

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Peyman Umre ERKINAY

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN RÜZGAR
ENERJİSİNİN TÜRKİYE'DE BİNALARDA KULLANIMI
ÜZERİNE BİR İNCELEME**

MİMARLIK ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN RÜZGAR ENERJİSİNİN
BİNALARDA KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME**

Peyman Umre ERKINAY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Bu tez .../01/2012.Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Erkin ERTEN
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. İ. Hakkı ÇAĞATAY
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Altay ÇOLAK
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç.Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: MMF2010YL27

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirilerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN RÜZGAR ENERJİSİNİN BİNALARDA KULLANIMI ÜZERİNE BİR İNCELEME

Peyman Umre ERKINAY

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Erkin ERTEN

Yıl: 2012, Sayfa: 101

Jüri : Prof. Dr. Erkin ERTEN

: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY

: Yrd. Doç. Dr. Altay ÇOLAK

Günümüzde, enerji ihtiyacında görülen artış, mevcut enerji kaynaklarının tükenmekte olması ve fosil yakıtlardan kaynaklanan çevre kirliliği yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Enerji tüketiminin büyük bir kısmının yapılardan kaynaklanması yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi başlatmıştır. Bu çalışmada binalarda kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarına değinilmiş ve yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisinin gelişmiş ülkelerde ve Türkiye’deki mevcut durumu değerlendirilmiştir. Bu bağlamda binalarda rüzgar enerjisinden aktif ve pasif yararlanma prensipleri açıklanmıştır. Yurt dışında rüzgar enerjisi kullanan yapılar örneklerle değerlendirilmiş, ülkelerin kurulu rüzgar güçleri grafiklerle anlatılmıştır. Türkiye’de rüzgâr enerjisinin potansiyeli, kurulu gücü ve mevcut rüzgar santralleri belirtilmiştir. Türkiye’de bina-rüzgar enerjisi ilişkisinde istenilen düzeye gelmediği, rüzgar enerjisi uygulama alanlarının ağırlıklı olarak rüzgar çiftlikleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Değerlendirme çalışmasında elde edilen bulgular sonuç bölümünde bir araya getirilerek rüzgar enerjisi kullanılan binalarda tasarımcıların dikkat etmesi gereken prensiplere değinilmiş, Türkiye’nin bu platformda ilerleyebilmesi için alınması gereken tedbirler ve yapılması gereken çalışmalar saptanmıştır. Bu değerlendirmelerin sonraki tasarımlara veri olarak aktarılması, tasarım sürecine yansıtılması ve bina-rüzgar enerjisi ilişkisine gerekli önemin verilerek ülke ekonomisine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Rüzgar enerjisi, Binalarda rüzgar enerjisi kullanımı

ABSTRACT

MSc THESIS

<p>AN INVESTIGATION OF WIND ENERGY IS ONE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES USE AT BUILDINGS</p>

Peyman Umre ERKINAY

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING**

Supervisor :Assoc. Prof. Dr. Erkin ERTEN

Year : 2012, Page: 101

Jury : Prof Dr. Erkin Erten

: Prof. Dr. İsmail Hakkı ÇAĞATAY

: Asst.Prof. Dr. Altay ÇOLAK

Nowadays, the increase in energy use, the existing energy resources are running out and environmental pollution from fossil fuels necessitates the use of renewable energy sources. A large portion of the energy consumption of buildings has increased the need for renewable energy sources. In this study renewable sources of energy used in buildings and one of the renewable energy sources, wind energy's current state in developed countries and in Turkey was considered. The principles of active and passive use of wind energy in the buildings was explained. Samples were evaluated using wind energy structures abroad and these countries' current wind energy was considered. Wind energy potential, and the present installed capacity of wind power stations in turkey was indicated. In Turkey, there is the desired level of wind energy use in buildings, and was concluded generally there are wind farms in Turkey

In result part, the principles using wind power in the buildings was considered and Turkey's development in the use of wind energy for the measures to be taken and the work to be done had been identified. These results in the next data transfer designs and their reflections to the design process and the importance using wind energy in the buildings, the use of wind energy's contribution to the economy was considered.

Key Words: Renewable energy, Wind energy, Using wind energy in the buildings

TEŞEKKÜR

Bu alıŐma, 2009–2011 yılları arasında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Erkin Erten yönetiminde YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

ÇalıŐmalarımın her aşamasında beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen DanıŐmanım Prof. Dr. Erkin Erten'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında her türlü maddi ve manevi destekte bulunan değerli aileme, önerileri ile tezin gelişimine katkıda bulunan ablam ArŐ. Gör. Y. Elektrik Elektronik Mühendisi Merve Erkinay' a, Adana'da eğitimim süresince destekleriyle yanımda olan Mimar Cansu Özçete ve ailesine ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
RESİMLER DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	7
3. MATERYAL VE METOD.....	31
3.1. Materyal.....	31
3.2. Metod.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	53
4.1. Yenilenebilir Enerji.....	7
4.1.1. Binalarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı.....	9
4.1.1.1. Güneş Enerjisi.....	11
4.1.1.1.(1) Pasif Sistemler.....	12
4.1.1.1.(2) Aktif Sistemler.....	18
4.1.2. Jeotermal Enerji.....	22
4.1.3. Hidrojen Enerjisi.....	23
4.1.4. Biokütle Enerjisi.....	24
4.1.5. Rüzgar Enerjisi.....	26
4.2. Binalarda Rüzgar Enerjisinden Yararlanılması.....	30
4.2.1. Pasif Rüzgar Sistemleri.....	31
4.2.2. Aktif Rüzgar Sistemleri.....	43
4.2.2.1. Rüzgar Türbini Elemanları.....	45
4.2.2.1.(1) Güç Odaklı Rüzgar Türbinleri.....	47
4.2.2.1.(2) Eksen Odaklı Rüzgar Türbinleri.....	47
4.3. Binalarda Rüzgar Türbini Kullanımı.....	49

4.3.1. Bina Bağımsız Rüzgar Türbinleri	50
4.3.2. Bina Monte Rüzgar Türbinleri	51
4.3.3. Bina Entegre Rüzgar Türbinleri	52
4.3.4. Hibrid Sistemler	56
4.4. Yurt Dışında Binalarda Rüzgar Enerjisi Kullanımı	57
4.4.1. Uygulama Örnekleri	63
4.5. Türkiye’de Binalarda Rüzgar Enerjisi Kullanımı	73
4.5.1. Uygulama Örnekleri	83
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	95
ÖZGEÇMİŞ	101

TABLO DİZİNİ**SAYFA**

Tablo 4.1.	Dünyada toplam enerji ihtiyacı	7
Tablo 4.2.	Binalarda Kullanılan yenilenebilir enerjiler	10
Tablo 4.3.	Biokütle enerjisi ve kullanım alanları	25
Tablo 4.4.	Rüzgar çeşitleri.....	27
Tablo 4.5.	Enerji kaynaklarının ömrü	30
Tablo 4.6.	Birim kWh başına emisyon miktarları	30
Tablo 4.7.	Rüzgar enerjisi ve bina tasarımı.....	49
Tablo 4.8.	Binalarda rüzgar türbini/türbinleri kullanmanın avantajları ve dezavantajları	55
Tablo 4.9.	Dünya Kurulu Rüzgar Gücü Kapasitesi	60
Tablo 4.10.	Dünya Kurulu Rüzgar Gücü Kapasitesi Devamı	61
Tablo 4.11.	Dünyada Rüzgar Enerjisinde toplam Kapasitede İlk 10 Ülke	62
Tablo 4.12.	Swiss Re Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı	63
Tablo 4.13.	Bedzed Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı.....	64
Tablo 4.14.	Peckham Kütüphanesi Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı.....	65
Tablo 4.15.	Commerzbank Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı.....	66
Tablo 4.16.	Melbourne Belediye Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı.....	67
Tablo 4.17.	Michelin Fabrika Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı.....	68
Tablo 4.18.	Antrim Area Hastanesi'nde rüzgar enerjisi kullanımı	68
Tablo 4.19.	Great Lakes Araştırma Merkezi Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı	69
Tablo 4.20.	Egg Tower Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı	69
Tablo 4.21.	Boston Logan Uluslar arası Havaalanı Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı	70
Tablo 4.22.	Bionic Arc Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı	70
Tablo 4.23.	Pearl River Kulesi'nde rüzgar enerjisi kullanımı.....	71
Tablo 4.24.	Anara Tower Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı.....	72
Tablo 4.25.	Aquarius Tower Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı	72
Tablo 4.26.	Güneş Dalgası ve Rüzgar Kulesi'nde rüzgar enerjisi kullanımı	73

Tablo 4.27. Türkiye’ de Enerji Tüketimi	74
Tablo 4.28. İstanbul Sapphire Binası’nda rüzgar enerjisi kullanımı	83
Tablo 4.29. Diyarbakır Güneş Evi’nde rüzgar enerjisi kullanımı	84
Tablo 4.30. Varyap Meridian Binalarında rüzgar enerjisi kullanımı.....	85
Tablo 4.31. Çengelköy Mesa konutları’nda rüzgar enerjisi kullanımı	86
Tablo 4.32. Ağaoğlu My Towerland Konutları’nda rüzgar enerjisi kullanımı	87
Tablo 4.33. Eser Yeşil Binası’nda rüzgar enerjisi kullanımı	88
Tablo 4.34. Marmara Üniversitesi Araştırma Binası’nda rüzgar enerjisi kullanımı	88
Tablo 4.35. Kırıkkale’de müstakil bir konutta rüzgar enerjisi kullanımı.....	89

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1.	Güneşten doğrudan yararlanma.....	14
Şekil 4.2.	Tromb duvarın çalışma şekli.....	15
Şekil 4.3.	Trombe duvar havalandırma düzeni.....	15
Şekil 4.4.	Trombe duvar için gece gündüz çalışma şekli.....	15
Şekil 4.5.	Güneşten dolaylı yararlanma-sulu çatılar.....	17
Şekil 4.6.	Güneş kolektörlerinin çalışma sistemi.....	19
Şekil 4.7.	Türkiye’de esen başlıca rüzgarlar.....	29
Şekil 4.8.	Yapı Çevresindeki Hava Akımları.....	31
Şekil 4.9.	Yapı Çevresindeki Basınç Farkları.....	31
Şekil 4.10.	Yapı yüksekliği ve arka tarafta oluşan etki alanı.....	33
Şekil 4.11.	Dikdörtgen planlı bir yapıya rüzgarın 45 derece açıyla geldiği durumda hava hareketi ve oluşan rüzgar gölgesi.....	34
Şekil 4.12.	Yapı gruplarında yerleşim düzeni ile oluşan gölge ile koruma.....	34
Şekil 4.13.	Dikdörtgen ve L planlı yapıdaki rüzgar hareketleri.....	35
Şekil 4.14.	Pencere açılışları.....	37
Şekil 4.15.	(a) Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerin kesiti (b) Bina yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerin kesiti (c) Şaft giydirme cephe sistemlerin kesiti.....	40
Şekil 4.16.	Rüzgâr kepçesinin çalışma ilkesi.....	40
Şekil 4.17.	Rüzgâr bacası.....	41
Şekil 4.18.	Kurulu güç ve pervane çap gelişimi.....	44
Şekil 4.19.	Yıllara göre türbin boyunun gelişimi.....	44
Şekil 4.20.	Rüzgar Türbini İç Yapısı.....	46
Şekil 4.21.	Yatay Eksenli Türbin.....	47
Şekil 4.22.	Dikey Eksenli Türbin.....	48
Şekil 4.23.	Bina-monte rüzgar türbinleri için entegrasyon stratejileri.....	51
Şekil 4.24.	Enerji kaynaklarının yıllık küresel büyüme oranları.....	58
Şekil 4.25.	Dünyanın kurulu rüzgar kapasitesi.....	59
Şekil 4.26.	Türkiye’de sektörlere göre enerji tüketimi.....	75

Şekil 4.27. Enerji kimlik belgesi.....	76
Şekil 4.28. Türkiye rüzgar atlası.....	78
Şekil 4.29. Türkiye’ de işletmede olan Rüzgar Santralleri Çizelgesi	80
Şekil 4.30. Türkiye’ de işletmede olan Rüzgar Santralleri Çizelgesi devamı.....	81

RESİMLER DİZİNİ**SAYFA**

Resim 4.1. (a) Portakal Konut Kulesi (b) The Shanghai World Financial Center Binası (c) Swiss Re.....	36
Resim 4.2. Çatı pencere örnekleri.....	38
Resim 4.3. Glaso Welcome Binasının Çift cam uygulaması	38
Resim 4.4. Portcullis Yeni Parlamento Binası doğal havalandırma sağlayan rüzgar bacaları.....	41
Resim 4.5. Reichstag Binası.....	42
Resim 4.6. Reichstag Binası-havalandırma bacası	40
Resim 4.7. Yel değirmenleri.....	43
Resim 4.8. Saksonya Rüzgar Çiftliği	50
Resim 4.9. Osmaniye Rüzgar Santrali	50
Resim 4.10. İrlanda Denizi.....	51
Resim 4.11. Expo 2000-Alamanya.....	52
Resim 4.12. Margot ve Harold Schiff Rezidans	52
Resim 4.13. Bina Monte Rüzgar Türbin Örneği	52
Resim 4.14. (a) Lighthouse (b) Castle house (c) Pearl River Towe.....	53
Resim 4.15. Bahreyn Ticaret Merkezi.....	53
Resim 4.16. Yenilenebilir Enerji Üretici.....	56
Resim 4.17. Hibrid Sistem Sokak Lambaları.....	57

1. GİRİŞ

Bütün sektörlerde enerji kullanımı; 18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan endüstri devriminin ve 1970 yıllardan bu yana petrol krizlerinin de yaşanmasıyla en çok önem verilen konulardan biri olmuştur. Günümüzde, nüfus artışı, şehirleşme, saniyeleşme, teknolojinin hızla ilerlemesi enerji tüketimini arttırmaktadır. “Artan enerji ihtiyacını karşılamak için insanoğlu daha verimli üretebileceği kaynaklara yönelmiş böylelikle yakılması ile daha çok enerji üreten fosil yakıtlar kullanılmaya başlanmıştır. Ancak milyonlarca yılda oluşmuş bu yakıtların bir anda yakılarak tüketilmesi dünyanın ekolojik dengesi üzerinde ciddi tahribatlara neden olmuştur.”(Aykan,Gümüş,Özbudak, 2009)

Ülkelerin kalkınmalarının sürekliliği için kullanılan enerji kaliteli, sürekli, ucuz ve çevreyle uyumlu olmalıdır. Enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtların çevre kirliliğine neden olması ve bu yakıtların bitebileceği gerçeği yenilenebilir temiz enerji kaynaklarına yönelimi arttırmıştır.

Yapı sektöründe diğer sektörlerde olduğu gibi ağırlıklı olarak yenilenemeyen fosil tabanlı yakıtların enerji kaynağı olarak kullanılması nedeniyle enerji etkin tasarımların önemi her geçen gün artmaktadır. Günümüzde, rüzgar enerjisi giderek artan ölçüde mimarlık alanında kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

Binalarda pasif ve aktif sistemler olarak yararlanılan rüzgar enerjisi özellikle Avrupa Ülkeleri ve ABD’ de, Dubai’ de tasarımlarda kullanılmaktadır. Rüzgar enerjisi potansiyeli oldukça fazla olmasına rağmen Türkiye rüzgar enerjisinden yeterli ölçüde faydalanmamaktadır.

Rüzgar enerjisi birçok gelişmiş ülkede kullanılmaktadır ve Türkiye’nin rüzgar enerjisi potansiyeli birçok ülkeye göre oldukça fazladır. Bu durumda Türkiye’ de yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen rüzgar enerjisi kullanımının gerekliliği kaçınılmazdır. Özellikle enerjinin büyük bir kısmının harcandığı yapı sektöründe gelişen teknolojilerle birlikte rüzgar enerjisi kullanımının artması gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yapılarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önemini ve yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisinin yapılarda faydalanma prensiplerini açıklayarak yurt dışında ve Türkiye’ de rüzgar enerjisinin potansiyelini, yapılarda kullanım olanaklarını ortaya koymaktır. Aynı zamanda çalışma sonucunda tasarımcıların rüzgar enerjisini binalarda nasıl kullanacakları konusunda yardımcı olunması amaçlanmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

M. Halis Günel, H. Emre Iğın, Arzu G. Sorguç (2007): ‘ Rüzgar Enerjisi ve Bina Tasarımı’ adlı kitabında rüzgar enerjisinin binalara özellikle yüksek binalara entegrasyonu araştırılmış, rüzgar enerjisi-bina ilişkisinde bir sınıflandırılmaya gidilerek dünya genelindeki uygulamalara değinilmiştir. Teorik olarak rüzgar enerjisi potansiyeli elektrik ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayabilir durumda olan ülkemizin, rüzgar enerjisi sektöründeki mevcut durumu ve yönelimi değerlendirilmiştir.

Serpil Tosun (2010) : “Bütünleşik Mimarlık Sistemleri Rüzgar Türbinlerinin Yüksek Binalar İle Bütünleşik Tasarımı ” adlı Yüksek Lisans çalışmasında rüzgar enerjisinin yapı sistemleri ile bütünleşme stratejileri araştırılmış, gelişmiş ülkelerde alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanımı giderek yaygınlık kazanan rüzgar enerjisinin yapı sistemleri için önemi anlatılmıştır.

Damla Bekar (2007): “Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi” adlı yüksek lisans çalışmasında mimarlıkta yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile çevre dostu yapılar tasarlamannın, enerjisini kendi üreten, enerji ihtiyacını azaltan yapıları kullanmayı yaygınlaştırmanın önemi anlatılmıştır. Uygulama örnekleriyle aktif enerji sistemleri anlatılmıştır.

Murat Durak, Serra Özer: “Rüzgar Enerjisi:Teori ve Uygulama” adlı kitabında rüzgar enerjisinden, rüzgar enerjisinin tarihsel gelişiminden, tüm dünyadaki rüzgar enerjisi piyasasından, rüzgar türbinlerinin yapısından, çalışma prensiplerinden ve uygulama alanlarından bahsedilmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3. 1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini kütüphanelerden temin edilen kaynaklar, konuyla ilgili makale ve tezler, internetten sağlanan veriler, yönetmelikler ve konferanslar oluşturmaktadır. Rüzgar enerjisi sektöründe önde gelen firma yöneticileriyle ve Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği çalışanlarıyla konuyla ilgili görüşmeler yapılmış, değerlendirmeler alınmıştır. Ayrıca yurt dışında ve Türkiye’ de rüzgar enerjisi kullanan binalardan çekilen fotoğraflar araştırmanın diğer materyallerini oluşturmaktadır.

3.2. Metod

Çalışma, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini, hızlı büyüyen, ekonomik yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin bina ile ilişkisini, gelişmiş ülkelerin ve Türkiye’nin bu sektördeki mevcut durumunu belirlemeye yönelik veri toplama çalışmasıdır.

Bu çalışmada kullanılan araştırma teknikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Literatür araştırması: Yazılı, çizili ve görsel kaynaklara ulaşmak, önceki çalışmalara ve yayınlara ulaşmaktır. Bilgi toplama amacıyla yapılmıştır.
- Görüşmeler: Bireylerle konuşularak yapılan veri toplama tekniğidir. Konuyla ilgili firma yöneticileriyle ve yetkililerle görüşmeler yapılmıştır.
- Bilgilerin değerlendirilmesi: Araştırmada elde edilen veriler yapılan tablolarla ve grafiklerle ifade edilmiştir.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji; “doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki kısa süreçte aynen mevcut olabilen enerji kaynağı” olarak tanımlanabilir. (Uyar, 2004) Konvansiyonel enerji kaynakları (kömür, petrol, doğal gaz, uranyum vb.) dışında kalan, tükenmeyen kendini yenileyebilen enerjidir. Fosil ve nükleer kaynaklara göre çevreye olumsuz etkileri oldukça azdır. Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan karbondioksit atmosferdeki diğer gazlarla birleşerek güneş ışınlarının yansımalarını engellemektedir ve böylelikle sera etkisi oluşmaktadır. Fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan karbon monoksit, metan, azot oksit ve kükürt dioksit gibi gazlar çevre ve canlılar için tehlike arz etmektedir.

Sanayileşme, hızlı nüfus artışı ve gelişen teknoloji ile birlikte bütün sektörlerde enerji artışı yaşanmaktadır. Tüm dünyada toplam enerji ihtiyacı artmaktadır (Tablo.4.1.). Fosil kökenli enerji kaynaklarının da artan enerji ile azalmaya başlaması ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yöneltmiştir.

Tablo.4.1. Dünyada toplam enerji ihtiyacı

YILLAR	SANAYİ	KONUT	ULAŞTIRMA	TARIM	ENERJİ DIŞI	TOP.NİHAİ EN.TALEBİ	ÇEVİRİM SEKTÖRÜ	TOPLAM
2008	38308	25720	17700	3985	2387	88100	23533	111633
2009	40889	27300	18790	4170	2451	93600	25426	119026
2010	43585	29019	19915	4370	2513	99402	26872	126274
2011	46353	30800	21100	4571	2576	105400	28582	133982
2012	49270	32650	22370	4775	2640	111705	31156	142861
2013	52056	34500	23700	4988	2706	117950	32940	150890
2014	54766	36450	25100	5210	2774	124300	35911	160211
2015	57633	38507	26541	5443	2844	130968	39186	170154
2016	60991	40400	28000	5690	2915	137996	40459	178455
2017	64842	42150	29480	5943	2988	145403	42520	187923
2018	69144	43900	31000	6203	3063	153310	45601	198911
2019	73795	45700	32500	6475	3140	161610	48626	210236
2020	78732	47549	34039	6753	3219	170292	52132	222424

Yenilenebilir enerji kaynakları doğrudan kullanılabilir ya da enerjinin başka bir türüne dönüştürülerek kullanılabilir. Çevre kirliliği ile ilgili problemler fosil yakıtların kısa sürede tükeneyecek olması yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi artmaktadır. “Dünyadaki petrol rezervleri 40 yıl, doğalgaz rezervlerinin 67 yıl ve kömür rezervlerinin 227 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Dünya elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık olarak % 64.5’ i fosil yakıtları (% 38.7 kömür, % 18.3 doğal gaz, % 7.5 petrol), % 7’ si nükleer enerji, % 16.5’ i hidrolik enerji ve % 13’ ü diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından gerçekleşmektedir. Bu rakamlar yenilenebilir enerji kaynaklarının bundan sonra çok daha önemli olacağını ve bu alana yapılacak yatırımların hızla artacağını göstermektedir.”(Eniş, 2005)

“ 1990’lı yıllarda çevre bilincinin ortaya çıkması yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimini destekleyen bir başka gelişmedir. Bu bilinç geleneksel enerji üretim ve tüketiminin çevre ve doğal kaynaklar üzerinde yerel, bölgesel ve küresel seviyede olumsuz etkilere neden olduğunun anlaşılmasına ve atmosfere kirlilik yaratıcı emisyon vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının “temiz enerjiler” olarak destek görmesine yol açmıştır.”(Altuntaşoğlu, 2003)

“Geleneksel kaynaklarla enerji kullanımının küresel ve yerel düzeyde yarattığı çevresel etkilerin ve bunların küresel ısınma ile ilişkisinin açıkça görülmesi neredeyse sıfır emisyonu neden olan yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel açıdan önemli bir konuma gelmesine yol açmıştır.” (Altuntaşoğlu, 2003)

Yenilenebilir enerji kaynakları, yerli kaynaklar olduğu için ülkelerin enerjide dışa bağımlılığının azalmasını da sağlamaktadır. “Gelişmiş ülkelerde teknolojinin yoğun kullanıldığı rüzgar, güneş, işlenmiş biyokütle ve organik atıklar başta olmak üzere, yenilenebilir enerjinin genellikle modern veya dönüştürülmüş formları kullanılmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde ise, kırsal bölgelerde ısınma ve yemek pişirme amacıyla, biyokütle ve hayvansal atıkların doğrudan kullanımı önemli düzeydedir.” (IEA, 2007)

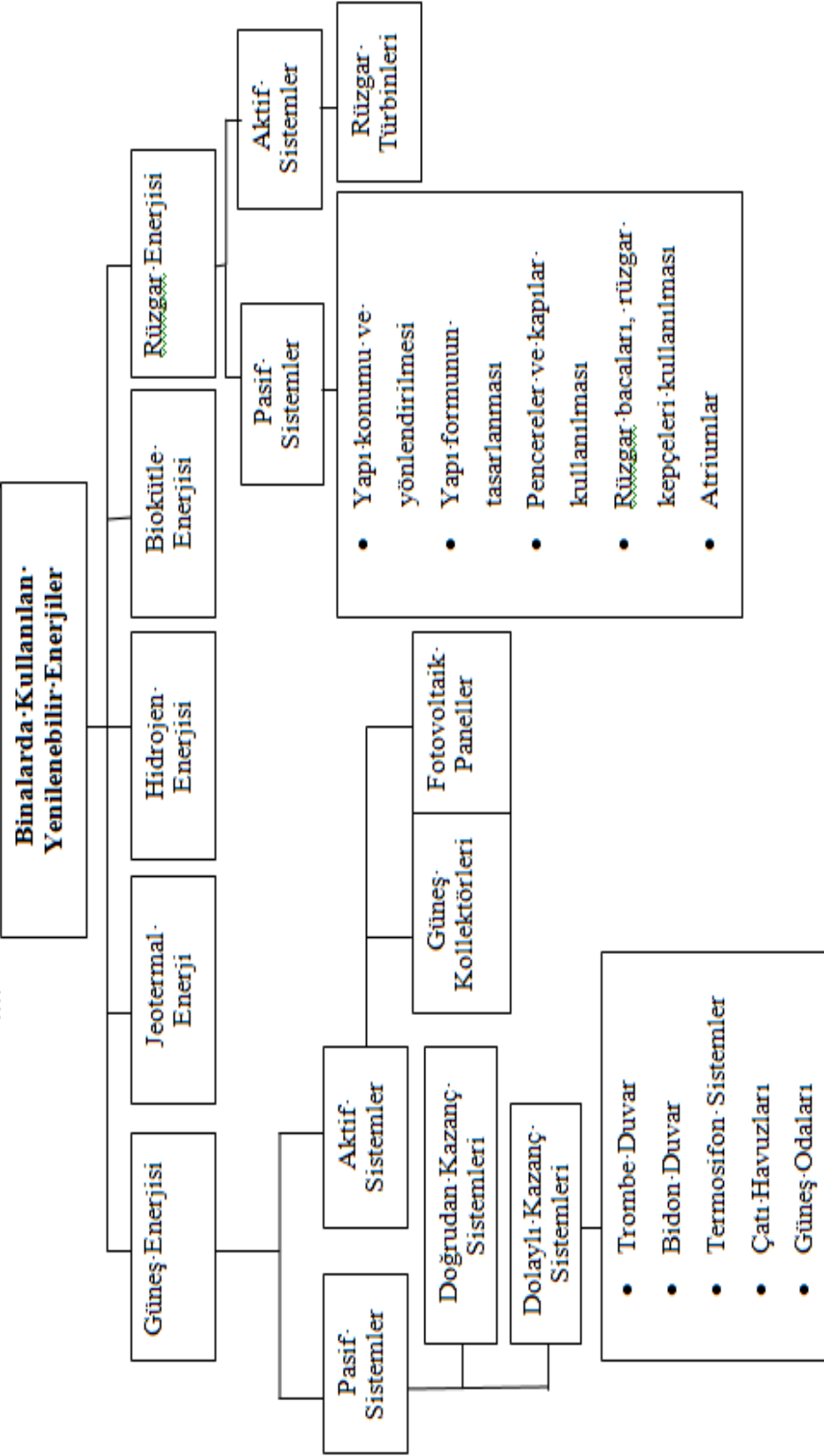
4.1.1. Binalarda Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı

Enerjinin büyük bir bölümü yapı sektöründe kullanılmaktadır. Yapılar doğal enerji kaynaklarını kullanmakta ve çevreye olumsuz etkiler yaparak doğaya geri dönüşümü olmayacak şekilde zarar vermektedir. Bu nedenle enerji ve çevre konusunda yaşanan sorunlar yapılarda enerjinin geri dönüşümünü sağlayacak ve enerjinin bilinçli bir şekilde kullanımına izin verecek teknolojiler geliştirilmesini gündeme getirmiştir. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerjinin bu kaynaklardan sağlanması yönünde bir yöntem kullanılmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan hidrojen enerjisi, biokütle enerjisi, jeotermal enerji, rüzgar ve güneşe enerjisi yapılarda çeşitli şekillerde kullanılmaktadır.

Tablo 4.2.'de binalarda kullanılan başlıca enerji kaynakları gruplandırılmıştır.

Tablo 4.2. Binalarda Kullanılan Yenilenebilir Enerjiler



4.1.1.1. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağıdır. Dünyadan ortalama 149.6 milyon km uzaklıkta, 1.392×10^8 km çapında ve 1.99×10^{30} kg kütlede sıcak bir gaz küresi olan güneşin yüzey sıcaklığı yaklaşık 6000 derece olup iç sıcaklığı ise 12 milyon derece civarındadır. “Güneş dünya için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneşten gelen güç insanlığın yıllık ticari gereksiniminin 16.000 katından çoktur. Dünyadaki tüm elektrik santrallerinin toplam gücü; güneşten gelen gücün 61.000’de birinden azdır. Güneşten gelen güç dünyadaki tüm nükleer santrallerin ürettiği toplam gücün 527.000 katıdır.” (<http://web.boun.edu.tr/meteoroloji/yenerji.php>) “Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, aşağı yukarı sabit ve 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzünde $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji değerinden çok fazladır.” (Yıldırım, 2008)

“Ülkemizde bina sektörü payı toplam enerji tüketiminin önemli bir yüzdesini oluşturmaktadır. Isıtma amaçlı bu tüketimin ülke koşullarına ve binanın özelliklerine bağlı olarak önemli bir bölümünün güneş enerjisinden karşılanması mümkündür.” (Çelebi, 2002) Ayrıca binaların soğutulmasında, serinletilmesinde, havalandırılmasında da güneş enerjisi kullanılmaktadır. Enerji tasarrufu sağlamak amacıyla üretim maliyeti olmaması sebebiyle güneş enerjisi en önemli alternatif enerji kaynaklarından biridir.

“Güneş enerjisinden iki türlü yararlanmak mümkündür. Birincisi, güneş enerjisini toplamak, depolamak ve dağıtmak için çeşitli elemanlardan oluşan aktif ısıtma sistemlerini kullanmaktır. İkincisi ise enerji kullanan aktif sistemleri işin dışında tutarak, yönlendiriliş durumu, bina formu, bina kabuğu termofiziksel özellikleri gibi tasarım parametrelerinin güneş enerjisinden optimum yarar sağlayacak şekilde belirlenmiş değerleri ile bina sistemini oluşturmaktır.” (Özdemir, 2005)

Güneş enerjisi mimarlıkta kullanım şekilleri iki ana başlıkta incelenebilir.

4.1.1.1.(1). Pasif Sistemler

“Pasif güneş sistemleri güneşten enerji elde etmenin en basit yoludur. Yapının tasarım özelliklerinden faydalanılarak ve uygun malzeme kullanılarak güneş enerjisinin yapı içerisine alınması ve bunun sayesinde ısı enerjisi elde edilmesi ilkesine dayanmaktadır.” (Boduroğlu, 2010) Bina soğutulmasında ve ısıtılmasında kullanılan en eski yöntemlerinden biridir. “Pasif sistemlerde güney-doğu ve güney-batı ekseninde açılan duvar boşlukları ya da kış bahçeleri ve seralar yardımı ile güneş enerjisi mekan içine alınmakta ve yapı bileşenleri vasıtası ile mekana yayılmaktadır.” (Bekar, 2007)

“ Pasif sistemlerde üç ana fonksiyon mevcuttur:

- Toplama: Güneş enerjisinin güney-doğu ve güney-batı aksında açılan pencereler, kış bahçeleri, atriumlar sayesinde mekan sayesinde mekan içine alınmasıdır.
- Depolama: Mekan içine alınan ısının bir kısmı kullanıldıktan sonra diğer kısmının zemin ve duvarlarda daha sonra kullanılmak üzere depolanmasıdır.
- Dağıtma: Depolanan ısının mekana dağıtılmasıdır.Bu işlem ışıyım veya taşıma yolu ile olabileceği gibi fanlar vasıtası ile de yapılabilmektedir. ”

(Bekar, 2007)

“Pasif sistemler doğrudan kazanç sistemleri ve dolaylı kazanç sistemler olarak iki başlık altında incelenmektedir.”(Bozdoğan, 2003)

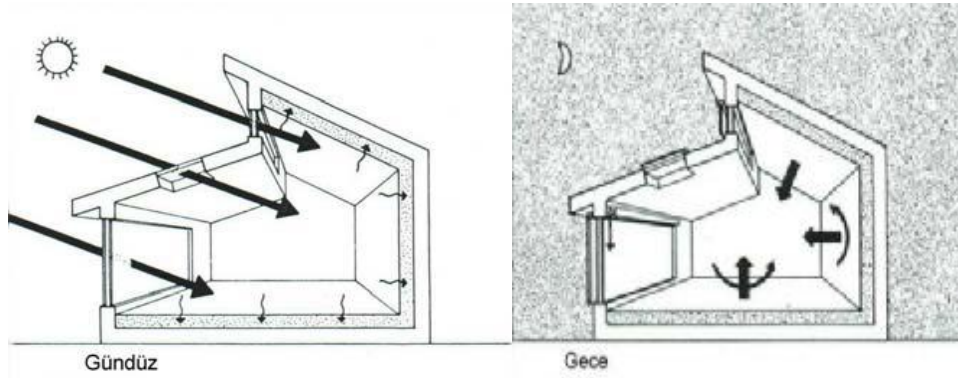
Doğrudan Kazanç Sistemleri: Güneş ışığı yapıya doğrudan alınır doğrudan kullanılır. Güneş enerjisi; gündüz saatlerinde binanın güney cephesinde tasarlanan pencerelerden, seralardan, kış bahçelerinden ve çatıdaki pencerelerden içeri alınır. Mekan içerisine alınan ısı enerjisi gün boyu kullanılır, kullanılmayan fazla enerji duvar, tavan, döşeme gibi yapı bileşenlerinde depolanır. Depolanan enerji gece saatlerinde kullanılır. Doğrudan güneş enerjisinden yararlanmak için bina tasarımı gerçekleştirilirken dikkat edilmesi gereken hususlar vardır:

1. Güneş enerjisinden maksimum yararlanılmasında binaların doğru yönlendirilmeleri oldukça önemlidir. Güney cephesinde kullanılan açıklıklar

sayesinde gün içerisindeki güneş ışığından verimli bir şekilde yararlanmak mümkündür.

2. Binalar yapılacakları arazinin sahip olduğu iklimsel verilere göre tasarlanmalıdır. Bina formları ve kullanılan malzemeler yörenin iklimsel karakteristiklerine ve topoğrafik özelliklerine göre şekillenmelidir.
3. Doğal aydınlatma ve havalandırmayı sağlayan iklime uygun model ve ebatlardaki pencereler enerji tasarrufu ve korunumu açısından bina için oldukça önemli yapı elemanlarıdır. “Güney yönünde mümkün olduğunca yararlanılması amaçlanan pencerelerden, kuzey, doğu ve batı yönlerinde sadece gerekli havalandırma ve aydınlatmayı sağlayacak ölçüde faydalanmak, yaz mevsiminde sabah saatlerinde doğu ve öğleden sonra batı yatık gelen güneş ışınlarından, kış mevsiminde ise kuzey yönünden esen kış rüzgârlarından korunum açısından önem kazanmaktadır.” (Bozdoğan, 2003)
4. “Kış mevsiminde güneşten sağlanan ısı kazanımının korunumu için, çift cam kullanılması gerekmektedir. Gün batımından sonraki saatlerde içeriden ya da dışarıdan takılan kepenk, stor, jaluzi gibi hareketli yalıtım elemanlarıyla ya da en azından perdelerin sıkıca kapatılmasıyla ısı kayıplarından korunma sağlanmaktadır. Yaz mevsiminde gündüz saatlerinde güneş ışınlarından korunmak için, pencerelerde güneşe karşı güneş kırıcı, perde ve saçak kullanılmalıdır.” (Bozdoğan, 2003)
5. Yapılarda kış bahçesi olarak da adlandırılan seralar güneşten gelen ısıyı toplama özelliğine sahiplerdir. Binalarda konumlandırıldıkları cephe, çatılarının eğimi, çatılarında kullanılan örtü malzemeleri ve iskeletlerinde kullanılan malzemeler ışığı en iyi geçirecek şekilde seçilmelidir.
6. Binanın cephesi gerekli güneş ışığını alamadığında bina çatı pencereleri tasarlanıp gün ışığının iç mekanlara alımı sağlanmalıdır. Aynı zamanda binaların doğal havalandırmasını sağlamaktadır. İç ortamda ısınan kirli hava çatı pencerelerinden dışarı atılır.

Pasif sistemler az yatırımla istenilen düzeyde enerji kazancının yapılabildiği sistemlerdir.



Şekil 4.1. Güneşten doğrudan yararlanma (Wachberger, 1988)

Dolaylı Kazanç Sistemleri: Dolaylı sistemler güneş ışığını emmeye ve depolamaya uygun elemanlardan oluşmaktadır. Koyu renge boyanmış ya da seçici yüzeye sahip beton, dolu tuğla, taştan oluşan ısı kütlesi duvarları (trombe duvar, su duvarı, uzak depolama duvarı), çatı havuz sistemi gibi güneş ışığını emmesini sağlayan elemanlar dolaylı sistem kullanılarak güneş ışığının depolanıp ihtiyaç duyulduğunda istenilen mekânlarda kullanılmasını sağlamaktadırlar.

Isıl kütle duvarları (trombe duvar): yapının güney cephesine bakan koyu renge boyanmış tercihen siyah renk seçilen masif duvarının önüne cam yerleştirilerek güneş ışınlarının toplayıp duvarın üstünde bulunan deliklerden mekânlara alınması prensibiyle çalışmaktadır. Güneş cam yüzeyden geçerek ısı kütleye gelmekte, yüzeyce emilip ısıya dönüştürülmektedir. Sonrasında ısı duvarın üst kısmındaki deliklerden mekânlara alınır ve soğuyan hava duvarın alt kısmındaki delikten tekrar ısıtılmak üzere duvar ile cam arasındaki boşluğa iletilir. Trombe duvar olarak da tanımlanan bu sistemde saydam tabakadan kaynaklanacak enerji kaybını engellemek için yalıtım tabakaları kullanılmalıdır.

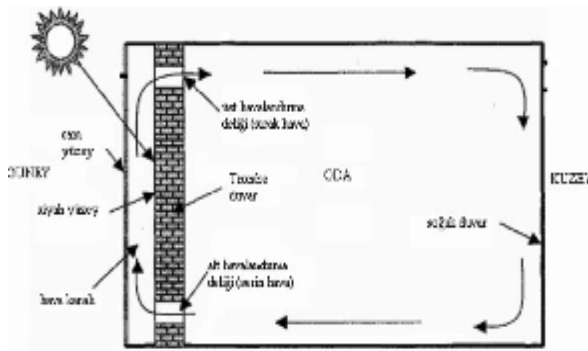
“Dolaylı kazanç sisteminde ısısal depolama için temel kurallar şunlardır

- Isısal kütle duvarının güneşe bakan dış yüzü koyu renk olmalıdır.
- Cam ve ısısal kütle arasında en az 100 mm boşluk olmalıdır.
- Isısal kütle içinde kullanılan havalandırma delikleri gece kapatılmalıdır.
- İyi şekilde yalıtılmış ev, zemin alanının her bir metre karesi için yaklaşık 0.0185 m² ısısal kütle gerektirmektedir.

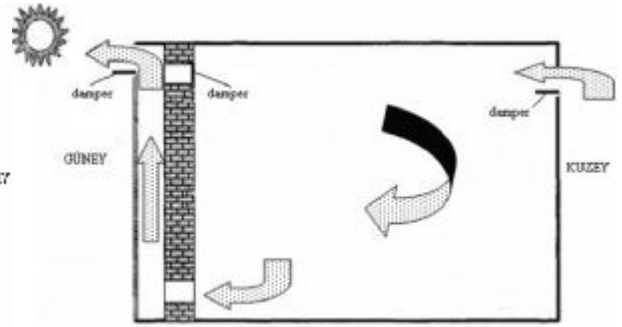
- Isısal duvar sistemi içinde hareketli gece yalıtımı kullanılacaksa ısısal kütle duvar alanı %15 kadar azalabilir.
- Isısal kütle duvar kalınlığı tuğla için yaklaşık 250-350 mm betonarme için 300-450 mm, kerpiç için 200-300 mm olmalıdır.” (<http://www.greenbuilder.com>)

“Trombe duvarın avantajları şunlardır:

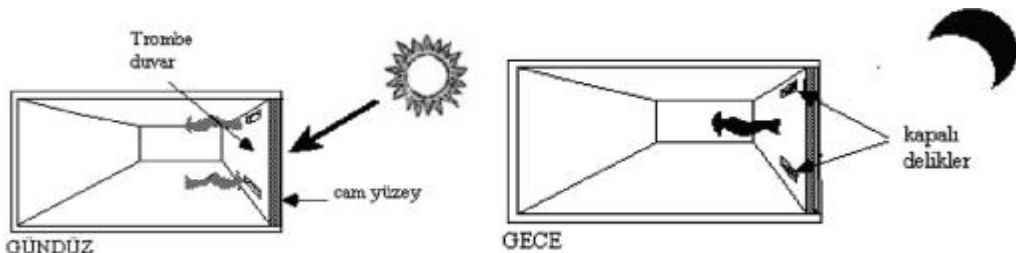
- İç mekan sıcaklıkları pasif bir sistem için oldukça dengelidir.
- Güneş ışınları direkt mekana girmedikleri için, çok güneşli havalarda karşılaşılabilecek problemlerle karşılaşmaz.
- Maliyeti, özellikle tuğladan imal edildiğinde oldukça düşüktür. Varolan yapılara uygulanması kolaydır.” (Tokuç, 2005)



Şekil 4.2. Trombe duvarın çalışma şekli



Şekil 4.3. Trombe duvar havalandırma düzeni



Şekil 4.4. Trombe duvar için gece gündüz çalışma şekli
(<http://www.mmo.org.tr/resimler>)

Isıl depolayıcı su duvarları (bidon duvar): bu sistemin çalışma prensibi, trombe duvar ile benzerlik göstermektedir. Isı depoma malzemesi ve kullanım yöntemi değişiklik göstermektedir. Bu sistemde ısısal kütle olarak çelik bidonlar

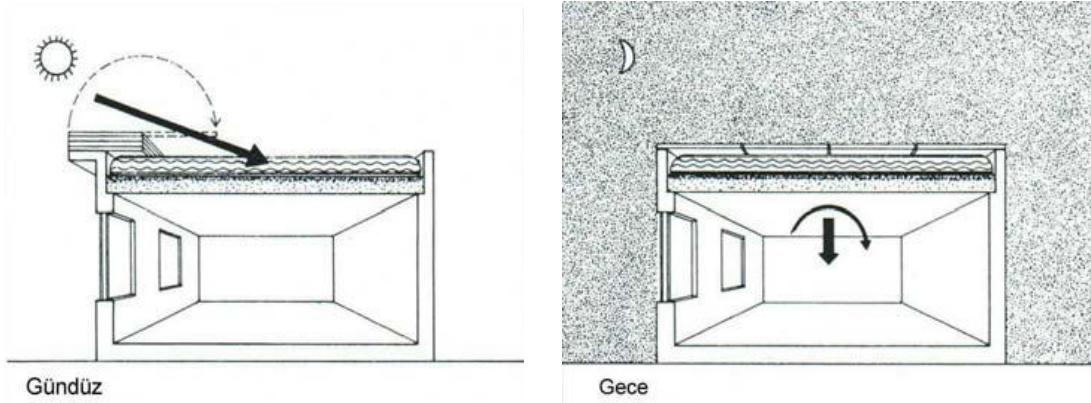
kullanılmaktadır. İçerisinde su ya da benzer bir akışkan bulunan bidonlar bir cam yüzeyin iç kısmına yerleştirilir. Bu sistemde siyah renge boyanan bidonlar toplayıcı ve ısı depo olarak görev yapmaktadırlar. Cama gelen güneş ışınları bidonun siyah yüzeyine ulaşmakta ve bu siyah yüzeyin güneş ışınlarını yutmasıyla bidonun içerisinde bulunan sıvı ısınmaktadır. Isınan bidonlar ışıma ve taşıma yoluyla enerjilerini bina içerisine aktarırlar. Gündüzleri güneş enerjisinden kazanılan enerjinin geceleri muhafaza edilmesi için bidon kapakları kapatılmaktadır. Su duvar sisteminin avantajları,

- Isı deposunun izotermal özelliği dış yüzeyde çok yüksek sıcaklıkların oluşmasını engeller. Böylece dışarıya ve gece gökyüzüne olan ısı kayıpları azalır.
- Kamaşma, mahremiyet ve güneşin yıpratıcı etkisi problem yaratmaz.
- Yaşama mekânındaki ısı salınımları diğer pasif sistemlere göre daha azdır.
- Depo gecenin ilerleyen saatlerine kadar ılık kalarak iç mekana ısı sağlamaya devam eder.

Çatı havuz sistemleri: ısı depolamanın su kütlesi tarafından gerçekleştirildiği pasif güneş sistemlerinden biridir. “Bu sistemde ısısal kütle görevini çatıda yer alan 15-30 mm yüksekliğinde bir su kütlesi yerine getirmektedir. Su genellikle camla kaplanmış geniş plastik veya fiberglas kapların içinde depolanmaktadır. Güneş ışınlarının ısıttığı su kütlesi depoladığı ısıyı aşağıdaki hacme kondüksiyon yoluyla ileterek oranın ısınmasını sağlamaktadır.”

(<http://www.izoder.org.tr/izolasyon/PDF/1161249996.pdf>)

Çatı konstrüksiyonu bu sisteme uygun yapılmalıdır. Isı kayıplarını ve aşırı ısınmayı önlemek amacıyla su tabakasının üzeri yalıtım elamanları ile kapatılmalıdır.



Şekil 4.5. Güneşten Dolaylı Yararlanma-Sulu Çatılar (Wachberger 1988)

İzole Kazanım Sistemleri: İzole kazanım sistemlerinde ısı depolayıcı ve toplayıcı elamanlar yapı kabuğunu oluşturan kapalı sistemden ayrı ancak bina kabuğunu bütünleyen hacimler olarak tasarlanırlar. Güneş odaları ve seraların oluşturduğu bu sistemde genellikle şeffaf kabuklar kullanılmaktadır. Bu sistemin çalışması, doğrudan ve dolaylı kazanç sistem özelliklerinin bir arada kullanılması şeklindedir.

Seralar, yapıda ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma, nemlendirme ve bitki yetiştirme gibi olanaklar sağlayan alanlardır. Yapıların güney yönünde tasarlanan, kış bahçesi olarak da adlandırılan seralar yapının dış mekan arasında bir geçiş sağlamaktadır. Güneş enerjisinden maksimum düzeyde kazanım sağlamak için seralarda kullanılan malzemelerin ışık geçirgenliğinin yüksek olması gerekmektedir. Ayrıca çatı eğimi ve iskelet malzemesi de güneş ışınlarının içeri alacak şekilde seçilmelidir. Gün içinde alınan güneş enerjisi seralar sayesinde içeri alınır ve yapıya girmesi sağlanır. Sıcak iklim bölgelerinde ise seralardan, yapının kuzey cepesinde konumlandırılmalarıyla soğutma amaçlı yararlanmak mümkündür. “Taban ve tavan kotundaki yapısal ya da mekanik kanallarla iki sera arasında sirkülasyon oluşturulduğunda, kuzey serasındaki serin havanın gece ve gündüz soğutma amacı ile kullanılma olanağını elde edilebilir. Yazın tavandaki menfez kapatılır ve her iki mekanın pencereleri açılır. Bu durumda güney serasında ısınan hava pencereden dışarı çıkarken, bunun yerine kuzeydeki camlı bölme pencerelerinden giren serin hava tabandaki kanallar aracılığı ile binanın en çok ısınan güney bölümüne yönlendirilir.”

(<http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/mimar/giris.html>)

Güneş odaları, yapının güney cephesinde konumlandırılan, iç mekanla dış mekan arasında bulunan güneş ışınlarını toplayarak yapının ısı depolayan duvarlarına aktararak iç hacmin ısınmasını sağlayan alanlardır. Trombe duvar ve direkt kazanım sistemlerinin bir kombinasyonudur. Güney yönündeki izole edilmiş duvar ile pencere arasında oluşturulan güneş odaları hacmin ısıtılmasında ve kış aylarında yapının bir bölümü olarak kullanılmaktadır.

İki tip güneş odasından söz edilebilir.

- Sera tipi güneş odası: Eğimli çatı ve tasarıma göre eğimli cam (saydam) duvarlardan oluşmaktadır.
- Sundurma: Yatay opak çatı ve düşey dikey konumlandırılan yüzeylerden oluşmaktadır.

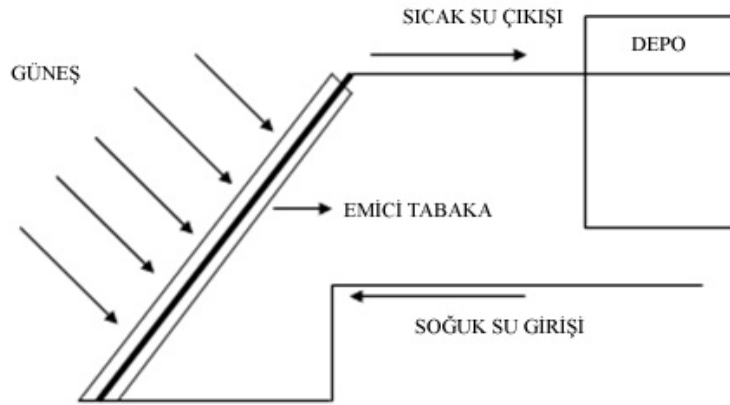
Termosifon Sistemler (Sürekli Dolaşım Halkası Sistemleri): Termosifon sistemler, yapı dış kabuğu ile güneş ışınları arasında toplayıcı alan görevini yapmaktadır. Bu sistemlerin temel elemanı güneş toplama panelidir. Paneller dış cepheye monte edilebildiği gibi zemin kotunun altına da yerleştirilebilirler. Panellerde ısınan hava yükselir ve menfezlerden yaşam alanına girer, ısısı düşen hava ise panele alt kısmındaki menfezlerden geri döner ve ısıtılarak yaşam alanına tekrar gönderilir. Yaz aylarında menfezlerin kapatılmasıyla yaşam alanlarıyla depolama alanının ilişkisi kesilmelidir.

4.1.1.1.(2). Aktif Sistemler

“Aktif güneş sistemleri, güneş enerjisini istenilen biçimdeki enerjiye dönüştürmek amacıyla kullanılan çeşitli mekanik ve elektronik sistemlerin bütünüdür.”(Yüksek, 2009) Isıtma, soğutma ve elektrik üretimi gibi amaçlar için kullanılmaktadır. Mimarlıkta aktif güneş enerjisi kullanımı iki şekilde olmaktadır.

- Güneş kolektörleri (Güneş enerjili ısıtma sistemleri)
- Fotovoltaik piller (Elektrik enerjisi üreten sistemler)

Güneş Kolektörleri (Toplaçlar):Güneş kolektörleri yapılarda, güneş ışınlarından elde ettikleri güneş enerjisini ısıtma ve su ısıtmada kullanılan sistemlerdir. “Güneş kolektörleri çift cam bir üst yüzey, cam ile emici tabaka üzerinde bırakılan boşluk, metal ya da emici bir tabaka, arka ve yan kısımlarda yalıtım tabakası ve bütün bu bölümleri içine alan kasadan oluşmaktadır.”(Yüksek, Esin, 2009) Kolektörün cam yüzeyine gelen güneş ışınları emici yüzey tarafında alınır ve emici yüzeye bağlı borular içerisindeki sıvının ısınması sağlanır ve ısınan su pompa vasıtasıyla su depolarına aktarılır ve yapının bu depoya bağlı kullanım suyunun ısıtılması sağlanır. Ayrıca elde edilen sıcak su klima cihazlarının ısı jeneratörlerine aktarılabilir. Güneş kolektörleri yapıda, çatıda, duvarda ve zeminden daha düşük bir kotta uygulanabilir.



Şekil4.6. Güneş kolektörlerinin çalışma sistemi

Fotovoltaik Piller (Güneş Pilleri):Fotovoltaik piller gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken sistemlerdir. Binalarda ısıtma ve aydınlatma başta olmak üzere bir çok sistemin ihtiyacı olan elektriği sağlamaktadır. Ancak elde edilen enerjiyi depolama özellikleri yoktur. Kullanılmayan enerjinin, bulutlu havalarda ve gece kullanılmak üzere depolandığı aküleri vardır.

“Modern anlamda ilk güneş pili hücreleri, 1954 yılında uydu alıcılarına elektrik sağlayacak bir güç kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra teknolojiye gelişim, endüstrileşme ve artan taleplere bağlı olarak sokak lambaları,

saatler, hesap makineleri ve 1970'lerin basından itibaren de bina yüzeylerinde kullanımları yaygınlaşmıştır.” (Moral, 2006)

Bir fotovoltaik sistemi oluşturan bileşenler;

- Fotovoltaik modüller
- Çeviriciler
- Aküler
- Şarj denetim birimleri
- Diğer sistem bileşenleridir.

“Fotovoltaik akım üretimi özel işlenmiş yarı iletken malzemelerden yapılan kare, dikdörtgen veya daire şeklinde biçimlendirilebilen solar hücrelerle sağlanır.” (Çelebi, 2002)

Fotovoltaik modüller:fotovoltaik hücrelerin birbirlerine paralel, seri ya da karma olarak bağlanmasıyla oluşturulmaktadır. Bu hücreler güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirebilecek optiksel ve elektriksel özellikleri bu dönüşüme uygun yarı iletken malzemelerden üretilmektedirler. Hücreler, elektrik enerjisini geçiren, biri pozitif yüklü diğeri ise negatif yüklü iki katmandan oluşmak üzere iki katmandan oluşmaktadırlar. Hücre üzerine güneş ışığı düştüğünde ışık enerjisini taşıyan bazı fotonlar bu yarı iletken malzeme tarafından geçirilmektedirler.(Eke ve Oktik, 2000)

Çeviriciler:pv hücreleri tarafından üretilen doğru akım enerjisinin alternatif enerji akımına dönüştüren birimlerdir.

Aküler:pv hücreler tarafından üretilen elektrik enerjisinin kullanılmadığı durumlarda depolandığı birimlerdir.

Şarj denetim birimleri:Pv hücreleri tarafından üretilen elektriğin aküye gönderilmesi sırasında aşırı enerji yüklenmesini ve boşalmasını önlemek amacıyla kullanılan birimlerdir.

“ Fotovoltaik pillerin türleri; yarı iletken absorblayıcı maddelerin türü, ışığı bünyesinden geçirme kapasitesi ve üretim teknolojisi bakımından çok çeşitlidir. Fotovoltaik pil yapımında kullanılan kristalin yapısı özellikle bu türlerin ortaya çıkmasında etkili rol oynar.” (Çelebi, 2002)

“PV sistemlerin;

- Makul dönüşüm verimleri,
- Görsel olarak fazla zarar vermeden binalara entegre edilebilmeleri,
- Modülerlikleri ve statik karakterleri,
- Yüksek dayanım ve uzun ömürleri,
- Düşük bakım maliyetleri avantajlarıdır. (<http://www.arch.hku.hk>)

Fotovoltaik Panellerin Binalarda Kullanımı:Fotovoltaik panellerin binalarda kullanımı tasarım aşamasında binadan ayrılmaz bir bütün olarak düşünülmesi ve binaya entegre edilmesi gerekmektedir. Kullanımı ilk zamanlarda var olan binanın çatısına sonradan ekleme şeklinde olan fotovoltaik panellerin, güneşin alternatif enerji kaynağı olarak öneminin anlaşılmasıyla binaların düşey duvarlarında da kullanımına başlanmıştır. “Fotovoltaik kompozit sistemleri binalarda kullanma seçenekleri geniştir;

- Dikey veya eğimli perde duvarlarda
- Cephe sistemlerinde
- Sabit veya gölgeleme elemanlarında
- Eğimli ve düz çatılara monte edilerek
- Çatı aydınlatma sistemlerinde (yarı saydam PV’ lerle)
- Saçak, parapet gibi bina elemanlarıyla kullanılabilirler.” (Keleş, 2008)

Fotovoltaik hücreler modüler olarak panel şeklinde çerçeveler halinde hazır eleman olarak veya mimarın tasarımına göre hazırlanmış giydirme cephe sistemlerinde 2 cam tabaka arasında lamine olarak veya ince metal levha çatı kaplama malzemesinin üzerine monte edilmiş halde veya hazır shingle şeklinde kullanımı mümkündür.

“Fotovoltaik paneller çevreye hiçbir zararlı atık bırakmaması ve direkt olarak güneş ışığını kullanmasından dolayı tercih edilmektedirler.”(Çelebi, 2002)

4.1.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, sıcaklıkları atmosferik sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki normal yer altı ve yer üstü sularına göre daha fazla erimiş mineral, tuzlar ve gazlar, içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanabilir. Ayrıca herhangi bir akışkan içermeden de bazı teknik yöntemlerle yerin derinliklerindeki ısıdan yararlanılması da jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir.(Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2004)

“Jeotermal enerji dünyada en çok bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Jeotermal akışkanın uygulama yöntemlerine göre jeotermal enerji sistemleri ısı pompaları, kuyu içi eşanjörler ve ısı boruları olarak sınırlanmaktadır.” (Bekar, 2007)

Isı pompaları, düşük sıcaklıktaki bir ısı kaynağından ısı enerjisini absorbe edip yüksek sıcaklıktaki bir ısı kuyusuna deşarj eden sistemlerdir. Bina ısıtmak amacıyla jeotermal kaynaklardan doğrudan veya dolaylı olarak faydalanılır. “Jeotermal kaynağın doğrudan kullanıldığı jeotermal ısıtma sistemlerinde, bir eşanjör vasıtasıyla jeotermal suyun ısısı bina ısıtma tesisatı su devresine aktarılır. Bu tip bir uygulama için jeotermal suyun sıcaklığı 80 °C civarında olmalıdır. Bu yüzden sıcaklığı 50 °C altındaki kaynaklar böyle bir uygulama için elverişli değildir. Fakat bu kaynaklardan ısı pompası vasıtasıyla faydalanmak mümkündür.”(<http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biokutle/giris.htm>)Düşük sıcaklık kaynağı olarak hava, toprak ve jeotermal akışkan kullanılmaktadır. Toprak kaynaklı ısı pompalarında, toprak altına döşenen boruların içerisinden su dolaştırılarak ısı sağlanır. Yer altına yerleştirilecek, ısı değişimini sağlayacak bir sistemle kış aylarında toprak altındaki sıvı yer altındaki ısıyı taşıyarak binaya getirir. Isı uygun sıcaklıkta değilse yükseltilerek bina içine taşınır. Yaz aylarında ise ısı bina içerisinden çekilerek ortamdan daha serin olan toprağa bırakılır.

Konutlarda jeotermal enerjiden en çok ısı pompalarıyla yararlanılmaktadır. Isı pompalarının yatay, dikey ve spiral gibi farklı yapım sistemleri vardır.

Jeotermal enerji,

- Bina, cadde, toprak, havaalanı pistlerinin merkezi sistemle ısıtılmasında
- Binalarda sıcak su üretilmesinde
- Seracılıkta, meyve ve sebze kurutulmasında
- Yüzme havuzu, termal tedavi ve diğer turistik tesislerde
- Hayvan çiftliklerinin ısıtılmasında
- Soğutma tesislerinde ve birçok endüstriyel işlemlerde (kerestecilik, boyama, dokuma, vb.)
- Kimyasal madde üretiminde (borik asit, amonyum bikarbonat, amonyum sülfat, potasyum klorür vb.) kullanılmaktadır.

4.1.3. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, evrende %90' dan fazla bulunan, güneş ve diğer yıldızların termonükleer tepkimeyle vermiş olduğu ısının yakıtı olan, kolayca ve güvenli olarak her yere taşınabilen bir elementtir. Tükenmez, temiz, ısı, elektrik ve mekanik enerjiye dönüşebilen, karbon içermeyen, ekonomik ve hafif bir enerji kaynağıdır. Doğada tek başına gaz halinde bulunmaz. Su, en önemli bileşiklerinden biridir.

Hidrojenin üretim kaynakları oldukça çeşitlidir. Bunlar arasında kömür, doğal gaz gibi fosil yakıtlar vardır ancak sınırlı rezerve sahip oldukları gibi çevre zararlarına da yol açmaktadırlar. Bu nedenle hidrojenin temiz enerji kaynaklarından üretilmesi enerjiyi verimli kullanma ve çevre bilinci açısından en doğru seçim olacaktır. Hidrojen üretimi yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinden, rüzgar enerjisinden, jeotermal enerjiden, biokütle enerjisinden, dalga enerjisinden çeşitli yöntemlerle sağlanabilmektedir.

Giderek artan çevre sorunları ve küresel ısınma sentetik bir yakıt olan hidrojeni cazip hale getirmektedir. Kolayca taşınabilen ve taşınması sırasında çok az bir enerji harcayan hidrojen, elektrik üretiminde, sanayide, evlerde ve taşıtlarda kullanılabilen bir yakıttır.

Günümüzde önemli hale gelen hidrojen enerjisi teknolojileri yakıt hücresi olarak adlandırılan teknoloji sayesinde kimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan enerjiyi elektrik enerjisine çevirebilmektedir. Yakıt hücreleri, yakıt dönüştürücüden, yakıt

hücreleri modülünden, güç dönüştürücüden, kontrol sisteminden oluşur. Hidrojen kullanarak gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucu ısı, elektrik ve su meydana gelmektedir. İşlemler esnasında su buharı dışında çevreyi kirletici hiçbir zararlı kimyasal madde üretimi söz konusu değildir. Elde edilen enerji, yapıları ısıtmada, sıcak su elde etmede, yemek pişirmede ve elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır.

4.1.4 Biokütle Enerjisi

“ Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler “biokütle enerji kaynağı”, bu kaynaklardan üretilen enerji ise biokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır.” (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2004) Biokütle enerji kaynaklarını, ekinler, ağaçlar, yosunlar, denizdeki algler, evlerden atılan meyve ve sebze atığı gibi tüm organik çöpler, gübre, hayvansal atıklar, sanayi atıkları gibi maddeler oluşturmaktadır. “Biokütle kısa sürede kendini yenileyebilen ve güneş enerjisinin depolandığı, ülkelerin enerji ihtiyacının ulusal kaynaklardan karşılandığı, büyük üretim potansiyeline sahip, sürekli üretimin mümkün olduğu yenilenebilir enerji kaynağıdır.” (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2004) Elektrik ve diğer enerji şekillerinin üretiminde kullanılan biokütle enerjisinin kaynakları, kaynakları değerlendiren çevrim teknikleri, bu teknikler kullanılarak elde edilen yakıtlar ve uygulama alanları Tablo 4.2’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Biokütle enerjisi ve kullanım alanları

(http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biokutle/giris.htm)

Biokütle	Çevirim Yöntemi	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman artıkları	Havasız çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Isınma
Hayvansal atıklar	Fermantasyon havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz	Sentetik yağ	Roketler
Enerji ormanları	Biofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

Dünyada giderek artan enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan en önemlilerinden biri biokütle enerjisidir. “Biokütle enerjisinin olumlu yönleri,

- Her yerde yetiştirilebilmesi
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi
- Her ölçekte enerji üretimi için uygun olması
- Düşük ışık şiddetlerinin yeterli olması
- Depolanabilir olması
- 5-35 °C arasında sıcaklık gerektirmesi
- Kanserojen madde içermemesi
- Çevre kirliliği oluşturmaması
- Sera etkisi oluşturmaması böylece atmosferde CO2 dengesi sağlanması
- Asit yağmurlarına yol açmaması olarak özetlenebilir.” (Türe, 2001)

4.1.5. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar oluşum çeşitlerinin ve hangi bölgelerde etkili olduğunun bilinmesi rüzgar enerjisinden maksimum verim alınması için önemlidir. Öncelikle rüzgar oluşumu ve çeşitlerine değinilmiştir.

Rüzgar Oluşumu ve Çeşitleri: Rüzgarın kaynağı güneştir. Rüzgar enerjisi güneş enerjisinin dolaylı bir şeklidir. Yer yüzeyi güneşten 10^{17} watt gücünde enerji alır. Güneşten gelen %1-2' si rüzgar enerjisine dönüşür. Rüzgar, yeryüzünün her bölgesinin eşit bir şekilde ısınmayışı ve buna bağlı olarak oluşan alçak ve yüksek basınç merkezlerinin karşılıklı etkileşim sürecinin sonucu oluşmaktadır. “Atmosfer basıncı ve sıcaklık değişimleri havanın

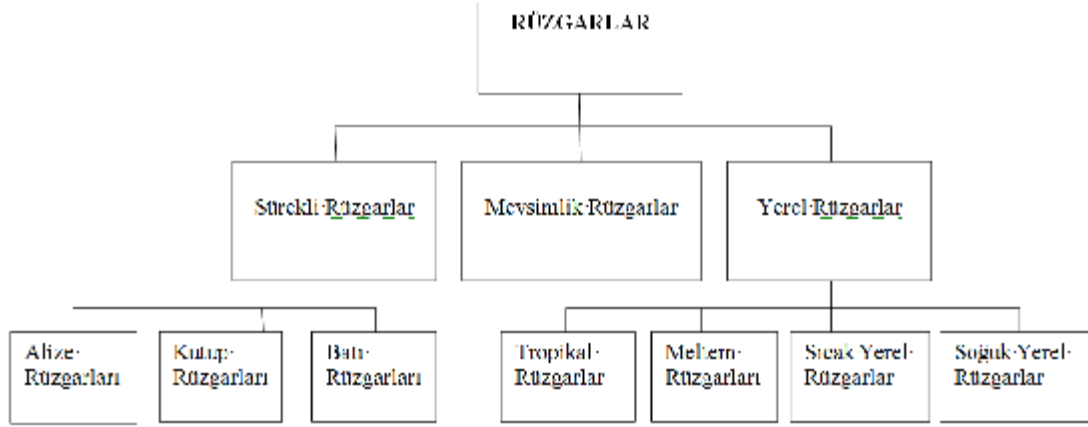
1. Yükselen ve alçalan hava akımları
2. Yatay hava akımları

olmak üzere, iki şekilde hareket etmesine yol açar. Bu akımların yanı sıra, okyanus ve kıtaların düzensiz dağılımı, düzensiz arazi, günlük sıcaklık değişimleri ve mevsimsel değişiklikler de hava olaylarını etkilemektedir, rüzgar oluşumunu sağlamaktadır.” (Şen, 2003) “Meteorolojik açıdan rüzgar oluşum yerleri;

- Basınç gradyanının (iki nokta arasındaki değişim) yüksek olduğu yerler
- Yüksek, engebesiz tepe ve vadiler
- Kıyı şeritleri
- Kanal etkilerinin meydana geldiği dağ silsileleri, vadiler ve tepelerdir.” (Durak, 2008)

Rüzgarların oluşumunda topografya verileri çok önemlidir. Örneğin tepeler, sırtlar, basamaklı arazi yapısı, oluk, vadiler rüzgar üzerinde ilave bir etkiye sahiptir. Rüzgar, sürekli, mevsimlik ve yerel rüzgarlar olmak üzere üç kısma ayrılmaktadır.

Tablo 4.4. Rüzgar Çeşitleri



Sürekli (yıllık) rüzgarlar: sürekli yüksek basınç alanlarından sürekli alçak basınç alanlarına doğru esen rüzgarlardır. Sürekli rüzgârlar ise üç farklı şekilde oluşmaktadır.

1. Alize Rüzgarları: 30° kuzey ve güney enlemlerindeki dinamik yüksek basınç alanlarından, ekvatordeki termik alçak basınç alanlarına esen rüzgarlardır.

2. Batı Rüzgarları: 30° enlemlerindeki dinamik yüksek basınç alanlarından 60° enlemlerindeki alçak basınç alanlarına esen rüzgarlardır.

3. Kutup Rüzgarları: 90° termik yüksek alanlarından 60° dinamik alçak basınç alanlarına esen rüzgarlardır.

Mevsimlik Rüzgarlar:kıta ve okyanusların farklı ısınmaları ve soğumaları sonucu oluşan rüzgarlardır. Yaz mevsiminde okyanuslardan kara içlerine esen yaz musonları, kış mevsiminde karaların iç kesiminden okyanuslara doğru esen kış musonları mevsimlik rüzgarların çeşitlerini oluşturmaktadır.

Yerel Rüzgarlar: kısa süre içerisinde esen ve etki alanları kısıtlı olan rüzgarlardır. Yerel rüzgarları, meltem rüzgarları, sıcak yerel rüzgarlar, soğuk yerel rüzgarlar ve tropikal rüzgarlar oluşturmaktadır.

Meltem rüzgarları, gün boyunca oluşan sıcaklık ve basınç farklarından oluşan rüzgarlardır. Deniz ve kara meltemleri, vadi ve dağ meltemleri meltem rüzgarlarının oluşma şekilleridir.

Sıcak yerel rüzgarlar, kuzey yarımkürede güneyden, güney yarımkürede kuzeyden esen, etkiledikleri alanları sıcak hava getiren rüzgarlardır. Hamsin, sirikko,

samyeli dünyada görülen sıcak yerel rüzgar türleridir. Lodos, kible,keşişleme ve fön rüzgarları Türkiye’ de görülebilen sıcak rüzgarlardır.

Soğuk yerel rüzgarlar kış aylarında etkili olan soğuk, dağlık alanlardan ılık kıyılarına doğru esen rüzgarlardır. Bora, krivetz, etezien yurt dışında rastlanan soğuk rüzgar türleridir. Türkiye ‘ de ise soğuk yerel rüzgarlardan karayel, yıldız, poyraz rüzgar türlerine rastlanmaktadır.

Tropikal rüzgarlar:tropikal kuşakta ani basınç farklarından kaynaklanan güçlü ve çok şiddetli esen, çevrelerine büyük zararlar verebilen rüzgarlardır. Tayfun, hurricane, tornade tropikal rüzgar türleridir.

Türkiye’ de Etkili Olan Rüzgarlar:Türkiye Batı rüzgarları kuşağındadır. Ancak yer şekillerinden dolayı bu rüzgarların etkisi görülmez. Yurdumuz daha çok yerel rüzgarların etkisindedir. Kuzeybatı, kuzey ve kuzeydoğudan esen rüzgarlar enlemin etkisiyle, hava sıcaklığını düşürürler. Güneybatı, güney ve güneydoğudan esen rüzgarlar ise hava sıcaklığını yükseltirler.

Meltemler:

Deniz Meltemi:öğleden sonra denizden karaya doğru esmeye başlayan rüzgarlardır.

Kara Meltemi:karadan denize doğru hafif esintilerdir.

Soğuk Yerel Rüzgarlar:

Karayel: Kuzeybatı yönünden esen rüzgarlara denir. Kış mevsiminde Marmara ve Batı Karadeniz ‘de etkili olur.

Yıldız:kuzeyden esen Karadeniz Bölgesinde etkili olan rüzgar türüdür.

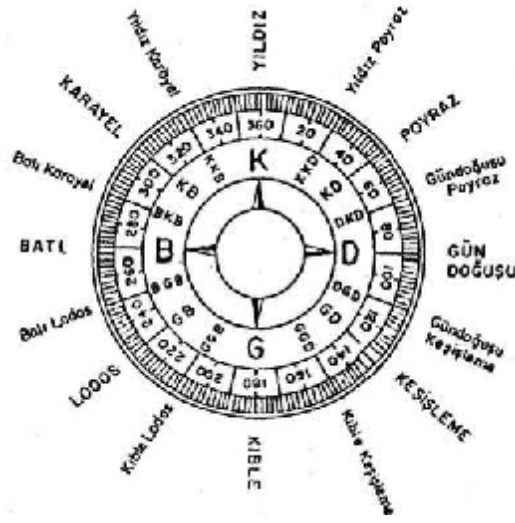
Poyraz:Marmara, Karadeniz ve İç bölgelerimize kuzeydoğudan esen soğuk, kuru bir rüzgardır. Kış mevsiminde sıcaklıkları azaltarak kar yağışına neden olurlar. Yaz mevsiminde ise serin ve kuru eser. Ege Denizinde yazın kuzeyden poyraz benzeri ticaret rüzgarı anlamındaki etezien rüzgarı esmektedir.

Sıcak Yerel Rüzgarlar:

Lodos:Güneybatıdan esen rüzgardır.Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinde etkilidir.

Samyeli (Keşişleme):İstanbul yöresinde güneydoğudan esen rüzgara denizcilerin verdiği addır.

Kible:Güneyden eser. İç kesimlerimizde etkili olur. Akdeniz Bölgesi’nde nemli ve sıcak, iç kesimlerde ise, kuru ve sıcak olarak eser.



Şekil 4.7. Türkiye’de esen başlıca rüzgarlar(Akman, 1999)

Rüzgar enerjisi giderek güncellenen ve hızla yayılan bir enerji kaynağıdır. Dünya enerji rezervi gün geçtikçe azalmaktadır. Ülkeler fosil yakıt, nükleer güç ve enerjinin savurgan kullanımı ile, sorunların farkına vardıkça daha verimli teknolojilere ve doğal çevrede enerji üretimine doğru yönelmeye başlamışlardır. Sanayileşmiş ülkeler, geçmişteki tecrübeleri sonucunda, enerjinin üretim ve kullanımında etkinliğini sağlamak ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımını desteklemek üzere önlemler almaya yönelmişlerdir.(Yerebakan, 2001) Mekanik ve elektrik enerjisi üretimini sağlayan, tükenmeyen rüzgar enerjisi gelişmiş ve ticari açıdan elverişli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. “Rüzgar enerjisinin belirgin yararları;

1. Yenilenebilir olması
2. Kirliliğe sebep vermemesi
3. Ucuz olması
4. Ticari boyutunun giderek genişlemesi
5. Her yere kurulabilir olması
6. Yan sanayi terimleri ile büyük üreticilerin giderek uyumlu hale gelmesi
7. Fosil yakıtlarına bir alternatif olması
8. Tükenmemesi (Tablo 4.3.)
9. Çevre dostu olması (b)

10. Tarımsal faaliyeti olumsuz etkilememesi
11. Ekolojik dengeyi koruması
12. Yatırım ve yer değiştirme maliyetlerinin düşük olmasıdır.” (Yerebakan, 2001)

Tablo 4.5. Enerji kaynaklarının ömrü (Durak, 2008)

Nükleer Enerji	200 Yıl
Kömür	200 Yıl
Gaz	65 Yıl
Petrol	40 Yıl
Rüzgar	Sonsuz

Tablo 4.6. Birim kWh başına emisyon miktarları (Durak, 2008)

Yakıt	CO2(pound)	SO2(pound)	NO(pound)
Kömür	2.13	0.0134	0.0076
Doğalgaz	1.03	0.000007	0.0012
Fuel-oil	1.56	0.0112	0.0021
Rüzgar	0	0	0

4.2. Binalarda Rüzgar Enerjisinden Yararlanılması

Günümüzde uygulama alanları genellikle rüzgar santralleri olan rüzgar enerjisinin binalarda enerji üretmek için kullanılması da gün geçtikçe artmaktadır. Gelişmiş ülkelerin çoğu bina-rüzgar ilişkisine önem vererek konuyu projelere yansıtmaktadırlar.

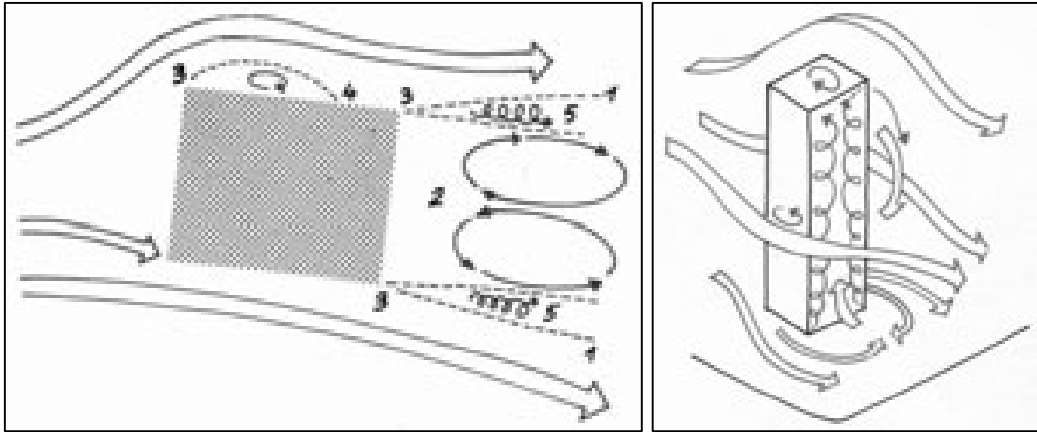
Mimaride rüzgar enerjisinden iki şekilde yararlanılmaktadır.

Binalarda rüzgar enerjisinden enerji elde etme sistemleri pasif ve aktif sistemler olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

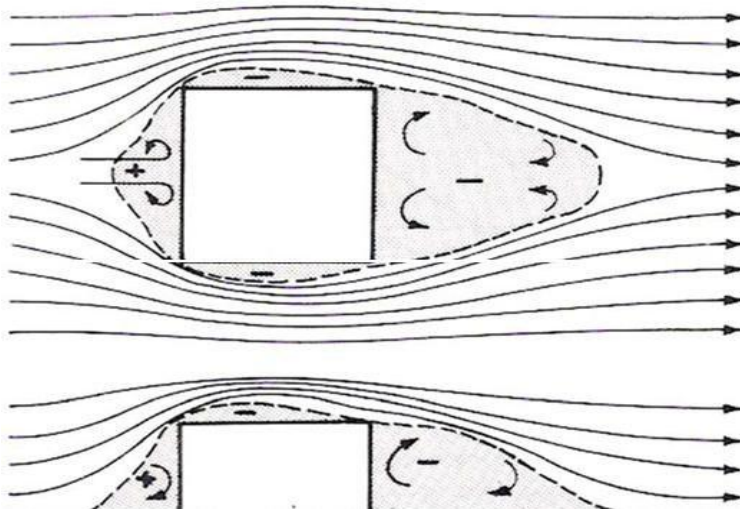
4.2.1. Pasif Rüzgar Sistemleri

Öncelikle Rüzgarın yapı çevresindeki hava akımlarına ve yapı üzerindeki etkilerine değinilmiş ardından pasif rüzgar sistemleri açıklanmıştır.

Yapı çevresindeki hava akımının karakterini yapı çevresindeki basınç farkları oluşturmaktadır. “Düzenli birbirine paralel lifler halinde gelen hava akımları binaların rüzgara açık yüzeylerinde pozitif ya da itme, yan ve rüzgar altı arka yüzeylerinde ise negatif ya da emme kuvveti şeklinde basınç etkisi yapmaktadır.” (Ok, 2008)



Şekil 4.8. Yapı Çevresindeki Hava Akımları



Şekil 4.9. Yapı Çevresindeki Basınç Farkları (Akyel, 2007)

Binalarda oluşan pozitif ve negatif basınç, binaların soğutulmasında ve havalandırılmasında kullanılan tasarım parametrelerinde etkili olmaktadır. Rüzgar enerjisinden pasif olarak yararlanmada başlıca strateji, binalarda doğal havalandırmayı sağlamaktır. Bu bölümde yapılarda doğal havalandırma üzerinde durulacaktır.

“Kapalı bir mekândaki kullanılmış olan kirli havanın yerini temiz havanın alması, yani düşük kalitede olan, içinde kirleticiler bulunan havanın yüksek kalitede, kirletici içermeyen hava ile değiştirilmesi havalandırma olarak tanımlanır.”(Balanlı, 2007) “Doğal havalandırma ise, atmosfer havasının mekanik sistemler kullanmadan yapı içine alınması ve yapı içindeki kullanılmış havanın yapı dışına çıkarılması olarak tanımlanır.”(Durak, 2008) “Havalandırmanın sağlanması için mekan içinden geçen bir hava akışının olması gerekmektedir. Hava akışının oluşturulmasında hava basıncı, mekân içindeki engeller, hava akışının hızı ve mekân içinde izlediği yol havalandırmanın niteliğini belirleyen etkenlerdir.”(Darçın, 2008)

“İç ve dış ortam arasındaki sıcaklık farkı yoğunluk farkına neden olur, böylece basınç farkı oluşur ve bu da hava akımına neden olur.” (Öztürk,2005) Kullanılan hava kirlenir ve ısınır. Isınan hava genişler, hafifler ve yükselir. Yükselen hava binanın üst kısmından yukarı çıkar. Binanın alt kısmından ise bina içerisine soğuk hava girer. Böylelikle iç ortam havalandırılmış olur.

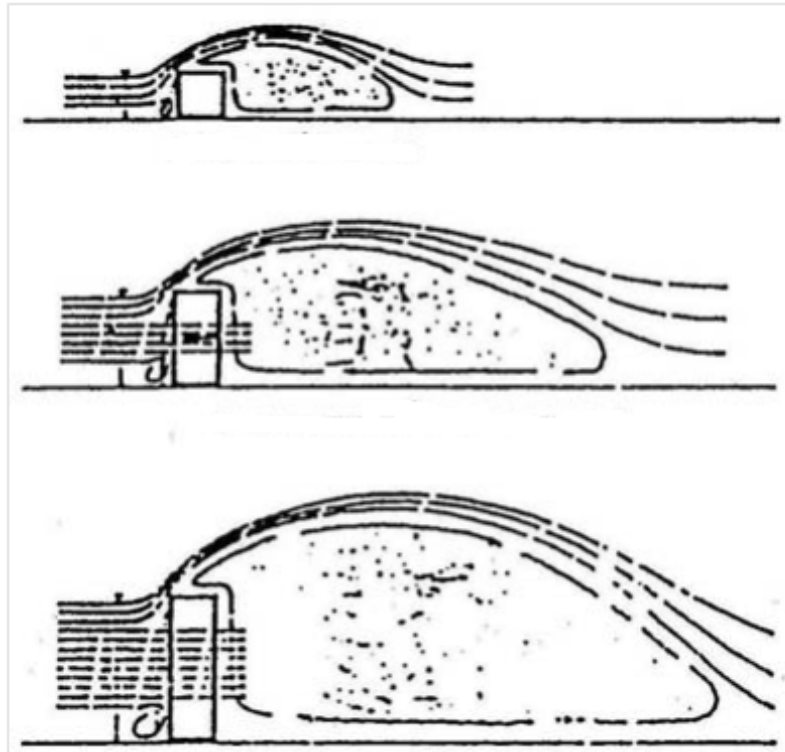
Bina tasarım aşamasında doğal havalandırmaya gerekli önem verilmediği takdirde, binanın kullanım aşamasında havalandırılması için mekanik sistemlerden yararlanılacaktır. Bu durum da maliyeti ve enerji tüketimini arttıracaktır. Binalarda doğal havalandırma çeşitli yöntemlerle sağlanmaktadır. Bu yöntemler,

1. Yapı konumu ve yönlendirilmesi
2. Yapı formunun tasarlanması
3. Pencere ve kapılar kullanılması
4. Rüzgar bacaları, rüzgar kepçeleri kullanılması
5. Karşılıklı duvar boşlukları oluşturarak atriumlar tasarlanması

Yapı Konumu ve Yönlendirilmesi:“Yapının rüzgar ile etkileşiminde yapı grupları arasındaki yeri, rüzgarın geliş yönü ile arasındaki açı önemlidir.” (Akyel, 2007)

“Kentsel bir alanda rüzgarın hızını ve yönünü arazi kullanımı, topografya gibi doğal etkenlerin yanı sıra yapıların geometrisi ve boyutları, yapı yüksekliği, yapı yüksekliği arasındaki farklılıklar (yapay engebellik), yapılar arası boşluklar (cadde-sokak dahil), cadde geometrisi ve ağaçlar, kısacası kent peyzajı etkiler.” (Santamouris ve Dascalaki, 2001) Kent içindeki yapılaşma rüzgarın hızını düşürmektedir. Ayrıca kentlerde her geçen gün yapımı artan yüksek yapılar yükseklikleri ile kent rüzgar hızının ve yönünün değişmesinde önemli bir etkiye sahiptir.

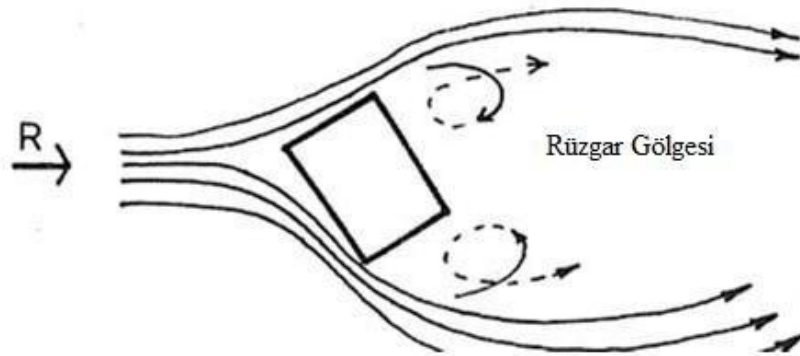
Yüksek bir yapıya çarpan rüzgar, akımın geldiği yöndeki ön bölümde, aşağıya doğru yönelir ve yüzey yakınında arzu edilmeyen rüzgar sirkülasyonuna ve hız artışına neden olur. Yüksek yapının arka bölümünde ise rüzgar hızında azalma meydana gelir. “Yapı yüksekliği arttıkça arka tarafta oluşan rüzgar hareketinin etki alanı genişler, rüzgar hızı daha da azalır. Bu durum arka tarafta oluşan sakin hava alanını da arttır.”(Kural,2007) Şehirdeki yüksek yapılar taze havanın şehir içine girmesine ve kentin havalanmasına engel olur.



Şekil 4.10. Yapı Yüksekliği ve Arka Tarafta Oluşan Etki Alanı (Ok,1997)

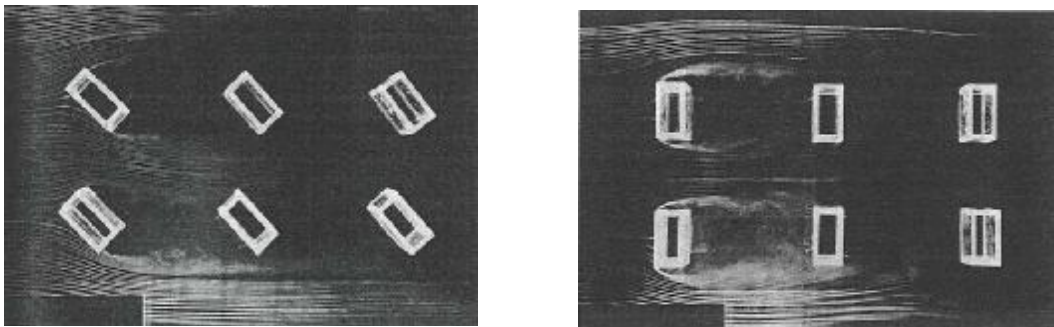
Kent içinde rüzgar hareketini yapıların yüksekliği dışında yapılar arasındaki mesafe de etkiler. Yan yana iki bina arasında boşluk olduğunda, yapıların rüzgarı engellemesi nedeniyle hava engelsiz bölümden sıkışarak ve hızla geçer ve aşırı rüzgar hızları meydana gelir. Bu olaya hunileme olayı denir. Hunileme olayının engellenmesinde yapıların uygun aralıklarla konumlandırılması önem taşımaktadır.

Yapıların konumlandırılmasında, rüzgarın yapı duvarlarına gelme açısı da önem taşımaktadır. Rüzgar yapı duvarına dik olarak estiğinde oluşan basınç en fazladır. 45 derecelik açıyla geldiğinde oluşan basınç en azdır, ancak oluşan rüzgar gölgesi daha fazladır.



Şekil 4.11. Dikdörtgen Planlı Bir Yapıya Rüzgarın 45 Derece Açıyla Geldiği Durumda Hava Hareketi ve Oluşan Rüzgar Gölgesi (Özdeniz,1979)

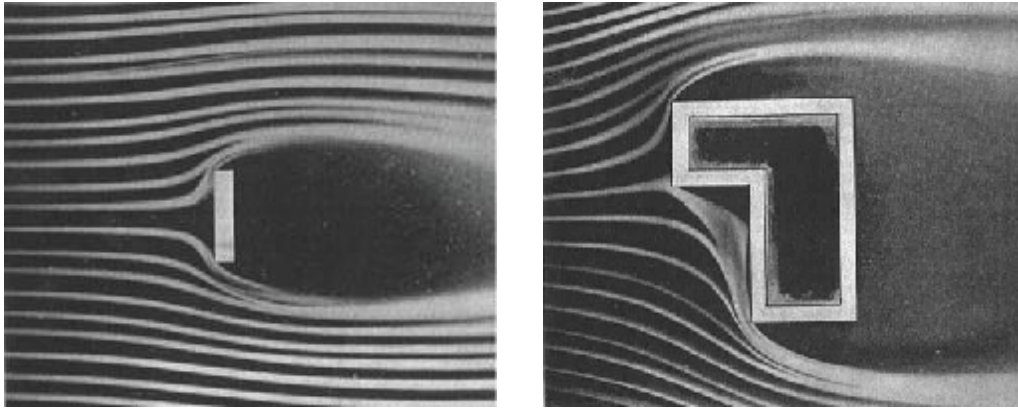
“Rüzgarın istenmediği durumlarda (soğuk ve sıcak-kuru iklim bölgelerinde) yapılar birbirinin gölgesinde kalacak şekilde veya bitişik ve yoğun olarak yerleştirilmelidir. Rüzgarın alınması istenen durumlarda (sıcak nemli ve ılıman nemli iklim bölgelerinde) yapılar; en küçük rüzgar gölgesi yapacak ve birbirlerinin gölgesinde olmayacak şekilde yerleştirilmelidir.” (Özdeniz, 1979)



Şekil 4.12. Yapı gruplarında yerleşim düzeni oluşan gölge ile koruma (Olgıyay,1992)

Binalarda rüzgar enerjisinden pasif olarak yararlanmada en önemli kriterlerden biri, özellikle sıcak ve nemli iklim bölgelerindeki yerleşimlerde, yapının uzun ve yapı kabuğu boşlukları fazla olan cephesinin hakim rüzgâr yönü doğrultusunda konumlandırılmasıdır.

Yapı Formunun Tasarlanması:“Yaşam alanlarını örten ve onu dış çevreden ayıran bina kabuğunun formuna bağlı olarak iç mekanların havalandırılması değişim göstermektedir. Hava akımları karşılıştıkları üç boyutlu cisimlerin şekillerine göre yön ve şiddetlerinde değişime uğradıkları için yapı formu da oldukça önemlidir.”(Akyel, 2007) Dikdörtgen ve L planlı yapıdaki rüzgar hareketleri farklılık göstermektedir.(şekil.4.13)



Şekil 4.13. Dikdörtgen ve L planlı yapıdaki rüzgar hareketleri (Olgyay,1992)

Yapının formu içinde bulunduğu iklim bölgesinin özelliklerine uygun olmalıdır. Örneğin, sıcak – kuru iklim bölgesinde gölgeli ve serin yasama alanları elde etmek için kapalı ve avlulu yapılar, sıcak – nemli iklim bölgelerinde çapraz havalandırmaya olanak veren uzun cephesi egemen rüzgâr doğrultusuna yönlendirilmiş ince, uzun yapılar, soğuk iklim bölgelerinde ise ısı kaybını en aza indirmek için kompakt yapılar yapılmaktadır.

Yapıların daha çok rüzgar alması kullanılan yapının formu dışında yapı elemanlarıyla da sağlanabilir. Yükseldikçe rüzgar hızı artacağı için yapıların kolon üzerinde yükseltilmesiyle daha fazla rüzgar alımı gerçekleştirilebilir. Bu yöntem genellikle sıcak iklim bölgelerinde uygulanmaktadır. Ayrıca yüksek katlı binalarda rüzgarın bina üzerinde oluşturacağı yükü azaltmak için de tasarım aşamasında

önemler alınmalıdır. Yapı formunun rüzgar enerjisi üzerindeki etkisini incelemek için kullanılan en iyi yöntem rüzgar tüneli testidir. Hava etkisi altında kalan yüksek binalara etkiyen aerodinamik kuvvet ve momentlerin bulunmasını sağlayan bu deneyler tasarımın şeklini belirlemektedir. Yükseldikçe yapı formunun incelenmesi, yapının en üst kısmının heykelsi bir görünüm kazandırılması, yapıda oluşturulan açıklıklar rüzgarın yapılar üzerindeki etkisini değiştirmektedir. “Eğer yapı formu sadece dikdörtgenler prizması ile sınırlanırsa, bu form yanal rüzgar etkisine maruz kalmaktadır. Silindir, elips, üçgen ve diğer yapı formlarına, dikdörtgenler prizması şeklinde olan yapılardan daha az yanal kuvvet etki etmektedir.” (Ali ve Armstrong, 1995)

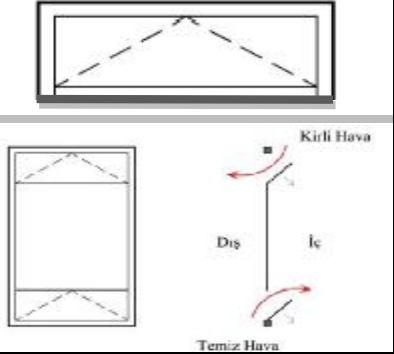
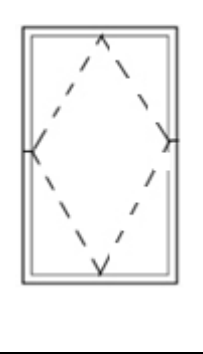
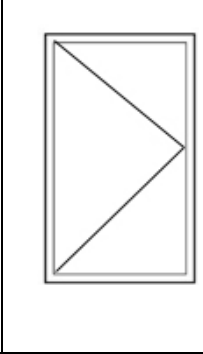
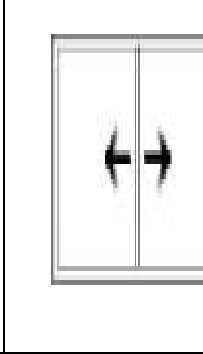

“Silindir (dairese) ya da elips biçimli formdaki yapılara etkiyen rüzgar basıncı tasarım yükünün dikdörtgenler prizması şeklinde olan yapılara kıyasla % 20-40 azalmaktadır.” (Schueller, 1977) “Ayrıca, yapı cephesinde özellikle çatıya yakın bölümlerinde oluşturulan açıklıklar yapıya etkiyen rüzgar yükünün olumsuz etkilerini azaltan yapının aerodinamik yanıtıdır. Resim 4.5”te görülen The Shanghai World Financial Center (Shanghai, 2008) Binası bu konudaki en iyi örneklerden birisidir.”(Dutton ve Isyumov, 1990).



Resim 4.1. (a). Portakal Konut Kulesi
(b). The Shanghai World Financial Center Binası
(c).Swiss Re

Pencereler:Bina cephesindeki giriş ve çıkış boşlukları bina içerisinde hava dolaşımını sağlamaktadır. Bina içerisine giriş boşluklarından alınan hava çıkış boşluklarından boşaltılmaktadır. Yapıda doğal havalandırılmanın sağlanmasında, binaların tasarım aşamasında oluşturulan açıklıkların boyutları, biçimleri ve konumları önemlidir. Binalarda kullanılan pencereler doğal havalandırma için kullanılan yapı elemanlarıdır. Pencerelerden sağlanan hava akımı ile iç ortamdaki sıcaklık değişir ve iç ortamdaki kirli hava uzaklaştırılır. Pencere kanadının açılışı, duvardaki konumu, biçimi ve boyutu içeri alınan havanın niteliğini değiştirmektedir.

Şekil 4.14'te mekânlarda doğal havalandırmanın sağlanması için pencere açılış şekillerinin en uygun olan açılıştan uygun olmayan açılışa doğru sıralaması gösterilmiştir. Pencere açıklığının altında ve üstünde kullanılan vasistas tipi pencereler, iç ortamdan gelen temiz havayı alt camdan içeri alırken ısınan kirli havayı üst camdan dışarı atmaktadır. İç ortamda hava sirkülasyonu devamlı olarak sağlanmaktadır. Bu nedenle iç ortamın havalandırmasında diğer pencere tiplerine göre daha uygun bir pencere tipidir.

Vasistas Tipi Pencere			
			
Altta ve üstte vasistas tipi pencere kullanımı	Yatay eksenli dönel pencere	Yan dönel	Yatay sürme pencere
En uygun açılış 			

Şekil 4.14 Pencere açılışları

Çatı pencereleri ise:iç mekanda ısınan havanın yükselerek dış ortama atılması prensibiyle doğal havalandırmayı sağlamaktadır. Bu pencerelerde çatı eğimine paralel ya da dik konumda yerleştirilmesi önem taşımaktadır. Çatı eğimine paralel yerleştirilen pencereler dış ortamdaki havayı direkt olarak içeri aldıkları için dik yerleştirilen pencerelere göre daha fazla havalandırma sağlamaktadırlar.



Resim 4.2 Çatı pencere örnekleri

Çift Cam Uygulamaları:Binalarda kullanılan çift katmanlı cephe uygulamaları da doğal havalandırmanın sağlamasında etkili bir yöntemdir. Özellikle yüksek katlı binalarda rüzgar basıncının fazla olmasından dolayı çift cam uygulaması tercih edilmekte ve iç hava ortamının doğal yolla havalanabilmesi için pencereler bu sayede açılabilir özellik kazanmaktadır.



Resim 4.3. Glaso Welcome Binasının Çift cam uygulaması

Çift tabakalı giydirme cephe sistemlerinde, cephenin alt kısmından boşluğa alınan hava bir süre sonra ısınmakta ve yükselmektedir. Boşlukta ısınan hava, soğuk mevsimlerde ısı kayıplarını önleyici bir termal tampon bölge gibi çalışmaktadır. İstenildiği takdirde ısınan hava mekanik yollarla mekan içine de verilebilmektedir. Sıcak mevsimlerde ise hava boşluğunda ısınan hava, havalandırma kanalları ile dışarı atılmalıdır. “Çift tabakalı giydirme cephe sistemleri havalandırma şekillerine göre;

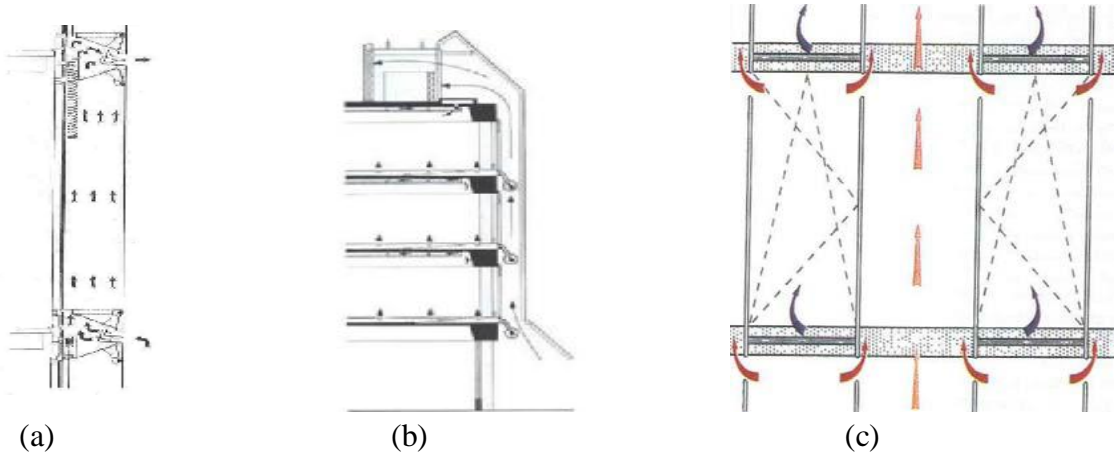
- a) Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemler,
- b) Bina yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemler,
- c) Şaft giydirme cephe sistemleri olmak üzere üç gruba ayırmak mümkündür.”

(Begeç ve Savaşır, 2004)

Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerde hava cephenin alt kısmındaki açıklıktan hava boşluğuna alınır, ısınan hava aynı kattaki üst döşeme hizasındaki hava çıkış kanalı ile dışarı atılır.(a)

Bina yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerde, cephenin alt kısmından giren hava ısınıp yükselerek cephenin en üstünde yer alan hava çıkış açıklığından dışarı atılır.(b)

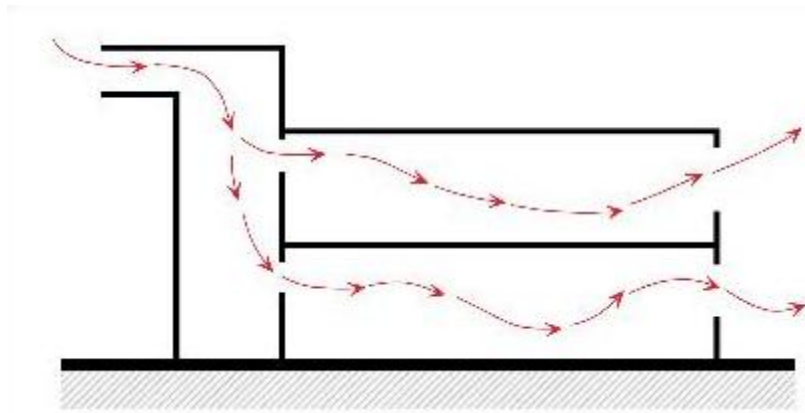
Şaft giydirme cephe sistemler ise, “kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemler ve bina yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerin bir arada kullanılmasıyla oluşturulan bir sistemdir. Binada cephe yüksekliği boyunca düşeyde süreklilik gösteren hava boşluğu (şaft) bulunmaktadır. Isınan havanın şaftlara aktarılması ise iki cephe katmanı arasındaki yatay açıklıklar yardımıyla olur.” (Begeç ve Savaşır, 2004) Şaft ısınan havanın dışarı atılmasını sağlar. Her katta hava girişi bulunmaktadır ancak hava çıkışı sadece şaftın üzerindeki açıklıktan sağlanmaktadır.(c)



(a) Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerin kesiti
 (b): Bina yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerin kesiti
 (c): Şaft giydirmce cephe sistemlerin kesiti (Begeç ve Savaşır, 2004)
 Şekil 4.15. (a): Kat yüksekliğinde havalandırma kanallı çift tabakalı sistemlerin kesiti

Kapılar: Kapılar binalarda doğal havalandırmayı sağlamada kullanılan diğer yapı elemanlarıdır. Yapı kabuğundan iç mekâna alınan havanın dış cephe bağlantısı olmayan mekânlara ulaşması kapılar ile sağlanır. (Balanlı, 2007)

Rüzgar Bacaları ve Rüzgar Kepçesi: Sağlıklı ve konforlu yaşam koşullarının sağlanmasında iç mekanın havalandırılmasının oldukça önemlidir. Rüzgar bacaları ve rüzgar kepçesi her türlü yapıda kullanılabilecek düzeneklerdir. Esen rüzgar ağız daraltılmış, huni benzeri bir düzenekten geçerken hızlanır. Bu esintinin, düşey yöndeki kanal ile iç mekâna temiz ve serin hava olarak girmesi rüzgar kepçeleri ile sağlanır.

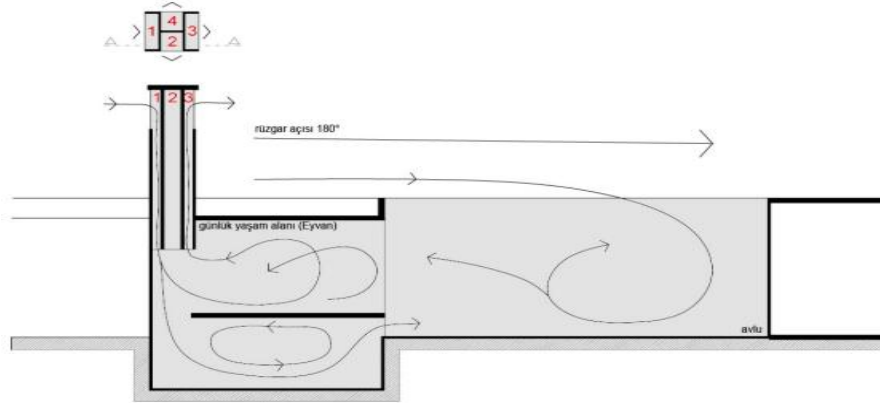


Şekil 4.16. Rüzgâr kepçesinin çalışma ilkesi (CIBSE, 1997' den uyarlama)

Rüzgar bacaları ise bina içi iklimlendirilmesinde kullanılan elemanlardır. İç mekanın doğal olarak havalandırılmasını sağlarlar. Rüzgar bacalarının iki şekilde çalışır:

1. Yüksek ve düşük basınç bölgeleri arasındaki hava dolaşımı
2. İç ve dış mekan arasındaki sıcaklık farklılığı (Ali ve Özer, 2011)

Rüzgâr bacasının çalışma prensibi, Isınan sıcak hava yükselir ve bacadan dışarı atılır ilkesine dayanmaktadır. Oluşan basınç farkı nedeniyle iç mekânlarda hava dolaşımı sağlanır.



Şekil 4.17. Rüzgar Bacası

“Gündüz, bacadın güney cephesi ısınarak içinde olan havayı dışarıya atar, kuzey açıklıklardan serin hava iç mekana girer. Gece ise, Güneşin batmasıyla hava soğur, iç mekânlardaki ısınmış hava dışarıya atılırken baca yoluyla iç mekânda hava dolaşımı sağlanır” (Ali ve Özer,2011).



Resim 4.4. Portcullis Yeni Parlamento Binası doğal havalandırma sağlayan rüzgar bacaları

Atriumlar:“Atriumlu binalarda, bina içine alınan soğuk hava karşılıklı açılan duvar boşlukları sayesinde mekândaki sirkülasyonu sağlamakta, bu sırada ısınan hava atrium içine alınmaktadır. Atriumda genişleyen ve yükselen hava bu doğal sirkülasyon kulesinden bina dışına atılmaktadır.”(Bekar,2007) Almanya’ nın Berlin’ de bulunan Reichstag parlamento binasında atrium üzerini örten cam kubbe doğal havalandırmayı sağlamaktadır. Batı protikonun üzerinden, dışarıdan alınan temiz hava, binanın bordum katının galerisinden toplantı salonun zeminine dağıtılmaktadır. Salonda ısınarak yükselen sıcak ve kirli hava kubbenin ortasındaki bacadan dışarı atılmaktadır.



Resim 4.5. (a) Reichstag Binası
bacası



Resim 4.6. Reichstag Binası-havalandırma

4.2.2. Aktif Rüzgâr Sistemleri

Rüzgar enerjisinden aktif olarak rüzgar türbinleri ile yararlanılmaktadır.

4.2.2.1. Rüzgar Türbinleri

4.2.2.1.1.Tarihçe

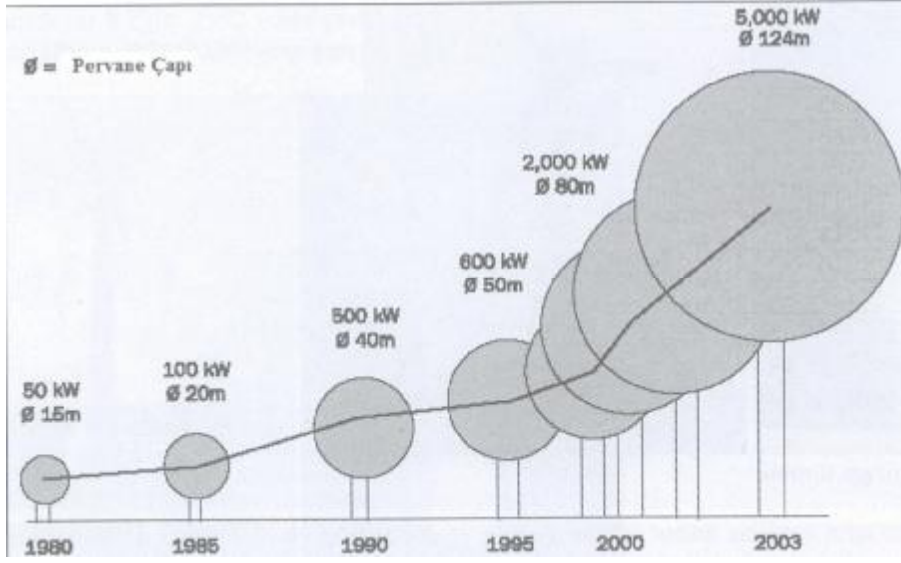
“Rüzgar gücünün, M.Ö. 2000’li yıllardan itibaren Mezopotamya gibi en eski yerleşimlerde kullanıldığı bilinmektedir.”(Uyar,1997) Yel değirmenlerinde, yelkenlilerde ve su pompalama sistemlerinde rüzgar kullanılmıştır. “Yel değirmenlerinin ilk örnekleri Çin’ de kullanılmıştır. M.S. 640 yıllarında İran’ da

kullanılan bu teknoloji savaşlar vasıtasıyla Türkiye' ye ve sonrasında Avrupa' ya geçmiştir. 18. yüzyılda Hollandalı Adrew Meikle adındaki bir teknisyen ile 1772 yılında Kaptan Stephen Hooper rüzgar türbinlerinin ilk örneklerini yapmışlardır. ” (Anon, 1984) Günümüzde yaygın olarak rüzgar türbinleri ile elektrik enerjisi üretilmektedir. “Türbinler yardımıyla elektrik üreten ilk tesis 1891 yılında Danimarka' da kurulmuştur. 1973-1979 yılları arasındaki petrol krizi ile birlikte rüzgar enerjisinin kullanımı artmaya başlamıştır. Bu dönemde, devlet destekli birçok araştırma ve geliştirme programı başlatılmıştır. Zamanla, özel sektör yavaş bir tempo ile ortaya çıkmıştır. İlk büyük ticari pazar 1980-1986 yılları arasında Kaliforniya' da ortaya çıkmış ve uluslar arası rüzgar enerji endüstrisinin gelişmesine yardımcı olmuştur.”(Yerebakan,2001) “1990'lı yıllardan itibaren Almanya, Hindistan, İngiltere Hollanda, İspanya ve İsveç bu sektörde önemli isimler haline gelmeye başlamıştır.”(Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)

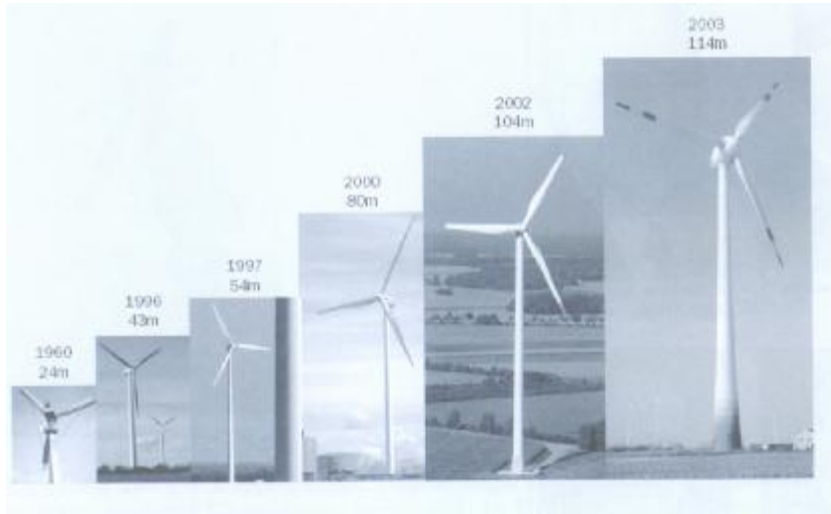


Resim 4.7. Yel değirmenleri(Durak ve Özer,2008)

Enerji ihtiyacı ve artan çevre bilinci nedeniyle rüzgar türbinlerinin seri üretimine geçilmiştir ve rüzgar enerjisi santralleri kurulmuştur. Modern rüzgar türbinlerinin gelişimi hızla artmaktadır. Pervane çaplarının ve türbin boyutlarının gelişimi ile rüzgar gücü de artmakta daha fazla enerji üretimi sağlanmaktadır.



Şekil 4.18. Kurulu güç ve pervane çap gelişimi



Şekil 4.19. Yıllara göre türbin boyunun gelişimi

Gelişmiş ülkelerde, geleneksel enerji kaynaklarını kullanarak enerji üretilen santraller yerine rüzgar türbinleri kullanılarak enerji üretiminin yaygınlaşmasının en önemli nedenlerinden biri türbinlerden temiz enerji üretilmesidir. “Ekonomik ömrü olan 20 yıl boyunca 80 milyon kWh temiz enerji üreten 1.5 MW kurulu güce sahip rüzgar türbininin 9000 ton kahverengi kömürün ürettiği enerjiye eşit olduğu görülmektedir.”(Durak ve Özer, 2008)

4.2.2.1. Rüzgar Türbini Elemanları

Rüzgâr enerjisinin aktif kullanım sistemi rüzgar türbinleridir. Rüzgâr türbinleri rüzgârın sahip olduğu kinetik enerjiyi elektrik ve hareket enerjisine çeviren sistemlerdir. Rotor milinin devir hareketi gövdedeki jeneratöre aktarılır. Jeneratörden elde edilen elektrik enerjisi doğrudan kullanılır ya da akülere aktarılıp depolanır. Rüzgar türbinleri, kule, jeneratör, kanatlar, rotor ve güç şaftından oluşmaktadır. Üretilen elektrik enerjisi, şebekelere aktarılabilir.

Kule:türbinin tepe düzlemine yerleştirilmesini sağlayan genellikle boru kesitli direktir.

Jeneratör:Mekanik enerjiyi, elektrik enerjiye çeviren sistemlerdir.

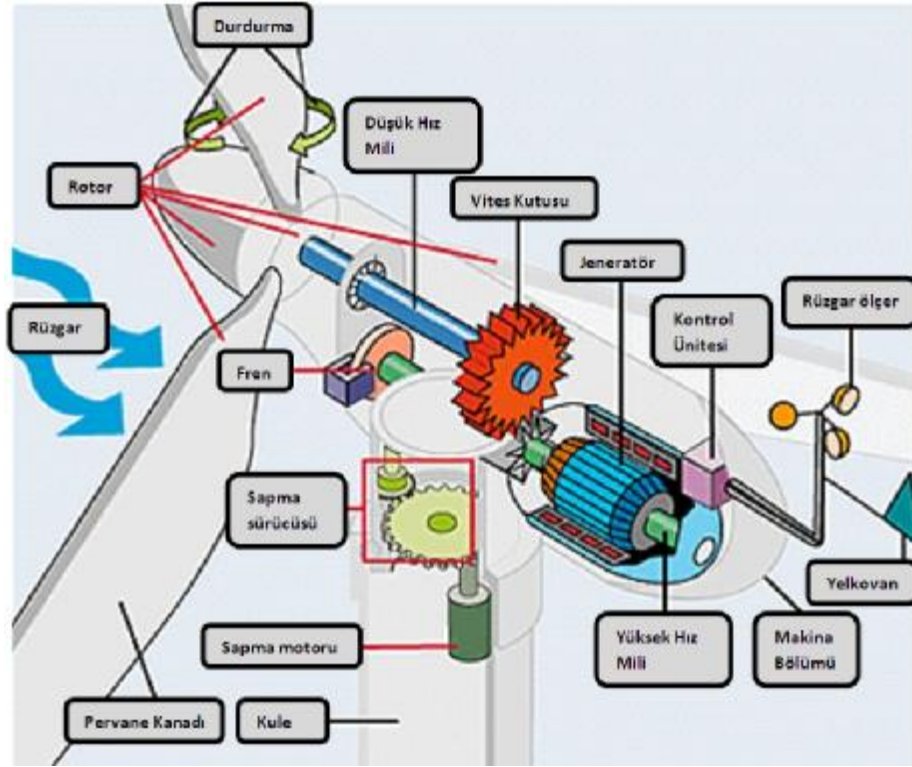
Kanatlar:Rüzgarı aldıktan sonra bu gücü motor göbeğine iletmektedirler. “Türbinler, sabit ya da değişken açılara sahip bir, iki ya da üç kanattan oluşmaktadır. Kanatlarda, malzeme olarak, polyster ya da ahşap-epoxy ile güçlendirilmiş cam elyafı ve diğer kompozit malzemeler kullanılmaktadır.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)

Rotor:Rüzgarın kinetik enerjisini mekanik enerjiye çevirmektedir.

Düşük hız mili:“Dakikada yaklaşık olarak 30 ile 60 arasında devir yapan kanatların bağlandığı mil olarak tanımlanır.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)

Yüksek hız mili:“jeneratörü süren şafttır.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)

Vites Kutusu, pervaneden gelen düşük devirli dönme yükünü jeneratöre yüksek devirli olarak aktarır.



Şekil 4.20. Rüzgar Türbini İç Yapısı

“Rüzgar türbinleri bir kafanın üzerine oturtulmuş iki veya üç kanat sayesinde rüzgar enerjisini yakalamaktadır. Kanatlar bir uçak kanadı gibi işlev görür, alçak basınçlı hava kanatları yukarı doğru iter, bu güç karşıdan gelen rüzgarın yarattığı güçten çok daha fazla olduğu için bu iki gücün bileşkesi sayesinde kanatlar bir pervane gibi dönmeye başlar ve oluşan kinetik enerji de elektrik enerjisine çevrilir.”(Bozdoğan, 2003) Rüzgar türbinleri, güç odaklı ve eksen odaklı olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

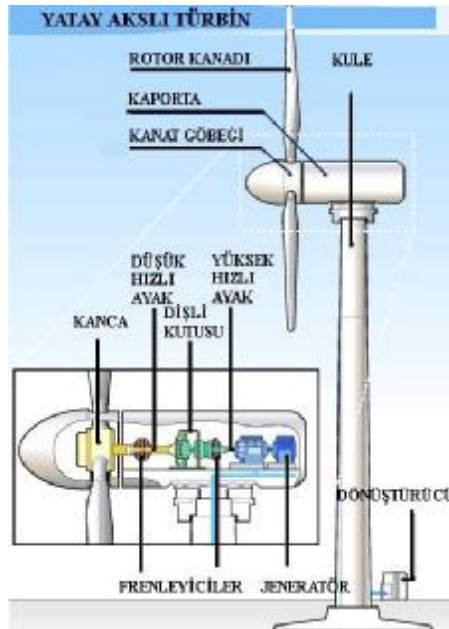
4.2.2.1.(1) Güç Odaklı Rüzgar Türbinleri

Güç odaklı rüzgar türbinleri, güçleri yaklaşık 0-3 kw arasında değişen mikro türbinler, güçleri 2-10 kw arasında olan küçük türbinler, güçleri 200 kw’ tan 1.5 MW’ ta kadar değişen büyük türbinler ve güçleri 1.5 MW’ tan yüksek mega türbinler olmak üzere dört ana grupta toplanabilir.

4.2.2.1.(2) Eksen Odaklı Rüzgar Türbinleri

Eksen odaklı rüzgar türbinleri yatay eksenli ve düşey eksenli rüzgar türbinleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

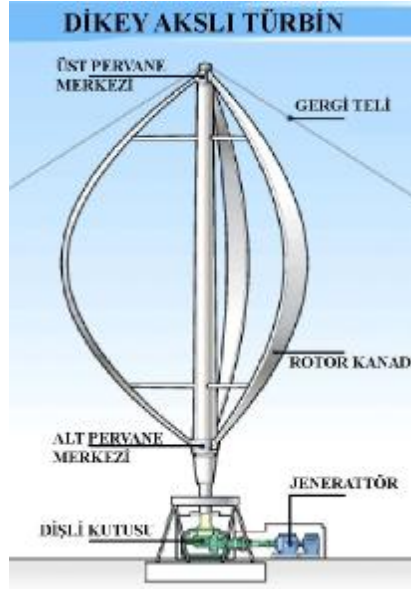
Yatay Eksenli Rüzgar Türbinleri: Rotorları yatay eksenle, rüzgar akış yönünde çalışan türbinler yatay eksenli türbinlerdir. Ticari açıdan dikey eksenli rüzgar türbinlerine oranla daha çok tercih edilmektedirler. “Bu türbinler rüzgarı alışı yönlerine göre önden rüzgarlı ve arkadan rüzgarlı olmak üzere ikiye ayrılırlar. Kulenin oluşturduğu gölgelemesinden etkilenmeyen önden rüzgarlı türbinler yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu türbinlerde rotoru rüzgara karşı döndürmek için yaw denilen bir mekanizma kullanılmaktadır ve kanatların çok sert bir malzemeden yapılması gerekmektedir. Arkadan rüzgarlı türbinlerinde ise yaw sistemine gerek yoktur ve kanatlar esnek ve hafiftir. Dezavantajı ise kanatlar kuleden geçerken meydana gelen güç dalgalanmalarıdır.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)



Şekil 4.21. Yatay Eksenli Türbin

Dikey Eksenli Rüzgar Türbinleri: Kanatları düşey eksenle çalışan, rüzgarı her yönden alabilen rüzgar türbinleridir. Türbin kule üzerine yerleştirilmediği için kuleye

ve rüzgar yönüne çevirmek için dümene ihtiyaç duyulmaması dikey eksenli rüzgar türbinlerinin avantajlarıdır. Ancak verimleri yatay eksenli rüzgâr türbinine göre oldukça düşüktür. Genellikle deney amaçlı üretilmektedirler.



Şekil 4.22. Dikey Eksenli Türbin

4.3. Binalarda Rüzgar Türbini Kullanımı

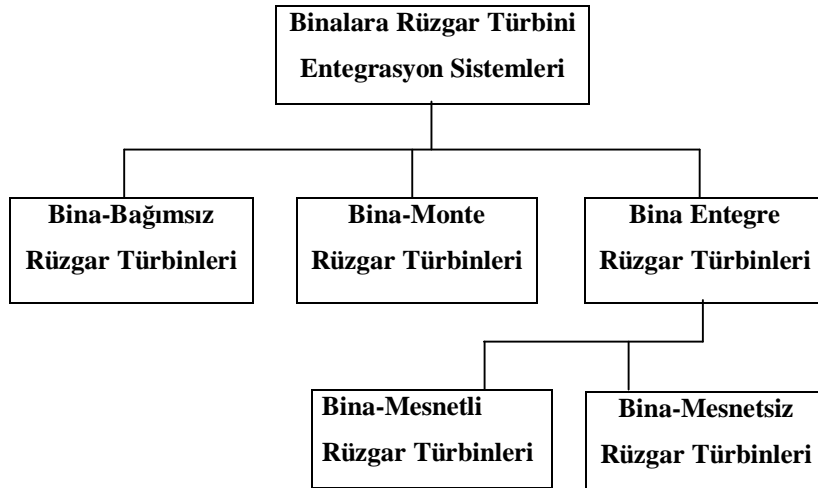
Kaynakların hızla tükenmekte olması ve enerjinin büyük bir kısmının inşaat sektöründe tüketilmesi, enerji kullanımı konusunda binalarda yeni teknolojilerin geliştirilmesine neden olmuştur. Çevre kirliliğine neden olmayan, dünyanın en hızlı büyüyen ve en ucuz enerji kaynaklarından birisi olan rüzgar enerjisi gelişmiş ülkelerde gerekli teknik altyapı ve ulusal rüzgar enerjisi programının teminiyle yaygın olarak kullanılmaktadır. “Günümüzde özellikle Avrupa ülkeleri ve A.B.D’ de yapımı planlanan yüksek binalarda, rüzgar enerjisi etkin tasarımların ağırlığı giderek artmaktadır.” (Günel,Ilgın,Sorguç,2007) Kullanılan rüzgar türbinlerinde sağlanan teknolojik gelişmeler rüzgar gücünden yararlanma oranını arttırmıştır. Türbinlerde bugünkü geline nokta geçmiş yıllarda rüzgar enerjisinin neden olduğu dezavantajları ortadan kaldırmıştır. Örneğin, geçmiş yıllardaki rüzgar türbinleri daha gürültülüken şu andaki rüzgar türbinleri oldukça sessizlerdir. Kuş ölümlerine neden

olmaması açısından rüzgar türbinleri, kuşların toplu olarak yaşadıkları veya göç yolu olarak kullanacakları alanlardan uzak alanlara kurulmaktadır. Rüzgarın sahip olduğu kinetik enerjiyi elektrik veya hareket enerjisine çeviren rüzgar türbinleri binalar için elektrik üretmekte ya da üretilen elektrik kamu hizmetine satılmaktadır.

Rüzgar türbinleri şebeke bağlantılı ve akülü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Şebekeye bağlı sistemler üretilen elektrik enerjisini ana şebekeye aktarmaktadır. Rüzgarların düzenli olmaması nedeniyle enerji üretimi süreklilik göstermeyebilir. Genellikle 1-30 kilovat gücündeki rüzgar türbinleri akülü sistemler sınıfına girmektedir. Bu türbinler, ürettikleri elektrik enerjisini akülere aktarmak vasıtası ile depolamaktadır. Rüzgarın yeterli hızda esmediği durumlarda enerji üretimi gerçekleşmez. Bu durumda üretilen elektriğin akülerde depolanmasıyla elektrik ihtiyacının karşılanması sağlanmaktadır.

Rüzgar türbinlerinin binalarda kullanımı üç şekilde gruplandırılabilir:

Tablo 4.4. Rüzgar Enerjisi ve Bina Tasarımı(Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)



4.3.1. Bina Bağımsız Rüzgar Türbinleri

“Bina Bağımsız Rüzgar türbinleri, binadan/binalardan mimari tasarım ve strüktür bakımından bağımsız düşünülen, binanın/binaların, rüzgar hızını, yönünü ya da yoğunluğunu değiştirmesinde etkili olmadığı türbinlerdir. Rüzgar santralleri ve rüzgar çiftlikleri bu gruba örnek verilebilir.”(Günel,Ilgın,Sorguç,2007)



Resim 4.8. Saksonya Rüzgar Çiftliği



Resim 4.9. Osmaniye Rüzgar Santrali

Yapılan araştırmalar rüzgar enerjisi potansiyeli açısından denizlerin karalara göre daha zengin olduğunu göstermektedir. Denizlerdeki rüzgar enerjisiyle ilgili çalışmalar 1970’li yılların başında yaşanan dünya enerji krizinden sonra başlamış ve 1980’li yılların başında uluslararası enerji ajansı programı kapsamına alınmıştır. İlk olarak İsveç deniz üstü rüzgar enerjisi projesini 1990 yılında gerçekleştirmiştir. Ardından Danimarka Lollad Adası açıklarında, Vindeby Denizüstü Rüzgar Çiftliği’ni kurmuş, daha sonra ABD, Hollanda ve İngiltere gibi ülkelerin çalışmaları ile denizlerde şamandıra üzerine yerleştirilmiş, yüzen rüzgar türbinlerinin kurulması gerçekleştirilmiştir. 59 Avrupa birliği için hazırlanmış olan rüzgar atlasında, Ege Denizi’nin 10m yükseklikteki rüzgar hızının 7-8m/sn arasında olduğu ve bunun Türkiye’nin diğer kıyılarına kadar geçerliliğini koruduğu belirtilmektedir. Şekil 4.10’ da İngiltere’nin İrlanda denizinde 50.000 konuta enerji sağlayacak rüzgar çiftliği görülmektedir.

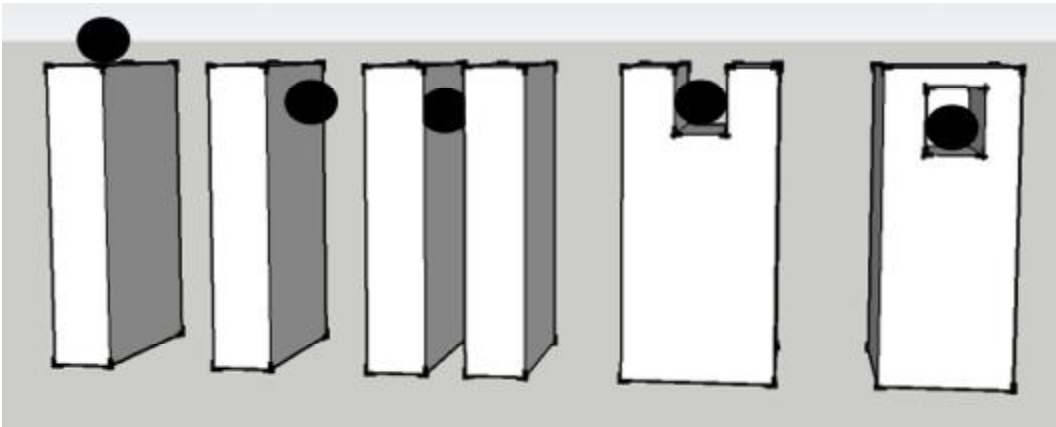


Resim 4.10. İrlanda Denizi

4.3.2. Bina-Monte Rüzgâr Türbinleri

Bina-monte rüzgar türbinleri, bina/binalara tasarım aşamasında ya da sonradan monte edilen, bina/binaların formuna uyum kaygısı taşımayan ve formu rüzgar akışını değiştirmek amacıyla kullanmayan türbinlerdir. Genellikle binaları kule olarak kullanmaktadırlar.

Yatay ve düşey rüzgar türbinleri bina/binalara monte edilebilmektedir. Bina/binaların etrafındaki rüzgar açısı türbinden maksimum verim almak açısından önemlidir. O bölgenin hakim rüzgar yönü ve bina/binaların konumu monte edilecek türbinin binaya monte edilecek yüzeyini belirler.



Şekil 4.23. Bina-monte rüzgar türbinleri için entegrasyon stratejileri (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)



Resim 4.11. Expo 2000-Alamnya Resim 4.12. Bina Monte Rüzgar Türbin Örneği



Resim 4.13. Margot ve Harold Schiff Rezidans chicago

4.3.3. Bina-Entegre Rüzgar Türbinleri

“Bina mesnetsiz ve bina mesnetli olmak üzere iki sınıfta incelenen bina entegre rüzgar türbinleri, mimari tasarım sırasında sürece dahil edilmiş olup, binanın/binaların formu tarafından desteklenerek, rüzgarın yönünü, hızını ya da yoğunluğunu değiştirmek veya arttırmak suretiyle, elde edilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükselmesi hedeflerine yönelik olarak tasarlanan türbinlerdir.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007) Rüzgar türbinleri mimari form üzerinde büyük etkiye sahip olup bina/binaların tasarımında asıl amaç rüzgar enerjisini kullanmaktır.



Resim 4.14. (a). Lighthouse
(b) Castle house
(c) Pearl River Tower (<http://v3.arkitera.com>)

Resim.a ‘ da görülen Atkins tarafından tasarlanan 225 kilowattlık 3 büyük rüzgar türbinine sahip Lighthouse, Resim. b’ de Hamilton tarafından tasarlanan, bina tepesine 9 metre genişliğinde 3 rüzgar türbini entegre edilen Castle house, Resim c’ de Owings & Merrill (SOM) tarafında tasarlanan Pearl River Tower Bina entegre rüzgar türbinlerine örnek binalardır.

Bina entegre rüzgar türbinleri bina mesnetli rüzgar türbinleri ve bina mesnetsiz rüzgar türbinleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Bina mesnetli rüzgar türbinleri bina strüktürünü kullanarak enerji üretmektedirler. Şekil 4.15 de bina mesnetli rüzgar türbini örneği görülmektedir. “Bina mesnetsiz rüzgar türbinleri ise binaya/binalara yakın bir yerde çalışabilen ve binanın yaratacağı, rüzgar akışını potansiyel olarak kullanabilen türbinler şeklinde tanımlanabilir.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)



Resim 4.15. Bahreyn Ticaret Merkezi

Binalarda rüzgar türbinlerinin kullanılmasının avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Tablo. 4.5 de binalarda rüzgar türbini kullanımının avantajları ve dezavantajları belirtilmektedir.

Tablo 4.5. Binalarda rüzgar türbini/türbinleri kullanmanın avantajları ve dezavantajları

Binalarda Rüzgar Türbini/Türbinleri Kullanımı	
Avantajları	Dezavantajları
Binanın kendi enerjisini üretebilmesi sağlanmaktadır.	Türbin/türbinlerden dolayı binanın strüktürel sitemine ilave yük eklenmektedir.
CO2 salınımını azaltıcı temiz enerji kullanılmaktadır.	Türbin tasarımlarının kırsal bölgelerde kullanılan türbinlerden daha dayanıklı olması gerekmektedir.
Enerji üretilen yerde tüketildiği için çok daha düşük fiyatlara mal edilmektedir.	Gürültü izolasyonu sağlanmadığı takdirde oluşabilecek gürültü bina kullanıcılarını rahatsız edebilmektedir.
Ülke ekonomisine katkı sağlanmaktadır.	Sürekli olarak türbin/türbinlerin bakımlarının yapılması gerekmektedir.
Kule ve temel olarak binanın kendisi kullanıldığında ayrıca yük olacak bu maliyetlerden tasarruf edilmektedir.	Tasarımlarda gerekli tedbirler alınmadığı durumlarda türbin kanatları kuş ölümlerine sebebiyet vermektedirler.
Görsel açıdan çevreci bir yaklaşım sergileyerek kamu üzerinde olumlu etki yaratmaktadır/lar.	Türbin parçalarının dikkatli seçilmemesi neticesinde mekanizma vibrasyona sebebiyet verebilmektedir.
Güneş battıktan sonra ya da bulutlu günlerde enerji üretebilme özellikleri bulunmaktadır.	Rüzgârların düzenli olmaması sebebiyle, enerji üretiminde kesikli bir düzen görülür. Yani rüzgârın yeterli hızda veya esmediği dönemlerde enerji üretimi gerçekleştirilemez. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için, üretilen elektriğin dev akülerde depolanması gerekmektedir.

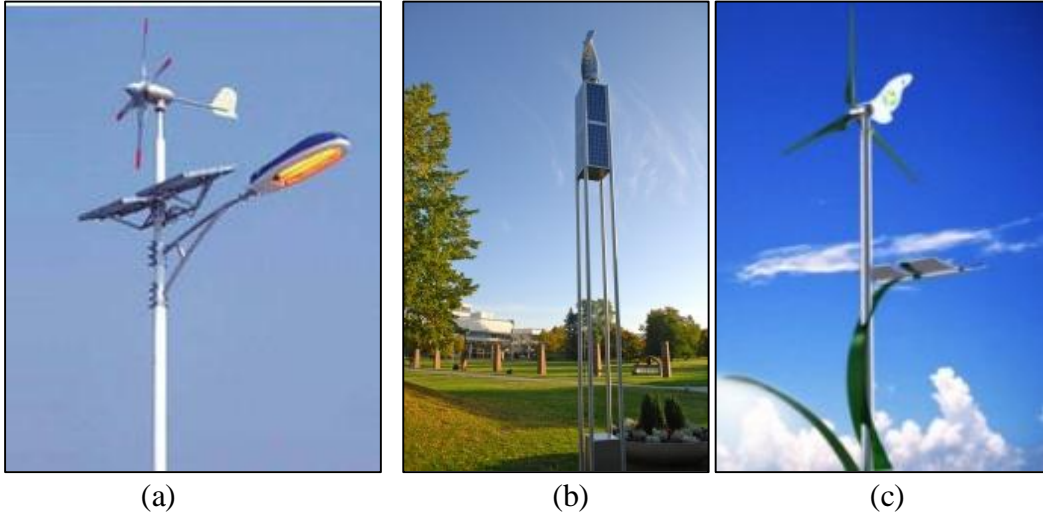
4.3.4. Hibrid sistemler

Fotovoltaik panellerin ve rüzgar türbinlerinin iklim koşullarına göre elektrik enerjisi üretimi değişir. Daha fazla elektrik üretmek amacıyla sistemlerin birleştirilerek oluşturulan çözüme hibrid sistem denir. Güneş ışınlarının en kuvvetli olduğu yaz aylarında rüzgar hızı düşük olmaktadır, kış ayların da ise rüzgar hızı yüksek güneş ışınları zayıftır. Dolayısıyla güneş ve rüzgar enerjisinin verimli olduğu zamanlar farklılık göstermektedir. Rüzgar hızının yetersiz ve verimsiz olduğu günlerde güneş enerjisinden yararlanılmaktadır. Böylece oluşturulan sistemden yıl boyunca enerji üretimi sağlanmaktadır.

Şekil 15' de Arttu-Matti Immonen tasarlanan bir yenilenebilir enerji üretici görülmektedir. Sistem hem rüzgar enerjisini hem de güneş enerjisini kullanarak elektrik üretebiliyor. Tasarım, üzerinde bulundurduğu paneller ile gün boyunca güneşten enerji üretirken aynı zamanda rüzgar güçlendiği zaman üzerindeki 8 kanatçık harekete geçerek dinamo yardımıyla elektrik üretiyor. Hafif alüminyum malzemedan yapılması planlanan tasarımı sayesinde düşük rüzgar hızlarında bile enerji üretebilmesini sağlarken küre bir şekle sahip olması da güneşin değişen konumuna göre panellerin yönelme sorununu ortadan kaldırmaktadır.



Resim 4.16. Yenilenebilir Enerji Üretici

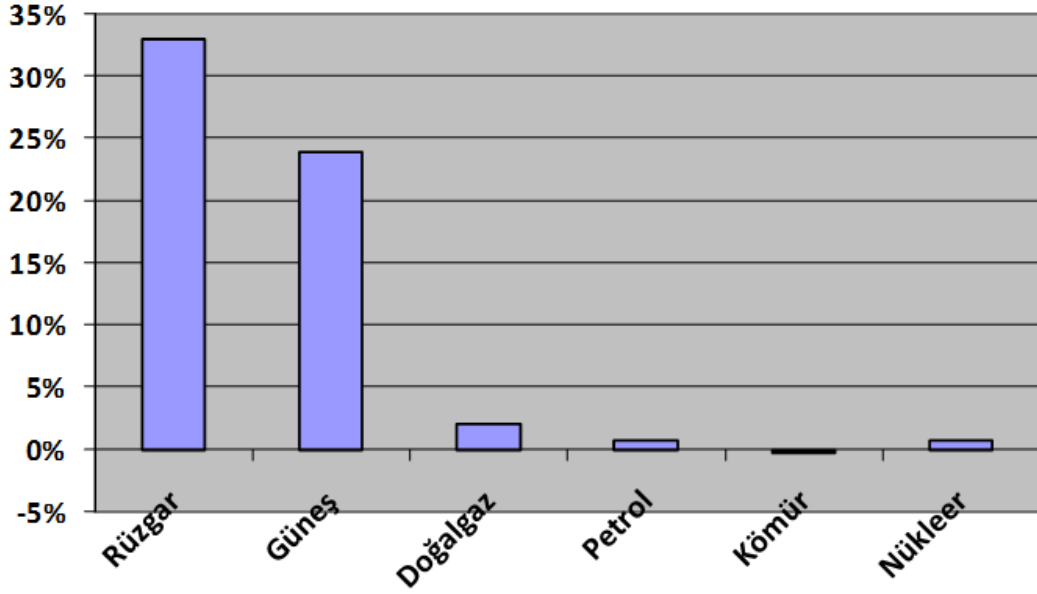


Resim 4.17. Hibrid Sistem Sokak Lambaları

Resim 4.17 (a)da Soyut Wind tarafından tasarlanan güneş ve rüzgar enerjisini kullanan sokak lambası görülmektedir. Resim 4.17 (b)'da Urban Green Energy tarafından tasarlanan üst kısmındaki rüzgar türbini sayesinde 300 w enerji üreten sokak lambası görülmektedir. Orta kısmına monte edilen güneş pilleri de 80 w' lik enerji üretme kapasitesine sahiptir. 4.17 (c)' de ise İsveç' de park alanında kullanılan hibrit sistem görülmektedir.

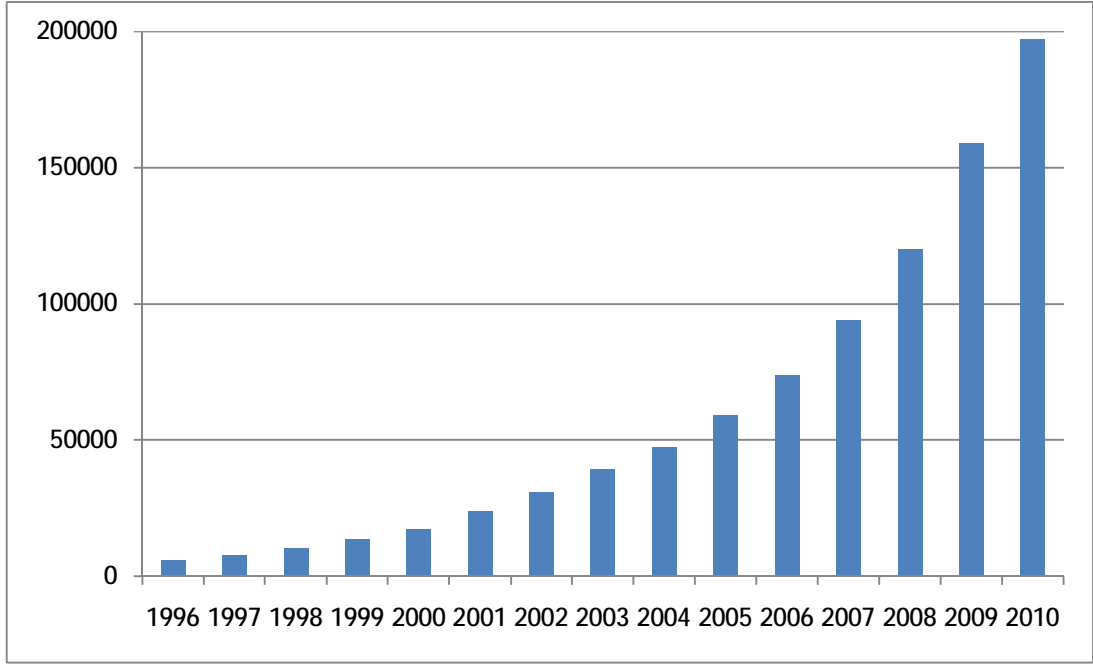
4.4. Yurtdışında Binalarda Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Son yıllarda dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artış göstermektedir ancak bu kaynaklar arasında rüzgar enerjisi büyüme oranı en yüksek olan enerji türüdür. Tablo 4.24 de “rüzgar enerjisinin yenilenebilir enerji kaynakları arasında konvansiyonel kaynaklarla rekabet potansiyeli en yüksek kaynak haline gelen ve küresel büyüme oranı en yüksek kaynak olduğu görülmektedir.” (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)



Şekil 4. 24. Enerji kaynaklarının yıllık küresel büyüme oranları (Günel, Ilgın ve Sorguç,2007)

Binlerce yıldır insanlığın hizmetinde bulunan rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ilk olarak 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir. Elektrik enerjisi üreten ilk rüzgar türbini 1910'larda Avrupa'da tasarlanıp daha sonraları Amerika'nın kırsal yerleşimlerine ve çiftliklerine elektrik sağlamıştır. 1970'li yıllarda başlayan petrol krizi nedeniyle rüzgar türbini alanında yatırımlar gittikçe artmış ve rüzgar santralleri oluşturulmaya başlanmıştır.



Şekil 4.25. Dünyanın Kurulu Rüzgar Kapasitesi(MW)

2010 yılının sonunda Küresel Enerji Konseyi GWEC tarafından verilen rapora göre dünyada toplam rüzgar enerjisinin kurulu güç artışı hızlı bir gelişim göstermiştir. Tablo 4.25 de bu artış gözlemlenmektedir.

GWEC' in 2010 küresel rüzgar enerjisi raporuna göre Çin ve ABD küresel rüzgar enerjisi pazarında en yüksek güce sahip ülkelerdir. Sadece ABD ve Çin değil Avrupa Birliği ülkelerinde de rüzgar enerjisi konusunda büyük çalışmalar gözlemlenmektedir. Toplam kurulu güç bazında düşünüldüğünde Almanya 27,214 MW ile Avrupa'da birinci sıraya oturmuştur. Küresel rüzgar enerjisi pazarında ise Çin lider durumdadır. Son yıllara kadar ABD' nin lider olduğu piyasada Çin, devlet desteği ve üretimini gerçekleştirdikleri rüzgar türbin ekipmanları sayesinde birinci sıraya yükselmiştir.

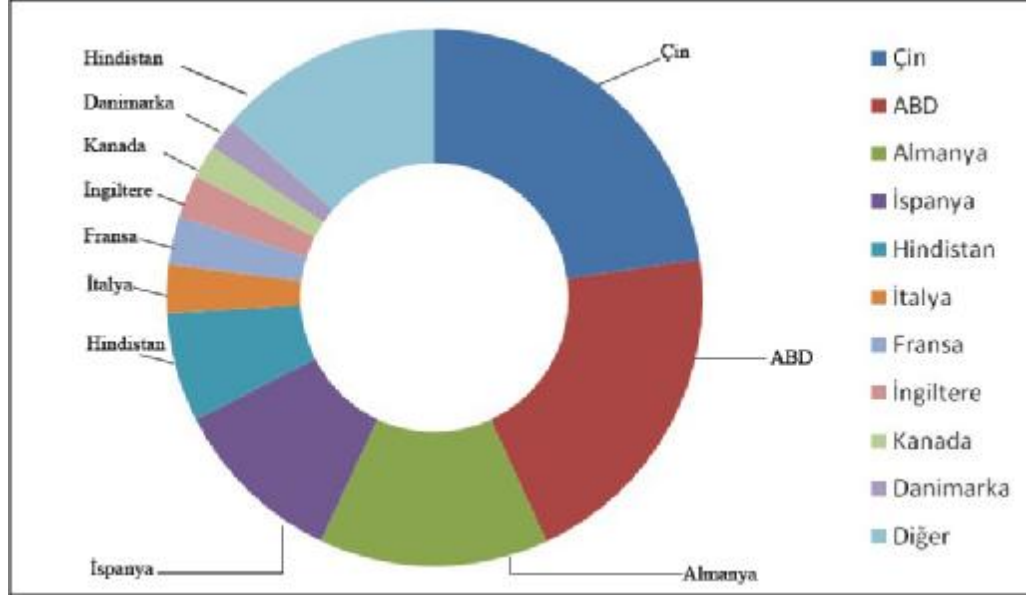
Tablo 4.6. Dünya Kurulu Rüzgar Gücü Kapasitesi(MW) (GWEC Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi)

Bölgeler	Ülkeler	2009 Sonu	2010	2010 Sonu
Afrika-Ortadoğu	Mısır	430	120	550
	Fas	253	33	286
	Tunus	54	60	114
	İran	92	60	92
	Diğer	37	0	37
	Toplam	866	213	1079
Asya	Çin	25,805	18,928	44,733
	Hindistan	10,926	2,139	13,065
	Japonya	2,085	221	2,304
	Tayvan	436	83	519
	Güney Kore	348	31	379
	Filipinler	33	0	33
	Diğer	6	48	54
	Toplam	39,639	21,450	61,087
Avrupa	Almanya	25,777	1,493	27,214
	İspanya	19,160	1,516	20,676
	İtalya	4,849	948	5,797
	Fransa	4,574	1,086	5,660
	İngiltere	4,245	962	5,204
	Danimarka	3,465	327	3,752
	Portekiz	3,535	363	3,898
	Hollanda	2,215	32	2,237
	İsveç	1,560	604	2,163
	İrlanda	1,310	118	1,428
	Türkiye	801	528	1,329
	Yunanistan	1,087	123	1,208
	Polonya	725	382	1,107
	Avusturya	995	16	1,011

Tablo 4.7. devamı

Bölgeler	Ülkeler	2009 Sonu	2010	2010 Sonu
Avrupa	Belçika	563	350	911
	Diğer	1,610	1,070	2,684
	Toplam	76,471	9,918	86,279
Latin Amerika- Karayipler	Brezilya	606	326	931
	Meksika	202	316	519
	Şili	168	4	172
	Kosta Rika	123	0	123
	Karayipler	91	8	99
	Arjantin	34	27	60
	Diğer	83	23	106
	Total	1,306	703	2,008
Kuzey Amerika	ABD	35,086	5,115	40,180
	Kanada	3,319	690	4,009
	Toplam	38,405	5,805	44,189
Pasifik Bölgesi	Avustralya	1,712	167	1,880
	Yeni Zelanda	497	9	506
	Pasifik Adaları	12	0	12
	Toplam	2,221	176	2,397

Tablo 4.8. Dünyada Rüzgar Enerjisinde toplam Kapasitede İlk 10 Ülke (GWEC,2010)



Ülke	MW	%
Çin	44,733	22,7
ABD	40,18	20,4
Almanya	27,214	13,8
İspanya	20,676	10,5
Hindistan	13,065	6,6
İtalya	5,797	2,9
Fransa	5,66	2,9
İngiltere	5,204	2,6
Kanada	4,009	2
Danimarka	3,752	1,9
Diğer Ülkeler	26,749	13,6
10 Ülkenin Toplamı	170,29	86,4
Dünya Toplamı	197,039	100

Yapılar tükettikleri enerjilerle çevre kirliliğinde ve enerji kaynaklarının tükenmesinde oldukça etkilidirler. Gelişmiş ülkeler, rüzgar çiftliklerinin yanı sıra

binalara özellikle de yüksek yapılarda rüzgar türbini kullanarak rüzgar enerjisinden yararlanmaktadırlar. Günümüzde, rüzgardan enerji üretmek amacıyla yüksek binalara rüzgar türbinlerinin yerleştirilmesi ve pasif sistemler kullanarak rüzgardan yararlanma yaklaşımı giderek yaygınlaşmaktadır.

Avrupa ülkeleri, A.B.D. ve Dubai' de yapımı planlanan yüksek binalarda, rüzgar enerjisinin kullanıldığı tasarımlar giderek artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde rüzgar enerjisinden faydalanan binalar bu bölümde örneklendirilmiştir.


4.4.1 Uygulama Örnekleri

Pasif Rüzgar Enerjisi Kullanılan Binalar:

Tablo 4.9. Swiss Re Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Swiss Re	
Yeri:	Londra	
Mimarı:	Lord Foster	
Yapım Yılı:	2004	
Açıklama:	Bina aerodinamik biçimiyle gelen rüzgarın bina çevresinde dönmesini sağlamakta ve yapı üzerindeki baskı azalmaktadır. Binanın çevresinde hava akımları oluşması nedeniyle cephede basınç farkları oluşmakta ve binanın doğal havalandırılması sağlanmaktadır.	


Tablo 4.10. Bedzed Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı (<http://www.arup.com>)

Bina Adı:	Bedzed	
Yeri:	Londra	
Mimarı:	Bill Dunster	
Yapım Yılı:	2002	
Açıklama:	Çatılardaki rüzgar bacaları aracılığı ile ısı dönüşümü sağlanarak taze havanın alınması ve kullanılmış havanın dışarı atılması olanaklı olmaktadır. Bu sistem pasif baca etkisi prensipleriyle çalışmaktadır.	

Tablo 4.11. Peckham Kütüphanesi Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı


Bina Adı:	Peckham Kütüphanesi	
Yeri:	Londra	
Mimarı:	William Alsop	
Yapım Yılı:	1999	
Açıklama:	<p>Binanın L kesitli yan yüzü güneybatıdan gelen şiddetli rüzgar akımını karşılayarak bulunduğu alanda türbülans etkisini azaltmaktadır. Yaz aylarında kütüphane katı döşemesinde yer alan havalandırma kanallarından içeri alınan soğuk hava bürüt beton strüktür tarafından emilmekte böylece gün boyu strüktürden salona soğuk hava yayılmaktadır.</p> <p>Giriş boşluğu binada hava akımı sağlamaktadır. Bu akımlar sayesinde içeri alınan temiz hava havalandırma kanallarından içeri alınmakta ve çatı pencereden dışarı atılmaktadır. Böylece baca etkisiyle salonda temiz hava sirkülasyonu sağlanmaktadır.</p>	
		

Tablo 4.12. Commerzbank Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı


Bina Adı:	Commerzbank	
Yeri:	Almanya	
Mimarı:	Norman Foster	
Yapım Yılı:	1991-1997	
Açıklama:	160m yüksekliğindeki üçgen biçimli atrium binada doğal havalandırmayı sağlayan olanaklar arasındadır. Çift cephe uygulaması ile iç mekanla dış çevre arasında termik ayırım yüzeyi oluşturulmakta bir gökdelende pencerelerin açılmasını imkan vererek doğal havalandırma sağlanmaktadır. Ayrıca dış cephede dış havanın cephelerin arasından geçmesini sağlayan hava delikleri bulunmaktadır.	

Aktif Rüzgar Enerjisi Kullanılan Binalar:

Tablo 4.13. Melbourne Belediye Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Melbourne Belediye Binası (CH2 Binası)	
Yeri:	Melbourne, Avustralya	
Mimarı:	Mick Pearce	
Yapım Yılı:	2006	
Açıklama:	Binanın çatısında rüzgar gücü kullanılmak üzere konumlandırılmış rüzgar türbinleri yer almaktadır. Elektrik kullanımında % 85'lik tasarruf elde edilmektedir.	

Tablo 4.14. Michelin Fabrika Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Michelin Fabrika Binası	
Yeri:	Dundee, İng.	
Mimarı:	Merchant Rüzgar Enerjisi ekibi	
Yapım Yılı:	2006	
Açıklama:	2mW rüzgar türbini sayesinde fabrika için gerekli enerjinin büyük bir kısmını karşılamaktadır.	


Tablo 4.15. Antrim Area Hastanesi'nde rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Antrim Area Hastanesi	
Yeri:	Kuzey İrlanda	
Mimarı:	TCI	
Yapım Yılı:	2005	
Açıklama:	660 kw rüzgar türbini sayesinde hastane için gerekli enerjiyi üretebilmektedir.	


Tablo 4.16. Great Lakes Araştırma Merkezi Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Great Lakes Araştırma Merkezi	
Yeri:	USA	
Mimarı:	The Cleveland Foundation	
Yapım Yılı:	2006	
Açıklama:	225 kw kapasiteli rüzgar türbini sayesinde yıllık elektrik ihtiyacının % 7' si karşılanmaktadır.	

Tablo 4.17. Egg Tower Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Egg Tower	
Yeri:		
Mimarı:	Richard Moreta	
Yapım Yılı:	Tasarım aşamasında	
Açıklama:	Doğal havalandırma ile temiz hava içeri alınması ve rüzgar türbinleri sayesinde elektrik üretimi gerçekleşmesi planlanmaktadır.	

Tablo 4.18. Boston Logan Uluslar arası Havaalanı Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Boston Logan Uluslar arası Havaalanı	
Yeri:	Boston	
Mimarı:	Groom Energy	
Yapım Yılı:	2008	
Açıklama: 1000 watt kapasiteli rüzgar türbinlerinden yıllık yaklaşık 100,000 kwh elektrik enerjisi elde edilmektedir. Aylık ihtiyacın ise %2'si sağlanmaktadır.		

Tablo 4.19. Bionic Arc Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Bionic Arc	
Yeri:	Taiwan	
Mimarı:	Vincent Callebaut,Emilie Diers, Benoit Patterlini, Marco Conti	
Yapım Yılı:	2011	
Açıklama: Taşıyıcı sisteme entegre edilen rüzgar türbinleri sayesinde kendi enerjisinin büyük bir kısmını üretmeyi hedeflemektedir. Bina bina gövdesindeki rüzgar türbinleri için gerekli rüzgar hızını artırmayı amaçlayan tasarıma sahiptir.		

Tablo 4.20. Pearl River Kulesi'nde rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Pearl River Kulesi	
Yeri:	Guangzhou	
Mimarı:	Gordon Gill	
Yapım Yılı:	2010	
Açıklama:	Yapı kütlesine yerleştirilmiş 10 000 kWh/y gücünde, 4 adet rüzgar türbini yerleştirilmiştir. rüzgar hızının binanın bulunduğu bölgede ortalama 4 m/s olması ve bu hızın rüzgar türbinlerini etkin bir şekilde çalıştırmasının mümkün olmamasından dolayı, rüzgara paralel doğrultudaki güney cephesinde oluşan negatif basınçla hava akımı 8m/s'ye yükseltilmiştir.	

Tablo 4.21. Anara Tower Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Anara Tower	
Yeri:	Dubai	
Mimarı:	Atkins Mimarlık Şirketi	
Yapım Yılı:	Consept projesi	
Açıklama:	Dubai' de yapılması planlanan otel projesinde kullanılan rüzgar türbini sayesinde ihtiyacı olan enerjiyi rüzgar enerjisi-sinden karşılamaktadır.	
		

Tablo 4.22. Aquarius Tower Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı (http://vincent.callebaut.org/planche-taichung_pl17.html)

Bina Adı:	Aquarius Tower	
Yeri:	Atlanta, ABD	
Mimarı:	Tuscany Corporation	
Yapım Yılı:	konsept proje	
Açıklama:	Heykelsi üst bölüm ve yapı formunun silindir form olarak tasarlanması rüzgar türbinlerinin performansının arttırmaktadır. Rüzgar türbinleri yapının en üst bölümlerine yerleştirilmiştir.	

Tablo 4.23. Güneş Dalgası ve Rüzgar Kulesi'nde rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Güneş Dalgası ve Rüzgar Kulesi	 
Yeri:	Paris	
Mimarı:	Vincent Callebaut	
Yapım Yılı:	2007	
Açıklama: Anti-smog adındaki bu kompleks damla şeklindeki bir bina ve rüzgar kulesinden oluşmaktadır. Çatı, çelik kemerlere desteklenmiş bir polyester lifi örtüyle kaplı. Bu örtünün üzerinde ultra viyole ışınlarıyla tepkimeye girerek hava kirliliğini azaltmaya yarayan bir titan dioksit kaplama bulunuyor. İkinci binada 50 adet rüzgar türbini bulunmaktadır.		

4.5. Türkiye' de Binalarda Rüzgar Enerjisi Kullanımı

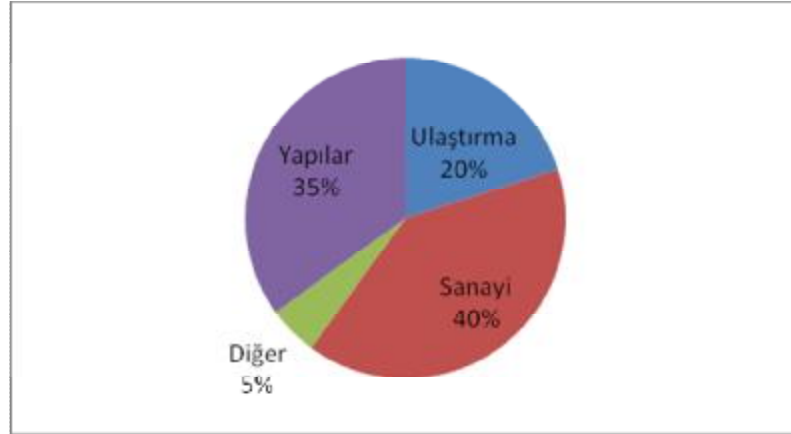
Enerji, her ülke için ekonomik büyüme ve refah açısından önem taşımaktadır. Sanayilerini geliştirmek için bol ve ucuz enerjiye önemli ölçüde bağımlı olan birçok ülke ekonomileri gibi, Türkiye ekonomisini de olumsuz yönde etkilemiştir. “1980’li yılların sonuna doğru özellikle gelişmiş ülkelerdeki sanayileşme hamleleri ile enerji talebi tüm dünyada ve Türkiye’de artmıştır. Böylece yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaya başlanmıştır.”(Koçarlan,2006)

Türkiye gelişmekte olan bir ülkedir ve ülke nüfusunun artışına ve ekonominin büyümesine paralel olarak enerjiye olan talep de artmaktadır. Toplam enerji ihtiyacının yaklaşık % 73 ' ünü ithalatla karşılamak durumunda olan Türkiye enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı bir ülkedir. Dışa bağımlılık, enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artması, fosil yakıtlardan üretilen enerjinin sınırlı olması ve bu kaynakların çevreye verdiği zararlar nedeniyle tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yeni enerji kaynaklarına yönelim başlamıştır. Tablo 4.24 de Türkiye' de enerji tüketimindeki artış görülmektedir.

Tablo 4.24. Türkiye' de Enerji Tüketimi (<http://www.enerji.gov.tr>)

Yıllar	Sanayi	Konut	Ulaştırma	Tarım	Enerji Dışı	Top. Nihai En. Talebi
2010	43.585	29.019	19.915	4.370	2.513	99.402
2011	46.353	30.800	21.100	4.571	2.576	105.400
2012	49.270	32.650	22.370	4.775	2.640	111.705
2013	52.056	34.500	23.700	4.988	2.706	117.950
2014	54.766	36.450	25.100	5.210	2.774	124.300
2015	57.633	38.500	26.541	5.443	2.844	130.968
2016	60.991	40.400	28.000	5.690	2.915	137.996
2017	64.842	42.150	29.480	5.943	2.988	145.403
2018	69.144	43.900	31.000	6.203	3.063	153.310
2019	73.795	45.700	32.500	6.475	3.140	161.610
2020	78.732	47.549	34.039	6.753	3.219	170.292

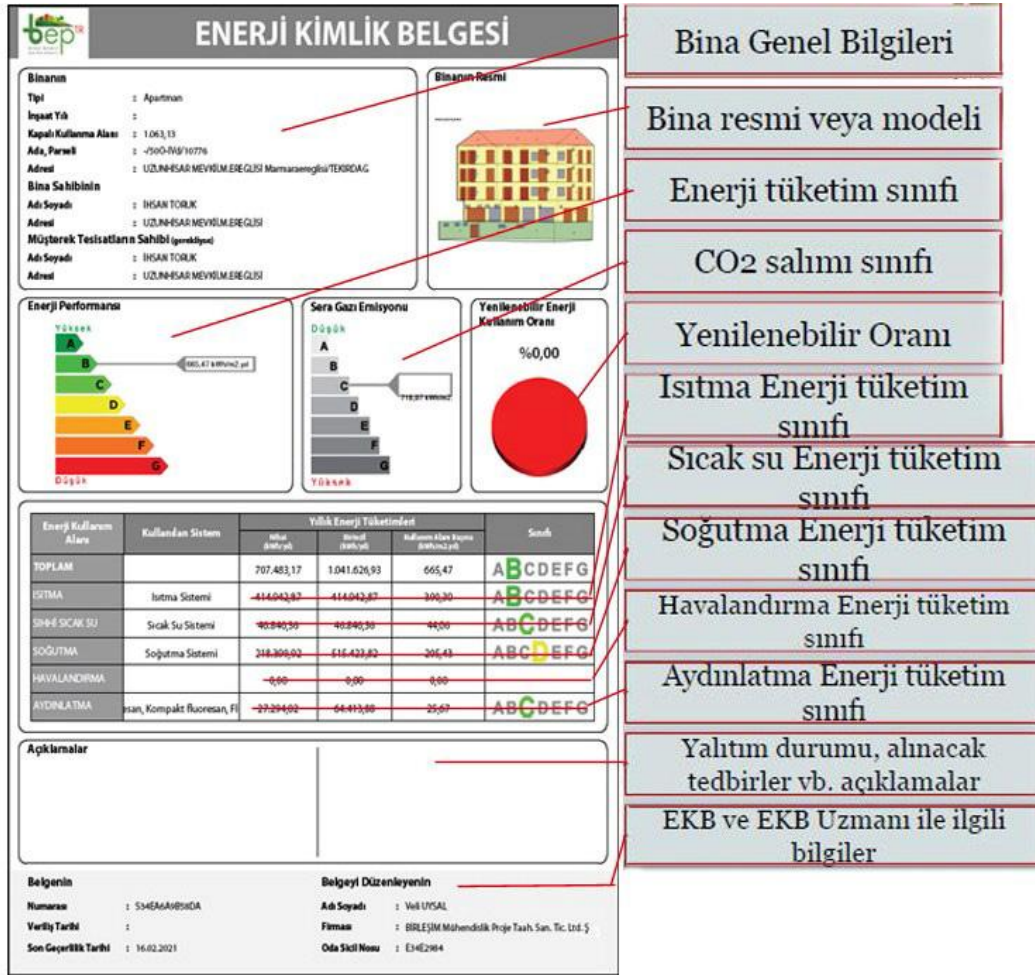
Türkiye' de nüfus artışı ve gelişmişliğin sonuçlarından biri olarak yapı sayıları da artış göstermektedir. Yapılar, tükettikleri fosil enerji kaynaklarıyla çevreye zarar vermektedirler. Ayrıca %35 lik bir oranla enerji kaybına neden olmaktadır. Enerji ve çevre konusunda yaşanan sorunlar yapılarda enerjinin geri dönüşümünü sağlayacak ve enerjinin bilinçli bir şekilde kullanımına izin verecek teknolojiler geliştirilmesini gündeme getirmiştir.



Şekil 4.26. Türkiye’de sektörlere göre enerji tüketimi(Bayram, 2011)

Türkiye’de son yıllarda çevre ile ilgili bilinçlenmenin ve bu konudaki çalışmaların yoğun olarak arttığını, yasal düzenlemelerle AB uyum süreci kapsamında; binalarda enerjinin verimli kullanılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili kanun ve yönetmeliklerin oluşturulmaya başlandığı görülmektedir. Türkiye’de binalarda birim alanı veya hacmi ısıtmak için harcanan enerjinin Avrupa ülkelerine göre 2-3 kat daha fazla olması nedeniyle 14 Haziran 2000 yılında giren Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle yeni inşa edilecek binalara ısı yalıtımı zorunluluğu getirilmiştir. Böylelikle binalardaki ısı kayıplarının azaltılması, enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmıştır. 5 Aralık 2008 tarihinde binaların bütün enerji kullanımlarının değerlendirilmesini, birincil enerji ve karbondioksit (CO₂) emisyonu açısından sınıflandırılmasını, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğinin değerlendirilmesini sağlayan Binalarda Enerji Performans yönetmeliği çıkmıştır. Bu yönetmelikle yeni ve mevcut binaların Enerji Kimlik Belgesi almasını zorunlu kılmıştır. Yasa kapsamında 1 Ocak 2011 tarihinden itibaren ruhsatı alacak binalarda enerji kimlik belgesi hazırlanması zorunlu olmuştur. Bu belge binanın enerji ihtiyacı ve enerji tüketim sınıflandırması, yenilenebilir enerji kullanım oranı, yalıtım özellikleri ve ısıtma ve/veya soğutma sistemlerinin verimi ile ilgili bilgileri içermektedir. Bir binanın A-G harfleri aralığında temsil edilen enerji sınıfını belirler. Bu enerji sınıfı binanın yıllık enerji ihtiyacına ve enerji tüketimine göre belirlenir. A harfi en iyi performans sınıfını, G harfi ise en düşük performans sınıfını temsil etmektedir. “Bir binanın A sınıfı

çıkabilmesi için yenilenebilir enerji kaynağını/kaynaklarını kullanması gerekmektedir.”(Bayram,2011) Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği 1 Nisan 2010 tarihinde revize edilmiştir.



Şekil 4.27. Enerji Kimlik Belgesi

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından enerjinin etkin ve verimli kullanılması amacıyla 18 Nisan 2007 yılında Enerji Verimliliği Kanunu çıkarılmıştır ve bu kanuna dayanılarak 25Ekim 2008 tarihinde Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik yürürlüğe girmiştir. 15.02.2008 tarihli 2008/2 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile kamu kurum ve kuruluşlarında enerjinin etkin ve verimli kullanılmasına yönelik tedbirler belirlenmiştir. Doğal enerji kaynaklarının yetersizliği, enerjiye olan talebin artışı ve

hammadde fiyatlarındaki yükselmeler sonucunda ülkemizde enerjinin daha verimli kullanılmasına yönelik önlemler gündeme getirilmiştir. Bu Genelge ile “Ulusal Enerji Verimliliği Hareketi” başlatılmış ve 2008 yılı “Enerji Verimliliği Yılı” ilan edilmiştir. [<http://www.enerji.gov.tr>]

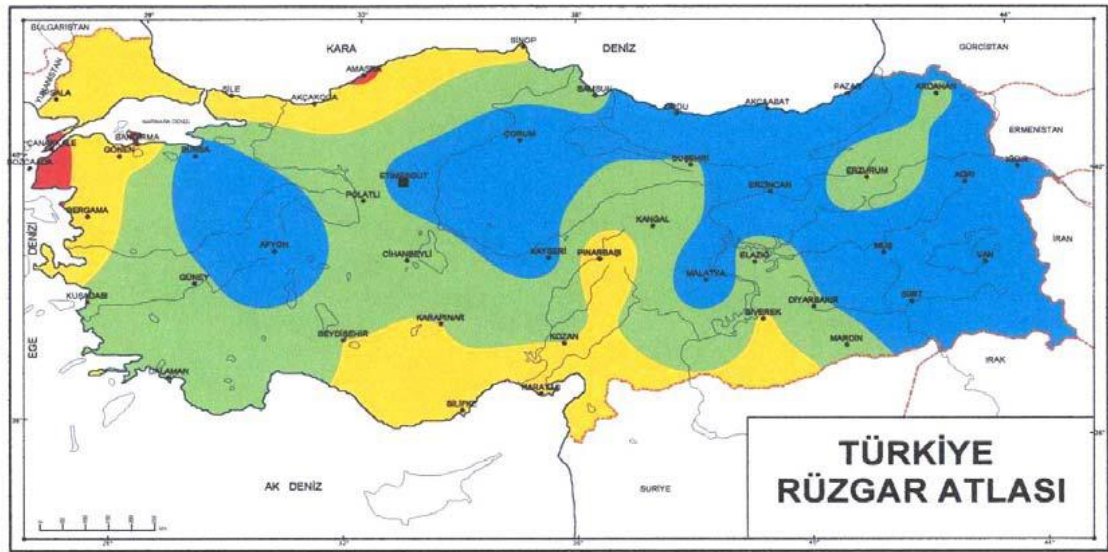
10 Mayıs 2005 tarihinde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılmasını, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılmasını, kaynak çeşitliliğinin artırılmasını, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını, atıkların değerlendirilmesini, çevrenin korunmasını ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesini hedefleyen Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun yürürlüğe girmiştir. 29 Aralık 2010 tarihinde bu kanunda değişiklik yapılmıştır. 21 Aralık 2011’ da yürürlüğe giren Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik sayesinde Kurulu gücü azami 500 kWe (kilovat enerji) olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinde üretim yapacak gerçek veya tüzel kişiler lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulmuştur. Ayrıca bu yönetmelikle üretilen elektriğin fazlası dağıtım şirketlerine dağıtılmasına olanak sağlanmıştır.

Tüm bu çalışmalarda dikkati çeken, Türkiye’deki çalışmaların enerji verimliliği konusuna yönlendiğidir. Enerji konusundaki politikalar öncelikle devlet tarafından belirlenmeli ve teşvik edilmelidir. Enerjinin pahalılığı ve Türkiye’nin bu konudaki dışa bağımlılığı dikkate alındığında öncelikli olarak enerji verimliliği konusuna yönelmenin gerektiği söylenebilir.

Alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı enerji verimliliğini artırma yönündeki çalışmalarda büyük rol oynamaktadır. Eski tarihlerden beri kullanılan, çevre kirliliğine neden olmayan, dünyanın en hızlı büyüyen ve en ucuz enerji kaynaklarından birisi olan rüzgar enerjisi ilk etapta düşünülmesi gereken alternatif ve yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliği bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Türkiye rüzgar kaynaklarının dağılımını belirten Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA) EİE tarafından 2007 yılında yayınlanmıştır. Bu atlas elektrik üretebilecek bölgelerimiz için gerekli ön bilgileri içermektedir. “En

şiddetli yıllık rüzgar hızı ortalamaları Türkiye'nin batı kıyıları, Marmara Denizi çevresi ve Antakya civarında görülmektedir. Afyon, Akhisar, Anamur, Antakya, Ayvalık, Balıkesir, Bandırma, Bilecik, Bergama, Bodrum, Bozcaada, Bozkurt, Çanakkale Boğazı civarı, Çeşme, Çorlu, Dikili, Edirne, Edremit, Erzurum, Gökçeada, İnebolu, Karaman, Malatya, Mardin, Samsun, Seydişehir, Silifke, Sinop ve Tekirdağ rüzgar enerjisi açısından zengin yerlerdir.”(Bozdoğan,2003) “Haziran ayında asgari değere ulaşan rüzgar hızı Ocak ve Şubat aylarında azami değere çıkmaktadır. Dereceleri iyi, harika ve mükemmel olarak değerlendirilen rüzgar kaynakları dikkate alındığında Türkiye'nin rüzgar potansiyeli yaklaşık 48,000 MW olarak belirlenmektedir. Orta derece kategoriler de dikkate alındığında bu potansiyel 130,000 MW değerine ulaşmaktadır.(Özerdem,2009)



	Blue	Red	Yellow	Green	Purple
u (m/s) *	> 7.5	6.5 – 7.5	5.5 – 6.5	4.5 – 5.5	< 4.5
P (W/m ²) *	> 500	300 - 500	200 - 300	100 - 200	< 100

* Açık yüzeyler için (yer düzeyinden 50 m yükseklikteki) rüzgar potansiyeli sınıf aralıkları

Şekil 4.28. Türkiye Rüzgar Atlası (www.eie.gov.tr).

u = Ortalama Rüzgar Hızı

P = Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu

Son yıllarda başta elektrik işleri idaresi ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olmak üzere ilgili kurum ve kuruluşların çalışmaları sayesinde rüzgar enerjisi alanında gelişmeler yaşanmaktadır. Ülkemizde rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisleri kurmak isteyen birçok yatırımcı, ilgilendikleri alanların rüzgâr kaynak bilgilerini EİE' ye başvuru yaparak temin edebilmektedir

Türkiye' de 1998 yılında maliyeti Demirer Holding tarafından üstlenilen 500 ve 600 kW'lık toplam 15 adet rüzgar türbininden oluşan, 1,5 MW kurulu güce sahip ilk rüzgar çiftliği işletmeye açılmıştır. 2010 yılında yürürlüğe giren yenilenebilir enerji kanunu yenilenebilir enerjinin yanı sıra bu sistemlerde kullanılacak yerli üretimi de teşvik etmeyi amaçlamaktadır. İthal rüzgar türbinlerinden elde edilen elektriğin kilovat saatini dağıtım şirketine satış fiyatı düşük tutulurken yerli rüzgar türbinlerinden satış fiyatını daha yüksek tutulmaktadır. Böylece yerli üretime teşvik sağlanmaktadır.

“Yenilenebilir Enerji Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra 3.363 MW kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgar projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden yaklaşık 1.100 MW kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir.” (<http://www.enerji.gov.tr>)

Enerji piyasası düzenleme kurumu başkanı Hasan Köktaş' a göre Türkiye' de toplam kurulu rüzgar gücü 2011 yılı itibariyle 1.600 MW' a ulaşmıştır. Türkiye' de devreye alınan rüzgar santrali sayısı ise 72'dir. Türkiye Enerjisi Birliği (TÜREB) başkanı Mustafa Serdar Ataseven Türkiye' nin 2023 yılı hedefinin 20 bin megavat elektrik üretmek olduğunu açıklamıştır.

No.	Rüzgar Santrali Adı	Rüzgar Santrali İşletmecisi / Sahibi	Kurulu Güç (MW)	Türbin Sayısı	Mevkii
1	CESME RES	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	1.50	3	İzmir-Çeşme
2	ARES	Ares Alaçatı Rüzgar Enerjisi Sant. San. ve Tic. A.Ş.	7.20	12	İzmir-Çeşme
3	BORES	Bores Bozcaada Rüzgar Enj. Sant. San. ve Tic. A.Ş.	10.20	17	Çanakkale-Bozcaada
4	İNTEPE RES	Anemon Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	30.40	38	Çanakkale-İntepe
5	KARAKURT RES	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	10.80	6	Manisa-Akhisar
6	BURGAZ RES	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	14.90	13 (800 kW) + 5 (900 kW)	Çanakkale-Gelibolu
7	SAYALAR RES	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	34.20	38	Manisa-Sayalar
8	CATALCA RES	Ertürk Elektrik Üretim A.Ş.	60.00	20	İstanbul-Çatalca
9	YUNTDAG RES	İnnores Elektrik Üretim A.Ş.	42.50	17	İzmir-Aliğa
10	KEMERBURGAZ RES	Lodos Elektrik Üretim A.Ş.	24.00	12	İstanbul-Gaziosmanpaşa
11	MAZI-1	Mare Manastır Rüzgar Enerjisi Santrali San. ve Tic. A.Ş.	39.20	49	İzmir-Çeşme
12	SUNJUT RES	Sunjüt Sun'ü Jüt San. ve Tic. A.Ş.	1.20	2	İstanbul-Hadımköy
13	TEPERES	Teperes Elektrik Üretim A.Ş.	0.85	1	İstanbul-Silivri
14	BANDIRMA RES	Yapısan Elektrik Üretim A.Ş.	30.00	20	Balıkesir-Bandırma
15	SAMLI RES	Baki Elektrik Üretim Ltd. Şti.	90.00	30	Balıkesir-Şanlı
16	DATCA RES	Dares Datça Rüzgar Enerji Santrali Sanayi ve Ticaret A.Ş.	29.60	36	Muğla-Datça
17	SEBENOBA RES	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	30.00	15	Hatay-Samandağ
18	AKBUK RES	Ayen Enerji A.Ş.	31.50	15	Aydın-Didim
19	CAMSEKI RES	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	20.80	10 (2000 kW) + 1 (800 kW)	Çanakkale-Ezine
20	KELTEPE RES	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	20.70	23	Balıkesir-Susurluk

Şekil 4.29. Türkiye' de işletmede olan Rüzgar Santralleri Çizelgesi
(<http://www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr>)

No.	Rüzgar Santrali Adı	Rüzgar Santrali İşletmecisi / Sahibi	Kurulu Güç (MW)	Türbin Sayısı	Mevkii
21	GOKCEDAG RES	Rotor Elektrik Üretim A.Ş.	135.00	54	Osmaniye-Bahçe
22	DÜZOVA RES	Ütopya Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	30.00	12	İzmir-Bergama
23	MAZI-3	Mazi-3 Rüzgar Enerjisi Santrali Elektrik Üretim A.Ş.	30.00	12	İzmir-Çeşme
24	AYYILDIZ RES	Akenerji Elektrik Üretim A.Ş.	15.00	5	Balıkesir-Bandırma
25	BANDIRMA RES	Borasco Enerji ve Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.	60.00	20	Balıkesir-Bandırma
26	SOMA 1 RES	Soma Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	88.20	98	Manisa-Soma
27	BELEN RES	Belen Elektrik Üretim A.Ş.	36.00	12	Hatay-Belen
28	SARIKAYA RES	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	28.80	14 (2000 kW) + 1 (800 kW)	Tekirdağ-Şarköy
29	KOCADAG-2	Kores Kocadağ Rüzgar Enerji Santrali Üretim A.Ş.	15.00	6	İzmir-Urla
30	BANDIRMA-3 RES	As Makinsan Temiz Enerji Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş.	24.00	10	Balıkesir-Bandırma
31	MERSIN RES	Akdeniz Elektrik Üretim A.Ş.	33.00	11	Mersin-Mut
32	BOREAS-1 ENEZ RES	Boreas Enerji Üretim Sistemleri A.Ş.	15.00	6	Edirne-Enez
33	ALIAGA RES	Bergama RES Enerji Üretim A.Ş.	90.00	36	İzmir-Bergama, Aliğa
34	SENBÜK RES	Bakras Enerji Elektrik Üretim ve Tic. A.Ş.	15.00	5	Hatay-Belen
35	ZİYARET RES	Ziyaret RES Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş.	35.00	14	Hatay-Samandağ
36	SOMA RES	Bilgin Rüzgar Santrali Enerji Üretim A.Ş.	90.00	36	Manisa-Soma
37	KUYUCAK RES	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	25.60	14	Manisa-Kırkağaç
38	SARES RES	Garet Enerji Üretim ve Ticaret A.Ş.	22.50	9	Çanakkale-Ezine
39	TURGUTTEPE RES	Sabaş Elektrik Üretim A.Ş.	22.00	11	Aydın-Çine
40	CANAKKALE RES	Enerjisa Enerji Üretim A.Ş.	29.90	13	Çanakkale-Ezine
41	SUSURLUK RES	Alentek Enerji A.Ş.	45.00	18	Balıkesir-Susurluk
TOPLAM / TOTAL			1414.55		

Şekil 4.30. Türkiye’ de işletmede olan Rüzgar Santralleri Çizelgesi devamı

Türkiye, son yıllarda ABD, Çin, Almanya gibi ülkelerde büyük yatırımların yapıldığı rüzgar elektrik santrallerinde tarihi bir adım atmıştır. 1 Temmuz 2011’ de 50 milyon liralık bütçenin onaylanması ile birlikte, iki buçuk yıldır sürdürülen projede yerli rüzgar türbini üretimine başlanmıştır. 121 akademisyenden oluşan ekiple yürütülen MİLRES(Milli Rüzgar Enerji Sistemi) 2014 yılında 2 bin 500 kilovat enerji üretmeye başlayacaktır. Bu organizasyonda Enerji Bakanlığı’nın

başkanlığında Sabancı Üniversitesi, TÜBİTAK, TAI, İTÜ, İstanbul Ulaşım görev almaktadır.

Türkiye’de binalarda rüzgar türbinleri kullanımı rüzgar çiftlikleri gibi yaygın değildir. Rüzgar çiftliklerinde üretilen enerjinin konutlarda kullanımı son yıllarda kullanılan bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Müstakil konutlara monte edilen türbinlerin örnekleri de mevcuttur Bina bağımsız rüzgar türbini kullanımı ülkemizde daha yaygın bir uygulama şeklidir. Müstakil konutlar, kamu binaları, siteler bina bağımsız rüzgar türbini kullanan yapılara örneklerdir.

Türkiye’ de binalarda pasif sistemlerle rüzgar enerjisinden etkin bir şekilde yararlanılmaktadır. Tasarımlarda yapının konumu ve biçiminin hakim rüzgara göre seçimi, doğru pencere kullanımı gibi doğal havalandırmayı sağlayan parametreler yapılarda kullanılmaktadır. Ayrıca sıcak iklim bölgelerinde avlulu çözümlerin kullanımı ile iç avluyu saran hacimlerin pencereler yoluyla soğuk havayı içeri alması sıcak havanın da dışarı atılması sağlanmaktadır.

Ülkemizde uygulama alanları genellikle rüzgar çiftlikleri olan rüzgar enerjisi, gelişmiş ülkelerde yüksek binalarla birlikte tasarlanan entegre rüzgar türbini uygulamaları henüz ülkemizde görülmemektedir. Küçük rüzgâr türbinlerinin kullanıldığı konutlar, kendi elektrik ihtiyacını karşılamak için rüzgar türbini kullanan fabrikalar, ofisler, rüzgar enerjisi üzerine çalışmalar yapan üniversitelerin araştırma merkezleri Türkiye’ de binalarda rüzgar enerjisinin aktif olarak kullanım alanlarını oluşturmaktadır.

4.5.1. Uygulama Örnekleri

Pasif Rüzgar Enerjisi Kullanılan Binalar:

Tablo 4.25. İstanbul Sapphire Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı
(<http://www.arkiv.com.tr/p9568>)

Bina Adı:	İstanbul Sapphire	
Yeri:	İstanbul	
Mimarı:	Tabanlıoğlu Mimarlık	
Yapım Yılı:	2011	
Açıklama:	<p>Bina cephesi birbirinden bağımsız iki kabuktan oluşmakta, dış hava içeri alınıp sirküle edilmekte, iç mekanlar, dışta oluşturulan kabuk yardımı ile olumsuz meteorolojik koşullardan ve sestan korunmaktadır. Bu şeffaf kabuk aynı zamanda iç mekan-dış atmosfer arasında tampon bölge oluşturmakta, yapı fiziği çözümlerini pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca yüksek katlarda çift kabuk sayesinde açılabilir pencereler mevcuttur.</p>	
		

Tablo 4.26. Diyarbakır Güneş Evi'nde rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Diyarbakır Güneş Evi	
Yeri:	Diyarbakır	
Mimarı:	Çelik Erengezgin	
Yapım Yılı:	2008	
Açıklama:	Çatıda bulunan venturi bacaları ve rüzgar kepçeleri sayesinde doğal havalandırma sağlanmaktadır. Rüzgar kepçeleriyle alınan dışarıdaki temiz içeride ısınıp yükseldikten sonra venturi bacalarıyla dışarı atılmaktadır.	

Aktif Rüzgar Enerjisi Kullanılan Binalar:

Tablo 4.27. Varyap Meridian Binalarında rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Varyap Meridian	
Yeri:	İstanbul	
Mimarı:	Dome Mimarlık	
Yapım Yılı:	2009	
Açıklama:	.Arazinin topografik yapısı, rüzgar yönleri ve güneş ışınlarının detaylı analizleri incelenmiş, binaların tasarımı ve konumları daha az enerji kullanımına yönelik olarak planlanmıştır. Ortak alanların elektriğinin bir kısmının rüzgar türbini ve güneş paneli gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanarak giderlerde %40 oranında tasarruf yapılması amaçlanmıştır.	


Tablo 4.28. Çengelköy Mesa Konutları'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Çengelköy Mesa konutları	
Yeri:	İstanbul	
Mimarı:	MESA İnşaat	
Yapım Yılı:	2010	
Açıklama:	Çengelköy'de MESA'da sosyal tesis, yenilenebilir enerji kullanarak, tüketiminin ciddi bir bölümünü karşılıyor. Bunun için toplam binlerce metre derinliğe ulaşan 12 adet ısı pompası yerleştirildi. Tesiste ayrıca güneş ve rüzgar enerjisinden de yararlanılıyor. Güneş panelleri ve bina çatısında bulunan rüzgar türbiniyle enerjiden %40 tasarruf sağlanması hedeflenmektedir.	


Tablo 4.29. Ağaoğlu My Towerland Konutları'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Ağaoğlu My Towerland	
Yeri:	İstanbul	
Mimarı:	Ağaoğlu Şirketler Grubu	
Yapım Yılı:	2010	
Açıklama: Ataşehir'de 2 bin 500 konutlu projede Ağaoğlu'nun Mersin Mut'taki rüzgar santralinden üretilen elektrik kullanılmaktadır. 36 milyon kilovat saate ulaşan enerji ihtiyacının tamamı rüzgar enerjisinden sağlanmaktadır. Kullanıcılar %20 daha ucuza enerji kullanmaktadır.		

Tablo 4.30. Eser Yeşil Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Eser Yeşil Bina	
Yeri:	Ankara	
Mimarı:		
Yapım Yılı:		
Açıklama:	Binada kurulu 1 adet 1,1 kW rüzgar türbini sayesinde gerekli olan enerjinin bir kısmı karşılanmaktadır.	
		

Tablo 4.31. Marmara Üniversitesi Araştırma Binası'nda rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Marmara Üniversitesi Göztepe Kampusu	
Yeri:	İstanbul	
Mimarı:	Araştırma ekibi	
Yapım Yılı:		
Açıklama:	500 W gücünde paralel kanatlı dikey rüzgar türbininin kanat sayısı be1, kanat metaryali özel olarak güçlendirilmil üçlü örgülü fiber ve özel koruma boyasından oluşmaktadır. Güneş panelleriyle birlikte enerji üretmektedir.	

Tablo 4.32. Kırıkkale’de müstakil bir konutta rüzgar enerjisi kullanımı

Bina Adı:	Müstakil Konut	 
Yeri:	Kırıkkale	
Mimarı:		
Yapım Yılı:	2009	
Açıklama:	Konut sahibinin çalışmalarıyla evin arsasına kurulan rüzgar türbini ve güneş panelleri sayesinde evin elektrik ihtiyaçları karşılanmaktadır.	

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmalar sonucunda, Türkiye’ de ve yurt dışında binalarda rüzgar enerjisi kullanımına yönelik bulgular elde edilmiş ve değerlendirilmiştir.

Yapıların enerji tüketimini azaltarak çevresel etkilerini en aza indirmek, enerji etkin tasarım ilkelerinin aktif ve pasif şekilde uygulanmasıyla sağlanmaktadır. Bir çok ülkede, bina rüzgar enerjisi ilişkisine gereken önem verilmektedir. Son yıllarda gelişen yapı sistemleri ve yapıım teknikleri ile enerji etkin tasarımların inşa edilmeye başlandığı görölmektedir.

Bu araştırmada pasif rüzgar sistemlerinden ve aktif rüzgar sistemlerinden yararlanma ölkelerdeki tarihsel gelişimi ile birlikte ortaya konulmuştur. Uzun dönemli planlar, destekleyici politikalar ve büyük yatırımlarla Çin kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi ačiusından ABD’yi geride bırakmıştır. Hindistan da son yıllarda istikrarlı bir büyümeyle bu pazarda önemli bir rol üstlenmektedir.

Rüzgar enerjisinin diğer enerji kaynaklarına göre birçok üstünlüklerinin bulunması, yapılan ölçümlerle belirlenen rüzgar potansiyeli ve tüm dünyada rüzgar enerjisi sektöründe yaşanan teknolojik gelişmeler ölkemizde başta Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olmak üzere ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından çalışmaların başlamasını sağlamıştır. Rüzgar çiftlikleri kurulmuştur ve kurulmaya devam etmektedir. Ancak ölkemizde binalardan kaynaklanan enerji kayıplarının fazla olmasına rağmen rüzgar enerjisinden aktif olarak yararlanan bina sayısı oldukça azdır. Yapılan araştırmalar sonucunda Türkiye’ de rüzgar enerjisi kullanan binalar aşağıda belirtilmiştir.

- Pasif rüzgar enerjisi kullanan binalar
- Küçük ölçekli rüzgar türbinleri kullanan müstakil konutlar, ofisler, fabrikalar
- Bina bağımsız rüzgar türbini kullanan binalar
- Rüzgar çiftliklerinde üretilen enerjiyi kullanan binalar
- Üniversitelerin araştırma merkezleri, gözlem evleri

Ülkemizde aktif sistemlere oranla pasif sistemlerden yararlanma oranı daha fazladır. Yapının tasarlanması ve uygulanması aşamasında pasif sistem parametreleri göz önünde bulundurulmalıdır. İlgili kurum ve kuruluşların hazırladıkları yönetmeliklerin belirlediği yaptırımların dışında binayı tasarlayan mimarın kontrolünde bu parametreler mimari proje yansıtılmalı ve disiplinler arası çalışmayla mühendislerle birlikte en az enerji maliyetini gerçekleştiren bir proje ortaya konmalıdır. Ülkemizde bu disiplinle oluşturulan yapılar mevcuttur ancak yeterli değildir.

Araştırmalar sonucunda binalarda rüzgar enerjisinden aktif ya da pasif olarak yararlanılmak istenilen binalarda göz önüne alınması gereken bir takım kurallar belirlenmiştir. Bu kurallar;

1. Pasif ısıtma, soğutma ve doğal havalandırma sağlamak için bina tipi, çevre verilerine ve iklim şartlarına uygun seçilmelidir.
2. Bina tasarımında kullanılan türbinlerin maliyetleri yüksek olduğu için oluşabilecek arızaları önlemek açısından bakımları belirli periyotlarda yapılmalıdır.
3. Bina tasarımından sonra binaya monte edilen türbinlerin bina strüktürüne yapacağı ilave yük ortaya çıkmaktadır.
4. Binada türbinlerden oluşacak gürültü izolasyonu için gerekli önlemler alınmalıdır.
5. Rüzgar enerjisini kullanarak mekanik havalandırma zorunluluğu azaltılıp doğal havalandırma sağlanma olanağı vardır.
6. Uygun yapı formu ve bina formunda yapılan değişiklikler yapı ile rüzgar arasındaki etkileşimini olumlu yöne çevirmektedir. Bu nedenle mimari tasarımda bazı aerodinamik değişikliklerle yapıya etkiyen yatay rüzgar yükünü azaltılmalıdır.
7. Yüksek yapıların üzerine aerodinamik kuvvet ve momentler etki eder. Bu kuvvet ve momentlerin bulunması, akım şeklinin ve yapısının belirlenmesi için rüzgar tünel deneyleri adı verilen deneyler yapılmalıdır.

Bu parametreler birçok gelişmiş ülkedeki yapılarda uygulanmaktadır. Avrupa'da rüzgar enerjisi potansiyeli en iyi olan ülkelere biri olan Türkiye, var

olan potansiyelini kullanmak açısından yeterli başarıyı henüz sağlayamamıştır. Rüzgar türbinlerinin binalarda kullanımının getirdiği ek maliyet yapı sektöründe türbin kullanılmamasının en önemli nedenlerinden birini oluşturmaktadır. Lisansız elektrik üretimine izin veren yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle birlikte eski dönemlere oranla daha düşük bir maliyetle rüzgar türbinleri ev, villa, çiftlik, benzin istasyonu, apartman ve sitelerde hızla yaygınlaşmaya başlamıştır. İstanbul'daki Göl Mahal Evleri, İzmir'deki Dört Mevsim Konakları, Mesa Çengelköy Evleri bu tip uygulamalara örnek sitelerdir. Bu uygulamalarda ayrıca üretilen elektriğin fazlası dağıtım şirketlerine satılarak kullanıcıların elektrik faturasından düşülmesi planlanmaktadır.

Rüzgar enerjisinin Türkiye' de çok yakın bir gelecekte gelişmiş ülkelerde olduğu gibi geniş kullanım alanlarına sahip olması planlanan bir durumdur. AB, üye devletlerin yenilenebilir enerji kaynakları konusunda uyması gerekli tedbirler için bir takım yasal ve bağlayıcı hedefler oluşturarak direktif ve yönergeler yayımlamıştır. Avrupa Birliğine giriş sürecinde olan Türkiye' de son yıllarda rüzgar enerjisi yatırımlarında yaşanan gelişmeler umut vericidir. Ancak rüzgar çiftliklerinde yararlanılan rüzgar enerjisinden yapılarda da yararlanılması hem yapı sektöründen kaynaklanan enerji tüketimini azaltacak hem de ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda rüzgar enerjisi-bina ilişkisi önem kazanmaktadır. Türkiye'nin bu platformda ilerleme kaydedip hak ettiği düzeye gelebilmesi için aşağıda yapılması gereken hususlar belirtilmiştir.

- Türkiye'deki rüzgar enerjisi santral pazarında kullanılan rüzgar türbinlerinin büyük bölümü ithal edilmektedir. Devletin çalışmalarıyla yerli üretim teşvik edilmeli, türbin üreticilerinin Türkiye'ye üretim tesisi kurmaları sağlanmalıdır.
- Birim maliyetlerdeki düşmelerle ve düşük rüzgar hızlarında yüksek performans gösteren rüzgar türbinlerinin tasarlanmasıyla yerleşim alanlarındaki rüzgar türbin sayısının artması sağlanmalıdır.
- Rüzgar türbinleri-bina ilişkisini anlatan eğitimler ve bu konuyla ilgili AR-GE çalışmaları artırılmalı, bu konuda mimarlara, mühendislere yönelik kurslar açılmalıdır.

- Yapı sistemleri geliştirilmeli, rüzgar enerjisine dayalı uygulama metotlarının uygulanmasına yönelik ekonomik alt yapı olgunlaştırılmalıdır.
- Binalarda rüzgar enerjisi uygulamalarını yürütecek kalifiye personelin istihdam edilmesi uygulamaların kalitesini arttıracaktır.
- Bina mesnetli ve bina entegre rüzgar türbinlerinin binalarda yaratacağı etkiler teknik çalışmalarla önceden saptanmalı kamusal güvenliği tehdit edici olayları engellemek amacıyla gerekli güvenlik tedbirlerinin alınması sağlamalıdır.
- Rüzgar enerjisi teknolojilerinin ve uygulamalarının toplumun farklı kesimlerine tanıtılmasını sağlamak, bu konuda toplumsal bilinci ve duyarlılığı artırmak gerekmektedir.
- Türkiye’ de binalarda rüzgar enerjisiyle ilgili çalışmaların büyük bir çoğunluğu İstanbul’da gerçekleşmektedir. Ekonomik altyapının ve toplumsal bilincin artırılmasıyla ülkemizdeki diğer yerleşim yerlerinde de rüzgar enerjisi uygulamaları yapılmalıdır.
- Rüzgar enerjisinin ülke ekonomisine katkısı yalnızca enerjide dışa bağımlılığı azaltmak değildir. Ayrıca yeni iş alanları ile istihdam olanağı sağlayacağı bir devlet politikası olarak benimsenmelidir.

KAYNAKLAR

- AKYEL, D., 2007. Mikroklimanın Yapı ve Çevresinin Tasarımına Etkileri. YTU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- AKMAN, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim, Palme Yayın Dağıtım, Ankara.
- ALİ, M., ARMSTRONG, P., 1195. Architecture of Tall Buildings, McGraw-Hill Book Company, New York.
- ALTUNTAŞOĞLU Z., T., 2003. Sürdürülebilir Kalkınma, Yenilenebilir Enerji Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanun Tasarısı Taslağı. EİE Rüzgar Şube Müdürlüğü
- AYKAL, F. D., GÜMUS, B., ÖZBUDAK AKCA Y. B., 2009. 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu YEKSEM, Diyarbakır.
- BAYRAM, M., 2011. Yapı Denetimi ve Cezalar Eğitimi. Türkiye Belediyeler Birliği, Ankara.
- BEGEÇ H., SAVAŞIR K. 2004. Akıllı Giydirme Cephe Sistemlerinin Havalandırma Şekillerinin İncelenmesi. DEÜ, İzmir.
- BEKAR, D., 2007. Ekolojik Mimarlıkta Aktif Enerji Sistemlerinin İncelenmesi. YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- BODUROĞLU, Ş., KARİPTAŞ, F., S., 2010. Akıllı Konut Sistemlerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. Gazi Üniversitesi Uluslararası Yapılar Sempozyumu, Ankara.
- BOZDOĞAN, B., 2003. Mimari Tasarım Ve Ekoloji. YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- CANAN A., ÖZER, Y., 2011. Sıcak İklimlerde Bina İçi İklimlendirme İçin Geleneksel Bir Sistem: Rüzgar Bacaları. 10. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.
- ÇELEBİ, G., 2002. Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 17(3):20-24
- ÇUKURÇAYIR, A., SAĞIR, H. Enerji Sorunu, Çevre Ve Alternatif Enerji Kaynakları. Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.

- DARÇIN P.,2008. Yapı İçi Hava Kirliliğinin Giderilmesinde Doğal Havalandırma İlkeleri.YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- DURAK M., ÖZER S. 2008.Rüzgar Enerjisi: Teori ve Uygulama. İmpress Matbaası, Ankara, 543s.
- DUTTON, R., ISYUMOY, N., 1990. Reduction of Tall Building Motion by Aerodynamic Treatments, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2004. Yenilenebilir Enerji Kaynakları, İstanbul, 5-25.
- ENİŞ, A., 2005. “Enerji Politikaları; Yerli, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları,” TMMOB V. Enerji Sempozyumu, Ankara, 185-199.
- EKE, R., OKTİK Ş., 2000. Güneş-Elektrik Dönüşümleri ve Fotovoltaik Güç Sistemleri. Enerji Kaynakları Sempozyumu, Çanakkale, 136-143.
- Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 25.10.2008 Resmi Gazete Sayısı: 27035.
- GÖKSAL ÖZBALTA T. Mimari, Güneş Ve Teknoloji İlişkisi. Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisleri Bölümü.
- GÜNEL, M., H., ILGIN, M., SORGUÇ A. 2007. Rüzgar Enerjisi ve Bina Tasarımı.ODTÜ Mimarlık Fakültesi, Ankara, 85s.
- GÜNGÖR A., 2009. “İzmir İlinin Enerji Sorunu Çözümlemesinde Güneş Enerjisinin Yeri”, TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, İzmir.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA), 2007. “Renewables in global energy supply, fact sheet”, OECD/IEA, Paris.
- İNAN, D.,2001. Güneş Enerjisinin Isıl Uygulamaları, Ankara, 26s.
- KARA, Y.A., YÜKSEL B. Düşük Sıcaklıktaki Jeotermal Kuyuların Isı Pompası Desteği İle Bina Isıtmasında Kullanılması. Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü.
- KAVAK, K., 2005. Dünyada ve Türkiye’ de Enerji Verimliliği Ve Türk Sanayide Enerji Verimliliğinin İncelenmesi, DPT Uzmanlık Tezleri, Ankara.

- KOÇARSLAN G.,2006.Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Alternatif Bir Kaynak Olarak Rüzgar Enerjisinin Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- KURAL M.,2007. Mikroiklim Oluşumunda Rüzgar ve Sıcaklık Açısından Yüksek/Yoğun Yapılaşmanın Etkisi: Rize Örneği.KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- MORAL UĞUR, E., 2006. Güneş Pillerinin Yapı Kabuk Elemanları İle Bütünleşmelerine Yönelik Bir Araştırma. ITU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, İstanbul.
- MUTDOĞAN, S., 2008, Türkiye' deki Temiz Enerji Kullanımının Mimarideki Yansımaları, Sözlü Sunumlar Ve İklima Uyumlu Temiz Enerji Ev Tasarım Projeleri, 1. Temiz Enerji Kurultayı, 1:9-15
- OK V., Sağlıklı Kentler İçin Pasif İklimlendirme ve Bina Aerodinamiği, 8.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 213-226.
- ÖZDEMİR, B., B., 2005. Sürdürülebilir Çevre İçin Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması. İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- ÖZDENİZ, M., (1979), "Yapma Çevre Tasarımında Rüzgar Etkeni", Çevre ve Mimarlık Bilimleri Derneği, 163-182.
- ÖZERDEM B., 2009. İzmir ve Rüzgar Enerjisi. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu., İstanbul.
- ÖZKILIÇ KELEŞ C., 2008. Türkiye' de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme. ITU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisan Tezi, İstanbul.
- ÖZTÜRK H. K., YILANCI A., ATALAY Ö., 2005. Konutlarda Doğal ve Zorlanmış Havalandırma Sistemleri, Tesisat Mühendisliği Dergisi, 2(89):21-26.
- SCHUELLER, W.,1977. "High-Rise Building Structures", John and Wiley Sons Inc., New York, 1:26-33
- ŞEN, Ç., 2003. Gökçeada'nın Elektrik Enerjisi İhtiyacının Rüzgar Enerjisi İle Karşlanması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

- TOKUÇ A., 2005. İzmir’ de Enerji Etkin Binalar İçin Tasarım Kriterleri. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- TOSUN S., Bütünleşik Mimarlık Sistemleri Rüzgar Türbinlerinin Yüksek Binalar İle Bütünleşik Tasarımı.Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- TURE,S., 2001. Biyokütle Enerjisi, Temiz Enerji Vakfı, Ankara,28s.
- TURE,S.2001.Rüzgar Enerjisi, Temiz Enerji Vakfı, Ankara,46s.
- TÜRE, E., 2001. Hidrojen Enerjisi, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 30s.
- YEREBAKAN, M., 2001. Rüzgar Enerjisi , İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul.
- YILDIRIM T., 2008. Güneş Ve Rüzgar Enerjisi Veri Toplama Sisteminin Geliştirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisan Tezi, Ankara.
- YÜKSEK İ., ESİN, T., 2009. “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yapılarda Kullanım Olanakları”, 5. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük.
- WACHBERGER, M.,1988. Güneş ve Konut, Yaprak Kitapevi, Ankara.
- <http://web.boun.edu.tr/meteoroloji/yenerji.php> (Erişim tarihi: 23 Kasım 2010)
- <http://www.arch.hku.hk> (Erişim tarihi: 16 Aralık 2010)
- <http://www.elektrikport.com/gunes-ve-ruzgar-enerjisi-tek-bir-yapida-/guncel/>
(Erişim tarihi: 10 Eylül 2011)
- http://www.emo.org.tr/ekler/c6744c9d42ec2cb_ek.pdf (Erişim tarihi: 16 Ekim 2011)
- <http://www.enerji.gov.tr> (erişim tarihi: 22.02.2011)
- http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2011.pdf (Erişim tarihi: 20 Haziran 2011)
- <http://www.greenbuilder.com/sourcebook/PassSolGuide1-2.html> (Erişim Tarihi: 6 Aralık 2010)
- <http://www.izoder.org.tr/izolasyon/PDF/1161249996.pdf> (Erişim Tarihi: 10 Haziran 2011)
- <http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr> (Erişim tarihi: 1 Mart 2011)

<http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/biokutle/giris.htm> (Erişim tarihi: 20 Eylöl 2011)

<http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/mimar/giris.html> (Erişim tarihi: 20 Eylöl 2011)

<http://www.bugday.org/article.php?ID=79> (Erişim tarihi: 20 Aralık 2010)

<http://www.iea.org> (Erişim tarihi: 15 Kasım 2011)

ÖZGEÇMİŞ

27/02/1984 yılında Bolu'da doğdu. İlk öğrenimine Adana'da başladı ve Muğla'da tamamladı. Orta öğrenimine Muğla'da başlayıp Artvin' de tamamladı. Lise öğrenimini ise Diyarbakır' da tamamladı. 2004 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü'nden 2009 yılında mezun oldu ve aynı yıl Mimarlık Bölümü'nde yüksek lisansa başladı. Şu anda mesleğine Kırıkkale Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü'nde devam etmektedir.