

**ENERJİ ETKİN TASARIM ANLAYIŞININ YÜKSEK YAPILARDA UYGULANMA
BİÇİMLERİNİN İNCELENMESİ¹****Öğr. Gör. Ahmet Cihat ARI**Yozgat Bozok Üniversitesi, Akdağmadeni Meslek Yüksekokulu, Mimari Restorasyon
Programı, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4690-8968>**Özet**

Yapıların kullanılması ve kullanıcı memnuniyeti sağlaması açısından enerji önemli bir yere sahiptir. Günümüzde doğal kaynakların azalması ve fosil yakıtların enerji ihtiyacının karşılanmasında yetersiz kalması nedeniyle enerji önemini arttırmaktadır. Ayrıca, yapı endüstrisinde yapımı hızla artan yüksek yapıların da enerji sorununun oluşmasına etkisi olmuştur. Yüksek yapıların az katlı yapılara göre, daha fazla enerji harcaması nedeniyle, enerji ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Bu enerji problemlerinin çözümünde, yenilenebilir enerji kaynakları ortaya çıkmış ve yapılarda yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yaygınlık kazanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları, hem doğal kaynakların verimli kullanılmasını sağlamakta, hem de doğaya ve çevreye zarar vermemektedir. Yüksek yapıların enerji ihtiyacının karşılanmasında, tasarımda sürdürülebilirlik düşüncesi ortaya çıkmıştır. Yüksek yapılarda sürdürülebilir mimari tasarım anlayışı içinde, güneş, rüzgâr ve jeotermal enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları, yapıların kullanımında yer almıştır. Yüksek yapılarda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji tasarrufunu sağlamaktadır. Ayrıca yüksek yapılarda, enerji tasarrufunun sağlanmasında binanın formu, binanın konumu ve detay tasarımının da etkisi olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda uygulanma biçimlerinin incelenmesidir. Bu amaçla çalışmada, yüksek yapılarda sürdürülebilirlik kavramı ve yüksek yapılarda sürdürülebilir tasarım araştırılmıştır. Ayrıca çalışma kapsamında, yüksek yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve çeşitleri ele alınmıştır. Çalışmada, enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda uygulanma biçimlerine, Dünya'dan ve Türkiye'den örnekler verilerek açıklanmıştır. Enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda uygulanma biçimlerinin incelemesinde; tezlerden, makalelerden, kitaplardan ve web kaynaklarından yararlanılarak literatür incelemesi yapılmıştır. Yapılan literatür incelemelerinin sonucunda, yüksek yapılar tasarlanırken doğal çevrenin kirletilmemesi ve sürdürülebilir enerji etkin tasarım anlayışıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerektiği belirlenmiştir. Ayrıca yüksek yapılarda tasarım aşamasındayken; yapının formu, yönü ve konumu yapının enerji kullanımını etkilemesi nedeniyle, bu kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir. Yüksek yapıların, enerji etkin tasarım anlayışıyla yapılması, insan sağlığının, doğanın ve çevrenin korunması açısından önemli bir yere sahip olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüksek Yapılar, Sürdürülebilirlik, Enerji, Tasarım

¹ Bu makale, Pearson Journal Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Kongresi adlı, 22-23 Ocak 2021 tarihli kongrede sözel bildiri olarak sunulmuştur.

INVESTIGATION OF THE APPLICATION OF ENERGY EFFICIENT DESIGN
APPROACH TO HIGH-RISE BUILDINGS**Abstract**

Energy has an important place in terms of using buildings and providing user satisfaction. Today, the importance of energy increases due to the decrease in natural resources and the insufficiency of fossil fuels to meet the energy needs. In addition, high-rise buildings whose construction has increased rapidly in the building industry have also contributed to the occurrence of the energy problem. Because high-rise buildings consume more energy than low-rise buildings, it has caused an increase in energy need. In solving these energy problems, renewable energy sources have emerged and the use of renewable energy sources in buildings has become widespread. Renewable energy sources both ensure the efficient use of natural resources and do not harm nature and the environment. In meeting the energy needs of high-rise buildings, the idea of sustainability has emerged in design. Within the understanding of sustainable architectural design in high-rise buildings, renewable energy sources such as solar, wind and geothermal energy have taken place in the use of buildings. The use of renewable energy sources in high-rise buildings provides energy savings. In addition, in high-rise buildings, the form of the building, the location of the building and the detailed design have an effect on energy saving.

The aim of this study is to examine the application of energy efficient design concept in high-rise buildings. For this purpose, the concept of sustainability in high-rise buildings and sustainable design in high-rise buildings were investigated in this study. In addition, the use and types of renewable energy sources in high-rise buildings were discussed within the scope of the study. In the study, energy efficient design concept to implementation in the form of high-rise buildings, it is described by giving examples from the world and Turkey. In the examination of the application of energy efficient design concept in high buildings; Literature review was made using theses, articles, books and web resources. As a result of the literature reviews, it was determined that while designing high-rise buildings, the natural environment should not be polluted and renewable energy resources should be used with a sustainable energy efficient design approach. In addition, while in the design phase in high buildings; These criteria should be taken into account as the form, direction and location of the building affect the energy use of the building. It has been concluded that building high-rise buildings with an energy efficient design approach will have an important place in terms of protecting human health, nature and the environment.

Keywords: High-Rise Buildings, Sustainability, Energy, Design

1. GİRİŞ

Tarihin ilk dönemlerinde insanlar, dış etkilere karşı korunmak amacıyla barınma gereksinimi duymuşlardır. İnsanlar ilk dönemlerde bu barınma gereksinimini, mağaralara ve ağaç kovuklarına sığınarak karşılamışlardır. Yerleşik hayata geçilmesiyle, doğadaki malzemeler kullanılarak yapılar inşa edilmiştir. Ayrıca bu dönemde yapıların inşa edilmesinde, insanların deneyimleri sonucu elde ettikleri bilgiler sayesinde, yapıların dayanıklı yapılması sağlanmıştır. Endüstri devrimiyle birlikte, yapıların tasarımlarında ve yapım tekniklerinde değişimler yaşanmıştır. Bu dönemde elle yapılan yavaş üretimin yerine, makineyle seri ve hızlı üretim yapılmıştır. Ayrıca endüstri devrimiyle birlikte, makinelerin günlük hayattaki yeri

artmış ve yapılan işleri kolaylaştırmıştır. Endüstri döneminde makineler, farklı meslek alanlarındaki işlerin yapımında kullanılmıştır. Makineler farklı meslek alanlarında kullanıldığı gibi, mimari alanda da kullanımı giderek artmıştır. Makinelerle, yapılar inşa edilirken, ağır yapı elemanlarının kaldırılması ve yapıların çok katlı yapılabilmesi mümkün olmuştur. Endüstri döneminde yaşanan seri ve hızlı üretim, kişilerin sosyo-ekonomik durumunun gelişmesine neden olmuştur. Bu durum, insanların yaşam kalitesini ve konfor düzeyini yükseltmiştir. Bununla birlikte yaşanan bu sosyo-ekonomik alandaki gelişmeler nedeniyle, yapıların tasarımlarını etkilemiştir. Geleneksel yapılara göre, yeni yapılan tasarımlarda gelişen teknolojiyle birlikte, yapılara farklı mekân bölümleri ve aynı zamanda çeşitli sosyal aktivitelerin yer aldığı yapılar inşa edilmiştir.

Sanayinin giderek yaygınlaşması, fabrikaların sayılarının artması ve çeşitli alanlarda iş imkânının fazlalığı nedeniyle, kentlerde nüfus artışı olmuştur. Kentlerdeki nüfus artışı, barınma sorunun ortaya çıkmasının yanı sıra, kentlerde yapı stokunun yetersizliğine, yeni yapılar için arazi alanın azalmasına, alt yapı eksikliğine, sosyal donatıların azalmasına, açık ve yeşil alanların azalmasına neden olmuştur. Kentlerde artan nüfusun barınma ihtiyacını karşılayabilmek için, gelişen teknolojiyle birlikte yüksek yapılar yapılmıştır. Yüksek yapılarla, kentlerde hem barınma ihtiyacı karşılanmış hem de arazi alanının verimli kullanılması sağlanmıştır. Ancak kentlerde artan nüfus, yapılardaki enerji tüketiminin artmasına yol açmıştır. Yapılarda artan enerji ihtiyacının karşılanmasında, başlangıçta fosil yakıtlar kullanılmıştır. Yapılarda kullanılan fosil yakıtlar da küresel ölçekte artan nüfus nedeniyle yetersiz kalmıştır. Bununla birlikte yapılarda kullanılan fosil yakıtlar; atmosferin kirlenmesine, çevre kirliliğinin oluşmasına ve ekosistemin bozulmasına neden olmuştur. Ayrıca fosil yakıtlar, atmosferde oluşturduğu sera gazları nedeniyle Dünya'nın ısınmasına yol açmıştır. Küresel ısınma, Dünya'nın ikliminin değişmesine ve canlıların yaşamı için önemli olan su kaynaklarının giderek azalmasına yol açmıştır. Yaşanan bu sorunlar karşısında, doğanın ve çevrenin korunmasının önemi artmıştır. Ayrıca doğa ve çevre sorunlarının çözümünde sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır. Bu kavramın içeriğinde; ekosistemin korunması, çevre kirliliğine sebep olan etkilerin azaltılması, doğanın korunması, enerji kaynaklarının verimli kullanılması, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gibi konular yer almıştır. Sürdürülebilirlik kavramı farklı alanlarda kendisine yer bulmuş ve önemi artmıştır. Mimari alanda da diğer meslek alanlarında olduğu gibi sürdürülebilirlik önemli yere sahip olmuştur. Mimari tasarımda sürdürülebilirlik anlayışı içinde, çevreyi ve doğayı kirliletmeyen yapılar önem kazanmıştır. Sürdürülebilir mimari tasarım anlayışıyla, yüksek yapıların yapımı giderek yaygınlaşmıştır. Özellikle gelişen teknolojiyle birlikte yüksek yapılarda yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak, doğanın ve çevrenin kirlenmemesi sağlanmıştır. Bununla birlikte, yüksek yapılarda rüzgâr, güneş, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla, yapılarda enerji tasarrufu sağlanmıştır. Yüksek yapıların, sürdürülebilir tasarım anlayışı içinde yapılması doğal kaynakların verimli kullanılması açısından önemli olmaktadır. Yüksek yapıların sürdürülebilir tasarım anlayışı içinde inşa edilmesinde, çevreyi ve doğayı kirliletmemesi gerekmektedir. Bu nedenle yüksek yapıların inşa edilmesinde kullanılan malzemenin, çevre kirliliğine neden olmayacak şekilde geri dönüştürülebilir olması önem kazanmaktadır. Yakın zamanlarda mukavemeti yüksek, geri dönüştürülebilir ve çevreyi kirliletmeyen özellikte, yeni yapı malzemeleri geliştirilmiştir. Bu özelliklere sahip malzemelerin olması, yüksek yapıların tasarımlarında tercih nedeni olmuştur.

Bu nedenle, mimarlara ve mühendislere yüksek yapıların tasarımında kullanacakları malzemelerin özelliklerini iyi bilmesi ve bu özelliklere göre kullanması için önemli görevler düşmektedir.

Bu çalışmada, enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda uygulanma biçimleri incelenmiştir. Çalışmada öncelikle, yüksek yapılarda sürdürülebilirlik kavramı ve yüksek yapılarda sürdürülebilir tasarım ele alınmıştır. Ayrıca çalışmada, yüksek yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve çeşitleri açıklanmıştır. Çalışmada, enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda uygulanma biçimlerine, Dünya'dan ve Türkiye'den örnekler verilmiştir. Araştırmanın konu kapsamında, literatür incelemesi yapılmıştır. Enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda uygulanma biçimlerinin incelemesinde; tezlerden, makalelerden, kitaplardan ve web kaynaklarından veriler toplanmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE YÜKSEK YAPILARDA SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM

Sürdürülebilirlik kavramı sözlükteki karşılığı olarak devam ettirebilirlik manasında kullanılmakta İngilizcede “sustainability”, Fransızcada “soutenabilite” veya “durabilite”, Almancada ise “nachhaltigkeit” şeklinde yer almaktadır. 1987 Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından hazırlanan Brundtland raporunda sürdürülebilirlik; “İnsanlığın, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneği” olarak ifade edilmiştir (Çakır, 2011).

1980’li yıllardan itibaren sanayi alanında ve ekonomik alandaki gelişmeler ile birlikte kentlerde nüfusun artmasına neden olmuştur. Kentlerin hızla büyümesi ve sanayi alanındaki gelişmeler doğal kaynakların azalmasına yol açmıştır. Yaşanan bu olumsuzluklar sürdürülebilirlik düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Başlangıçta sürdürülebilirlik tanımında canlıların ve insanın neslini devam ettirilmesi şeklinde ifade edilmiştir. 2000’li yıllardan itibaren ise sürdürülebilirliğin tanımı değişmiş, doğal yaşam alanlarının, çevreye zarar vermeyen kaynakların dengeli bir şekilde kullanılması öne çıkmıştır. Sürdürülebilirliğin mimarlık alanında önemi artmış ve yapıların inşa edilmesinde çevrenin kirletilmemesi, insanların gereksinimini karşılayacak tasarımlar yapmak ön plana çıkmıştır (Şekil 1) (Bostan, 2012).



Şekil 1. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi sürdürülebilir yapı tasarımına örnek

Kaynak 1. Bostan, 2012.

Yapıların tasarımında, binanın formu kullanılan enerji miktarında önemli olmaktadır. Mimarın yaptığı tasarımda, binanın formunu belirlerken yapının bulunduğu yerin iklimi etkili olmaktadır. Yüzey açıklığının artmasına bağlı olarak, yapının dış etkilerden olumsuz etkilenmesine neden olduğundan, binanın form tasarımının iklime uygun seçilmesi gerekmektedir. Örneğin yapıların inşa edileceği yerin iklimi sıcak ve nemli tropikal bölgelerde, yapı içine giren güneş miktarını azaltacak bir tampon bölge oluşturmak için kat düzleminin,

servis çekirdeği, güneşin bölgenin enlemine göre izlediği yolla bağlantılı olarak uygun biçimde yerleştirilecek şekilde biçimlendirilmesi uygulanmaktadır. Yüksek yapılar rüzgâr, dış sıcaklık ve güneş ışığının etkilerine az katlı yapılara göre daha fazla maruz kalmaktadır. Bu nedenle, yüksek yapıların formu ve yönü enerji koruma ve iç mekânlara doğal ışık sağlama açısından önem kazanmaktadır (Taştan, 2012).

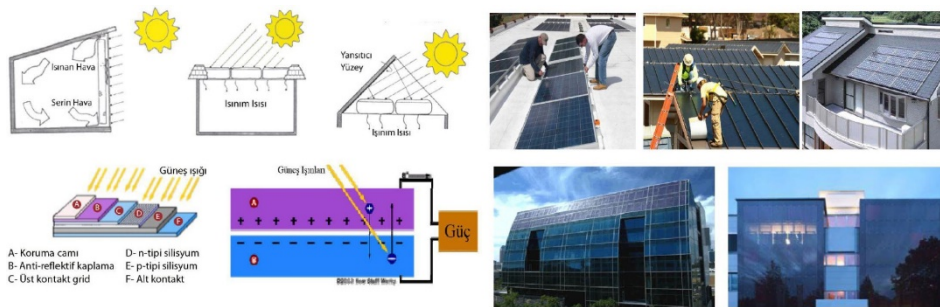
Yüksek yapıların, kat planlamasında modüler tasarımlar etkili olmaktadır. Yüksek yapılarda modüler planlama; aydınlatma ekipmanlarının, mobilyaların, taşıyıcı sistem elemanlarının belirlenmesi, yangın, mekanik ve elektrik tesisat düzeneklerinin yerleşimi ve cephe tasarımıyla gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte yüksek yapılarda, modüler planlama ile etkin ve esnek kullanım elde edilmektedir (Şekil 2) (Çakır, 2011).



Şekil 2. Frankfurt'taki Commerzbank genel müdürlük yapısının sosyal mekanları

Kaynak 2. Çakır, 2011.

Yüksek yapılarda, duvar elemanı doğru tasarlanıp uygulandığında, yapıda enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Yapı elemanlarından olan duvarın, gün içinde güneş ışınına maruz kalması nedeniyle, duvar elemanı bir miktar ısıyı depo etmektedir. Isı tutma kapasitesi, malzemenin yoğunluğu ile özgül ısıya bağlı olarak değişmektedir. Yapı elemanlarında ısı tutma kapasitesi, aynı zamanda depolanan enerjiden yararlanma süresinin, enerji ekonomisi açısından önemini arttırmaktadır. Yüksek yapılarda enerji etkin tasarım anlayışı ile, duvar elemanı tasarlandığında, hem çevreyi kirletmeyen sistem kullanılmış hem de doğal ısıtma ve soğutma sağlanmıştır (Şekil 3) (Onar, 2010).

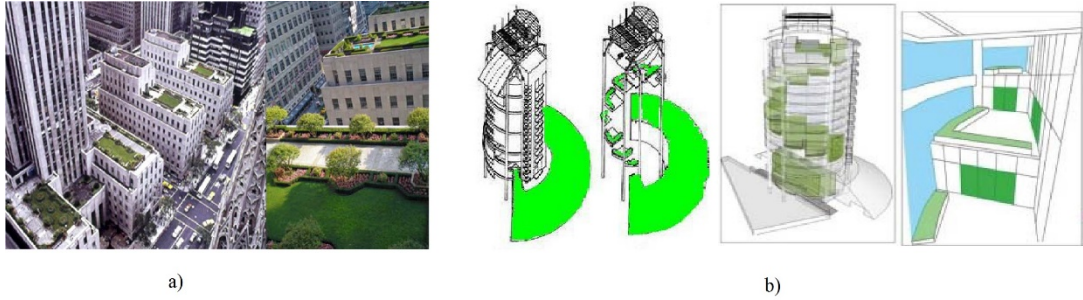


Şekil 3. Yapılarda sürdürülebilir tasarım anlayışı içinde güneş enerjisinden yararlanma

Kaynak 3. Katuk, 2014.

Kentlerde nüfus artışı nedeniyle yeşil alanlar azalmıştır. Kentlerde, peyzaj alanlarını arttırmak için yapıların tasarımında yeşil çatı uygulaması yapılmıştır. Yeşil çatılarla hem sürdürülebilir yapı tasarımı yapılmış hem de çatıların neden olduğu problemlere yararları bulunmaktadır. Yeşil çatı yapımında gerekli tedbirler alınarak, yapıya getireceği ek yükler hesaplanmalı, drenaj sistemler, su yalıtım tabakaları, toprak tabakası kalınlığı için gerekli testlerin yapılması gerekmektedir. Peyzaj elemanları, yeşil çatılarda olduğu gibi genel olarak yatay olarak yapılmaktadır. Bir yapının katları boyunca belli bölgelerde bitkiler ile donatılıp

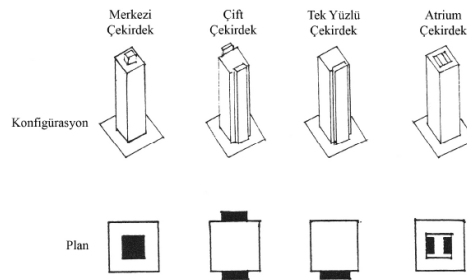
yükselmesi düşey peyzaj olarak ifade edilmektedir Yüksek yapıda düşey peyzajın uygulanıp zemindeki diğer peyzaj elemanlarıyla bütünleştirilmesi, sürdürülebilir mimari yapı tasarımı açısından önemli olmaktadır (Şekil 4) (Çakır, 2011).



Şekil 4. a) Yapılarda yeşil çatı uygulaması, b) Yapılarda düşey peyzaj uygulaması

Kaynak 4. Çakır, 2011.

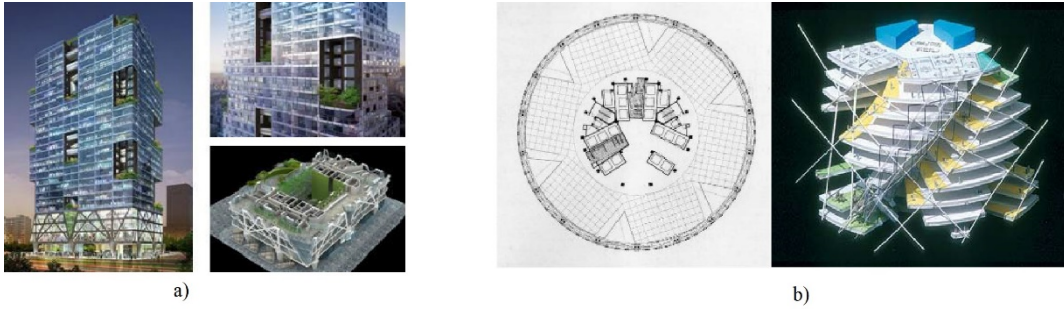
Yüksek yapılarda, katlar arasındaki bağlantıyı sağlamak için; asansörler, merdivenler ve kaçış merdivenleri kullanılmaktadır. Bu düşey sirkülasyon elemanları, yapıda genellikle belli bölgelerde yapılmakta, çekirdek olarak ifade edilmektedir. Ayrıca yüksek yapılarda, çekirdek tasarım içinde yer alan; bekleme lobileri, Wc'ler, elektrik-mekanik tesisatı için ayrılan düşey boşluklar da bulunmaktadır. Yüksek yapılarda çekirdek tasarımı, katlardaki kullanım alanını ve taşıyıcı sistemi etkilediğinden, doğru bir tasarımın yapılması önemli olmaktadır. Ayrıca yüksek yapıda, düşey sirkülasyon elemanlarının etkin çalışması yapının da etkin çalıştığını göstermektedir (Şekil 5) (Taştan, 2012).



Şekil 5. Yüksek yapılarda çekirdek planlanmasında farklı yerleşim örnekleri

Kaynak 5. Taştan, 2012.

Yüksek yapılarda gök avlular, güneşin istenmeyen etkilerinden korunmak amacıyla, cephelerde geri çekmeler, balkonlar ya da birkaç katın birlikte geri çekilmesiyle meydana gelmektedir. Gök avlular, sürdürülebilir yapı tasarımının yanı sıra kullanıcılar için sosyal mekânları oluşturmaktadır. Atrium, yapı içerisindeki boşluklara verilen isim olarak tanımlanmaktadır. Yüksek yapılarda atrium yapılarak, yapıda doğal havalandırma sağlamak için boşluklar yapı yüksekliği boyunca devam ettirilip üst kısmı tamamen kapatılmamaktadır. Bununla birlikte, yüksek yapılarda atrium tasarımının yapılması; eğimli çatılarda içeri hava girişini engellemeden yağıştan korunma ve gölgeleme sağlama gibi yararları bulunmaktadır (Şekil 6) (Çakır, 2011).



Şekil 6. a) Yüksek yapılarda gök avlu uygulama örneği, b) Yüksek yapılarda atrium uygulama örneği

Kaynak 6. Çakır, 2011.

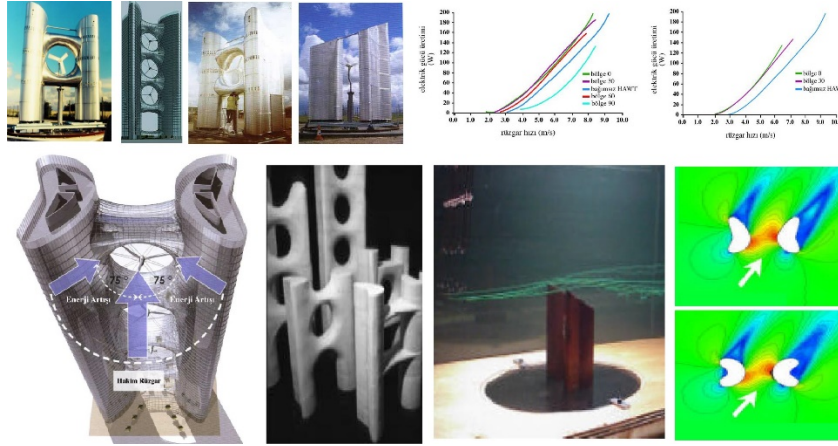
3. YÜKSEK YAPILARDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI VE ÇEŞİTLERİ

Yüksek yapılarda artan enerji ihtiyacında kullanılan fosil yakıtlar atmosferde karbondioksit ve diğer atık gazların birikmesine neden olmaktadır. Atmosferde biriken atık gazlar, sera etkisi oluşmasına ve Dünya’da iklim değişikliğine yol açmaktadır. Bu yaşanan problemlerin çözümlenebilmesinde fosil yakıtların yerine yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı önemli olmuştur. Yüksek yapıların tasarımında da rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına, yapıların tasarımında yer verilmesi hem doğaya ve çevreye zarar vermemekte, hem de yapı kendi enerjisini üreterek enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Yüksek yapılarda, yatay ve düşey eksenli ya da yeni rotor teknolojili türbinler uygulanmaktadır. Yapının yüksekliğinin artmasına bağlı olarak rüzgâr doğrudan yapıya etki etmektedir. Yüksek yapılarda, rüzgâr türbinleri kullanılarak yapının yüksekliğinin ve rüzgârın hızının artmasıyla enerji üretilmektedir. Yüksek yapılarda, rüzgâr türbinleri yapıların çatısına yerleştirilmekte ve yapı cephelerine veya yapı grupları arasına uygulanmaktadır. Yüksek yapılarda rüzgâr enerjisinden en verimli sonucu alabilmek için yapının tasarımının ve strüktür sisteminin, enerji etkin tasarım ilkelerine göre yapılması gerekmektedir. Enerji etkin tasarımlarında, hakim rüzgar yönü ve hızı, kullanılacak rüzgar türbini tipi ve konumu gibi bir çok etkenin, yapı formuna etkisi olmaktadır. Yüksek yapının formunun köşeli ve kare plan şemalarında, rüzgarın türbine temas edemeden yapı kütesine çarpması, türbinin enerji etkinliğini azaltmakta ve türbülans etkisine neden olmaktadır. Bu nedenle yüksek yapıların aerodinamik tasarımı yapılarak, rüzgarı türbininin etkinliğinin artması ve türbülans etkisinin de azalması sağlanmaktadır (Demir, 2011).

Yüksek yapılarda rüzgâr enerjisinin kullanımına WEB projesi (Wind Energy For The Built Environment) örnek olarak verilmektedir. 2000 yılında bu yapının tasarımıyla bütünleşecek rüzgar türbinin yapılması ve bu kapsamda rüzgarın enerji etkinliğini geliştirmek amacıyla prototip yapılar üzerinde teorik ve uygulamalı testler uygulanmıştır. WEB Projesi kapsamında; yapının 35 m çaplı, 250 kW kapasiteli 3 adet yatay eksenli türbinin entegre edildiği ikiz kule tasarlanmıştır. Yapının rüzgar türbinlerinin etkinliğinin testi için oluşturulan prototip ise 7 m yükseklik, 1.5 m genişlik ve 2.3 m derinliğinde simetrik ikiz kuleden yapılmıştır. Yapının rüzgâr türbinleri ikiz kulelerin arasında oluşturulan köprülerin arasında daire, dikdörtgen gibi geometrik biçimlerdeki boşluklara veya kanal olmadan doğrudan iki blok

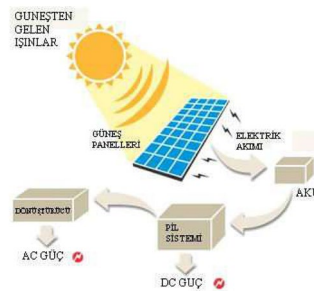
arasına monte edilen yatay eksenli ve düşey eksenli rüzgâr türbinleri aynı kotta ayrı ayrı test edilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin yerleştiği boşluğun keskin dönüşler yerine kıvrımlı dönüşlerle oluşturulduğu formda en etkili sonucu verdiği belirlenmiştir. WEB Projesi ile rüzgâr enerjisinden en verimli şekilde faydalanılması amacıyla, yapı farklı formlar üzerinde test edilmiştir. Yapının kare forma sahip tasarımında, rüzgârı toplayan, hızını arttıran formlar üç boyutlu modeller ile tespit edilmiştir. Yapının tasarımında, düz köşeler yerine eğrisel dönüşlü dairesel forma sahip aerodinamik tasarımların rüzgâr enerjisinde yararlanılmasında uygun tasarım formu olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 7) (Demir, 2011).



Şekil 7. WEB Projesi kapsamında rüzgar türbinlerinin etkinliğini ve rüzgar enerjisinden en verimli şekilde faydalanılması amacıyla yapının farklı formlar üzerinde test edilmesi

Kaynak 7. Demir, 2011.

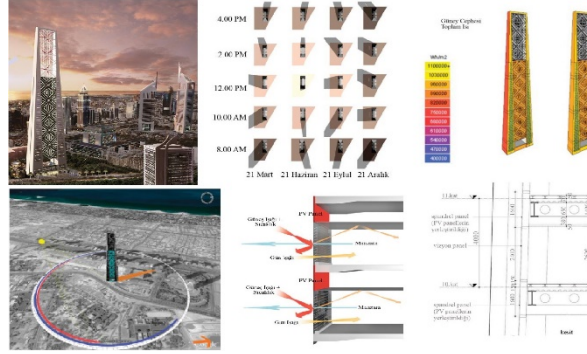
Güneş enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almakta ve aynı zamanda çevre kirlenmemektedir. Mimaride, güneş enerjisinden yararlanılarak enerji üretilmektedir. Bu enerjinin sağlanmasında güneş kolektörleri ve fotovoltaik piller kullanılmaktadır. Güneş kolektörleri kullanılarak, güneş enerjisi ısı enerjisine dönüştürülür ve bu enerjiden sıcak su elde edilmesinde yararlanılmaktadır. Bu sıcak sudan, hem kullanım suyu olarak yararlanılmakta hem de radyatörler aracılığı ile binanın ısınmasında da kullanılmaktadır. Güneş kolektörleri ile sıcak iklimin olduğu yerlerde yaygın olarak enerji sağlanmaktadır (Taştan, 2012). Güneş kolektörlerinin başlıca bileşenleri cam, cam ile soğurucu plaka arasında yeterince boşluk, metal ve plastik soğurucu plaka, yalıtım ve bunların tamamını saran kasadan oluşmaktadır (Kanan, 2010, s:56). Fotovoltaik sistemler ile güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılmaktadır. Fotovoltaik sistemler, enerji üretilmesinde özel işlenmiş yarı iletken malzemelerden yapılan daire, kare veya dikdörtgen formunda solar hücrelerle yapılmaktadır (Şekil 8) (Taştan, 2012).



Şekil 8. Güneş enerjisinden elektrik enerjisinin elde edilmesi

Kaynak 8. Kanan, 2010.

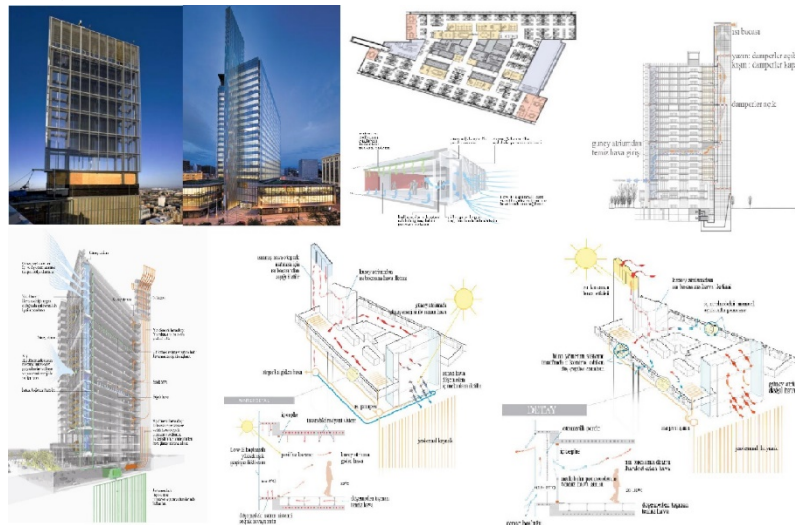
Yüksek yapılarda, güneş enerjisinin kullanımına örnek olarak 2011 yılında Dubai’de 402 metre inşa edilen Lighthouse Tower verilmektedir. Bu yapının tasarımında enerji elde edilmesinde en etkin sistemi ve yerleşimi belirleyebilmek amacıyla 50 farklı kombinasyonda teknik analiz yapılarak incelenmiştir. Lighthouse Tower binasında cephe sisteminde yer alan düşey spandrel PV paneller de yer almıştır. Bu yapıda 27 farklı enerji modellemesi yapılmış ve 7 farklı teknoloji; mevsimler, açılar, yapı yönlendirme açısından incelemesi yapılmıştır (Şekil 9) (Demir, 2011).



Şekil 9. Lighthouse Tower binasının güneş enerjisini kullanılarak enerji elde edilmesi

Kaynak 9. Demir, 2011.

Jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Jeotermal enerji türü yer kabuğunun derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu enerjiden yararlanılarak üretilmektedir. Bu ısı yeryüzüne doğal veya sondaj yapılarak çıkmaktadır (Katuk, 2014). Yüksek yapılarda jeotermal enerji uygulamasına örnek olarak Manitoba Hydro Place binası verilmektedir. Manitoba Hydro Place binası 2009 yılında inşa edilmiş jeotermal ısıtma ve soğutma sistemi yer almıştır. Manitoba Hydro Place binasının jeotermal enerji üretilmesinde; ısı değiştiriciler, ısı pompaları ve ısıyı dağıtan, sondajla açılan 150 mm çaplı, 125 m derinliğinde 280 tane borular kullanılmıştır. Isıtma ve soğutma sistemi, ısınmış havanın toprak ve yapı arasında iletimi esasına göre çalışmaktadır. Yaz aylarında betonarme döşeme içinden geçen borularla, yapının ısısı toprağa iletilerek soğutma yapılmaktadır. Aynı ısı, kış aylarında yapıyı ısıtmak için uygulanmaktadır (Şekil 10) (Demir, 2011).

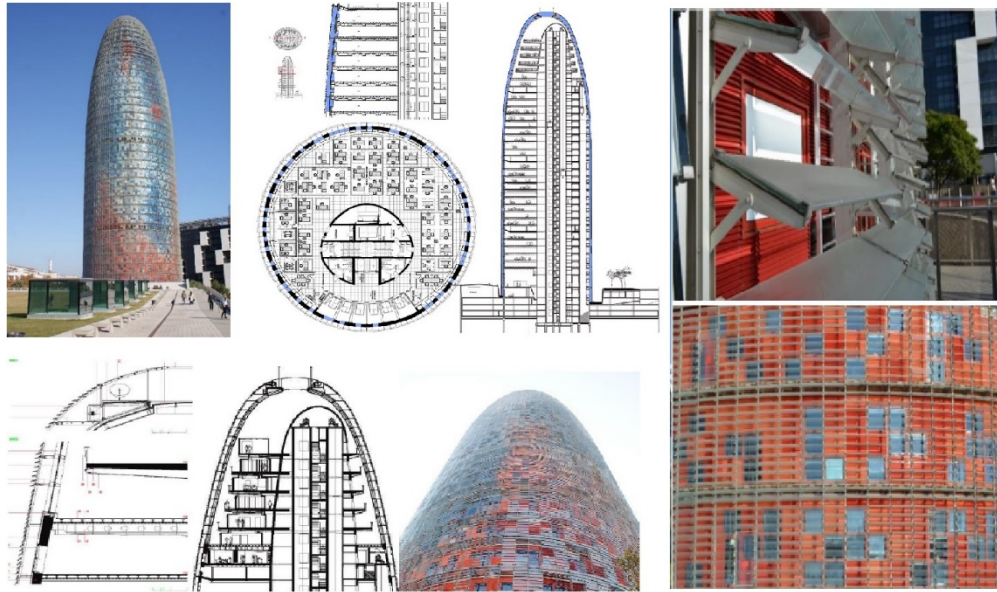


Şekil 10. Manitoba Hydro Place binasının jeotermal enerji kullanılarak enerji elde edilmesi

Kaynak 10. Demir, 2011.

3.1. Enerji Etkin Tasarım Anlayışına Yüksek Yapılarda Dünya'dan ve Türkiye'den Örnekler

Agbar Kulesi 2004 yılında İspanya'nın Barcelona şehrinde 33 katlı, 144 metre yüksekliğinde inşa edilmiştir. Bu yapı birbirine temas etmeyen iki konsantrik oval beton silindirden yapılmıştır. Agbar Kulesi tasarımında dış silindir cam ve çelikten oluşarak yapının mimari formunu veren bir kubbe ile örtülmüştür. Bu yapının doğayı ve çevreye kirletmeyecek, sürdürülebilir mimari tasarım anlayışı ile yapılmıştır. Yapının içinde birçok sensör yer almasının yanı sıra çevresel faktörler dikkate alınarak tasarım yapılmıştır. Ayrıca yapıda doğal aydınlatma ve havalandırma sağlayarak kullanıcılarına sağlıklı bir yaşam konforu düzeyi oluşturulmuştur. Yapının cephe tasarımında ise bilgisayar teknolojisiyle çalışan 4.500 adet pencere ve cam güneşliklerinin açılışı ve kapanışı yapılmıştır. Bu otonom sistemlerle yapay havalandırma için gerekli enerji tasarrufu sağlanmakta ve doğal havalandırma oranını arttırmaktadır. Yapının her katında yer alan ısı sensörleri ve merkezi yönetilen pencereler ve gölgeleme araçları yapı genelinde 27 farklı iklim bölgesi oluşturmuştur. Ayrıca pencerelerin bu şekilde tasarlanmasıyla, hem doğal havalandırma ve doğal aydınlatma sağlanmış hem de güneşin zararlı ışınlarının yapıya girmesi engellemekte ve cepheye entegre fotovoltaiik paneller ile de güneş enerjisinden en verimli şekilde yararlanılmıştır. Agbar Kulesi'nde kullanılan malzeme geri dönüştürülebilir özelliğe sahiptir. Bu yapıda yağmur suyun toplanması sağlanarak temizlik ve kullanım suyu olarak kullanılmıştır (Şekil 11) (Hamidabad, 2015).

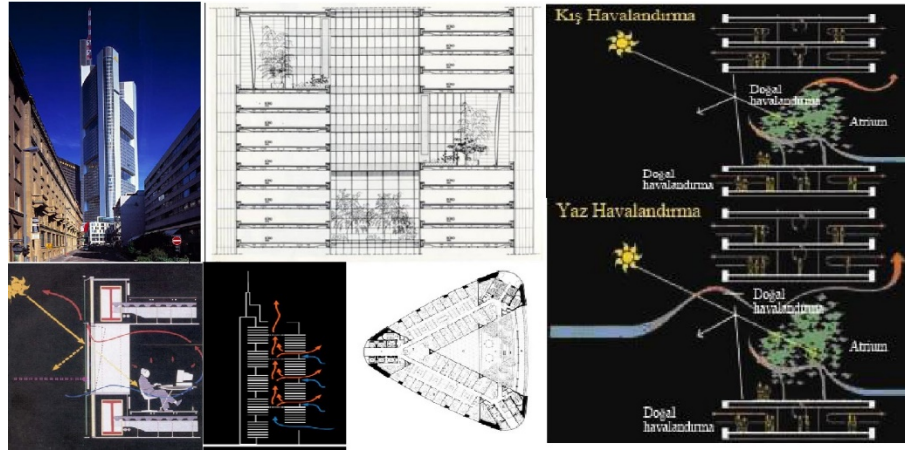


Şekil 11. Agbar Kulesi tasarımı ve plan çizimleri

Kaynak 11. Hamidabad, 2015.

Commerz Bank Norman Foster tarafından tasarlanan 1997 yılında Almanya'da 56 katlı, 259 metre yüksekliğinde yapılmıştır. Bu yapı üçgen formda tasarlanmış ve üçgenin kenarları 4 katta bir tekrarlanan toplam 9 adet iç bahçe oluşturulmuştur. Ayrıca yapıda iç bahçelerin cephesi, cam ile kapatılarak, yapıda sera etkisiyle güneş ısısından yararlanılmış ve gün ışığının ofis bölümlerine tamamen ulaşması mümkün olmuştur. Commerz Bank binasının merkezinde yer alan 160 m yüksekliğinde düşey atrium, gün ışığından yararlanılmasının yanı sıra, yaz aylarında üstü açılarak yapının havalandırması tasarlanmıştır. Yapının cephe sistemi çift cidarlı olarak inşa edilmiştir. Bu yapının içinde yer alan pencereler açılabilen ve ofislerin

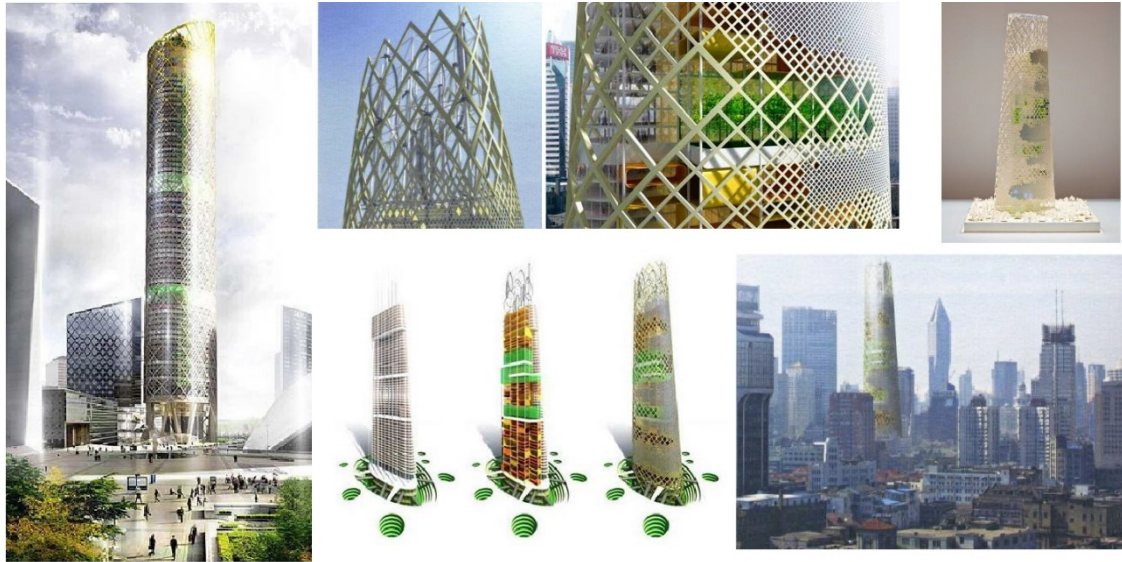
havalandırılması doğrudan cepheden yapılırken, doğal aydınlatma da sağlanabilmektedir (Şekil 12) (Demir, 2011).



Şekil 12. Commerz Bank binasının tasarımı ve plan çizimleri

Kaynak 12. Demir, 2011.

Hypergreen binası Jacques Ferreir Architects tarafından tasarlanan, sürdürülebilir mimari tasarım arasında yer alan konsept bir projedir. Binanın yönü güneş ışığından en iyi şekilde yararlanılacak biçimde ve iklimsel çift cephe sistemi uygulaması tasarlanmaktadır. Hypergreen projesinde, enerji verimliliği dikkate alınarak tasarım amaçlanmaktadır. Bu amaçla, projede enerji üretme kapasitesi ve suyun yeniden kullanımını sağlayacak teknolojiler ile birlikte yer almaktadır. Hypergreen projesinde enerji etkin tasarım anlayışında kullanılacak sistemler, rüzgâr türbinleri, jeotermal ısı pompaları, fotovoltaiik paneller bulunmaktadır (Şekil 13) (Bostan, 2012).



Şekil 13. Hypergreen binasının tasarımı

Kaynak 13. Bostan, 2012.

Varyap Meridian projesi Amerikalı bir büro olan RMJM tarafından İstanbul'da tasarlanmıştır. Bu projede 1500 konut, 5 yıldızlı otel, iş merkezi, ticari ve sosyal alanlar yer almıştır. Varyap Meridian projesi 4 bloktan oluşturulmuş, blokların cepheleri, güneşin zararlı etkilerini ve sıcaklığını minimum düzeye indirmek için cephe elemanları ile kullanılmıştır.

Ayrıca bu proje, sürdürülebilir mimarlık anlayışı içinde tasarlanmış, güneş ve rüzgâr enerjileri kullanarak yapı kendi enerjisini üretmekte ve enerji tasarrufu sağlamaktadır (Şekil 14) (Bostan, 2012).



Şekil 14. Varyap Meridian projesinin tasarımı

Kaynak 14. Bostan, 2012.

Dumankaya İkon, İstanbul'da 2012 yılında 149 metre yüksekliğinde inşa edilmiştir. Bu yapı konut ve alışveriş merkezlerinin yer aldığı karma bir projedir. Ayrıca bu projede 1022 daire, 37 ofis, yüzme havuzu, seyir terasları ve yürüyüş yolları yer almıştır. Dumankaya İkon projesinin tasarımında 3 kule 12., 22. ve 32. katlarda gök köprü oluşturulmuştur. Bu projede gök köprülerin, bahçe ve seyir terası olarak tasarlanmasının yanı sıra gök köprülerin bulunduğu katlara tesisat katı işlevi verilmiştir. Dumankaya İkon projesinin yapımında, taşıyıcı sistemi betonarme perde duvarlı kullanılmış ve projenin temelinde radye temel üzeri konvansiyonel kalıp sistemi yapılmıştır. Bu projenin gök köprüünün taşıyıcı sistem malzemesinde betonarme plaklara yer verilmiştir (Şekil 15) (Söyek, 2015).



Şekil 15. Dumankaya İkon projesinin tasarımı

Kaynak 15. Söyek, 2015.

4. SONUÇ

Kentlerde artan nüfus, yeni binaların inşa oranını arttırmaktadır. Nüfus artışı, yapıların enerji ihtiyacının karşılamasında yetersiz kalmıştır. Yaşanan bu enerji ihtiyacı, kentlerde yapılan yüksek binalarda görülmektedir. Yapılarda, enerji ısınma, soğutma ve havalandırma sistemlerinde kullanılmaktadır. Yapının bu enerji ihtiyacının karşılanmasında fosil yakıtların kullanılması, çevre ve doğa kirliliğini ortaya çıkarmıştır. Bununla birlikte fosil yakıtlar sonucu atmosferde atık gazların birikmesi nedeniyle, sera etkisi oluşmasına ve bu da iklim değişikliğine yol açmıştır. Yaşanan bu enerji sorunları karşısında fosil yakıtların yerine, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı yer almıştır. Yapıların tasarımında, enerji ihtiyacının karşılanmasında rüzgâr, güneş ve jeotermal enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları

kullanılarak, hem yapı kendi enerjisini üreterek enerji tasarrufu sağlanmakta, hem de doğanın ve çevrenin kirlenmesi önlenmektedir. Ayrıca yapıların tasarımında, yenilenebilir enerji kaynaklarının yer alması, doğal kaynakların verimli kullanılmasını sağlamaktadır. Yüksek yapılar diğer yapılara göre daha fazla enerji harcamaktadır. Bu nedenle, yüksek yapıların tasarımında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması artan enerji ve çevresel problemlerin önüne geçilmesi açısından önemli olmaktadır. Yüksek yapıların, enerji ihtiyacının artmasında veya azalmasında binanın tasarımı etkili olmaktadır. Bu yapıların tasarım aşamasındayken; binanın yönü, binanın formu, yapının bulunduğu yerin iklimi, yapının inşasında kullanılan malzemenin özellikleri ve malzemenin geri dönüştürülebilir olması önemli olmaktadır. Bu nedenle, enerji etkin tasarım anlayışı içinde yüksek yapıların inşa edilmesinde mimarlara ve mühendislere önemli görevler düşmektedir.

İncelenen yurt içi ve yurt dışı yüksek yapı örneklerinde, binanın formunda yapının bulunduğu yerin iklimine uygun ve aerodinamik tasarımlar yapıldığı görülmüştür. Ayrıca incelenen örneklerde yüksek yapıların cephe kaplamasında güneş panelleri, rüzgâr türbinler ve jeotermal enerji kaynakları kullanılmıştır. Yüksek yapıların tasarımı yapılırken, insan sağlığının, doğanın ve çevrenin korunmasının göz önüne alınması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Bostan, H. T. (2012). Yüksek Yapılarda Ekolojik Mimari ve Sürdürülebilirlik. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çakır, G. (2011). Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Yüksek Yapıların İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Demir, N. (2011). Yüksek Yapılar ve Sürdürülebilir Enerji. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Hamidabad, D. B. (2015). Enerji Etkin Tasarım Anlayışının Yüksek Yapılarda İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Katuk, Ö. S. (2014). Yüksek Yapılarda Sürdürülebilir Enerji. Yüksek Lisans Tezi. Haliç Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kanan, Ö, N, (2010), Ekolojik Mimarlıkta Mimari Bütünleşmenin 1990 Yılı Sonrası Ken Yeang ve Norman Foster'ın Yapıları Özelinde İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Söyek, B. (2015). Yüksek Yapılardaki Gökköprülerde Mimari ve Yapısal Sorunların İncelenmesi ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Taştan, T. (2012). Ken Yeang'ın Yüksek Yapılarda Biyoiklimsel Tasarıma Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi. Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Onar, İ. (2010). Enerji Etkin Duvar Sistemlerinin Çok Katlı Yapılara Uygulama Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.