

# Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütlerinin Örnekleme

Çiğdem Belgin DİKMEN\*

\*Bozok Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,  
66100, YOZGAT

## ÖZET

Endüstri devrimi sonrası teknolojik gelişmeler ve yaşam biçiminin değişmesine koşut olarak günümüzde enerji gereksinimi gün geçtikçe artmaktadır. 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi, endüstri devrimi sonrasında yoğun biçimde kullanılan fosil yakıt kaynaklarının çevre dostu ve yenilenebilir olmadığı ve alternatif enerji kaynaklarının önemini anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Doğal kaynakların önemli bir bölümünü kullanarak çevre kirliliğine sebep olan yapı sektörü, hammaddenin çıkarılması aşamasından başlayarak yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında da enerji kullanmaktadır. Bu bağlamda çevre ve enerji sorunlarını gidermek mimarlık disiplini kadar yapı ile ilgili diğer disiplinlerin de ilgi alanına girmiş, çevre ve enerji sorunlarına karşı artan duyarlılık yapı üretimi ile ilişkili tüm disiplinleri işbirliği yapmaya zorlamıştır. Çevre ve enerji sorunlarını disiplinler arası bir yaklaşımla ele alan, doğanın ve doğal kaynakların, gelecek nesillere aktarılmasına olanak sağlayacak biçimde dikkatli ve özenli kullanımına işaret eden sürdürülebilirlik, anahtar bir kavram olarak giderek yerel, bölgesel ve küresel ölçekte kabul görmektedir. Bu makalede yapı sektörünün sebep olduğu çevre ve enerji sorunlarına çözüm arayan alternatif enerji kaynaklarını araştıran, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin biçimde kullanımına özen göstererek kaynak korunumu sağlayan sürdürülebilir yapı tasarımı kapsamında enerji etkin yapı tasarımı kavramı sorgulanmış, kavramın mimarlık disiplinini ne ölçüde değiştirdiği dünyada ve Türkiye'de uygulanan enerji etkin yapı tasarım örnekleri bağlamında analiz edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir Mimarlık, Sürdürülebilir Yapı Tasarım İlkeleri, Enerji Etkin Yapı Tasarımı

## Sample Study of Energy Efficient Building Design Criteria

### ABSTRACT

The demand for energy is increasing every day parallel with the technological developments after Industrial Revaluation and changing life styles. The energy crisis in 1970s gives way to understand the fossil fuel being used intensely after Industrial Revaluation is not environment friendly and renewable; it helps to understand the importance of alternative energy sources. The construction sector causing environmental pollution by using a considerable part of nature wastes a big amount of energy from raw material extraction phase going through construction, usage and demolition phases. In this sense solving environmental and energy problems are in the field of other disciplines as well as architecture. The increasing sensibility towards environment and energy problems force the different disciplines related with building production work together. The key concept of sustainability, approaching environment and energy problems and pointing careful using of nature and natural sources carefully to provide to carry them to the coming generations, is getting more and more accepted on local, regional and global scale. In this article, solutions for environment and energy problems coming from construction sector, alternative energy sources, source protection by caring about how to use renewable energy sources efficiently have been searched and analyzed to what extent this concept alters the architecture discipline within energy efficient building design samples, in the world and in Turkey.

**Keywords:** Sustainable architecture, sustainable building design criteria, energy efficient building design

### 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Endüstri devrimi sonrasında teknolojik gelişmeler ve yaşam biçiminin değişmesine koşut olarak günümüzde enerji gereksinimi gün geçtikçe artmaktadır. 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi ile fosil yakıt kaynaklarının çevre dostu ve yenilenebilir kaynaklar olmadığı anlaşılması, çevre ve enerji kavramlarının sorgulanmasına neden olmuştur. Bu olumsuz gelişmelere dikkat çeken Dünya Çevre ve Gelişme Komisyonu 1987'de yayınladığı Ortak Geleceğimiz Raporu'nda "Sürdürülebilir Gelişme" kavramını

gündeme getirmiştir (1). Tüm disiplinler için kalkınma kuramları, modelleri ve politikaları içinde vurgulanarak kullanılan "sürdürülebilir gelişme" kavramı (2), bugünün gereksinimleri karşılırken gelecek nesillerin gereksinimlerini karşılama yeteneklerini ortadan kaldırmayan gelişme olarak tanımlanmakta ve anahtar bir kavram olarak birçok disiplini etkilemektedir. Çevre ve enerji sorunlarının azaltılması ve habitatın korunması amacıyla Dünya Doğal Hayatı Koruma Fonu (WWF), ülkeleri karbon salımlarını azaltacak girişimlerde bulunmaları konusunda uyarmıştır. Böylece yerel, bölgesel ve küresel ölçekte yeni enerji kaynaklarının araştırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından etkin biçimde yararlanılması birçok ülkenin enerji

\* Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

e-posta: cigdembelgin@yahoo.com

Digital Object Identifier (DOI: 10.2339/2011.14.2, 121-134

politikalarında yer almaya başlamıştır. Bu bağlamda pek çok ülke ekonomi politikalarını, toplum düzeyinde kabul gören sürdürülebilir gelişme ilkeleri ile oluşturulmaya çalışmaktadır (3). Yapı sektörünün sebep olduğu çevre ve enerji sorunlarına çözüm arayan, yeni enerji kaynaklarını araştırarak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin biçimde kullanımına özen göstererek kaynak korunumu sağlayan sürdürülebilirlik yaklaşımı, yapı ile ilişkili diğer disiplinler kadar mimarlık disiplini için önemli bir yer tutmaktadır.

Yapılar yaşamları boyunca doğal enerji kaynaklarını kullanmakta, insan ve tüm canlı türlerinin yaşamı için gerekli olan suya, havaya ve toprağa olumsuz etkilerde bulunarak ekosistem içindeki doğal döngüyü geri dönüşü olmayacak biçimde etkilemekte ve çevreye zarar vermektedir. Küresel ölçekte kabul gören sürdürülebilirlik kavramı yapıyı ekolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel boyutlarıyla ele almaktadır (2, 4, 5). Bu bağlamda ekolojik sürdürülebilirlik kaynakların ve ekosistemin korunumunu, ekonomik sürdürülebilirlik kaynakların uzun süre kullanımı ve kullanım maliyetlerinin en aza indirgenmesini, sosyal ve kültürel sürdürülebilirlik ise insan sağlığı ve konforunun sağlanması, sosyal ve kültürel değerlerin korunumunu kapsayan geniş bir yelpazede tanımlanmaktadır (6). Sürdürülebilirlik kavramı, mimari tasarım ölçütlerinin gözden geçirilerek çevre ve enerji konuları ile yeniden ele alınmasını gerektirmiştir.

## 2. SÜRDÜRÜLEBİLİR YAPI TASARIMI (SUSTAINABLE BUILDING DESIGN)

Yapı sektörü doğal kaynakların önemli bir bölümünü kullanarak ekolojik dengenin bozulmasına, insan sağlığını tehdit eden ortamların oluşmasına neden olmakta ve insan-doğa-çevre etkileşimini olumsuz etkilemektedir. Dünyada tüketilen enerjinin % 90'ı ve Türkiye'de tüketilen enerjinin % 75'i kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlardan sağlanmaktadır (7). Ayrıca dünya genelinde tüketilen enerjinin % 50'si ve suyun % 42'si bina yapımında veya kullanım süreçlerinde harcanmaktadır (8). Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının % 50'si, içme sularındaki kirlenmenin % 40'ı, hava kirliliğinin % 24'ü, CFCs ve HCFCs salımlarının % 50'si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (9).

Sürdürülebilirlik günümüzdeki gereksinimler karşılanırken doğanın ve doğal kaynakların gelecek nesiller için korunmasını gerekliliğine işaret etmektedir (10). Bu nedenle çevre üzerinde olumsuz sonuçlar doğuran ve tüketilen enerjiden büyük ölçüde sorunlu olan yapı tasarımı sürdürülebilirlik kapsamında yeniden ele alınmalıdır. Sürdürülebilirlik, mimari tasarım sürecinin planlama, programlama, ön tasarım, tasarım, uygulama, kullanım, yıkım ve yeniden planlama evrelerinin tümünü kapsayacak biçimde uzun vadeli bir süreçte değerlendirilmelidir. Sürdürülebilirlik yaklaşımı teknoloji-işlevsellik-estetik ve ekonomi olarak tanımlanan mimari tasarım ölçütlerinin doğa-çevre-enerji korunumu ve konfor konuları ile genişleyerek

değişmesine, enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan yapı tasarımının yeniden tanımlanmasına neden olmuştur (11). Bu tanımlama kapsamında sürdürülebilir yapı tasarımı ölçütleri aşağıda ifade edildiği şekilde sıralanabilir (12-15):

- Yapı kabuğu ve yapı formunun konum, topoğrafya, iklim, manzara, hakim rüzgar vb. içeren fiziksel çevre verilerine uygun biçimlendirilerek enerji verimliliği sağlanması,
- Kaynak korunumu, enerjinin etkin ve verimli kullanılması ve alternatif enerji kullanımının yaygınlaştırılması,
- Enerjinin, bakım ve onarım maliyetlerinin, yapıyla ilişkili hastalıkların, atık ve kirliliğin azaltılması ve atıkların değerlendirilmesi,
- Esnek ve değişen koşullara uyum sağlayabilen, uzun kullanım ömrüne sahip yapı tasarımı ile yapılardan beklenen performans düzeyinin artırılması,
- Sürdürülebilir, geri dönüştürülebilir ve çevreye duyarlı yapı malzemeleri kullanarak yapı ürünlerinin verimliliğinin ve konforunun, yapı ve bileşenlerinin dayanıklılığının ve esnekliğin artırılması,
- Zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması ve yapıyla ilgili sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirgenmesi,
- Sağlıklı mekânlar yaratılması ve iç hava kalitesi sağlanması,
- Sunduğu nitelikli ve yaşanabilir çevreler ile kullanıcı memnuniyeti sağlayan mekânların elde edilmesi ve
- Biyolojik çeşitliliğin korunması ve habitatın korunumu.

Sürdürülebilir yapı tasarımı gelişen ve sürdürülebilirlik boyutuyla değişen mimari tasarım ölçütleri ile bu ölçütlere uygun olarak seçilen çevreye duyarlı yapı malzemeleri ve yapı teknikleri kullanarak yapı üretmeyi hedeflemektedir. Yapı sektöründe en önemli aktörler olan mimarlar bu hedefe uygun, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına özen gösteren, enerji verimliliğini arttırmayı amaçlayan ve çevresel duyarlılığa sahip tasarımların üretilmesinden sorumludur.

Sürdürülebilir mimari tasarım, insan yaşamının büyük bir bölümünü geçirdiği ve uzun hizmet ömrüne sahip yapıların yeni tasarım ölçütlerine göre değiştirilmesini gerektirmektedir. Sürdürülebilirlik kapsamında yapı tasarımında yapılması gereken değişiklikler Uluslararası Mimarlar Birliği (UIA) ve Birleşmiş Milletler Eğitim Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO) tarafından 1996 yılında hazırlanmış ve Mimarlık Eğitimi Şartı'nda da belirtilmiştir. Bu değişiklikler yaşam kalitesinin insanlığa yakışır biçimde yükseltilmesi, insanların sosyal, kültürel ve estetik gereksinimlerini önemseyen uygulamalarla ekolojide

duyarlı ve sürdürülebilir çevre gelişimi ve herkesin kendi malı ve sorumluluğu olarak görüp değer verdiği mimari çevre olarak belirlenmiştir.

Sürdürülebilirliğin oldukça geniş bir kavram olması bu kapsamda gerçekleştirilen uygulamaların birbirinden farklı ölçeklerde ve farklı konseptlerde ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sürdürülebilir mimarlık örnekleri kırsal ölçekten kentsel ölçeğe değişiklik göstermekte ve sürdürülebilir mimari tasarım ölçütleri arasında bir veya birkaç kavram ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilir mimarlık örnekleri yerel malzeme kullanan, fiziksel çevre verilerine uygun, geleneksel tasarım örneklerinden yapı kabuğu ve biçimi ile kendi enerjisini oluşturan ve kaynak korunumu sağlayan, az bakım onarım gerektiren yapı malzemeleri kullanan ve ileri teknoloji içeren hi-tech yapılara kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir yapı tasarım ilkeleri ile tasarlanmış olmalarına karşın bu tasarım ilkelerinden bir veya birkaçını ön plana çıkararak yapılmış tasarımlar enerji etkin yapı tasarımı, ekolojik mimari, yeşil/çevreci/doğaya uyumlu yapı tasarımı ve akıllı bina tasarımı gibi kavramlarla anılmaktadır.

### 2.1. Enerji Etkin Yapı Tasarımı (Energy Efficient Building Design)

Enerji etkin yapı tasarımı, mimari tasarım sürecinde iklim, yön ve hakim rüzgar gibi değişken fiziksel çevre verilerinden yararlanarak, enerjiyi etkin ve verimli kullanmaya yönelik tasarım yapılması olarak tanımlanabilir. Enerji etkin yapı tasarımı yapıya uygun aktif ve pasif denetim olanaklarının yaratılarak, ısıtma-soğutma-havalandırma-doğal aydınlatma konularında yapı performansını arttırmaya ve enerji korunumu sağlamaya yönelik denetim sağlanması, tasarım ölçütlerinin belirlenmesi ve bu kapsamda mimari tasarımlar yapılmasını gerektirir (16, 17). Enerji etkin yapı tasarımı aşağıda sıralanan ölçütleri içermektedir (17):

- Yapı kabuğunun ve formunun fiziksel çevre verilerine uygun biçimlendirilmesi ve konumlandırılması,
- Yapı tasarımında dış havayı içeri alarak denetleyecek ve denetlenmiş havayı dağıtacak, yapı içi ve dışı arasında tampon bölge oluşturacak biçimlerin kullanılması,
- Dış atmosfer koşullarının yumuşatılarak yapı içine alınması amacıyla doğanın ve yeşilin yapı içine alacak tasarımlar yapılması,
- Yapı tasarımının güneş enerjisinden optimum yararlanacak biçimde desteklenmesi ve yapı cephesinde enerji etkin cephe sistemlerinin kullanılması,
- Yapıyı oluşturan malzeme ve bileşenlerin yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, enerji korunumu sağlayan, çevreye duyarlı ve

az bakım-onarım gerektiren malzemelerden seçilmesi ve

- Yapı içinde enerji verimliliği sağlamaya yönelik pasif ve aktif sistemlerin kullanılması olarak tanımlanabilir (11, 18).

Enerji etkin yapı tasarım sürecini geleneksel tasarım sürecinden ayıran en önemli özellikler ise şunlardır:

- Mimari tasarım sürecinin tüm evrelerinde, yapıyı oluşturan tüm malzeme ve bileşenlerin üretimi, yapının tasarımı, kullanımı, bakımı, işletimi ve iklimlendirme sistemlerinin seçim ve yönetimine kadar geniş bir yelpazede ele alınması,
- Yapının standardını düşürmeden enerji girdilerinin bireysel ve toplumsal yarara yönelik olarak miktar ve maliyetini azaltması ve
- Yapı çevre uyumunun sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması ve kullanılan enerjiyi koruyacak önlemlerin alınması.

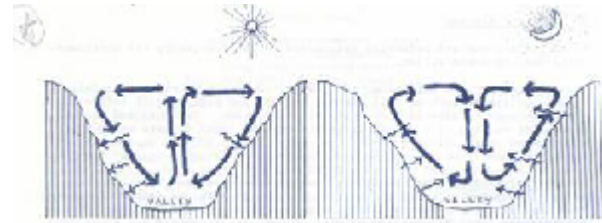
### 2.2. Enerji Etkin Yapı Tasarım Ölçütleri (Energy Efficient Building Design Criteria)

Isıl (iklimsel), görsel ve işitsel konfor koşullarını sağlamaya yönelik olarak doğal kaynaklardan maksimum yararlanacak ve minimum enerji tüketecek, diğer bir deyişle enerji etkin sürdürülebilir bir çevre oluşturmada etkili olacak yapının pasif sistem olarak enerji verimliliğini etkileyen tasarım parametreleri aşağıda sıralanmaktadır (18-21);

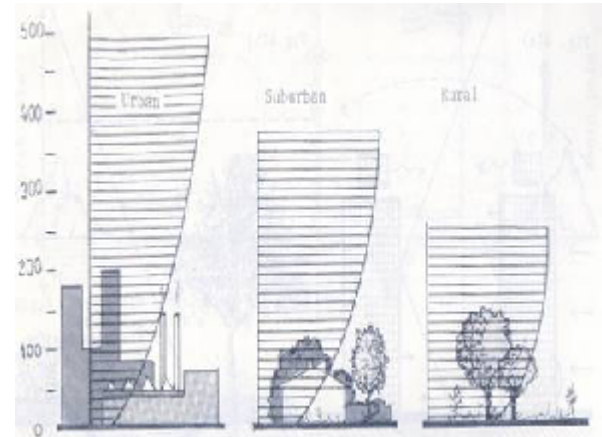
- Yapının yer seçimi,
- Yapının diğer yapılara mesafesi ve konumlandırılması,
- Yapının yönü,
- Yapının formu,
- Yapı kabuğunun ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri,
- Dış ortam aydınlık düzeyi,
- Yapı dışı iklimsel ve görsel konforu etkileyebilecek engeller,
- Yapı iç hacminin fiziksel özellikleri,
- Pencere ve cam gibi yapı elemanlarının boyutları ve yapısal özellikleri,
- Yapay aydınlatma sistemini oluşturan bileşenlerin özellikleri ve
- Güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri.

Yapının güneşe göre yönlendirilmesi, enerji korunumu kadar yapı içi ısıl konforu etkilemekte, istenilen sıcaklıkların elde edilmesini sağlayarak kullanıcı memnuniyetini de arttırmaktadır (19, 20). Yapı tasarımının doğal havalandırma sağlayacak çözümler

içermesi yapıda ısıtma, soğutma, havalandırma ve iklimlendirme maliyetlerini azaltarak enerjinin korunmasına yardımcı olacaktır. Yapının yer, yön seçiminde ve konumlandırılmasında topoğrafya, biyolojik çeşitlilik, hakim rüzgar yönü ve iklim gibi fiziksel çevre verileri enerji etkin yapı tasarımında etkin rol oynayan ölçütlerdir. Tasarlanacak yapının yer ve yön seçiminde ana ilke, güneşin ısı ve ışınımından yararlanmak, olumsuz etkilerinden korunmaktır (22). Yapının yer seçimi güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava hareketi ve nem gibi iklim mikro iklimlendirme koşulları yapının enerji etkinliğinde ve enerji tüketiminde belirleyici olmaktadır. Yapı yüksekliğinin fazla olması yapının daha fazla rüzgâra ve ısı kaybına maruz kalması anlamına gelmektedir. Şekil 1 ve Şekil 2 yapının yer ve konumu ile enerji verimliliği ilişkisini ifade etmektedir (18).



Şekil 1. Yapının Yer Seçimi-Enerji Verimliliği İlişkisi-Doğal Çevre (Building Site Selection-Relationship Between Energy Efficiency-Natural Environment)



Şekil 2. Yapının Yer Seçimi-Enerji Verimliliği İlişkisi-Yapılı Çevre (Building Site Selection-Relationship Between Energy Efficiency-The Built Environment)

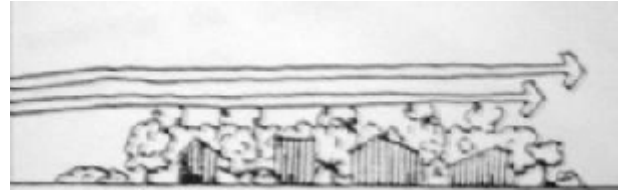
Yapı yüksekliğinin zorunlu olduğu hallerde yapının hakim rüzgar yönü dikkate alınarak konumlandırılması rüzgarın serinletici ve iklimlendirici etkisinden yararlanmak ve/veya rüzgar gücünden enerji üretimi sağlayacak çözümler üretmek enerji verimliliği sağlayabilir.

Güneş ışınımının ısıtıcı ve rüzgarın serinletici etkisi yapının yönlendiriliş durumuna göre değişmektedir. Yapının konumu güneşin ışınım ve ısınımı, rüzgarın serinletici ve iklimlendirici etkisinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, güneş ve rüzgarın yararlı etkilerinin optimize edilebilmesi için iklimsel/bölgesel gereksinmelere bağlı olarak tasarım

sürecinin her aşamasında yapılar için en uygun konumlandırma sağlanmalıdır (23). Şekil 3 yapının yön ve konumu-hakim rüzgar-enerji verimliliği, Şekil 4 ise peyzaj-rüzgar-enerji verimliliği ilişkisini ifade etmektedir. Bu bağlamda yapılarda etkin ve akılcı enerji verimliliğinin sağlanması amacıyla yapının, mimari tasarım sürecinin planlama evresinden başlayarak tasarım sürecinin tüm evrelerinde (planlama, programlama, tasarım, uygulama, kullanım) enerji etkin pasif bir sistem anlayışı ile ele alınması gerekmektedir.



Değişik yerleşme birimlerinde hava hareketi (Air movement in the different settlement units)



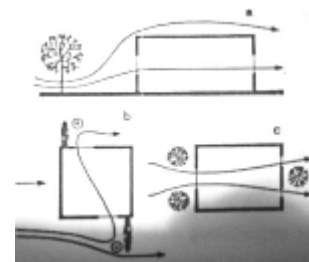
Ağaçlardan yüksek olmayan binalar (Buildings not higher than the trees)



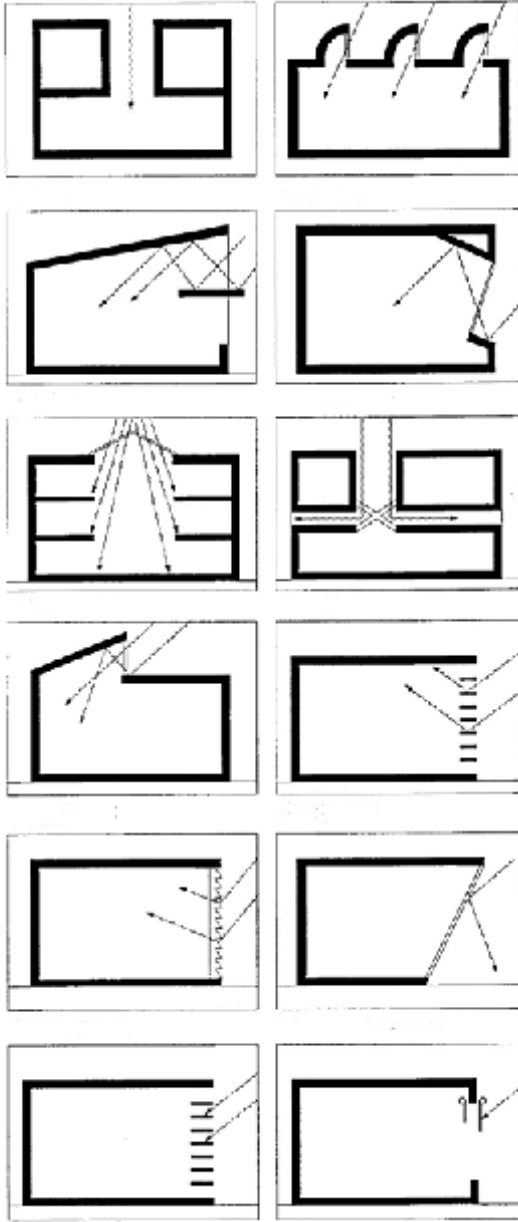
Yapının çevresinde oluşan hava akımı (The air flow around the building)

Şekil 3. Yapı Yön ve Konumu-Hakim Rüzgar-Enerji Verimliliği İlişkisi (Structure and Position-Dominant Wind Direction-Relationship Between Energy Efficiency-The Built Environment) (19)

Yapı formu ısı kaybı ve kazancını dolayısıyla enerji verimliliğini etkileyen parametrelerden biridir. Yapının formuna ek olarak yapı uzunluğunun derinliğine oranı, yüksekliği, çatı türü, eğimi, cephe ve pencere biçimlenişi gibi değişkenler ile mekânı oluşturan yüzeylerin hacme oranları da enerji verimliliğini etkileyebilir (24). Şekil 5'te yapı formu/geometrisi-enerji verimliliği ilişkisi ifade edilmektedir.



Şekil 4. Yapı Peyzaj-Rüzgâr-Enerji Verimliliği İlişkisi (Building Landscape-Wind-Relationship Between Energy Efficiency) (19)



Şekil 5. Yapı Formu/Geometrisi-Enerji Verimliliği İlişkisi (Building Landscape-Wind-Relationship Between Energy Efficiency) (2)

Yapı kabuğunun ısı geçişini etkileyen fiziksel özellikleri enerji verimliliğini etkilemektedir. Yapının duvar ve çatı yüzeyinin artması enerji verimini azaltmaktadır. Bu nedenle yaz mevsiminde güneşin olumsuz etkisinden korunmak ve kış mevsiminde ise güneşin ısınım ve ışınımından maksimum yararlanmak amacıyla pencereler güneye yönlendirilmelidir. Isı kaybının ve/veya enerji kullanımının fazla olacağı iklim koşullarında kuzey yönünde sağır cephe ve peyzaj, güney yönünde ısı kaybı düşük camlar ve kuzey yönünde kalan bölgelerde de güneye bakan çatı pencereleri güneş kazancının ve enerji veriminin artırılmasına katkı sağlayacaktır (19).

Dış ortamın aydınlık düzeyi ve yapı dışında iklimsel, görsel ve işitsel konforu etkileyebilecek

engeller yapının enerji verimliliğini etkileyebilecek boyutta olabilir. Bundan başka yapı iç hacminin fiziksel özellikleri (yapı iç hacim biçimi, yüksekliği, duvar ve/veya çatı eğimi, cephe ve pencere biçimlenişi gibi değişkenler ile mekânı oluşturan yüzeylerin hacme oranları), duvar, pencere, cam gibi yapı elemanlarının (kış bahçesi, güneş duvarı/güneş çatısı ve camlı ek yapı uygulaması) boyutları ve yapısal özellikleri de enerji verimliliğini etkileyebilir (3, 19).

Çevresel faktörler, mikro iklimlendirme ve yapı kabuğunun ısı performansının denetimi de enerji verimliliğini etkileyen faktörler arasındadır. İklimsel konforu etkileyen yapı kabuğu rüzgâr, sıcak ve soğuk hava koşullarına uygun koruma sağlamalıdır. Yapı kabuğunu oluşturan katmanların ısı iletim özellikleri, kabuğun hava sızdırmazlık düzeyi, pencerelerin konumlandırılması, doğramalar, kullanılan camların renk ve yansıtıcılıkları konutta enerji denetimi için önemli girdilerdir. Yapı kabuğunun optik ve termo-fiziksel özellikleri, iç-dış hava sıcaklığı farkı ile güneş ısınım etkileri bağlamında gerçekleşen ısı transferinin belirleyicisidir (19).

Pencere ve cam gibi yapı elemanlarının boyutları ve yapısal özellikleri kadar, yapay aydınlatma sistemini oluşturan bileşenlerin özellikleri, güneş kontrol ve doğal havalandırma sistemleri de enerji etkin yapı tasarımını etkileyen parametrelerdir. Yapıda kullanılan camların niteliği enerji verimliliğinin sağlanmasında belirleyici olabilmektedir. Isı kontrolünün güç olduğu doğu ve batı cephelerinde cam yüzeylerin azaltılması, güneş kontrolü sağlanması ve yapının doğu-batı aksında güney cephesini geniş tutacak şekilde lineer konumlandırılması önerilmektedir.

### 2.3. Enerji Etkin Yapı Tasarım Örnekleri (Energy Efficient Building Design Samples)

Enerji etkin yapı tasarımında yapı kabuğunun ve formunun yer seçimi, konumlandırma, topoğrafya, biyolojik çeşitlilik, hakim rüzgâr yönü ve iklim gibi fiziksel çevre verilerine uygun biçimlendirilmesi ve konumlandırılması, insan yaşamı için gerekli konfor ve sağlık koşullarının yerine getirilmesi ve enerji korunumu sağlanması ana ilkedir. Bu amaçla yapıların özellikle ısıtma, soğutma ve iklimlendirmesinde kullanılan enerjiyi azaltan, doğal havalandırma olanakları yaratan, güneş, rüzgâr gibi doğal kaynaklardan yararlanan tasarımlar kullanılmalıdır. Yapının biçimlenmesinde dış havayı içeri alarak denetleyecek ve denetlenmiş havayı dağıtacak, yapı içi ve dışı arasında tampon bölge oluşturacak biçimler tercih edilmelidir. Dış atmosfer koşullarının yumuşatılarak iç mekâna aktarılması amacıyla doğa ve yeşili yapı içine alacak ve yapı çevresinde, yüzeyinde ve çatısında peyzajdan yararlanılması enerji tüketiminin azaltılmasına yardımcı olmaktadır.

Enerji etkin yapı tasarım bağlamında peyzajın yapı içine alınması ve yeşil çatı uygulanması giderek yaygınlaşmaktadır. Yeşil çatılar yerleşim alanlarında sıcaklığı düşürmekte, yağmur sularını tutarak, atık su

sistemlerinin yükünü hafifletmekte, hava kirliliğini azaltmakta, karbonu depolamakta ve çatı üst örtüsünün altındaki malzemeleri güneşin zararlı etkilerinden koruyarak, bu malzemelerin daha uzun ömürlü ve dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunmasına da yardımcı olan yeşil çatılar veya katlarda tekrarlanan asma bahçeler (sky courts) yapı içindeki ofislerin doğal olarak iklimlendirmesi için yeterli hava dolaşımını oluşturmaktadır. Yapı çevresinde, yüzeyinde ve çatısında yeşil dokunun varlığı ve asma bahçeler kentleşme sonucu ortaya çıkan yapı görüntüsünü doğa lehine çevirmekte ve bu sayede yapının kapladığı alan tekrar kazanılmaktadır (14).

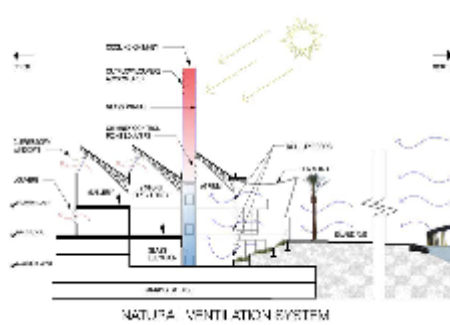
Yapıyı oluşturan malzeme ve bileşenlerin yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, enerji korunumu sağlayan, çevreye duyarlı ve az bakım-onarım gerektiren malzemelerden seçilmesi suyun, toprağın, havanın ve malzemenin korunumunu sağlayarak kaynak kullanımını azaltacak bir girişimdir. Yapı tasarımında malzeme korunumu sağlamak amacıyla modüler sistemle tasarlanmış, işleve uygun olarak yeterli büyüklükte, basit ve geometrik formda esnek çözümler içeren, yeniden kullanıma olanak veren tasarımlar (24) kullanılmalıdır. Malzeme seçiminde standart, ekolojik, geri dönüştürülmüş malzemeden elde edilmiş ambalaj kullanan, dayanıklı, sık bakım-onarım gerektirmeyen çevre dostu malzemeler ve yapı elemanları ile malzemenin ve yapının hizmet ömrünü uzatılarak ekonomi sağlayacak ve çevreyi daha az tahrip edecek malzemeler tercih edilmelidir (25). Su tüketiminin azaltılması atık su miktarını da azaltacak bir girişim

olarak görülmelidir. Yapıda atık suyun değerlendirilmesi, suyun ve yağmur suyunun yeniden kullanımı, su korunumu sağlayacak peyzaj düzenlemelerinin kullanımı, kullanım sularının kimyasallarla kirlenmemesi ve suyu verimli kullanan tesisat kurulumu gibi yöntemlerle yapılarda su korunumu gerekir.

Tasarımda güneşin ısı ve ışınımından maksimum yararlanmak, olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla güneşe yönlenen ve/veya gölgeleyen sistemlerden yararlanmalıdır (26). Enerji etkin yapı tasarımı için mimari tasarımın tüm evrelerinde bilinçli ısı yalıtım uygulamalarıyla enerji korunumunu arttıran, pencere açıklıklarında ısı transferini sınırlayarak ısı konforu destekleyen, yüksek performanslı sistemlerin ve malzemelerin tercih edilmesi, gereksinimlere göre ısı, ışık ve güneş kontrolü sağlayacak hareketli cephe elemanlarının kullanılması gerekir (20).

Enerji etkin bir yapı tasarımında iç ve dış mekânı birbirinden ayıran yapı elemanlarından oluşan ve enerjinin korunmasında, ısı konforunun sağlanmasında önemli rol oynayan yapı kabuğunun (19) kullanımı önem kazanmaktadır. Bu bağlamda yapı tasarımı doğal kaynaklardan optimum biçimde desteklenmeli, yapı içinde ve cephesinde enerji verimliliği sağlamaya yönelik pasif ve aktif enerji etkin sistemlerinin kullanılmalı ve yapının gereksinim duyduğu enerjiyi sağlanmalıdır.

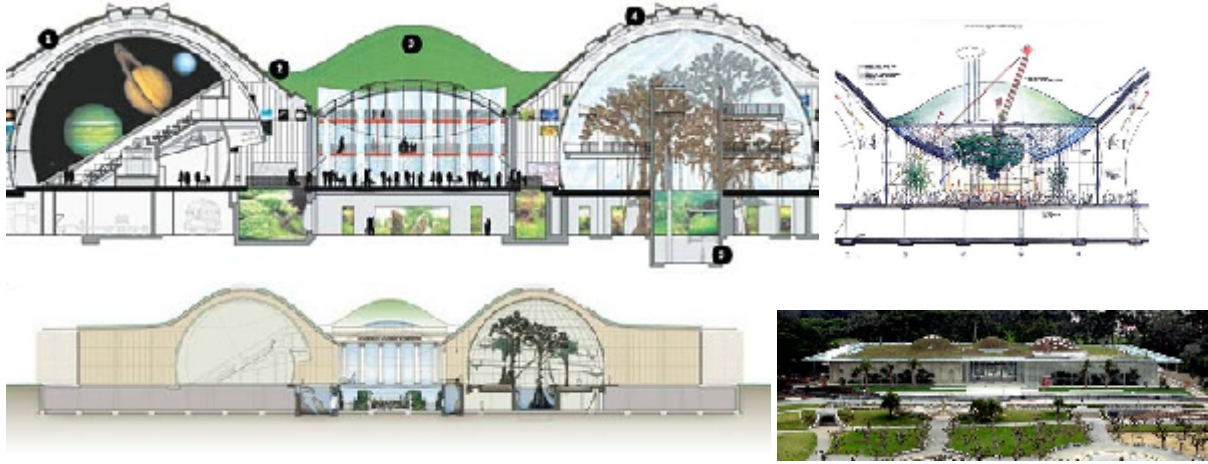
Sürdürülebilirlik kapsamında dünyadan ve Türkiye’den seçilen enerji etkin yapı örnekleri Şekil 6-15’te ifade edilmektedir.



Şekil 6. California Çocuk Müzesi, Rob Wellington Quigley FAIA, 2008, ABD, (Doğal Havalandırma) (California Child Museum, Rob Wellington Quigley FAIA, 2008, USA) (Natural Ventilation) (27, 28)



Şekil 7. Swiss Headquarter, Norman Foster and Partners, 2004, İngiltere, (Doğal Havalandırma, Aydınlatma, Akıllı Kabuk) (Swiss Headquarter, Norman Foster and Partners, 2004, Great Britain) (Natural Ventilation, Lighting, Smart Shell) (17).



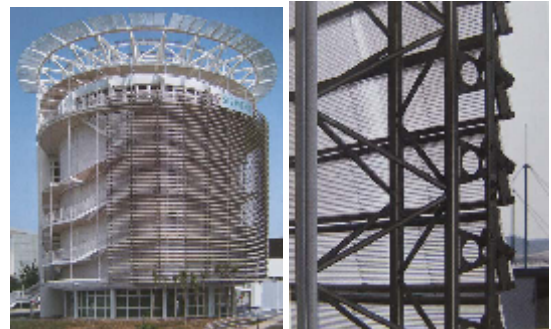
Şekil 8. California Bilim Müzesi, Renzo Piano, 1997, San Francisco, ABD, (Doğal Havalandırma, Yeşil Çatı, Güneş Panelleri, Geri Dönüşümlü Malzeme) (California Science Museum, Renzo Piano, 1997, USA) (Natural Ventilation, Green Roof, Solar Panels, Recycle Materials) (29)



Şekil 9. Greater London Authority, Norman Foster and Partners, 2002, Londra, (Doğal Havalandırma, Aydınlatma, Akıllı Kabuk) (Greater London Authority, Norman Foster and Partners, 2002, London) (Natural Ventilation, Lighting, Smart Shell) (18)



Şekil 10. İngiliz Pavyonu, Expo Fuarı, Nicholas Grimshaw, 1992, Sevilla-İspanya, (Cephede Su Perdesi ile Doğal İklimlendirme, Güneş Panelleri) (British Pavilion, Expo Fair, Nicholas Grimshaw, 1992, Seville-Spain), (Natural Air Conditioning with Water Curtain at the Front, Solar Panels) (30)



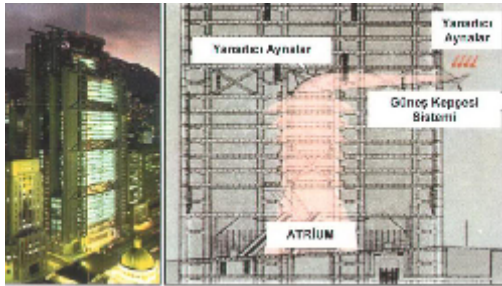
Şekil 11. Siemens Pavyonu, Gunter R. Standke, 1992, İspanya, (Cephede Hareketli Yatay Kepenk Uygulaması), (Siemens Pavilion, Gunter R. Standke, Spain, 1992), (Moving Fronts Horizontal Shutter Application) (21, 31)



Şekil 12. Briarcliff House, ARUP, İngiltere, (Akıllı Kabuk, Çift Kabuklu Cephe Uygulaması), (Briarcliff House, ARUP, Great Britain) (Smart Shell, Application of Double Shelled Wall) (21)



Şekil 14. Hearts Tower, Norman Foster and Partners, New York, 2001, (Doğal Havalandırma, Aydınlatma, Akıllı Kabuk) (Natural Ventilation, Lighting, Smart Shell) (22)



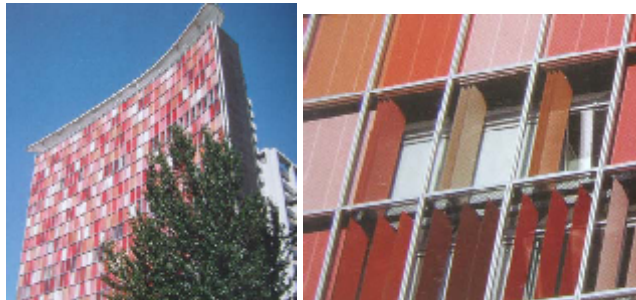
Şekil 13. Hong Kong Shanghai Bankası, Norman Foster and Partners, 1986, Hong Kong, (Güneş Keçesi, Yansıtıcı Aynalar ile Gün Işığının Kapalı Atriuma Yansıtılması) (Sun Bucket, Reflecting Light of Day Indoor Atrium with Reflective Mirrors) (22, 32)



Şekil 15. Delft Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Mecanoo Architects, 1998, Hollanda, (Cephede Mekanik Havalandırma Eğik Yüzey Uygulaması) (Delft Technical University Library, Mecanoo Architects, 1998, Holland) (Application of Mechanical Ventilation, the Front Inclined Surface) (21, 33)



Şekil 16. Masdar Kenti, Norman Foster and Partners, Abu Dhabi, 2010, (Rüzgar ve PV Çiftlikleri, Su Korunumu, Atık Kontrolü, Çevre Dostu Malzeme) (Masdar City, Norman Foster and Partners, Abu Dhabi, 2010) (Wind and PV Farms, Water Conservation, Environmentally Friendly Materials) (34)



Şekil 17. GSW Headquarters Binası, Sauerbruch Hutton, Almanya, 1999, (Çift Kabuk Cephe Uygulaması, Hareketli Güneş Kırıcılar), (GSW Headquarters Building, Sauerbruch Hutton, Germany) (Application of Double Shelled Wall, Louvre Blade Movings) (20)





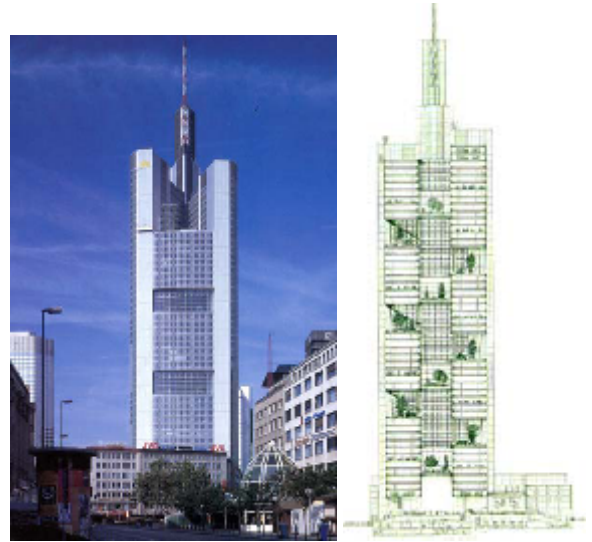
Şekil 18. Occidental Chemical Centre, Canon Design Inc., Mark R. Mendell, 1980, New York, (Çift Kabuklu Cephe Uygulaması) (Application of Double Shelled Wall) (20)



Şekil 19. Berlin Debis Building, Renzo Piano, Christoph Kohlbecker, 1997, Berlin, (Çift Cidarlı Cephe Uygulaması) (Application of Double Walled) (35)



Şekil 20. Strata Tower, Norman Foster and Partners, 1997, Londra, (Rüzgâr Türbini, Doğal İklimlendirme ve Havalandırma) (Wind Turbine, Natural Air-condition and Ventilation) (17)



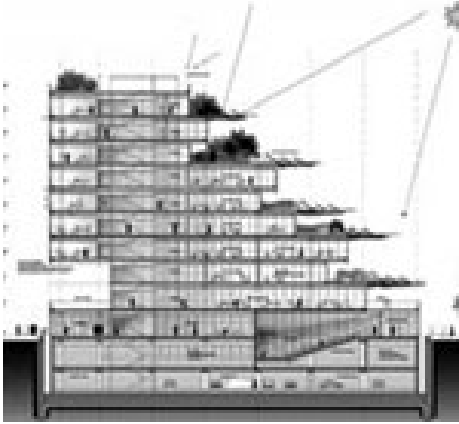
Şekil 22. Commerzbank, Norman Foster and Partners, 1997, Almanya, (Doğal iklimlendirme ve havalandırma) (Commerzbank, Norman Foster and Partners, 1997, Germany) (Natural Air condition and Ventilation) (17)



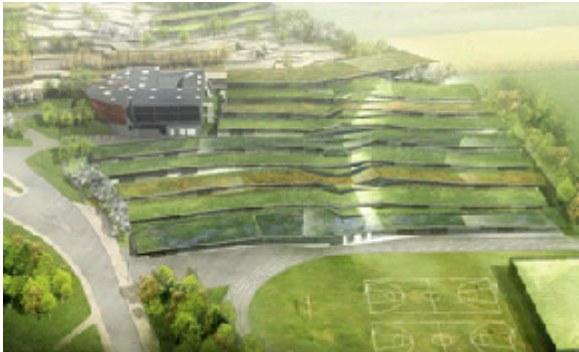
Şekil 23. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Atkins 2008, Bahreyn, (Rüzgâr Türbini, Doğal Aydınlatma, Çevre Dostu Malzeme), Bahreyn World Trade Centre, Atkins, 2008, Bahreyn) (Wind Turbine, Natural Lighting, Environmentally Friendly Materials) (36)



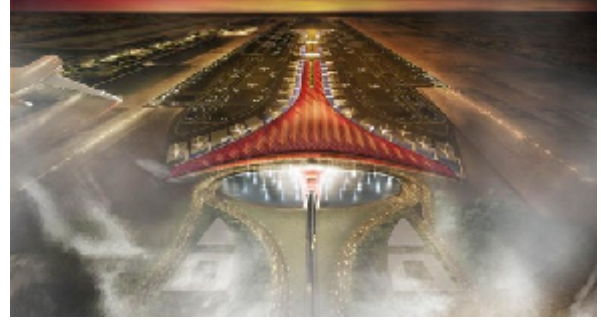
Şekil 21. Sanitas-BUPA Headquarters binası, Inigo Ortiz, Enrique Leon, 2000, İspanya, (İç Mekânda ve Çatıda Peyzaj Uygulaması) (Sanitas-BUPA Headquarters Building, Inigo Ortiz, Enrique Leon, 2000, Spain) (Application of Landscape the Interior and Roof) (18)



Şekil 24. Szeeb Ecological and Energy Efficient Building, Mario Cucinella 2003, Tsinghua, (Fotovoltaik Panel, Doğal Havalandırma ve Aydınlatma, Yeşil Çatı) (Photovoltaic Panel, Natural Air condition and Ventilation) (37)



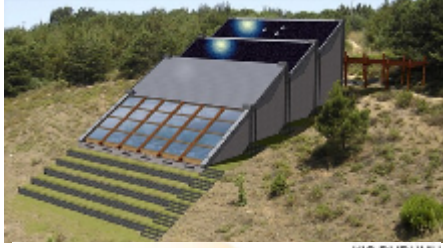
Şekil 25. Lycee Jean Moulin, Duncan Lewis Scape and Jean de Giacinto, Yapım aşamasında, Revin, Fransa, (Doğal Aydınlatma, Yeşil Çatı) (Under Struction) Natural Lighting, Green Roof) (38)



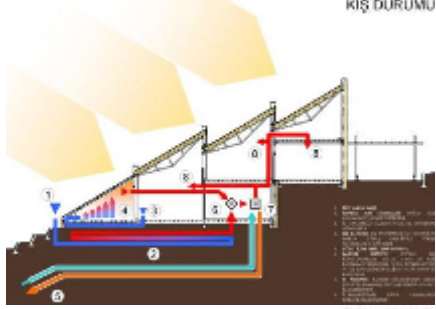
Şekil 26. Çin Havalimanı, Norman Foster and Partners, 2008 Pekin, (Sürdürülebilir Yapı) (China Airport, Norman Foster and Partners, 2008 Pekin) (Sustainable Building) (34)



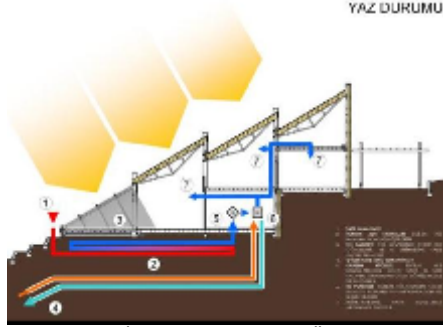
Şekil 27. Dongtan Eko Kenti, ARUP David Height, 2001, Shanghai, (Yenilenebilir Enerji Kullanımı, Çevre Dostu Yapı, Düşük Karbon Salımı) (Dongtan Eco City, ARUP David Height, 2001, Shanghai) (The Use of Renewable Energy, Environmentally Friendly Building, Low Carbon Emission) (39)



KIŞ DURUMU



YAZ DURUMU



Şekil 28. Ekoyapı, İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa Yerleşkesi, Has Mimarlık, 2007, (Yağmur Suyu Toplama, Rüzgar türbini, Güneş Paneli) (Eco building, İstanbul Technical University Ayazağa Settlement, Has Architecture, 2007) (Rain Draining, Wind Turbine, Solar Panels) (40)



Şekil 29. Enerji Etkin ve Yenilenebilir Enerji Kullanımlı Yapı, ODTÜ, 2009, Tasarım-Proje-Uygulama Merkezi, ODTÜ, Ankara, (Energy Efficient and the Use of Renewable Energy Building) (41)



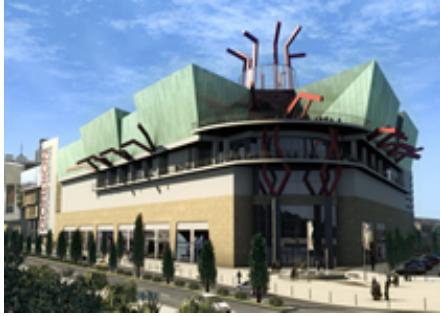
Şekil 30. Siemens Fabrikası, Yıl, Gebze, (Doğal Havalandırma, Su Korunumu, Doğa Dostu Malzeme, LEED Sertifika) (Natural Ventilation, Water Conservation, Nature Friendly Material, LEED Certificate) (42)



Şekil 31. Meydan AVM, Foreign Office Architects (FOA), İstanbul, (Güneş ve Jeotermal Enerji Kullanımı, Yeşil Çatı) (Meydan Shopping Centre) (The Use of Solar and Geothermal Energy, Green Roof) (43)



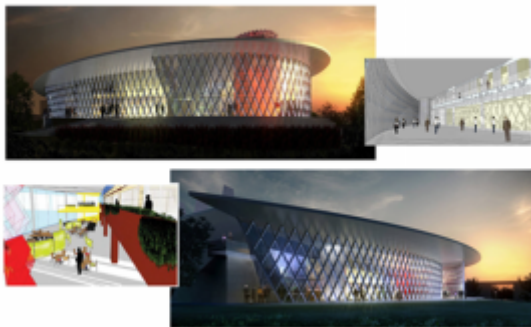
Şekil 32. Varyap Meridian AVM, Foreign Office Architects (FOA), İstanbul, (Doğal Aydınlatma, Havalandırma, Güneş paneli, Rüzgar Türbini, Gri Su Kullanımı, Su Korunumu, LEED Sertifika) (Varyap Meridian Shopping Centre) (Natural Lighting, Air-condition, Solar Panel, Wind Turbine, The Use of Gray Water, Water Conservation, LEED Certificate) (42)



Şekil 33. Gordion AVM, Esra Köksal Özcan, 2009, Ankara, (Güneş ve Jeotermal Enerji Kullanımı, BREEAM Sertifika) (Gordion Shopping Centre) (The Use of Solar and Geothermal Energy, BREEAM Certificate) (42)



Şekil 34. Turkcell Ar-Ge Binası, Erginoğlu ve Çaltışlar Mimarlık, 2008, Kocaeli, (Yeşil Çatı, Çevre Dostu Malzeme) (Turkcell Ar-Ge Building) (Green Roof, Environment Friendly Material) (44)



Şekil 35. Sabancı Nanoteknoloji Binası, Cannon Architect, 2011, İstanbul, (LEED ve BREEAM Sertifikası, Yağmur Suyu Kullanımı) (Sabancı Nanotechnology Building) (LEED and BREEAM Certificate, The use of Rain Water), (42)



Şekil 36. Vilo Pompa Sistemleri, Erke Tasarım, İstanbul, (LEED Sertifika) (Wilo Pomp Systems Building) (LEED Certificate) (42)

### 3. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Sürdürülebilir yapı ve bu kapsamda ortaya çıkan enerji etkin yapı tasarımı kavramları yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak yapıların çevreye verdiği zararı azaltmaya, insan yaşamı için gerekli konfor ve sağlık koşullarını yerine getirmeye, yaşanılabilir ve sağlıklı çevreler oluşturmaya ve çevreyi korumaya çalışan bir yaklaşım olarak giderek daha çok ülkede kabul görmektedir.

Enerjinin etkin kullanılmasını, kaynakların korunumunu ve çevrenin yapı sektöründen daha az zarar görmesini hedefleyen enerji etkin yapı tasarımı kavramı, mimari tasarım ölçütlerinin yeniden tanımlanmasına neden olmuştur. Enerji etkin yapı tasarımı ile geleneksel olarak teknoloji-işlevsellik-estetik ve ekonomi olarak tanımlanan mimari tasarım ölçütleri doğa-çevre-enerji ve konfor konuları ile genişleyerek değişmiştir. Bu değişim yaşamları boyunca enerji tüketiminde önemli bir paya sahip olan yapıların mimari tasarım sürecinin ve tasarım ölçütlerinin gözden geçirilmesini gerektirmiştir. Artık işlevsellik sadece yapının kullanım amacına uygun biçimin tasarlanması değil, işlevi yerine getirirken doğayı daha az tahrip eden, çevreyle dost değil, enerji kullanımını denetleyen veya enerji üreten biçimlerin tasarlanmasıdır. Teknoloji mimari tasarım sürecinde etkin rol oynayan yapı ile ilişkili disiplinlerin işbirliğinde fiziksel çevre verilerine uygun, alternatif enerji kaynaklarını kullanan, yaşamı boyunca az enerji harcayan veya yapı kabuğu, biçimi ve konumu ile kullanacağı enerjiyi üreten, kaynak korunumu sağlayan bir araca dönüşmüştür. Yapıların estetik olması tek başına yeterli değildir. Enerji etkin yapı tasarımı uzun vadede yapı maliyetini düşüren ve yapı ömrünü uzatan girişimler içermesi nedeniyle ekonomi de sağlamaktadır. Bu anlamda teknolojinin olanaklarını kullanarak yapı ekonomisi sağlayan ve çevreyle dost biçimler üreten mimari tercih edilmeye başlamıştır.

Enerji etkin yapı tasarımı mimari tasarım sürecinin planlama, programlama, ön tasarım, tasarım, uygulama, kullanım, yıkım ve yeniden planlama evrelerinin tümünü kapsayacak biçimde uzun vadede değerlendirilmelidir. Mimari tasarım sürecinin tüm evrelerinde yapı üretiminde rol oynayan disiplinlerde

alanlarında uzman kişilerden bir planlama ekibi oluşturulmalı ve bu ekibin tüm evrelerde sürekliliği sağlanmalıdır.

Enerji etkin yapı tasarımı dünyada giderek artan bir ilgiyle gelişmektedir. Ancak Türkiye’de bu amaçla tasarlanmış az sayıda örnek ise dünya örnekleriyle aynı standardı yakalayamamaktadır. Yapılan çalışmalar çeşitli sertifikalarla desteklenmiş olsa da, sertifika sahibi yapıların da ne kadar çevre dostu ve enerji korunumu sağladığı tartışma konusudur.

Enerji konusunda dışa bağımlı olan Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı örnekler oldukça az sayıdadır. Güneş enerjisinden yararlanan ve üniversitelerce üretilmiş az sayıda güneş evi dışında yapılarda güneş enerjisinin kullanımı sıcak su elde etme ile sınırlıdır. Tasarım sürecinde geleneksel biçimde üretilmiş, uygulama veya kullanım evrelerinde bina otomasyon sistemlerinin kullanıldığı yapılar enerji etkin yapı tanımından oldukça uzaktır. Üretim sonrası bina otomasyon sistemleri ile sonradan akıllandırılmış olmasına karşın ülkemizde akıllı yapı olarak pazarlanan örnekler enerji etkin yapı kapsamında değerlendirilmemiştir.

Enerji etkin yapı tasarımının gerçek boyutları ile algılanması amacıyla üniversitelerde sürdürülebilirlik, çevre ve enerji konuları tartışılmaktadır. Teknolojinin olanaklarından yararlanılarak çevre ve enerji konularına duyarlı tasarımcıların yetişmesi için akademik çevrelerin enerji etkin yapı tasarım ve üretim sürecine yapacağı katkı önem kazanmaktadır.

Çevre sorunlarını gidermek, yapı sektöründe enerji kullanımını minimize etmek amacıyla, yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik çalışmaların desteklenerek enerji kullanımına yönelik ilkelerin belirlenmesine ve uygulanmasında yarar görülmektedir.

#### 4. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. WCED (World Commission on Environment and Development), Our Common Future, Oxford University Press, London, 1987
2. Çelebi, G., Gültekin A. B., Bedir, M., Tereci, A., Harputlugil, G., Yapı-Çevre İlişkileri, TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi SMGM (Sürekli Merkezi Gelişim Merkezi) Koruma Programı Eğitimi, Ankara, 2008
3. Dikmen, Ç. B. ve Gültekin, A. B., Usage of Renewable Energy Resources In Buildings in The Context Of Sustainability, SDU Journal of Engineering Science and Design, Vol:1 No:3 pp.96-100, 2011
4. Kohler, N., The Relevance of the Green Building Challenge: an Observer’s Perspective, Building Research & Information, 27(4/5): 309-320, 1999
5. Porter, R. D., The Practice of Sustainable Development, Urban Land Institute, Washington D.C., 2000
6. Çelebi G. ve Gültekin A. B., Sürdürülebilir Mimarlığın Kapsamı, Kavramsal Bir Çerçeveden Bakış, Mimarlar Dergisi sayı:2, Konya Mimarlar Odası Yayını, Konya, 2007
7. Esin, T. ve diğerleri, Marmara Bölgesi için Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Belirlenmesi ve Örnek Bir Yapı Tasarımı, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Araştırma Fonu, 01-A-02-01-12, Gebze, 2002
8. Sayın, S., Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006
9. [http://www.yapi.com.tr/Haberler/bir-paradigma-degisikligi-olarak-yesil-bina\\_66169.html](http://www.yapi.com.tr/Haberler/bir-paradigma-degisikligi-olarak-yesil-bina_66169.html) (Erişim Tarihi: 12.11.2011)
10. 21. Yüzyılda Sürdürülebilirliğe Geçiş, Dünya Bilim Akademilerinin Bildirisi, Çeviren: Ruacan, İ. ve Ruacan Ş., 2002
11. Dikmen, Ç. B. ve Gültekin, A. B., Intelligent Building Concept in Architectural Design Process within Scope of Sustainable Building Design, 19. International Congress of Building and Life: Future of Architecture, Nature, City, Environment, Chamber of Architects, Branch Office of Bursa, 2009
12. Bourdeau, L., National Report: Sustainable Development and Future of Construction in France. France: Centre Scientifique Et Technique Du Bâtiment, 1999
13. CIB., Agenda 21 on Sustainable Construction, CIB Report Publication 237, Rotterdam, 1999
14. WGSC, Working Group for Sustainable Construction, Working Group Sustainable Construction Methods and Techniques Final Report, 2004
15. Yeang, K., The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings, Munich: 1999
16. Özmehmet, E., “Avrupa ve Türkiye’de Sürdürülebilir Mimarlık Anlayışına Eleştirel Bir Bakış”, E-Journal of Yaşar University No.7, Vol. 2, İzmir, 2007
17. Utkuğ, G., Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi, Mimar-Tesisat Mühendisi İşbirliği, 4. Ulusal tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 1999
18. Utkuğ, G., Bilim ve Teknik Mimarlık Eki, İstanbul, ed. G. Utkuğ, Tübitak Yayınları, 2002
19. Soysal, S., Konut Binalarında Tasarım Parametreleri İle Enerji Tüketimi İlişkisi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008
20. [http://www.emo.org.tr/ekler/92d39205bdaa0ea\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/92d39205bdaa0ea_ek.pdf) (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
21. Lakot, E., Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 2007
22. Alparslan B., Gültekin, A.B. ve Dikmen, Ç. B., Ekolojik Yapı Tasarım Ölçütlerinin Türkiye’deki Güneş Evleri Kapsamında İncelenmesi, 5. Uluslar arası Teknolojiler Sempozyumu IATS 2009, Karabük, 2009
23. www. better-building.eu (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
24. Göksal, T., Özbalta, N., Enerji Korunumunda Düşük Enerjili Bina Tasarımları, Mühendis ve Makine, Ankara 28, 2002

25. Çalışkan, Ö., Bursa İçin Öncelikli Ekolojik Yapılaşma Kriterlerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze, 2007
26. Bekar, D., Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007
27. <http://www.savingsbydesign.com/overview.htm> (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
28. <http://www.robquigley.com/main.html> (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
29. <http://www.archdaily.com/6810/california-academy-of-sciences-renzo-piano> (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
30. Enercen, T., High Tech Akım Ofis Yapıları ve Ekolojik Ofis Yapılarının Gelişimine Olan Etkisi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004
31. <http://ecovidainternational.com/favorite-architecture/siemens-pavillion-expo-%E2%80%99992-seville-spain/> (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
32. [www.greatbuilding.com](http://www.greatbuilding.com) (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
33. [http://www-bcf.usc.edu/~kcoleman/Precedents/ALL%20PDFs/Mecanoo\\_LibraryDelft\\_B.pdf](http://www-bcf.usc.edu/~kcoleman/Precedents/ALL%20PDFs/Mecanoo_LibraryDelft_B.pdf) (Erişim Tarihi: 10.11.2011)
34. <http://www.fosterandpartners.com/Projects/1515/Default.aspx> (Erişim Tarihi: 10.11.2011)
35. [http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty\\_projects/terrri/366essaysW03/wung-DEBIS.pdf](http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terrri/366essaysW03/wung-DEBIS.pdf) (Erişim Tarihi: 01.11.2011)
36. <http://www.bahrainwtc.com/> (Erişim Tarihi: 01.11.2011)
37. <http://inhabitat.com/sino-italian-ecological-and-energy-efficient-building-sieeb/> (Erişim Tarihi: 01.11.2011)
38. <http://www.archdaily.com/35451/lycee-jean-moulin-off-architecture/> (Erişim Tarihi: 01.11.2011)
39. [http://www.yapi.com.tr/HaberDosyaları/Detay\\_cin-dongtan-eko-city-arup\\_746.html?HaberID=60048#739](http://www.yapi.com.tr/HaberDosyaları/Detay_cin-dongtan-eko-city-arup_746.html?HaberID=60048#739) (Erişim Tarihi: 14.11.2011)
40. [http://www.doganhasol.net/Articles/insan-dunyadan-gecerken-iz-birakmali\\_11075.html](http://www.doganhasol.net/Articles/insan-dunyadan-gecerken-iz-birakmali_11075.html) (Erişim Tarihi: 24.11.2011)
41. <http://matpum.metu.edu.tr/> (Erişim Tarihi: 24.11.2011)
42. <http://www.cedbik.org/> (Erişim Tarihi: 24.11.2011)
43. [http://www.yapi.com.tr/HaberDosyaları/Detay\\_meydan-alisveris-merkezinin-mimari-foadan-alejandro-zaera-polo\\_738.html?HaberID=60048](http://www.yapi.com.tr/HaberDosyaları/Detay_meydan-alisveris-merkezinin-mimari-foadan-alejandro-zaera-polo_738.html?HaberID=60048) (Erişim Tarihi: 24.11.2011)
44. <http://v3.arkitera.com/project.php?action=displayProject&ID=296> (Erişim Tarihi: 24.11.2011)