International Journal of Social and Humanities Sciences Research
JSHSR
Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi
Uluslararası Hakemli Dergi- International Refereed Journal
ISSN: 2459-1149

Received-Makale Geliş Tarihi 31.12.2024
Published-Yayınlanma Tarihi 31.01.2025
Volume-Cilt (Issue-Sayı), ss/pp 12 (115), 21-31

Research Article / Araştırma Makalesi
10.5281/zenodo.14787173

Dr. Fatmanur Atalay
https://orcid.org/0000-0002-2507-5549
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Mimarlık Fakültesi, Konya/ TÜRKİYE
ROR Id: https://ror.org/013s3zh21

Sıcak Nemli İklim Bölgeleri için Enerji Verimli Konut Tasarımı Önerisi

Energy-Efficient Residential Design Proposal for Hot and Humid Climate Regions

ÖZET

Günümüzde küresel ölçekte karşılaşılan iklim sorunları, binalarda enerji tüketiminin azaltılmasını ve sürdürülebilir tasarım stratejilerinin uygulanmasını giderek daha kritik bir hâle getirmektedir. Özellikle konutların üretim ve işletim aşamalarında yoğun miktarda fosil yakıt kaynaklı enerji harcanması, doğal ekosistem üzerinde kalıcı olumsuz etkilere yol açmaktadır. Bu nedenle, binaların henüz planlama sürecinde iklimsel verilere dayalı olarak kurgulanması, yerleştirme kararlarından cephe tasarımına, malzeme seçiminden doğal havalandırma ve ısı kontrolüne kadar bütüncül yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir. Böylelikle pasif iklimlendirme ve ısıtma sistemleri devreye alınarak, aktif sistemlere duyulan gereksinim de en aza indirilebilir. Sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, iklimsel tasarım yaklaşımının benimsenmesi hem mevcut enerji problemlerine çözüm getirme hem de çevresel duyarlılığı yüksek yapıların geliştirilmesi için önemli bir fırsat sunmaktadır. Bu kapsamda gerçekleştirilen çalışmada, bir tasarım alanı belirlenmiş ve bölgede hâkim olan iklimin gerektirdiği tasarım stratejileri ışığında, küçük ölçekli bir konut projesi tasarlanmıştır. Böylece, literatür araştırması ve uygulama örneği bir arada ele alınarak, enerji verimli tasarım ilkelerinin akademik bir stüdyo deneyimi içinde nasıl somutlaştırılabileceği açıklanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Enerji, Enerji etkin yapı tasarımı, İklimsel tasarım, Konut, Sıcak Nemli İklim.

ABSTRACT

Today, the global climate crisis has made reducing energy consumption in buildings and implementing sustainable design strategies increasingly critical. Particularly, the high consumption of fossil fuel-based energy during the construction and operation of residential buildings causes significant and long-lasting negative impacts on natural ecosystems. Therefore, it is essential to design buildings based on climate data from the initial planning phase, adopting a holistic approach that considers decisions on placement, facade design, material selection, natural ventilation, and thermal control. By integrating passive heating and cooling systems, the reliance on active systems can be significantly minimized. Adopting a climate-sensitive design approach in line with sustainability goals offers a significant opportunity to address current energy challenges and develop environmentally conscious structures. Within this context, this study identifies a specific design area and, based on the climatic requirements of the region, develops a small-scale residential project. By combining a literature review with a practical design example, the study demonstrates how energy-efficient design principles can be materialized within the framework of an academic studio experience.
Keywords: Energy, Energy-efficient building design, Climatic design, Residental building, Hot-Humid Climate.

1. GİRİŞ

Toplumların kimliklerinin oluşumuna ve korunmasında önemli bir yere sahip olan (Kaynaş ve Dişli, 2022) çevre tasarımı ile kullanıcıların psikolojik, biyolojik, sosyo-kültürel ve bunun yanı sıra iklimsel ihtiyaçlarını optimum düzeyde sağlayan çevreler (Saylam Canim, 2015) oluşturulması hedeflenir. Ancak günümüzde giderek artan iklim sorunları, yapı sektöründe sürdürülebilir ve enerji etkin tasarımlara duyulan gereksinimi daha da belirgin hâle getirmektedir. Dünyada tüketilen toplam enerjinin büyük bir bölümünü, binaların üretim ve kullanım sürecinde tükettiği enerjiden kaynaklanmaktadır (Arslan ve Oral, 2023). Enerji korunumunu sağlayan tasarım parametrelerinin doğru şekilde belirlenmesiyle, yapma çevrelerde pasif iklimlendirme ve ısıtma sistemleri kullanılarak istenen koşullar sağlanabilir ve aktif sistemlere olan ihtiyaç minimuma indirilebilir (Türktaş, 2014; Chenvidyakarn, 2007). Günümüzde konut üretimi ve işletimi süreçlerinde yoğun miktarda fosil yakıt kaynaklı enerji tüketilmektedir. Bu durum hem ekolojik sistemlere zarar vermekte hem de enerji kaynaklarının giderek tükenmesine neden olmaktadır (Ürün ve Soyu, 2016; Türktaş, 2014). Günümüz konut stoğunun önemli bir kısmı, iklimsel ve bölgesel parametreler dikkate alınmaksızın tasarlanmakta ve kullanılmaktadır. Bu durum, enerji tüketimi ve çevresel sorunların giderek artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, binaların henüz tasarım aşamasındayken enerji verimliliği sağlanarak, bulundukları bölgenin iklimsel özelliklerine uygun bir şekilde planlanması büyük bir önem

taşımaktadır (Tavares & Martins, 2007, Arslan ve Oral, 2023). İklimsel tasarım yaklaşımının benimsenmesi, mevcut enerji sorunlarının çözümüne katkı sunabileceği gibi, çevresel sürdürülebilirliği destekleyen yapıların geliştirilmesine de olanak sağlayacaktır. Bu bağlamda çalışmada şu soruya cevap aranmıştır:

- Sıcak nemli iklim bölgelerinde, literatürde yer alan enerji etkin tasarım parametreleri bağlamında nasıl bir konut tasarımı önerisi geliştirilebilir?

Bu araştırma sorusundan hareketle, öncelikle enerji verimli tasarım yaklaşımları, teknikleri ve yöntemleri araştırılmış; bu doğrultuda küçük ölçekli bir konut projesi tasarlanmıştır. Çalışma kapsamında öncelikle tasarımın yapılacağı yer belirlenmiş ve bölgede hâkim olan iklim tipi tanımlanmıştır. Tasarlanan konut önerisi için yer, sıcak ve nemli iklim bölgesinde yer alan, Burdur kentinin Bucak ilçesi, Karacaören Köyü'ne yakın, Karacaören Barajı yakınındadır. İklim verileri ışığında söz konusu iklim tipine ilişkin performans parametreleri ortaya konulmuştur. Daha sonra, seçilen yer doğrultusunda bina ölçeğinde alınan tasarım kararları, teknik çizimler, diyagramlar ve 3D görseller kullanılarak açıklanmıştır. Bu çalışmanın literatüre katkısı, enerji verimli yapı tasarımı konusunda akademik bir perspektiften bir stüdyo deneyimi sunulmasıdır.

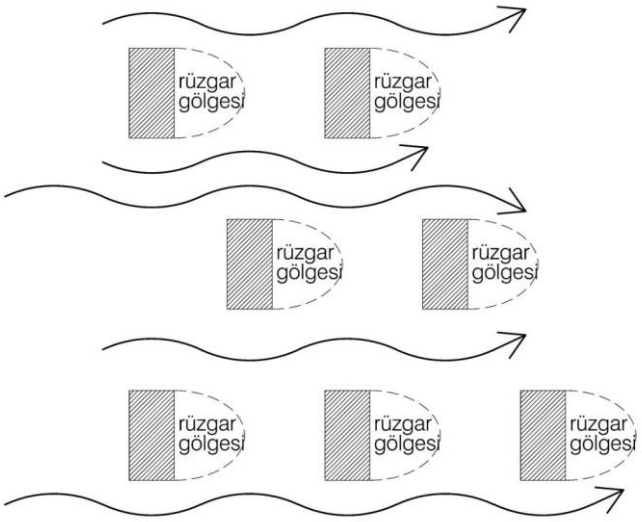
2. SICAK-NEMLİ İKLİM BÖLGELERİNDE PERFORMANSI ETKİLEYEN PARAMETRELER

Sıcak nemli iklim bölgelerinde, yaz aylarında ısı kazanımları istenmez, günlük sıcaklık rahatsız edici derecede yüksektir ve havadaki nem, yağış ve güneş ışınım miktarını doğrudan etkilemektedir. Yazlar bağıl nemliliğin yüksek olduğu sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir (Türktaş, 2014). Yüksek nem oranı hissedilen sıcaklığı artırır ve bu nedenle enerji etkin tasarım kararları alınırken yaz koşulları öncelikli olarak dikkate alınmalıdır. Bu bölgelerin en önemli özelliklerinden biri, gece gündüz sıcaklık farkının çok az olması ve bol yağış almasıdır. İklimsel tasarımda etkili olan parametreler, yer ve yönlendiriliş durumu, bina formu, hacim organizasyonu, bina kabuğu (cephe) gibi yapma çevreye ilişkin unsurların yanı sıra, doğal havalandırma, doğal aydınlatma, güneş kontrolü ve dış çevreye ilişkin iklimsel koşullar olarak ele alınmaktadır (Arslan ve Oral, 2023, Külekçi, 2017). Sıcak-nemli iklim bölgelerinde tasarım parametreleri de bu bağlamda değerlendirilmelidir.

Sıcak nemli iklim bölgelerinde yapılacak tasarımda rüzgâr ve gölgeli alan ihtiyacı önemli bir etkendir. Bölge mimarisinde, rüzgâr geçişine izin veren ve ısı tutuculuğu düşük hafif konstrüksiyonlar tercih edilmelidir. Binalar, hâkim rüzgâra karşı dar uzun formlarda yerleştirilir ve çapraz havalandırma sağlayacak şekilde geniş pencere açıklıkları kullanılmaktadır (Perez ve Capeluto, 2009). Ayrıca, binaların kolonlar üzerinde yükseltilmesi ya da zemin katta geniş açıklıkların bırakılmasıyla rüzgârın bina altından geçerek soğutma yapması sağlanmalıdır. Çatılar, uzun saçaklı ve hafif konstrüksiyona sahip nefes alan sistemler olarak tasarlanmalıdır (Givoni, 1994).

Yerleşim ölçeğinde binalar arasında açıklık bırakılarak ve topografyaya uyumlu olacak şekilde konumlandırılır. Rüzgârdan maksimum faydalanmak için yerleşimlerin doruk noktalar ve rüzgâr alan sahillere yakın bölgelere yapılması önerilir. Bitki örtüsü, mikroklimayı desteklemek amacıyla rüzgâr yönlendirme ve gölgeleme işlevi görürken, yüksek yapılı çalılar hava hareketini engelleyebileceği için dikkatle seçilmelidir (Yılmaz, 2007; Türktaş, 2014).

Bina aralıkları, sıcak nemli iklim bölgelerinde yerleşim dokusunu etkileyerek mikroklimatik etki oluşturmaktadır (Tavares & Martins, 2007). Yapılar, hâkim rüzgar yönüne dik bir düzende dağıtılarak doğal havalandırmadan maksimum fayda sağlanması amaçlanmaktadır. Sosyal alanlara erişim kolaylığı için yerleşimlerin merkezi alanlarda düzenlenmesi, ayrıca yürüyüş yollarının gölgelenmesi gereklidir (Türktaş, 2014). Yerleşimlerin çizgisel bir düzende geliştirilmesi, hava akımlarının engellenmeden devam etmesini sağladığı için (Şekil 1) sıcak nemli bölgeler için ideal bir çözümdür (Enteria ve diğ, 2020).



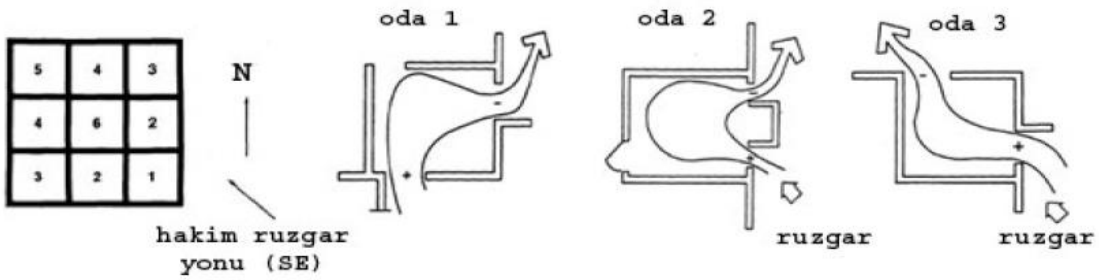
Şekil 1. Yerleşmelerde yapıların havalandırmanın sürekliliği için dağılması (Türktaş, 2014).

Bina yönlendirilmesinde, hâkim rüzgâr ve güneş ışınımına uygun kararlar alınmalıdır. Uzun cephelerin, hâkim rüzgâr yönüne yerleştirilmesi durumunda nem kaynaklı konforsuzluk hissi azaltılmaktadır (Karimimoshaver, 2022). Doğal havalandırmanın önemi dikkate alınarak, oturma ve yatma alanlarının rüzgâra göre konumlandırılması önerilmektedir (Yılmaz, 2007).

Bina formu sıcak nemli iklimlerde genellikle uzayıp yayılma eğiliminde olup, hacme göre yüzey alanı fazla tutulmaktadır (Zeren, 1977). Böylece ısı değişimi kolaylaşmakta ve iç mekânlarda konfor sağlanmaktadır. Geniş saçaklar, cumbalar ve balkonlar, hem güneş ışınımından korunma hem de yağmurdan korunma açısından işlevsellik sağlamaktadır. Mekân organizasyonunda, uzun cephesi hâkim rüzgâra yönelen, odaların tek sıra halinde dizildiği ve karşılıklı açıklıklarla havalandırma sağlanan plan tipleri, bu bölgeler için ideal yapı formu olarak değerlendirilmektedir (Yılmaz ve diğ., 2013).

Bina kabuğu tasarımı, iklim gereklilikleri doğrultusunda hızlı ısınıp soğuyabilen hafif malzemelerle yapılmaktadır. Termal kütlenin düşük olması, gece ve gündüz sıcaklık farkının az olduğu bu bölgelerde konfor sağlanması açısından önem taşımaktadır (Koca, 2006). Duvarlar genellikle açık renkli malzemelerle kaplanarak güneş ışınımının oluşturduğu ısı yükü azaltılmaktadır. Çift cidarlı çatı sistemleri, havalandırma sağlayarak iç mekânların serin kalmasına katkıda bulunmaktadır. Ahşap gibi düşük ısı kapasiteli malzemeler ise bu bölgelerde sıkça tercih edilmektedir (Türkkan, 2014; Koca, 2006).

Doğal havalandırma, sıcak nemli iklimlerde nemin olumsuz etkilerini azaltmak ve iç mekânlarda serinletici hava hareketlerini sağlamak için bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Arslan ve Oral, 2023). Hâkim rüzgâra yönlendirilmiş duvarlarda karşılıklı açıklıklar tasarlanarak doğal hava sirkülasyonu sağlanmaktadır (Karimimoshaver ve Shahrak, 2022). Yapılar arasındaki mesafenin artırılması, rüzgâr hızını artırarak havalandırma etkinliğini desteklemektedir. Bina formu, termal kütle ve bina yerleşimi gibi faktörler, doğal havalandırma enerji etkin bir şekilde sağlanmasına katkıda bulunmaktadır.



Şekil 2. Hâkim rüzgara yönelmiş mekanda açıklık uygulamaları (Koca, 2006; Allard ve diğ., 1998).

Sıcak nemli bölgelerde, güneş ışınımının etkilerini en aza indirmek için çeşitli gölgeleme stratejileri uygulanmaktadır. Duvarlar ve pencereler, çatı uzantısı olarak devam eden saçaklar veya verandalarla gölgelenmektedir (Yılmaz, 2006; Yılmaz ve diğ., 2013). Doğu ve batı cepheleri, düşük güneş açılarından dolayı farklı gölgeleme elemanlarıyla korunmaktadır. Yatay ve dikey hareketli gölgeleme elemanları, güneş kontrolünü sağlarken rüzgârın iç mekânlara alınmasını engellememektedir. Bu elemanların kullanımı,

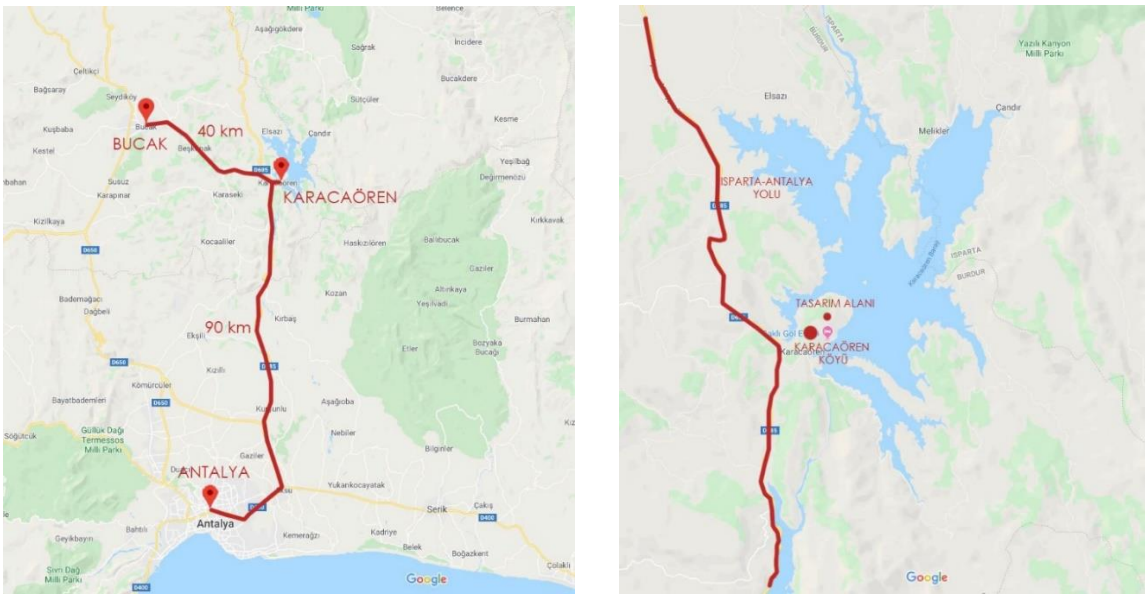
kullanıcı konforunu artıran etkili bir çözüm sunmaktadır (Zeren, 1977). Sıcak-nemli iklim bölgesinde enerji etkin bina tasarımını etkileyen parametreler ve tasarım stratejileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Enerji Etkin Bina Tasarımını Etkileyen Parametreler

Kategori	Tasarım parametresi	Tasarım Stratejisi
Dış Fiziksel Çevre	İklim	Soğutma ve havalandırma Pasif soğutma teknikleri Güneş gölgelendirme
Dış Fiziksel Çevre	Topografya	Rüzgâr ve güneş ışığına maruziyet Yerleşim yerinin pozisyonunu
Dış Fiziksel Çevre	Bitki Örtüsü	Hâkim rüzgârdan yararlanma Güneş enerjisinin kontrollü alımı Gürültüden korunma Kamaşmadan korunma
Yapma Çevre	Yerleşim Yeri	Tepe noktalarda konumlanma Rüzgâr alan sahiller Uygun bitki örtüsü
Yapma Çevre	Bina Aralıkları	Hâkim rüzgâra dik düzen Yeterli hava akımı Mekânlarda açıklık bırakma Merkezi alanların konumu
Yapma Çevre	Bina Yönelimi	Uzun cephelerin rüzgâra yöneltilmesi Oturma alanlarının rüzgâra açılması
Yapma Çevre	Bina Formu	Yüzey alanı geniş form Saçaklar Cumbalar ve balkonların eklenmesi
Yapma Çevre	Binanın Optik ve Termofiziksel Özellikleri	Hafif malzeme Açık renkli duvar Çift cidarlı kabuk
Yapma Çevre	Doğal Havalandırma	Karşılıklı açıklıklar Yapı aralıklarının artırılması
Yapma Çevre	Güneş Kontrolü	Hareketli gölgeleme elemanlar Saçaklar Nem bariyerleri Verandalar

3. ENERJİ VERİMLİ KONUT TASARIMI ÖNERİSİ

Çalışma kapsamında, sıcak nemli iklim bölgesi için, iklimle uyumlu, yapı kabuğunda uygun enerji verimli tekniklerin ve yöntemlerin uygulandığı, kendi kendine yaşayabilen-yetebilen bir konut tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan konut önerisi için yer seçiminde, sıcak ve nemli iklim bölgesinde yer alan, Burdur kentinin Bucak ilçesi, Karacaören Köyü'ne yakın, Karacaören Barajı civarı tercih edilmiştir. Bucak ilçesinde Akdeniz ve Karasal iklim arasında geçiş iklimi hâkimdir. Yağış bakımından Akdeniz iklimi, sıcaklık koşulları bakımından İç Anadolu İklimi yaşanır (Bucak iklim verileri, 2024). Konut tasarımı için seçilen Karacaören Barajı ilçe merkezine 40 km, Antalya'ya 90 km uzaklıktadır. Google Map görselleri Şekil 3a ve Şekil 3b ve Google Earth uydu görüntüsünün düzenlenmiş hali Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 3.a) Karacören köyünün Bucak ve Antalya'ya olan mesafesi, **b)** Tasarım alanının konumu

Şekil 4. Tasarım alanı uydu görüntüsü

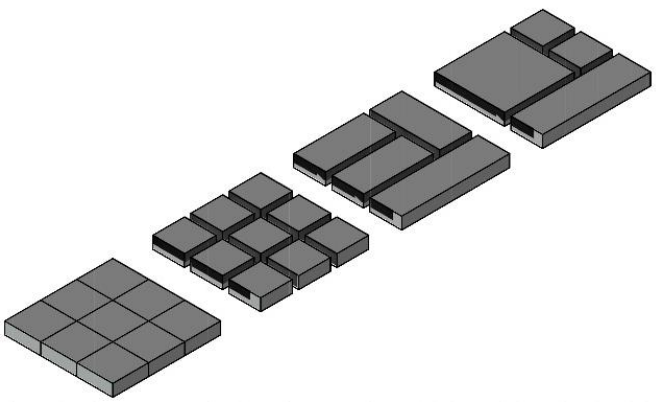
Karacaören barajı çevresiyle ilgili de spesifik olarak herhangi bir iklim verisine ulaşılamamıştır. Ancak, baraj göllerinin bulundukları bölgedeki iklime etkileri konusunda yapılmış birçok çalışma yer almaktadır. 2001 yılında Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı tarafından, DMİ Genel Müdürlüğü ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi iş birliğiyle gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, GAP bölgesindeki meteoroloji istasyonlarında, sonbahar dışında yıllık ortalama sıcaklıklarda genellikle bir artış eğilimi görülmektedir. Uzun vadeli yıllık toplam yağış miktarlarında ise kış mevsiminde genel olarak bir azalma, yaz ve kısmen sonbahar mevsiminde ise bir artış eğilimi tespit edilmiştir (Meteoroloji GM, 2024). Aynı bilgiler, Elazığ ve çevresinin iklimi üzerinde Keban barajının etkisi olduğu, çevrenin daha nemli ve ılıman bir yapıya büründüğü yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Meteoroloji GM, 2024). Bu veri doğrultusunda, çalışmada, bölgenin ikliminin Bucak merkezinde hâkim olan geçiş iklimi değil, Akdeniz İklimi'ne daha yakın, sıcak ve nemli bir iklim olduğu kabul edilmiştir.

Konut tasarımı için belirlenen tasarım alanı Karacaören köyünün kuzey doğusunda, eğimli bir arazide, güneş ışınımı ve rüzgâr etkilerinden yararlanmada komşu binalarla engellenmeyen açık bir arazidir. Yapının sıcak nemli iklimde tasarım stratejileri bağlamında hâkim rüzgâr ve manzara yönü olan güneydoğuya yönleneceği düşünülmüştür.

Bina aralıkları: Önerilen konutun, güneş ve rüzgâr etkilerinin komşu binalar tarafından engellenmediği varsayılmış ve tasarım tekil bir konut için oluşturulmuştur.

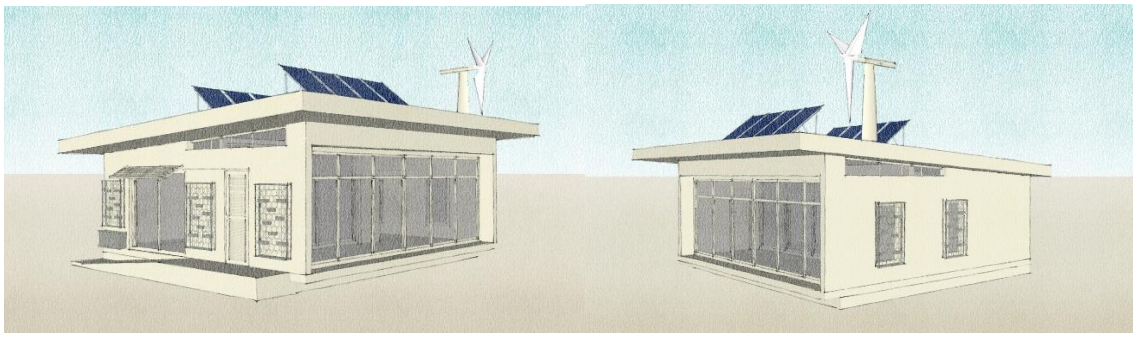
Bina yönlendirilişi: Yapının eğimli bir arazide yer alması, manzara ve hâkim rüzgâr yönünün güneydoğu olması, kuzeybatı yönünde açılan bir cephe olmamasına neden olmuştur. Sıcak ve nemli iklimlerde önemli bir tasarım kriteri olan çapraz havalandırma, güneybatı ve kuzeydoğu cephelerindeki açıklıklar ile sağlanmaya çalışılmıştır.

Form ve mekân organizasyonu: Sıcak ve nemli iklim bölgesinin iklimsel karakteri düşünüldüğünde kolay havalandırılabilip serinletilebilen bir kütle amaçlanmıştır. Bütünden parçaya gidilmiş, kütle parçalara ayrılmıştır. Daha sonra kompakt yapı ihtiyacından dolayı bazı parçaların birleştirilmesiyle biçim organizasyonu tamamlanmış ve Şekil 5'de biçimleniş kurgusu verilmiştir.



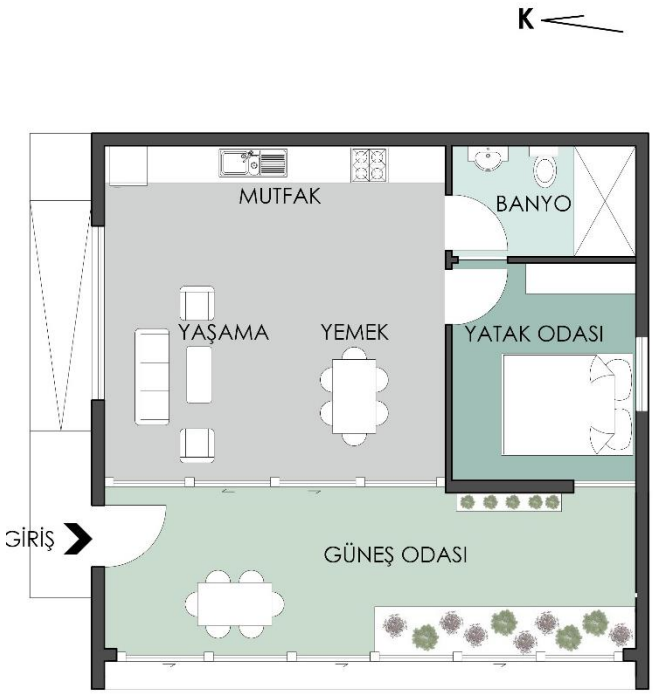
Şekil 5. Tasarlanan konutun biçimleniş kurgusu

Güneybatı cephesinde yazın güneş ışınımı kazançlarını azaltmak için tasarım aşamasında, gölgelendirme elemanı düşünülmüştür. Yapıya giriş de yine güneybatı cephesinden verilmiştir. Yapının güneydoğuda yer alan cephesi, tabandan tavana kadar cam ve sürgülü kapılardan oluşan bir güneş odasına açılmaktadır. Kuzeydoğu cephesindeki açıklıklara saksıda yetişen, metal delikli levhaya sarılan yeşil cepheler tasarlanmış, güneşin olumsuz etkisini azaltacağı düşünülmüştür. Hâkim rüzgâr ve manzaraya açılan güneydoğu cephesi açılıp kapanabilen sürgü cam kapılarla şeffaf bir cephe oluşturulmuştur. Yapıda güneydoğuda yükselip, kuzeybatıda alçalan, saçaklı tekil bir çatı örtüsü düşünülmüştür. Yapının SketchUp programında hazırlanmış 3D model görünümü Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Tasarlanan konutun cephe tasarımları

Mekân organizasyonu: Tasarlanan konut önerisi, yalnızca ebeveynlerden oluşan bir aile profili göz önüne alınarak ortaya çıkmıştır. Program; yaşam, yemek ve mutfak alanlarının bir arada kurgulandığı bir mekân, ebeveyn yatak odası, banyo ve güneş odasından oluşmaktadır ve plan kurgusu Şekil 7'de verilmiştir. Yapının girişi güneybatı cephesinden, güneş odasına verilmiştir. Güneş odası, evin içinde tampon bölge oluşturmak amacıyla tasarlanmıştır. Bu koruyucu bölge iç mekânı dış ortamdan ayırarak, güneş ışınlarının daha kontrollü olarak iç mekâna alınmasını sağlamaktadır. Güneydoğuya bakan mekân, radyasyon iç mekâna girmeden yaz güneşini engellemekte, yaz mevsimlerinde cam kapıların ve diğer cephelerdeki açıklıkların açılmasıyla çapraz havalandırma sağlamaktadır. Kışın ise kış güneşini yakalayarak iç mekânı ısıtmakta, ısınan havayı iç mekânlara yönlendirmektedir. Yazın veranda, kışın kış bahçesi görevi görmektedir. Korunaklı olan bu mekânda yaz kış bitki yetiştirmek de mümkün olmaktadır. Yaşama, yemek ve mutfak alanlarının bir arada kullanıldığı ortak mekân güneybatı ve güneş odasına açılmaktadır. Ebeveyn yatak odası ve banyo kuzeydoğu cephesinde yer almaktadır. Yatak odasına yaşama mekânı ve güneş odasından, banyoya ise yaşama alanı ve yatak odasından erişilmektedir.



Şekil 7. Konutun mekân organizasyonu

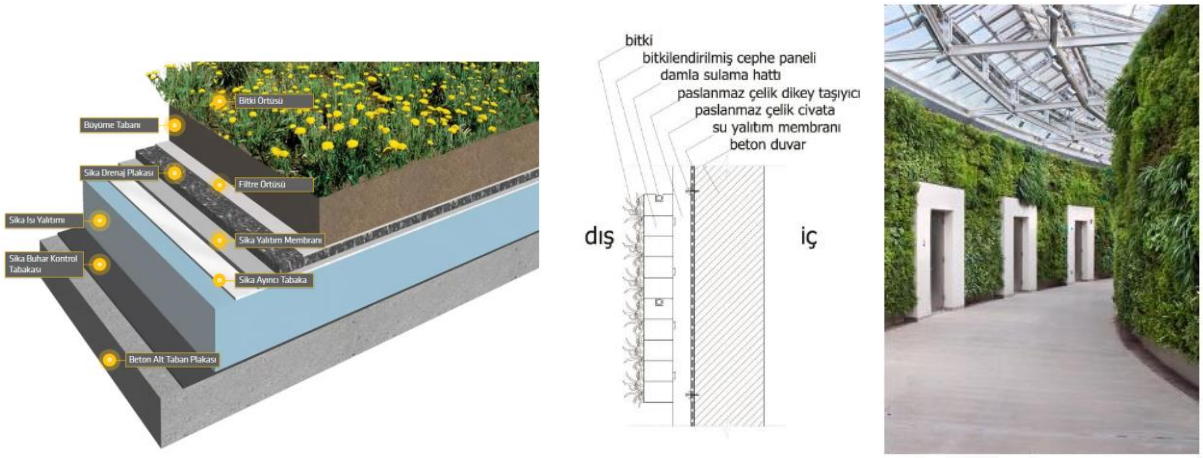
Mekânın boyutları daha az enerji tüketimi için olabildiğince küçük tutulmaya çalışılmıştır. Toplam yapı alanı 76 m2 olup, güneş odası bu alana dâhildir. Konut önerisine ait mekânların iç alanları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Konut önerisine ait mekân alanları

	Güneş odası	Ortak mekân			Banyo	Yatak Odası	Toplam
		Mutfak	Yemek	Yaşama			
Alan	23.4 m^2	5.7 m^2	9.1 m^2	15,3 m^2	5.35 m^2	10.4 m^2	69.25 m^2

Bina kabuğu optik ve termofiziksel özellikleri: Konut yapısı prefabrik olarak tasarlanmış olup, duvarlarda kullanılan farklı katmanlarla darbe, su, ısı ve ses yalıtımı sağlanmıştır. Hafif ve yüksek dayanıklılığa sahip çelik malzemeler tercih edilerek, hızlı montaj, uzun ömür ve geri dönüştürülebilirlik özellikleri ön plana çıkarılmıştır. Pencerelerde ise hava sirkülasyonunu engelleyen ve enerji tasarrufu sağlayan çift camlı malzemeler kullanılmıştır.

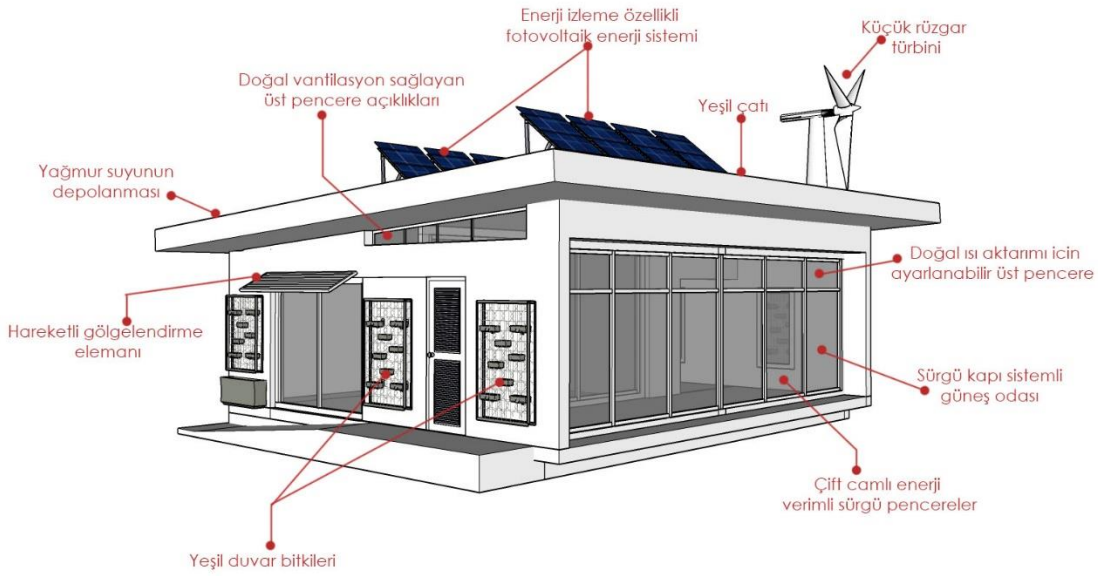
Konutun çatı yüzeyinde tasarlanan yeşil çatı kaplamasıyla güneş ışınlarının etkisinin yapı kabuğunda kırılması amaçlanmış, Sika'nın yeşil çatı sistemi uygulanmıştır (Sika, 2024a). Bitki örtüsü, büyüme tabanı, filtre örtüsü, gider kompozit levha, su gerçirmezlik membranı, koruma ve ayırıcı katman, termal yalıtım, buhar kontrol tabakası beton alt tabakası katmanlarından oluşan yeşil çatı ile (Şekil 8a) sıcak aylarda, binanın soğuma enerjisi ve tüketiminin azaltılması hedeflenmiştir (Külekçi, 2017). Yapının güneybatı ve kuzeydoğu cephe açıklıklarında ve duvar yüzeylerinde, Mayuk ve diğ. (2017) çalışmasında yer alan bitkilendirilmiş cephe sistemi uygulanması planlanmış, detay ve görseli Şekil 8a ve 8b'de verilmiştir. Bitki panellerini, dış duvar üzerine paslanmaz çelik düşey taşıyıcılar geçmeli bir sistemle taşımaktadır. Panel boyutları 300 mm / 300 mm / 85 mm olarak planlanmıştır (Mayuk ve diğ., 2017). Kullanılan yeşil cephe sistemleri ile yapı kabuğunun ve iç mekânın fazla ısınması önlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 8. a) Yeşil çatı detayı (Sika, 2024a) **b)** Bitkilendirilmiş cephe detayı (Mayuk ve diğ. 2017) **c)** bitkilendirilmiş cephe görseli (Mayuk ve diğ., 2017)

Doğal Havalandırma: Tasarlanan konut, sıcak nemli iklim bölgelerinde yapıların hâkim rüzgâr yönüne dik olarak konumlanması gerektiği bilgisinde yola çıkılarak, güneydoğu yönüne konumlandırılmıştır. Yine bu cephenin tamamında kullanılan sürgü kapıların ve konutun diğer cephelerinde yer alan alçak ve yüksek kotta bulunan pencerelerin açılmasıyla doğal havalandırma sağlanmaktadır.

Güneş Kontrolü: Güneş kontrol elemanları olarak, güneybatı ve kuzeydoğu cephelerinin açıklıklarında hareketli gölgelendirme elemanı ve yeşil cephe sistemleri kullanılmıştır. Bu elemanlar ısıtmanın istenmediği dönemde ışınımın ısıtıcı etkisinde korunmaya, ısıtma istenen dönemde güneş ısıtıcı etkisinden yararlanmaya olanak vermesi amacıyla seçilmiştir. Hareketli gölgelendirme elemanı yaz aylarında kapalı kış aylarında açık olarak planlanmıştır. Yeşil cephe sistemindeki bitkiler ise yazın doğal gölgeleme sağlarken, kışın yapraklarını dökerek güneş ışınlarının iç mekâna alınmasına olanak sağlamaktadır. Aynı avantajlı durum çatının yeşil çatı olarak planlanmasıyla da sağlanmıştır. Yapıya ilişkin aktif ve pasif sistemlerin belirtildiği 3D görseli Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Tasarlanan konutta kullanılan aktif ve pasif sistemlerin 3 boyutlu modelde ifadesi

Aktif Sistemler: Sıcak ve nemli iklim bölgesine uygun tasarım kriterlerinin yanı sıra, konutun enerji verimliliğini artırmak amacıyla aktif sistemler de dahil edilmiştir. Konut tasarımında kullanılan aktif sistemler aşağıda belirtilmiştir.

Rüzgâr enerji sistemi: TESUP marka (Tesup, 2024) rüzgâr türbinleri, çatıda konumlandırılarak rüzgâr enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ve böylece konutun enerji ihtiyacına destek sağlanması amaçlanmıştır. Bu türbinler, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak için mimari tasarım sürecine dahil edilmiş ve binanın formu ile uyumlu bir şekilde yerleştirilmiştir. Türbinlerin tasarımında, rüzgârın yönünü, hızını ve yoğunluğunu optimize ederek üretilen enerjinin en üst düzeye çıkarılması hedeflenmiştir.

Güneş panelleri: SİKA çatı üzeri fotovoltaik (PV) enerji sistemi (Sika, 2024b) kullanımı ile güneş enerjisi ısı enerjisine dönüştürülmüştür. Güneş panelleri, güneş enerjisinden faydalanarak ısıtma ve soğutma işlemlerinin yapılabilmesi, sıcak su temin edilebilmesi ve güneş pilleriyle modüler şekilde kullanılabilmesi açısından işlevsel bir sistemdir.

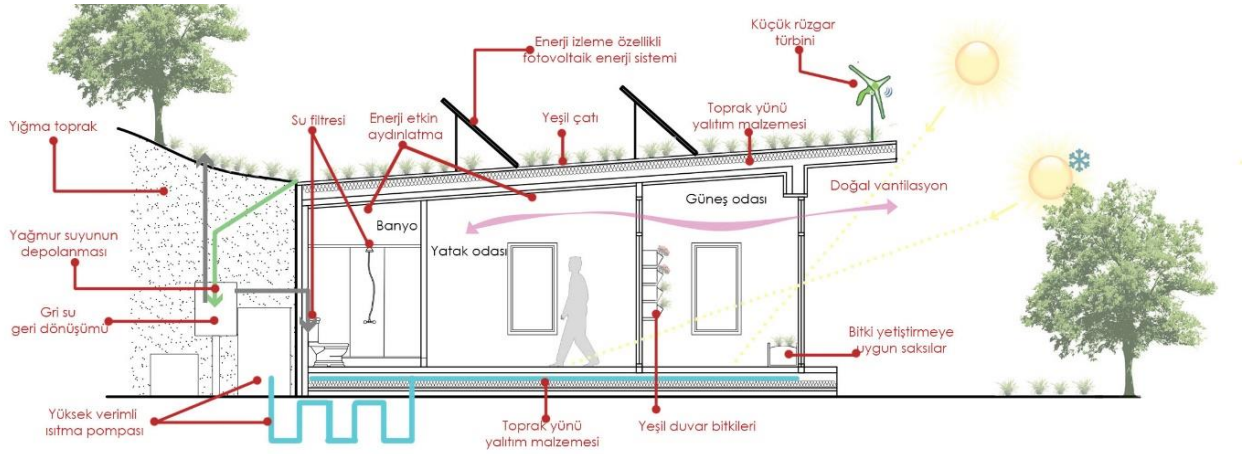
Gri su geri dönüşümü: Lavabo, duş, çamaşır makinası suyu toplanarak tuvalet sifonu ve peyzaj sulamasında kullanılmaktadır.

Su filtresi: Tuvalet sifon sisteminde ve duş armatüründe düşük akışlı su sistemi ile daha az su kullanımı sağlanmıştır.

Yağmur suyu toplama: Yağmur suları depolanarak tuvalet sifonu ve peyzajda kullanılmaktadır.

Enerji etkin aydınlatma: Yapının tamamında yüksek verimli LED ve OLED aydınlatmaların kullanılması planlanmış olup, doğal aydınlatmaya da öncelik verilmiştir.

Yüksek verimli ısıtma pompası: Pompadan gelen sıcak hava ile iç mekânın ısı gereksinimleri sağlanmıştır. Tasarlanan konutta kullanılan aktif ve pasif sistemlerin kesit üzerinde ifadesi Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Konutta kullanılan aktif ve pasif sistemlerin kesitte ifadelendirilmesi

Karacaören barajının batısında yer alan konut tasarımında iklimsel tasarım parametrelerine uygun pasif sistemler ve yapının enerji performansını artıran aktif sistemler kullanılmıştır. Bu sistemlerin kullanılmasının yapının ısıl performansını nasıl etkilediğine ilişkin enerji simülasyonları yapılmamıştır. Ayrıca sıfır enerjili bina, neredeyse sıfır enerjili bina, yüksek performanslı bina gibi tanımlamalar yapmak da mümkün değildir. Çalışmada yalnızca enerji verimli sistemler ve tekniklerden edinilen bilgiler doğrultusunda konutlarda uygulaması görülen sistemler, bir konut tasarımında kullanılmıştır. Kullanılan pasif ve aktif sistemler Tablo 3'de özetlenmiştir.

Tablo 3. Konut tasarımında kullanılan aktif ve pasifi sistemler

PASİF SİSTEMLER	
Yön	Hâkim rüzgâr yönüne dik olarak güneydoğuya yönelme
Form	Çatı: Yeşil çatı tasarımı
	Cephe: Yeşil cephe ve gölgelendirme elemanlarının kullanımı
Mekân organizasyonu	Hâkim rüzgâr yönüne açılan güneş odası ile yaz aylarında hava akışı, kış aylarında korunaklı tampon mekân tasarımı
	Yaşama ve yatma mekânlarının iklimsel parametrelere uygun yönlerde konumlandırılması
	Mekânların boyutlarının daha az enerji tüketimi için küçük tutulması
Yapı kabuğu	Sıcak nemli iklimde ısı kazanımlarını önlemek amacıyla uygun çatı duvar, zemin kaplama ve cam malzeme seçimi
Doğal havalandırma	Cephelerde ve çatı altında yer alan yüksek ve alçak açıklıklar ile çapraz hava akışı sağlanması
Güneş kontrolü	Hareketli gölgelendirme elemanı, yeşil çatı ve yeşil cephe tasarımı Güneş kontrolü sağlayan yapı kabuğu malzemesi seçimi
AKTİF SİSTEMLER	
Çatı	Güneş panelleri
	Rüzgâr türbini
Mekanik sistemler	Enerji etkin aydınlatma
	Gri su geri dönüşümü
	Yüksek verimli ısıtma pompası
	Su filtresi kullanımı
	Yağmur suyu depolama

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, sıcak ve nemli iklim koşullarına uyumlu, enerji verimli bir konut tasarımının temel ilkeleri ve uygulamaları incelenmiştir. Literatürde yer alan enerji verimli tasarım yaklaşımları; yer seçiminden bina formuna, cephe tasarımından doğal havalandırma ve güneş kontrolüne kadar pek çok tasarım kararını bütüncül biçimde ele almanın önemini vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, küçük ölçekli bir konut projesi özelinde, yapı yerleşimi, yönlendirilmesi, formu ve kabuğunun malzeme özellikleri pasif ve aktif sistemlerle bütünleştirilmiş, böylece kullanıcının konfor koşullarını sağlayabilen bir tasarım önerisi geliştirilmiştir.

Sıcak nemli iklim bölgelerinde, literatürde yer alan enerji etkin tasarım parametreleri bağlamında nasıl bir konut tasarımı önerisi geliştirilebilir sorusuna yapılan tasarım kapsamında şu cevaplara ulaşılmıştır.

- Pasif sistem tasarımıyla ilgili kararlar, sıcak ve nemli iklimlerin karakteristik mimari özelliklerini göz önünde bulundurmalıdır. Doğal havalandırma, nem kontrolü ve gölgeleme stratejileri, uygulama kolaylığı da dikkate alınarak öncelikli olarak uygulanması gereken yöntemlerdir

- Pasif system yaklaşımları, yenilenebilir enerji kaynaklarını (fotovoltaik paneller, rüzgâr türbinleri, yağmur suyu toplama sistemi vb.) kullanan aktif sistemlerle destekleyerek enerji talebinin önemli bir bölümünün yerinde karşılanabilir.

- Prefabrik ve geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, yapı üretiminin daha az çevresel etkiyle gerçekleştirilmesine katkı sağlamıştır.

Ayrıca tasarım sürecinde dikkate alınan kriterlerin kapsamı ve uygulanabilirliği üzerine bazı tartışmalar yapılabilir.

- Pasif sistemlerin iklimsel koşullara uyum sağlama açısından önceliklendirilmiştir. Özellikle çapraz havalandırma, yeşil cephe, yeşil çatı ve gölgelendirme elemanlarının kullanımı, sıcak-nemli iklimlerde ısı kazançlarını azaltma ve iç mekân konforunu artırma açısından oldukça etkili stratejilerdir. Ancak, bu tür sistemlerin uygulama aşamasındaki zorlukları ve maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, yeşil cephe ve çatı sistemleri, bakım ve sulama gereksinimleri nedeniyle kullanıcı açısından uzun vadeli bir yük oluşturabilir. Bu bağlamda, bu sistemlerin ekonomik sürdürülebilirliği ve kullanıcı dostu olma durumu tartışmaya açıktır.

- Kullanılan güneş panelleri, rüzgâr türbinleri, gri su geri dönüşüm sistemleri ve yağmur suyu toplama sistemleri, enerji verimliliğini artırma ve yenilenebilir kaynaklardan maksimum fayda sağlama açısından önemli katkılar sunmaktadır. Ancak, bu tür aktif sistemlerin kurulum ve bakım maliyetleri ile enerji üretim kapasitesi arasındaki dengenin sağlanması önemlidir. Örneğin, rüzgâr türbinlerinin bölgedeki rüzgâr hızına uygun olarak tasarlanması ve güneş panellerinin verimliliği, uzun vadede beklenen enerji tasarrufunu sağlamada belirleyici olacaktır.

- Karacaören Barajı çevresindeki iklim koşullarını analiz etmeye çalışmış olsa da bölgeye dair spesifik iklim verilerinin eksikliği çalışmayı sınırlamıştır. Bölgenin iklimine dair varsayımlar yapılmış ve Akdeniz iklimine daha yakın olduğu kabul edilmiştir. Ancak, tasarım kararlarının daha doğru bir şekilde yönlendirilmesi için detaylı meteorolojik veriler gereklidir.

- Pasif ve aktif sistemlerin ısıl performansa katkılarının enerji simülasyonları ile ölçülmesi, tasarımın sağlamlığını ve akademik katkısını artırabilir.

Çalışma, sıcak ve nemli iklim bölgelerinde enerji etkin tasarım yaklaşımlarına dair kapsamlı bir öneri sunmaktadır. Pasif ve aktif sistemlerin dengeli bir şekilde kullanılması, enerji tüketimini azaltma ve çevresel sürdürülebilirliği destekleme açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Mekâna ve yapıya ilişkin uygun sistemlerin seçilmesi ve bütüncül bir anlayışla uygulanması sayesinde hem konfor hem de enerji etkinliği açısından farkındalık ve tecrübe geliştirilmiştir. Büyük alanlar gerektirmeyen bir konut yapısında bile enerjinin korunumunu ve üretimini sağlamanın zorlukları deneyimlenmiştir. Sürdürülebilir çevreler gerçekleştirmek adına enerjinin tasarım aşamasından itibaren planlanması ve tüketim sürecinde bilinçli davranılması, geleceğin yapı ve çevre tasarımlarında kritik bir önem taşımaktadır. Gelecekteki çalışmaların, eksiklikleri gidermeye yönelik daha kapsamlı simülasyonlar ve analizlerle desteklenmesi, enerji verimliliği konusundaki akademik ve pratik katkıları artıracaktır.

KAYNAKÇA

Allard, F., Santamouris, M., & Alvarez, S. (1998). *Natural ventilation in buildings: A design book.* Earthscan.

Arslan, H. P., & Oral, G. K. (2023). İklimsel tasarım bağlamında konut binalarında cephe tasarım parametrelerinin hassasiyet analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 38*(3), 1769–1780. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1010262 .

Berköz, E., Küçükdoğu, M., & Yılmaz, Z. (1995). Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımı. *TÜBİTAK İNTAG201 Proje Raporu.* İstanbul: İTÜ.

Bucak iklim verileri, (2024), *T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. Bucak ilçe halk kütüp hanesi, ilçe hakkında bilgiler*. http://burdurbucak.kutuphane.gov.tr/TR-110272/ilce-hakkinda-genel-bilgiler.html .

Chenvidyakarn, T. (2007). Passive design for thermal comfort in hot humid climates. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS, 5*(1), 1–28. https://doi.org/10.56261/jars.v5i1.169198.

Enteria, N., Awbi, H., & Santamouris, M. (2020). *Building in hot and humid regions.* Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7519-4.

Givoni, B. (1994). Building design principles for hot humid regions. *Renewable Energy, 5*(5-8), 908–916. https://doi.org/10.1016/0960-1481(94)90111-2.

Günel, Ö. (2004). *Sürdürülebilir bina tasarımında iklim verilerinin değerlendirilmesi*. [Yayınlanmamış Yükseklisans Tezi]. (152231), Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Karimimoshaver, M., & Shahrak, M. S. (2022). The effect of height and orientation of buildings on thermal comfort. *Sustainable Cities and Society, 79,* Article 103720. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103720.

Kaynaş, H. B., & Dişli, G. (2022). Anadolu Selçuklu Medreseleri UNESCO Dünya Miras Listesi Adaylığı: İnce Minareli Medrese Örnekleminde Alan Yönetim Planı İçin Altlık Denemesi. *Journal of Architectural Sciences and Applications,* 7(1), 209-234. https://doi.org/10.30785/mbud.1038951.

Koca, Ö. (2006). *Sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde enerji etkin yerleşme ve bina tasarım ilkelerinin belirlenmesine yönelik yaklaşım*. [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Külekçi, E. A. (2017). Geçmişten günümüz yeşil çatı sistemleri ve yeşil çatılarda kalite standartlarının belirlenmesine yönelik bir araştırma. *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi, 1*(1), 35–53.

Mayuk, S. G., Serter, N., & Yüksel, E. (2017). *Bitkilendirilmiş Cephe Sistemi Detaylarının İrdelenmesi ve Geliştirilmesine Yönelik Bir Çalışma*. Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Ulusal Konferansı, 12-13 Kasım, İzmir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2024). *Fırat Havzasının klimatalojik analizi*. https://www.mgm.gov.tr/genel/firathavzasi.aspx?s=19

Perez, Y. V., & Capeluto, I. G. (2009). Climatic considerations in school building design in the hot–humid climate for reducing energy consumption. *Applied Energy, 86*(3), 340–348. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.05.007

Saylam Canim, D. (2015). *Binalarda enerji performansı hesaplama yöntemi (Bep-Tr)nin enerji performans değerlendirmesi ve kullanılabilirliğine yönelik bir uygulama*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Sika, (2024a). *Yeşil Çatı Sistemleri*. https://tur.sika.com/tr/yapi/cati-sistemleri/yesil-catilar.html#:~:text=Ayn% C4%B1%20zamanda%20bitkilendirilmi%C5%9F%20%C3%A7at%C4%B1lar%2C%20%C3%A7evreci,olmak%20%C3%BCzere%20her%20bitki%20yeti%C5%9Ftirilebilir

Sika. (2024b). *Solar Çatılar*. https://tur.sika.com/tr/yapi/cati-sistemleri/solar-catilar.html

Tavares, P. F. A. F., & Martins, A. M. O. G. (2007). Energy efficient building design using sensitivity analysis. A case study. *Energy and Buildings, 39*(1), 23–31. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.04.017

TESUP. (2024). *Konutlar için rüzgar türbini*. https://tesup.com/tr/blogs/post/ruzgar-turbinleri-icin-cati-kurulumlari

Türktaş, M. H. (2014). *Sıcak nemli iklim bölgesi için iklimsel tasarım parametrelerinin ısıl performansa etkisini değerlendirme: Bir konut örneği*. [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Ürün, E., & Soyu, E. (2016). Türkiye'nin enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynakları üzerine bir değerlendirme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (31), 45-60.

Yılmaz, T., Şavklı, F., & Yıldırım, E. (2013). İklime bağlı tasarım olanaklarının sıcak iklim koşullarında irdelenmesi: Antalya Cumhuriyet Meydanı örneği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 1*(1), 42–45.

Yılmaz, Z. (2007). Evaluation of energy efficient design strategies for different climatic zones: Comparison of thermal performance of buildings in temperate-humid and hot-dry climate. *Energy and Buildings, 39*(3), 306–316. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.08.004

Yılmaz, Z. (2006). Türkiye ve İrlanda'daki binaların enerji etkin tasarım ve yapımı için sürdürülebilirlik stratejileri. *İstanbul Teknik Üniversitesi Araştırma Fonu Proje No: 30657 Sonuç Raporu Cilt I-II-III,* İstanbul.

Zeren, L. (1977). Türkiye'de iklimle dengeli mimari uygulama. *TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi,* İzmir.