

**ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
ESKİŞEHİR TECHNICAL UNIVERSITY

**ENERJİ KAYNAKLARI VE YÖNETİMİ / İLERİ TEKNOLOJİLER**  
**ANABİLİM DALI**

**BİNALARDA ENERJİ ETÜDÜ**  
**TEZSİZ YÜKSEK LİSANS ARA DÖNEM ÖDEVİ**

**ÖDEV: MUSTAKİL BİR KONUTTA YER KAYNAKLI ISI POMPASI**  
**TASARIMI VE ENERJİ ETÜDÜ**

**Hazırlayan:** Yavuz ŐAHİN  
**Danışman:** Prof. Dr. Zafer DEMİR

**Eskişehir**  
Aralık 2020

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	7
2. BİNA BİLGİLERİ, KONUMU VE DOĞRULTUSU .....	8
3. ISI YALITIMI VE ISI KAYBI HESAPLARININ YAPILMASI .....	8
3.1. Isı Yalıtımı .....	8
3.2. Yıllık Isı İhtiyacı .....	11
4. YER KAYNAKLI ISI POMPASI (YKIP) UYGULAMASI.....	12
4.1. Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP) Tanımı.....	12
4.2. Binada Kullanılacak YKIP Özellikleri.....	13
4.3. YKIP İçin Sondaj Eşanjörleri Tasarımı .....	14
4.4. Sirkülasyon Pompalarının Ve Diğer Tesisat Elemanlarının Tasarımı .....	18
5. BİNA İÇİ ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMİ.....	22
5.1. Bina İçerisinde Zemin Isıtma.....	23
5.2. Soğutma Sistemi.....	24
6. ÇATI ÜSTÜ GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ .....	24
7. AYDINLATMA .....	25
8. ŞEBEKE SUYU VE BAHÇE SULAMA .....	26
9. ISITMA MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI .....	26
10. SONUÇ VE TEMENNİLER.....	27

## GÖRSELLER DİZİNİ

<b>Görsel 1</b> Yeşil Ev uydu görüntüsü (Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması).....	8
<b>Görsel 2</b> Binanın yalıtım süreci ve bitmiş hali.....	9
<b>Görsel 3</b> Bina ısı ihtiyacı kimlik belgesi (MMO ısı yalıtımı programı).....	10
<b>Görsel 4</b> Yer Kaynaklı Isı Pompası çalışma prensibi.....	12
<b>Görsel 5</b> Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP).....	13
<b>Görsel 6</b> Sondaj Eşanjörü kesiti .....	16
<b>Görsel 7</b> YKIP kazan dairesi, Sondaj Eşanjörleri ve bina yerleşimi.....	17
<b>Görsel 8</b> YKIP tesisat akış şeması .....	18
<b>Görsel 9</b> YKIP-SE arası sirkülasyon pompası teknik verileri ve enerji tüketimi (Wilo-Select 4 (wilo-select.com)).....	19
<b>Görsel 10</b> Denge Kabı-Zeminden Isıtma arası sirkülasyon pompası enerji tüketimi .....	21
<b>Görsel 11</b> Kazan dairesi görünümü .....	22
<b>Görsel 12</b> Isıtma ve soğutma sistemi genel akış şeması.....	22
<b>Görsel 13</b> Zeminden ısıtma borularının yerleşimi.....	23
<b>Görsel 14</b> Zeminden ısıtma termal kamera görüntüsü .....	23
<b>Görsel 15</b> Fan Coil ile soğutma termal kamera görüntüsü.....	24
<b>Görsel 16</b> 28 adet PV panelin yerleşimi.....	25

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1</b> Yeşil ev yıllık ısı enerjisi ihtiyacı (MMO Isı Yalıtımı Programı).....	11
<b>Tablo 2</b> YKIP cihazının farklı frekanslardaki performans verileri .....	14
<b>Tablo 3</b> Zemin yapısına göre spesifik ısı çekme kapasiteleri (W/m) .....	15
<b>Tablo 4</b> Yeşil Ev için YKIP ve klasik ısıtma yöntemlerinin karşılaştırılması .....	26

## GRAFİKLER DİZİNİ

<b>Grafik 1</b> Yeşil ev aylık ısı ihtiyacı dağılımı.....	11
<b>Grafik 2</b> YKIP-Denge kabı arası sirkülasyon pompası debi-güç grafiği.....	20
<b>Grafik 3</b> Denge Kabı-Fan Coil arası sirkülasyon pompası teknik verileri (Wilo-Select 4 (wilo-select.com)) .....	21
<b>Grafik 4</b> PV panellerin yıllık üretim grafiği .....	25

## ÖZET

Yeşil Ev olarak tasarlanan ve Eskişehir de Yeniakçayır mahallesinde inşa edilen müstakil bir binanın enerji etüdü yapılmıştır. Bunun için; ısıtma ve soğutma sistemi tasarımı, bina yalıtımı, elektrik ve su tüketimi gibi başlıca konular önceden hesap edilmiş ve bina bu konularda tasarruf sağlayabilecek şekilde inşa edilmiştir. Binada, Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP) ile iklimlendirme yapılarak hem çevreci hem de hem de ekonomik bir uygulama hedeflenmiştir. Eskişehir iklim koşullarına göre pencere, kapı ve duvar yalıtımı uygulanmıştır. Bina, çatısına kurulu 28 adet solar panel sayesinde 8.5 kWh elektrik üretebilmektedir. Bina da ayrı ayrı şebeke ve yağmur suyu depoları bulunmaktadır. Özel çatı kaplaması sayesinde havadaki azot gazını tutarak, yağmur suyu ile birlikte bahçe sulamasında gübre olarak kullanabilmek üzere yağmur suyu deposunda biriktirmektedir. Bina inşa edilirken, özellikle YKIP ve Solar paneller sayesinde yenilenebilir enerjiden maksimum şekilde faydalanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP), Yeşil Ev, Enerji etüdü, Verimliliği Artırıcı Proje (VAP)

## ABSTRACT

The energy study of a detached building, which was designed as a Green House and built in the Yeniakçayır neighborhood in Eskişehir, was carried out. For this; Major issues such as heating and cooling system design, building insulation, electricity and water consumption have been calculated in advance and the building has been built in a way that can provide savings on these issues. The building is air-conditioned with a Ground Source Heat Pump (YKIP), aiming at an environmentally friendly and economical application. Window, door and wall insulation was applied according to Eskişehir climate conditions. The building can generate 8.5 kWh of electricity thanks to 28 solar panels installed on its roof. There are separate mains and rain water tanks in the building. Thanks to its special roof coating, it holds the nitrogen gas in the air and collects it in the rainwater tank to be used as fertilizer in garden irrigation together with rainwater. While building the building, maximum use of renewable energy was made, especially thanks to YKIP and Solar panels.

**Keywords:** Ground Source Heat Pump (YKIP), Green House, Energy Study, Efficiency Increasing Project (VAP)

## 1. GİRİŞ

Yeşil Ev diye adlandırılan bu projede “ev” kavramı değiştirilmek yerine, asıl olması gerektiği yere koyulacaktır. Özünde Ev; içinde bir yaşam barındırırken, kendi kendine yetebilmeli ve çevreye de zarar vermemelidir. Enerji altyapısı şehir merkezlerinde sınırlı olduğu için sıkışık ve kalabalık evlere maalesef mahkûmuz. Bu mahkûmiyet ve bizi yutan şehirleşme tabi ki ardında sadece CO<sub>2</sub> bırakacaktır. Sanayileşme ve enerji üretiminde bile karbon ayak izi azaltılmaya çalışılırken evlerimizde bu durumu asla göz ardı edemeyiz. Kendi kendine yetebilen bir ev inşa etmek için elbette teknolojinin nimetlerinden faydalanılmalıdır. Yaşam alanımız bu süreçte bize zahmet değil keyif vermelidir. “Ev” ardında karbon ayak izi değil güzel hatıralar bırakmalıdır. Şehirden uzak ve müstakil bir yaşamın önündeki en büyük engel ise kuşkusuz enerji ihtiyacıdır. Bir evi ısıtmak ya da soğutmak için hatırı sayılır bir enerjiye ihtiyaç vardır. Özellikle ısıtmak için doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtların kullanımı son derece yaygındır. Şehir merkezlerinde yaygınlaşan alt yapısı sayesinde, daha çevreci ve pratik olan doğalgazın kullanımı çevre için bir kurtarıcı olmuştur. Bunun yanında doğalgazın; dışa bağımlılık, bölgesel dağıtıcıların elinde bulunan ağır abonelik şartları, hayati tehlikeler oluşturması, dövizdeki dalgalanmalardan etkilenmesi ve diğer fosil yakıtlara göre az olsa da hatırı sayılır bir CO<sub>2</sub> salınımı olması gibi dezavantajları vardır. Yeşil Ev kavramı bu büyük engeli önümüzden kaldırmakla kalmayacak birçok yeniliği de beraberinde getirecektir.

## 2. BİNA BİLGİLERİ, KONUMU VE DOĞRULTUSU

Eskişehir İli Tebebaşı ilçesi Muhacirakçayır mahallesinde 109 ada 5 parselde bulunan, 606 m<sup>2</sup> arsa üzerine inşa edilen bina iki kattan oluşmaktadır. Toplam 190 m<sup>2</sup> brüt kapalı alana sahiptir.



**Görsel 1** Yeşil Ev uydu görüntüsü (Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel Sorgulama Uygulaması)

Bilindiği üzere binaların cephe konumları güneşlenme açısından oldukça önemlidir. Eğer çatıda PV paneller olacaksa bu önem daha da artmaktadır. Uydu görüntüsünden de anlaşılacağı üzere, bina gün ışığından maksimum fayda sağlamak için diğer binaların aksine güneye dönük olarak konumlandırılmıştır.

## 3. ISI YALITIMI VE ISI KAYBI HESAPLARININ YAPILMASI

### 3.1. Isı Yalıtımı

Binanın ısı yalıtımı Eskişehir hava koşulları gözeticilerle tasarlanmış ve uygulanmıştır. Yalıtım hesapları TS 825 binalarda ısı yalıtımı kuralları çerçevesinde yapılmıştır. Dış cephe için duvar yalıtımında 70 mm taş yünü kullanılmıştır. Tuğla olarak ise 200 mm kalınlığında gaz beton kullanılmıştır. Duvarların ısı geçirgenliği katsayısı 0,25 W/m<sup>2</sup>K olarak hesaplanmıştır. Pencere için PVC doğrama içerisine 16 mm kalınlığında Low-e çift cam kullanılmıştır. Pencere için ısı geçirgenliği katsayısı 1,9 W/m<sup>2</sup>K olarak hesaplanmıştır. Bina ana giriş kapısı çift giriş olarak planlanmış ve burada ki ısı kaybı da minimize edilmiştir. Her iki kapıda da ısı yalıtımlı çelik kapı kullanılmıştır. En dış kapı da çift cam kullanılarak iki kapı arasında kalan kısım güneş ışınları sayesinde



sıcak kalması sağlanmıştır. Binanın hava ile temas eden taban kısmı bulunmamaktadır. Taban ısı geçirgenliği katsayısı  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  olarak hesaplanmıştır. Binanın iki adet çatılı tavan bölümü bulunmaktadır. Bu kısımlarda taş yünü sergisi yapılmış tavanın odaya bakan kısmında da 50mm parçacıklı köpük kaplama yapılmıştır. Binanın tavan ısı geçirgenliği katsayısı ise  $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  olarak hesaplanmıştır. Veranda olarak kullanılacak bölüm için de çift camlı cam balkon sistemi tercih edilmiştir. Bu bölümde ısı geçirgenliği katsayısı  $2,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  olarak hesaplanmıştır. Dış temaslı yapı elemanlarının da iletim ve taşınım yolu ile gerçekleşen özgül ısı kaybı  $205 \text{ W/K}$ 'dır. Bu değerin üzerine yaklaşık  $98 \text{ W/K}$  havalandırma kaybını da ekleyerek  $303 \text{ W/K}$  özgül ısı kaybı bulunur (Ek1).



*Görsel 2 Binaanın yalıtım süreci ve bitmiş hali*

<b>ISI İHTİYACI KİMLİK BELGESİ</b>			
<b>Pafta / Ada / Parsel</b>	/109/5	<b>Proje Tarihi</b>	23.09.2020
<b>Bina Tanımı</b>	KONUT	<b>İl / İlçe</b>	ESKİŞEHİR
<b>Cadde bina numarası</b>	ORHANGAZI MAH. KÜTAHYA YOLU53/D	<b>Belediye</b>	TEPEBAŞI
<b>Kullanılacak Yakıt Türü</b>	DOĞAL GAZ	<b>Proje Sahibi</b>	GEMPA A.Ş.
		<b>Müsaade edilen maksimum</b>	<b>Hesaplanan</b>
		<b>Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı</b>	<b>Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı</b>
<b>Atop ( m2)</b>	437	$Q' = 108,504 \text{ kWh/m}^2$	$Q = 84,962 \text{ kWh/m}^2$
<b>V brüt ( m3 )</b>	462,5	DÖŞEME AĞIRLIKLIL HESAP YÖNETİMİ	
<b>Atop / V ( m-1)</b>	0,945		
<b>An ( m2 )</b>	148		
<p><b>Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı ( kg,m3)</b>  <math>Q_{yil} (\text{Toplam ısı kaybı}) = 0,278 \times 10^{-3} \times 45231410,880 (\text{kJ}) = 12574,332 \text{ kWh}</math>  <math>Q_{yil} / ( \text{Yakıtın kaloriferik değeri} \times \text{Sistemin verimi} ) = 12574,332 / (0,900 \times 9,590) = 1456,8801 (\text{m3 yakıt})</math></p> <p><b>Önemli Not:</b> Buradaki hesaplamaya sonucu elde edilen yakıt miktarı , binanın TS 825'deki kabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyebilir.</p>			
<p>Atop : Dış duvar ,tavan taban /döşeme , pencere kapı vb. Yapı bileşenlerinin ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı olup , dış ölçülere göre bulunur.Birimi m<sup>2</sup>'dir.  Vbrüt : Binayı çevreleyen dış kabuğun ölçülerine göre hacimdir.Birimi m<sup>3</sup>'tür.  A/V : Isı kaybeden toplam yüzeyin ( Atop ) ısıtılmış yapı hacmine (Vbrüt) oranıdır. Birimi m-1 'dir.  Q' : A/V oranına bağlı olarak müsaade edilen maksimum yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacıdır. Birimi kWh/m<sup>2</sup> kWh/m<sup>3</sup>'tür.  Qyil : Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı. Birimi kWh/m<sup>2</sup> , kWh/m<sup>3</sup>'tür.  An : Binanın net kullanım alanıdır. (An= 0,32 * Vbrüt formülü ile hesaplanır.)</p>			
<b>Binanın enerji verimliliği indeksi</b>			
<input type="checkbox"/> C tipi bina <b>Normal enerji verimli bina</b>	<input type="checkbox"/> B tipi bina <b>İyi enerji verimli bina</b>	<input checked="" type="checkbox"/> A tipi bina <b>Süper enerji verimli bina</b>	
<p><b>Not :</b> <math>Q \leq 0,999 \cdot Q'</math> ise C tipi bina (84,962 &lt;= 108,504 )  <math>Q \leq 0,90 \cdot Q'</math> ise B tipi bina (84,962 &lt;= 97,654 )  <math>Q \leq 0,80 \cdot Q'</math> ise A tipi bina (84,962 &lt;= 86,803 )</p>			
<b>Düzenleyenler</b>	<b>MMO</b>	<b>ONAY</b>	

**Görsel 3** Bina ısı ihtiyacı kimlik belgesi (MMO ısı yalıtımı programı)

TS 825 binalarda ısı yalıtımı kuralları doğrultusunda yapılan ısı kaybı hesapları Makine Mühendisleri Odası ısı yalıtımı programı marifeti ile yapılmış ve ısı ihtiyacı kimlik belgesi oluşturulmuştur (Görsel 3). Isı ihtiyacı kimlik belgesinde de görüldüğü üzere bina A tipi bina olarak süper enerji verimli bina olarak tanımlanmaktadır.

### 3.2. Yıllık Isı İhtiyacı

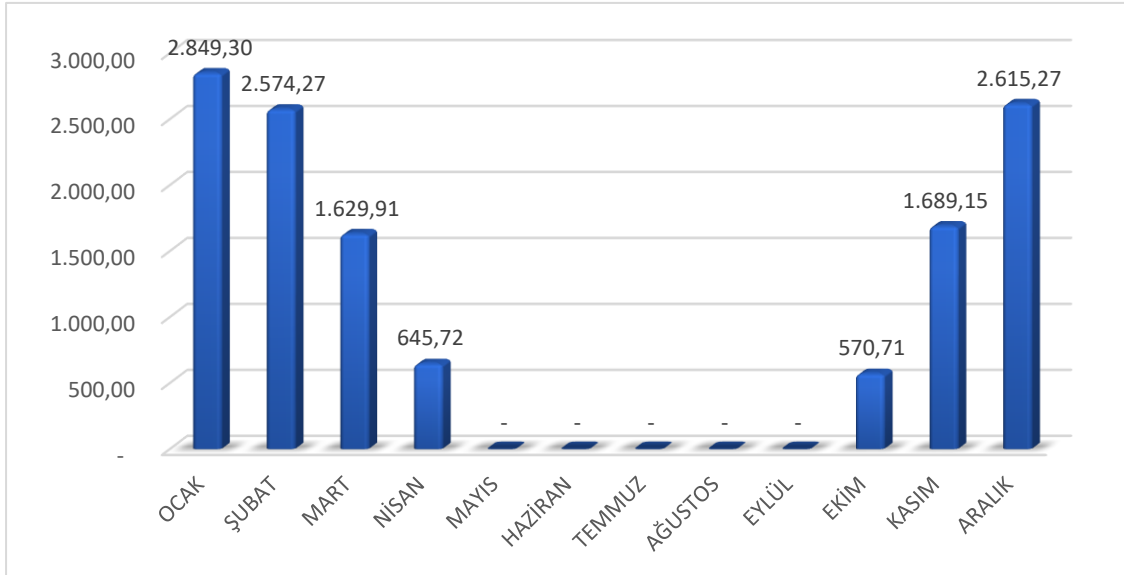
Yapılan ısı kaybı hesaplarına göre binamızın yıllık ısı ihtiyacı 84,962 kWh/m<sup>2</sup> (Görsel 3.) olarak hesaplanmıştır. Isıtılacak net alan 148 m<sup>2</sup> ise bu bina için yıllık ısı enerjisi ihtiyacı;

$$148 \cdot 84,962 = 12.574 \text{ kWh olacaktır.}$$

Bu değerin aylara göre dağılımı aşağıdaki tabloda (tablo 1) verilmiştir.

**Tablo 1** Yeşil ev yıllık ısı enerjisi ihtiyacı (MMO Isı Yalıtımı Programı)

YEŞİL EV YILLIK ISI İHTİYACI											
AYLAR	ÖZGÜL ISI KAYBI	FARK	ISI KAYIPLARI	İÇ ISI KAZANCI	GÜNEŞ ENERJİSİ ISI KAZANCI	TOPLAM ISI KAZANCI	KKO	KAZANÇ KULLANIM FAKTÖRÜ	ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI	ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI	
	$H = HT + H_v$ (W/K)	$(\theta_i - \theta_e)$ (K, °C)	$H^*(\theta_i - \theta_e)$ (W)	$(\phi_i)$ (W)	$(\phi_s)$ (W)	$\phi^t = (\phi_i + \phi_s)$ (W)	$\gamma$	$\eta_{ay}$	(kj)	(kW)	
OCAK	303,33	19,3	5.854,19	740	1260	2000	0,34	0,95	10.249.265,15	2.849,30	
ŞUBAT		18,9	5.732,86	740	1634	2374	0,41	0,91	9.259.975,47	2.574,27	
MART		14,9	4.519,56	740	2082	2822	0,62	0,8	5.862.993,58	1.629,91	
NİSAN		8,9	2.699,60	740	2424	3164	1,17	0,57	2.322.746,67	645,72	
MAYIS		4,6	1.395,30	740	2902	3642	2,61	0,32		-	
HAZİRAN		0,5	151,66	740	3071	3811	25,13	0,04		-	
TEMMUZ				-	740	2983	3723	-	0	-	-
AĞUSTOS				-	740	2734	3474	-	0	-	-
EYLÜL		1,8	545,99	740	2201	2941	5,39	0,17		-	
EKİM		7,4	2.244,61	740	1681	2421	1,08	0,6	2.052.896,14	570,71	
KASIM		13,4	4.064,57	740	1215	1955	0,48	0,88	6.076.084,49	1.689,15	
ARALIK		17,7	5.368,87	740	1091	1831	0,34	0,95	9.407.457,16	2.615,27	
								<b>TOPLAM</b>	<b>45.231.418,66</b>	<b>12.574,33</b>	



**Grafik 1** Yeşil ev aylık ısı ihtiyacı dağılımı

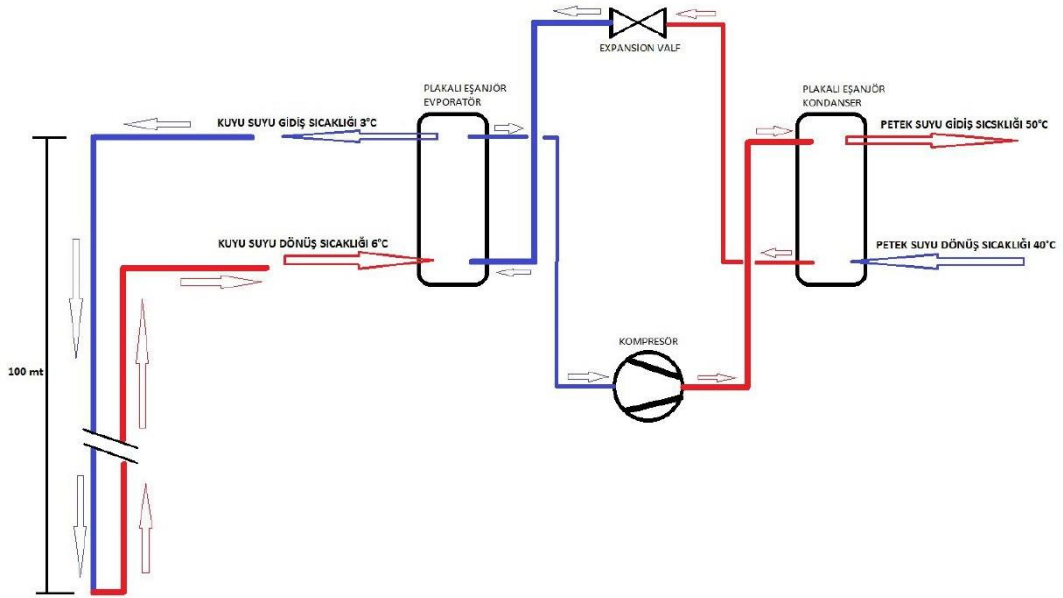
Ekim ayından başlayan ısı ihtiyacı nisan ayna kadar sürmektedir. En çok tüketimin olacağı aylar aralık ve ocak ayları olacağı grafik te (grafik 1) görülmektedir. Eskişehir de soğutma ihtiyacı çok gerekmediği için soğutma yükü hesabı yapılmamıştır.

#### 4. YER KAYNAKLI ISI POMPASI (YKIP) UYGULAMASI

Bina da ısınma, soğutma ve sıcak kullanım suyu ihtiyacı için Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP) tasarlanmış ve uygulanmıştır. En fazla enerji tüketiminin gerçekleştiği bu yaşamsal ihtiyaçlar için, yenilenebilir enerji kullanımı elbette ki hem karbon salınımını minimize edecek hem de ucuz bir işletme maliyeti doğuracaktır. Konforlu, çevreci, ekonomik ve basit bir kullanım sunan YKIP Yeşil Ev için olmazsa olmaz olacaktır.

##### 4.1. Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP) Tanımı

Sondajlarla yeraltında yerleştirilen Sondaj Eşanjörleri (SE) sayesinde yeraltından çekilen ısıyı alarak daha yüksek ısı çıktısı elde eden cihazlara Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP) diye tanımlanmaktadır. Cihazın çalışma prensibini carnot çevrimine dayanmaktadır. Bu çevrim; enerjinin sabit kaldığı, dışarıya kaçmadığı, en yüksek verimde çalışan ve kendini sürekli tekrarlayan kapalı bir çevrimdir.



**Görsel 4** Yer Kaynaklı Isı Pompası çalışma prensibi

Bir ısı pompası için en önemli şey Performans Katsayısıdır (Coefficient Of Performance) (COP). Bir ısı pompasının COP değeri ürettiği enerjinin, tükettiği enerjiye oranıdır. Örneğin bir ısı pompası 10 kWh ısı üretirken 2kWh Enerji tüketiyorsa;

$$COP=10/2 =5 \text{ olacaktır.}$$

COP değeri 5 olan bir ısı pompası ürettiği enerjinin 1/5 ini elektrik şebekesinden çekerken, kalan 4/5 ini de bir kaynaktan elde etmelidir. Bu kaynak çabuk ısı değiştirmeyecek kadar büyük, dış koşullardan etkilenmeyecek ve dış koşulları



etkilemeyecek kadar izole olmalıdır. Her yerde her koşulda ulaşılabilir olmalı ve hatta gerektiğinde enerji depolayabilir olmalıdır.

#### **4.2. Binada Kullanılacak YKIP Özellikleri**

YKIP Cihaz tasarımı kış mevsimine göre yapılmıştır, bunun sebebi cihazın ısıtma modunda daha çok çalışacak olmasıdır. Cihazda kullanılan kompresör frekans konvertörlüdür. Frekans konvertörlü Kompresör dış hava kompanzasyonu sayesinde değişken hava koşullarına göre değişken devirlerde çalışarak kapasitesini otomatik olarak ayarlayacaktır. Bu sayede gereksiz enerji tüketiminin önüne geçilmiş olacaktır. Cihazın tüm kontrolü 7 inçlik dokunmatik bir ekran sayesinde sağlanabilecektir. Sistemde bulunan altyapı ile, cihazı telefonla uzaktan yönetmek de mümkündür.

Seçilen kompresör; 30 Hz ile 130 Hz frekansları arasında çalışabilmektedir. Bu frekansı dış hava sıcaklığına göre cihaz kendisi otomatik olarak ayarlayabilmektedir. YKIP cihazının bazı frekanslardaki performans verileri aşağıdaki tabloda (tablo 2) verilmektedir. Burada cihaz 80 Hz frekans için ayarlanmış ve maksimum COP elde edilmiştir. Bu ayarlama binanın ısı ihtiyacına göre optimize edilmeye çalışılmıştır. Böylece bina için en verimli ve en ekonomik iklimlendirme modeli uygulanmıştır.



**Görsel 5** Yer Kaynaklı Isı Pompası (YKIP)

Cihaz, ısıtma için 80 Hz frekansında ayarlandığına göre COP değerimiz 5,75 olacaktır. Buna göre YKIP ev için üreteceği ısının 2576 Wh'lık kısmını elektrik şebekesinden kullanırken kalan 12238 Wh'lık kısmını da Sondaj Eşanjörleri marifeti ile yer altından çektiği ısı ile karşılayacaktır.

**Tablo 2** YKIP cihazının farklı frekanslardaki performans verileri

ÇALIŞMA MODU	FREKANS (Hz)	KAPASİTE (W)	TÜKETİM (W)	COP (W/W)
ISITMA	130	24494	4828	5,07
	<b>80</b>	<b>14814</b>	<b>2576</b>	<b>5,75</b>
	30	5009	896	5,59
SOĞUTMA	130	19666	4828	4,07
	<b>80</b>	<b>12238</b>	<b>2576</b>	<b>4,75</b>
	30	4113	896	4,59

#### 4.3. YKIP İçin Sondaj Eşanjörleri Tasarımı

Sondaj Eşanjörlerini (SE), YKIP cihazının yeraltı ile yapabileceği maksimum ısı transferine uygun olarak inşa etmek gerekmektedir. Bu miktarı belirlerken sondaj yaptığımız zeminin spesifik ısı çekme kapasitesini bilmemiz gerekecektir. Yeşil Ev için yapılan ilk sondaj sırasında yüzeyden 105m aşağıya inilerek zemin formasyonu gözlemlenmiştir. Bu ilk kuyunun 90m lik kısmında zemin suyuna rastlanmış ve spesifik ısı çekme kapasitesi tablosundan (tablo 3) bu zemine uygun değer olan 80W/m değeri seçilebileceği belirlenmiştir. Bu verilere göre ihtiyacımız olan SE miktarını hesaplamak için, YKIP cihazının yeraltı ile yapabileceği maksimum ısı transferini tablo 2'den bulmamız gerekir. Bu değer 130 Hz için ısıtma modunda;

$$24.494-4.828= 19.666W \text{ olacaktır}$$

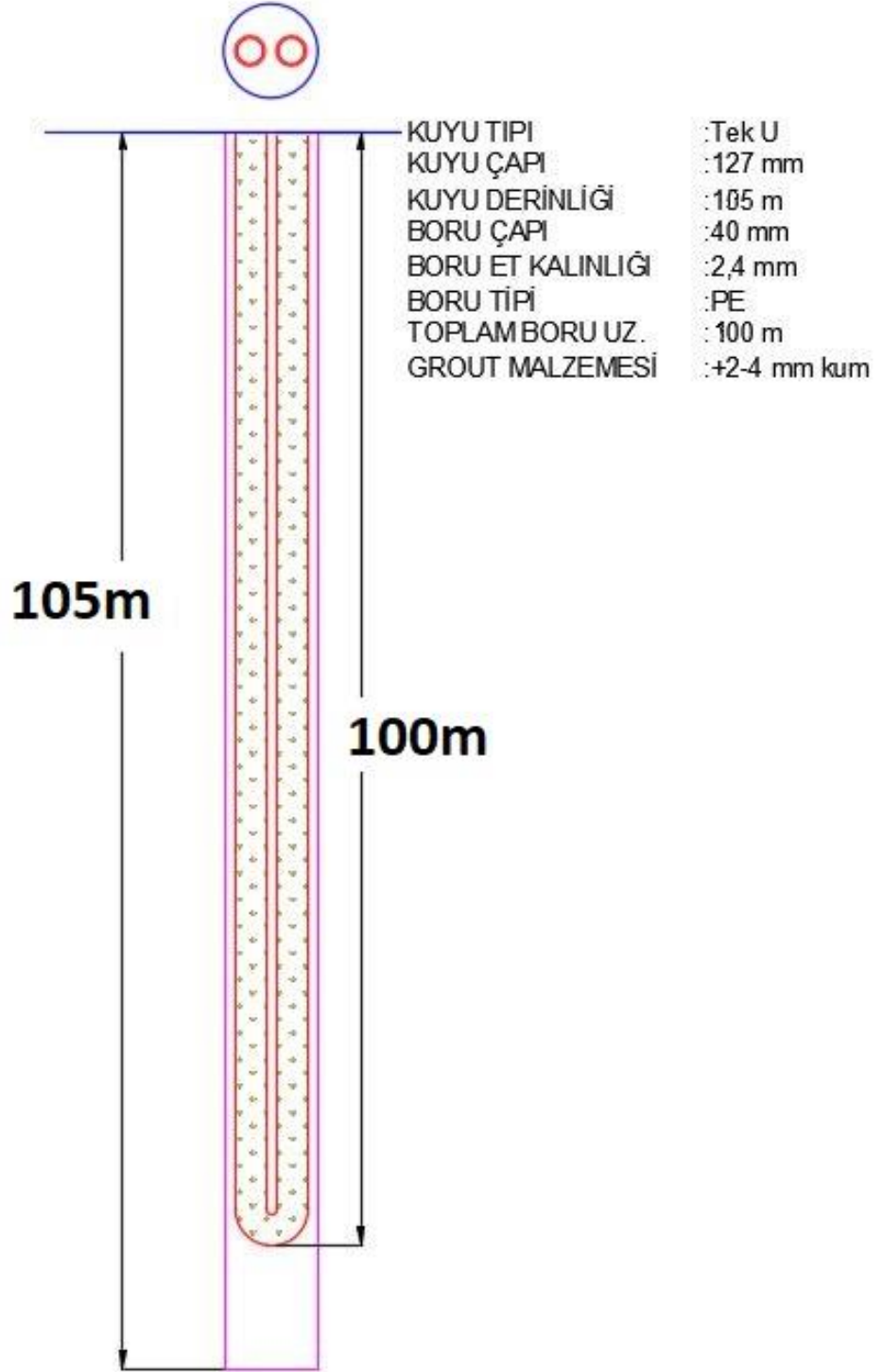
Buna göre;

$$\text{Toplam SE uzunluğu} = \frac{19.666 \text{ W}}{80 \text{ W/m}} = 250 \text{ m} \text{ Olmalıdır.}$$

**Tablo 3** Zemin yapısına göre spesifik ısı çekme kapasiteleri (W/m)

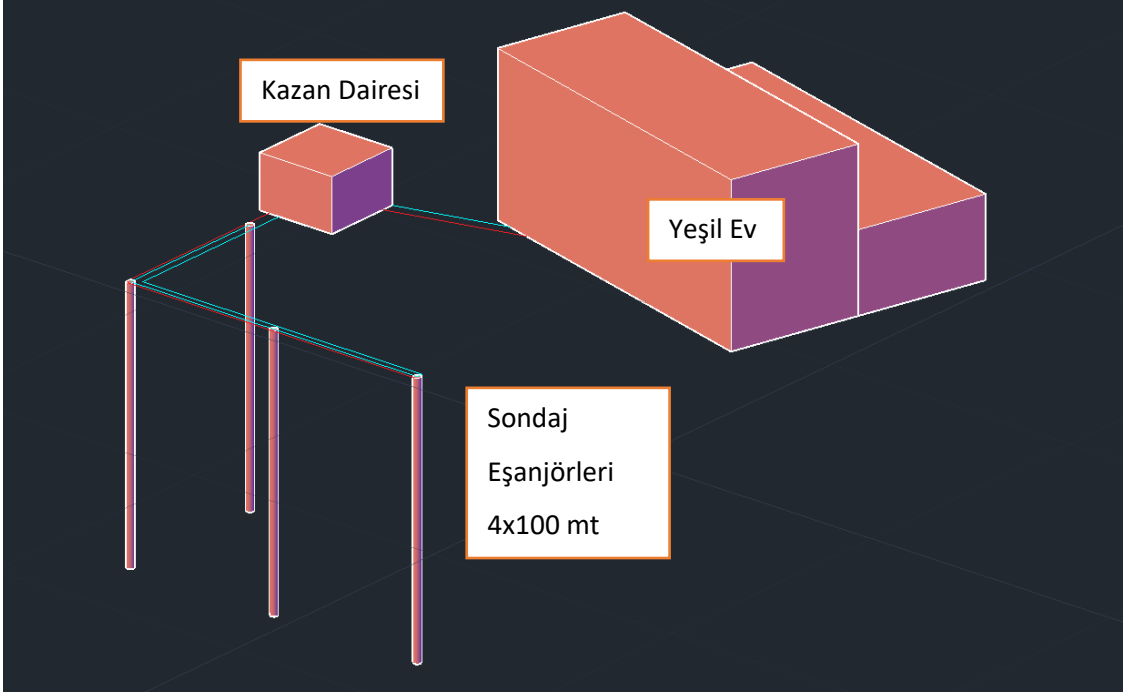
<b>ZEMİN YAPISI</b>	<b>SPESİFİK ISI ÇEKME KAPASİTESİ</b>
<b>KURU, KUMLU ZEMİN</b>	20-40 W/m
<b>NEMLİ, KAYA ZEMİN</b>	50-60 W/m
<b>YERALTI SUYU BULUNAN ZEMİN</b>	70-90 W/m

İlerleyen yıllarda binada ilave ısı ihtiyacı doğarsa ve YKIP kapasitesi arttırılırsa diye SE miktarı 400 m olarak planlanmış ve bu sebeple 4\*100 m SE eşanjörü inşa edilmiştir. Sondaj Eşanjörleri bina inşaatı başlamadan hemen önce yerleştirilmiştir. Tek U boru şeklinde tasarlanan eşanjörler için önce 127 mm çapında ve 105 m uzunluğunda 4 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Kuyular arasında 6'şar metre mesafe bırakılarak ısı transferi sırasında kuyuların birbirini etkilemesi engellenmiş ve daha homojen bir ısı aktarımı sağlanmıştır. Bu kuyulara, şekilde (görsel 6) kesiti görüldüğü üzere 40 mm ikiz PE boru U şeklinde indirilmiştir. Binanın arka bahçesinde L şeklinde yerleştirilen Sondaj Eşanjörleri daha sonra bahçe faaliyetleri ya da peyzaj çalışmaları için engel teşkil etmeyecek şekilde beton kanal içerisine alınmıştır (Görsel 7).



Görsel 6 Sondaj Eşanjörü kesiti

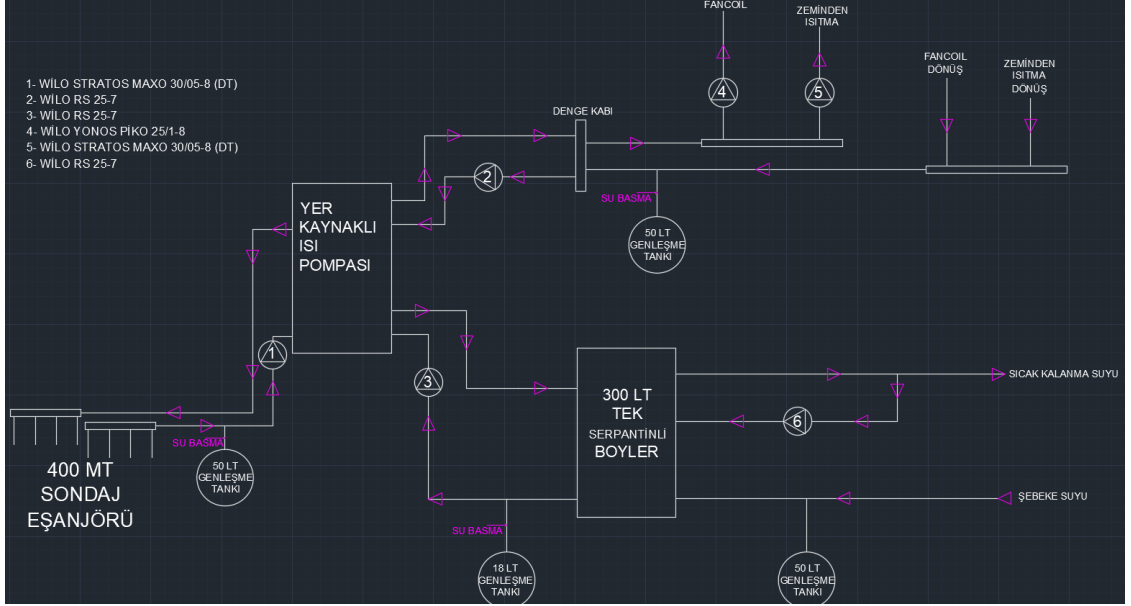




**Görsel 7** YKIP kazan dairesi, Sondaj Eşanjörleri ve bina yerleşimi

#### 4.4. Sirkülasyon Pompalarının Ve Diğer Tesisat Elemanlarının Tasarımı

Bina inşa edilirken, YKIP cihaz seçimi ve SE tasarımı yapılırken enerji tasarrufu ilk amaçtı. En az onlar kadar önemli olan dolaşım tesisatını dizayn ederken de uzun ömürlü ve düşük enerji tüketimi ile çalışan bir sistem tasarlanmalıdır. YKIP için yapılan kazan dairesi içerisine inşa edilecek tesisat akış şeması aşağıda verilmiştir (Görsel 8).



Görsel 8 YKIP tesisat akış şeması

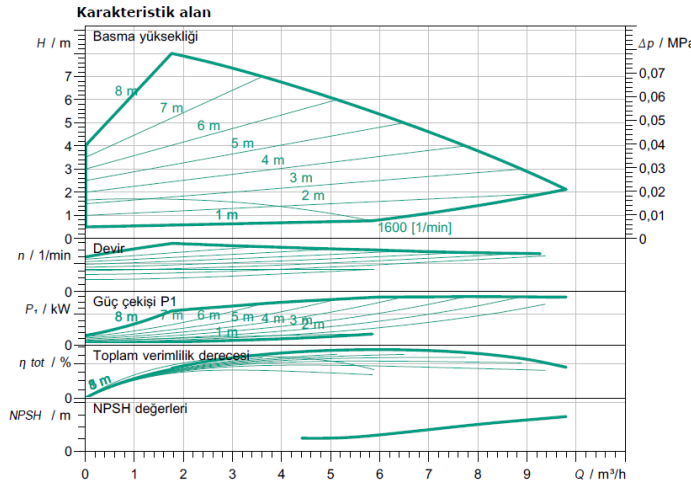
YKIP cihazının çalışabilmesi için tesisat tasarımı çok dikkatli yapılmalıdır. Bu seçimleri yaparken de verimli ve uzun ömürlü cihazlar seçilmelidir. Tesisattaki en önemli elemanlar ise sirkülasyon pompalarıdır. Tesisat şemasında (Görsel 8) görüldüğü gibi sistemde dolaşımı sağlayan 6 adet sirkülasyon pompası vardır. Bu pompaların her biri YKIP cihazı tarafından yönetilmekte ve gerekli olmadıkça çalışmamaktadır.

Eğer fosil yakıtlı bir sistemle YKIP arasında kıyaslama yapmak gerekirse tesisat üzerinde kullanılan pompalardan sadece 1 numaralı pompanın tüketim verilerini dikkate almak gerekmektedir. Zira diğer pompalar fosil yakıtlı kazanlarda da ısı dağıtımını için kullanılmaktadır. Bu sebeple, YKIP için toplam enerji tüketimini hesaplanırken YKIP-SE arası sirkülasyon pompasının tüketimi de hesaba dahil edilmelidir.

##### 4.4.1. SE-YKIP arası sirkülasyon pompası

YKIP ve SE arasında gerekli ısı transferinin sağlanabilmesi için saatlik 2,7 m<sup>3</sup> Su glikol karışımının akışını sağlayabilmek gerekmektedir. SE 100'er m uzunluğunda 4 adet dik kuyudan oluşsa da basınç kaybı 5 mSS olduğundan, sanılanın aksine YKIP-SE arası dolaşım sağlanırken yüksek bir elektrik tüketimi olmamaktadır. İlk yatırım maliyeti yüksek olsa da bu kısımda yüksek enerji tasarruflu ve uzun ömürlü bir pompa tercih

edilmiştir. Bu verilere göre seçilen pompanın teknik verileri ve enerji tüketimi gözlemleri aşağıda (Görsel 9) verilmiştir. Pompanın çalışma verileri, üzerindeki ekrandan gözlemlendiğinde tasarlanan tesisata uygun olduğu ve ortalama elektrik tüketiminin sadece 0,092 kWh olduğu görülebilmektedir. Pompanın bir diğer özelliği de debi ( $m^3/h$ ) ya da sıcaklık farkı ( $\Delta T$ ) ayarlı olmasıdır. Bu sayede gerek sıcaklık farkını gerekse debiyi istenilen bir seviyede ayarlamak mümkün olmaktadır. YKIP cihazının ihtiyacı olan sabit debi  $2,7 m^3/h$  olduğu için sirkülasyon pompası bu debiyi sabit tutacak şekilde ayarlanmıştır.



**İşletme verileri ön bilgisi**

Debi	
Basma yüksekliği	
Akışkan	Su 100 %
Akışkan sıcaklığı	20,00 °C
Yoğunluk	998,30 kg/m <sup>3</sup>
Kinematik vizkozite	1,00 mm <sup>2</sup> /s

**Hidrolik verileri (çalışma noktası)**

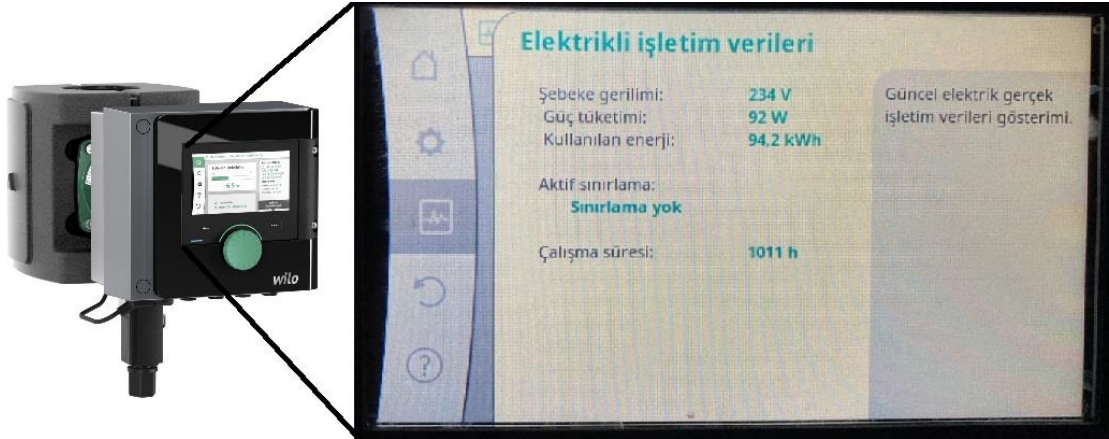
Debi	
Basma yüksekliği	
Güç çekişi P1	

**Ürün verileri**

Premium ıslak rotorlu akıllı pompa	
Stratos MAXO 30/0,5-8 PN10	
İşletim tipi	dp-v
Maks. işletme basıncı	1 MPa
Akışkan sıcaklığı	-10 °C ... +110 °C
Maks. çevre sıcaklığı	40 °C

**Motor verileri**

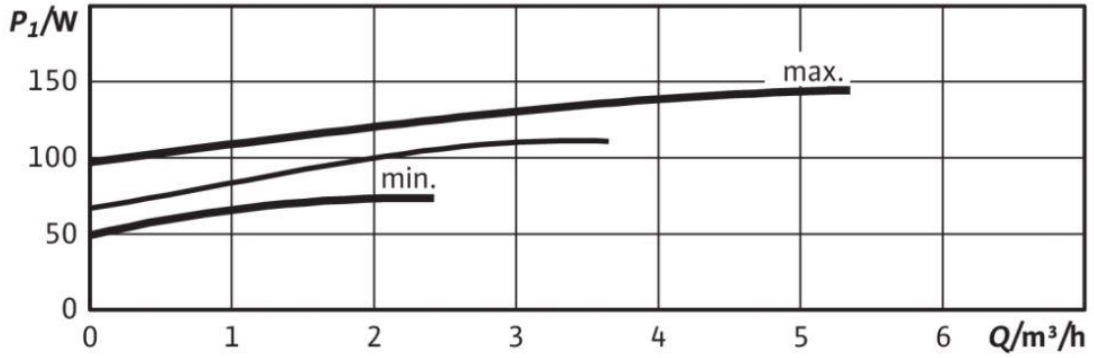
Motor modeli	EC motoru
Enerji verimliliği endeksi (EEI)	≤ 0,19
Elektrik şebekesi bağlantısı	1~ 230 V / 50 Hz
İzin verilen voltaj toleransı	+/-10 %
Maks. devir hızı	3600
Güç girişi P1(max)	0,16 kW
Elektrik çekişi	1,05 A



**Görsel 9** YKIP-SE arası sirkülasyon pompası teknik verileri ve enerji tüketimi (Wilo-Select 4 (wilo-select.com))

#### 4.4.2. YKIP-denge kabı arası sirkülasyon pompası

Denge kabı seçimi yapılırken kapasite büyük tutulmuş, bu sayede cihazın sık devreye girip çıkması önlenmiştir. YKIP-Denge kabı arasında basınç kaybı 600 Pa/m ve istenilen debi de 2,2 m<sup>3</sup>/h'dir. Pompa seçimi gene düşük enerji tüketimli bir gövde tipi sirkülasyon pompası olarak yapılmıştır. Aşağıda debi-Güç (grafik 2) eğrisi de verilen (m<sup>3</sup>-W) pompanın istenilen debiye ayarlanması debi metre yardımı ile yapılmış ve çekilen güç kontrol altına alınmıştır. İstenilen debi 2,2 m<sup>3</sup>/h ise grafikte karşılığı yaklaşık 0,1 kWh olarak kabul edilir.



Grafik 2 YKIP-Denge kabı arası sirkülasyon pompası debi-güç grafiği

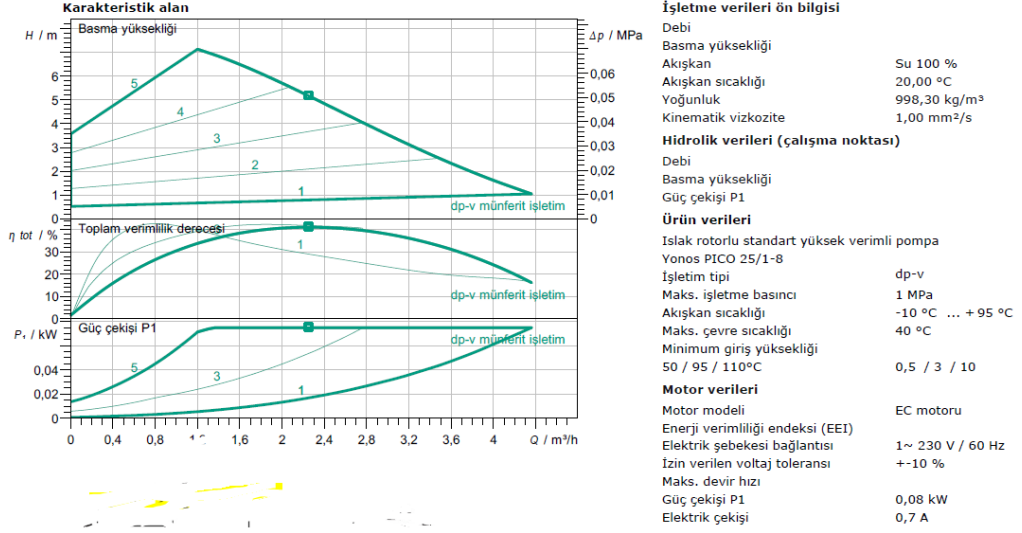
#### 4.4.3. YKIP-boiler arası sirkülasyon pompası

YKIP-Denge kabı arasında kullanılan pompa burada da tercih edilmiştir. YKIP-Boiler arasında gerekli debi 1,5 m<sup>3</sup>/h olduğundan buradaki debimetre yardımıyla ve debi-güç (grafik 2) grafiğine göre buradaki tüketim 0,075 kWh olarak ayarlanmıştır.

#### 4.4.4. Denge kabı-fan coil arası sirkülasyon pompası (soğutma)

Bu sirkülasyon pompası, Sadece YKIP soğutma modunda çalıştırılırken devreye girmektedir. 5mSS basınç kaybı ve 2,2m<sup>3</sup>/h soğuk su dolaşımının olduğu bu devrede kullanılan pompanın özellikleri aşağıda (grafik 3) verilmiştir. Gerekli debi ayarı yapıldığında ortalama saatlik tüketim 0,06-0,08 kWh arasında olmaktadır.

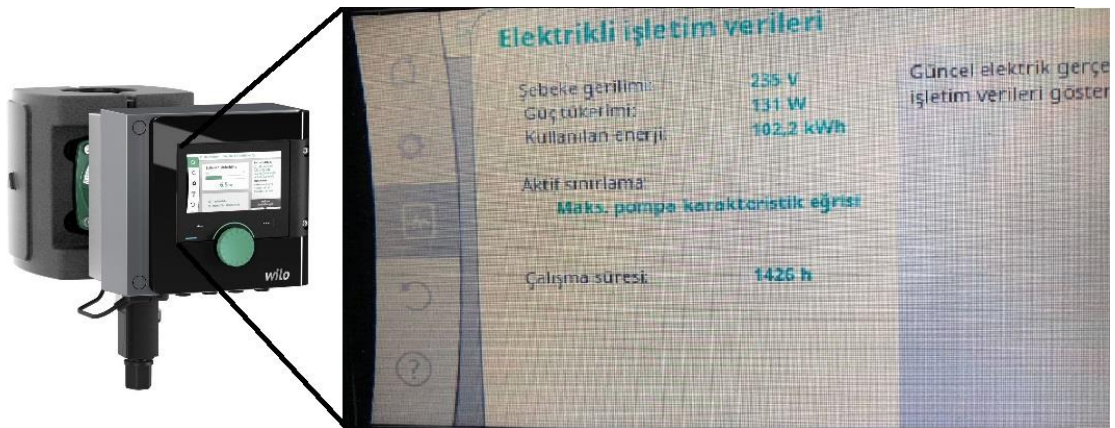




**Grafik 3** Denge Kabı-Fan Coil arası sirkülasyon pompası teknik verileri (Wilo-Select 4 (wilo-select.com))

#### 4.4.5. Denge kabı-zeminden ısıtma arası sirkülasyon pompası

Bu kısımda kullanılan pompa YKIP-SE arası pompa ile aynıdır. Farklı olarak burada, pompanın sıcaklık farkı ( $\Delta T$ ) ayarı sabitlenmiştir. İlk etapta sıcaklık farkı ( $\Delta T$ ) 3°C de ayarlanmış ve pompanın bu sıcaklık farkını koruyarak çalışması sağlanmıştır. Bu sayede pompa gereken debiyi, sıcaklık farkını gözeterek ayarlamaktadır. Bu sıcaklık farkı pompa ekranından kolayca ayarlanarak buradaki optimum tüketim ayarlanabilir. Sıcaklık farkı ( $\Delta T$ ) 3°C olarak ayarlandığında pompa ve tüketim verilerinin ortalama 0,131 kWh olduğu görülmektedir (görsel 10).



**Görsel 10** Denge Kabı-Zeminden Isıtma arası sirkülasyon pompası enerji tüketimi

#### 4.4.6. Bina sıcak su hattı re sirkülasyon pompası

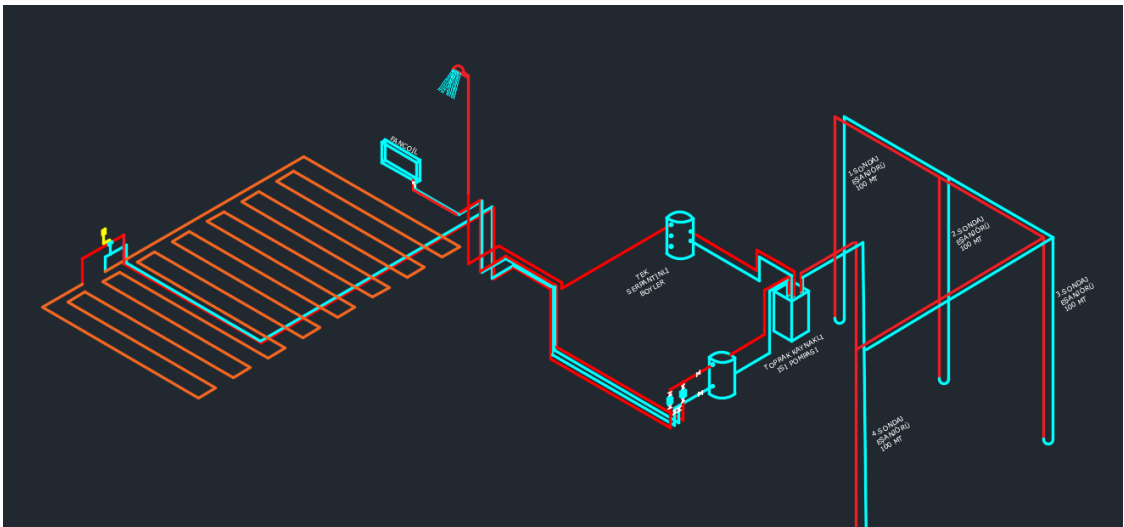
Sıcak su musluğu açıldığında, sıcak suyun ısınmasını beklememek için ihtiyaç duyulan bu pompa sıcak su hattında sürekli devir daim görevi görmektedir. Daha çok kullanıcının konforu için çalışan bu pompa, modüler zaman saati sayesinde kullanıcının sıcak su kullandığı saatlerde çalışacak diğer saatlerde çalışmayacak şekilde ayarlanabilmektedir. Böylece pompanın 24 saat gereksiz çalışması önlenmiştir. Debi-güç (grafik 2) grafiğine göre pompa 1. kademede çalıştırılarak buradaki tüketim 0,075 kWh olarak ayarlanmıştır.

### 5. BİNA İÇİ ISITMA VE SOĞUTMA SİSTEMİ

Yeşil Ev için yapılan her bir işte, en başından beri yüksek enerji tasarrufu ve çevreci yenilenebilir enerji kullanımı ön planda olmuştur. Bu hedefte en verimli ısıtma ve soğutma sistemleri araştırılmış ve konforu da arka plana atmadan ısıtma için zeminden ısıtma, soğutma içinde Fan Coil seçilmiştir.



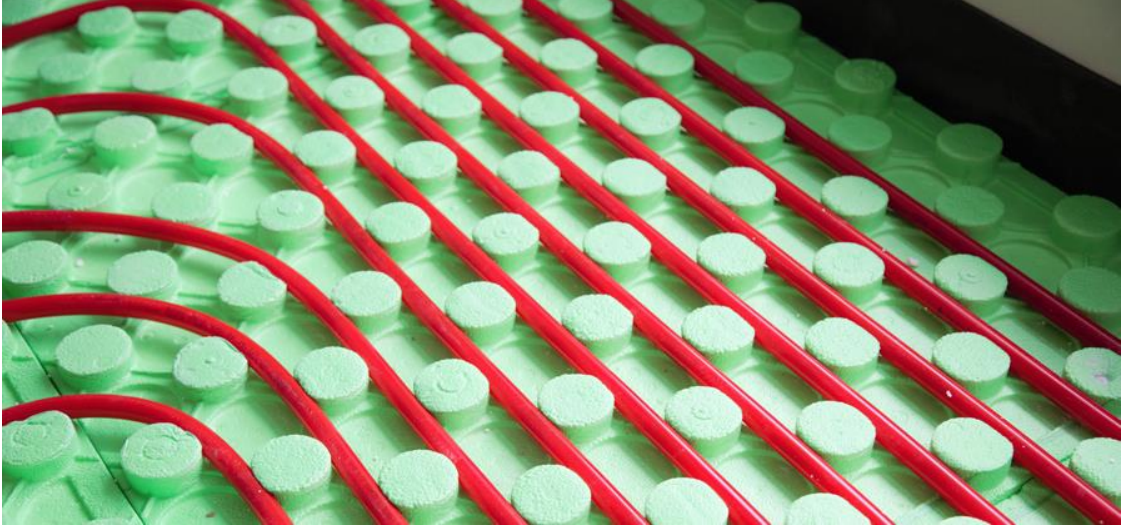
Görsel 12 Kazan dairesi görünümü



Görsel 11 Isıtma ve soğutma sistemi genel akış şeması

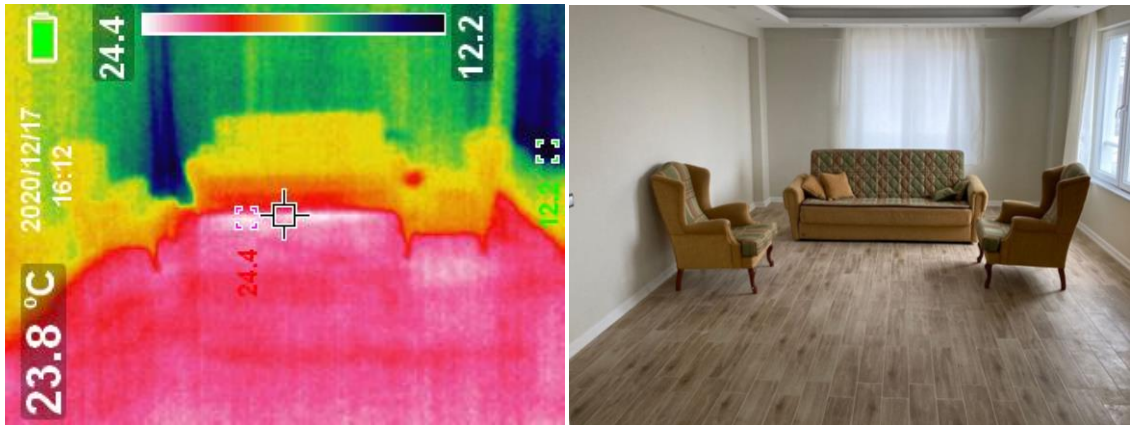
### 5.1. Bina İçi Zeminden Isıtma

Gerek kozmetik gerekse konfor bakımından avantajlı olan bu ısıtma yöntemi YKIP içinde oldukça verimli bir çalışma sağlamaktadır. Zeminden ısıtmada uzun ömürlü kullanım için; borular oksijen bariyerli seçilmiş olup boruların altında folyo kaplamalı modülasyon panelleri kullanılmıştır (Görsel 13). Bu sayede hem ısıtma verimi artırılmış hem de ileride doğabilecek tadilat maliyetlerinin önüne geçilmiştir.



Görsel 13 Zeminden ısıtma borularının yerleşimi

Toplam 14 grupta 840 m zeminden ısıtma borusu kullanılan zemin, ısıyı binanın her bölgesine eşit olarak dağıtabilmektedir. Panel radyatörlere göre daha az sıcak su dolaştırılarak oldukça verimli ve konforlu bir ısıtma sağlayan bu ısıtma yöntemi son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. YKIP cihazının ürettiği ısı yer altı sıcaklığına ne kadar yakın olursa verimi o kadar artacaktır. Bu yüzden zeminden ısıtma sisteminin düşük sıcaklıklarla verimli ısıtma yapabilmesi çok daha tasarruflu bir ısıtma sağlamaktadır.

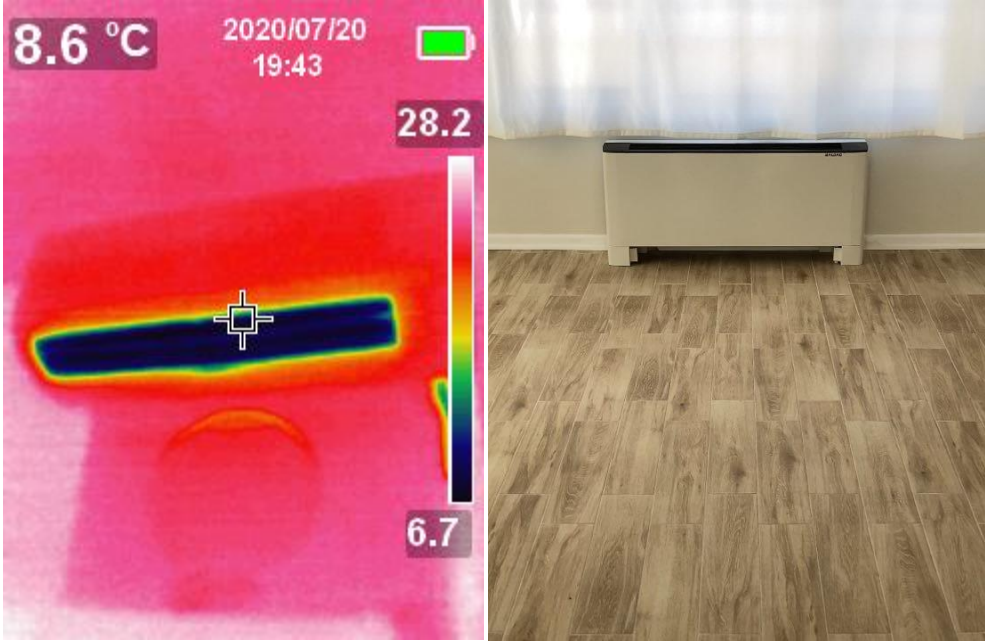


Görsel 14 Zeminden ısıtma termal kamera görüntüsü



## 5.2. Soğutma Sistemi

Her ne kadar Eskişehir iklim koşullarında soğutma ihtiyacı göz ardı edilse de bina da soğutma sistemi de kullanılmıştır. YKIP soğutma modunda çalıştığında bina içerisinde yerleştirilmiş Fan Coil cihazlarına tıpkı zeminden ısıtma sisteminde olduğu gibi, ancak bu defa 7-12 °C su dolaştırarak serinletme sağlanmaktadır. Ayrıca Fan Coil cihazlarının oda termostatları sayesinde, cihazlar istenilen oda sıcaklığını otomatik olarak ayarlayabilmektedir.



Görsel 15 Fan Coil ile soğutma termal kamera görüntüsü

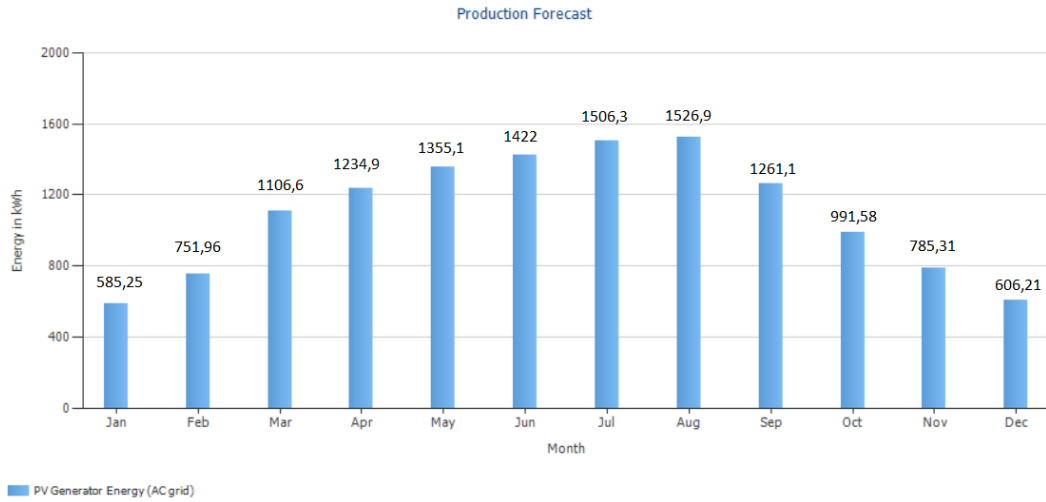
## 6. ÇATI ÜSTÜ GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMİ İLE ELEKTRİK ÜRETİMİ

YKIP sayesinde oldukça düşük elektrik tüketimi ile iklimlendirme sağlanabilen Yeşil Ev de fosil yakıtlara ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu yönden binanın direk karbon salınımı yoktur. İhtiyacı olan bütün enerjiyi elektrik şebekesinden kullanarak dolaylı karbon salınımına da engel olmak adına güney cepheli çatı üstünde 28 adet PV panelden oluşan çatı üstü Güneş Enerji Sistemi (GES) kurulmuştur. Bu sistem için lisanssız elektrik üretimi başvurusu yapılmış ve çift taraflı sayaç aboneliği alınmıştır. Bu sayede yıl boyu elektrik üretimi yapılabilecektir. Üretilen elektrik ihtiyaç dahilinde bina da kullanılacak, fazla üretim ise şebekeye anlaşmalı olarak satılabilecektir.





**Görsel 16** 28 adet PV panelin yerleşimi



**Grafik 4** PV panellerin yıllık üretim grafiği

PV paneller den daha iyi verim alabilmek adına, bina güneye bakacak şekilde inşa edilmiştir. Bu sayede panellere gün boyunca gölgenmesi önlenmiştir. 28 adet PV panel saatlik 8,68 kWh, yıllık 13133 kWh üretim yapabilmektedir.

## 7. AYDINLATMA

Aydınlatma için asma tavanda led spot armatürler tercih edilmiştir. Bu lambalar çoklu anahtar yardımı ile ihtiyaç duyulan aydınlatma sağlanabilecek şekilde yönetilebilmektedir. Binanın güneye dönük inşa edilmesi ve geniş pencereler sayesinde banyolar dahil tüm mekanlar gün ışığından yeteri kadar faydalanabilmektedir. Bu sayede gündüz ekstra aydınlatmaya ihtiyaç duyulmamaktadır. Dış aydınlatma sisteminde

modüler zaman saati kullanılmış ve aydınlatma süreleri bu sayede yönetilebilir hale getirilmiştir. Giriş bölümü aydınlatması içinde hareket sensörlü armatür kullanılmıştır.

## 8. ŞEBEKE SUYU VE BAHÇE SULAMA

Bina şebeke suyu kullanmaktadır. Su kesintilerine karşı önlem olarak 2 tonluk bir depo inşa edilmiş ve şebeke suyu su saatinden sonra bu depoya doldurulmaktadır. Depo paslanmaz sacdan imal edilmiş modüler bir depodur. Bu depo çıkışına bir hidrofor konmuş ve ev tesisatı bu şekilde beslenmiştir. Bu hidrofor sayesinde sistemde şebekeden kaynaklı basınç kaybı yaşanmamaktadır.

Bahçe sulaması için şebeke suyu kullanmamak ve israfı önlemek adına bir yağmur suyu deposu inşa edilmiş ve çatı oluklarından toplanan yağmur sularının bu depoda toplanması sağlanmıştır. Ayrıca çatıda kullanılan özel kiremit kaplaması sayesinde havada ki azot gazları da tutulmakta ve yağmur suları ile birlikte bu depoya ulaşmaktadır. Bu sayede azotun bahçe sulama suyuna karışarak bitkiler için gübre olarak kullanılabilmesi amaçlanmıştır.

## 9. ISITMA MALİYETLERİNİN KARŞILAŞTIRMASI

Yeşil Ev için ısıtmada kullanılabilecek klasik yöntemleri, YKIP ile karşılaştırmak son derece faydalı olacaktır. Zira enerji okuryazarlığı çok iyi olmayan tüketiciler için, tüketim maliyetleri tercih sırasında belirleyici olmaktadır. Yeşil Ev için daha önce yıllık ısı ihtiyacı 12574 kWh/yıl olarak hesaplanmıştı (tablo 1). Bu ihtiyacı karşılamak için belli başlı ısıtma çözümlerinin tüketim maliyetleri tabloda (tablo.4.) sunulmuştur. Tabloya göre YKIP tercihi, 1523 TL/yıl tüketim ile en ekonomik çözüm olduğunu göstermiştir. Üstelik yaz aylarında soğutma yapabilmesi de diğer yöntemlere göre büyük avantajdır. Zira klasik ısıtma yöntemleri tercih edilseydi binaya ilave olarak klima sistemi de kurulması gerekecekti.

**Tablo 4** Yeşil Ev için YKIP ve klasik ısıtma yöntemlerinin karşılaştırılması

ISITMA SİSTEMİ	KULLANILAN ENERJİ TÜRÜ	YILLIK ISI İHTİYACI (kWh)	YILLIK TÜKETİM	YILLIK MALİYET (TL)
YKIP	ELEKTRİK	12574	2150 kWh	1.523,00
KOMBİ	DOĞALGAZ	12574	1500 m <sup>3</sup>	2.541,00
İTHAL KÖMÜR KAZANI	KÖMÜR	12574	2,8 TON	4.200,00
ELEKTRİKLİ KOMBİ	ELEKTRİK	12574	12574 kWh	8.022,00

## 10. SONUÇ VE TEMENNİLER

Dünyamızdaki enerji kaynaklarının yakın bir gelecekte tükenmeye mahkûm olduğu su götürmez bir gerçektir. Çevreci ve yenilenebilir enerjiye tabi bir iklimlendirme sistemi olan YKIP, en azından konutlar için yenilenemez enerji tüketiminin önüne geçecektir. Hatta birçok endüstriyel faaliyet alanında da kullanılması mümkün bir sistemdir.

Asteroit madenciliği gibi çılgın projelerin arifesinde olan insanlık belki de yıllardır can bulduğu yer küreyi daha iyi tanımalı ve onun sonsuz nimetlerinden faydalanmayı daha çok benimsemelidir. Aslında dünyada birçok ülke bu enerjinin farkında ve YKIP sistemlerini yaygın bir şekilde kullanmaktadır. Yazarın bu konuda yaptığı çalışmalarda, özellikle de Sondaj Eşanjörlerini inşa ederken, ISI MADENCİLİĞİ tanımının bu sisteme uygun olduğu anlaşılmıştır. Madencilikte; yer altındaki ekonomik değeri olan cevherler yeryüzüne çıkarılmaktadır. Isı madenciliği yaparak yer altından ısı çıkarmak, kömür çıkararak ısı elde etmekle aynı amaca hizmet etmektedir. Yenilenebilir enerjinin olmazsa olmaz olduğu gelecek yıllar için enerji ihtiyaçlarına katkı sağlayabilmek adına YKIP ve benzeri ısı madenciliği faaliyetleri elbette ki artmalıdır. Yenilenebilir enerji, işletme maliyetleri açısından oldukça cazip olmasına karşın ilk yatırım maliyeti yüksek bir enerji çeşididir. Bu aşamada en önemli engel olan yatırım maliyeti, devlet destekleri ile teşvik edilmelidir. Zira karbon esaslı fosil yakıtlara olan mecburiyet ancak bu şekilde aşılabilir.

## EK-1 Binaın dışa temas eden kısımlarının özgül ısı kaybı



**Çizelge 7 - Binaın Özgül Isı Kaybı**

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d (m)	Isı İletkenlik Hesap Değeri W/mK	Isı İletkenlik Direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U (W/m <sup>2</sup> K)	Isı Kaybeden Yüzey A (m <sup>2</sup> )	Isı Kaybı A * U (W/K)
<b>DIŞ DUVAR GÜNEY ALT</b>		<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>		<b>0,246</b>	<b>19</b>	<b>4,674</b>
	İç yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13		
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış siva	0,02	0,51	0,039		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02		
5.5.1	Buharla sertleőtirilmif gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,2	0,11	1,818		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02		
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,07	0,04	1,75		
4.10.2	Isı iletkenlik grubu 080 sıvalar >= 200	0,02	0,08	0,25		
	Dış yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,04		
<b>DIŞ DUVAR GÜNEY ÜŐT (ÇATI ÜŐTÜNE BAKAN)</b>		<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>		<b>0,246</b>	<b>16</b>	<b>3,936</b>
	İç yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13		
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış siva	0,02	0,51	0,039		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02		
5.5.1	Buharla sertleőtirilmif gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,2	0,11	1,818		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02		
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,07	0,04	1,75		
4.10.2	Isı iletkenlik grubu 080 sıvalar >= 200	0,02	0,08	0,25		
	Dış yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,04		
<b>DIŞ DUVAR GÜNEY ÜŐT(ÇATI ALTINA BAKAN)</b>		<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>		<b>0,246</b>	<b>19</b>	<b>4,674</b>
	İç yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13		
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış siva	0,02	0,51	0,039		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02		
5.5.1	Buharla sertleőtirilmif gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,2	0,11	1,818		
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02		
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,07	0,04	1,75		
4.10.2	Isı iletkenlik grubu 080 sıvalar >= 200	0,02	0,08	0,25		
	Dış yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,04		
<b>DIŞ DUVAR KUZEY</b>		<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>		<b>0,246</b>	<b>58</b>	<b>14,268</b>
	İç yüzeyin yüzeyel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13		



**Çizelge 7 - Binanın Özgül Isı Kaybı**

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d ( m )	Isı İletkenlik Hesap Değeri W/mK	Isı İletkenlik Direnci R (m <sup>2</sup> K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U ( W/m <sup>2</sup> K )	Isı Kaybeden Yüzey A ( m <sup>2</sup> )	Isı Kaybı A * U ( W/K)	
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,039			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02			
5.5.1	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,2	0,11	1,818			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02			
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,07	0,04	1,75			
4.10.2	Isı iletkenlik grubu 080 sıvalar >= 200	0,02	0,08	0,25			
	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,04			
<b>DIŞ DUVAR DOĞU</b>				<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>0,246</b>	<b>40</b>	<b>9,84</b>
	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13			
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,039			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02			
5.5.1	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,2	0,11	1,818			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02			
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,07	0,04	1,75			
4.10.2	Isı iletkenlik grubu 080 sıvalar >= 200	0,02	0,08	0,25			
	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,04			
<b>DIŞ DUVAR BATI</b>				<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>0,246</b>	<b>39</b>	<b>9,594</b>
	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13			
4.4	Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,039			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02			
5.5.1	Buharla sertleştirilmiş gaz betonlar (TS EN 771-4'e uygun yapı elemanları dâhil)	0,2	0,11	1,818			
4.1	Kireç harcı, kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02			
10.5.2	Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,07	0,04	1,75			
4.10.2	Isı iletkenlik grubu 080 sıvalar >= 200	0,02	0,08	0,25			
	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,04			
<b>TOPRAK TEMASLI TABAN</b>				<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>0,7</b>	<b>100</b>	<b>35</b>
	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,17			
5.1.1	Donatılı	0,12	2,5	0,048			
9.2.1	Mastik asfalt kaplama > 7 mm	0,007	0,7	0,01			



### Çizelge 7 - Binanın Özgül Isı Kaybı

Binadaki Yapı Elemanları	Yapı Elemanı Kalınlığı d ( m )	Isı İletkenlik Hesap Değeri W/mK	Isı İletkenlik Direnci R (m2K/W)	Isı Geçirgenlik Katsayısı U ( W/m2K )	Isı Kaybeden Yüzey A ( m2 )	Isı Kaybı A * U ( W/K )
10.3.1.1.3 Polistiren – Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	0,04	0,035	1,143			
4.6 Çimento harçlı şap	0,05	1,4	0,036			
Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0			
<b>ÇATILI TAVAN (Kullanılmayan)</b>			<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>0,237</b>	<b>100</b>	<b>18,96</b>
İç yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,13			
10.5.2 Mineral ve bitkisel lifli ısı yalıtım malzemeleri ( cam yünü, taş yünü vb.) TS 901 EN 13162 10)'ye uygun (8-500)	0,1	0,04	2,5			
5.1.1 Donatılı	0,12	2,5	0,048			
10.3.1.1.2 Polistiren – Parçacıklı köpük - TS 7316 EN 13163'e uygun	0,05	0,035	1,429			
4.4 Sadece alçı kullanarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,039			
Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletkenlik direnci	0	0	0,08			
<b>PVC PENCERELER</b>			<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>1,9</b>	<b>32</b>	<b>60,8</b>
<b>CAM ODA BALKON</b>			<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>2,9</b>	<b>11</b>	<b>31,9</b>
<b>GİRİŞ KAPISI</b>			<b>Malzeme Toplamları &gt;&gt;&gt;</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>12</b>
<b>Yapı elemanlarının iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı (HT) =</b>						<b>205,646</b>
$AU = U_{DAd} + U_p \cdot A_p + 0,8 U_{T \cdot A_T} + 0,5 U_{tA_t} + U_{dAd} + \dots$						
$AU = 205,646 \text{ W/K}$						
<b>Özgül ısı kaybı ; H = H<sub>T</sub> + H<sub>v</sub></b>						
İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı; HT Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı $H_v = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h$						
$H = H_t + H_v = 205,646 + 97,680 = 303,326 \text{ W/K}$						