

## YEŞİL ENERJİ ETKİN AKILLI VİLLALARA YÖNELİK ÖZGÜN BİR TASARIM

**Can COŞKUN<sup>1</sup>, Zuhale OKTAY<sup>1</sup>,  
Özgür SARPDAĞ<sup>1</sup>, A.Hamdi COŞKUNYÜREK<sup>2</sup>, Mehmet EVCİMAN<sup>2</sup>**

**Balıkesir Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi,  
<sup>1</sup>Makine Müh. Bölümü, <sup>2</sup> Mimarlık Bölümü, BALIKESİR  
canco82@yahoo.com; zuhal.oktay@gmail.com;  
ozgursarpdag@gmail.com ;hamdicos@yahoo.com; evciman@hotmail.com**

### Özet

Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanan örnek bir villa tasarımı oluşturulmaya çalışılmıştır. Tasarlanan yapı, modern mimari tarzla yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan çevreye duyarlı enerji etkin bir tasarım anlayışı ortak paydasında şekillenmiştir. Sürdürülebilir gelişmenin dört ana koşulu olan insan, çevre, enerji ve ekonomi göz önüne alınmış ve bu dört öğenin kesişim noktasında yaklaşımlar ortaya konulmuştur. Ön tasarım aşamasından başlayarak makine, inşaat, elektrik-elektronik, çevre mühendisliği ve mimarlık gibi farklı disiplinlerin işbirliğine büyük önem gösterilerek yapı her anlamda bir bütün olarak tasarlanmıştır. Binada yalıtım, yağmur suyu toplama sistemi, enerji depolama sistemleri, ısı pompası, PV/T, rüzgar türbini, doğal havalandırma, aşırı güneş ışınımını önlemek için aktif ve pasif sistemler kullanılmıştır. Günlük ve aylık bazda ne kadar elektrik ihtiyacı olduğu ve bu miktarın ne düzeyde yenilenebilir kaynaklardan sağlanabileceği ayrıntılı olarak grafiklerle ifade edilmiştir. Elektrik, ısıtma ve soğutma enerjisi için farklı kaynaklar göze alındığında yıllık olarak 5 ile 36 ton CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılabileceği bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** *Yenilenebilir Enerji, Enerji Tasarrufu, Küresel Isınma, Sürdürülebilir Mimari*

### Abstract

In this paper, a sample villa utilized renewable energy is designed. Designed building is shaped under the effect of modern architectural style and idea of environmentally-friendly and renewable energy used. Human, nature, energy and economy are well known four parameters for sustainable development. In design period, those parameters are considered and building is created in the intersection point of four parameters. During the design period, ideas of different departments such as mechanical engineering, civil engineering, electrical-electronic engineering, environmental engineering and architecture are considered. Insulation, rain water collecting system, energy storage system, heat pump, PV/T, wind turbine, natural ventilation, and active –passive systems preventing excessive sun light are utilized. Total electrical energy demand of the building and achieved renewable energy amount are given with detailed graphics. The reductions in CO<sub>2</sub> emissions vary from 5 to 36 tons when different fuels considered for electrical usage, heating and cooling demand.

**Key words:** *Renewable Energy, Energy Saving, Global Warming, Sustainable Architecture*

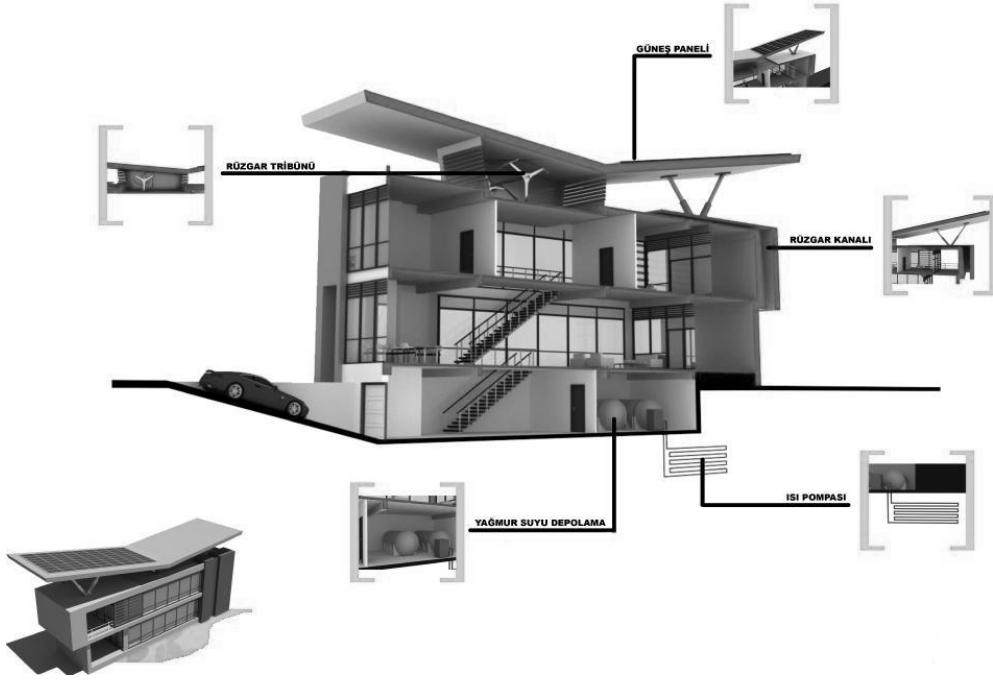
## 1. Giriş

Küresel sera gazı salınımının azaltılması ve enerji verimliliği konularında toplumun yaşantı temelini esas alan toplumsal değişiklikler olmadığı sürece yapılan çalışmaların ve tedbirlerin etkisi sınırlı kalacaktır. Bu değişim öncelikli olarak, yaşam alanlarımız olan evlerimizden başlatılmalıdır. Bu anlamda değişimin başlangıç noktasını; yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan akıllı binaların oluşturulmasıdır. Bu değişim mevcut binaların yenilenebilir enerjileri kullanır hale gelmesinden ziyade baştan aşağı tüm hatlarıyla çevreye duyarlı, mimari ve mühendisliksel bakış açısının bir ürünü olarak tasarlanmış binalarla sağlanabilir. Mimari planlarında temiz enerji kaynakları kullanımını dahil etmiş dünya mimari örnekleri incelendiğinde, yapıların çoğunluğunda kullanılan teknik çözümlerin, yaşam alanını sınırlandırdığı ve bina ile estetik bütünlük oluşturmadığı görülmüştür. Güneş panelleri, rüzgar türbinleri, trombe duvarı, yağmur suyu toplama sistemleri ve doğal havalandırma gibi kullanılan teknik çözümler kadar, bu çözümlerin binaya nasıl ve ne şekilde yerleştirildiğinin de ne kadar büyük bir önem arz ettiği açıkça görülmüştür. Nasıl ki bir aile otomobiline spor araç motoru ve ekipmanları takarak bir Ferrari tasarım başarısına ulaşamazsa, her detayı önceden kurgulanmamış bir bina ile bu alanda büyük başarılar elde edilemez. İşte tam bu noktada modellenen yapıda, yenilenebilir enerji kullanımından dolayı binalarda oluşan görüntü kirliliği büyük oranda ortadan kaldırılarak estetik açıdan yapıya uyumlu, mimari anlatıma uygun ayrıca mimariye artı değer katan farklı bir yenilenebilir enerji kullanım anlayışı oluşturulmaya çalışılmıştır.

Sürdürülebilir gelişmenin dört ana koşulu insan, çevre, enerji ve ekonomidir [1]. Sürdürülebilir bir tasarım oluşturulması aşamasında ifade edilen bu dört ögenin göz önüne alınması gereklidir. Ancak bu ögelerin kesişim noktasında yaklaşımlar ortaya konularak sürdürülebilir mimari kavramı oluşturulabilir. Türkiye hükümet bazında son senelerde enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı konularında büyük bir atılım yaparak birçok önemli yasayı oluşturmuştur. Yalnızca yasaları çıkararak değil birçok önemli projeyi desteklemeyerek tüm ülkeye yayılacak dev bir enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanım hamlesini başlatmıştır. Gerçekleştirilmesi düşünülen bu projelerden bazıları; TOKİ projelerinde konut başına 2 kW'lık güneş pili ve toprak kaynaklı ısı pompası kullanılması, binaların yalıtımının denetlenmesi gibi önlemler sayılabilir. Bu nedenle çalışmamızda yenilenebilir enerji kaynaklılarını kullanarak enerji bakımından kendi kendine yetebilen özgün bir bina tasarımı gerçekleştirilmiştir.

## 2. Tasarlanan Yeşil Binanın Konstrüktif Yapısı ve Özellikleri

Bina, Balıkesir ilinde villa tipinde örnek bir konut olarak tasarlanmıştır. Model resmi Şekil 1'de görülmektedir. Tasarlanan yapı, modern mimari tarzla yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan çevreye duyarlı enerji etkin bir tasarım anlayışı ortak paydasında şekillenmiştir. Sürdürülebilir gelişmenin dört ana koşulu olan insan, çevre, enerji ve ekonomi göz önüne alınmış ve bu dört ögenin kesişim noktasında yaklaşımlar ortaya konulmuştur. Ön tasarım aşamasından başlayarak makine, inşaat, elektrik-elektronik, çevre mühendisliği ve mimarlık gibi farklı disiplinlerin işbirliğine büyük önem gösterilerek yapı her anlamda bir bütün olarak tasarlanmıştır. Binada yalıtım, yağmur suyu toplama sistemi, enerji depolama sistemleri, ısı pompası, PV/T, rüzgar türbini, doğal havalandırma, aşırı güneş ışınımını önlemek için aktif ve pasif sistemler kullanılmıştır.



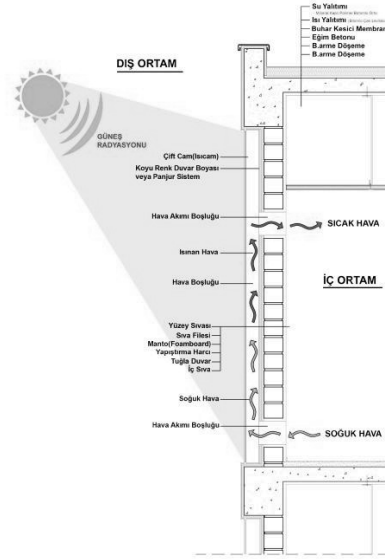
Şekil 1. Tasarımlanan binanın kesit şeması

### ***Aktif ve Pasif Önlemler***

**a) Çatı sistemi dizaynı:** İki çatı düzlem çizgisi arasındaki açıklıktan rüzgarın hareketiyle hava akımı oluşmakta ve çatının soğuması sağlanmaktadır. Bu sayede yazın çatı katlarında aşırı ısınma sorunu büyük oranda ortadan kaldırılmıştır. Kanat şeklindeki üst çatı yapısı ayrıca direk güneş ışınlarını tutarak aşağıdaki çatıya bir gölgeleme görevi de oluşturmaktadır.

**b) Gölgeleme:** Yaz uygulamaları için bina dış kabuğu ile cam yüzeyi arasındaki sera etkisini azaltmak için, güneş ışınlarını yansıtan beyaz renkli stor perde sistemi ile bina dış duvarlarındaki ısı kazancı azaltılmaktadır.

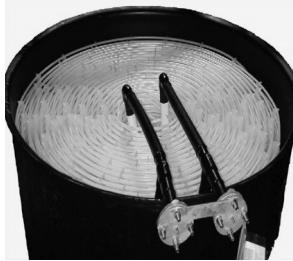
**c) Trombe duvarı uygulaması:** Sistemde dış cephe cam ile kaplandığı için cama yapışık olan duvarlarda trombe duvarı sisteminden yararlandı. Dışarıdan bakıldığında dış cephenin büyük bir bölümü cam olarak görünmektedir. Ancak iç kısma girildiğinde duvar yapısının yarı yarıya cama yapışık şekilde trombe duvarı ve çift camlı sistemden oluştuğu görülmektedir. Trombe duvarı sistemiyle hem camlı olan dış kısımdaki ısı transferi büyük oranda azaltılmış, hem de ek ısı kazancı sağlanacaktır. Duvarın direk güneş ışığı gören kısmına iki yönlü panjur sistemi yerleştirilmiştir. Bu panjur sisteminin bir yüzeyinde siyah kaplama diğer yüzeyi ise yansıtıcı özelliği olan bir sistemden oluşmaktadır. Otomatik bir sistem sayesinde kışın panjurun siyah kısmı güneş ışığını absorbe ederek ısınmaya katkı sağlayacaktır. Yazın ise diğer yüzeyi çevrilerek gelen güneş ışınlarını yansıtarak ısınmayı azaltacaktır (Şekil 2).



Şekil 2. Trombe Duvarı uygulaması

**d) Yağmur suyu toplama sistemi:** Çatının V şeklindeki yapısı sayesinde yağmur suları kolaylıkla merkezde toplanabilmektedir. Merkezde toplanan yağmur suyu binanın dışından görülmeyecek şekilde bir boru sistemiyle bodrum kattaki depoya iletilmekte ve değişik amaçlarda (bahçe sulama, banyo, temizlik vb.) kullanılacaktır. Yağış sularının kullanılabilmesi için çatı örtü malzemeleri kansorejen madde içermeyen malzemelerden seçilmiştir.

**e) Sıcak ve soğuk enerji depolanması:** Akşam rüzgar türbininden sağlanacak olan elektrik, serpantin yöntemiyle buz depolama (Şekil 3) sisteminden kullanılacak ve gündüz soğutma ihtiyacının bir kısmı bu sistemle karşılanacaktır. Sistem çoğunlukla pik yükler oluştuğunda devreye girer. Sıcak su ise PV/T panellerinden sağlanarak bir yalıtımlı bir depo sisteminde depolanacaktır.



Şekil 3. Serpantinli enerji (buz) depolama sistemi

**f) Değişken açılı PV/T sistemi:** PV/T sisteminin güneş ışınlarına bağlı olarak otomasyon sistemi vasıtasıyla ayarlanabilir değişken açıda tasarlanması mümkündür.

**g) Doğal havalandırma-soğutma ve iklimlendirme sistemleri:** Balıkesir ortalama dış sıcaklıkları incelendiğinde yaz dönemi için gece saat 12 ile 6 arasında dış hava sıcaklığı genelde 22 °C'nin altında gerçekleşmektedir. Bu saatler arasında doğal havalandırmanın kullanımı uygun hale gelmektedir. Dış kısımdaki hava kapakların açılması otomatik bir sistem kontrolünde iç ve dış sıcaklığı ölçerek, bir sensörden alınan veriler doğrultusunda sıcaklık farkına bağlı olarak gerçekleştirilecektir. Dış hava giriş menfezleri binanın yerden belli mesafede yükseklikte ve çıkış menfezleri ise üst kısımda bulunmaktadır. Bunun yanında ayrıca rüzgar türbinin çıkış kanalında çatıya yerleştirilmiş olan hava kanalları sayesinde buradan alınan hava ev içerisine iletilmektedir. Bu noktada havanın belirli bir hızı olduğu için havanın evin içine taşınması kolayca gerçekleştirilebilmektedir.

Jeotermik hava değişim sistemi olarak adlandırılan sistem ile dış ortamdan alınan hava yer altına yerleştirilmiş olan kanallardan geçirilerek sıcaklığı toprak sıcaklığına yakın bir seviyeye getirilmektedir. Mevsimsel koşullara bağlı olarak değişken bir hava debisi Awadukt Thermo sistemi [2] ile toprağın içinde dolaştırılarak ısı pompası sistemine buradan da bina içerisindeki ortama verilmektedir. Bu sayede kışın dış ortamdan soğuk olarak emilen hava ortama iç ortama sıcak, yazın ise sıcak olarak emilen hava, ortama serin olarak gönderilecektir. Yaz uygulaması için ısı pompasına ilaveten, soğuk enerji depolama sisteminde depolanan buzun gizli ısısından yararlanılacaktır. Pik yük taleplerinde bu sistem devreye girecektir. Bu sistemde akşam rüzgar türbinlerinden elde edilen elektrikle mekanik kompresörlü bir sistem (çiller) sayesinde bir depodaki suyu buz haline çevirmektedir. Gündüz olduğunda ise bu buzun enerjisi kullanılarak soğutmaya destek sağlanmaktadır.

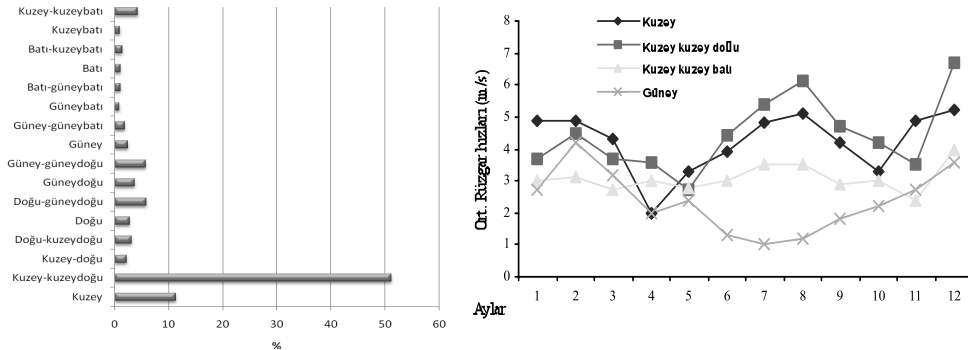
### 3. Uygulama Yapılacak Yerin Yeşil (Yenilenebilir) Enerji Potansiyeli

Yenilenebilir enerji kaynakları coğrafi konuma bağlı olarak değişkenlik göstermesinden dolayı uygulanacak yerin enerji potansiyelinin öncelikle belirlenmesi ve bu doğrultuda tasarım yapılması gerekmektedir.

#### 3.1. Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Bina İçin Uygulama Yöntemi

##### *Hız ve hakim rüzgar yönünün tayini*

Balıkesir ili için meteorolojiden alınan ham veriler işlenerek rüzgarın hangi yönden ne kadar süreyle ne şiddete esmiş olduğu belirlendi. Oluşturulan veriler doğrultusunda hakim rüzgar yönü kuzey-kuzeydoğu olduğu tespit edilmiş, ayrıca aylık ortalama rüzgar hızları da Şekil 4'te grafik olarak verilmiştir.

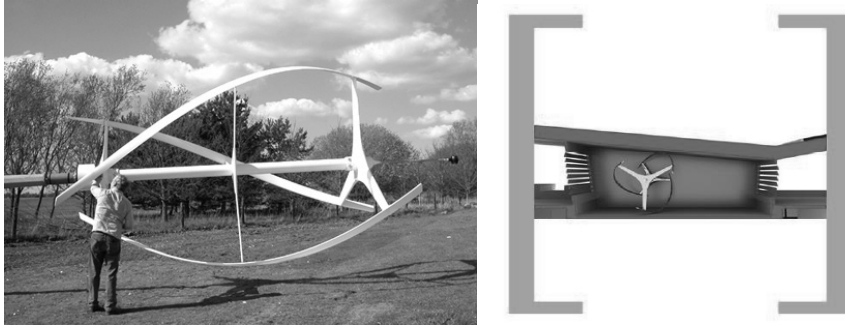


Şekil 4. Balıkesir için hakim rüzgar yönü ve aylık ortalama rüzgar hızları

Bu doğrultuda rüzgar türbinin dönük olacağı doğruya ortaya çıkarılarak evin yerleşimi; belirlenen rüzgar yönü ve güneşin hareketine bağlı olarak tespit edilmiştir.

### **Rüzgar türbinin yerleşimi**

Çatıya, hakim rüzgar yönü de göz önüne alınarak Quiet Revolution [3] adlı İngiliz firmasından 6 kW gücünde QR5 adlı bir rüzgar türbini yerleştirildi. Seçilen türbin dizayn olarak dikey eksenli olmasına rağmen çatıda dizayn edildiği şekilde yatay bir düzlemde de çalışabilmektedir. Rüzgar türbinlerinin çatıda yerleştirilmiş olduğu nokta tabandan yaklaşık 11 m yükseklikte bulunmaktadır. Rüzgarın hakim yönünde bulunan duvara gelen rüzgar özel bir dizayn sayesinde çatıya taşınmakta ve rüzgar türbinlerine iletilmektedir. Çatının daralan yapısı sayesinde gelen rüzgarın hızı artarak türbinlere ulaşmaktadır. Şekil 5'de kullanılan rüzgar türbininin yapısı daha açık bir şekilde görülmektedir.



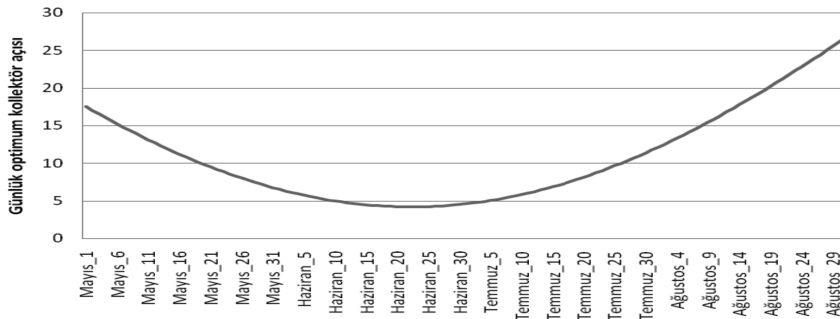
Şekil 5. Kullanılan rüzgar türbini ve binadaki yerleşimi

### **3.2. Güneş Enerjisi Sistemlerinden Yararlanılma Yöntemi**

Güneş enerjisi konutların ısıtma ve sıcak su ihtiyacını karşılamada, elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Tasarlanan binada ise güneş enerjisinden hem elektrik hem de sıcak su eldesi amaçlandığı için PV/T sistemleri seçilmiştir.

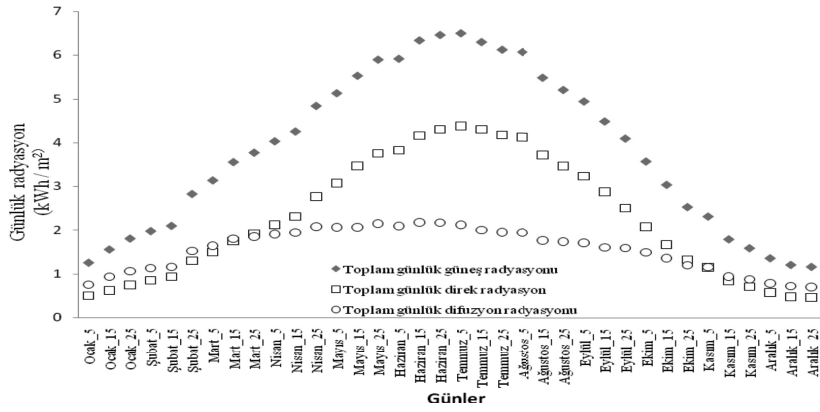
#### **Çatı açısının gelen güneş ışınımına bağlı olarak belirlenmesi**

Güneş kolektörleri çatıya doğrudan yerleştirildiği için, çatıya verilmiş olan eğim, direkt olarak kolektörlerin de açısını oluşturmaktadır. Güneş ışınlarından en fazla yararlanabilmek için, gelen ışınların açısına bağlı optimum kolektör açısını hesaplayan bir bilgisayar programı tarafımızdan oluşturulmuştur.



Şekil 6. Mayıs ve Ağustos ayları arasındaki dönem için optimum kolektör açısı

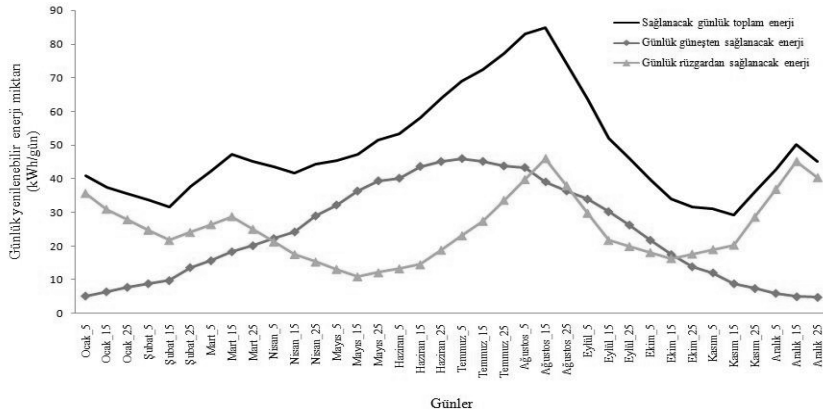
Sistemdeki bir otomasyon ile kolektör eğimi otomatik olarak gelen güneş ışınımına bağlı olarak değiştirilmesi de sağlanabilir. Otomasyon konusu üzerinde yapılan çalışmalar henüz sonuçlanmadığından bu çalışmada çatı açısını değişken almayıp, en fazla ışınımın gerçekleştiği yaz mevsimine bağlı olarak optimum ortalama açı bulunarak çatı eğimi belirlenmeye çalışılmıştır. Yaz mevsimi için hesaplanan kolektör açı değerleri Şekil 6'da grafik üzerinde verilmiştir. Yaz dönemi için optimum ortalama kolektör açısı  $10.76^\circ$  olarak tespit edilmiş olup. Çatı açımız bu değer doğrultusunda mimari kaygılarda göz önüne alınarak  $12^\circ$  olacak şekilde tasarlanmıştır. Uygulama yapılan yerin günlük ortalama radyasyon değerleri ise Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. Yörenin günlük ortalama radyasyon değerleri

### 3.3. Rüzgar ve Güneş Enerjisinden Elde Edilebilecek Yenilenebilir Enerji Miktarı

Rüzgar türbininden elde edilecek enerji miktarı aylık ortalama rüzgar hızları göz önüne alınarak firmanın vermiş olduğu rüzgar hızı-elektrik üretim miktarı grafiğinden elde edilmiştir. Güneş enerjisinden elde edilen elektrik miktarı ise günlük direk güneş radyasyon miktarı ve PV/T sistemlerinin verimleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır (Sekil 8).



Şekil 8. Güneş ve rüzgardan günlük bazda üretilebilecek yenilenebilir enerji miktarı

### 3.4. Toprağın Düşük Değerli Enerjisinden Yararlanılması: Isı pompası Uygulaması

Bina için ısıtma ve soğutma yüklerini karşılamada toprak kaynaklı ısı pompası seçilmiştir. Bunun en önemli nedeni ise toprak sıcaklığındaki kararlılık ve kış aylarında toprak sıcaklığının ortalama 8 ile 10 °C arasında değişmesidir. Bu durum yük artsa da toprak sıcaklığının değişmemesinden dolayı sistemdeki güç dalgalanmasını minimuma indirmekte ve kış aylarında en önemli sorunlardan biri olan karlanma görülmemektedir. Toprak kaynaklı ısı pompaları topraktan alınan düşük değerli enerjiyi yüksek değerli enerji haline dönüştürmektedir.

### 3.5. Yağmur Suyunun Değerlendirilmesi

Meteorolojiden alınan veriler doğrultusunda çalışılan yerleşim merkezine son on yıl içerisinde metre kareye yıllık ortalama olarak 531.6 kg yağış suyu düşmüştür. Tasarlanan villanın çatı alanı düşünüldüğünde 93 Ton civarında bir su depolama potansiyeli bulunmaktadır. Su problemlerinin sık sık gündeme geldiği günümüzde bu sistemler daha ön plana çıkacaktır.

## 4. Binanın Isıtma- Soğutma ve Elektrik Enerjisi İhtiyacının Belirlenmesi

### 4.1. Isıtma Enerji İhtiyacı: Yıllık Toplam Bina Isı Talebi

Dizayn edilen binanın toplam ısı transfer katsayısı (L) aşağıdaki eşitlikten elde edilebilir [4].

$$L = \sum_{i=1}^M UA + I(qC_p)_{hava} \frac{V}{3600} \quad (1)$$

Denklemdaki M terimi; ısı kaybının gerçekleştiği noktaları (dış duvar, camlar, tavan tavan, vs.) ifade etmektedir. I terimi; bir saat içindeki hava değişim oranını ifade etmektedir. İnfiltrasyona ve havalandırmaya bağlı olarak saatlik hava değişim oranı 0.5 ile 2 arasında değişmektedir. Bu çalışmada saatlik hava değişim oranı 1 olarak alınmıştır.  $(q.C_p)_{hava}$  terimi; havanın hacimsel ısı kapasitesini ifade etmektedir ve 1200 J/mK olarak alınabilir [5]. Tablo 1'de görüleceği üzere binanın toplam ısı transfer katsayısı  $L=779 \text{ W/}^\circ\text{C}$  olarak bulunmuştur.

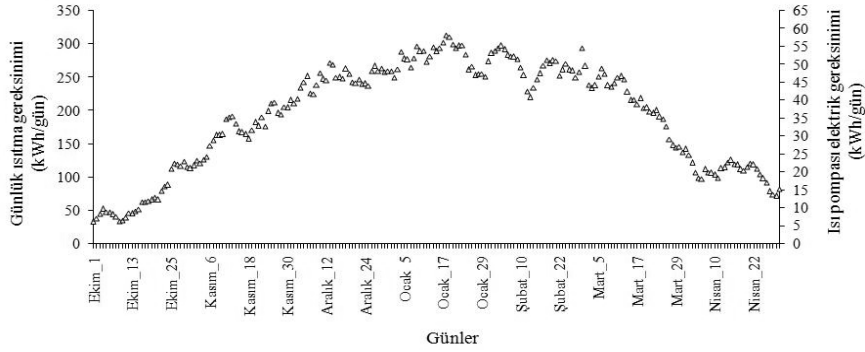
Tablo 1. Dizayn edilen binanın yapısal özellikleri

Element Tipi	Alan (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	UA (W/ °C)
<u>Dış Duvar</u> 2cm iç siva + 20 cm Delikli Tuğla + 5 cm Polistren yalıtım+ 3 cm Dış siva	285	0.46	131.1
<u>Tromb duvar</u> 2cm iç siva + 20 cm Delikli Tuğla + 5 cm Polistren yalıtım+ Çift camlı pencere	12	0.40	4.8
<u>Çift camlı pencereler</u>	135	3.46	467.1
<u>Çatı</u> 5 cm camyünü yalıtımı +15 cm Beton + 3 cm siva	140	0.63	88.2
<u>Taban</u> 5 cm yalıtım (kaya yünü)	140	0.63	88.2
		Toplam UA (W/ °C)	779.4

Yıllık ısıtma enerji ihtiyacı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır:

$$Q = L \cdot DH \quad (2)$$

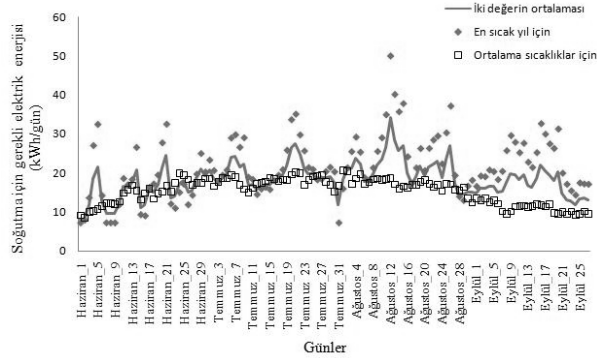
Burada DH derece saat değeridir. Isı talebi ve buna bağlı olarak ısı pompasında gerekli elektrik ihtiyacı Şekil 9'da aylık değerler olarak verilmiştir. Yıllık toplam ısıtma enerji ihtiyacı 41136 kWh/yıl olarak bulunmuştur



Şekil 9. Isıtma dönemi için ısıtma gereksinimi ve bunu karşılayacak sistemin elektrik ihtiyacı

#### 4.2 Soğutma Enerji İhtiyacının Belirlenmesi

15 yıllık verilere dayanarak ortalama, en yüksek sıcaklık değerleri ele alınarak soğutma yükleri hesaplanarak soğutma sistemleri için gerekli elektrik ihtiyacı belirlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Yaz döneminde soğutma için gerekli elektrik enerji miktarı

#### 4.2. Isı Pompasının Seçimi:

Denklem 2'den Balıkesir için sırasıyla ısıtma ve soğutma gereksinimi için 28.8 kW ve 21.6 kW enerji gereksinimi olduğu tespit edilmiştir. Tablo 2'de seçilen ısı pompasının teknik özellikleri verilmektedir.

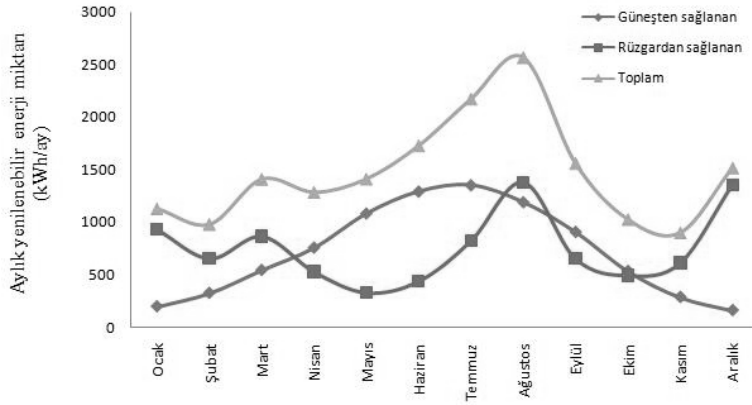
Tablo 2. Isı pompası kapasite değerleri

Model	HelioTerm V-3W30
Isıtma Gücü	30.72 kW
Soğutma Gücü	24.93 kW

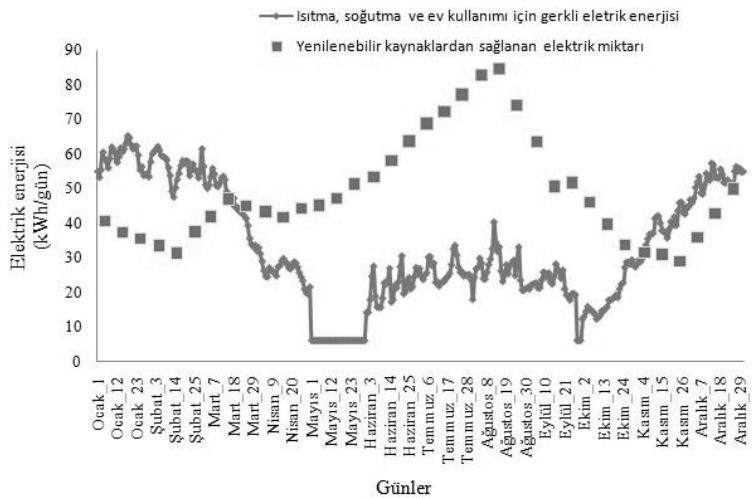
COP ısıtma	5.31
COP soğutma	4.31

### 5. Sonuç: Enerji İhtiyacının Karşlanması ve Emisyon Değerleri

Yıllık toplamda yenilenebilir enerji kaynaklarından 17638 kWh/yıl enerji sağlanabilmektedir. Yıllık bazda üretilebilecek olan elektriğin % 49'ü güneşten geriye kalan %51'lik kısmı rüzgardan sağlanabilecektir (Şekil 11-12). Isıtma, soğutma ve ev elektrik gereksinimi için yıllık olarak 12142 kWh'lik bir elektrik enerjisi gereksinimi olmaktadır. Yenilenebilir enerjiden sağlanacak miktar 17638 kWh/yıl dir. Tüm enerji gereksinimi sağlanacak ve üzerine fazladan 5495 kWh üretilecektir. Bu sistemle gerekli olan toplam elektrik enerjisinin tamamı sağlanabilmektedir.



Şekil 11. Aylık bazda üretilecek yenilenebilir enerji miktarı



## Şekil 12. Yenilenebilir enerjiler ile elektrik talebinin karşılanma durumu

Tasarlanan yapıda öngörülen enerji talebinin diğer kaynaklardan sağlanması sonucunda oluşacak yıllık maliyetler ve doğaya salınacak emisyon miktarı Tablo 3'te açıkça görülmektedir.

Tablo 3. Enerji kaynaklarına bağlı olarak emisyon ve maliyet değerleri

Isıtma	Soğutma enerji kaynağı	Elektrik enerjisi ihtiyacı	Oluşan CO <sub>2</sub> miktarı (Ton)	Maliyet (US\$/yıl)
İthal kömür	Elektrik	Elektrik	35.88	9982
Linyit kömürü	Elektrik	Elektrik	32.24	12077
Elektrik	Elektrik	Elektrik	18.68	18743
Fuel-oil	Elektrik	Elektrik	16.59	21113
LNG	Elektrik	Elektrik	14.98	11795
Doğal gaz	Elektrik	Elektrik	14.98	9168
LPG	Elektrik	Elektrik	12.77	29178
Dizel	Elektrik	Elektrik	8.58	33606
Isı Pompası (Elektrik)	Elektrik	Elektrik	4.87	4627

Tasarlanan binanın getirisi özetle şu şekilde sıralanabilir:

- Minumun karbon salınımına sahip ve enerji verimli binalara sahip olmak
- Yenilenebilir enerji ve çevre dostu teknoloji kullanımı
- Enerji arzının güvenilirliğinin sağlanması
- Yağmur suyundan istifade edilmesi
- Üretilen elektrikten kazanç sağlayabilme imkanı.
- Vicdani anlamda rahatlık olacaktır.

### Kaynaklar

1. Birol Kılıç, 'Second-Generation Sustainable Buildings', 8. Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu, 261-275
2. www.lewt.de
3. www.quietrevolution.co.uk
4. O. Kaynaklı 'A study on residential heating energy requirement and optimum insulation thickness'. Renewable Energy 33 (2008) 1164–1172
5. ASHRAE handbook fundamentals. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.; 1997.

