

YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALAR VE YERLEŞİMLER

Türkan GÖKSAL ÖZBALTA
Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Müh. Bölümü Bornova/İzmir
Email:tozbalta@gmail.com

YAKLAŞIK SIFIR ENERJİLİ BİNALAR VE YERLEŞİMLER

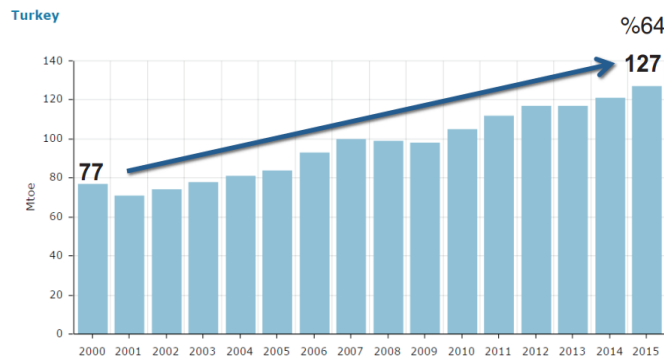
Özet

Enerji tüketimindeki artışın neden olduğu çevresel sorunlar ve ekonomik etkileri, enerjinin daha etkin kullanılmasına yönelik öneriler geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Tüketilen toplam enerjinin büyük bir oranı binalarda kullanıcı konforunu sağlamak üzere ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma gereksinimleri için kullanılmaktadır. Avrupa ülkelerinde CO₂ emisyonunun olumsuz etkilerini önleyebilmek amacıyla 2020 yılı için %20 oranında azaltma hedefi 2050 yılı için %50 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan binalarda enerji verimliliğinin artırılması birçok ülkenin hedefinde yer almaktadır. Bina sektöründeki enerji tasarrufu potansiyelinden yararlanmak amacıyla Avrupa Komisyonu tarafından yayınlanan Binalarda Enerji Performansı Revize Direktifi (2010/31/EU recast) ile yüksek enerji performanslı bina tanımları ortaya çıkmıştır. Düşük enerjili binalar kapsamında pasif bina ve yaklaşık sıfır enerjili binalarda enerji gereksiniminin yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenmesi beklenmektedir. Bu çalışmada enerji etkin tasarım kriterleri inşa edilen düşük enerjili bina uygulamaları örnekleri üzerinden incelenmektedir.

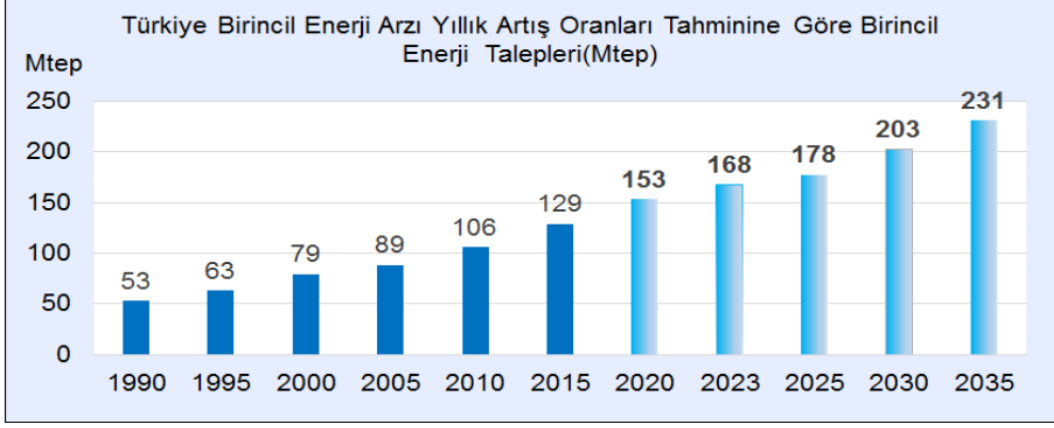
Giriş

Bina sektöründeki enerji verimliliğine yönelik önemli adımlardan biri 2002 yılında yayınlanan Binaların Enerji Performansı Direktifi'dir. Avrupa Birliği ülkelerinde toplam enerji tüketiminin yaklaşık %40'ından sorumlu olan bina (konut ve ticari) sektörünün enerji gereksinimi gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamda "Binalarda Enerji Performansı Direktifi" ile bulunulan bölge, iklimsel koşullar, konfor gereklilikleri ve maliyet dikkate alınarak binaların enerji performansının artırılması amaçlanmaktadır. 2050 yılına kadar AB sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerinin %80-95'ine kadar azaltmayı taahhüt etmiştir (1). Ayrıca 21. İklim Değişikliği Taraflar Konferansı (COP21) sonucu Paris Anlaşması (2015) ile küresel sıcaklık artışının azaltılması hedefi doğrultusunda iklim değişikliği olgusunun katılımcı ülkelerinin politik ve ekonomik kararlarında dikkate alınacağı öngörülmektedir.

Bilindiği üzere 2012 yılı Türkiye'nin toplamı 440 milyon ton olan karbondioksit eşdeğeri sera gazı salımlarının yüzde 70,2'si enerji sektörü kaynaklı olup binaları ısıtmak, soğutmak, aydınlatmak, işler kılmak için gerekli olan enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır (2). Enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'de birincil enerji tüketimi 2000 yılından 2015 yılına dek %64 oranında artış göstermiştir (Şekil 1). 2015 yılında tüketimin ithal enerji kaynaklardan elde edilme oranı %75,9'a ulaşmış olup bina sektörünün nihai enerji tüketimindeki oranı %32,8 ile sanayi sektörünün önüne geçmiştir (3,4).



Şekil 1: Türkiye'nin 2000-2015 yılları enerji tüketimi



Şekil 2: Türkiye, Birincil Enerji Yıllık Artış Oranları Tahminine Göre B. Enerji Arzı Talepleri (mtep)
Kaynak: EİGM/ETKB Genel Enerji Denge Tabloları (3)

Binalarda enerji tüketim oranları AB ülkeleri ile paralellik göstermekte olup yaklaşık %40 düzeyindedir. Avrupa Birliği 2010 yılında yayınlanan EPBD (2010/31/EU recast) direktifinde “Yaklaşık Sıfır Enerjili Binaları” çok yüksek enerji performanslı, gereksinim duydukları çok az miktarda dış kaynaklı enerjinin büyük kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılaması gereken binalar olarak tanımlanmaktadır. EPBD recast, 2021 yılından itibaren inşa edilecek tüm yeni binaların yaklaşık sıfır enerji bina olmasını zorunlu kılmaktadır; dolayısı ile üye ülkelerin kendi koşullarına uygun yaklaşık sıfır enerji hedefini belirlemesi gerekmektedir. Ayrıca yaklaşık sıfır enerji seviyesine ulaşmada enerji verimliliği ile optimum maliyet kavramı ilişkilendirilmektedir. Söz konusu direktife göre, yeni binaların yanı sıra mevcut binalarda da maliyet etkin iyileştirmeler yapılarak, yaklaşık sıfır enerjili binalar seviyesine ulaşılması beklenmektedir (5).

Sıfır enerjili ev ya da bina uygulamalarının önümüzdeki süreç içerisinde gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de yaygınlaşması hedeflenmektedir. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği ve Lisanssız Elektrik Üretimi Yönetmeliğinin bu anlamda yasal alt yapıyı oluşturduğu söylenebilir (2). Binalarda enerji verimliliği konusunda BEP-TR uygulanmakla birlikte bina kabuğu sızdırmazlığı konusunun da değerlendirilmeye alınması gereklidir. Bir diğer önemli konu ise güneş ve rüzgar enerjisini kullanarak enerji kazancı/tasarrufu sağlayabilecek pasif önlemler konusunun imar düzenlemelerinde dikkate alınmasıdır. Bina sektöründe enerji etkin bina tasarım parametrelerinin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının tasarım sürecine dâhil edilmesinin önemi ve gereği kaçınılmazdır. Çevresel sorunlar, enerji eldesi ve ekonomik koşullar tüm dünya ülkelerinde enerji tasarruflu önlemleri almayı zorunlu kılmaktadır. Buna yönelik olarak enerji analiz süreci tasarım sürecinin erken aşamasına dâhil edilmektedir. Geliştirilen enerji etkin tasarım kriterleri ve verimliliği yüksek yapı standartlarıyla binaların enerji tüketimleri oldukça düşük seviyelere çekilebilmektedir. Bu hedefler doğrultusunda geliştirilen ve yaygınlaşan enerji etkin yapı tipleri Yeşil Bina, Sıfır Enerjili Bina, Pasif Ev, Artı-Enerji Bina olarak adlandırılan uygulamalardır. Yeşil bina kavramı, Amerika Yeşil Binalar Konseyi (US. Green Building Council) tarafından binanın yerleşimi, su yönetimi, iç hava kalitesi, malzeme kullanımı ve enerji ile ilgili unsurları içermekte olup, sağlıklı, konforlu, sağlam, enerji verimli ve çevre dostu binaları hedefler. Kaynakların korunarak sürdürülebilirliğin sağlanması için güneşten yararlanma, ısı verimlilik, güneş enerjisi uygulamaları, su tasarrufu sağlayan tesisat kullanımı, yağmur hasadı ve yöreye uygun peyzaj seçimi tasarımda önemli parametrelerdir.

Enerji Etkin Bina Uygulamaları

Enerji etkin bina;

- tasarım aşamasında alınan önlemlerle daha az enerjiye gereksinim duyan,
- gerekli enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan karşılayan,
- sağlanan enerjiyi en verimli şekilde kullanarak en düşük düzeyde emisyon salımı yapan bina olarak tanımlanabilir.

Enerji performansı ve tasarımı bağlamında ise

- dış çevrenin mikro-klimatik özellikleri ve arazi yön, eğim vb. koşulları,
- iç ortam konfor koşullarının belirleyicisi olan bina tipi ve kullanıcı profili,
- bina alt sistemleri olarak bina kabuğu ve servis sistemleri ile mekânsal organizasyon, çeşitli düzeylerdeki bina katmanları olarak değerlendirilmektedir (6).

Bina sektöründe enerji verimliliği ve emisyonların azaltılması konusunda Avrupa Birliğinin 2020, 2030 ve 2050 yılı hedefleri aşağıdaki Tablo 1’de yer almaktadır (7).

Tablo 1: Avrupa Birliğinin Enerji İle İlgili Hedefleri

2020 Hedefi	<ul style="list-style-type: none">• Sera gazı salımında 1990 yılı seviyesine göre %20 azalma• Enerjinin %20 sinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması• Enerji verimliliğini %20 arttırmak
2030 Hedefi	<ul style="list-style-type: none">• Sera gazı salımında 1990 yılı seviyesine göre %40 azalma• Enerjinin %27 sinin yenilenebilir kaynaklardan karşılanması• Enerji verimliliğini %27 arttırmak
2050 Hedefi	<ul style="list-style-type: none">• Sera gazı salımında 1990 yılı seviyesine göre %80 azalma

Pasif Ev Standartları

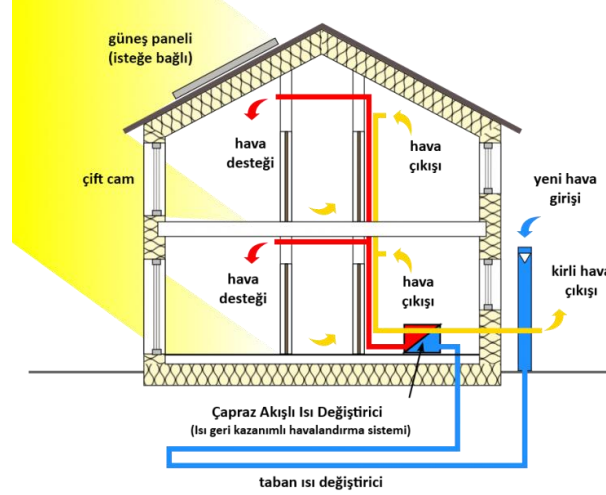
Düşük enerjili ev standardının geliştirilmesiyle oluşturulmuş olan “Pasif Ev Standardı” çeşitli teknoloji, tasarım ve malzemelerin kullanımıyla gerçekleştirilebilir. Pasif evler, geleneksel ısı dağıtım sistemine gereksinim duymadan yaz ve kış aylarında istenilen iç iklimsel koşulları sağlayan yapılardır. Pasif ev standardı temel olarak aşağıda açıklanan üç unsura dayanmaktadır.

- Isıtma ve soğutmada kullanılan enerji sınırlaması,
- ISO 7730 normuna göre iç ortamda ihtiyaç duyulan termal konforun sağlanması,
- Enerji sınırlamasını ve yeterli iç ortam kalitesini maliyet etkin şekilde sağlayan pasif sistemlerin kullanılmasıdır.

Pasif ev standardına uygun tasarlanan yapılarda uyulması gereken 5 ana ilke bulunmaktadır (Şekil 3). Bunlar; (8)

- **Isı yalıtımı:** Bina dış kabuğunun tüm opak yapı bileşenleri çok iyi yalıtılmış olmalıdır, Isı geçiş katsayısı (U-değeri) $< 0.15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- **Isı yalıtım direnci yüksek pencereler:** Pencere çerçeveleri iyi bir şekilde yalıtılmalı ve ısı geçişini önlemek için argon veya kripton ile doldurulmuş low e camlarla donatılmalıdır, Isı geçiş katsayısı (U-değeri) $< 0.80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$;
- **Atık Isı Geri Kazanım:** İyi bir iç hava kalitesi için enerji tasarrufu sağlayan verimli ısı geri kazanımlı havalandırma önemlidir, egzoz havasından gelen ısının en az % 75'i bir ısı eşanjörü vasıtasıyla tekrar taze havaya aktarılır;

- **Bina kabuğu hava geçirmezliği (Sızdırmazlık):** Bina kabuğu hava sızdırmazlığı açısından, hava değişimi DIN EN 13289 normuna göre ± 50 Pa basınçta saatte %60'ı (0,6h-1) geçmemelidir.
- **Isıl köprülerin engellenmesi:** Bütün kenarlar, köşeler, bağlantılar ve geçişler büyük bir dikkatle planlanarak ve yapılmalıdır.



Şekil 3: Pasif ev standardı 5 ana ilkesinin şematik gösterimi (9)

Pasif evlerin özellikleri; (10, 11, 12),

- Pasif evler enerji verimli, konforlu, ekonomik ve çevre dostu özellikleri içerir,
- Pasif ev geleneksel binalara kıyasla % 90 daha az ısıtma enerjisi gerektirir, yeni binalarla kıyaslanması durumunda da % 75 tasarruf sağlar;
- Isıtma enerjisi ihtiyacı $1,5 \text{ litre/m}^2 \cdot \text{yıl}$ yakıt (petrol) olup düşük enerjili binaların yaklaşık $\frac{1}{4}$ ü kadardır,
- Pasif evlerde alan ısıtma için gereken enerji yılda maksimum 15 kWh/m^2 'dir. Aktif soğutmanın gerek duyulduğu pasif evlerde ise yıllık soğutma ihtiyacı 15 kWh/m^2 'yi geçmemelidir.
- Birincil enerji talebi, tüm evsel uygulamalarda (ısıtma, sıcak su ve evsel elektrik) kullanılacak toplam enerji metrekarede $60 \text{ kWh}'yi$ geçmemelidir,
- Kış ve yaz aylarında tüm yaşam alanları için ısıl konforun karşılanması zorunludur.
- Kış mevsimi oda sıcaklığı konfor kriteri: Kışın yukarıda belirtilen enerji miktarı kullanımıyla oda sıcaklığı $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ve üzerinde tutulabilir. Yaz mevsiminde ise iç ortam konfor koşullarının sağlanması için istenen değer maksimum $25 \text{ }^\circ\text{C}'dir$
- Pasif ev, iç ısı kazançlarını (cihaz ve kullanıcılardan kaynaklanan metabolizma ısısı) ve güneş enerjisi kazançlarını kullanır,
- Yüksek duvar/döşeme yüzey sıcaklıklarına sahip olması, yüzey ve ortam sıcaklıkları arasındaki düşük sıcaklık farklılığı konfor sağlar, küf, mantar benzeri oluşumları engeller,
- Hava akımı olmadan ısı geri kazanım cihazı ile mekanlara taze hava sağlanması iç mekan konforunu artırır ve enerji tasarrufu sağlar.

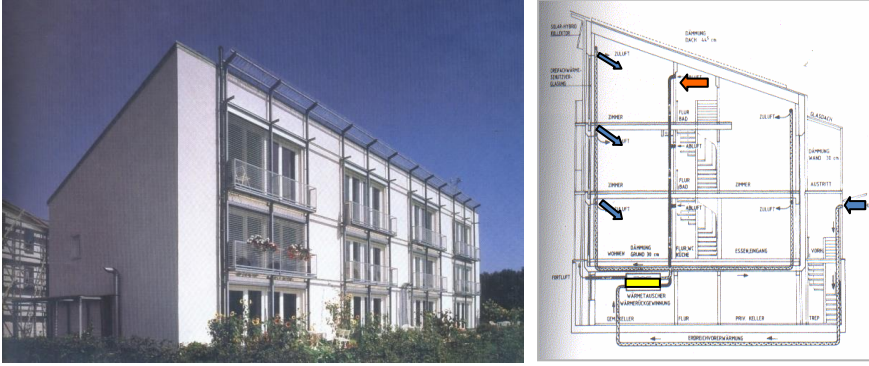
Ayrıca,

- Güneye yönelme ile güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmak, gölgeleme önlemleri ile istenmeyen güneş önlenmesi,
- Temiz havanın pasif yolla toprak altından geçirilerek ön ısıtmaya tabi tutulması,
- Isı geri kazanım sistemi ile atık hava ısının temiz havaya aktarılması,

- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak sıcak su elde edilmesi (güneş toplacıları, ısı pompaları),
- Düşük ısı gerektiren döşemeden ısıtma sistemi kullanımı,
- Enerji tasarrufu sağlayan ev aletleri kullanımı pasif evlerin önemli unsurlarıdır.

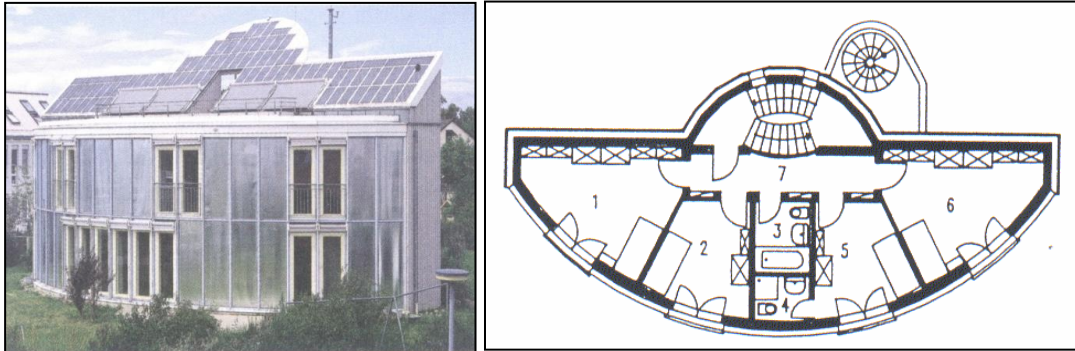
Uygulama Örnekleri

Darmstadt Pasif evi 1991-1992 yılında inşa edilmiş olup çok iyi yalıtılmış, yıllık ısıtma ihtiyacı 15 kWh/m^2 'yi geçmeyecek şekilde planlanmış ve geleneksel ısıtma sistemlerine gereksinim duymamaktadır. Kompakt form, bina kabuğunda yalıtım, ısı geçirgenlik katsayısı düşük pencereler, güneye yönelme ile pasif güneş enerjisi kazançları, kuzeyde düzenlenen tampon bölge olarak işlev gören kış bahçesi aracılığıyla ısı kayıplarının engellenmesi, havalandırma için temiz havanın toprak ısı ve atık ısı geri kazanım sistem ile desteklenmesi temel özellikleridir (Şekil 4).

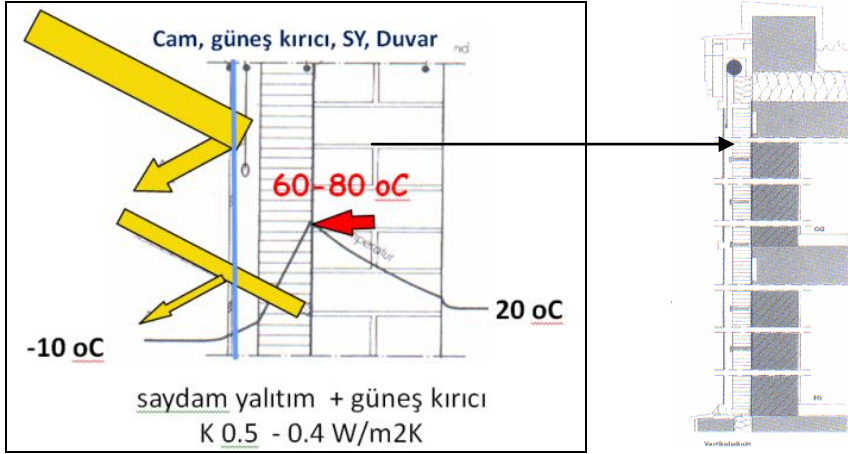


Şekil 4: Darmstadt – Pasif ev görünüş ve kesit, (Wolfgang Feist, Passivhaus Institut, 1992) (12)

Freiburg Sıfır-Enerjili Bina uygulamasında bölgenin iklimsel koşullarına bağlı olarak kompakt form ile ısı kayıplarını en aza indirmesi amaçlanmıştır; bina kabuğu U-değeri $0,4 - 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ 'dir. Güneye yönelik tasarlanan büyük yüzeyli pencereler ile güneş enerjisinden pasif kazanç sağlanır. Ayrıca cephede düzenlenen saydam yalıtım destekli Trombe duvarı uygulaması ile hem ısı kayıpları önlenmekte hem de güneşten sağlanan kazanç duvarda depolanmakta ve belli bir zaman gecikmesi iç mekana aktarılmaktadır. Ayrıca çatıya entegre edilen 50 m^2 yüzeyli fotovoltaik modüller ile güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmektedir ve güneş toplacıları ile sıcak su sağlanmaktadır. Araştırma laboratuvarı ve konaklama birimlerini bünyesinde barındıran 2 katlı, herhangi bir şebeke ile bağlantısı bulunmayan bina sıfır emisyonludur (Şekil 5, 6).

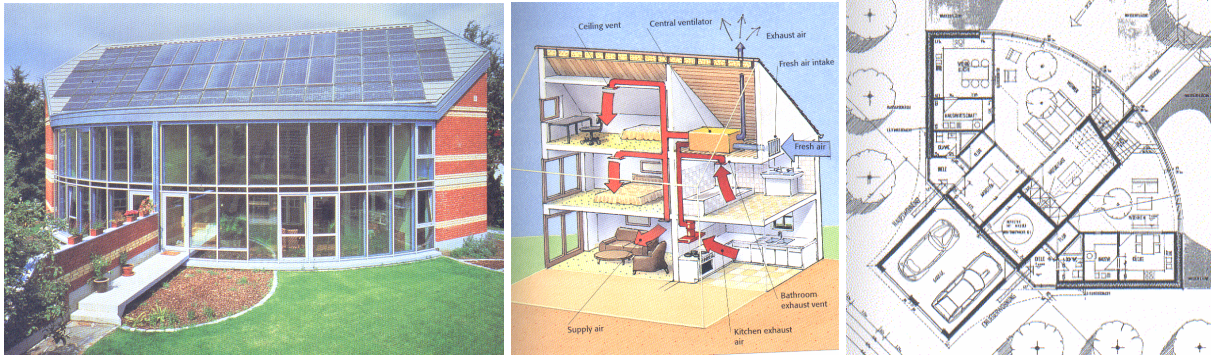


Şekil 5: Freiburg Sıfır-Enerjili Bina Görünüş ve Plan (13)



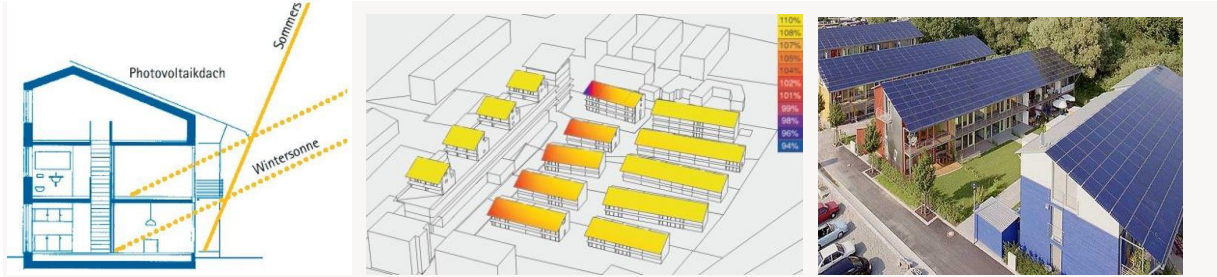
Şekil 6: Freiburg-Sıfır Enerjili Bina Saydam Yalıtımlı Dış Duvar Detayı ve Bina Kesiti

Düşük enerjili bina uygulamasına örnek Münster kentinde yer alan, ısıtma enerjisi tüketim değeri $30-50 \text{ kWh/m}^2$ yıl olan ikiz bir ev verilmektedir (Şekil 7). Kullanım alanı 156 m^2 olan konut, kompakt forma sahiptir. Bina kabuğunda (U-duvar: $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$) ve saydam yüzeylerden (U-kış bahçesi: $0.5-0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$) ısı kayıplarının en aza indirilmesi için yalıtım uygulanmış ve 3 katmanlı cam, kripton dolgulu doğramalar kullanılmıştır. Güneyde yer alan güneş pencereleri ve kış bahçesi ile pasif kazanç sağlanarak ısıtmanın yaklaşık % 100'ü sağlanmaktadır. Ayrıca atık ısıdan yararlanılmakta ve çatıda düzenlenen güneş topaçları ile sıcak su gereksiniminin yaklaşık % 90'ı karşılanarak, çatıya entegre edilen PV modüller ile elektrik enerjisinin % 60'ı güneşten elde edilmektedir (Güneş ışınım 1036 kWh/m^2 yıl).



Şekil 7: Münster Düşük Enerjili Bina Görünüş ve Kesiti

Freiburg-Rieselfeld ve Vauban projesinin temel çerçevesinde ekolojik, sosyal ve kültürel gereklilikleri katılımcı bir işbirliği içinde projede buluşturmak hedeflenmiştir. Böylece bölgede yaşayanların projenin geliştirilmesinde aktif katılımları sağlanmıştır (14). Yaklaşık 5000 kişilik nüfusa sahip Vauban'da binaların projelendirilmesi 1990 yılında başlamış ve tüm evler düşük enerji tüketimi standartlarına uygun olarak inşa edilmiştir. Binalar kojenerasyon sistemi, güneş topaçları ve fotovoltaik paneller ile desteklenmiştir. Freiburg/Vauban, dünya'da toplu konut açısından bakıldığında, tüm evlerin toplamında pozitif enerji katkısı sağlaması bakımından bir ilki oluşturmaktadır. Güneş enerjisinden üretilen gereksinim fazlası elektrik enerjisi ise çift yönlü sayaç uygulaması ile şehir elektrik şebekelerine aktarılmakta ve elde edilen gelir ev sahiplerine kar olarak geri dönmektedir (Şekil 8, 9).



Şekil 8: Artı-Enerjili Bina Uygulamaları, Rieselfeld/Freiburg, Mimar Rolf Disch (15, 16)



Şekil 9: Freiburg Vauban Artı Enerjili Binalar (17)

Sonuç

Avrupa Birliği 2020 yılından sonra tüm kamu ve konut olmak üzere yeni binaların sıfır enerjili binalar olmasını hedeflemektedir. Bu bağlamda bina kabuğunun performansının artırılması ile ısıtma, soğutma ve havalandırma yüklerinin en az indirilmesi, kalan yükler için ısı geri kazanım sistemi, ısı depolama ve yenilenebilir enerji kaynakları ile desteklenmesi gerekmektedir. Çalışmada soğuk iklim bölgesinde uygulanan pasif, düşük enerjili ve artı-enerji bina uygulamaları ve yerleşimleri incelenmiştir. Güneş potansiyeli açısından bulunduğumuz bölgenin iklimsel koşulları değerlendirilerek, enerji tüketimi ve emisyon salımı en aza indirilmiş, kullanıcıya konfor sunan çevre duyarlı yapıların yaygınlaşmasının ülkemiz ekonomisi ve çevresel sorunların azaltılması açısından kaçınılmaz bir gereklilik olduğuna dikkat çekilmektedir.

Kaynakça

1. Yüksekaya, T., Binalarda Enerji Verimliliği AB ve Türk Mevzuatı, Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi, Proje Referans No: EuropeAid/134786/IH/SER/TR, Basım: Mayıs 2016, ÇŞB.
2. Arda Moltay, Sıfır Enerjili Binalara Doğru, YEŞİL BİNA , EKİM 2016.
3. <https://www.enerdata.net/publications/reports-presentations/world-energy-trends.html>
4. Türkiye'nin enerji görünümü 2018, Yayın No:MMO/691, Nisan 2018, Ankara.
5. EU, Directive 2010/31/EU. European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings (recast), Off. J. Eur. Union (2010) 13–35.
6. Ulukavak, G., Enerji Verimli Bina Tasarım Stratejiler, Binalarda Enerji Verimliliğinin Artırılması İçin Teknik Yardım Projesi, Proje Referans No:EuropeAid/134786/IH/SER/TR, Mayıs 2016, ÇŞB.
7. <https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies> (Erişim tarihi 19.10.2019)

8. http://www.passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02.
9. <https://evekoeu.com/pasif-ev-nedir/> (22.10.2019 Erişim tarihi)
10. Feist, W., 2009. Certification as Quality Approved Passive House, Criteria for Residential-Use Passive Houses.
11. Demirel, B., Pasif Ev Uygulamasının Türkiye İçin Deęerlendirilmesine Ynelik Bir alışma, İT, Yüksek Lisans Tezi, 2013.
12. http://www.passivehouse.com/02_informations/02-passive-house-requirement
13. https://passipedia.de/grundlagen/energiewirtschaft_und_oekologie/nullenergiehaus
14. <http://vauban.de/en/topics/history>
15. Heinze, M., Voss, K. Ziel Null Energie Erfahrungen am Beispiel der Solarsiedlung Freiburg am Schlierberg, DBZ Bautechnik, 01/2009.
16. <http://www.frsw.de/fotos09sep/vauban-solar2-090923.jpg>
17. <https://www.treehugger.com/sustainable-product-design/solar-village-by-rolf-disch.html>