralığında bu apartmanda yaşayan kişiler gece saatlerinde uyumaktadırlar. O halde doluluk katsayısı= 56/56=1 (8x7=56 her bölümdeki saat). Boş olma katsayısı=1-1=0'dır.

"b" zaman aralığında bina 10 saat boştur, 7 gün için dolu saat 8x7=56, bu durumda doluluk katsayısı 0/56=0 ve boşluk katsayısı 1-0= 1

"c" zaman aralığında her gün 6 saat doludur. 6x7=42. O halde, doluluk katsayısı 42/56=0.75 ve boşluk katsayısı 1-0.75= 0.25

(1) "Bin"	(2) 0-7 a	(3) 8-18 b	(4) 19-23	(5) Dolu	(6) Boş
-3	79	11	23	84,75	28,25
0	192	91	92	215	160
3	305	196	161	345,25	316,75
6	449	384	248	511	570
9	418	434	247	479,75	619,25
12	251	319	172	294	448
15+	1231	2580	882	1451,5	3241,5

Tablo 4.1: Bin saat metoduna göre saat değerleri

Bu katsayılar birinci, ikinci ve üçüncü zaman dilimleri ile çarpılarak 5 ve 6. sütunlar oluşturulur. "BIN" hesap metodu ile ısı pompasının kapasite hesabı aşağıda detaylı bir şekilde hesaplanmıştır.

12 ay dolayısıyla 12 adet dış hava sıcaklığına göre apartmanın toplam ısı ihtiyacı yukarıda görüldüğü gibi hesaplanmıştır. Bu ısıtma ihtiyacını karşılamak amacıyla ne kadar kW kapasiteli cihazın seçilmesi gerektiğini hesaplamak için BIN hesap yöntemi kullanılmıştır. BIN hesap yönteminde ise farklı dış hava sıcaklıklarına göre farklı ısıtma enerjisi ihtiyaçları kullanılmıştır. Bir de Sakarya için yıllık toplam derece-saat değerleri toplanmıştır. Böylelikle Sakarya'da kaç derece sıcaklığın yılda toplam kaç saat görüldüğü bulunmuştur. Böylece daha doğru hesap yapılmaktadır. BIN hesap yöntemini kullanabilmek için ilk olarak binanın saat saat farklı dış hava sıcaklıklarına göre ısı ihtiyaçlarını tespit etmek gereklidir. "BIN" metodu ile gereken ısı pompası kapasitesini belirlemek için Denklem 4.1 kullanılır.

$$Q_{bin} = N_{bin} . \frac{K_{top}}{n_{top}} . (T_{den} - T_0)^{\pm} \quad (4.1)$$

Bin yönteminde, belirli bir döneme ait dış hava sıcaklıklarını (T_0), ele alınan belirli aralıklardaki derecelerin (bin) kaç saat olduğunu N_{bin} ifade eder. Burada K_{top} (W/°C) binanın toplam ısı transfer katsayısını, n_{top} ise binanın ısıtma veya soğutma sisteminin (HVAC) verimini ifade eder. T_{0i} sıcaklık aralığının orta noktasıdır. T_{den} ise denge noktası sıcaklığıdır.

Denge noktası sıcaklığı, ısıtma ve soğutmanın gerekli olduğu dış ortam sıcaklığının alt ve üst değeridir. Bu değer ısıtma için genellikle 15°C alınır. Yukarıdaki denklemde parantez üzerindeki işaret (±), ısıtmada pozitif, soğutmada ise negatif dikkate alınacağını belirtmektedir.

Konumu Geyve Sakarya'da olan bir binada bulunan yapı malzemelerinin ısıl ve fiziksel özellikleri için, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği hesap programı kullanılarak, toplam ısı transfer katsayısı K_{top} (W/°C) hesaplanmış ve bu değer Denklem 4.1'de kullanılarak binanın Q_{bin} değeri 90991,47 kwh/yıl bulunmuştur.

Önceki bölümlerde açıklanan "BIN" metoduna göre tabloda toplamda 4072 h/yıl saat bulunmaktadır. 90991,47/4072 = 22,35 kw/h bulunmaktadır. Yani 30 kw/h'lık cihaz kullanılması gerektiği hesaplanmıştır.

Ayrıca TS 825 ısı kaybı hesaplaması, ısı pompasının temin edileceği firmaya yollanmıştır. Buna göre Yeşil Enerji firması kataloğuna göre 30 kw/h'lık cihazın kullanılması uygun bulunmuştur.

4.7. Toprak Isı Değiştiricisini Boyutlandırma Basamakları

Toprak ısı değiştiricisinin boyutlandırılmasında şu yol izlenmektedir;

1) Öncelikle binanın ısı kaybı ve kazancı hesaplanmalıdır.
2) Hangi ısı değiştirici sistemin kullanılmasına karar verilmelidir. Bu uygulamada dikey borulu sistem kullanılması uygun bulunmuştur. Burada şu sebepler etkili olmuştur; yatay sistemde boruların döşenmesi için oldukça fazla bir bahçe alanına ihtiyaç duyulması nedeniyle bu alana inşaat yapılamamaktadır. Çok fazla hendek kazılması ve daha fazla boru kullanılması gibi sebepleri sayabiliriz. Bunlar oldukça zahmetli ve maliyetli işlemlerdir.
3) Kullanılacak boru malzemesi ve boyutu seçilmelidir. Projede boru olarak kullanılacak boruların dirençleri Tablo 3.3'te verilmiş olan 1 ½" boyutunda polietilen shedule 40 tipi boru seçilmiştir.
4) Tablo 3.3'teki boru direnci "R_b" 0,0676 mK/W olarak okunmaktadır.
5) Bir sonraki adım toprak cinsini belirlemektir. Yüzeyden 18 ile 91 m derinlik arasında su ile karşılaşılacağından bu katman arası nemli (Damp) toprak olarak sınıflandırılmaktadır.
6) Bu toprak cinsine göre, kullanılan sisteme ve boru boyutuna göre toprak direnci R_s belirlenir. Tabloda görüldüğü üzere bu değerin 0,54 olduğu görülmektedir.
7) Yıllık ortalama T_m sıcaklığı belirlenmelidir. Bu değer tabloda verilmiş olan Sakarya ortalama sıcaklığı hesaplanarak 1.1 °C eklenerek bulunmuştur [49]. T_m = 16 °C
8) Etkilenmiş toprak sıcaklığı hesaplanır. Isı değiştiricisinin yanındaki toprağın sıcaklığının artması veya yükselmesi borunun derinliğine bağlı olarak 1.66°C ile 10°C arasında değişmektedir. Bu değer 5.55 °C olarak kabul edilebilir [49]. Bunun anlamı soğutma durumunda toprak sıcaklığının 5.55 °C artması, ısıtma durumunda ise 5.55 °C azalmasıdır.

9) Daha sonra yüksek toprak sıcaklığı $T_h = 16 + 5.55 = 21.55$ °C olarak bulunur.

10) Düşük toprak sıcaklığı ise $T_L = 16 – 5.55 = 10.45$ °C olarak bulunur.

11) Firmanın kataloglarından ısı pompası ve ona ait bazı değerler seçilir. Bu çalışmada Nibe firmasının F1345 modeli 30 KW kapasiteli ısı pompası seçilmiştir.

12) Isı pompası seçiminden sonra hesaplanan ısı kaybı/ kazancı değeri cihaz kapasitesine bölünerek çalışma faktörü bulunur.

13) Cihaza giren en yüksek su sıcaklığı (EWT_c) katalogdan 45 °C olarak belirlenmiştir.

14) Cihaza giren en düşük su sıcaklığı yine katalogdan 0 °C olarak belirlenmiştir.

15) Sistemde antifiriz olarak %20 calcium chloride kullanılmıştır.

16) Katalogdan ısı değiştiricinin içindeki salamura debisi belirlenebilir.

17) Cihazın COP değeri belirlenir.

18) Bu hesaplar yapıldıktan sonra boru boyu hesaplamasına geçilir.

4.7.1. Gerekli boru boyutunun hesaplanması

Boru Bilgileri

1) **Boru Materyali:** Polietilen – Schedule 40 (Tablo)
2) **Boru Ebadı:** 1 ½”
3) **Boru Direnci R_b:** 0,0676 mK / W

Toprak Bilgileri

1) **Toprak Cinsi:** Nemli toprak
2) **Toprak Direnci:** 0,308 mK / W

Yer Bilgileri

1) **Ortalama Toprak Sıcaklığı T_m:** 16 °C
2) **Etkilenmiş Toprak Sıcaklığı Değişimi:** 5.55 °C

3) **Yüksek Toprak Sıcaklığı T_h:** 21.55 °C

4) **Düşük Toprak Sıcaklığı T_L:** 10.45 °C

Isı Pompası Bilgileri

1) **En Yüksek Su Sıcaklığı (EWT_c)=** 45 °C

2) **En Düşük Su Sıcaklığı (EWT_h)=** 0 °C

3) **Cihaz Isıtma Kapasitesi=** 30 kW

4) **COP_h=** 3,57

5) **Isıtma Çalışma Faktörü:** F_h: 22,35/30 = 0,745

4.7.2. Boru boyunun hesaplanması

$$L = \frac{572\frac{COP_I - 1}{COP_I}}{T_L - T_{\min}} x[R_b + (R_t x F_h)]$$

Burada;

L = kW başına gerekli olan boru uzunluğu (m/kW)

COP_I = Isı pompası ısıtma tesir (performans) katsayısı

R_t = Toprak direnci (m°C/W)

R_b = Boru direnci (m°C/W)

T_L = En düşük toprak sıcaklığı (°C)

T_{min} = Üniteye (evaporatöre) giren minimum akışkan sıcaklığı (°C)

F_h = Isıtma çalışma faktörü

L = 325,63 m

Kullanılan ısı değiştiricisi tipi U – tipi olduğundan açılacak deliğin uzunluğunu hesaplarken çıkan boru boyunu ikiye bölmemiz lazımdır;

325,63 / 2 = 162,81 m; izin verilen maksimum sondaj uzunluğu 91 m olduğundan [44], 162,81/91 = 1,79 çıkan sayı tam sayıya tamamlanır ve böylece kaç delik açılacağı bulunmuş olunur.

Delik sayısı: 2 >> 162,81/2 = 81,4 m delik uzunluğu, bu uzunluğa 1,5 m'de genleşmeler için eklenerek nihai delik uzunluğu bulunur. 81,4+1,5 = 82,9 m

Ancak sondaj uzunluğunu azaltmak için, bahçe alanının da müsaade edeceğini düşünerek 3 olarak tasarlanırsa, oluşacak yeni delik uzunluğu 162,81/3 = 54,27 m, 1,5m'de genleşmeler için ilave edilirse, 54,27 + 1,5 = 55,77 m olarak bulunur.

4.8. Sistem Elemanları ve Fiyatlandırılması

Hesaplanarak bulunan 30000 W'lık ısı pompası sistemi için Yeşil Enerji firmasından fiyat teklifi alınmıştır. Gönderilen teklif mektubu ve detayları Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.2: Toprak kaynaklı ısı pompası sistemi fiyatlandırması

TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI	Ürün	Miktar	Birim	B. Fiyatı	Toplam Euro
F-1345-30 Kw Toprak Kaynaklı Isı Pompası	Nibe	1	Adet	11050	11050
Dış Ortam Sensörü	Nibe	1	Adet	32	32
Ukv Akümülasyon Tankı	Nibe	1	Adet	262	262
Genleşme Tankı	Nibe	1	Adet	50	50
Bina İçi Devresi Sirkülasyon Pompası	Y.E.	1	Adet	460	460
Isı Pompaları Bağlantı Kurulum Malzemesi	Gumdloss	1	Tk.	750	750
Isı Pompaları Kurulumundan Sonra İzolasyon	Y.E.	1	Tk.	100	100
İşçilik + Konaklama	Y.E.	1	Ekip	1200	1200
Nakliye	Y.E.	1	Tk.	200	200
		Ara Toplam (%18 KDV Hariç)			**14104**
TOPRAK ALTI SİSTEMİ	Ürün	Miktar	Birim	B. Fiyatı	Toplam Euro
PN10 DN32 Polietilen Boru Dönüş Borusu Dahil	Nibe	1	m	11050	3400
Kollektör	Nibe	1	Adet	32	280
Enjeksiyon Malzemesi	Nibe	1	Adet	262	1600
Mono Etilen Glikol	Nibe	1	Adet	50	403
Boru Ek Parçası	Y.E.	1	Adet	460	100
Nakliye	Gumdloss	1	Tk.	750	100
İşçilik	Y.E.	1	Tk.	100	1600
		Ara Toplam (%18 KDV Hariç)			**6483**
		Genel Toplam (%18 KDV Hariç)			**20587**

BÖLÜM 5. DİĞER ISITMA SİSTEMLERİ İLE İŞLETME MALİYETLERİNİN VE AMORTİSMAN SÜRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sistemin ekonomik değerini ölçmenin ve alternatif yatırımları karşılaştırmanın birçok yolu vardır. Bunlar:

- Şimdiki değer metodu
- Yıllık eşdeğer metodu
- Gelecek değer metodu
- Geri ödeme oranı metodu
- Kar/yatırım oranı metodudur.

Bütün bu yöntemler eşdeğerdir. Bu nedenle enerji sistemi analizinde hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın benzer alternatif sonuçlar elde edilir.

5.1. Yakıtların Yıllık Maliyet Analizi

Binanın yıllık enerji ihtiyacı = 87.045.417 kj

Binanın yıllık enerji ihtiyacı = 87.045.417 x 0.2388 (1 kj = 0.2388 kcal)

Binanın yıllık enerji ihtiyacı = 20.790.440 kcal

Yakıt Olarak Motorin Kullanıldığında;

Yıllık fiyat artışı = %11

Motorin için alt ısıl değer = 10.256 kcal / h

Motorin için verim = %84

Motorin birim fiyatı = 6,49 TL

Motorin için fiyat = (20.790.440 / (10256 x 0.84)) x 6,49 Motorin için fiyat = 15662,14 TL

Yakıt Olarak Doğalgaz Kullanıldığında;

Yıllık fiyat artışı = %11

Doğalgaz için alt ısıl değer = 8250 kcal / m3

Doğalgaz için verim = %93

Doğalgaz için birim fiyatı = 1,62 TL / m3

Doğalgaz için fiyat =(20.790.440 / (8250 x 0.93)) x 1,62

Doğalgaz için fiyat = 4389,77 TL + KDV (%18) = 5179,93 TL

Yakıt olarak LPG Kullanıldığında;

Yıllık fiyat artışı = %10,83

LPG için alt ısıl değer = 11100 kcal / kg LPG için verim = %92

LPG için birim fiyatı = 2.96 TL / kg

LPG için fiyat =(20.790.440 / (11100 x 0.92)) x 3,95

LPG için fiyat = 8041,74 TL

TKIP Kullanıldığında;

Elektrik birim fiyatı = 0,57 TL / kWh (Birim Fiyat + Dağıtım Bedeli + Enerji Fonu + TRT Payı + Elektrik Tüketim Vergisi)

Elektriğin yıllık fiyat artışı = %12

Gereken Yıllık Enerji İhtiyacı = 24199 kWh (COP: 3.54)

TKIP'nin Tükettiği Enerji = 24199 / 3.54 = 6835,87 kWh

Isı Pompasının Yıllık Fiyatı = 6835,87 x 0.57

Isı Pompasının Yıllık Fiyatı = 3896,45 TL + KDV (%18) = 4597,80 TL

TKIP'NIN ÜSTÜNLÜĞÜ / AVANTAJI;

İşletme Maliyetleri;	AYLIK	YILLIK
Motorin =	1305,18 TL	15662,14 TL
Doğalgaz =	431,66 TL	5179,93 TL
LPG =	670,145 TL	8041,74 TL
TKIP =	383,15 TL	4597,80 TL

Tüm bu sonuçlara göre işletme maliyeti;

Tablo 5.1: İşletme maliyetleri

	%12'lik Fiyat Artışı	%11'lik Fiyat Artışı	%10-11'lik Fiyat Artışı	%11'lik Fiyat Artışı
	TKIP	Doğalgaz	LPG	Motorin
İşletme Yılı 1	4.597,80	5.179,93	8.041,74	15.662,14
İşletme Yılı 2	5.149,54	5.801,52	8.886,12	17.384,98
Genel Toplam	9.747,34	10.981,45	16.927,86	33.047,12

Anlaşılacağı üzere işletme maliyetleri yönünden TKIP Sistemleri Doğalgaza göre %12, LPG kazana göre %42, Motorine göre %71 daha ekonomiktir.

5.2. Bugünkü Değer (BD)

Binaların ısıtma gereksinimlerini karşılayan sistemlerin ekonomik analizi için "Bugünkü Değer Yöntemi" kullanılmıştır. Bu yöntem, ısıtma sisteminin ömrü boyunca yakıt ve kurulum maliyetinin şimdiki değerine dayanır ve Denklem 5.1'deki formül hesaplanır [45].

$$BD = \text{İ}YM + \text{İ}M \ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \tag{5.1}$$

Burada;

BD : Bugünkü değer

i : İndirim veya banka faiz oranı

n : Yıl

İYM : İlk yatırım maliyeti

İM : İşletme Maliyeti

Bugünkü değer yöntemi kullanılarak, 20 yıl boyunca yapılacak olan tüm giderler hesaplanır. İşletme giderleri hesaplanırken cihazların ısıtma aylarında çalışacağı düşünülmüştür. Ev içindeki ve binadaki tesisat, ısıtma elemanları, malzeme ve işçilik ücretlerini kapsamaktadır. TKIP sistemleri ile doğal gaz, motorin, LPG ile ısıtma sistemlerinin maliyetleri Tablo 5.2'de belirtilmiştir.

Tablo 5.2: Bugünkü değer yöntemi kullanılarak ısı pompası ve geleneksel sistemlerin örnek bir bina için 20 yıllık ekonomik analizi (i=0,005)

YAKIT CİNSİ	İYM (€)	İM (€)	1 YIL	2 YIL	3 YIL	4 YIL	5 YIL	6 YIL	7 YIL	8 YIL	9 YIL	10 YIL
TKIP	31026	655,9	31678	32328	32974	33617	34256,87	34983	35226	36157,07	36784,18	37408,17
Kurulu TKIP	24293	655,9	24945	25595	26241	26884	27523	28160	28793	29424	30051	30675
Doğalgaz	9259	738,93	9994	10725	11453	12178	12899	13616	14330	15040	15746	16449
Motorin	12760	1147,2	13901	15037	16167	17291	18410	19524	20632	21734	22831	23922
LPG	16625	2234,3	18848	21060	23261	25451	27630	29799	31956	34103	36239	38365
YAKIT CİNSİ	İYM (€)	İM (€)	11 YIL	12 YIL	13 YIL	14 YIL	15 YIL	16 YIL	17 YIL	18 YIL	19 YIL	20 YIL
TKIP	31026	655,9	38029,06	38646,85	39261,58	39873,24	40481,86	41087,45	41690	42289,61	42886,21	43479,84
Kurulu TKIP	24293	655,9	31296	31913	32528	33140	33748	34354	34597	35556	36153	36746
Doğalgaz	9259	738,93	17149	17845	18537	19226	19911	20594	21272	21948	22620	23289
Motorin	12760	1147,2	25008	26089	27164	28233	29298	30357	31411	32460	33503	34541
LPG	16625	2234,3	40480	42584	44678	46762	48835	50898	52951	54993	57025	59047

5.1. Ekonomik Analiz Sonuçları

Sakarya'da örnek bir binada yapılan ısı kaybı hesabı üzerinden birim ısıtma enerjisi için yakıtların yıllık maliyet analizleri yapılmıştır ve bugünkü değer yöntemi ile TKIP ve diğer ısıtma sistemlerinin kıyaslaması yapılmıştır.

Bu çalışmada sistemin ekonomik analizi için, hesaplanan ısı kaybı sonucunda 30 kW kapasiteli TKIP bir binada uygulaması yapılmıştır. Isı ihtiyacına göre, kullanılacak olan ısı pompası için toprak altına yerleştirilecek olan boru boylarının ve sistem maliyeti hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlara göre ekonomik analizler yapılarak sistemin amortisman süresi bulunmuştur ve diğer sistemlerle karşılaştırılmıştır.

TKIP ve diğer ısıtma sistemlerinin bakım giderleri kabaca eşit olarak alınmış ve bugünkü değer karşılaştırmalarında dikkate alınmamıştır. Tüm sistemlerin kullanım ömürleri 20 yıl olarak alınmıştır.

TKIP sistemleri kurulumu için iki seçenek üzerinde durulmuştur:

1) Tüm ekipmanları hazır kurulu olan ısı pompasının satın alınması düşünülmüştür. TKIP sistemleri, doğalgazlı ve motorinli ısıtma sistemine göre daha pahalı olmaktadır. LPG'li ısıtma sistemleri için 10 yıl sonra bu hazır TKIP sistemleri ekonomik ısıtma sistemleri olmaktadır.

2) TKIP ekipmanlarının piyasadan tek tek alınıp, maliyeti düşürmek amacıyla montajın tarafımızdan yapılacağı düşünülmüştür. Montajı yapılması düşünülen ısı pompası sistemini, doğalgazlı ve motoronli sisteme göre daha pahalı olmakta, LPG'li ısıtma sistemi sistemine göre 5. yıldan sonra kurulumu yapılan TKIP sistemi ekonomik ısıtma sistemi olmaktadır.

Birim maliyetlere ilişkin ekonomik analiz sonuçları, yeni enerji ve yenilenebilir enerji kullanımını desteklemektedir. Ancak toprak kaynaklı ısı pompalarının yerli üretim ile üretilmesi ile sistemin kurulum maliyetleri düşürülebilir ise toplam maliyet yönünden de verimli olmaları sağlanabilir.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Düşük maliyetli, güvenli ve çevre kirliliğine sebebiyet vermeme gibi özellikleriyle toprak kayaklı ısı pompası, alternatif ısıtma sistemlerinden birisi olarak ön plana çıkmaktadır. Toprağı ısı kaynağı olarak kullanan bir TKIP sistemi, Sakarya şartlarında bir binanın ısıtılması amacıyla tasarlanmış ve sistemin seçimi yapılmıştır. Bu çalışmada yapılan ve elde edilen sonuçlar;

1) Bu çalışmada daha hassas sonuç veren "BIN" hesap yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda 3'er ºC'lik 7 adet Bin aralığı oluşturulmuştur. Bin metodu ile hesap yapılabilmesi için ısı pompası sisteminin kurulacağı binanın ısıtma ihtiyaçları hesaplanmıştır. Ayrıca TS 825 programında da hesaplamalar yapılmıştır. Programda binanın duvarlarında, tavanında ve tabanında bulunan ısı yalıtımı TS 825 raporunda da görüleceği üzere detaylı bir şekilde hesaplamalar yapıldı. Duvarların hangi cephelere baktığı, kapı ve pencerelerin alanları ve Güneş enerjisi kazancından gelen bilgiler hesaplandıktan sonra Sakarya şartlarında binanın ısı ihtiyacı yıllık 87.045.418 kJ bulunmuştur. Isı pompasının kapasitesi, hesaplanan ısı ihtiyacının "BIN" hesap metodundaki ısıtma saatine bölündüğünde kapasite 30 kW olarak bulunmuştur.

2) Sistemin en kötü kaynak şartlarında dahi istenilen kapasiteyi sağlayabilmesi için çalışma sıcaklıkları dikkate alınmıştır. TKIP sistemi daha yüksek kaynak sıcaklığında daha yüksek verimle çalışmaktadır. Kaynak tarafı sıcaklığı arttıkça sistemin COP değeri yani verimliliği ve buna bağlı olarak işletme karı artmaktadır. Seçilen NIBE F-1345 ısı pompası sisteminde kaynak tarafı su giriş sıcaklığı 5 ºC iken kaynak tarafı çıkış sıcaklığı 0 ºC olmakta buna bağlı olarak yük tarafı çıkış sıcaklığının 50 ºC ve giriş sıcaklığının 45 ºC olması tahmin edilmektedir. Bu şartlara göre ısı pompası yıl boyunca ortalama 30 kW kapasitede çalışacaktır. Ancak boru hesabı yapılırken kışın en soğuk toprak şartında yapılan ısıtma şartlarına göre tasarım yapılmalıdır.

3) TKIP Sistemlerinin tasarımındaki en önemli aşamalardan biriside ısı değiştiricisi borularının yerleştirileceği toprağın ısıl özelliklerini iyi tespit etmektir. Isı değiştiricisinin boyutu, belirli bir toprak derinliğindeki toprağın, termal özellikleri ve yoğunluğu gibi belirli veriler kullanılarak hesaplanır. Belirli toprak derinliklerinde toprak malzemesinin ısıl özellikleri ve toprak yoğunluğu gibi bazı veriler kullanılarak ısı değiştirici boyutları hesap edilir. Burada bahçe alanı göz önüne alınarak boruların dikey tip döşenmesi tercih edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda toprak altı ısı değiştirici boruları toprağın 55,77 m derinliğinde 3 adet deliğe döşenecektir.

4) Diğer yakıt türlerine göre işletme maliyetleri karşılaştırılmış; TKIP Sistemleri Doğalgaza göre %12, LPG kazana göre %42, Motorine göre %71 daha ekonomik olduğu sonucuna varılmıştır.

5) İşletme maliyetleri yönünden TKIP sistemleri en uygun sistem olmasına rağmen, kurulum maliyetleri hesaba katılınca doğalgazlı sistem, ekonomik olarak Sakarya için en uygun ısıtma sistemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Diğer geleneksel sistemlerle karşılaştırıldığında amortisman yılları;

* İlk seçenekte, piyasada tüm ekipmanlarının hazır kurulu olduğu ısı pompasının alınması düşünüldüğünde, motorinli ısıtma sistemine göre daha pahalı olmakta, LPG‘li ısıtma sistemleri için 10 yıl sonra bu hazır TKIP sistemleri ekonomik ısıtma sistemleri olmaktadır.

* İkinci seçenekte, TKIP ekipmanlarının piyasadan tek tek alınıp, montajının tarafımızdan yapılacağı düşünüldüğünde, motorinli sisteme göre daha pahalı olmakta, LPG’li ısıtma sistemine göre 5. yıldan sonra kurulumu yapılan TKIP sistemi ekonomik olmaktadır.

Sonuç olarak işletme maliyetleri açısından Sakarya ilindeki örnek bina için en uygun sistem toprak kaynaklı ısı pompası sistemleridir. Ancak işin içine kurulum maliyetleri dahil edildiğinde Sakarya için en uygun olanı, doğalgazlı sistem olarak ön plana çıkmaktadır. TKIP sisteminin ülkemizde kurulumu oldukça azdır. Bu problemin çözümü için toprak ısı değiştiricileri ve sondaj kazı maliyetleri düşürülüp, yerli teknoloji ile ısı pompası sistemleri üretilmesi gerekmektedir. Ayrıca şuanda Sakarya’da KDV hariç kW başına elektrik fiyatı 57 kuruştur. Bu fiyatın yerli ürerimin daha fazla desteklenmesiyle düşürülmesi gerekmektedir. Toprak kaynaklı ısı pompası

sistemlerinin ilk yatırım maliyeti düştüğü takdirde ülkemize çevresel ve ekonomik olarak faydalar sağlayarak fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltacaktır.

KAYNAKÇA

[1] Bakırcı, K., Özyurt Ö., Çomaklı Ö. ve Şahin B. (2007). Soğuk iklim bölgesinde güneş ve toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin deneysel incelenmesi. *16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi*, Kayseri, pp: 1058-1062.

[2] Kavanaugh, S. (1989). Design considerations for ground and water source heat pumps in southern climates, *ASHRAE Transaction* 1, 95, 1139-1149.

[3] Pulat, E., Coşkun S., Ünlü K., Yamankaradeniz N. (2009). Experimental Study of Horizontal Ground Source Heat Pump Performance for Mild Climate in Turkey, *Energy*, 34(9), 1284-1295.

[4] Karabacak, R., Acar Ş.G., Kumsar H., Gökgöz A., Kaya M. (2011). Experimental İnvestigation Of The Cooling Performance Energy Analysis Of A Ground-Source Heat Pump System İn Denizli, Turkey, *International Journal of Refrigeration,* 34(2), 454-465.

[5] Savaş, A. F. (1996). *Toprak kaynaklı ısı pompası ile konut ısıtılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[6] Elbir, A. (2010). *Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Termodinamik Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[7] Aksu, B. (2010). *Balıkesir yöresinde yer-su kaynaklı ısı pompasının performansının deneysel olarak incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[8] Özsolak, O. (2011). *Güneş ve toprak enerjisi kaynaklı ısı pompasının Elazığ şartlarında konut ısıtması için kullanımının araştırılması*. (Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[9] Petit, P.J. and Meyer J.P. (1998). Economic potential of vertical ground-source heat pumps compared to air source air conditioners in South Africa, *Energy*, 23(2),137-143.

[10] Yamankaradeniz B. (2011). *Isı Pompası Kullanılarak Kurutma İşlemlerinde Enerji Tasarrufunun İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[11] Başkal A. (2011). *Duvardan Isıtma Ve Soğutmalı Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Performansının İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[12] Çolak D. (2012). *Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Performans Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

[13] Akpınar, E.K. ve Hepbaşlı A. (2007). A pomparative study on exergetic assessmant of two ground-sources (geotermal) heat pump systems for residental applications, *Building and Environment*, 42, 2004-2013.

[14] Öztürk M. (2015). *Toprak Kaynaklı Isı Pompalarında Toprak Neminin Isı Pompasının Enerji Tüketimine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.

[15] Eren Ö. (2016). *Isı Pompası Destekli Bir Dondurarak Kurutma Sistem Tasarımı Ve Deneysel Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

[16] Topçu A. (2018). *Alışveriş Merkezlerindeki Su Kaynaklı Isı Pompası Sistemlerinin Enerji Ve Ekserji Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[17] Horzum F. (2018). *Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Termodinamik Analizi Ve Antalya İlinde Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[18] Balbay A. (2007). *Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Yollardaki Kar Ve Buzu Eritmek İçin Kullanılmasının Deneysel Ve Teorik Olarak Araştırılması*. (Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[19] Acar Ş.G. (2009). *Denizli Havzasındaki Jeolojik Formasyonlarda Sıcaklık Ve Isı Depolama Kapasitesi Değişiminin İncelenmesi Ve Isı Pompası Uygulamalarının Araştırılması*. (Doktora Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

[20] Dikici A. (2004). *Güneş, Hava ve Toprak Enerjisi Kaynaklı Isı Pompasının Elazığ Şartlarında Konut Isıtması İçin Kullanımının Deneysel Olarak Araştırması*. (Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

[21] Süzer B. (2001). *Toprak Kaynaklı Isı Pompası İle Hava Kaynaklı Isı Pompasının Tekno-Ekonomik Açıdan Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[22] Kural A.K. (2012). *Malatya İlinde Bir Binada Toprak Kaynaklı Isı Pompası Uygulamasının Merkezi Klima Ve Doğalgazlı Sistemlerle Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

[23] Ünal F. (2014). *Güneş Enerjisi Destekli Dikey Tip Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Mardin İli İçin Kullanılabilirliliğinin Araştırılması*. (Doktora Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[24] Alkan R. (2014). *Farklı Soğutucu Akışkanlar İçin Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Termoekonomik Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[25] Esen, H., İnallı M., Esen M., Pihtili K. (2007). Energy and exergy analysis of a groundcoupled heat pump system with two horizontal ground heat exchangers, *Building and Environment*, 42, 3606-3615

[26] Özgener, O., Hepbaşlı, A. and Özgener, L., (2007). a Parametric study on the exergoeconomic assessment of a vertical ground-coupled (geothermal) heat pump system, *Building and Environment*, 42, 3, 1503-09.

[27] Seyrek A. (2010). *Mahal Isıtmasında Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[28] Kaygusuz, K. (1992). *Karadeniz Bölgesindeki Konutların Güneş Destekli Isı Pompaları Yardımıyla Isıtılabilirliğinin İncelenmesi*. (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

[29] Yamankaradeniz, R., Horuz, İ., Kaynaklı, Ö., Coşkun, S., Yamankaradeniz, N. (2013). Soğutma Tekniği ve Isı Pompası Uygulamaları. *Dora Basım-Yayın*, Bursa.

[30] Url-1 < *https://www.muhendisbeyinler.net/toprak-kaynakli-isi-pompasi/* >, erişim tarihi 12.12.2019.

[31] Seyrek A. (2010). *Mahal Isıtmasında Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[32] Miles, L. (1997). Heat Pumps Theory and Service. *Delmar Publishers Inc*.

[33] Hepbaşlı, A. (1999). Geleceğin Teknolojisi Yer Kaynaklı Isı Pompaları. *4. Tesisat Kongresi*, İzmir.

[34] Seyrek A. (2010). *Mahal Isıtmasında Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[35] Hepbaşlı, A. (1999). Geleceğin Teknolojisi Yer Kaynaklı Isı Pompaları. *4. Tesisat Kongresi*, İzmir.

[36] Aral, F.Z. (1977). *Soğutma Makinist Klavuzu*. Ankara: Doğuş Matbaacılık.

[37] Seyrek A. (2010). *Mahal Isıtmasında Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[38] Ashrae (1995). *American Soceity of Heating. Refrigeration and Air-Conditioning Engineers*. Inc.Atlanta, GA.: HVAC Applications.

[39] Çomaklı, K., Çomaklı, Ö., Yılmaz, M., Özyurt, Ö., Erdoğan, S., Şahin, B., Bakırcı, K. (2007). *Zeotropik Gaz Karışımları Kullanılan Isı Pompalarında Enerji Ve Ekserji Verimlerinin Araştırılması* (Proje 105M030). Erzurum: TUBİTAK MAG.

[40] Sodha, M.S. (2001). Simulatıon of dynamic heat transfer betveen ground and underground structures. *International Journal of Energy Research*, 25, 1391-1394.

[41] Sodha, M.S. (2001) Simulation of periodic heat transfer beuveen ground and underground structures. *International Journal of Energy Research*, 25. 689-693; 1391-1396.

[42] Seyrek A. (2010). *Mahal Isıtmasında Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Kullanımı*. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[43] Url-3 < https://ytong.com.tr/blog-detay.asp?blogID=10 >, erişim tarihi 05.03.2020.

[44] Miles, L. (1997). Heat Pumps Theory and Service. *Delmar Publishers Inc*.

[45] Okka, O. (2006). *Mühendislik Ekonomisi*. (4. Baskı, Sf. 1108). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

EKLER

EK A: TKIP Sisteminin uygulanacağı binanın İzoder yapı bileşeni raporu

EK B: TKIP Sisteminin uygulanacağı binanın İzoder ısı kaybı hesap programının raporu

EK C: TKIP Uygulamasının fiyat teklifi

EK D: Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan Sakarya iline ait saatlik sıcaklık değerleri

EK A

21.12.2019

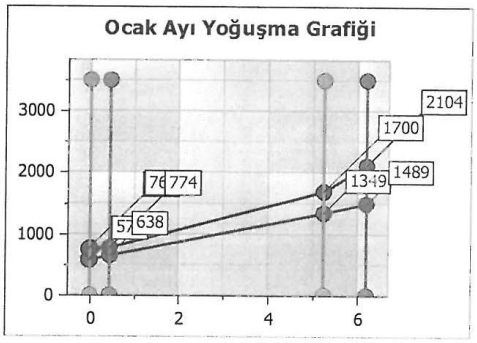
Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

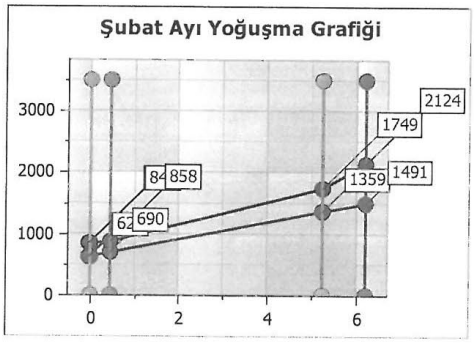
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yuzey	8,6	1121	4,0	814	3,1	765	4,6	849	7,4	1034	12,8	1487
1.Yuzey	8,7	1130	4,1	824	3,3	774	4,7	858	7,6	1044	12,9	1494
2.Yuzey	16,6	1889	15,2	1729	14,9	1700	15,4	1749	16,2	1847	17,8	2047
3.Yuzey	18,8	2178	18,4	2116	18,3	2104	18,4	2124	18,7	2162	19,2	2236
İç Yuzey	19,0	2199	18,6	2145	18,5	2134	18,6	2152	18,9	2185	19,3	2250
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

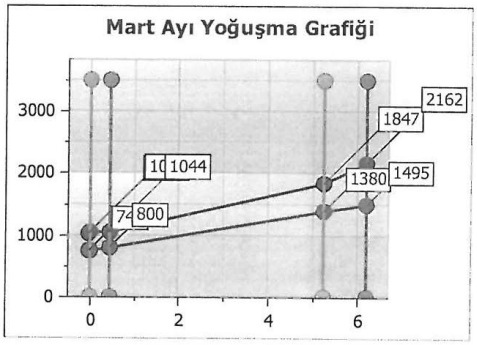
* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

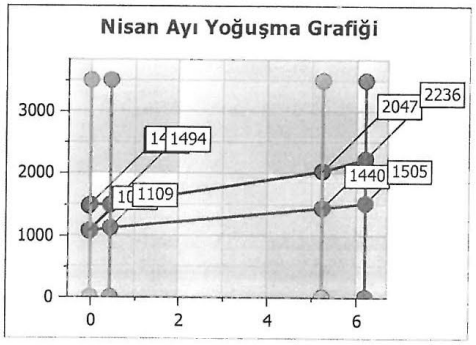
Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

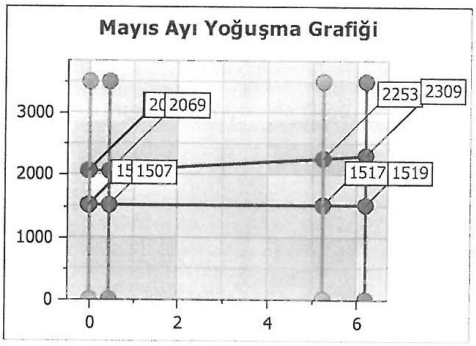
Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

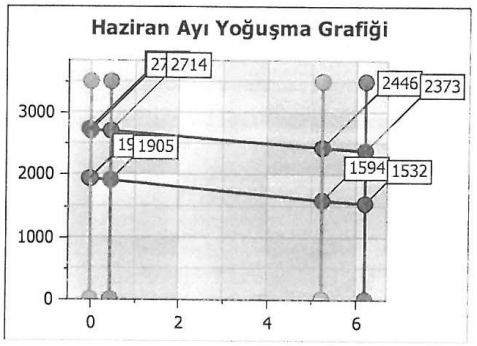










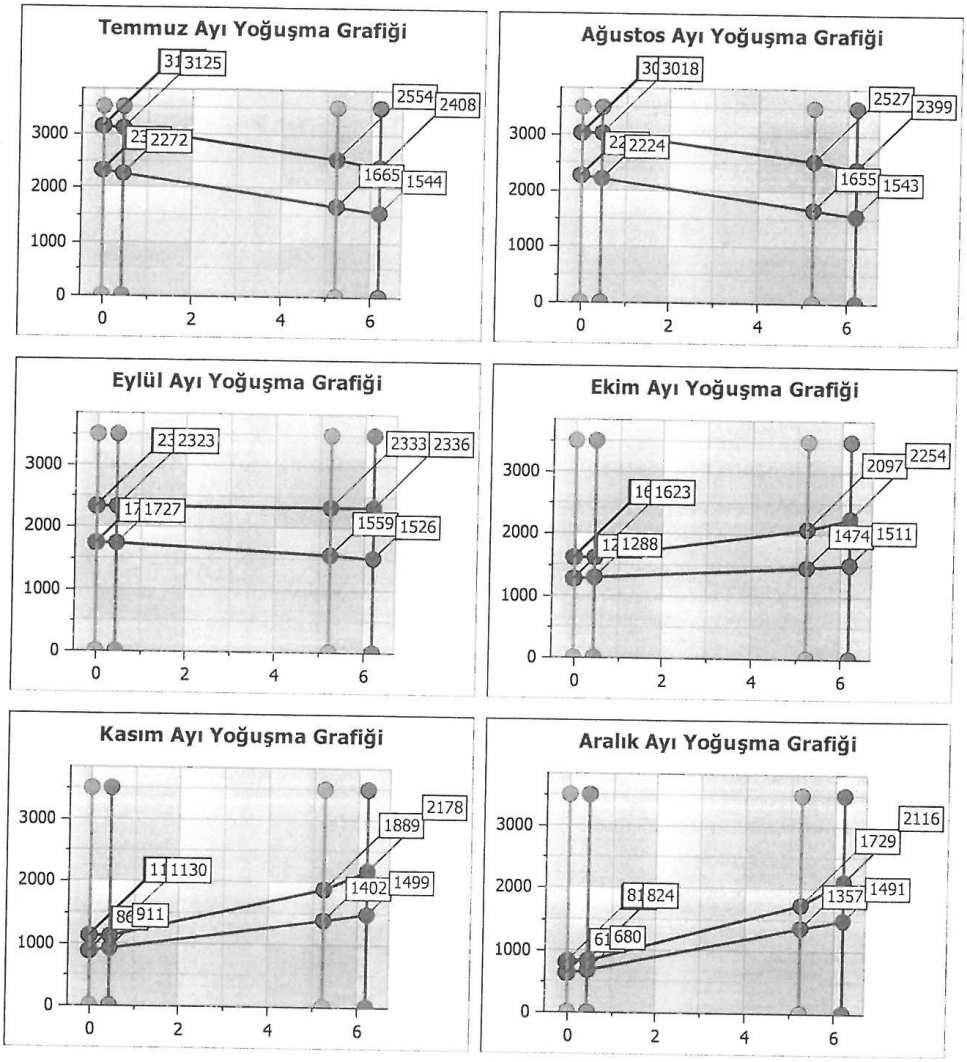


1/3

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.



This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

1.) 0 - 0,45	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı
2.) 0,45 - 5,25	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030
3.) 5,25 - 6,2	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarlar (TS EN 771-1)
4.) 6,2 - 6,4	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yapı Bileşenindeki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı

Aylar	T_d (°C)	(%) φ_d	m_y (kg/m²)	m_y (kg/m2) (Kümülatif)
Ocak	2,9	0,76	0	0
Şubat	4,4	0,75	0	0
Mart	7,3	0,73	0	0
Nisan	12,8	0,73	0	0
Mayıs	18	0,73	0	0
Haziran	22,5	0,71	0	0
Temmuz	24,9	0,74	0	0
Ağustos	24,3	0,75	0	0
Eylül	19,9	0,75	0	0
Ekim	14,1	0,79	0	0
Kasım	8,5	0,78	0	0
Aralık	3,8	0,77	0	0

SONUÇ:

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

* Yapı bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir.

* Yoğuşma tahkiki yapılan yapı elemanı standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından, standarta uygundur.

21.12.2019

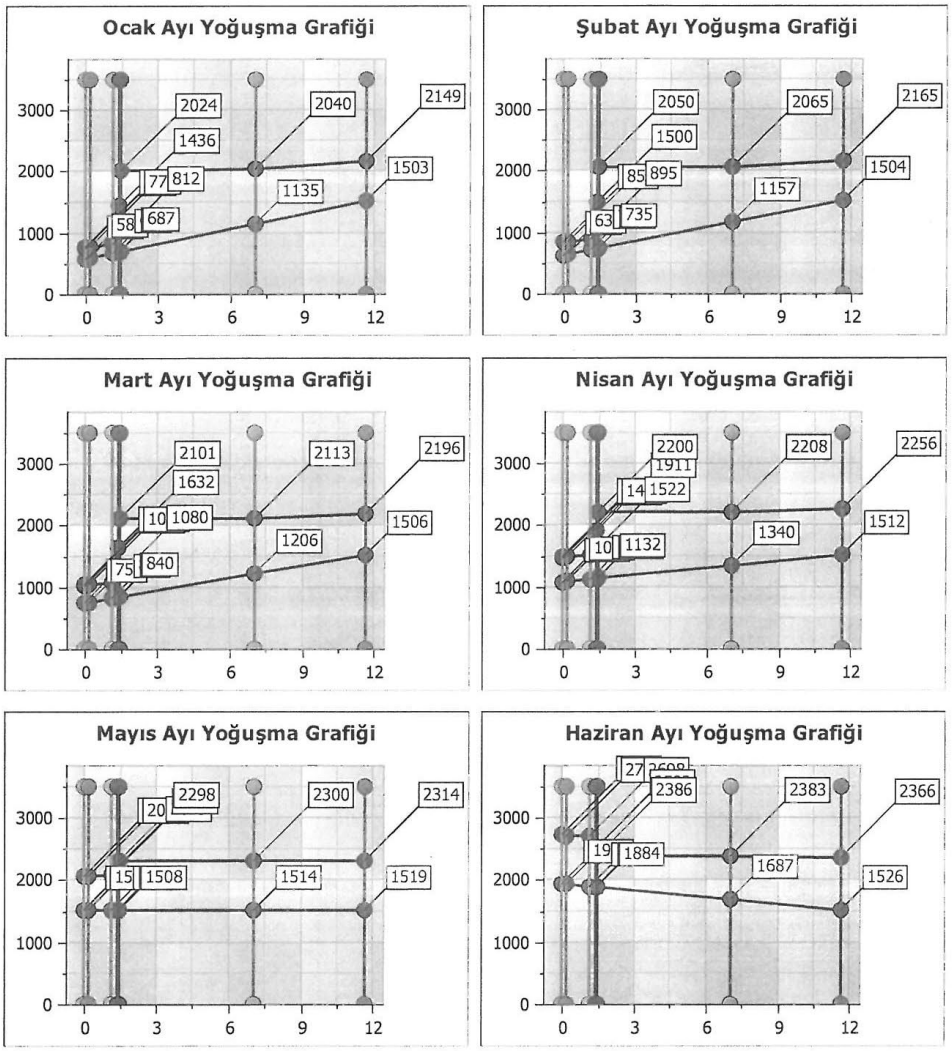
Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yuzey	8,6	1119	3,9	812	3,0	762	4,5	846	7,4	1032	12,8	1485
1.Yuzey	8,7	1128	4,1	821	3,2	771	4,7	855	7,5	1041	12,9	1492
2.Yuzey	9,2	1165	4,8	861	3,9	812	5,3	895	8,1	1080	13,2	1522
3.Yuzey	14,8	1690	12,7	1474	12,3	1436	13,0	1500	14,3	1632	16,7	1911
4.Yuzey	18,4	2122	17,8	2039	17,6	2024	17,8	2050	18,2	2101	19,0	2200
5.Yuzey	18,5	2134	17,9	2055	17,8	2040	18,0	2065	18,3	2113	19,0	2208
6.Yuzey	19,0	2209	18,7	2159	18,6	2149	18,7	2165	18,9	2196	19,4	2256
İç Yuzey	19,2	2226	18,8	2182	18,8	2174	18,9	2187	19,1	2215	19,5	2267
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

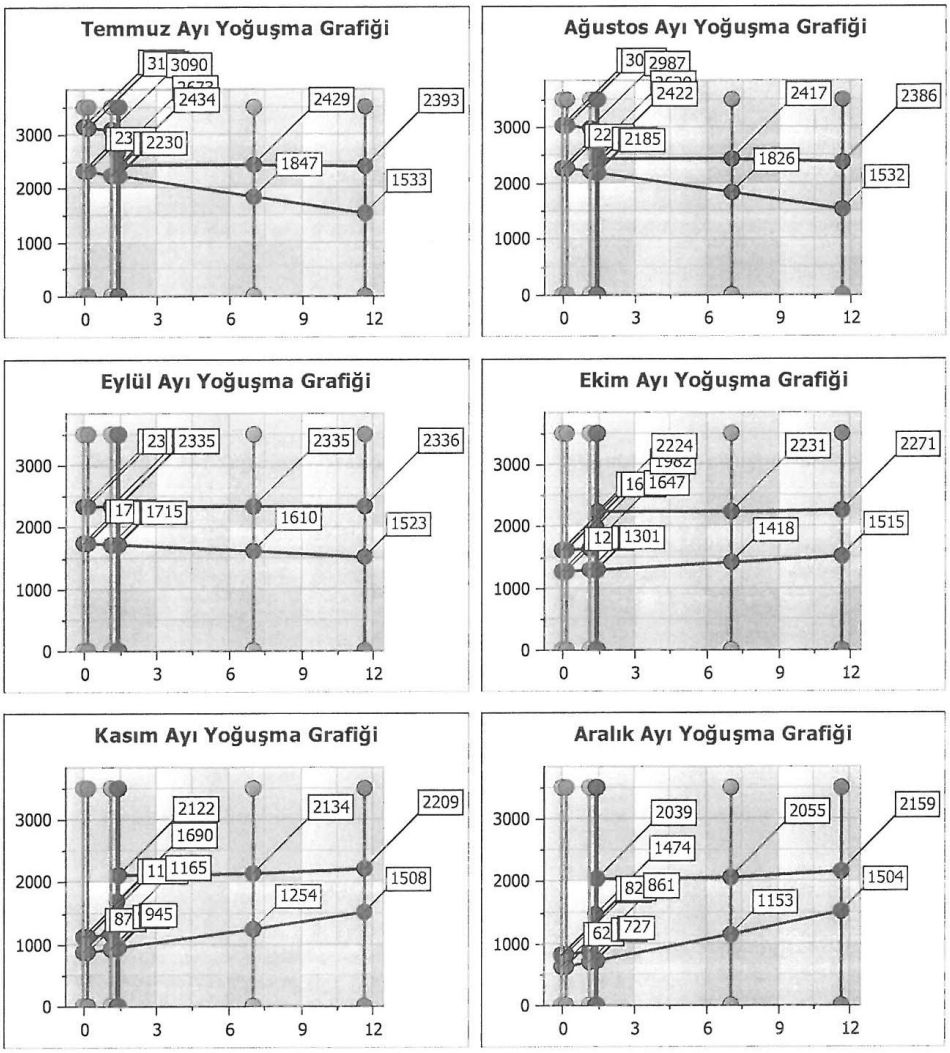


1/3

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.



2/3

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

1.) 0 - 0,15	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapılan kagir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinger, (TS 4562) seramik klinger (TS 2902).
2.) 0,15 - 1,15	8.2.1 Kontrplak (TS 46), kontrtabla(TS 1047)
3.) 1,15 - 1,4	11.3.1.3.1 Hava tabakası (düşey) Kalınlık =25
4.) 1,4 - 1,44	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri (Cam yünü, Taş yünü vb.) TS 901-1 EN 13162 10) e uygun Isı iletkenlik grupları 035
5.) 1,44 - 7,04	5.1.1 Donatılı
6.) 7,04 - 11,64	7.5.2.2.2 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm olan bloklarda
7.) 11,64 - 11,84	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yapı Bileşenindeki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı

Aylar	T_d (°C)	(%) φ_d	m_y (kg/m²)	m_y (kg/m2) (Kümülatif)
Ocak	2,9	0,76	0	0
Şubat	4,4	0,75	0	0
Mart	7,3	0,73	0	0
Nisan	12,8	0,73	0	0
Mayıs	18	0,73	0	0
Haziran	22,5	0,71	0	0
Temmuz	24,9	0,74	0	0
Ağustos	24,3	0,75	0	0
Eylül	19,9	0,75	0	0
Ekim	14,1	0,79	0	0
Kasım	8,5	0,78	0	0
Aralık	3,8	0,77	0	0

SONUÇ :

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

* Yapı bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir.

* Yoğuşma tahkiki yapılan yapı elemanı standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından, standarta uygundur.

21.12.2019

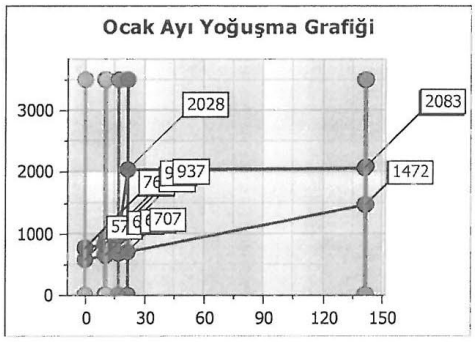
Yapı Bileşeninin Basınç ve Sıcaklık Dağılımı Çizelgesi

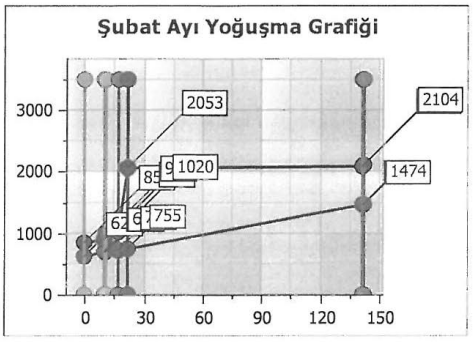
	Kasım		Aralık		Ocak		Şubat		Mart		Nisan	
	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)	Sıcaklık Dağılımı (°C)	Basınç Dağılımı (Pa)
Dış Ortam	8,5	1109	3,8	801	2,9	752	4,4	836	7,3	1022	12,8	1477
Dış Yuzey	8,6	1124	4,0	817	3,1	767	4,6	851	7,5	1037	12,9	1489
1.Yuzey	9,3	1172	4,9	869	4,1	819	5,5	903	8,2	1087	13,3	1528
2.Yuzey	10,3	1254	6,3	959	5,6	910	6,8	993	9,3	1172	13,9	1592
3.Yuzey	10,6	1279	6,7	986	6,0	937	7,2	1020	9,6	1197	14,1	1610
4.Yuzey	18,4	2125	17,8	2043	17,7	2028	17,9	2053	18,3	2104	19,0	2202
5.Yuzey	18,6	2145	18,0	2071	17,9	2057	18,1	2080	18,4	2126	19,1	2215
6.Yuzey	18,7	2163	18,2	2096	18,1	2083	18,3	2104	18,6	2146	19,2	2227
İç Yuzey	18,8	2172	18,3	2107	18,2	2095	18,4	2115	18,6	2155	19,2	2232
İç Ortam	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337	20	2337

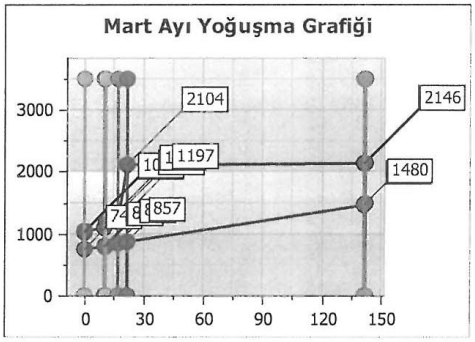
* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

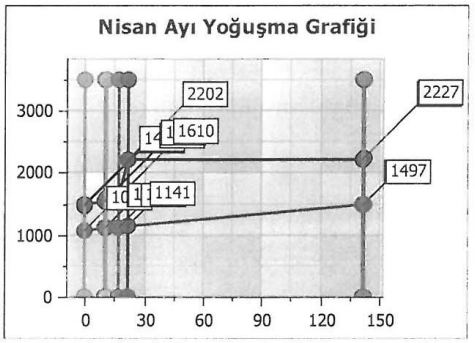
Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

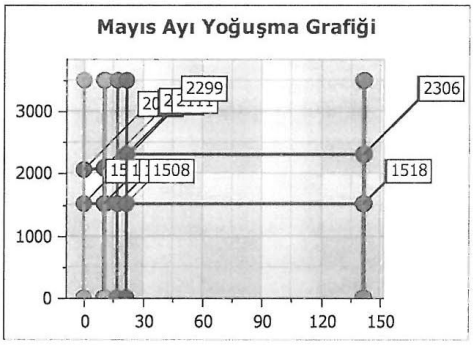
Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

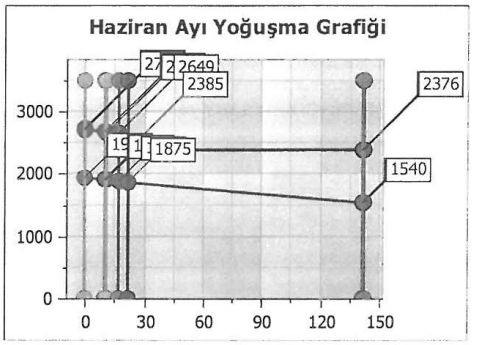










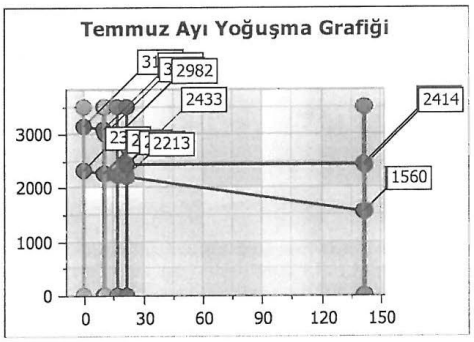


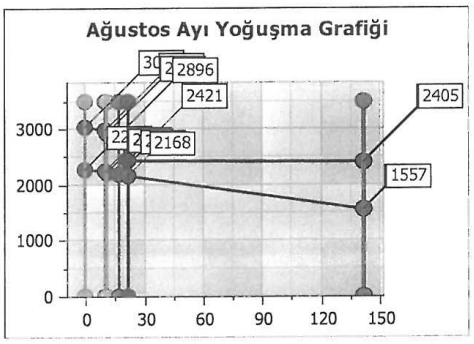
1/3

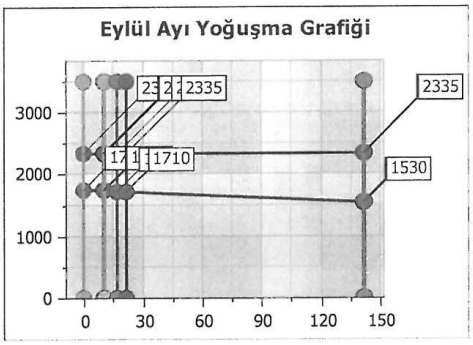
This application was created using the trial version
of the XtraReports.

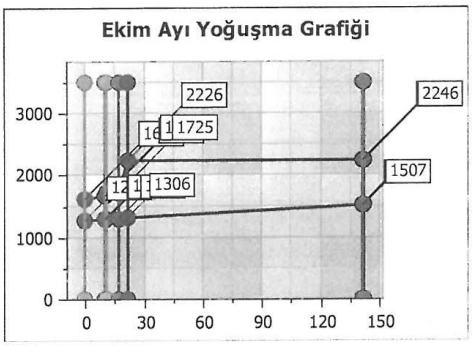
Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

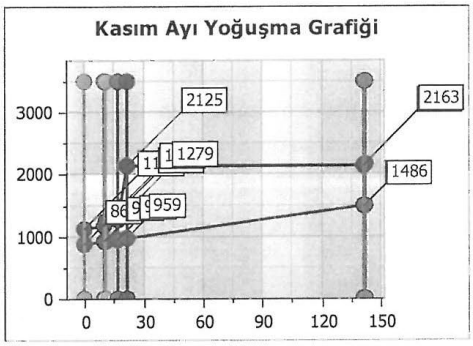
Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

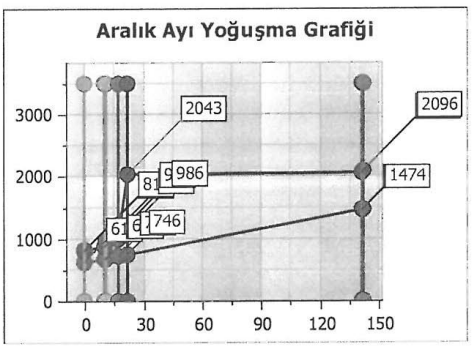












2/3

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yoğuşma Grafik ve Malzeme Sd Bilgileri

Sonuç : Yapı Bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir. Standarta uygundur.

1.) 0 - 10	2.2 Kil,alüvyon
2.) 10 - 10,45	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (mıcır)
3.) 10,45 - 17,45	5.1.2 Donatısız
4.) 17,45 - 21,45	10.3.2.2.1 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 11989 EN 13164e uygun Isı iletkenlik grupları 030
5.) 21,45 - 141,45	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri
6.) 141,45 - 142,05	4.6 Çimento harçlı şap
7.) 142,05 - 149,55	1.1 Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşlar (mozaik vb.)

This application was created using the trial version
of the XtraReports.

Yapı Bileşenindeki Yoğuşma ve Buharlaşma Miktarı

Aylar	T_d (°C)	(%) φ_d	m_y (kg/m²)	m_y (kg/m2) (Kümülatif)
Ocak	2,9	0,76	0	0
Şubat	4,4	0,75	0	0
Mart	7,3	0,73	0	0
Nisan	12,8	0,73	0	0
Mayıs	18	0,73	0	0
Haziran	22,5	0,71	0	0
Temmuz	24,9	0,74	0	0
Ağustos	24,3	0,75	0	0
Eylül	19,9	0,75	0	0
Ekim	14,1	0,79	0	0
Kasım	8,5	0,78	0	0
Aralık	3,8	0,77	0	0

SONUÇ :

* İç Yüzey Sıcaklığı 17°C'nin üzerinde olduğundan iç yüzeyde küf oluşma riski yoktur.

* Yapı bileşeninde yoğuşma meydana gelmemiştir.

* Yoğuşma tahkiki yapılan yapı elemanı standartta belirtilen tüm kriterleri sağladığından, standarta uygundur.

EK B

İZODER

Binanın Özgül Isı Kaybı Hesaplama Çizelgesi

Binadaki Yapı Elemanları		Yapı Elemanı Kalınlığı d(m)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri λ (W/mK)	Isıl İletkenlik Direnci R (m²K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m²K)	Isı Kaybedilen Yuzey A (m²)	Isı Kaybı AxU (W/K)
DUVAR:Dış Havaya Açık Duvar1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapıln	0,02	0,51	0,0392			
	7.1.5.1 Yatay delikli tuğlalarla yapılan duvarla	0,19	0,33	0,5758			
	10.3.2.1.1 Ekstrüde polistren köpüğü - TS 11	0,06	0,03	2,0000			
	4.1 Kireç harcı,kireç-çimento harcı	0,03	1	0,0300			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0400			
TOPLAM				2,815	0,355	385,65	136,91
TAVAN:Çatılı Kullanılmayar Tavan1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1300			
	4.4 Yanlız alçı kullanılarak (agregasız) yapıln	0,02	0,51	0,0392			
	7.5.2.2.2 3 sıra boşluklu; genişlik = 365 mm (	0,23	1,3	0,1769			
	5.1.1 Donatılı	0,07	2,5	0,0280			
	10.5.1 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malze	0,04	0,035	1,1429			
	11.3.1.3.1 Hava tabakası (düşey) Kalınlık =2	0,25	0,139	1,7986			
	8.2.1 Kontrplak (TS 46), kontrtabla(TS 1047)	0,02	0,13	0,1538			
	7.1.1.1 TS EN 771-1 e uygun tuğlalarla yapıl	0,03	0,81	0,0370			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0800			
TOPLAM			0,8 x A x U	3,586	0,279	170,72	38,10
TABAN:Toprak Temaslı Taban1.1	$1/\alpha_i$ Yüzeysel Isıl İletim Katsayısı (İç)			0,1700			
	1.1 Kristal yapılı püskürük ve metamorfik taşl	0,03	2,3	0,0130			
	4.6 Çimento harçlı şap	0,04	1,4	0,0286			
	9.2.2.1.5 Polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,006	0,19	0,0316			
	10.3.2.2.1 Ekstrüde Polistiren Köpüğü - TS 1	0,05	0,03	1,6667			
	5.1.2 Donatısız	0,1	1,65	0,0606			
	3.1 Kum,çakıl,kırma taş (mıcır)	0,15	0,7	0,2143			
	2.2 Kil,alüvyon	0,2	1,5	0,1333			
	$1/\alpha_d$ Yüzeysel ısıl iletim katsayısı (dış)			0,0000			
TOPLAM			0,5 x A x U	2,318	0,431	170,72	36,79
Dış Pencere1					2,2	61,2	134,64
Dış Kapı1					3,5	18	63
Yapı elemanlarından iletim yolu ile gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							**409,44**

$\Sigma AU = U_D A_D + U_P.A_P + U_K.A_K + 0.8\ U_T.A_T + 0.5\ U_t A_t + U_d A_d + \ldots$

$\Sigma AU =$ **409,44**

Özgül ısı kaybı ; $H = H_T + H_V$

İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ;
$H_T = \Sigma AU + l\ Ul$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
$H_V = 0,33\ .\ n_h\ .\ V_h$ = **324,5** W/K

$H = H_i + H_h$ = ...**733,94**..... W/K

(*) Kullanıcı tarafından tanımlanan bileşenlerdir.

İZODER

Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı Hesaplama Çizelgesi

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç Kullanım Faktörü	Isıtma Enerjisi İhtiyacı
	Özgül Isı Kaybı	Sıcaklık Farkı	Isı Kayıpları	İç Isı Kazancı	Güneş Enerjisi Kazancı	Toplam			
	$H = H_T + H_v$ (W/K)	$\theta_i - \theta_e$ (K,°C)	$H(\theta_i - \theta_e)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_s (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_s$ (W)	γ (-)	η_{ay} (-)	Q_{ay} (kJ)
OCAK	733,94	16,1	11.816	2.458	1.588	4.046	0,34	0,95	20.664.290
ŞUBAT		14,6	10.716		2.009	4.467	0,42	0,91	17.237.381
MART		11,7	8.587		2.461	4.919	0,57	0,83	11.674.363
NİSAN		6,2	4.550		2.800	5.258	1,16	0,58	3.889.369
MAYIS		1,0	734		3.286	5.744	7,83	0,00	0
HAZİRAN		0,0	0		3.468	5.926	0,00	0,00	0
TEMMUZ		0,0	0		3.372	5.830	0,00	0,00	0
AĞUSTOS		0,0	0		3.127	5.585	0,00	0,00	0
EYLÜL		0,0	0		2.582	5.040	0,00	0,00	0
EKİM		4,9	3.596		2.043	4.501	1,25	0,55	2.904.352
KASIM		10,5	7.706		1.515	3.973	0,52	0,85	11.220.690
ARALIK		15,2	11.156		1.384	3.842	0,34	0,95	19.454.484

$Q_{ay} = [H(\theta_i - \theta_e) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t(J)]$ 1 kJ=0,278.10^{-3} KWh $Q_{yıl} = \Sigma Q_{ay} =$ 87.045.418

Toplam ısı kaybı Qyıl = 0,278x10^{-3} x 87.045.418 (kj) = 24.199 kWh

İç ısı Kazancı $\phi_{i,ay} <= 5.\ A_n$ (W)

Güneş enerjisi kazancı $\phi_{g,ay} = \Sigma r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$

Kazanç kayıp oranı $KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\theta_{i,ay} - \theta_{e,ay})$

Kazanç kullanım faktörü $\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$

A_{toplam} = 806,29 m^2

$V_{brüt}$ = 1536,48 m^3

Hesaplama yapılan binadaki birim hacim başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiya

Q = $Q_{yıl} / V_{brut}$ 15,75 *kWh/m* ^{3} $A_n = 0,32 \times V_{brüt}$ = 491,67 m^2

$A_{top} / V_{brüt}$= 0,52 oranı 2. bölge için EK A.2' den alınan Q' = *22,4x A/V + 7,8* formülünde yerine konulduğunda bina için olması gereken en büyük ısı kaybı Q' = 19,55 kWh/m^3 bulunur.

Q < Q' (15,75<19,55) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı olması gereken en büyük değerin altındadır. Bu proje, bu standartlarda verilen hesap metoduna göre standartlara uygundur.

EK C

TEKLİF MEKTUBU

Oğuzhan MESTA

Sakarya
450m2 Konut

Toprak Kaynaklı Isı Pompası

Isıtma

Ref. No 134/065
Tarih 15.01.2020
Refere Yeşil Enerji

Teklif Düzenleyen:Yeşil Enerji

Teklifin Konusu

Sayın Oğuzhan bey Sakarya da bulunan Konut Projenizde kullanılacak olan Toprak Kaynaklı Isı Pompası sistemimiz teklif konusu oluşturmaktadır. Sistemimiz Isıtma işlemlerini kapsamaktadır.
NİBE'nin imal ettiği ürünlerin hepsi iki yıl süreyle tam garanti altındadır. Bütün ürünler SANCO , CE kalite normlarına uygun olarak üretilmektedir.

Teklif Tutarı

Ekte belirtilen cihazların ve yapılacak işlemlerin işçilik, malzeme , montaj dahil , KDV hariç birim fiyatlarıdır.

ISI MERKEZİ ARA TOPLAM TEKLİFİ - Euro	**14.104**	**+ %18 Kdv**
TOPRAK ALTI - SONDAJ SİSTEMİ ARA TOPLAM TEKLİFİ - Euro	**6.483**	**+ %18 Kdv**
GENEL TOPLAM - Euro	**20.587**	**+ %18 Kdv**

Ödeme Şekli

Siparişin **Genel Toplam Tutarı + KDV** (%18) üzerinden ödeme alınır.

Ödeme Koşulları;Sözleşme ile birlikte %50 peşin ,ürünler sahaya indiğinde %25 nakit,ısı pompası devreye alınıp teslim edildiğinde kalan %25 nakit

İşin yapılacağı Şantiyeye Ürünler gönderildikçe ve her irsaliye kesimine müteakiben Fatura düzenlenecektir.

Ödemeler , ödeme tarihindeki T.C. Merkez Bankası Döviz Satış Kuru üzerinden Türk Lirası'na çevrilerek yapılacaktır. Faturaya esas kur, fatura düzenleme tarihindeki Merkez Bankası Döviz Satış Kuru (Bakiyenin ödenmesi esas kur) ile diğer ödeme tarihlerindeki kurların ağırlıklı ortalaması alınarak belirlenecek ve fatura düzenlenecektir.

Hariç Olan İşler

- Besleme için gerekli elektrik tesisatının,Panonun ve termostat kablolarının çekilmesi,
- Toprak Altı Grup Kolektör borularının yerleşeceği kanalların betonlanması ve hazırlanması teklifimize dahil değildir,
- Delik açma, kapama ve diğer inşa işler teklifimize dahil değildir
- Elektrik ve su tarafınızdan temin edilecektir.
- Serme çalışmasında kullanılan su fiyatları teklifimize dahil değildir.
- Serme boruları taşıma esnasında kepçe-kato ve dolgu işleri hariçtir.

YEŞİL ENERJİ ISI TEKNİKLERİ - EMRAH KAĞNICI
[redacted]

TEKLİF MEKTUBU

Hesap Cetveli

Isıtma/Soğutma Alanı Net ;450 m2

İzolasyon İyi Yalıtımlı Bina

Dış hava sıcaklığı En düşük -10C, Yıllık Ortalama 12 ^{0}C

Uygulamadan Önce Hazır Olması Gereken Şartlar

- Uygulama alanının temiz ve tesviyesinde olması
- Isı sistemi ve kolon tesisatının bitmiş olması; Yeşil Enerji Şirketimiz bina içi ısıtma ve soğutma tesisatlarını üstlenmiyorsa, daima şirketimize danışılarak, özellikle, şaftlardan dağalımlardaki boru çaplarının bilgimiz dahilinde olması ve tarafımızca yönlendirilmesi gerekmektedir.
- Kazan Dairesi iç duvarların kaplama (Sıva, Fayans, vs) malzemesir

Geçerlilik

Teklifimiz 2 hafta süre ile geçerlidir. Firmamıza göstermiş olduğunuz ilgiden dolayı teşekkür eder , ilgili teklifi aşağıda bilgilerinize sunarız.

Mühendislik Hizmetleri

Uygulama hesap ve projeler YEŞİL ENERJİ firması tarafından geliştirilmiş özel hesap yöntemi ile yapılıp uygulama makine mühendisi şantiye kontrolör gözetiminde uzman kadromuz tarafından yapılmaktadır.

Ürün Teslimi

Bu teklif mektubunda söz konusu olan tüm ürünlerin teslimatı İstanbul depo teslimidir.

Garanti Süresi

Isı pompası 2 yıl, süre ile garanti altındadır.
Nihai tüketici, elektrik (akım yetersizliği, faz değişimi, elektrik kesilmeleri) ve su (kireçli su ve tadilattan dolayı) doğacak arıza veya hasarlar garanti kapsamı dışındadır. Elektrik panolarında; motor koruma rölesi, faz sırası koruma rölesi, Entes Mk 03 konulmadığı taktirde sistem devreye alınmayacaktır. Devreye alındığı taktirde Garanti Kapsamına Girmeyecektir

Saygılarımızla

YEŞİL ENERJİ ISI TEKNOLOJİLERİ

YEŞİL ENERJİ ISI TEKNİKLERİ- EMRAH KAĞNICI
[redacted]

TEKLİF MEKTUBU

YAPININ ISI MERKEZİ TEKLİFİ

Sıra	Açıklaması	Ürün	Miktar	Birim	B.Fiyatı	TOPLAM Euro
	ISI MERKEZİ (NİBE TOPRAK KAYNAKLI ISI POMPASI)					
1	F-1345-30 kW Toprak Kaynaklı Isı Pompası	Nibe	1	ad.	11.050	11.050
2	Dış Ortam Sensörü	Nibe	1	ad.	32	32
3	UKV 400 Akümülasyon Tankı	Nibe	1	ad.	655	262
4	Genleşme Tankı	Y.E.	1	ad.	50	50
5	Bina İçi Devresi Sirkülasyon Pompası	Gurndfoss	1	ad.	460	460
7	Isı Pompaları Kurulum Bağlantı Malzemesi (Borular ,Fittingsler,Askı Kelepçeleri,	Y.E.	1	Tk	750	750
8	Isı Pompaları Kurulumdan Sonra İzolasyon İşleri (Standart Siyah)	Y.E.	1	Tk	100	100
9	İşçilik + Konaklama	Y.E.	1	Ekip	1.200	1.200
10	Nakliye	Y.E.	1	Tk	200	200
					%18 KDV Hariç - ARA TOPLAM Euro	**14.104**
	TOPRAK ALTI SİSTEMİ					
1	PN10 DN32 Polietilen boru Dönüş Borusu Dahil	Rehau	1.000	mt	3,4	3.400
2	Kollektör	Rehau	1	tk	280,0	280
3	Enjeksiyon malzemesi	Y.E.	1	tk	1.600	1.600
4	Mono Etilen Glikol	Y.E.	230	kg	1,8	403
5	boru ek parçası	Y.E.	1	tk	100	100
6	Nakliye	Y.E.	1	Tk	150	100
7	İşçilik	Y.E.	1	ad.	600	600
					%18 KDV Hariç - ARA TOPLAM Euro	**6.483**
	Serme SİSTEMİ					
1	Serme SİSTEMİ kepçe	Y.E.	1.350	mt	0	0
					%18 KDV Hariç - ARA TOPLAM Euro	**0**
					%18 KDV Hariç - GENEL TOPLAM Euro	**20.587**

ÖNEMLİ NOT -)

1-) Projenizde, Toprak Kaynaklı Isı Pompası serme yöntemi için açılacak kanallar teklife dahil değildir.
boru serme işlemi bittikten sonra alanın eski haline getirilmesi teklife dahil değildir

2) Teklifimizde bina içi uygulaması isteniyorsa sıcak su ve hatların teknik odaya çekilmesi teklife dahil değildir.

3) Nakliye Şantiye Teslimidir.
4) Bina ısı hesabı m2x70 watt dış ortam -10 derece ve radyatör kullanımı olarak baz alınmıştır.
binanın izolasyon durumu,en düşük dış ortam ısısı ve binada uygulanacak ısıtma gerecine göre farklılık gösterebilir

YEŞİL ENERJI ISI TEKNOLOJILERI

YEŞİL ENERJİ ISI TEKNİKLERİ - EMRAH KAĞNICI
[redacted]

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/1 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	4,7	4,9	4,9	4,7	4,6	4,6	4,6	5,2	7,7	8,6	9,3	10,2	11,1	11,6	11,6	8,6	6,1	5,3	4,4	3,6	3,1	2,2	1,7	1,4
2	0,9	0,7	0,1	0,1	0	-0,7	-0,5	-0,3	1,3	3,3	4,8	9,1	10,8	11,4	11,7	8,8	6,8	6,4	5,8	5,6	5,6	5,6	6	6,3
3	6,2	6,2	5,4	4,6	4,5	4,4	4,6	5,6	5,4	6,1	7,7	8,4	8,6	9,4	11,2	9	8,1	7,4	6,8	6,3	6	6	6	5,9
4	5,9	6	5,2	4,7	4,9	5,2	5,3	5,7	7,1	8,1	9,2	10,3	11,6	12,3	11,7	9,6	8	6,6	6,1	8,2	9	8,9	9,3	8,9
5	9,2	8,7	8,7	8,3	8,1	8,1	7,7	7,1	7,5	8,1	8,7	9,7	10,4	10,3	9,6	9,2	9	8,4	8,2	8	7,2	7,3	7	7,1
6	7,2	6,8	6,8	6,5	4,8	4,7	5,3	7	8,8	9,3	11	12	12,9	13,9	13,4	9,6	7,7	6,5	5,6	5,3	4	3,8	3,4	2,7
7	4	2,5	2,5	2,2	2,2	2,1	1,8	5,1	7,1	9,5	12	13,6	15,2	15,9	15,8	10,9	9,1	7,4	6,9	5,6	4,7	4,4	3,8	3
8	1,9	1,9	1,7	1,9	2	2,5	2,3	3,9	6,6	9,3	10,8	12	12,4	12,7	11,5	10,1	8,2	7,3	5,8	5,2	5,1	4,6	4,1	3,7
9	3,3	3,5	3,2	2,8	2,1	2	2,5	3,4	4,2	4,9	6,5	7,7	8,5	8,5	8,3	7,6	6,8	6,6	6,5	5,4	5,4	5,1	5,2	3,9
10	3,8	3,3	3,2	3,7	4,2	4,5	4,5	5,9	7,9	7,8	9	9,2	10,5	11,4	10,6	10,1	9,4	9,9	9,6	8,1	8,8	8,2	7,3	7,1
11	6,4	6,5	6,1	5,5	5,1	4,7	4,4	5,3	6,8	8,2	9,8	12,4	12,2	12,3	12,1	10,5	9,7	9,2	8,8	8,3	7,7	7,1	6,9	7,2
12	7	6,9	6,9	6,9	6,9	7	7,1	7,2	7,7	8,3	8,7	8,9	8,9	9,3	9,3	9	9	8,9	8,8	8,9	8,9	8,4	8,3	8,3
13	8,3	8,2	8,1	7,8	7,8	7,9	7,9	8,2	8,5	9,3	9,8	8,7	8,4	8	7,8	7,5	7,4	7,2	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3	6,2
14	6,1	6	5,8	5,5	5,1	4,9	4,7	4,6	4,8	4,6	4,5	4,5	4,3	4	3,9	3,8	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3	3	2,9
15	2,7	2,9	2,8	2,9	2,8	2,8	3	3,4	3,9	4,6	5,8	5,8	6,6	8,7	7,5	5,2	3,4	2,4	1,6	1,4	1,6	1,7	1,6	1,6
16	1,6	1,5	1	0,9	1,2	1,5	1,6	2,3	3,7	4,7	6,1	6,8	6,7	7,1	6,6	6,1	5,8	5,7	5,4	4,8	4,6	4,2	4,2	4,2
17	4,2	4,1	3,8	3,6	3,2	3,3	2,9	3,1	4,4	6,1	10,6	12,1	14,1	15,3	12,8	12	11,9	12,3	11,4	11,5	10,2	8,8	7,9	7,5
18	7,9	7,8	7,6	7,6	7,8	8	8,2	7,5	6	6,3	6,2	6,1	5,4	3,5	3,2	3,4	2,9	2,7	2,5	2,6	2,7	3,3	4,1	3,6
19	2,9	2,2	1,2	0,7	0,8	-0,2	-0,3	3,1	5,5	6,9	7,3	8,4	9,3	10,2	9,4	6,9	4,3	3,2	2,6	2,6	2,3	1,9	1,9	2,6
20	0,8	2,7	1,1	1	0,7	0,4	0,8	2	5,1	8,1	8,4	9,5	11,9	12	12	10	7,2	5,6	5,4	4,7	4,2	4,5	4,9	5,4
21	6,5	7	6,9	7,6	7,5	8,8	8,8	8,8	8,9	9,1	9,3	9,7	9,6	9,6	9,3	8,6	8,1	8	8	7,3	7,4	7,4	6,7	7
22	7,1	7,3	6,7	6,6	7,1	7,7	10,7	12,3	12,2	15	14,4	12,7	13,2	11,5	9,6	9	8,1	8	7,7	7,5	7,9	7,5	6,8	6
23	5,5	5,5	4,9	4,6	4,5	4,5	4,4	4,4	4,3	5,2	5,3	4,8	5,1	5	3,7	3,4	3,5	3,8	3,9	3,8	3,5	2,7	2,8	3,2
24	2,7	2	1,9	2	2,4	2,5	2,4	2	2,4	3,4	3,3	2,9	3	2,7	2,8	2,4	2,3	1,4	1,5	1,5	1,2	1,2	1,4	0,5
25	1	0,7	0,8	0,5	0,3	0,3	0,6	1,7	2,5	2,7	2	3,3	3,3	2,6	2,8	2,6	2,1	2	2	2,1	1,7	1,2	1	0,7
26	0,5	0,3	0,6	0,6	1,1	0,8	1,3	3	3,9	4,1	4,5	5,5	4,4	3,5	3,3	2,7	2,3	1,6	0,7	0,6	-0,9	-1	-1,4	-1,9
27	-2,4	-2,6	-2,6	-3,2	-3,4	-3,2	-2,4	0,5	1,4	2,3	4,2	5,7	7,1	7,9	6,5	4,6	3,6	3,2	2,7	0,8	0	-0,1	-0,7	-1,2
28	-1,6	-2,1	-2,7	-3	-3,5	-3,8	-3,7	-1,9	0,7	3,1	4,8	7,2	9,3	9	7,6	6,3	5,5	3,3	2,4	1,6	0,8	0,4	-0,6	-1,2
29	-1,3	-1,8	-2	-2,3	-2,8	-2,4	-2,5	-1	0,9	2,9	4,7	6,7	9,1	10,3	10,2	8,6	5,3	3,9	2,7	1,9	1,3	0,5	0,2	-0,2
30	-0,7	-1,1	-1,2	-1,6	-1,9	-1,5	-1,9	-1,2	0,7	4,2	8,1	10,6	12,5	14,2	15,3	12,5	8,1	6,3	5,5	3,8	3,7	2,3	2,2	1,6
31	1,2	1,3	0,5	0,3	0,2	-0,5	-0,6	0,2	3,7	6,5	9,5	12	14,2	15,5	16	12,2	10	8,5	6,8	5,9	4,3	4	1,7	1,1

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/2 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0,9	0,7	-0,1	-0,6	-0,7	-0,9	-0,9	-0,2	0,7	2,6	7,8	11,5	14,8	16,7	18	14	10,5	8,2	6,8	6,3	5,3	3,9	3,8	3
2	2,1	2,1	1,6	1,9	1,9	2,4	2,3	4,4	5,9	8	9,6	10,4	12,3	12,8	12,7	11,4	9,9	8,8	7,9	7,6	7,6	7,8	8	8
3	8,2	7,9	7,9	7,3	6,4	5,9	6	7,2	7,9	9,3	10,7	15,6	16	15,9	15,5	14,9	14,4	13,2	11,2	11	10,5	10,5	9,5	8,7
4	8,6	9	9	9,2	8,8	8,4	9,8	10	12,7	13,7	15,4	15,5	15,8	15,2	15,7	14,4	13,4	13	11,6	10,4	8,7	7,3	6,5	6,5
5	6,4	6,2	6,1	5,8	5,8	5,9	6,1	6,9	7,5	8,2	9	8,5	8,2	8,1	8,2	8,2	8	8	6,9	6,6	6,5	5,3	5,3	4,9
6	4,5	4,9	4,4	3,6	3,4	3,5	3,3	4,5	8,3	9,9	11,1	11,6	10,6	11,1	10,8	9,3	8,7	8,1	7,6	6,3	5,3	4,7	4,8	3,9
7	3,7	3,2	2,8	2,3	1,7	1,4	0,9	2,1	3,1	4,3	7,1	11,8	12,2	14,4	13,6	12,8	11,9	11,5	11,3	10,8	10,4	10,3	10,5	10,9
8	13,2	11,3	10,2	10,3	10,2	10,1	10,2	11,2	12,1	15,6	18,2	18,2	20,9	21,6	21,5	15,7	13,3	12,6	12,1	10,9	10,5	9,4	8,5	7,8
9	6,9	5,9	6,2	6,6	6,6	6,4	6,3	7	7,9	8,2	8,6	10,3	11,6	13,3	13	12,2	11	9,7	8,8	7,6	6,5	6	5,4	4,6
10	4	3,5	3,4	4,2	4,4	4,1	4,2	5,3	7,2	8	8,9	9,2	10,2	10,5	10,5	10	9,4	8,8	8,4	8,1	7,8	7,9	7,7	7,7
11	7,1	7	6,6	6,5	7,3	7,7	8,2	9,2	12,4	14,4	16,4	15,2	17,1	17,3	18	14,5	13,2	11,3	10,9	10,5	10,5	9,9	9,1	8,5
12	7,6	7	6,3	5,6	5,1	4,9	5	5,1	5,6	5,8	6,2	6,7	8,4	7,3	6,3	6,2	6	5,9	5,6	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3
13	5,3	5,2	5,1	5,1	5,1	4,9	4,8	6	7,7	8,3	9,3	10,7	11,1	11,7	11,8	8,5	7	5,9	5,2	4,6	4	3,4	3	2,4
14	2,7	2,6	2,5	2,1	1,7	1,7	2,3	3	6,2	7,2	8,1	8,3	11,6	12	13,3	13,4	10,9	9,6	9,9	8,6	8,8	8,1	8	7,5
15	6,9	5,8	5,3	4,7	4,8	4,2	4,5	5,7	8	10,4	12,7	15,1	16,2	15,3	12,8	11	9,7	8,8	8,5	8,1	7,8	7,7	7,5	7,5
16	7,8	7,8	7,6	7,6	7,5	7,5	7,7	8,2	8,5	9,4	10,8	10,8	10,4	10,9	10,1	9,5	8,7	8,8	8,8	8,8	8,7	8,4	8,2	8,1
17	8	8	7,9	7,7	7,7	7,7	7,6	7,8	7,9	8	8	7,9	8,1	7,7	7,7	7,4	6,7	6,1	5,9	5,9	5,8	5,6	5,8	5,9
18	6	5,6	5,7	5,7	5,6	5,6	5,9	8,9	9,2	10,8	11,9	13,2	14,4	13,7	13,1	11	9,2	7,6	7,2	5,2	4,5	3,9	3,7	2,9
19	1,7	1,6	1,3	1,2	0,8	1	1,8	3,2	5,9	9,4	8,2	9	8,8	8,4	8,2	7,5	7,2	7,1	7	7	6,9	6,9	7	7
20	6,9	7,1	7	7	7	6,9	7,1	8,1	8,9	11,2	11,5	12	11,8	10,7	10,1	9,5	8,8	8,3	7,9	7,7	7,5	7,6	7,7	7,2
21	7,4	7,2	6,8	5,3	4,5	4,4	5,3	6,5	8,7	11,7	11,8	13,3	14	14,8	14,4	12,4	10,9	9,7	8,8	8,2	7,7	7,5	7,3	5,6
22	5	5	4,1	4,5	5	5,5	6,3	6,4	6,8	7,8	11,7	12	14,9	16	13,7	12,5	12,1	10,8	10,1	10	10	9,4	8,5	8,1
23	8,5	8,8	8,9	8,6	8,6	8,5	8,6	9,1	9,6	10,2	10,4	10,9	10,7	10	8,5	7,6	7	7	6,9	6,8	6,6	6,5	6,5	6,6
24	6,6	6,6	6,6	6,8	6,8	6,8	7,2	7,9	9	9,5	10,5	10,7	9,9	9,2	7,9	7,4	7,2	6,8	6,6	6,4	6,2	6,3	6,2	6,3
25	6,3	6,1	5,2	4	3,3	3,2	3,7	4,5	5,3	6,8	5,9	6,3	6,2	6,4	6,3	5,5	4,7	4,2	4	4,1	4	3,9	4	4
26	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,3	4,7	5,5	7,3	7,6	8,9	9,3	10,1	9,2	8,4	8	7,8	7,6	7,8	7,3	7,8	8,1	8	7,8
27	7,6	7,3	6,7	6,4	6,1	6,1	6,7	8	9	10,7	11,9	12,2	9	8,4	8,5	7,7	6,9	6,6	6,1	5,1	5	5,3	4,4	3,7
28	3,2	2,6	3,3	3,2	3,1	3	3,8	10,9	13,8	10,2	9,4	9,4	9,3	8,8	8,6	7,3	6,4	1,6	0,5	0,2	0,4	0,6	0,5	0,6
29																								
30																								
31																								

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/3 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	0,3	0	-0,1	-0,3	-0,8	-1,2	-1,3	-0,2	1,7	2,5	3,9	4,7	5,9	6,1	7	6,1	3,8	1,7	0,7	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1
2	0,5	0,4	0,4	0,8	0,7	1,1	1,9	5,3	8,3	10	11,7	13,4	15,1	15	15,4	14,8	13,2	12,1	10,9	10,3	9,6	9,4	8,8	9,3
3	9,5	9,5	9,2	8,8	8,7	8,7	9,3	12,3	14,7	19,2	20,1	20	21,8	18,8	14,7	11,8	10,3	11	9,8	9,4	8,4	7,3	7,4	7,7
4	7,8	8,1	8	8,3	8,3	8,4	8,4	9	9,1	12,3	15,3	17,3	14,3	13,4	13	12,7	12,2	10,3	9,1	7,9	7,5	7,3	7,4	7,3
5	6,8	6,7	6,5	6,6	6,4	6,4	7,1	7,6	8,6	11,3	12,6	12,9	13	12,1	11,8	11,1	9,9	9,1	8,7	8,3	8,3	8,5	8,8	8,8
6	8,9	9,2	9,2	9,3	9,6	10,1	10,7	11,1	12,1	15,5	16	16,3	17	16,8	18,6	17,9	15,3	13,1	12	11,1	10,4	10	9	8,5
7	8,6	8,7	8,1	7,9	7,7	7,5	8,7	10,2	17,6	22,3	23,8	25	24,3	23,8	22,4	21,5	19,2	16,9	15	14,6	13,6	14,3	13,2	12,8
8	12,2	11,7	11,2	11	10,3	10,2	10,5	11,3	13,3	14,9	14,5	13	13,8	13,5	13,1	12,6	12,1	11,6	11,4	11,2	11,2	11,1	10,7	10,2
9	10	9,8	9,7	9,8	9,7	9,4	9	9,3	11,2	12,5	13,6	15,8	16,7	16,6	16,4	14,6	12,8	11,9	10,8	9,6	8,5	7,6	6,8	6,3
10	10,5	10,3	10,2	10,3	10,2	9,9	9,5	9,8	11,5	12,6	13,6	15,8	16,9	16,8	16,3	14	12,6	11,8	10,7	9,5	8,4	7,6	6,8	6,3
11	8	8,5	8,7	9,5	10	10,5	9,9	9,5	10	10,5	10,9	11	13,6	15,6	17,3	19,3	17,6	17,4	16,3	15,5	13,3	12,1	11,6	10,9
12	8,3	8,55	8,6	9,4	10,3	10,9	11,2	11,7	13,2	14,9	17,7	19,9	21,9	23,8	24,4	24,5	18,9	17	14,5	13,2	11,6	10,8	9,6	9,3
13	8,5	8,5	8,6	9,3	10,5	11,3	12,2	11,9	13,5	17,8	17,7	20,9	15,2	15,2	13,5	14,6	13,4	12,8	12,3	10,8	10,4	10,1	9,9	9,7
14	9,2	8,7	8,7	9	8,7	8,7	8,9	9,3	11,2	13,9	17	18,7	19,4	16,3	16,7	15,8	13	12,4	11,2	11,1	10,4	10,3	9,5	9,2
15	8,9	8,5	8,7	9,1	8,3	8,2	9	12,1	14,2	15,3	16,7	16,8	12,3	12,1	12	12	11,6	10,9	10,5	10,3	9,2	8,2	7,2	7,1
16	6,4	6	5,2	5,1	5,8	6,4	7,1	9,1	11,9	13,7	15,6	17,3	17,9	18,4	18,7	17,7	16	14,7	13,9	13,3	12,7	12	11,8	10,8
17	10,6	10,3	9,6	9,1	8,6	8,5	12	14,2	16,1	18,2	19,2	21,8	22,6	22,2	22,2	21,5	19,4	16,9	15,8	14,7	14,1	14,1	13,2	13,5
18	14,5	14,7	16	14,5	13,4	13,5	15,2	16,9	19,2	21,5	21,1	21,8	21,9	22,7	23,1	21,2	19,7	19,1	18,4	16,4	16,8	16,1	15	14,3
19	13,1	12,8	11,9	11	11,1	11,3	11,7	12,1	14,3	14,2	15,9	17,5	14,9	14	12,4	11,2	11	11,2	12,1	10,5	10,4	9,9	9,5	9,7
20	9,5	9,2	9,5	10,5	8,5	8,3	11,5	15	15	18,7	16,2	18,5	19,9	20,7	21,2	20,2	17,8	14,2	11,8	10,8	9,6	9,2	8,3	7,8
21	7,3	6,6	5,5	5	4,8	5,4	7,7	10,9	13,1	15,7	17,6	20,4	20,6	22,4	23,1	22,6	19,5	15,4	13,9	12,8	12,9	12,3	11,5	11
22	10,6	14	12,9	11,6	10,8	9,9	9,2	9,4	10,2	11,1	12,3	11,6	11,2	9,4	8,5	8	7,7	7,4	7,1	7	7	6,7	6,9	7,2
23	7,3	7,4	7,5	7,6	7,5	7,8	8,7	10,1	10,4	10,1	10,7	10,4	12,7	13,9	15,8	15,8	14,8	13,7	13,6	12,4	10,4	9,3	9	8,3
24	8,2	8,2	8	8	8	8,3	9	10,3	10,6	10,3	11,2	10,7	12,4	11,7	11,3	8,6	8,3	7,7	7,5	7,4	7,1	7,2	7,1	7,1
25	7	7	7	7	7,1	7,5	8,3	9	12	12,1	13	13,5	13,9	11,7	14	11,2	10,6	10,2	9,8	9,7	9,4	9	8,6	8,4
26	8,7	8,7	8,3	8,3	7,8	8,2	9,2	10,1	11,2	12,8	16,5	17,9	19,6	19,8	19,2	19,2	18,6	17,2	14,6	13,6	12,7	11,2	10,5	10,2
27	9,6	9,3	9,3	10,5	11,3	11,9	13,1	14,9	17,7	19,8	20,6	21,2	21,9	21,4	19,1	15,6	13,6	12	11,5	11,2	11,2	10,8	10,6	10,2
28	9,6	9,5	9,3	9,2	8,8	9,2	10,2	10,8	11,4	14,5	17,7	16,7	16	14,4	12,7	10,9	9,9	9,4	9,1	8,9	8,4	8,2	8	8,3
29	8,4	8,4	8,3	8,1	8	8	8,3	8,5	8,7	9	9,1	9,3	8,9	9	8,3	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6	7,6	7,5
30	7,5	7,6	7,6	7,7	7,5	7,9	8,8	10,5	10,7	12,9	14,1	15,4	16,9	18,4	18,5	19,3	16,1	12,8	10,9	9,4	8,4	7,4	6,6	5,9
31	5,1	4,6	4,2		3,4	5,5	8,7	11,5	13,2	15,9	19	20,1	23,1	23,8	24,3	23,8	20,3	17,7	15,8	15,1	13,9	13,3	11,6	11,5

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/4 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	10,7	10,2	9,3	8,8	8,6	9,7	12,5	13,7	16,7	19,5	23,2	25,3	27,7	28	27,2	26	24,9	24,4	23,8	23,1	21,1	18,6	15,3	14,3
2	13,1	11	10,2	10,1	9,5	9,5	10,1	12,5	13,7	15,6	15,9	16,4	18	18,3	16	14,7	14,2	11,8	10	9	8,1	7,1	6,5	6,6
3	6,6	5,7	4,9	4,4	4,1	6,4	8,9	11,1	13,1	15,4	17,1	17,7	18,3	18,5	18,1	16,4	14,2	12,4	11,5	10	8,4	7,3	6,3	5,6
4	5	4,2	3,5	3,1	3,1	5,1	8,1	11,6	13,3	15,5	18,4	20,9	22,3	24,1	25,4	22,8	19,2	17,1	16,4	12,7	12	10,8	9,5	8,5
5	7,7	6,9	6,4	5,9	5,5	7,7	11,5	14,3	16,7	19,3	22,2	24,8	26,9	27,7	29,5	25,5	22,4	20,7	18,3	15,9	14,6	13,6	12,3	11,3
6	10,4	9,7	8,6	8,1	7,9	10,9	14,7	16,6	20	21,7	24,8	27,1	30	27,2	26	23,6	20,5	18,6	19,4	16,3	15,5	14,2	12,9	12,2
7	11,6	10,7	10,5	10,2	9,7	10,5	11,4	12,7	13,7	15,8	17,8	17,6	17,8	18,4	18,3	16,9	14,8	14,2	13,3	12,4	12,5	11,9	11,4	11,2
8	11,5	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	11	11,1	12,5	14,3	14,4	14	13,7	12,9	13,1	12,6	12,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11	10,6	10,8
9	10,4	10,2	10,1	9,8	10,1	11,4	13,3	15,8	16,9	17,3	18,8	20,7	20,8	19,1	18,2	17,4	16,4	15	14,5	13,8	12,4	11,9	11,3	10,6
10	9,9	9,5	8,9	8,2	8,1	9,1	11,7	15,5	18,1	20,4	22,5	24,5	24,5	24,6	23,4	22,4	19,9	18,4	18,4	15,6	14,4	13,8	13,5	12,2
11	11,4	10,8	10,7	10,8	10,9	11,8	12,9	15,7	17,5	19,9	21,5	23,7	24,1	22,8	22,3	21,1	20,4	19	18,1	16,9	16,6	16,1	16	15,6
12	16,2	15,2	15	14,9	14,9	15,1	16,2	19,3	22,1	24,2	25,2	25,4	25,3	25,2	24,7	23,6	21,4	19,9	18,9	16,6	15,5	14,3	13,6	12,6
13	11,8	11,1	10,3	10,3	9,9	13,1	15,7	18,9	20,3	23,4	25,5	25,3	25,1	25,1	24,5	22,9	20,4	17,5	16,7	14,6	12,7	11,6	11,3	10,3
14	9,5	9,2	8,8	8,5	8,7	11,1	12,7	14,6	16,9	19,5	19,1	19,6	19,1	18,8	18,3	17,3	14,5	12,8	11,8	11,4	11	10,4	9,7	9,4
15	8,8	8,3	8,2	9,1	9	9,4	10,5	13,1	15,5	17,6	21,3	21,4	21,2	21	20,4	18,9	16,2	14,5	13,8	12,5	11,8	9,6	8,8	7,4
16	7,4	6,3	6,2	5,5	5,2	6,4	9,9	12,4	14,8	17,3	20,9	23,9	27,3	25,7	23,5	23,7	21,4	19,1	17,3	15,9	14,1	13	12	11,8
17	11,6	10,9	10,6	10,9	11,3	12,8	15,4	17	19,8	22,1	25,2	24,6	21,5	21,7	21,9	22,3	21,1	20,2	18,1	16	14,2	13,5	12,1	11,6
18	11,1	10,6	10,3	9,6	9,8	11,3	13,8	16,5	19	19,8	20	20,8	21	20,8	20	18	16,4	14,3	13	12,2	11,6	11,5	11,1	11
19	11,2	11,2	10,8	9,9	9,4	10,9	14,2	15,5	17,4	19,7	21	21,1	21,8	22,5	22,3	21,5	19	16,7	14,8	12,9	11,7	10,4	9,8	8,6
20	7,9	7,5	7,5	6,9	7,1	8,2	8,3	8,8	9,3	10,1	10,5	12	12,1	11,4	12,1	12,7	12	11,7	11,4	11	10,8	10,9	10,5	10,4
21	10,2	10,3	10,1	9,9	9,7	11,1	13,6	14,6	15,5	17,3	18,4	20	19,1	19,8	18,2	18,9	16,9	14,2	11,9	10,3	9,2	8,6	7,3	6,3
22	5,5	4,7	4,2	3,8	3,5	7,5	9,7	11,9	14,3	16,9	19,6	21	23,3	24,5	25,3	23,8	21,5	18,6	16,4	14,5	12,9	11,7	10,7	9,7
23	8,7	7,9	7,6	6,7	6,5	12,5	13,5	16,6	19	22,3	24,9	28	28,1	28,6	28,4	27,5	24,2	21,6	19,6	17,8	15,7	14,4	13,3	12,1
24	11,6	10,4	9,4	8,8	9,2	13,4	15,9	18,4	20,8	24,3	26,2	28	28,4	28,8	28,6	28	25,5	23,1	20,2	18,6	16,6	15	14	13
25	12	11,5	10,6	9,6	10	14,1	16,8	20,6	22,3	24	27,2	28,5	29,5	29,9	29,6	27,3	24,8	22,5	21,1	19,3	17	15,5	14,2	13,3
26	12,1	11,7	10,4	9,9	10,5	14	16,7	20,3	22,5	24,8	29	29	29	29	28,5	26,7	24,5	22,9	21,9	17,7	16,6	15,9	15,2	14,5
27	13,1	13,1	11,8	11,9	12,7	14,8	17,9	19,6	22,2	23,2	27,8	28,2	28,1	28,1	27,3	27,2	25	22,8	21,5	19,5	18,9	17,6	16,8	14,6
28	13,7	12,9	11,9	11,1	12,3	17	18	21,8	22,8	23,6	24,1	24	24,5	24,1	23,4	22,1	20,3	18,9	18,3	17,7	16,7	14,7	14,2	14,2
29	13,2	12,6	11,9	10,7	11,4	16	17,5	20,5	22,5	24,3	25,8	25,7	25,8	26	25,8	24,7	22,2	19,7	17,9	17,4	15,9	15,3	14,1	13,5
30	13,1	12,7	12,4	12,1	11,9	15	18,2	19,6	22,7	24,5	24,7	24,1	24,5	24,2	24,1	23,3	20,8	18,5	17,3	16,2	15,1	14,1	13,4	12,6
31																								

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/5 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	12,2	11,6	11,4	11	10,9	14,9	17	18,8	20	20,9	21,3	21,2	20,9	21,5	21,7	20,7	19,2	17,8	15,7	14,7	13,9	13,1	12,8	12,4
2	12	11,5	11,2	10,9	11,8	13,2	16,7	18,9	20,3	22,9	23,7	23,6	24,2	23,6	23,3	22,8	20,8	19,4	18	17	17,1	16,3	15,8	15,1
3	13,7	13,2	12,8	12,3	13,1	16,3	19,5	21,7	23,9	26,9	29,4	29,1	29,1	28,9	26,1	25,1	23,1	20,9	19,1	17,8	16,8	15,9	15,2	14,8
4	14,2	13,9	13,6	13,5	14,2	16,5	18,9	20,5	21,3	22,6	23,8	23	23,3	23,7	22,7	21,7	19,7	17,8	16,3	16,7	15,9	15,3	15,1	14,9
5	15	14,5	14,3	14	14	15,7	17,6	20,8	22	22,9	22,6	21,3	21	20,1	19,6	18,3	17,3	16,8	16,4	16,3	16,4	15,5	15,4	15,2
6	15	15,1	15,2	15,2	15,2	15,7	16,4	16,7	18,5	19,9	20,5	20,5	20,7	19,4	18,6	15,6	15,1	15,1	14,9	15	14,9	14,8	14,8	14,6
7	14,7	14,5	14,4	14,3	14,5	14,6	15	15,8	16,3	16,9	17,2	17	17,8	18,9	18,5	18,3	18,2	18	17,2	16,8	16,2	15,7	15,6	15,4
8	15,7	15,5	15,2	15,2	15,3	15,7	15,8	15,7	15,7	16,1	16,3	17,6	18,7	19,7	20	19,5	18,9	18	17,4	16,9	16,4	16	15,9	15,9
9	16	15,6	15,5	15,5	15,9	16,2	16,2	16,1	15,9	16,9	17,3	17,9	19	20,4	21,6	21,5	20	19,1	17,8	17,1	16,8	16,6	16,3	15,9
10	15	15,2	14,9	14,8	15,1	15,5	15,9	16,2	16,6	18,1	19	19,7	22,4	21,4	22,2	21,7	19,3	18,4	18,3	17,5	16,9	15,5	15	14,9
11	15	15,2	15	15	15,3	15,5	15,7	16,6	18,1	19,7	16,7	16,6	19,5	19,5	19	18,2	17,9	16,7	15,9	15,3	15,1	15,2	15,1	15,1
12	15	15	14,9	14,7	14,3	14,7	15,1	14,8	16,5	17,8	18,6	18,3	17,6	19	18,4	17,9	16,3	14,6	13,2	12,8	11	10	8,8	8,5
13	7,5	6,9	6,7	6,2	8,5	10,4	11,7	14,1	16,7	18,7	19,4	20,3	20,8	21,4	21,6	20,4	18,1	16,4	15,2	12,6	11,3	10,6	9,6	8,7
14	8,1	7,6	7,5	6,9	8,2	11	13,6	15,8	18	20,9	22,8	24,8	25,8	26,2	25,8	25,7	22,6	20,5	19	17	15,2	14,2	13,5	12,3
15	11,6	11,2	10,7	10,2	12,7	14,8	17,3	19,9	21,9	24,4	27,1	28,9	29,8	30,4	29,9	29,5	26,4	24,3	22,5	20,4	18,9	17,8	16,5	15,6
16	14,9	14,6	13,9	13,5	15,4	18,4	20,7	23,1	25,7	27,7	29,6	31,6	33,2	33,1	31,7	31,5	29,5	26,5	24,1	22,5	21,1	20,1	19,2	18,4
17	18	17,1	16,8	17,2	17,5	20	22,4	25,3	27,1	28,8	30,3	31,5	33,2	31,7	29,1	28,7	26,9	24,5	23	21,8	20,5	19,4	18,7	18,3
18	18,1	18	18,2	18	18,2	19,3	20,2	22,6	24,3	26,1	28,3	30,5	31,8	29,5	26,8	25,6	25,4	23,7	22,9	21,7	20,9	19,9	18,9	18,2
19	17,4	16,7	16,4	16,5	17,2	19,2	22,6	24,1	25,1	26,6	29,2	29,3	29,3	29,2	29,1	28,2	26,7	17,9	18,6	18,2	17,9	16,8	16,4	16
20	15,8	15,5	15,3	15,5	18,2	20,6	20,2	21,7	22,4	23,3	24,8	25,2	24,2	23,7	23,4	22,7	21,3	20,2	19,8	19	18,5	18,1	17,9	17,2
21	17	16,5	17	16,3	18	19,6	19,3	20	20,9	22,4	22,4	22,2	21,6	22,6	23,2	22,3	20,7	20,1	19,4	18,7	18,4	18,2	18,3	17,3
22	17	17,9	17,8	16,9	18,1	18,9	20,8	21,4	22,2	23,2	23,1	23,3	22,3	21,8	22,5	22,1	21,1	20,1	19,8	19,5	19,2	19	18,9	18,8
23	18,6	18,4	18,1	17,9	18,6	19,3	19,8	20,7	22,3	23,4	23,9	24,1	23,8	23,9	23,7	23	21,3	20,5	20,2	20,2	20,2	20,3	19,7	19,6
24	19,4	19,3	19,3	19,3	19,6	20,3	21,8	21,8	23,7	25	25,5	25,6	24,7	25,7	24,5	23,7	22,9	21,8	21,2	21	20,4	20,3	19,8	19,6
25	17,9	17,7	17,3	17,4	17,5	18,9	20,2	21,1	22,6	23,7	24,7	25,7	24,8	22,4	22,3	21,7	21,5	20,9	20,4	20,2	20	20	19,9	19,9
26	19,9	19,7	19,7	19,8	20,2	21	21,4	22,1	23,8	25,1	26,1	24,8	24,7	24,4	24,1	23,6	22,3	21,2	20,5	20,2	20	18,9	18,8	19,1
27	18,6	18,4	18,1	18,1	18,6	19,3	20,8	21,7	22	23,2	25,6	26,4	26,4	26,1	22,1	21,6	20,5	19,9	19,7	19,5	19,4	19,4	19	18,5
28	18,4	18,4	18,3	18,3	18,2	17,7	19,1	19,1	20	22	21,6	22,2	21,6	20,7	21,2	20,9	20	19,4	18,9	19,1	19,1	18,1	18,2	18,6
29	18,3	18,3	18,3	17,7	18	18,5	19,3	19,9	21,2	20,3	21,8	22,4	22,8	22,3	20,1	18,7	18,3	18,9	19	18,9	18,7	18,4	18,4	18,3
30	18,3	18,3	18,4	18,2	18,8	19,4	19,2	20,5	21,3	23,5	22,6	23,2	25,2	25,6	25,3	24,6	22,8	20,5	19,3	18,6	18,3	17,9	15,3	15,7
31	15,8	15,6	15,9	15,7	15,6	16	17,3	18,3	19,7	20,7	23,8	24,1	24,7	24,9	24,5	24	22	20,7	19,9	18,9	18,5	17	16,2	16,1

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/6 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	15,3	14,5	14,4	13,9	15,8	18	20,7	22,9	23,7	24,5	25,3	26	26,5	26,6	26,4	26,2	24,3	22,1	20,8	20	19,3	16,8	15,9	15,5
2	14,9	14,7	13,8	13,1	14,8	17,6	21,5	22,7	24,6	24,7	25,3	25,7	25,9	25,1	24,6	24,2	22,4	20,4	19,2	18,2	17,7	17,2	14,1	13,3
3	12,7	12,6	11,8	11,4	12,6	15,9	17,8	20,5	23	23,6	24,1	24,7	25,5	25,6	25,4	24,5	22,9	21,1	19,7	18,3	16,5	15,5	14,3	13,6
4	12,9	12	11,1	10,9	13,9	15,9	18,9	21,9	24,1	27	28,9	29	29,2	29,6	29,5	29,1	27,9	25,1	23,3	21,2	20	18,6	17,6	17,4
5	16,6	16	15,3	15,3	15,9	18,8	19,1	22,7	24,4	27,1	28,9	28,5	25,7	22,9	22,3	23,2	23	21,6	19,1	19,1	18,3	17,9	17,6	17,2
6	17	16,6	16,4	16,1	17,1	20,3	22,6	24,1	26	27,9	30,1	30,9	31,6	30,9	29,3	23,8	24,2	23,9	22,1	22,3	20,2	19,1	18,5	18,2
7	17,8	17,3	16,6	16,1	17,1	19,7	21,5	23	25,3	27,1	29,2	31,7	30,9	30,3	28,3	28,1	26,2	24,4	21,6	20,7	19,6	18,7	18	18
8	17,4	16,9	16,5	15,9	17	19,9	21,9	23,2	25,8	27,8	27,6	28,2	28,7	29,2	28,8	27,5	26,2	24,3	23,1	22,2	20,9	19,6	19,2	18,5
9	17,8	17,1	16,7	16,5	18,4	19,9	22,5	24,6	26,7	29,4	31,8	33,3	32,4	32,2	31,5	30,7	28,8	26,5	24,9	23,5	21,3	21,1	20,2	20
10	19,4	18,5	18,1	18,3	20,2	21,7	24,5	25,8	27,5	28,2	28,4	28,2	28,5	28,4	26,8	25,5	24	23,1	22,4	21,8	21,3	20,9	20,8	21
11	20,7	20,5	20,6	20,6	21,1	21,4	22,7	24,2	24,9	25,9	26,4	27,5	28,2	27,5	27,1	26,5	24,9	23,3	22	21,1	20,3	20,2	20,1	20,1
12	19,7	19,6	15,1	14,9	15,6	17,3	21,6	23,9	24,3	25	26	27	27,8	28,2	27,6	26,3	24,7	22,8	21,6	20,7	19	17,3	17,3	16,6
13	15,9	15,3	14,7	14,5	16	18,8	20,7	23,1	24,7	27,8	28,9	29	29,4	29,5	28,5	26,4	25,4	23,4	22,4	21,3	19,3	18,9	18,1	17,3
14	16,8	16,4	15,9	15,7	17,7	19,7	21,9	24,9	26,1	29	30,3	30,1	30,3	30,5	29,1	28	27	26	24,8	24,4	23,8	24	19,3	19,9
15	18,8	17,8	17,4	16,9	18,7	22,1	23,3	25,7	27,4	29,7	32,3	33,8	34,4	31,1	22,5	22,2	23,3	22,6	21,8	19,8	19,2	19,1	19,3	19,4
16	18,9	18,9	18	17,3	20,4	21,1	24	25,3	28,4	30,6	31,7	32,2	31,6	29,2	26,8	21,6	19,5	19,3	19	18,4	18,2	18	17,7	17,4
17	17,3	17,4	17,4	17,3	17,5	17,9	18,5	19,9	20,6	21,1	22,3	24,2	24,9	26,7	28,3	29,1	24,5	24,2	23	22,2	21,5	20,4	19	18,2
18	17,5	16,8	16,9	17	17,9	18,9	21,2	24,2	25,2	26,8	25,6	27,7	27,2	28,3	27,8	26,4	24,6	23,7	22,9	22,4	22	21	20,3	19,7
19	19,2	18,9	18,5	18,5	19,1	22,9	24,7	26,2	27,6	28,4	27,9	27,4	27,8	27,4	27,2	21,7	21,9	21,8	22,1	22,1	22,1	22	21,8	21,7
20	21,6	20,6	20,5	18,8	19	20,7	23,4	25,9	26,8	27,6	28,4	28,8	28,7	28,7	27,6	26,7	25,6	24,8	23,9	23,5	23,1	22,8	22,5	21,2
21	20,2	20,5	20,2	19	20,8	24	24,5	26,1	26,9	25,9	20,8	20,1	23,2	22,9	23,8	25,1	24,8	23,9	22,4	21,2	20,4	19,7	19,5	19,6
22	19,5	19,3	19,3	19,3	19,6	21,2	23,7	24,9	27	28,9	30	28,6	26,6	29,1	29,9	29,1	27	23,6	22	21,4	20,7	20,2	19,3	19
23	18,4	18,1	17,2	17,4	19,3	21,2	24,1	24,5	26,9	28,7	27,6	27,8	24,2	26,1	24	20,5	20,8	20,7	20,2	20,2	20,3	20,1	19,8	19
24	18,9	19,2	18,8	19,2	19,5	20,4	20	19,8	21	21,5	22,8	21,8	22,7	22,4	22	21,5	21,2	20,6	20	19,1	18,9	19,1	19,6	19,4
25	19,5	19,5	19,4	19,3	19,8	21,6	21,8	23,1	23,4	23,8	23,5	23	22,6	23,1	23,7	22,3	22,3	22,1	21,6	21,2	21,1	20,9	19,7	19,7
26	18,7	18,2	17,8	17,2	19,3	21,6	23	26,3	27,5	28,1	28,2	29,2	29,7	26,8	21,7	22,2	22,5	22,6	21,3	20,5	19,8	19,6	19,1	18,7
27	18,1	17,7	17,3	17,9	18,9	19,4	19,4	20,2	22,9	23,2	25,6	29,5	27,4	29	27,4	27,4	26,6	25,2	24,4	23,8	22,5	21,2	20,7	21,2
28	21,7	20,5	19,3	18,6	20,1	23	25	26,4	28,1	30,1	31	32,6	33,2	32	30,5	29,3	26,3	24,2	23,4	22,7	22,1	20,8	19,9	19,2
29	18,6	17,9	17,3	17,2	19,3	21,2	22,5	24,2	24,9	27,2	27,6	29,4	30,9	29,2	27,5	27,5	26,3	25,5	23,6	22,5	21,4	21	20	20,2
30	19,8	19,1	18,7	18,5	21,3	23,1	25,1	25,8	27,7	29	29,9	30,7	31,7	30,8	31,3	27,6	25,9	26,7	24,6	22,7	22	21,5	21,2	20,7
31																								

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/7 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	19,8	19,3	18,9	18,7	19	20,9	21,5	24,2	27,1	29,2	30,4	28,6	28,3	27,4	27,3	26,5	25,1	24,5	23,8	23,2	22,5	21,6	19,9	19,3
2	18,8	18	17,7	17,2	19,5	22	23,9	26,1	29,1	29,6	29,8	30,3	31,1	30,4	29,8	28,2	26,6	24,9	23,7	23,3	22,5	19,9	18,4	17,9
3	17,2	16,6	16,1	15,4	17,6	21,2	22,8	24,9	27	31	31,7	33,3	33,3	33,4	33,7	33,1	31,5	29	26,5	25,1	22,8	21,7	20,7	19,4
4	18,8	18,1	17,3	17	19,5	22,8	24	26	29,1	30,6	30,9	31,9	32,3	32,1	31,2	30,1	29,2	26,8	25,2	23,8	22,3	21,6	20,6	19,9
5	19,2	18,6	18,1	17,3	19,3	22,3	24,3	27,1	29,6	29,6	30,2	31,2	31,8	31,6	31,3	30,6	28,5	26,1	24,3	23,6	21,5	20,2	19	18,7
6	17,8	17,4	16,8	16,5	18,6	21,3	23,4	25,3	28,7	29,6	29,7	30,1	30,7	31,2	30,1	29	28,4	26,1	24,5	23,7	21,7	20,6	19,6	18,6
7	18	17,4	17	16,6	18,2	21,1	23,7	26,3	28,3	29	29,3	29,5	29,9	29,7	29,4	28,5	27,5	25,5	24,4	23,6	23,2	22,8	22,3	20,6
8	19,4	18,8	18,6	18,9	20,2	21,9	24	27,7	27,8	28,2	29	30,1	30,4	30	29,5	28,6	27,7	25,8	24,9	24,3	23,7	23	21,3	20,7
9	20,1	19,7	19	18,7	20,1	21,8	24,8	26,3	27,8	30,3	30,5	30,2	31	30,6	30,6	29,2	28	26,4	25,3	24,6	23,9	22,7	22	21
10	20,9	20,2	19,7	19,3	20,7	22,9	25,7	27,8	28,4	30,3	30,5	30,7	31,3	30	29,5	28,6	28	26,9	25,9	25,3	24,9	24,7	24,6	23,7
11	21,7	21,2	20,7	20,3	20,7	23,6	27,9	27,9	28,8	29,9	29,9	30,6	30,7	30,5	29,9	29	27,3	26,4	25,9	25,6	25,4	25,1	24,7	24,6
12	24,4	24,2	24	24,2	24,4	25,9	28	27,9	28,4	27,5	27,2	27,8	28,9	29,4	29,7	29,3	28,1	26,1	25,1	24,4	24	23,8	23,4	22,9
13	20,3	19,5	18,9	18,9	19,9	22,6	25,7	27,7	28,9	29,4	30,2	30,7	30,8	31	30,3	29,8	28,5	26,9	25,5	24,5	23,7	23,8	23,7	21,8
14	20,8	19,9	19,6	19,5	20,1	21,9	24,5	26,7	29,3	30,5	26,9	23,7	28,5	28,7	27,9	26,9	26,8	25,4	24,6	24,3	23,5	22,7	21,9	20,8
15	19,7	18,9	18,5	18,3	19,5	22,3	23,9	26,6	28,1	30,5	25	26,8	27,1	28	27,3	27,7	26,7	25,8	24,4	23,2	22	20,4	19,6	18,9
16	18,4	17,4	16,6	16,3	18,7	21,8	23,2	24,6	27	28,8	31,1	29,8	30,6	29,8	26,1	27,4	27,6	25,7	24	22,2	21	20	19,1	18,5
17	17,6	17,1	16,6	16,1	17,4	20,9	22,4	24,6	27,2	30	31,2	32,5	33,3	34	34,5	33,3	32,1	29,2	27	25,1	24,2	23,2	22,5	22,3
18	21,5	21,6	21,5	20,7	21	19,4	20,1	21,8	22,7	23,4	25,3	26,6	27,3	28,7	27,2	25,3	26,2	24,4	23,7	22,7	21,2	20,3	19,5	19
19	18,7	18,4	18,1	17,9	18,7	21,3	23	25,2	26,6	24,9	25,6	25,2	29,4	28,1	26,9	27,7	26,9	24,6	23,3	22,1	21,5	20,5	20	19,2
20	19,1	19,3	18,9	18,3	19,2	22,6	21,7	23	26,2	24,6	26,6	27,9	24,5	26,9	28,9	29	27	25,8	24,5	23,8	22,6	21,2	20,9	20,1
21	20	19,3	18,8	18,6	19	21,6	24,9	25,8	28,2	30,6	31,2	31,9	32	31,7	29,4	30,2	29,6	27,6	26,2	25,3	23,8	22,6	22	21,1
22	20,6	20,3	19,9	19,4	20,9	23,4	25,6	27,3	29,5	31,5	32,2	30,3	28,8	29,2	31,2	30,8	30	27,9	25,6	24	22,6	22	21	20,5
23	19,8	19,1	18,2	18,1	19,4	22,4	24,7	26,8	29,3	32	34,6	35,4	34,3	34,2	34	32,3	30,8	28,9	27,8	26,8	25,5	24,2	25,8	23,5
24	23,1	21,8	21,4	21,2	21,7	25,2	25,7	25	21,4	21,5	23	24,8	26	27,9	29,1	29,8	26,8	24,9	24,3	23,7	22,7	22,1	21,5	20,9
25	20,5	20,1	19,5	19,4	19,6	21,8	23,3	26,1	27,5	27,3	29,4	29,6	29,1	29,4	29,8	27,9	28,1	26,7	25	23,8	22,8	21,8	21	20,5
26	19,6	19,3	18,8	18,3	19,7	22,3	24,2	26,4	28,6	30,8	31,4	32,3	32,4	31,6	29,2	28	27,2	26	24,7	24,4	23,7	22,6	22	21,1
27	20,6	20,3	20	19,7	19,9	21,6	23,7	25,9	28,3	30,8	32	31,8	29,9	30,6	28,9	28,8	27,6	19,9	18,6	19,2	19,4	19,3	19,2	19
28	18,8	18,3	18,1	17,8	18,2	21,2	21,9	23,8	25,5	28,9	29,8	30,5	30,7	31,1	30,2	29,2	27,8	26,3	25,3	24,3	23,9	22,3	21,3	20,5
29	19,9	19,6	19,3	18,8	20	22,9	24,3	26,2	28,7	30,1	30,7	31,6	31,8	31,6	31,9	30,6	28,1	26,6	25,8	24,9	24,5	22,8	22	21,2
30	20,9	20,2	19,8	19,4	19,9	23,1	25,1	26,6	29,6	30,1	30,9	31,2	31,7	31,7	31,3	30,2	28,2	26,9	26,2	25,8	25,6	25,3	24,8	24,1
31	23	23,3	23,4	23	24,6	25,7	28,6	28,6	29,3	29,3	30,2	29,4	28,9	28,1	27,7	27,7	27,2	26,7	26,2	26	25,5	25,1	25,3	24,2

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/8 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	23,7	23,6	23,1	23	23	23,3	25,3	27,9	30,5	31	32	31,5	30,7	31,4	31,3	30,6	28,7	27,8	27	26,6	26,6	25,9	25,4	25,1
2	23,9	22,6	22,4	22,5	22,4	23,7	24,7	27,5	29,4	31,4	31	31,8	32,1	30,5	24,7	28	28,1	26,8	26,3	25,6	25,2	25,1	22,7	22
3	21,9	21,7	21,2	20,8	21,1	24	26	28,6	29,5	29,8	30,9	31,6	31,1	31,4	30,5	29,4	28,2	27	26,4	25,7	25,2	24,8	24,4	23,9
4	23,6	23,5	23,2	23	23,5	25,3	26,8	28,3	28,4	29,1	30	30,9	31,1	31	30,5	29,8	28,2	27	26	25,3	25,1	24,9	24,8	24,6
5	24,2	24,1	23,7	21,6	21,7	25,3	27,1	27,6	29	29,9	30,3	31,7	32	32	31,4	30,9	29,1	27,5	26,4	25,6	25,4	24,8	24,6	24,2
6	20,4	20,1	19,8	19,4	19,6	23,8	25,9	27	28,5	29,8	30,3	31	31,4	31,4	31	29,9	28,1	26,7	25,8	25,5	25,1	24,8	24,5	24,2
7	22,4	21,3	20,6	20,2	20,4	23,4	24,9	27,5	30,4	30,7	31,2	32,1	29,8	28,6	30,5	29,9	28,3	27,2	26,5	25,7	25,4	25,2	24,8	24,1
8	23,9	21	20,7	19,9	20,2	22,5	25,5	28,3	29,5	30,1	31	31,8	32,4	31,9	31,2	30,1	28,6	27,4	26,6	25,7	25,3	24,6	22,5	22,4
9	22,4	21,1	20,7	20,1	20,9	23,7	26	29,1	29,2	29,5	30,6	31,2	31,2	30,8	30,4	29,4	28,1	26,8	25,9	25,1	24,6	24,3	24	23,9
10	23,8	21	20,5	20	19,7	23,7	26,3	27,3	28,4	28,8	30,1	30,7	30,5	29,9	29,5	29,1	27,3	26	25	24,3	23,7	23,2	22,9	23
11	22,8	22,3	21,7	19,8	18,2	23	24,7	25,8	26,9	27,4	29	29,1	28,8	28,4	28,4	27,4	25	24	23,3	22,8	22,4	21,6	21,2	20,9
12	19,8	17,7	16,6	16	16,2	20,6	22,6	25,4	26,3	27	27,6	28,8	28,9	29,4	28,8	28	26	24,5	23,4	22,6	22,1	21,4	18	17,6
13	17,3	16,6	16,2	15,5	15,7	18,8	20,7	24,4	26,2	26,7	27,6	28,3	28,9	29,2	28,5	27,6	25,8	24,2	23,3	22,8	22,4	21,5	18,4	17,9
14	17,6	17	16,9	16,4	16,5	20,6	21,9	23,9	25,7	29,5	31,5	31,6	31,1	31,6	31	30	27,7	27,1	24,9	24,2	23,4	21,6	20,6	19,6
15	18,6	18,2	17,8	17,3	17,1	21,1	23,6	25,1	27,5	30,8	31,7	31,8	32	32,8	32,1	30,9	28,8	27,2	25,9	24,7	23,1	21,3	20,3	19,7
16	19,1	18,2	18,3	18	17,9	21,7	23,2	25,3	27,4	30,4	31	31,2	32,1	32,5	32,2	30,7	28,6	27	26	25,3	24,8	23,2	23	21,6
17	21,3	21,4	21,7	21,2	21,7	22,6	23,3	26,7	28,7	28,9	30,8	31,3	31,8	31,9	31,4	30,3	28,1	26,5	25,6	25,1	25	24,8	24,9	24,3
18	24,4	24,4	22,5	22,5	21,7	22,7	25,8	28,1	28,9	30,1	30,7	32,1	32,7	32	31,5	29,8	28,1	26,9	26,3	25,6	25,3	25,1	25	24,9
19	24,7	24,5	24,1	23,6	23	26,1	27	28,6	30	30,4	31,2	32,8	32,7	31,8	31,1	30,2	28,2	26,4	25,5	25	24,4	23,9	23,6	23,6
20	23,4	23,2	21,8	20,6	20,7	24,4	26	26,9	27,9	28,5	30	30,2	30,3	30,4	29,5	28,8	27	25,3	24,4	23,6	23	22,7	22,4	22,1
21	19,7	19,4	18,4	17,8	17,7	20,2	22,6	26,5	27,8	28,8	29,4	29,7	30,8	30,7	30,3	29,1	27	25,3	24,5	24,3	24,1	23,8	23,5	21,3
22	20,1	19,8	19,3	18,9	19,1	21,3	23,7	27,1	28,3	29,1	29,8	30,6	31,2	30,7	30	29,1	27,5	26,2	25,2	24,2	23,9	23,9	23,4	23,1
23	23	22,9	22,8	20,5	20,2	22,1	26,3	27,5	28,3	29,4	30,8	31	31,9	31,9	30,9	29,1	27,3	25,9	25	24,4	24	23,8	23,5	22,3
24	19,9	19,2	18,8	18,5	18,3	20,1	23,8	25,7	28	30,3	31,8	32,1	32,7	32,7	31,1	29,3	27,6	26,2	25,6	25,4	25,3	25,1	24,8	24,6
25	22,6	21,6	21,5	20,7	20,9	22,8	25,5	28	28,9	29,4	29,8	30,7	31,4	31	30,6	29,7	27,3	26	25,3	25	24,8	24,5	23,5	22
26	21,8	21,7	21,9	21,2	21,2	21,6	22,8	26	27,5	30	30,5	30,9	31	30,6	29,6	28,7	27,5	26,3	25,7	25,1	24,6	22,7	22,3	21,9
27	21,6	20,7	20,7	20,9	20,8	21,9	23,1	26,2	28	30,4	31,2	31,7	32,4	31,9	31,6	28,9	27,6	26,9	25,4	24,5	24,6	23,5	23,9	24,1
28	23,7	21,4	20,7	20,1	19,7	21,8	24,8	26,2	29,1	30,2	30,9	32	32,2	31,4	30,4	29,1	27,4	26,2	25,5	25,3	25,1	24,9	24,2	22,7
29	22,5	22,3	21,3	20,2	20,1	20,6	21,4	23,3	24,7	27,8	28,3	29,1	28,8	28,7	28,7	28,4	26,9	25,5	24,7	24,3	24,2	23,9	23,2	21,9
30	21,5	20,8	20,3	20,3	20,1	21,3	24,7	25,7	28,5	30,1	30,6	31,7	32,1	32,5	30,8	29,6	28	26,3	25,2	24,7	24,1	22,1	21,2	20,6
31	20,1	19,4	19,2	18,7	18,6	20,2	22,2	26,2	28,6	30	30,8	31,5	31,8	32,4	31,7	29,8	28,1	26,5	25,7	25,1	24,8	24,9	23,3	22

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/9 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	21,1	20,8	20,4	20,2	20,1	21,2	24,3	26,8	29,5	30,1	31,5	32,3	32,9	33,3	32,7	31,1	28,7	27,5	26,6	25,7	25,5	25,3	23,1	23
2	22,8	22	21,2	21	20,9	22,1	24,9	26,8	28,7	30,2	31,4	32,1	33,5	33,3	32,8	31,3	28,8	26,8	25,8	25,4	25	24,8	23,2	21,9
3	21,5	20,2	19,9	19,5	19,4	21	23,8	27,9	29	30,3	30,7	31,7	32,3	32	30,7	29,4	27,5	26,3	25,6	25,2	25	24,4	22	21,2
4	20,6	20,3	19,9	19,7	19,8	21,5	23,1	25,2	27	30,1	31,9	31,6	32,3	32,5	31,5	29,8	27,7	26,5	25,4	24,6	23,7	21,9	21,5	20,5
5	19,9	19,3	18,9	17,9	17,6	18,7	23	24,9	26,8	30,4	30,4	31,1	31,5	31,4	30,3	29,3	26,9	25,6	25,3	25	24,9	24	22,3	21,3
6	20,2	19,8	19,3	19,6	19,7	20,5	21	21,7	23,7	19,7	21	23,2	24,3	25,2	26,2	22,7	22	21,2	20,1	19,8	18,7	18	17,6	17,2
7	17	17	16,3	16,1	15,8	16,7	19,4	21,8	24,4	26,3	25,9	29,6	28,7	29,1	27,8	25,9	24,6	23,2	22,5	21,2	20,1	19,3	18,6	18,4
8	17,9	17,3	16,5	16,1	15,9	17	19,5	22,3	23,9	25	25,3	28,8	20,9	21,3	25	24,1	23	22,1	19,7	17,9	17,4	17,4	16,9	16,4
9	15,9	15,6	15,2	14,7	14,4	15,8	19,7	20,7	23,5	27,2	23,2	23,6	25,9	25,6	24,5	25,3	23,7	22,3	20,9	20	18,4	17,2	16,3	15,8
10	15,3	15	14,3	13,8	14,3	16,1	19,4	21	24,1	19,5	21,1	21,8	20,6	23,2	20,6	20,7	20,4	19,6	18,6	17,1	17	16,1	15,1	14,5
11	14	13,1	12,8	12,4	12,1	12,8	16,6	18,1	19,9	22,9	25,2	25,3	24,3	23,2	24,9	24,1	21,7	19,8	18,1	17,1	16,2	15,2	14,6	14,1
12	13,7	12,9	12,1	12	11,5	12,8	17,1	18,6	21,5	23,7	26,7	27,4	27,7	27,9	27	25,2	23	21,8	21	20,6	20,3	20,3	19,8	19,9
13	19,6	17,5	16,9	16,3	16,3	17,4	19,7	21,2	21,9	22,6	23	23,8	25,7	25,6	25,6	23,6	19,9	18,9	18,1	17,6	17,2	16,3	15,9	16,1
14	16,6	16,2	16,1	15,9	15,7	16,3	17,3	21	24,2	25,1	24,7	21,9	23,6	22,8	23,7	21,5	20,9	20,4	19,8	18,9	18,1	17,9	17,8	17,9
15	17,8	17,4	17,3	17,2	17	17,8	18,6	20,4	21,1	23,9	25,4	27,7	27,9	26,4	26,6	25	24	21,7	20,1	19,3	18,3	17,4	16,9	16,3
16	15,9	15,3	14,8	14,3	14,3	14,8	18,8	20,9	22,9	24,9	27,9	30,1	30,6	25,5	24,2	23	22,2	21,7	21,4	21,3	21	21	20,3	18,2
17	17,3	16,9	16,6	16,1	15,9	16,3	20,2	23,8	24,6	25,8	25,7	26,6	27	26,4	25,7	24,7	22,7	21,8	21,2	20,5	19,8	19,3	19	18,7
18	18,4	17,9	16,3	14,6	14,1	14,9	19,3	21,4	24,2	24,9	25,3	26	26,3	25,7	24,6	24,1	22,5	21,6	21	20,4	20	19,7	19,6	19
19	18	16,3	15,7	14,9	14,8	15,5	18,1	21	23,7	24,6	25,1	25,9	26,1	25,8	25,1	23,8	22,2	21,4	20,8	20,4	20,1	19,9	19,6	16,6
20	15,9	15,4	14,8	14,5	14	15,1	18,1	19,6	21,5	24,9	26,7	27,1	27,4	27,5	26,1	24,7	22,9	21,9	21,4	21,2	20,7	17,2	16,4	16,1
21	15,2	14,9	14,5	14,3	14,1	14,5	17,1	20,3	21,7	24,4	26,9	27,5	27,9	28,3	26,8	25,6	23,2	22,1	21,6	21,2	18,6	17,7	16,8	16,2
22	15,7	15,4	14,8	14,3	13,5	14,2	17,2	19,6	21,7	24,5	27,5	28,1	28,2	28,4	28,1	26,4	24,5	23,1	22,2	20	18	17,3	16,5	15,6
23	15	14,5	13,6	13	12,8	13,2	18	19,1	21,7	24,4	27,3	28,9	27,6	28,7	28,3	26,8	24,8	23,3	22,4	20,9	19	17,2	16,1	15,1
24	14,6	13,4	12,4	12	12	12,5	15,5	18,5	21,8	24,5	27,8	30,8	33,6	34	33	30,9	29,5	27,3	24,7	23,1	20,8	19,5	18,2	17,4
25	17	22,6	21,3	20,4	19	18,5	18,4	18,6	18,5	17,9	18	17,2	16,2	15,3	14,6	14	13,6	13,7	13,9	13,7	13,6	13,6	12,9	13,3
26	13,5	13,2	12,7	12,7	12,6	13	13,3	14,6	15,8	15,1	16,5	15,9	16,3	16,5	16,2	15,1	14,9	14,7	14,4	14,3	14,2	14,3	14,6	14,8
27	14,6	14,4	14,3	14,1	13,7	14	15,1	17,9	18,3	19,5	20,1	20,6	20,8	20,8	21	19,9	18,7	17,9	17,5	17,2	17	16,7	16	16,3
28	14,1	13,2	12,4	11,9	11,8	12,3	14,5	17	19,5	22,6	23,1	23,2	23,6	23,4	23,2	21,6	20,2	19,3	18,9	19	18,6	17,2	16,4	16,7
29	16,4	16,4	16,2	15,5	14,8	14,5	17,8	20	22,5	25,2	27,6	28,9	28,3	27,7	25,6	23,5	21,8	21,2	20,5	20,2	20	18,5	19,7	18,6
30	17,6	16,9	15,9	15,8	16	16,3	18,5	22,7	23,4	24,2	24,4	24	23,3	21,6	21	20,3	20,2	20,1	20,1	20,4	20,6	20,2	19,9	19,9
31																								

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/10 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	19,5	19,4	18,8	18,4	18,1	17,8	19,2	21	22,8	25,1	27,4	28,1	29	29,4	27,2	17,5	18	17,4	17,1	16,7	16,6	16,4	16,2	15,9
2	15,7	16	16,1	16,3	16,2	16,4	17,1	17,7	18,5	21,8	23,8	25,4	26,8	27	25,7	24,1	22,6	21,5	20,2	18,9	18,2	17,6	16,6	15,8
3	15,2	14,5	14,1	14	13,5	13,6	15,5	17,7	20,1	22,6	25,5	26,8	26,4	26	23,5	22,1	21,4	20,8	20,3	19,9	19,2	18,8	18,1	17,8
4	17,7	17,5	17,3	17,2	17,1	17,5	17,5	17,9	18,8	19,9	20,5	20,3	20,1	20,3	19,6	19,2	18,8	18,4	17,3	17,1	17,3	16,4	15,4	12,9
5	12,3	12	11,5	11,1	10,4	10,8	15	18,8	19,6	20,1	20,8	21,8	21,5	21	20,1	18,8	17,7	17	16,5	15,8	15,5	15,2	14,8	12,6
6	12,1	12,1	11,4	10,3	10,1	9,7	13,9	15,1	17,9	20,1	22,4	22,2	22,2	22,1	21,5	20,2	18,8	17,6	17,1	15,2	14,2	13,1	12,3	11,7
7	11,5	10,3	9,6	9	8,8	8,4	11,4	13,9	17	19,5	22	24,6	24,4	24,1	23,5	21,7	20	18,7	17,9	16,4	14,7	13,7	13,5	13
8	12	11,2	10,5	10,4	9,9	9,8	12,3	15,4	17,7	19,4	22,4	22,8	23,2	23	22,3	20,6	19,7	19	18,2	17,9	16,4	14,9	14,7	13,6
9	13,4	13,7	13,1	13,4	12,5	12,4	14,8	19,1	20,6	21,1	21,6	22	21,6	21,4	21	20,2	19,2	18,7	18	17,7	17,3	17,2	17	16,7
10	16,8	16,7	15,7	13,6	13,1	13,5	15,2	18,9	19,8	21,1	21,2	21,6	21,4	21,6	20,4	19,4	19	18,5	18,1	17,5	17,1	16,6	14,9	14,5
11	13,4	12,9	12,6	12	11,6	12,5	14,3	15,8	16,9	18,5	19,8	21	23,1	21,3	20,3	19,6	19	18,6	18	17,4	15,3	14,6	14	13,4
12	13,7	13,9	14,4	14,6	14,6	14,6	15,5	17,6	20,5	22	22,5	22,8	22,9	23	22,2	20,9	19,8	19,6	19,7	19,4	19,4	19,2	19	19,2
13	18,9	18,8	18,8	18,7	18,6	18,7	19,3	19,9	20,1	20,5	21,2	21,5	21,8	20,8	20,1	19,2	18,9	18,7	18,7	18,5	18,5	17,8	18	18,3
14	18,1	18	17,7	17,4	17,1	17,3	18	19,4	20,9	22,2	22,2	22,5	23,5	23,6	22	20,7	19,8	19,3	18,8	18,8	18,7	18,7	18,6	18,5
15	18,4	18,3	16,6	16,8	18	17,5	18	19	21,9	22,3	23,6	23,4	22,9	22,6	21,9	20,7	19,9	19,5	19,1	18,7	18,6	18,6	18,6	17,8
16	17,2	17,2	17	17,1	17	16,3	17	17,7	18,6	19,6	20,4	21	21,2	20,7	19,9	19,4	19	19	18,8	18,7	18,5	18,6	18,5	17,6
17	16,7	16,1	17,2	16,9	16,7	16,4	17,6	18,7	19	21,7	23,6	23,4	23,2	22,9	21,7	21,1	19,7	19,5	19,3	19,1	18,3	18	17,8	18
18	17,5	17,4	17,2	17,3	17,2	17	17,2	17,5	19,3	20,7	22,1	22,7	22,4	22,3	21,6	21,1	20	19,6	19,3	19,3	17,9	17,8	17,3	16,8
19	16,1	15,7	15,6	15	14,9	15,1	16	17,6	19	20,7	22	22,3	22,6	21,9	21,2	20,1	19,4	18,9	18,5	18,2	17	16,9	17,2	17,4
20	17,5	17,4	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,3	18,4	19,5	19,8	21	21,2	20,2	19,4	18,8	18	18	17,6	17,6	17,2	17,2	17,2	16,6
21	16,6	16,8	16,6	16,3	16,4	15,5	15,6	16,2	17,7	18,2	19,5	19,8	19	16,7	16,5	16,6	16,4	15,6	15,2	14,3	13,5	12,9	12	11,6
22	11,4	11	10,6	10,6	9,9	10,4	11,8	12,9	13,6	14,5	17,5	19,5	20,7	19,9	19,1	18,5	17,7	17,2	17	16,8	16,6	15	15,9	16
23	15,1	15,9	13,9	13,4	13,3	13,5	14	15,9	17,7	19,6	20,7	21	20,1	19,9	18,9	18,4	17,9	17,5	17,3	16,9	16,3	16,2	15,6	15,6
24	15,4	15	14,9	14,6	14,4	14,4	15,3	16,3	17,9	18,7	21,2	23,2	24,1	23,9	22,5	19,8	19	18,4	15,3	15	14,9	14,6	14,4	14,3
25	13,9	12,4	11,4	11	10,5	9,5	9,1	9,1	8,6	8,2	8,5	9,6	9,3	9,5	9,1	10	9,5	7,9	8,2	8,1	7,7	6,7	5,8	5
26	4,5	4,1	3,7	2,8	3,2	3,2	3,5	4,2	4,8	7,4	11,9	13,4	15	16,2	16,7	14,1	11,1	10	9,1	8,6	7,8	7,5	6,8	6
27	5,4	4,9	4,7	4,2	3,6	3,7	5,8	8,2	11,4	14,6	17,7	19,5	20,8	21,6	21,5	19,1	18	17,5	15,6	13,5	12,4	11,8	10,8	10,3
28	9,9	9	7,7	7,1	7	6,2	9,4	12,8	14,9	17,1	19,5	21,7	23,1	23,6	23,3	19,5	16,5	14,8	13	11,8	10,7	9,7	9,8	8,8
29	8,6	8,1	7,2	7,1	6,4	6,2	8,8	12,2	15,4	18,5	20,2	22,6	24,1	25,7	25,6	20,4	17,9	16,1	14,2	12,4	11,3	10,6	9,3	8,1
30	7,6	7,5	6,4	6,4	5,9	5,9	8,6	10,7	14,6	18,4	21	23	24,4	24,4	22,2	19,9	18,3	16,3	14,8	13,8	13,4	12,1	10,8	10,4
31	10	9,3	8,3	8,1	7,3	6,7	9,4	12,8	14,3	17,9	20,3	22,4	24,1	24,6	22,4	19,7	17,7	15,9	14,5	13,4	12,3	11,6	10,4	9,7

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/11 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	9,4	9,6	8,6	8,1	7,8	7,4	10,4	12,7	15,5	18,8	21,3	23,1	24,9	24	23	21,4	19,2	18	15,5	14,3	13,9	12,3	11,2	10,4
2	9,8	9,2	8,5	8,5	7,6	7,6	10,1	12,2	14,4	17,4	20	20,3	19,8	19,3	18,2	17,2	16,7	15,8	16	15,8	15,4	15,7	15,9	15,8
3	13,2	13	15,2	10,3	9,9	9,1	10,3	13,2	15,1	17,7	19,9	20,3	20,1	20	19,3	17,5	16,7	15,7	15,5	15,3	14,4	11,2	10,5	9,9
4	9,1	8,6	8,3	7,5	6,9	7,2	8,4	9,9	12,5	14,7	17	18,8	20,3	19,6	19	17,7	17	16,2	14,9	15,2	14,3	15,4	15,7	15,5
5	11	10,4	10,1	9,5	8,6	8,6	9,7	11,4	16,5	18,9	19,5	19,5	19,7	19,1	17,7	16,6	16,1	15,9	15,7	15,6	15,3	15	15,1	11,9
6	11,1	10,7	10,1	9,6	9	9,1	9,9	11,9	15,4	18,1	18,5	18,4	19	18,5	17,7	16,7	16,2	15,8	15,6	15,4	15,3	15	14,1	11,7
7	10,9	11,4	10	9,5	8,9	8,3	9,8	12,4	14,3	16,3	18,8	19,3	19,4	18,3	17,2	16,2	15,6	15,3	14,8	12,7	12	11,3	10	9,6
8	8,8	8,4	8,1	8,2	8,8	9,5	9,8	10,2	11,5	13	15	16,7	18,8	18,6	17,3	16,4	15,8	15,6	15,1	14,4	13,7	11,5	10,9	10
9	9,7	9	9,1	8,6	8,2	8,1	9,3	11,2	11,8	14,6	16,6	18,2	18,8	18,6	17,4	16,4	15,7	15,3	14,9	14,3	13,9	11,6	11,3	10,2
10	9,5	9,2	8,8	9,2	9,3	9,5	10,1	10,9	12,1	14,1	17,4	18,9	18,8	18,3	17,4	16,2	15,4	15,1	14,9	14,8	13	12,1	10,9	10
11	9,2	8,8	8,2	7,2	7	7,5	8,8	9,3	10,1	11,7	14,4	16,4	18,9	18	17,3	16,3	15,7	15,1	13,4	11,6	10,9	9,9	9,5	8,6
12	8,1	7,5	7,6	7,6	8	8,3	8,1	8,8	9,8	11,8	14,5	16,4	15,7	15,2	14,9	14,6	14,1	14	13,6	13,1	12,5	12	11	9,3
13	8,1	11,4	11,7	11,6	10,3	7,4	7,6	13	15,5	16,4	16,5	15,1	15,3	15,3	14,1	12,9	12,1	11,7	10,8	10,7	10,6	10,8	10,3	9,9
14	9,9	9,8	10,1	10,2	9,4	8,2	10,2	11,6	11,5	11,7	11,7	11,9	11,5	11,3	11	10,6	10,3	10,1	10	9,9	9,8	9,4	9,4	9,1
15	8,8	8,6	8,6	8,1	7,9	7,8	8	8,7	9,9	10,4	10,8	10,8	10,2	9,5	9,5	8,8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,8	6,8	6,6	6,1
16	5,9	5,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,8	6,1	6,7	7,6	8,6	8,7	8,7	9	9	8,6	8,5	8,5	8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7
17	7,7	7,6	6,9	6,2	5,9	5,4	5,4	6,7	8,5	9,5	9,8	10,8	10,9	10,7	10,3	10,2	10,3	9,9	9,5	9,4	9,4	9,2	9,1	9
18	9,1	8,8	8,7	8,6	8,6	8,8	8,8	10,1	11,5	12,6	13,2	14,1	13,7	12,8	12,7	11,9	11	10,8	10,5	10,5	10,4	10,3	10,4	10,4
19	10,1	9,7	9,5	9,6	9,4	8,8	9,3	11,7	14,3	17,4	19,7	22,7	22,7	22	21	19,6	16,9	16	15,8	16	15,3	15	14,5	14,2
20	14	12,9	12,1	12,1	11,7	11,7	12	12,6	13,4	13,9	14,4	14,9	14,5	14	13,3	13	13	13	12,6	12,4	12	11,7	11,3	11,3
21	11,7	11,2	11,3	11,5	11,4	11,3	11,4	11,5	11,7	12,2	12,7	13,7	15,4	15,5	15,1	14,8	14,3	13,9	12,6	11,9	11,4	11,8	12,4	11,6
22	10,5	10,3	9,6	9,9	10,1	10,3	10,5	10,7	10,9	11,3	11,7	12,3	13	12,3	12,1	11,5	11,4	11	10,4	10,1	10	9,4	9,4	9,1
23	9,4	9,5	9,4	9,3	9	9	9	8,9	9,1	9,4	9,7	9,8	9,9	9,3	9,4	9,4	9,5	9,4	9,3	9,5	9,5	9,5	9,4	9,3
24	9,2	9	8,8	8,7	8,6	8,6	8,8	10	11,3	11,9	12,5	12,1	12,6	11,9	11,3	10,1	9,8	9,1	6,8	5,9	5,4	4,6	4,1	3,7
25	3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	3,1	4,5	6,5	9,1	10,3	12	13,6	14,6	13	10,3	9,5	7,8	6,6	6	5,3	5,1	4,6	3,7
26	3,6	3,6	3,2	3,7	4,4	4,2	4,7	6,4	10,1	12,7	14,5	13,1	11,5	11,6	11,8	11,2	10,6	10,4	10,2	10,1	10,4	10,1	9,2	8,9
27	9,1	9,2	9,4	9,4	9,5	9,9	9,8	10,9	11,7	12,6	13,9	15,5	16,8	16,6	15,9	15,1	14,5	14	14,4	14,7	14,3	14,4	16,1	14,9
28	16,1	17,4	18	17,4	16,4	15,9	14,1	15,5	16,3	14,6	14,8	14,9	14,4	14	13,6	13	12,7	12,6	12,3	12,3	12,1	11,6	10,8	10,4
29	9,8	9,6	9,4	9,4	9,8	9,5	9,5	9,3	9,5	9,6	9,4	9,3	9	9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,6	8,7	8,8	8,8	8,6	8,5
30	8,3	8,1	8	7,7	7,2	6,9	7,2	6,9	7,2	7,2	7,2	7,1	6,9	7	6,7	6,8	6,6	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,2	6
31																								

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü

Yıl/Ay: 2018/12 İstasyon Adı/No: GEYVE/17662

Saatlik Sıcaklık (°C)

Gün/Saat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	6,3	5,9	5,9	5,9	5,7	5,8	6	7	7,5	7,2	7,5	7,3	7,3	6,8	6,4	6,3	5,9	5,9	6,2	6,3	6,2	5,6	5,5	5,5
2	5,2	4,5	4,4	3,9	3,3	3,1	3,4	3,7	5,4	7,3	10,2	12,3	11,6	11,1	10,2	9,8	9,4	8,5	6,7	6,1	5,4	4,6	4,5	4
3	3,4	3,1	2,6	2,9	3,4	3,8	4,2	5,4	6	7,4	9,1	11,3	12,7	13,3	12	11	10,1	8,4	8,2	7,4	6,5	6,1	5,5	4,8
4	5	5,3	5,5	5,5	5,5	5,1	5,2	6	6,9	8,4	10,1	10,8	12,1	12,3	12,1	11,7	11,6	10,8	10,1	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1
5	9,2	9	9,7	10,3	11,1	10,7	9,6	10,1	10,2	10,9	11,7	11,3	11,5	11,4	11,1	11	10,4	9,8	9,8	9,6	9,5	9,2	9	9
6	9,1	9,2	9	8,6	8,5	8,3	8,1	7,7	7,4	7,5	7,6	7,5	7,3	7,1	6,9	6,9	6,8	7	6,4	6	6,2	5,6	5,9	5,1
7	5,3	5	5,5	5,6	5,4	5,3	5,4	5,5	5,6	5,8	6,1	5,9	6	5,9	5,6	5,1	4,1	2,4	2	1	0,7	0	-0,7	-0,7
8	-0,8	-1,4	-1,3	-1,8	-1,9	-1,9	-1,8	0,3	2,6	4	5,9	7,7	9,1	10,2	10,2	5,8	4,6	4	3,7	3,7	2,9	2,9	2,4	2,6
9	2,9	2,2	2,4	2,3	2,1	2,5	2,3	4,3	5,2	8,1	9,4	10,7	12,1	11,3	10,5	8,7	8,2	8	7,7	7,7	7,6	7,4	7,5	7,5
10	7,3	7,2	7,2	7,3	7,4	7	6,9	7,2	7,8	9,2	10,5	11	11,6	11,6	11,3	11,4	10,6	10,1	9,9	9,9	9,9	9,6	9,3	9,1
11	9,3	9,2	7,8	7,1	6,4	6	5,9	6	6,4	6,4	6,9	7,2	7,3	7,7	7,2	6,8	6,6	5,8	5,1	4,7	4,6	3,6	3,1	2,5
12	2,5	2,9	2,9	2,9	3,4	3,5	3,5	3,8	4,2	5	5,7	6,2	4,5	4,6	4,3	4,3	4,2	4,2	4	3,6	3,3	2,5	2	2,2
13	2,3	2,2	1,9	0,7	1,2	1,1	1,1	1,8	3,2	4,7	6,1	6,8	7,3	7,7	6,5	6	5,9	5,3	4,7	4,5	5,8	5	4,5	4,5
14	4,1	4	3,9	3,9	3,6	3,7	4,2	4,7	5,3	5,9	6,4	6,9	6,9	7,2	7,1	6,9	6,9	6,7	6	6	6,4	5,9	5,3	4,5
15	4	3,8	3,8	3,7	3,3	2,4	2,4	3,2	3,9	5,1	6,4	8,8	11,3	11,9	10,8	9,5	8,6	8,5	7,8	7,3	7,2	7	6,8	6,4
16	6,4	5,9	5,6	5	5,6	5,6	6,1	6,4	7,2	8,1	9,4	10,8	11,4	11,9	11,9	11,1	10,8	10,4	9,7	8,6	7,8	7,4	6,8	6,2
17	6,5	7	7,2	7,2	7,1	7,2	7,5	8	8	8,6	9,3	10,5	11,3	11,3	10,7	10,1	10	9,9	9,9	9,9	10	9,9	9,6	9,5
18	9,5	9,4	9,3	9,3	9,5	9,7	9	9,3	10,1	12	12,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,2	10,8	11	10,8	10,9	10,8	10,5	10,2	10,1
19	10	9,7	9,5	9	8,7	8,2	8,1	8,1	7,5	6,8	7,2	6,1	6	6,2	6,1	5,8	5,1	5	4,9	4,3	3,7	3,6	3,4	2,9
20	2,8	2,9	2,7	2,5	2,3	2,3	2,5	2,5	2,9	3,3	3,5	4	4,5	5,3	5,2	4,9	5	5,2	5,1	4,8	4,5	3,6	3	2,5
21	1,9	1,6	1	1	0,5	0,2	0,6	1,3	1,6	2,1	3,3	6,4	8,1	9,2	7,7	7	6,1	5,4	4,8	4,7	4,9	4,8	4,8	5
22	5	5	5	5,2	5,4	5,5	5,8	5,9	6,5	6,8	7,2	7,4	8,1	8,3	8,3	7,2	6,3	5,5	4,7	4	3,4	3	2,4	1,8
23	2,5	3	3,4	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	4,1	4,4	5,1	5,3	5,5	5,5	5,5	5,5	5	4,9	4,7	4,6	4,3	4,7	4,7
24	4,6	4,8	5	5	4,8	4,7	4,4	4,8	5	5,7	6,3	8,5	10,2	11	9,6	8,2	7,4	7,2	6,5	5,9	5,3	5	5	4,7
25	5,2	5,5	6,3	7,2	6,7	5,4	5	4,6	4,3	3,7	3,2	2,7	2	2,3	2,5	2,3	2	2,1	2,4	2,8	2,8	2,9	3	3,2
26	2,5	2	2,5	2,4	2,1	2,4	2,4	2,1	2,2	2,9	3,5	2,5	3,2	3,9	3,7	2,8	2,7	2	0,9	0,1	-0,4	-1,1	-1,4	-1,8
27	-2	-2,4	-2,8	-3	-3,5	-3,2	-2,6	-2,2	-1,6	-1,1	-0,8	-0,6	-0,3	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,6	-0,4	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2
28	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	0,1	0,5	1,4	1,9	2,7	2,9	2,9	2,7	2,3	2,2	1,9	1,5	1,3	1,1	0,7	0,4	0,2
29	-0,1	-0,2	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,3	0	0,6	1,2	1,8	2,4	2,8	3,2	2,9	2,7	2,4	2,4	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1	1
30	1,1	1,1	1,2	1	1,3	1,5	1,4	1,9	2,4	3	3,8	4,1	4,2	4,3	3,9	3,3	3	3	3	3	2,6	2,1	1,9	2
31	2,1	2,3	2,3	2,1	2	1,8	1,5	1,9	2,7	3,4	5	5,9	6,4	7,5	7,3	4,7	3	2	1,8	1	0,6	0	-0,1	-0,1

T.C.
Tarım ve Orman Bakanlığı
Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Saatlik Sıcaklık (°C)
Notları

1) NOTLAR: 1 – Verilen Saat UTC (Koordine Edilmiş Evrensel Saat)'dir. Türkiye saatine çevirmek için kışın 2 saat, yaz saatine göre ise 3 saat eklenir. 2016 Yılı ve sonrası 3 saat eklenir. Son 35 güne kadar olan bilgiler kalite kontrolünden geçmemiştir, daha sonraki tarihlerde değerler değişebilir.Sistemde ve verilerde düzenlemeler yapılmıştır, önceki veriler ile zaman zaman farklılıklar olabilir. 2 – Hava sıcaklığı gölgede, 2 metre yükseklikte santigrat derece (°C) olarak ölçülmektedir. 3 – Günlük Minimum Sıcaklığın 0 °C 'nin altına düştüğü günler Donlu Gün olarak ifade edilir. 4 – Rüzgar Tablosunda; Sakin (C): 0.0-0.2 m/sn (0 Bofor), Esinti: 0.3-1.5 m/sn (1 Bofor), Hafif Rüzgâr: 1.6-3.3 m/sn (2 Bofor), Tatlı Rüzgar: 3.4-5.4 m/sn (3 Bofor), Orta Rüzgar: 5.5-7.9 m/sn (4 Bofor), Sert Rüzgar: 8.0-10.7 m/sn (5 Bofor), Kuvvetli Rüzgar: 10.8-13.8 m/sn (6 Bofor), Fırtınamsı Rüzgar: 13.9-17.1 m/sn (7 Bofor), Fırtına:17.2-20.7 m/sn (8 Bofor), Kuvvetli Fırtına: 20.8-24.4 m/sn (9 Bofor), Tam Fırtına: 24.5 - 28.4 m/sn (10 Bofor), Çok Şiddetli Fırtına: 28.5-32.6 m/sn (11 Bofor), Harikeyn (Orkan): 32.7 m/sn (12 Bofor) ve fazlasını ifade eder. "Rüzgar Hızlarını Çevirme Tablosu: 1 knot = 1,852 km/saat = 1 denizmili/saat (nm/h), (1 knot = 0,514 m/sn (m/sec), 1 km/saat = 0,277 m/sn = 0,54 knot, 1.0 m/sn = 3,6 km/saat = 1,945 knot " 5 – (N) Kuzey, (NNE) Kuzey-Kuzeydoğu, (NE) Kuzeydoğu, (ENE) Doğu-Kuzeydoğu, (E) Doğu, (ESE) Doğu-Güneydoğu, (SE) Güneydoğu, (SSE) Güney-Güneydoğu, (S) Güney, (SSW) Güney-Güneybatı, (SW) Güneybatı, (WSW) Batı-Güneybatı, (W) Batı, (WNW) Batı-Kuzeybatı, (NW) Kuzeybatı,(NNW) Kuzey-Kuzeybatı, (C) Sakin. 6 – Günlük Toplam Yağış miktarları bir gün evvel saat 06:00 UTC ile içinde bulunulan günün 06:00 UTC saatleri arasında ölçülen yağış miktarlarının toplamını ifade eder. 7 – Günlük Mevcut Kar Kalınlıklarına ait manuel ölçümler günde bir defa sabah saat 06:00 UTC'de yapılır ve ölçülen kalınlık cm olarak o güne kayıt edilir. -1 Leke olup, karın yeryüzünde örtü olarak olmayıp, etrafta parçalar halinde olduğunu bildirir.(Bu durum Manuel ölçüm yapan istasyonlarımız için geçerli olup, kar sensörlü OMGİ'ler için geçeli değildir.) 8 – Oraj (Gökgürültülü Şimşek) hadisesi görüldüğünde özellikle yağışla birlikte görüldüğünde civarda yıldırım düşmesine ve dolu yağışına neden olabilir. 9 – Görüş Mesafesi 1 ile 10 km. arasında ise; pus, toz, kuru duman ve/veya görüş kısıtlayıcı hadise olduğu, 1 km. ve daha az ise; sis, toz ve/veya yoğun bir şekilde görüş mesafesi kısıtlayıcı hadise olduğu anlaşılır. 10 – Bulutluluk gözlemleri Klima, Sinoptik ve Metar rasatları yapan istasyonlarımızda verilebilir. OMGİ 'lerde ise bulutluluk ölçümü yapılmamaktadır. Toplam bulut kapalığı ölçümü 8/8 (8 OKTA) olarak yapılmaktadır. 1-2 Az Bulutlu (Few), 3-4 Parçalı Bulutlu (SCT), 5-6-7 Çok Bulutlu (BKN) ve 8 Tamamen Bulutla Kapalı (OVC). 11 – Yerin Hali Kod Değerleri Tablosunda; 0: Yeryüzü Kuru, 1: Yeryüzü Nemli, 2: Yeryüzü Islak (Yeryüzünde küçük veya büyük su birikintisi var), 3: Yeryüzü Donmuş, 4: Yeryüzü Buzlu (kar veya eriyen kar yok), 5: Yeryüzünün yarısından daha azını kaplayan kar veya eriyen kar (buzlu veya buzsuz), 6: Yeryüzünün tamamını değil fakat yarısından daha fazlasını kaplayan kar veya eriyen kar (buzlu veya buzsuz), 7: Yeryüzünün tamamını kaplayan kar veya eriyen kar (buzlu veya buzsuz), 8: Yeryüzünün tamamını değil fakat yarısından fazlasını kaplayan gevşek kuru kar, toz veya kum, 9: Yeryüzünün tamamını kaplayan gevşek kuru kar, toz veya kum olduğunu ifade eder. 12 – Denizin Hali Kod Değerleri Tablosunda (kodu durumu ve yüksekliği); 0: Sakin (cam gibi) 0.0 metre, 1: Sakin (çırpıntılı) 0.0-0,1 metre, 2: (düz dalgacıklı) 0,1-0,5 metre, 3: (hafif) 0,5-1,25 metre, 4: (mutedil) 1,25-2,5 metre, 5: (kaba) 2,5-4,0 metre, 6: (çok kaba) 4.0-6.0 metre, 7: (yüksek) 6.0-9.0 metre, 8: (çok yüksek) 9.0-14.0 metre, 9: (olağanüstü) 14.0 metreden yukarı. 13 – Ayrıca, OMGİ'ler (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu) insansız olarak çalışmakta ve gözlem rasatları da yapılmamaktadır. Yağış, sıcaklık, rüzgar, nem, basınç vs. gibi ölçüm bilgileri verilebilir. Yağışın cinsi (yağmur, kar, dolu), şimşek, oraj, görüş mesafesi (sis, pus, toz,duman vb), bulutluluk vb. gibi gözleme dayalı bilgiler ise verilememektedir. Yalnızca istisnai olarak Kar Sensörlü OMGİ'lerde kar yüksekliği (cm) olarak ölçülmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Oğuzhan Önder MESTA

Doğum Yeri : [redacted]

Doğum Yılı : [redacted]

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise 2008-2012 : Hüseyin Yıldız Anadolu Lisesi

Lisans 2012-2013 : İstanbul Teknik Üniversitesi

Deniz Ulaştırma ve İşletme Mühendisliği

2014-2018 : Sakarya Üniversitesi

Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği

2018-2020 : Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği

Yabancı Dil : İngilizce